


Organizadores

Alvaro Guillermo Rojas Lezana

Anny Key de Souza Mendonça

Caroline Rodrigues Vaz

Mauricio Uriona Maldonado



Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade: origem, evolução e tendências

Organizadores
Álvaro Guillermo Rojas Lezana
Anny Key de Souza Mendonça
Caroline Rodrigues Vaz
Mauricio Uriona Maldonado

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida desde que citada à fonte

Catlogação na fonte pela biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa
Catarina

E55 Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade [recurso eletrônico] : origem, evolução e tendências / organizadores, Álvaro Guillermo Rojas Lezana, Anny Key de Souza Mendonça, Caroline Rodrigues Vaz, Mauricio Uriona Maldonado. - 1. ed. - Dados eletrônicos. - Florianópolis: UFSC, 2017.
392 p., il., gráfs., tabs., plantas

E-book

Site: <http://lemp.ufsc.br>

1. Inovação. 2. Empreendedorismo.
3. Sustentabilidade. I. Lezana, Álvaro Guillermo Rojas. II. Mendonça, Anny Key de Souza. III. Vaz, Caroline Rodrigues. IV. Maldonado, Mauricio Uriona. V. Título.

CDU: 658.012.4

Conteúdo de autoria e responsabilidade dos autores de cada capítulo, conforme termo assinado.

ISBN:978-85-61115-14-2

Imagem da capa iStock: 477503980

UFSC
Florianópolis
2017

A Inovação é o que distingue
um líder de um seguidor.
Steve Jobs

SÚMARIO

Apresentação.....	5
Biografia dos autores.....	7
1. Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade: uma integração dos conceitos.....	15
Parte 1 - Empreendedorismo	
2. A Universidade Empreendedora.....	45
3. A Jornada de usuário para os Empreendedores Sociais.....	64
4. A Inteligência Estratégica nas IES: um modelo de gestão.....	81
Parte 2 - Inovação	
5. Revisão teórico conceitual da abordagem do sistema de Inovação.....	98
6. Panorama geográfico das indústrias Inovadoras Brasileiras.....	113
7. Análise Dinâmica de Indicadores de Inovação: uma nova proposta.....	133
8. Modelamento de sistemas de inovação: o caso da indústria agroalimentar	150
Parte 3 - Sustentabilidade	
9. Estado da arte da literatura sobre Tecnologias Limpas.....	163
10. Sustentabilidade nas Empresas de Tecnologia da Informação (TI): uma revisão sistemática da literatura.....	187
11. Panorama da Energia Solar: contexto brasileiro.....	203
12. Panorama da Energia Eólica: contexto brasileiro.....	233
Parte 4 – Integração de Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade	
13. Desenvolvimento de Competências de Gestão: caso do Programa Inova Talentos.....	254
14. Eco-Inovação: um novo conceito para o desenvolvimento das organizações.....	275
15. Análise da difusão da tecnologia solar fotovoltaica no Brasil sob a ótica dos sistemas de inovação.....	303
16. Energia Solar Fotovoltaica em edificações como fator de Inovação.....	323
17. Prospecção Tecnológica de Patentes sobre a Energia Eólica no Brasil.....	336

18. Inovação Tecnológica na Geração de Energia Eólica com uso de Aerofólios Cabeados.....	355
19. Desafios para o futuro de Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade: considerações finais.....	381

APRESENTAÇÃO

Esta publicação reflete o foco de atuação do Laboratório de Empreendedorismo e Inovação (LEMPi), da Universidade Federal de Santa Catarina, que propõe a primeira edição do *e-book* intitulado como Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade: origem, evolução e tendências.

Os temas abordados pelo LEMPi em suas linhas de pesquisa, são da maior atualidade, quer para o Brasil, quer para qualquer país que esteja atento aos desafios que hoje se colocam: em um maior desenvolvimento econômico e social, e mais consciência sustentável.

A obra apresentada é de uma grande riqueza, dando uma excelente contribuição para a evolução do conhecimento no meio acadêmico e apresentando a aplicação da teoria a situações práticas que facilitam uma aprendizagem tanto para acadêmicos quanto para empresários e comunidade.

Esta obra apresenta dezenove (19) capítulos que se podem subdividir em quatro (4) partes, de acordo com a grande temática.

O primeiro capítulo é uma introdução que apresenta a origem, a integração, a evolução e os conceitos e/ou definições sobre as temáticas de Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade, para contextualizar o leitor do que estão embasadas as pesquisas realizadas para este *e-book*.

A primeira parte trata de **Empreendedorismo**, formada por três (3) capítulos, apresenta-nos o primeiro a universidade empreendedora como um processo de construção de empreendimentos, com o foco do empreendedorismo inovador. Por sua vez, o segundo trabalho, apresenta o empreendedorismo social na jornada de usuários. E por último, o trabalho que apresenta a inteligência estratégica como um modelo de gestão a Instituições de Ensino Superior.

A segunda parte esta composta pela **Inovação**, com quatro (4) capítulos, foca-se no Sistema de Inovação, que é a base para os outros trabalhos, que são na questão do panorama geográfico de Inovação, em Indicadores de Inovação para países desenvolvidos e aplicação de inovação e dinâmica de sistemas.

A terceira parte entra no foco da **Sustentabilidade**, com quatro (4) capítulos, inicia-se pelo estado da arte sobre Tecnologias Limpas, considerado a base para os outros capítulos que tratam de sustentabilidade. Outro, apresenta uma revisão de literatura de sustentabilidade no âmbito da Tecnologia de Informação. E por fim, traz o panorama de Energia Solar e outro em Energia Eólica no contexto brasileiro.

E por fim, a quarta parte mostra a interação de trabalhos nas três áreas (Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade), composto por sete (7) capítulos, o primeiro traz a caso prático do Programa Inova Talentos como competência de gestão para a indústria. O segundo mostra a transição da Inovação para Sustentabilidade, o que se chama Eco-Inovação. Os próximos quatro (4) capítulos apresentam a difusão das tecnologias de energia renovável sobre uma visão integrada entre a inovação e a sustentabilidade. Por fim, o último capítulo traz os desafios futuros que devem ser superados conjuntamente entre o empreendedorismo, a inovação e a sustentabilidade.

Importante destacar que a produção científica deste livro solidifica as discussões empreitadas pelo LEMPi no seu primeiro biênio. A experiência vivenciada ao longo deste

período confere tais conhecimentos que, em parte disseminada desta publicação, apresentam aos leitores a oportunidade de colocar em prática a teoria.

Com tanta riqueza, espero que esta obra seja uma fonte de inspiração para todos os investigadores que se atreverem a seguir o árduo caminho de demonstrar a força transformadora do Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade para sociedade como um todo.

Caroline Rodrigues Vaz, Dra.
Pós-Doutoranda em Engenharia de Produção
LEMPi/UFSC

BIOGRAFIA DOS AUTORES

Álvaro Guillermo Rojas Lezana



Engenheiro Químico – Universidad Católica de Valparaíso Chile (1979), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1982) e doutorado em Ingeniería Industrial – Universidad Politécnica de Madrid (1995). Atualmente é professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Empreendedorismo, Inovação, Educação Continuada e Mestrado a distância. Líder do Grupo de Pesquisa em Empreendedorismo e Inovação da UFSC. Atuou em diversas funções na administração universitária e consultoria. Atualmente ocupa a Direção Geral do Gabinete do Reitor da UFSC.



Alexandre Hering de Queiroz

Graduado em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina e Mestrado em Engenharia de Produção – UFSC, na área de projeto de produtos. Possui experiência de 12 anos como empresário do ramo industrial, 3 anos como empresário em web commerce e 11 anos de experiência prática em projetos de pesquisa e extensão, consultorias e laudos técnicos atuando no Grupo de Engenharia e Análise de Valor – UFSC e atualmente Doutorando e pesquisador no LEMP – UFSC. Especializado em atendimentos e projetos em Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica, sistemas de custo, gestão de processos, diagnósticos empresariais, inovação e projeto de produto.



Anny Key de Souza Mendonça

Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (2013). Mestre em Engenharia Elétrica - PPGEEL pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2004), Graduada em Ciência da Computação pela Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC (2002). Membro do Laboratório de Empreendedorismo e Inovação – LEMP da Universidade Federal de Santa Catarina. Sua área de pesquisa consiste em investigar sistemas de gestão e de avaliação de investimentos em tecnologia de energia eólica utilizando estruturas com aerofólios cabeados para geração de energia elétrica. Atuou como professora substituta na Universidade de Rio Verde, GO.

Carolina Resende Haddad , MSc.



Administradora de Empresas pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com ênfase em inovação e prospecção. É Professional and Self Coach pelo Instituto Brasileiro de Coaching (IBC). Foi agraciada com o prêmio Melhor Estágio Supervisionado de 2012 pela ESAG. Participou do Diretório Acadêmico da ESAG (DAAG) e foi membro e voluntária na AIESEC Florianópolis. Foi também gerente de projeto do Projeto Cata-vento. Atualmente é consultora parceira na Advanced Design in Management S.A. – ADM S.A.

Carolina Silvestri Cândido



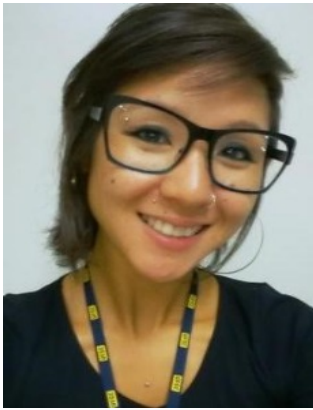
Produtividade.

Economista, graduada pela Universidade Federal de Santa Catarina (2011) e possui mestrado em Economia pela Universidade Federal de Santa Catarina (2014). Atualmente é doutoranda pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pesquisadora do Observatório da Indústria Catarinense da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina, e professora no curso de economia na Universidade do Estado de Santa Catarina. Suas pesquisas são concentradas nas áreas de Economia Industrial, Economia da Inovação e

Caroline Rodrigues Vaz



Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2016), realizou doutorado sanduíche na Ecolé Nationale d'Engineurs de Tarbes (ENIT) França (2013). Possui graduação em Tecnologia em Alimentos (2007), Especialização em Educação Científica e Tecnológica (2008), Especialização em Gestão Industrial: Produção e Manutenção (2009) e Mestre em Engenharia de Produção (2010) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A experiência na área de Tecnologia em Alimentos, com ênfase em Nutrição, e na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Sistemas de Produção. Os termos mais frequentes em sua produção científica são: Sustentabilidade em processos produtivos, Ativos Intangíveis, Modelo de Maturidade e Inovação. Atualmente Pós-Doutoranda em Engenharia de Produção, no laboratório de Empreendedorismo e Inovação (LEMP) da Universidade Federal de Santa Catarina (2016).



Catarina Erika Saito

Atualmente Doutoranda em Engenharia de Produção. Mestra em Engenharia de Produção (PPGEP/UFSC) na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Possui graduação em Ciências da Administração (2013) pela mesma universidade. Atualmente é assistente em administração da UFSC. Foi bolsista de iniciação científica de projetos financiados pela CAPES no Instituto de Pesquisas e Estudos em Administração Universitária (INPEAU/UFSC). Foi também bolsista de pesquisa no Núcleo Multidisciplinar de Estudos sobre Acidentes de Tráfego (NATSAÚDE/UFSC) atuando na gestão de projetos. Possui experiência no exterior (2005-2006), atuando em linhas de produção da Sony e Toyota.



Ciro Leão Ulian

Graduando em Engenharia de Produção Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Participante do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.



Cláudia Viviane Viegas

Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (2009), mestre em Administração/Gestão Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1997), graduada em Comunicação Social (1991) pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Realizou estágios de pós-doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010-2011) e em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela UFSC (2011-2014). Professora assistente II no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Sua pesquisa está direcionada às áreas de Avaliação da Sustentabilidade, Avaliação de Impacto Ambiental e à Saúde, Sustentabilidade na Gestão da Cadeia de Suprimentos e Gestão do Conhecimento.



Dante Luiz Juliatto

Formado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, possui especialização em Tecnologias Limpas pelo CNTL/SENAI, mestrado e doutorado em Engenharia de Produção na área de Inteligência Organizacional e Pós-doutorado em Empreendedorismo pelo Instituto de Investigação e Formação Avançada - IIFA da Universidade de Évora, apoiado pela CAPES. Desenvolve a função de Coordenador de Projetos do Laboratório de Empreendedorismo do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC. É membro do Grupo de Pesquisa em Empreendedorismo e Inovação - CNPq. Atua em projetos de pesquisa, extensão e consultorias com ênfase em gestão por processos, sistemas de avaliação gerencial, pesquisas e diagnósticos, empreendedorismo, custos e estudos de viabilidade. É orientador de trabalhos de monografia em Engenharia de Produção, participante de bancas e tutor da Empresa Junior da Engenharia de Produção.



Diego Hernando Florez Ayala

Engenheiro Industrial e Mestrando em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Filiado ao Laboratorio de Empreendedorismo (LEMP – UFSC) e trabalha como Analista de Planejamento na Univesidade do Vale de Itajaí. com experiencia em gestão de projetos sociais e económicas com Banca Multilateral e Cooperação internacional. Suas áreas de pesquisa estão focados em empreendedorismo social, desenvolvimento de produtos, desenvolvimento de serviços, redes de PME, Gestão de design e design thinking.



Elisa Silvestri Cândido

Engenheira de Produção Civil, graduada pela Universidade Federal de Santa Catarina (2016). Atualmente é mestranda em Engenharia de Produção e membro do Laboratório de Empreendedorismo e Inovação da Universidade Federal de Santa Catarina. Possui experiência profissional em consultoria de empresas, atuando como Diretora e Gerente de Projetos.



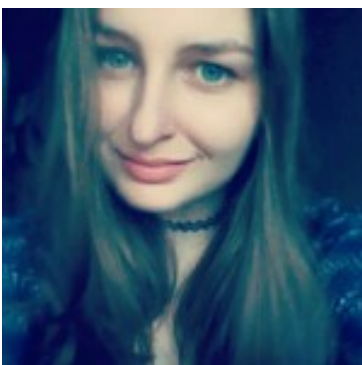
Fernanda Latrônico da Silva

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Santa Catarina (2008), pós-graduação em Sistemas de Planejamento e Gestão Empresarial pela Universidade Federal de Santa Catarina (2011) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2014). Atualmente é aluna do doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2014). Atua principalmente nos seguintes temas: administração, logística reversa e sustentabilidade ambiental.



Fernanda Pereira Lopes Carelli

Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Paraná – UFPR. Especialista em Gestão Estratégica de Tecnologia e Inovação pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Graduada em Administração de Empresas pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC/PR. Atualmente é coordenadora da área de Desenvolvimento Empresarial e Gestão da Inovação do IEL/PR integrante do Sistema Federação das Indústrias do Estado do Paraná, professora da Faculdade da Indústria IEL liderando projetos nacionais com Universidades, Instituições de Fomento e projetos de capacitação empresarial em parceria com o SEBRAE. Também atua como consultora empresarial e pesquisadora com experiência nos temas de gestão empresarial, gestão de projetos, qualidade e produtividade com experiência internacional na área.



Karina Mezzari Elias

Graduada em Engenharia de Produção Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina. Participante do PIBIC – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.



Matheus Eduardo Leusin

Bolsista CNPQ atuando no Laboratório de Empreendedorismo da UFSC. Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina, sob o tema difusão de energia eólica no Brasil. Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Áreas de interesse: Dinâmica de Sistemas, Sistemas de Inovação, Energias Renováveis e Modelagem de Agentes.



Matheus Machado da Silva Garcia

Graduando do curso de Engenharia de Produção Elétrica na Universidade Federal de Santa Catarina (2011-2017). Durante o curso atuou dentro do grupo PET - Engenharia de Produção onde realizou atividades de ensino, pesquisa e extensão. Realizou estágio em energias renováveis na empresa Auster Energy estudando o mercado catarinense voltado para energia solar e mercado livre de energia. Atualmente realiza estágio de conclusão de curso na Intelbras onde atua dentro do setor de inteligência competitiva.



Mauricio Uriona Maldonado

Engenheiro Industrial com Mestrado e Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela UFSC, com estudos na Europa (Espanha e Finlândia), teve co-orientação externa no Doutorado da Duke University (Estados Unidos). Possui mais de 7 anos de experiência no desenvolvimento de projetos de inovação, gestão do conhecimento e simulação empresarial. É membro do Laboratório de Empreendedorismo e Inovação, onde atua como Coordenador do Projeto “STIER2030”. É autor de várias publicações em suas áreas de expertise e têm participado em conferências especializadas ao redor do mundo. Atualmente é Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, onde leciona para a graduação e para a pós-graduação.



Renan Nogueira

Estudante de graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), voluntário no Laboratório de Empreendedorismo e Inovação (LEMPi), ex-integrante do grupo Programa de educação tutorial em engenharia elétrica (PETEEL), Laboratório de Vibrações e Acústica (LVA) e Céu Azul Aeronaves. Interesses na área de Energia Renováveis e gestão empresarial.




Tania Regina Schoeninger Rauen

Doutoranda na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, em Engenharia da Produção, integrada ao grupo de Pesquisa do LEMP – Laboratório de Empreendedorismo. Mestre em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atuei como Professora e Coordenadora Administrativa na Unoesc – Unidade de Santa Cecília – SC. Ministrei aulas nas áreas de Tecnologias Aplicadas a Educação (graduação e pós-graduação). Trabalhei também como Coordenadora do Polo do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina) em Santa Cecília – SC. Minha Tese é na área de Gestão em Instituições de Ensino Superior.



Thiago Carrano de Albuquerque Bernardes

Bolsista CNPQ atuando no Laboratório de Empreendedorismo da UFSC. Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Santa Catarina, sob o tema difusão de energia solar residencial no Brasil. Possui graduação em Engenharia de Produção Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2015) e em Mecatrônica Industrial pelo Instituto Federal de Santa Catarina (2010). Possui experiência na área de construção (2014-2015), atuando na área de obras de cabeamento estruturado e fibras ópticas. Suas áreas de pesquisas estão voltadas para dinâmica de sistemas, sistemas de inovação, modelos de difusão de produtos no mercado e Energia Solar/Fotovoltaica.



Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade: uma integração dos conceitos

Caroline Rodrigues Vaz
Mauricio Uriona Maldonado

1. INTRODUÇÃO

Dada a notoriedade e relevância atual do empreendedorismo, da inovação e da sustentabilidade, nasce a proposta de oferecer um *e-book*, na forma de coletânea de artigos, apresentando os principais avanços e pesquisas nessas três temáticas, desde a perspectiva do Laboratório de Empreendedorismo e Inovação (LEMPi) da UFSC.

Desta forma, este capítulo apresenta, de forma sucinta, a origem e evolução dessas três áreas de pesquisa, oferecendo ao leitor, as bases teóricas necessárias para a compreensão das pesquisas a serem apresentados nos capítulos posteriores.

Assim, o capítulo introduz, inicialmente, o empreendedorismo como área de pesquisa, apresentando os principais autores e conceitos desde a sua origem até a atualidade. Na sequência, apresenta-se a inovação como área de pesquisa, discorrendo sobre as principais ciências de influência, os principais autores e conceitos e a evolução das comunidades científicas que hoje compõem o campo da inovação. Por fim, o capítulo apresenta a área da sustentabilidade, da mesma forma, introduzindo os principais autores e conceitos porém com especial ênfase na evolução teórico-conceitual da área, onde se observam importantes interfaces com o empreendedorismo e com a inovação.

2. EMPREENDEDORISMO

O empreendedorismo pode ser caracterizado como a realização de algo novo, que altera a situação presente no mercado. Empreender requer investimentos de esforço e tempo para assumir riscos de vários tipos: psíquicos, financeiros e sociais (DORNELAS, 2003 e 2008; HISRICH, PETERS e SHEPHERD, 2009).

Para Hisrich (2004, p. 29), “empreendedorismo é o processo de criar algo novo com valor dedicando o tempo e os esforços necessários, assumindo os riscos financeiros, psíquicos e sociais correspondentes e recebendo as conseqüentes recompensas da satisfação e independência econômica e pessoal”.

Drucker (1987), afirma que Schumpeter (economista austríaco), associou o empreendedorismo ao desenvolvimento econômico e mostrou como as ações inovadoras podem introduzir discontinuidades cíclicas na economia. Para o autor, os papéis centrais do empreendedor passaram, então, a fixar-se em três bases: i) a inovação, ii) o assumir riscos e a permanente exposição da economia ao estado de desequilíbrio, iii) rompendo-se a cada momento paradigmas que se encontravam estabelecidos

Drucker (1992) analisa o empreendedor como aquele que pratica a inovação sistematicamente. O empreendedor busca as fontes de inovação e cria oportunidades. Para o autor, o significado da palavra 'empreendedorismo' está associado àquela pessoa que pratica uma empreitada laboriosa e difícil.

O termo empreendedor origina-se do francês *Entrepreneur* que significa “aquele que está entre”, “intermediário” (HISRICH; PETERS, 2004). Em inglês, utiliza-se o vocábulo francês para denominar novos empresários e pessoas que se estabelecem por conta própria (DALMORO, 2009).

Segundo Dalmoro (2009, p. 91), há duas correntes de pensamento que abordam o conceito. A primeira é adotada por economistas e associa o empreendedor à inovação. A segunda, adotada por comportamentalistas, concentra-se nos aspectos criativo e intuitivo deste. Desta forma, Dalmoro (2009, p. 90) traz como definição: “o empreendedor é compreendido como uma função composta de quatro elementos: traços de personalidade, propensão à inovação, propensão a assumir riscos e postura estratégica”.

Entretanto, Dornelas (2007) afirma que não há um modelo padrão de empreendedor, há vários tipos. Desta maneira o autor, os classifica em sete tipos de empreendedores, conforme apresenta o quadro 1.

Quadro 1 - Classificação de empreendedor

TIPO DE EMPREENDEDOR	DESCRIÇÃO
Empreendedor nato	Fundamenta-se na habilidade de negociação, habilidade em vendas, visão de futuro otimismo e comprometimento para realizar os próprios sonhos.
Empreendedor que aprende	Aquele que ao se deparar com uma oportunidade de negócio, decide aprender a gerir seu próprio empreendimento.
Empreendedor serial	Aquele para quem um único empreendimento não é suficiente e se dedica a implementar negócios.
Empreendedor corporativo	Aquele que atende as necessidades de inovação, renovação e criação de novos negócios em empresas estabelecidas no mercado, onde os riscos são assumidos com autonomia limitada.
Empreendedor social	Aquele que se propõe à missão de melhorar o mundo e criar oportunidades para os outros, com foco em resultados sociais.
Empreendedor por necessidade	Aquele que cria o próprio negócio, formal ou informal, por estar desempregado ou sem alternativa.
Empreendedor como herdeiro	Aquele que aprende a empreender para assumir empreendimento iniciado por gerações anteriores de algum familiar.

Fonte: Lopes, Guerez e Gonzaga, (s/ano, p. 14).

Mintzberg, Ahlstrand e Lample (2000), salientam que o comportamento inovador dentro das organizações não ocorre ao acaso, mas é consequência de fatores do ambiente externo e/ou interno, os quais levam a mudanças que precisam ser planejadas. A organização desenvolve estratégias para lidar com as mudanças nestes ambientes e assim espera aprender e adaptar-se às novas realidades mantendo-se competitiva.

Desta forma, a inovação é um fator importante no desenvolvimento de novos produtos para o mercado e também no incentivo ao investimento em novos empreendimentos. Assim, o crescimento econômico é estimulado com o desenvolvimento da inovação e sua comercialização através da atividade empresarial. Neste processo é fundamental a combinação entre tecnologia/conhecimento e mercado/necessidades sociais. Toda inovação evolui é comercializada através do governo, do intra-empendedorismo e do empreendedorismo; sendo o empreendedorismo o método mais eficiente para ligar tecnologia e mercado, apesar das dificuldades do empreendedor quanto a habilidades administrativas, recursos financeiros e relacionamento com parceiros (HISRICH e PETERS, 2004).

Para McCarthy (2003) a inovação em pequenos negócios está intimamente relacionada à personalidade carismática do empreendedor, pois leva o indivíduo a ser mais propenso a riscos e seguir suas convicções. Mintzberg, Ahlstrand e Lample (2000, p.105) associa estratégia e inovação ao afirmar que “no critério empreendedor, a geração de estratégias é dominada pela busca ativa de novas oportunidades”. Em outras palavras, a elaboração de estratégias responde à necessidade da organização em buscar inovações, a fim de estar em sincronismo com o novo ambiente.

Dolabela (2003) explica o que caracteriza um empreendedor não é apenas a crença em novas ideias, ou o lançamento de novos produtos e serviços, pois o fundamental é a habilidade de fazer as coisas acontecerem, modificando a realidade do meio em que vive (DOLABELA, 2003). Isto inclui a responsabilidade socioambiental e o compromisso com iniciativas que contribuam para o desenvolvimento sustentável. Após, a apresentação do que é empreendedorismo, o próximo item apresenta a sua origem.

2.1 Origem

O empreendedorismo sempre esteve presente nas diversas comunidades e sociedades ao longo da história, apesar de divergir quanto a sua forma de manifestação. Vale

ressaltar que o sucesso desta atividade está ligado à superação de riscos e restrições (MURPHY, LIAO e WELSCH, 2006).

O empreendedorismo em termos acadêmicos é um campo muito recente, com cerca de vinte anos, tendo aumentado muito a quantidade de cursos nessa área nos últimos tempos. Em 1975, nos EUA, existiam cerca de cinquenta (50) cursos. Em 1999 havia mais de mil, em universidades e escolas de segundo grau, ensinando Empreendedorismo (CRUZ, 2005).

A primeira relação efetiva entre assumir riscos e empreendedorismo ocorreu no século XVII, onde era estabelecido um acordo entre governo e empreendedor para execução de serviço ou fornecimento de um produto. Com preços prefixados, os lucros ou prejuízos provenientes destas transações, eram atribuídos exclusivamente aos empreendedores. De acordo com Hisrich (2004), um empreendedor desse período foi John Law, francês que conseguiu permissão para estabelecer um banco real. O banco evoluiu para uma franquia exclusiva, formando uma empresa comercial no Novo Mundo – a *Mississippi Company*. Infelizmente, esse monopólio sobre o comércio francês levou à ruína de Law quando este tentou aumentar o valor das ações da empresa para mais do que o valor de seu patrimônio, levando a mesma ao colapso (CRUZ, 2005).

Richard Cantillon, importante escritor e economista do século XVII, foi considerado por muitos como um dos criadores dos termos empreendedorismo, tendo sido um dos primeiros a diferenciar o empreendedor – aquele que assumia riscos – do capitalista – aquele que fornecia o capital (DORNELAS, 2001).

Segundo Cruz (2005), o termo empreendedorismo, começou a ser utilizado na França, por volta de 1765, com o objetivo para designar aquelas pessoas que se associavam com proprietários de terras e trabalhadores assalariados.

Por volta de 1800, o economista francês Jean Batist Say utilizou novamente o termo empreendedor em seu livro "Tratado de Economia Política". O empreendedor definido por Say (DRUCKER, 1987) é o responsável por “reunir todos os fatores de produção e descobrir no valor dos produtos a reorganização de todo capital que ele emprega, o valor dos salários, o juro, o aluguel que ele paga, bem como os lucros que lhe pertencem”.

Somente em 1911, com a publicação da obra 'Teoria do Desenvolvimento Econômico' de Joseph A. Schumpeter, é que a conotação de empreendedor adquiriu um novo significado. Segundo Schumpeter (DEGEN, 1989) “o empreendedor é o responsável pelo processo de destruição criativa, sendo o impulso fundamental que aciona e mantém em marcha o motor capitalista, constantemente criando novos produtos, novos métodos de produção, novos

mercados e implacavelmente, sobrepondo-se aos antigos métodos menos eficientes e mais caros”.

A definição de empreendedorismo em nível de mundo é antiga, entretanto houveram várias interpretações para o tema desde a concepção de empreendedor como ser social que fugia dos padrões determinantes, até aquele ser extremamente importante para o desenvolvimento econômico e social da humanidade, visão atual. Hoje não poderia admitir uma sociedade sem o empreendedor (CRUZ, 2005).

A partir da década de 1990, o interesse pelo tema empreendedorismo no Brasil aumentou substancialmente, incentivando um grande número de estudos e publicações. A criação de pequenas empresas duradouras e a necessidade da diminuição das altas taxas de mortalidade desses empreendimentos eram os principais fatores que explicavam o interesse pelo assunto. O empreendedorismo surge então, como uma área de discussão que aborda diferentes disciplinas que se aproximam para compreender o fenômeno da criação e manutenção de novas organizações (DORNELAS, 2001).

No Brasil, de acordo com Dornelas (2008), os esforços em prol de uma mentalidade empreendedora passaram a se fortalecer a partir da criação de entidades como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e a Sociedade Brasileira para Exportação de *Software* (SOFTEX), na década de 1990.

Na visão de Previdelli e Sela (2006), o conceito de empreendedorismo teria se intensificado, no país, ao final do Século 20, devido à preocupação com a elevada taxa de encerramento de micro e pequenas empresas. Para Razzolini Filho (2012), a expansão do empreendedorismo no Brasil foi decorrente das alterações estruturais no mundo do trabalho, isto é, as altas taxas de desemprego acarretaram a busca pela abertura de um negócio próprio como opção de trabalho e, conseqüentemente, a sobrevivência. O próximo tópico apresenta a evolução que ocorreu com o empreendedorismo.

2.2 Evolução

As discussões mundiais sobre desenvolvimento sustentável o tornaram um objetivo social e uma prioridade para as políticas públicas. Considerando a capacidade do empreendedorismo de contribuir para o alcance dos objetivos das políticas públicas, tais como crescimento econômico, geração de emprego e renda e inovação tecnológica; surgiu o questionamento acerca do papel que o empreendedorismo pode assumir para contribuir com o desenvolvimento sustentável (PARRISH, 2009). Em resposta, apresenta-se o

empreendedorismo sustentável, um tema de pesquisa recente que relaciona estudos sobre negócios, meio ambiente e responsabilidade social (BOSZCZOWSKI e TEIXEIRA, 2009).

O termo *Sustainable Entrepreneurship* (empreendedorismo sustentável) vem sendo aplicado a empreendedores que integram propósitos ambientais e sociais no mesmo empreendimento, orientados por diferentes motivos e valores (PARRISH, 2009). Desse modo, um empreendimento sustentável é capaz de realizar suas atividades e contribuir com o desenvolvimento sustentável do macro sistema social e ambiental do qual faz parte.

Young e Tilley (2006, p. 1) definem empreendedorismo sustentável como “a organização que tem a sustentabilidade no centro de sua estrutura, operações e gestão: em essência, uma organização que vai além do exigido para demonstrar eficiência no seu caminho para ser sustentável”.

Desta forma, Parrish (2009) identifica duas abordagens a respeito das razões que motivam empreendedores a aderir à sustentabilidade. A primeira e mais usual considera que os empreendedores são, por definição, motivados pelo lucro. Logo, eles estão interessados em contribuir com o desenvolvimento sustentável quando isto lhes proporciona ganhos financeiros. Nesta perspectiva, reduzir o impacto ambiental e engajar-se em iniciativas de responsabilidade social empresarial têm o objetivo de gerar vantagem competitiva. A segunda abordagem foi desenvolvida a partir da observação dos diversos motivos e valores que impulsionam os empreendedores para a sustentabilidade. Parrish (2009) verificou a existência de empresas cujo propósito primordial é contribuir com a melhoria do bem-estar social e ambiental e que consideram a receita proveniente de suas atividades um meio para atingir este propósito.

Desta maneira, o desafio do empreendedorismo está em inovar com consciência ambiental, ou seja, desenvolver bens/serviços sem afetar/impactar o meio ambiente. Desta maneira Lopes, Guerez e Gonzaga (s/ano), corroboram quando apresentam que empreender com a sustentabilidade é gerir os recursos existentes no presente para que no futuro seja possível manter a capacidade de produção e de consumo em níveis compatíveis às necessidades humanas, tanto qualitativa quanto quantitativamente. Isso significa buscar a qualidade dos sistemas ambientais e sociais, de modo a permitir a continuação da existência dos seres vivos e seus ecossistemas.

Desde o Relatório Brundtland de 1987, existem uma série de requisitos desafiador, para que o empreendimento alcance a sustentabilidade, sendo eles: i) Suprimento das necessidades

básicas de todas as pessoas, com garantia de oportunidade para alcançar uma vida melhor; ii) Estabelecimento de nível de consumo suportável pelo meio ambiente; iii) Suprimento igualitário das aspirações dos indivíduos; iv) Compatibilização da evolução demográfica com o potencial produtivo dos ecossistemas; v) Garantia de não degradação dos sistemas naturais que suportam a existência dos seres na Terra; vi) Garantia de acesso justo aos recursos ameaçados; vii) Uso dos recursos renováveis em conformidade aos parâmetros que possibilitam sua regeneração natural; viii) Uso eficiente dos recursos não renováveis; ix) Minimização dos danos sobre os recursos naturais, a fim de sustentar a integridade do sistema.

Entretanto, o problema está em desenvolver a consciência sobre o empreendedorismo com a sustentabilidade, neste aspecto Dolabela (2003) explica que é necessário reconhecer a importância da diversidade cultural e a indignação diante dos problemas socioambientais. Para isso, na estratégia de educação empreendedora, deve-se explicar sua racionalidade, entendimento e finalidade de tal processo, com foco no desenvolvimento sustentável. Pois, o desenvolvimento econômico das empresas não é suficiente se não é sustentável. O desenvolvimento sustentável está relacionado aos **fatores humanos** (capacidade de gerar e transformar conhecimento em riqueza e desenvolvimento das potencialidades humanas), **sociais** (capacidade da comunidade se organizar para a solução de problemas comunitários e construção de prosperidade social e econômica, por meio dos laços de solidariedade e trabalho em prol do desenvolvimento local), **empresariais** (capacidade de organizar-se para a produção de bens e serviços e geração de valor para seus *stakeholders*) e **naturais das organizações** (condições ambientais e físico-territoriais, referentes aos recursos naturais que contribuam para a geração de valor por meio do trabalho).

O próximo tópico apresenta o tema de Inovação, para melhor entendimento de sua origem, evolução e relação com o empreendedorismo.

3. INOVAÇÃO

A literatura que aborda o tema inovação é bastante ampla e, sem dúvida, trata-se de um assunto que está ligado a preocupações da agenda política da maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

O significado do termo “inovação” tem sido discutido por décadas e várias têm sido as definições propostas, uma das mais aceitas pela comunidade internacional é a que foi elaborada pela OECD no chamado Manual de Oslo, que assume uma concepção expandida que possibilita a sua adequação a diversos tipos de inovação.

Sendo assim, o Manual de Oslo a define como “a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas” (OECD, 2005). Esta definição é uma das mais abrangentes, pois compreende um amplo conjunto de inovações possíveis, caracterizadas por quatro tipos de inovação: de produto, de processo, de marketing e organizacional.

A inovação de produto introduz um “bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que diz respeito à suas características ou usos previstos”. É a inovação materializada em um artefato comercializado. Inovações de processo incluem “mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares”, com a ressalva de que a menção a software refere-se à sua introdução no processo produtivo e não à criação e comercialização de um novo *software* (como produto) (OECD, 2005). A inovação de marketing implementa “um novo método de marketing com mudanças significativas na concepção do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços” (OECD, 2005). Na inovação organizacional, a mudança acontece “nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas”, como na introdução de um novo programa de educação ou treinamento, e na criação de um programa de “lições aprendidas” como prática de gestão (OECD, 2005).

Só é inovação, no contexto do Manual de Oslo, a mudança implementada – seja produto introduzido no mercado ou novo processo, método organizacional ou de marketing posto em uso nas operações da empresa. A inovação é caracterizada, também, por um grau de novidade e difusão, por exemplo, pode ser nova para a empresa (ou seja, ainda que outras empresas já a tenham implementado), nova para o mercado (quando outras empresas já a implantaram, mas não no mesmo mercado), ou nova para o mundo.

A aceitação da existência de distintos tipos de inovação foi o resultado de uma evolução conceitual do tema, evidenciada tanto qualitativa - no que se refere ao entendimento do que seja inovar e dos atores que fazem parte deste processo - como quantitativamente – no sentido do número de publicações do tema.

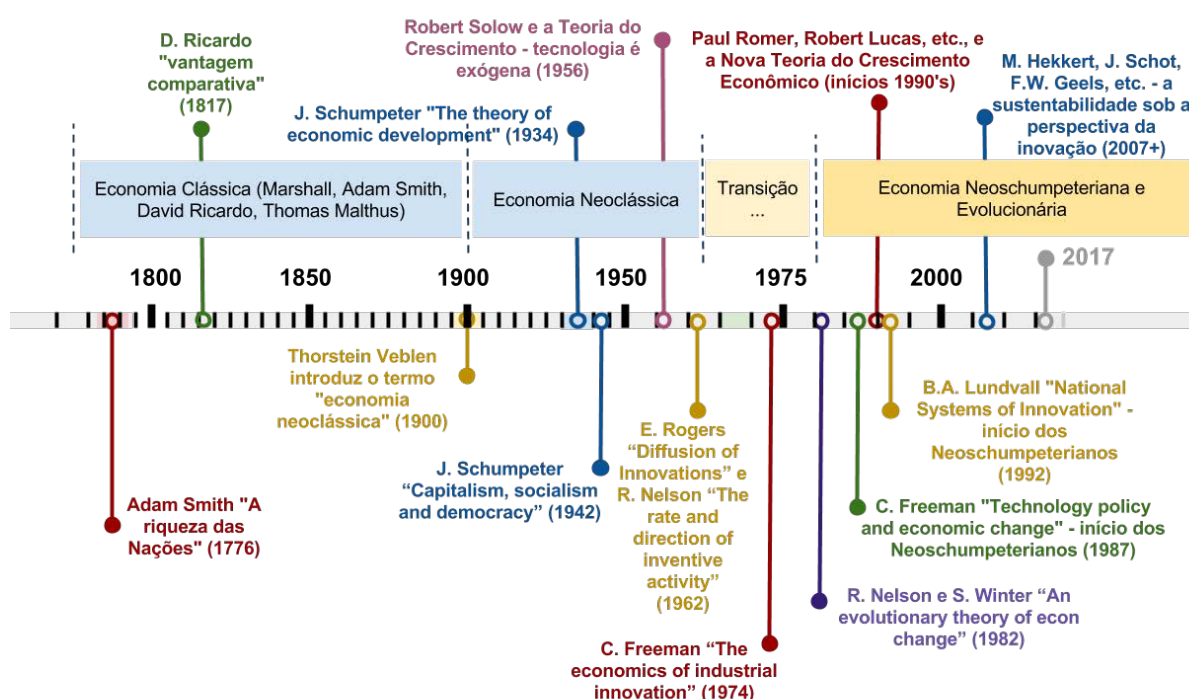
Cabe salientar que, em paralelo às discussões sobre a influência da inovação no desenvolvimento econômico e inclusive anterior a elas, outros assuntos correlatos também eram discutidos, tais como a mudança tecnológica e o empreendedorismo, assim, a seção a seguir apresenta um levantamento histórico dos principais acontecimentos, autores e propostas que

levaram à compreensão atual do que é inovação. O próximo item apresenta a origem da Inovação.

3.1 Origem

A origem da inovação, como campo de estudo, encontra-se na própria história do pensamento econômico, o qual começou a preocupar-se por identificar os fatores que promovem o crescimento econômico das nações, a fins do Século XVIII, no contexto da Revolução Industrial (Figura 1).

Figura 1 - Linha do tempo sobre a origem da inovação como campo de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

A partir de trabalhos iniciais como os de David Ricardo e Adam Smith, começa a perceber-se a importância dos fatores de produção bem como dos tipos de retorno para promover a 'riqueza das nações' (NELSON, 2007), contudo, foi Joseph A. Schumpeter quem iniciou, formalmente, a discussão da inovação como fator chave ao desenvolvimento econômico.

Naquela época, Schumpeter estava interessado por entender as causas dos ciclos econômicos (ondas de crescimento seguidas por ondas de estagnação). O autor teoriza que em

épocas de estagnação econômica, certo tipo de indivíduo - conhecidos na atualidade como empreendedores - se aventuravam a criar novos empreendimentos e/ou novas tecnologias, o que levava a novas fontes de renda, atraindo a atenção de mais e mais agentes imitando tal comportamento e ‘puxando a economia para cima’ (SCHUMPETER, 1927). Com o passar do tempo, os retornos financeiros reduziam, pelo fato da saturação do mercado, o que levava, novamente a uma era de estagnação, até que novamente, os empreendedores procurassem por novos empreendimento e/ou novas tecnologias, iniciando uma nova onda de crescimento. A este processo, Schumpeter chamou de ‘destruição criativa’ (PACHECO ET AL., 2016).

Neste sentido, J. Schumpeter acreditava que o motor do desenvolvimento econômico estava centrado na busca por novas tecnologias e formas de produção - ou inovação - e que o agente principal deste processo era o empreendedor. Com o passar do tempo, Schumpeter percebeu também, que além do empreendedor, as grandes empresas também eram importantes para o processo de inovação e para a ‘destruição criativa’, pois são elas as que investem em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e que levam ao progresso técnico.

Assim, J. Schumpeter contribui com a teoria da inovação ao identificar dois elementos importantes para esse fim, o empreendedor, como ator que procura por novas formas de gerar lucro e as empresas, principalmente as de maior porte, as quais têm mais possibilidades de investir em P&D. Contudo, J. Schumpeter não influenciou apenas a compreensão da inovação e sim a ciência econômica como um todo, em especial na discussão sobre desenvolvimento econômico, com a publicação de vários livros, dentre eles por exemplo “*The Theory of Economic Development*” de 1934.

Anos depois, o economista e possuidor do prêmio Nobel, R. Solow, identificou pela primeira vez que há uma relação causa-efeito entre a mudança tecnológica - ou inovação - e o crescimento econômico (SOLOW, 1956; 1957), ou seja, que de fato, a mudança tecnológica - ou inovação - afeta positivamente o crescimento econômico das nações. Muito embora, apesar do avanço teórico sobre essa relação, os estudos da inovação no crescimento econômico permaneceram marginais ao corpo mais amplo de literatura econômica.

De qualquer forma, na década de 1960, pesquisadores e entidades internacionais como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) começam a procurar novas explicações para o fenômeno da inovação, e principalmente, para a compreensão da sua influência na economia das nações (UNGER; ZAGLER, 2003; GODIN, 2009).

A principal crítica ao modelo da época, denominado ‘modelo linear da inovação’ era que os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) nem sempre ofereciam os retornos

esperados. Em outras palavras, investimentos em capital humano, tecnologia e atividades de inovação nem sempre produziam inovações e nem retorno financeiro e que portanto, o mecanismo de ‘equilíbrio de mercado entre oferta e demanda’ nem sempre funcionava adequadamente. Este fenômeno foi conhecido como o de ‘falha de mercado’ e permeia até hoje as pesquisas na área de inovação (AHRWEILER, 2016).

Anos depois, teóricos como Romer (1990) e Grossman e Helpman (1994) entre outros desenvolveram a ‘Nova Teoria do Crescimento’, que incorporava suposições mais realistas aos modelo linear, como por exemplo, à existência do conhecimento como fator de produção (GODIN, 2009), porém, mantinha intactas as premissas mais básicas como a premissa do equilíbrio de mercado (SHARIF, 2006).

Foi neste contexto que várias obras seminais foram publicadas, entre elas o livro organizado por R. Nelson “*The Rate and Direction of Inventive Activity*” em 1962 (NELSON, 1962) e o livro do E. Rogers “*Diffusion of Innovations*” (ROGERS, 1962), com uma forte tendência para estudos sobre o papel da ciência na P&D industrial, na alocação de recursos para geração de novos conhecimentos e na difusão de inovações em setores estratégicos da época, como o setor do agronegócio (FAGERBERG; VERSPAGEN, 2009).

Os 1960 também marcam o início da corrente neo-schumpeteriana, a partir da formação de um dos centros de pesquisa mais influentes na área de inovação até nossos dias, o *Science Research Policy Unit* (SPRU) da Universidade de Sussex no Reino Unido, fundado pelo economista Christopher Freeman. Ambos, o SPRU e o próprio C. Freeman foram instrumentais para a difusão das pesquisas na área da inovação nas décadas seguintes. Em 1974, Freeman publica o primeiro livro que estuda amplamente o casos sucesso e insucesso de inovação e, principalmente, os fatores que levaram a esses resultados (FREEMAN, 1974), considerado como uma das obras seminais da corrente neo-schumpeteriana. A influência do SPRU também foi importante para a elaboração de outra obra seminal da corrente neo-schumpeteriana, o livro “*Technical Change and Economic Theory*”, editado por G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg e L. Soete (DOSI et al., 1988).

A corrente neo-schumpeteriana segue a influência do J. Schumpeter, no sentido da inovação como motor do desenvolvimento e da ‘destruição criadora’ por parte dos agentes econômicos, mas contribuem com a teoria da inovação ao se apoiar também, em outros fatores adicionais aos propostos originalmente por Schumpeter. Assim, os neo-schumpeterianos apóiam seus argumentos, sendo eles: i) na importância das ‘instituições’, ou, mais precisamente, na ‘teoria institucional’; ii) nos processos de aprendizado a nível firma, como os indutores da

inovação e da mudança técnica e; iii) na importância do contexto geográfico para a geração de inovações. A seguir apresentar-se-ão os argumentos em questão.

A **teoria institucional** traz como relevante a influência do marco institucional, ou seja, da legislação, das normas de metrologia, de qualidade e de outras que ‘regulam’ um determinado sistema econômico (nível macro) ou a firma (nível micro), como as normas e rotinas internas de uma firma ou a própria ‘cultura organizacional’, particular a cada firma. Esta contribuição a corrente neo-schumpeteriana, provém, inicialmente dos trabalhos do R. Nelson, B.A. Lundvall e do próprio C. Freeman. Esta influência iniciou, também, na década de 1960-1970, quando entidades como a OECD iniciavam a publicação de relatórios sobre o desempenho inovativo dos seus países membros e sobre a necessidade de políticas públicas que incentivassem a inovação nesses países.

Com relação aos **processos de aprendizado a nível firma**, são os trabalhos de E. Penrose, principalmente o livro *“The Theory of the Growth of the Firm”* (PENROSE, 1959) que chama a atenção sobre o pouco estudo e interesse, por parte dos teóricos da época, em estudar o comportamento da firma para entender como e porque as firmas tomam as decisões da forma que o fazem. Nesta linha, além das obras já citadas anteriormente, o trabalho intitulado *“An Evolutionary Theory of Economic Change”* do Nelson e Winter (1982), também foi seminal para o estudo da inovação, pois oferecia uma nova perspectiva sobre o comportamento das firmas.

Neste trabalho produzido por Nelson e Winter (1982), o argumento do comportamento da firma pode ser simplificado em dois aspectos: i) na geração de novas rotinas organizacionais a partir dos processos de aprendizado, ou seja, da descoberta de novas e melhores formas de produzir, o que leva a identificação e escolha das rotinas que levam a um maior crescimento da firma e a eliminação de outras menos eficientes; e ii) na imitação das rotinas mais eficientes por outras firmas, até que as mesmas não o sejam mais e seja necessário procurar por novas.

A contribuição do Nelson e Winter (1982) certamente foi seminal para os estudos da inovação e para a corrente neo-schumpeteriana, mas também o foi para a própria corrente evolucionária - o outro pilar dos estudos modernos sobre inovação. Do ponto de vista da corrente evolucionária, os autores propuseram um comportamento dinâmico e evolutivo das firmas num determinado sistema econômico, a partir do qual, algumas firmas sobrevivem e ‘crescem’ e outras estagnam e ‘morrem’, seguindo uma analogia com o comportamento evolucionário dos seres vivos.

Ainda nesta analogia, os organismos individuais (fenótipos) correspondem às firmas, as populações aos mercados ou indústrias, o genes às rotinas organizacionais; as mutações às inovações e a lucratividade (crescimento da firma) ao *fitness* ou aptidão (POSSAS, 2008). Além dos mecanismos de variação e seleção, o primeiro, correspondendo ao processo de busca das firmas, a partir do qual novos produtos, processos, métodos organizacionais e modelos de negócio são buscados pelas firmas; e o segundo, correspondendo à seleção das rotinas mais eficientes pelas firmas a partir da resposta do mercado.

Para isto, Nelson e Winter (1982) desenvolveram um modelo de simulação do tipo *agent-based modeling* (ABM), no qual as firmas possuem comportamento heterogêneo e onde as rotinas e regras de decisão dependem de informações limitadas do mercado (p.ex. a probabilidade de aceitação do mercado a um novo produto, entre outras) afastando-se da premissa de maximização de utilidade e do equilíbrio de mercado. Ou seja, as firmas não conseguem maximizar a utilidade individual, simplesmente porque não possuem a informação completa do mercado, e portanto, operam com regras de decisão sub-ótimas por meio de um processo de racionalidade limitada (SIMON, 1959), esta última, considerada como uma aproximação mais real do comportamento dos agentes dentro da firma.

Por fim, o terceiro argumento da corrente neo-schumpeteriana refere-se à **importância da territorialidade** para o processo de inovação, no sentido do contexto sócio-político da região ou país onde a firma encontra-se inserida. De fato, a principal abordagem - fundamentada pela corrente neo-schumpeteriana - utilizada para a análise da inovação a nível internacional sustenta que o processo de inovação depende de um conjunto de agentes - dos quais a firma é apenas um deles - inseridos num contexto sócio-político dentro de um determinado território: esta abordagem é conhecida como a dos **sistemas de inovação** (NIOSI, 2002).

Assim, a partir de Freeman (1974) e Dosi et al. (1988) dentre outros, a abordagem dos sistemas de inovação começou a se estruturar sobre o foco do território, inicialmente concebida para o foco nacional. Os sistemas nacionais de inovação integram todos os agentes públicos e privados e as instituições dentro de uma nação que interagem com o objetivo de produzir inovações, com especial interesse para a formulação de políticas que ajudem a incentivar a inovação e resultem em desenvolvimento econômico (LUNDVALL, 1992).

A nível regional também encontraram-se evidências da importância de políticas que ajudassem os agentes - principalmente as Universidades e as Firmas - a interagirem e a produzirem inovações. Desta forma, boa parte das políticas a nível nacional e regional na

Europa e em outras regiões industrializadas a partir da década de 1990, utilizaram como conceito central, o do sistema de inovação.

O primeiro trabalho que utilizou a denominação de “Sistema Nacional de Inovação” foi um artigo redigido por C. Freeman em 1982 no contexto de um conjunto de debates sobre as políticas industriais, que estavam acontecendo na Europa e que eram promovidos principalmente pela OECD (SHARIF, 2006). O artigo dirigido ao grupo de especialistas em Ciência, Tecnologia e Competitividade da OECD, do qual Freeman era consultor, descrevia o trabalho do Friedrich List sobre o “*National System of Political Economy*” de 1841 (FREEMAN, 1995), onde List aconselhava o governo alemão a desenvolver forças produtivas ao invés de focalizar na alocação de recursos (LUNDVALL, 2004).

O trabalho de Freeman apontava também a fatores não considerados pela teoria econômica neoclássica – as relações institucionais entre Estado, setor acadêmico e setor privado - que influenciavam os processos de mudança tecnológica e conseqüentemente o processo de inovação, fato pelo qual, conforme cita Sharif (2006), o paper em questão fosse percebido pela OECD como polêmico demais - para a época - e portanto não publicado. Mais de vinte anos depois, o artigo de C. Freeman foi finalmente publicado num número especial do periódico *Industrial and Corporate Change*, precedido por uma introdução feita pelo B.A. Lundvall (FREEMAN, 2004; LUNDVALL, 2004).

Alguns anos após o relatório dirigido ao grupo de especialistas em Ciência, Tecnologia e Competitividade da OECD, C. Freeman - como líder do SPRU publicava o livro “*Technology policy and economic performance: lessons from Japan*” em 1987, onde se discutiam os fatores que levaram o Japão a se recompor da II Guerra Mundial e a se converter em potência econômica. O autor sustentava no livro que esse crescimento deveu-se ao Sistema Nacional de Inovação desse país (FREEMAN, 1987).

Paralelamente, em 1985, o acadêmico e economista Bengt Ake Lundvall publicava os resultados de pesquisa do grupo que lidera até hoje, o *IKE-Group* da Universidade de Aalborg na Dinamarca, vinculados às relações entre produtores e usuários dentro dos sistemas de inovação. Posteriormente, o autor detalha com mais cuidado as idéias propostas naquele artigo e publica o livro “*National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*” (LUNDVALL, 1992), uma das obras mais citadas na literatura sobre Sistemas de Inovação.

No mesmo ano, R. Nelson publica um artigo em *Industrial and Corporate Change* que apresenta os resultados de um estudo comparativo dos sistemas nacionais de inovação de quinze

países. A discussão do estudo é logo ampliada no livro de 1993, “*National Innovation Systems: A Comparative Analysis*” [Vide Nelson (1992) e Nelson (1993)].

Devido à proximidade temporal e conceitual, as obras “*Technology policy and economic performance: lessons from Japan*” de Freeman (1987), “*National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*” de Lundvall (1992) e “*National Innovation Systems: A Comparative Analysis*” de Nelson (1993) marcam o início da abordagem conceitual dos Sistemas de Inovação. Neste contexto, o próximo tópico apresenta a evolução que ocorreu com a área de Inovação.

3.2 Evolução

Desde a década de 1990, quando a inovação entrou formalmente como fator chave nas hipóteses de desenvolvimento econômico e produtividade, tanto a nível macro (políticas nacionais e regionais) quanto a nível micro (planejamento estratégico e tomada de decisão nas firmas) (OECD, 2005), houveram importantes evoluções teórico-conceituais que permeiam até hoje as principais questões de pesquisa no campo da inovação.

Contudo, dada a característica multidisciplinar do campo da inovação, várias sub-comunidades científicas emergiram ao longo dos anos, cada uma interessada em um aspecto ou dimensão distintos da inovação. De forma sintética, observam-se, na atualidade, três grandes clusters ou agrupamentos dentro do campo da inovação: ‘economia da inovação’, ‘ciência, tecnologia e sociedade’ e ‘gestão da tecnologia e inovação’ (FAGERBERG; VERSPAGEN, 2009; MORLACCHI; MARTIN, 2009).

O cluster ‘economia da inovação’ abriga a comunidade neo-schumpeteriana (FAGERBERG; VERSPAGEN, 2009), fortemente dominada por economistas de formação, que por sua vez pode ser subdividida em grupos menores, tais como os ‘evolucionários’: que se reúnem em eventos como o Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID) e o International Schumpeter Society (ISS), e que possuem um interesse mais específico no aprofundamento da teoria evolucionária iniciada por Nelson e Winter (1982), como por exemplo na construção de modelos ABM cada vez mais sofisticados e em pesquisas empíricas sobre conceitos-chave para esta sub-comunidade, tais como o das rotinas organizacionais; os ‘lundvallianos’¹ ou pesquisadores interessados no uso e aprofundamento teórico da abordagem dos sistemas de inovação nas suas diferentes dimensões, principalmente as dimensões nacional,

¹ Esta denominação refere-se aos pesquisadores influenciados pelo B.A. Lundvall sobre a abordagem do sistema de inovação (vide Lundvall, 1992).

regional e setorial, e que se reúnem em eventos como o Globelics ou o ISS; e ainda, os interessados em economia industrial, também dominada por economistas e que têm como principal foco de análise os setores industriais, porém com menor intensidade nas questões específicas do campo da inovação.

O cluster ‘ciência, tecnologia e sociedade’, fortemente dominada por sociólogos, historiadores e filósofos da ciência (MORLACCHI; MARTIN, 2009). O interesse principal de pesquisa deste agrupamento é a interação entre a produção de conhecimento técnico e científico com os impactos na sociedade bem como a mensuração desses impactos por meio de indicadores de CTI e por sua vez, os impactos da sociedade na geração da ciência e tecnologia. Entre as associações que agrupam este cluster, pode-se citar a Society for Social Studies of Science e a European Association for the Study of Science and Technology (EASST). Em termos de eventos, vários são compartilhados com o cluster dos neoschumpeterianos, entre eles o ISS, o DRUID e o Globelics.

Por fim, o cluster ‘gestão da tecnologia e inovação’ está composto principalmente por pesquisadores das ciências da administração, gestão e de engenharias como a engenharia de produção. O principal interesse de pesquisa está relacionado com as atividades inovativas² dentro da firma (no nível individual e em menor medida no nível setorial) e em como gerenciar adequadamente essas atividades (FAGERBERG; VERSPAGEN, 2009; MORLACCHI; MARTIN, 2009). Do ponto de vista das associações que agrupam os pesquisadores deste cluster, pode-se mencionar a Academy of Management (AoM) dos Estados Unidos e o European Group of Organizational Studies (EGOS). Com relação aos eventos, pode-se mencionar o International Association for Management of Technology (IAMOT) e o próprio evento anual da AoM.

Os primeiros dois agrupamentos (‘economia da inovação’ e ‘ciência, tecnologia e sociedade’) compartilham, em certa medida, os journals mais relevantes, tais como o Research Policy, Technovation, Journal of Evolutionary Economics, Journal of the Economics of Innovation and New Technology (EINT) e o Structural Change and Economic Dynamics (SCED). Já o terceiro agrupamento (gestão da tecnologia e inovação) costuma publicar em journals mais focalizados em aspectos da gestão, tais como o Journal of Product Innovation Management (JPIM), Management Science (MS) e o Strategic Management Journal (SMJ).

² De acordo ao Manual de Oslo (OECD, 2005), há uma ampla variedade de atividades inovativas, desde as mais tradicionais como a P&D até atividades como treinamentos, compra de equipamentos, entre outras.

Embora, como foi visto anteriormente, cada uma das três comunidades está interessada em aspectos distintos da inovação, pode-se observar uma maior convergência nos últimos anos, principalmente nos aspectos relacionados com o desenvolvimento sustentável em geral e com a sustentabilidade, em particular (Figura 2).

Figura 2. Relação das comunidades científicas no campo da inovação com a sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016

Do ponto de vista das pesquisas da economia da inovação, e em específico dos ‘lundvallianos’, recentemente têm surgido uma nova aproximação do conceito de sistema de inovação, denominado ‘sistema tecnológico de inovação’ o qual refere-se ao conjunto de agentes públicos e privados, às instituições e aos relacionamentos entre eles, necessários para gerar e disseminar tecnologias (CARLSSON; STANKIEWICZ, 1991).

Nota-se neste recorte tecnológico, que o desenvolvimento de uma tecnologia em particular independe da fronteira geográfica (dos sistemas nacionais e regionais de inovação) e também da fronteira setorial (uma determinada tecnologia pode ser útil para mais de um setor, de diversas formas). Assim, esta abordagem específica, tem sido utilizada para facilitar a geração e difusão de tecnologias de energia renovável, inclusive, com a proposição de analisar e gerenciar atividades específicas dentro do sistema tecnológico, com o objetivo de acelerar tal difusão (HEKKERT ET AL, 2007; BERGEK ET AL, 2008). Este arcabouço tem se disseminado rapidamente e conta com aproximadamente 200 trabalhos acadêmicos publicados utilizando-o (GOSENS; LU; COENEN, 2015) para analisar as tecnologias solar fotovoltaica, solar concentrada, eólica, biomassa e fontes alternativas de combustível, dentre outras.

Do ponto de vista da ciência, tecnologia e sociedade, diversas pesquisas têm surgido, também, na perspectiva da sustentabilidade. Pelo perfil dos pesquisadores deste grupo, a abordagem têm sido mais sociológica e histórica, considerando de forma ampla, a transição

sociotécnica para a sustentabilidade. Nesta linha, têm se desenvolvido abordagens para analisar, por exemplo, as tecnologias de energia renovável antes mencionadas, tais como a ‘perspectiva multinível’ (GEELS, 2002), e a ‘gestão estratégica de nichos’ para o desenvolvimento de tecnologias de energia renovável (KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998; SCHOT; GEELS, 2008). Ambas apresentam uma compreensão baseada nas experiências anteriores da humanidade com relação a transições sociotécnicas (por exemplo, na transição do vapor para a eletricidade) e se apoiam em vários dos conceitos mencionados ao longo deste capítulo, entre eles na perspectiva evolucionária das firmas, na teoria institucional mas também em conceitos das ciências da gestão, tais como o de nichos de mercado.

Por fim, do ponto de vista das pesquisas na gestão da tecnologia e inovação, o interesse na área da sustentabilidade refere-se, por exemplo, à manufatura de produtos ecologicamente corretos ou que representem uma redução significativa de riscos ambientais, poluição e outros impactos negativos, o que é conhecido como eco-inovação ou desenvolvimento de produtos sustentáveis (BARBIERI et al., 2010). De fato, este tipo de produtos requer de reestruturações desde o nível estratégico da organização até o nível do chão de fábrica, modernização de máquinas e equipamentos e capacitação, dentre outros, necessitando para tal, da interface com outros campos de estudo, tais como o da gestão estratégica, o do desenvolvimento de produtos e o do planejamento e controle da produção.

Do ponto de vista da responsabilidade social, também as pesquisas neste campo têm se interessado sobre os impactos de produtos com ‘selo verde’ na percepção dos consumidores e de outros *stakeholders*, também criando interface de pesquisas com as áreas de marketing e produção.

Assim, a próxima seção detalha em maior medida, as questões relacionadas com a sustentabilidade, a sua origem e evolução, e as inter relacionam com a seção anterior e com esta mesma.

4. SUSTENTABILIDADE

A Sustentabilidade é um tema muito discutido nos últimos anos, devido aos impactos provocados pelo homem com suas fabricações, a sociedade e ao meio ambiente. Porém, existem muitas dúvidas e compreensões errôneas, nos conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, sua origem e evolução.

Desta forma, conceituar sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável tem sido uma tarefa árdua e muitas vezes sem o efeito prático desejado porque existe um pluralismo de

concepções a respeito desses dois conceitos, ora os aproximando, ora os distinguindo, e porque apenas ampla e indiretamente eles são operacionalizados: dependem de uma intrincada rede de relações entre aspectos econômicos, ecológicos e sociais – incluindo questões políticas e institucionais – que se sobrepõem, entrelaçam e engendram efeitos complexos e inesperados. Assim, a pesquisa em sustentabilidade, geralmente associada a formas de avaliação da mesma, se inicia pela dificuldade conceitual, devendo-se ressaltar que toda pesquisa não prescinde de uma sólida base conceitual para ser bem construída.

Leal Filho, 2000; Scholz e Tietje, 2002; Moles et al., 2008 e Viegas, 2009 consideram necessário distinguir entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável em razão das origens e relações evocadas por detrás de cada um desses conceitos. Embora as duas conceituações guardem em comum a noção de sistema como um complexo de relações entre partes que interagem para a manutenção de um equilíbrio dentro de uma lógica adaptativa e de partes interdependentes, a questão teleológica ou de finalidade como valor em si ou como valor para outra(s) função(ões) é capaz de implicar o estabelecimento de diferenças entre ambos. Conforme Leal Filho (2000), sustentabilidade é associável a “longo prazo”, “durável”, “consistente”, “sistemático” e ainda a “desenvolvimento durável”, implicando a necessidade de manutenção de um equilíbrio que se justifica pela sua própria dinâmica. Para Scholz e Tietje (2002), a ideia de sustentabilidade é originalmente ecológica, remontando ao século XVIII, quando a Europa enfrentou escassez de recursos florestais para uso humano.

Moles et al. (2008, p. 145) afirmam que sustentabilidade “é uma aspiração a uma situação futura”, e desenvolvimento sustentável “é um processo por meio do qual nos movemos de uma situação atual rumo a uma situação futura”. Portanto, a diferença está em que sustentabilidade é vista como potencial, enquanto desenvolvimento sustentável é concebido como um processo de trocas e gestão para se buscar a sustentabilidade. Viegas (2009) contemporiza que o conceito de sustentabilidade enquanto associado à ideia de manter, alimentar ou suportar algo, traz como diferença básica, relativamente ao de desenvolvimento sustentável, a noção de valor em si na acepção ecológica, uma vez que desenvolvimento sustentável implica colocar no cenário o desenvolvimento humano, dentro da perspectiva política cunhada no Relatório Brundtland de possibilitar às gerações atuais o atendimento de suas necessidades sem comprometer as futuras gerações as mesmas condições, embora em cenários provavelmente diferentes.

Contudo, as diferenças conceituais entre estes termos passaram a se diluir, especialmente com a difusão das noções de sustentabilidade fraca e forte. Segundo Laløe

(2007), na sustentabilidade fraca é admitida a prática de *trade-off* entre valores ambientais, econômicos e sociais, desde que o estoque de capital total seja mantido, mas na sustentabilidade forte esta prática não é admitida, de modo que cada tipo de estoque de capital deva ser mantido em sua própria integridade. Desta forma, a sustentabilidade fraca é não raramente associada a desenvolvimento sustentável, apesar de não necessariamente o desenvolvimento sustentável comportar os *trade-offs*, embora na prática seja o que mais se apresenta.

Portanto, o termo sustentabilidade atribuem-se vários conceitos, que dependem da natureza do enfoque considerado e da época em que foi forjado. Quando o **foco é ambiental**, a sustentabilidade está relacionada à manutenção dos ecossistemas. Quando o **foco é organizacional**, a sustentabilidade está relacionada à capacidade de preservar a lucratividade em níveis aceitáveis pelos *stakeholders*, conforme se priorize o curto ou o longo prazo (RAUPP, 2010). Após, a apresentação e distinção entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável o próximo item aborda a sua origem.

4.1 Origem

As questões ambientais têm uma história que remonta a década de 50 com a introdução do Ar Limpo (1956 e 1968) e os anos 60, quando o ambientalismo se tornou "moda", com "hippies" e da publicação em massa da causa ambiental. Embora estas eras provou ser inestimável para o desenvolvimento da educação ambiental, que não era verdade, até os anos 70 que estas questões começaram a surgir no cenário governamental com o 1972 *Limits to Growth Report* e da Conferência de Estocolmo. Este período coincidiu com a opinião pública forte do meio ambiente, já que esta foi na década em que o *Greenpeace* foi fundado. O quadro 2 apresenta os principais acontecimentos para origem da sustentabilidade.

Quadro 2 - Principais acontecimentos da origem da sustentabilidade

ANO	ACONTECIMENTO
1972	- "The Limits to Growth" Relatório - Conferência de Estocolmo sobre o Ambiente Humano das Nações Unidas
1979	- Convenção de Berna sobre <i>Habitat Protection</i> (Conselho da Europa) - Convenção de Genebra sobre a Poluição Atmosférica
1980	- Estratégia Mundial de Conservação (IUCN) - Relatório Global 2000 (E.U.A.)
1983	- Helsinki Protocolo sobre Qualidade do Ar (ONU) - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ONU)

1987	- Protocolo de Montreal sobre Substâncias que destroem a Camada de Ozônio (ONU) - Nosso Futuro Comum (Comissão Brundtland, em nome da ONU)
1990	- Livro Verde sobre o Ambiente Urbano (CE)
1992	- Rio Summit Agreements (ONU) - Nossa Herança Comum (UK)
1994	- Agência Europeia do Ambiente estabelecida (UE)
1997	- Conferência de Kyoto sobre o Aquecimento Global

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

O termo "sustentável" provém do latim *sustentare* (sustentar; defender; favorecer, apoiar; conservar, cuidar). Segundo o Relatório de Brundtland (1987), mais conhecido pelo título "Nosso Futuro Comum", tem como conceito: o uso sustentável dos recursos naturais deve "suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprir as suas". Desta maneira, o conceito de sustentabilidade começou a ser delineado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (*United Nations Conference on the Human Environment - UNCHE*), realizada em Estocolmo de 5 a 16 de junho de 1972, a primeira conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e a primeira grande reunião internacional para discutir as atividades humanas em relação ao meio ambiente. O evento foi sediado na Cidade de Estocolmo, com a participação de 113 países, no qual se aprovou a Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente. Tal documento refletia os debates entre os governantes a respeito dos problemas ambientais, incluindo a crise do petróleo de 1973, que estimulou a pesquisa e o desenvolvimento de fontes de energias renováveis (LOPES, GUEREZ e GONZAGA, s/ano).

A Conferência de Estocolmo lançou as bases das ações ambientais em nível internacional, chamando a atenção internacional especialmente para questões relacionadas com a degradação ambiental e a poluição que não se limita às fronteiras políticas, mas afeta países, regiões e povos, localizados muito além do seu ponto de origem. A Declaração de Estocolmo, que se traduziu em um Plano de Ação, define princípios de preservação e melhoria do ambiente natural, destacando a necessidade de apoio financeiro e assistência técnica a comunidades e países mais pobres. Embora a expressão "desenvolvimento sustentável" ainda não fosse usada, a declaração, no seu item 6, já abordava a necessidade imperativa de "defender e melhorar o ambiente humano para as atuais e futuras gerações" - um objetivo a ser alcançado juntamente com a paz e o desenvolvimento econômico e social.

A ECO-92 - oficialmente, Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - realizada em 1992, no Rio de Janeiro, consolidou o conceito de desenvolvimento sustentável. A mais importante conquista da Conferência foi colocar esses dois termos, meio ambiente e desenvolvimento, juntos - concretizando a possibilidade apenas esboçada na Conferência de Estocolmo, em 1972, e consagrando o uso do conceito de desenvolvimento sustentável, defendido, em 1987, pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão *Brundtland*).

O conceito de desenvolvimento sustentável - entendido como o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades - foi concebido de modo a conciliar as reivindicações dos defensores do desenvolvimento econômico como as preocupações de setores interessados na conservação dos ecossistemas e da biodiversidade. Outra importante conquista da Conferência foi a Agenda 21, um amplo e abrangente programa de ação, visando a sustentabilidade global no século XXI.

Em 2002, a Cimeira (ou Cúpula) da Terra sobre Desenvolvimento Sustentável de Joanesburgo reafirmou os compromissos da Agenda 21, propondo a maior integração das três dimensões do desenvolvimento sustentável (econômica, social e ambiental) através de programas e políticas centrados nas questões sociais e, particularmente, nos sistemas de proteção social. O próximo item apresenta como foi a evolução da área de sustentabilidade.

4.2 Evolução

A ideia de acompanhar o progresso rumo à sustentabilidade, a partir de critérios e metas, levou ao desenvolvimento da chamada Avaliação da Sustentabilidade (AS), que assume uma diversidade de formas quanto à metodologia e escopo, podendo muitas vezes ser confundida com avaliações de impacto ambiental, de risco, avaliações estratégicas e integradas. Segundo Pope et al. (2004), Avaliação da Sustentabilidade (AS) é um processo para determinar se uma proposta particular, projeto, programa, plano ou política é ou não sustentável (BOND e MORRISON-SAUNDERS, 2011).

Segundo Mori e Christodoulou (2011), os principais objetivos da AS são: tomada de decisão e gestão, defesa, participação, construção de consenso e pesquisa. Outros aspectos atendidos pela AS: integridade dos sistemas ecológicos e econômicos; suficiência e oportunidade dos espaços de vida; equidade intra e inter-generacional; manutenção e eficiência de recursos; civilidade sócio-ecológica, democracia e governança; precaução e adaptação e

integração de longo prazo. Neste sentido, surgem várias ferramentas e modelos para avaliar a sustentabilidade, as mais conhecidas são as Tecnologias Limpas.

O conceito de Tecnologia Limpa pode ser entendido como sendo um conjunto de soluções que viabilizem novos modelos de se pensar e de se usar os recursos naturais. De maneira prática, as tecnologias limpas são novos processos industriais ou alterações realizadas em processos já existentes, sempre com o objetivo de que o consumo de matérias-primas, o consumo energético, os impactos ambientais e o desperdício sejam minimizados ou mesmo zerados. Obviamente que a evolução de tecnologias limpas não tem como interesse a diminuição do desenvolvimento econômico. Muito pelo contrário, o intuito é suprir de forma consciente e sustentável a necessidade de serviços, bens e produtos da sociedade atual.

Além disso, os modelos de produções que são baseados em tecnologias limpas têm sempre como intuito a reciclagem total dos resíduos gerados no processo produtivo, assim como o objetivo claro de não gerar emissões e resíduos. O desenvolvimento e a adoção de tecnologias limpas são parte essencial na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Para as indústrias alcançarem seus objetivos específicos em relação ao gerenciamento e/ou melhoria do desempenho ambiental organizacional, podem-se adotar alguns instrumentos ou ferramentas, como auditoria ambiental, avaliação do ciclo de vida, estudos de impactos ambientais, sistemas de gestão ambiental, relatórios ambientais, rotulagem ambiental, gerenciamento de riscos ambientais, educação ambiental empresarial.

Ainda pode ser ampliada com a inclusão dos instrumentos convencionais utilizados nas empresas para fins de qualidade e produtividade afirma Barbieri (2004) como a análise do valor, análise de falhas, listas de verificação, cartas de controle, diagramas de relações, diagramas de causa-efeito, indicadores de desempenho, ciclo PDCA, manutenção preventiva, práticas correntes de *housekeeping*, entre outras. O quadro 3 serão apresentadas as principais práticas sustentáveis utilizadas pelas organizações/empresas para a avaliação da sustentabilidade dos seus processos e/ou serviços.

Quadro 3 – Práticas Sustentáveis

Práticas Ambientais	Conceito	Autor
Ecologia industrial	A Ecologia Industrial vem a contribuir com a sustentabilidade ambiental das organizações industriais por alterar a visão sobre o conceito de resíduo encarando-o na verdade como um subproduto, pois na natureza o “resíduo” do término de um ciclo é também a matéria-prima necessária para o início de outro ciclo.	Agner (2006)

ISO 14001	A norma ISO 14001 tem como objetivo de fornecer às empresas e demais organizações de todo o mundo uma abordagem comum da gestão ambiental. Esta norma determina a competitividade para as empresas de todos os perfis, sendo elas de médio ou pequeno porte.	Nascimento e Poledna (2002) Seiffert (2006) Soledade et al. (2007)
Economia ecológica	A Economia Ecológica incorpora a relação da vida como parte de seu estudo, sendo a economia não apenas da empresa, mas de zonas geográficas no âmbito ecológico, como: o tempo das análises não poderá ficar restrito ao curto prazo, devendo incorporar todo o futuro, com os efeitos das decisões econômicas se fazem sentir.	Santos (2008) Souza-Lima (2004) Mattos e Ferretti Filho (1999)
Produção Limpa (PL)	Um sistema de produção industrial que exige recursos como: material (os quais os produtos são feitos); energia (para transportar e processar os materiais); água e ar. A PL engloba as estratégias de administração industrial.	Greenpeace (1997) Silva (2004) Furtado et al. (1998) Thorpe (2009)
Produção mais limpa (PML, P+L)	O conceito PML refere-se à produção integrada à proteção ambiental de forma mais ampla, considerando todas as fases do processo produtivo e o ciclo de vida do produto final, constitui o aproveitamento contínuo de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica associada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficácia no uso de matérias-primas, água e energia através da não geração, diminuição ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos.	PNUMA (1993) CNTL (2003) Barbieri (2004)
Análise do Ciclo de Vida (ACV)	É uma ferramenta indispensável para melhor acompanhamento dos ciclos de produção e a identificação de alternativas de interação entre processos. É um método utilizado para avaliar o impacto ambiental de bens e serviços.	Ribeiro, Gianneti e Almeida (2016) ABNT (2001) Ribeiro (2003)
Ecodesign	É a abordagem conceitual e processual da produção que requer que todas as fases do ciclo de vida de um produto ou de um processo, devem ser orientadas para o objetivo de preservação ou minimização de riscos, de curto ou longo prazo, à saúde humana e ao meio ambiente.	Oliveira (1998) Costa (2008) Bruan e Gomez (2007) Regis (2004)
Logística Reversa	A área da Logística Empresarial que planeja, opera e controla o fluxo, e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós - consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, através dos Canais de Distribuição Reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.	Leite (2002)
Logística Ambiental	Consiste na implementação de medidas de proteção ambiental - regulamentações, legislações e requerimentos para a preservação do meio ambiente – nas atividades e processos logísticos que se encontra no transporte do distribuidor ao cliente, tanto no sentido tradicional como no sentido de logística reversa.	Santos et al. (2015)

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Desta maneira, surgiram algumas discussões em torno de inovações para a sustentabilidade, que são chamadas de eco-inovações. Os quais seus conceitos são

relativamente novo, oriundos destas discussões e principalmente pelas preocupações com os impactos ambientais.

A Eco-Inovação surgiu da união da Inovação e da Sustentabilidade, pela necessidade de observar nas organizações esses dois fenômenos em conjunto. Desta maneira, Schumpeter (1982) caracterizada a **inovação** como a introdução de um novo produto, método de produção, abertura de mercado, conquista de fonte de matérias-primas, ou seja, uma novidade tanto para a organização como para o ambiente em que está inserida. Já a **sustentabilidade** é tratada por Barbieri (2007) como uma medida que substitui os processos produtivos poluidores, perdulários, insalubres e perigosos por outros mais limpos e poupadores de recursos. Uma forma de operacionalizar o conceito de sustentabilidade é por meio da desagregação em diferentes dimensões quantificáveis, passíveis de intervenções específicas e localizadas. Sachs (1993) a desagrega nas dimensões de sustentabilidade social, econômica, ecológica, espacial e cultural. Historicamente, as palavras: **sustentável e sustentabilidade** começaram a ser empregadas associadas à palavra desenvolvimento em meados da década de 1980, tendo como pano de fundo a crise ambiental e social que desde o início dos anos de 1960 já começava a ser percebida como uma crise de dimensão planetária (BARBIERI, 2007, p. 92).

De acordo com Freeman (1996), a partir da década de 1960, ocorreram questionamentos generalizados das possibilidades futuras de crescimento econômico continuado. Essa preocupação foi justificada pelo sucesso da produção em massa, acompanhada pela educação, o turismo e o consumo em massa de produtos e serviços. Sugeriu-se que a economia e a população mundiais entraram em colapso no início do século XXI por conta do crescimento contínuo, do esgotamento do fornecimento de materiais, dos efeitos da poluição da industrialização em massa, ou até de escassez de alimentos. Essa escassez poderia levar a um padrão diferente de crescimento, havendo uma redução significativa no consumo.

No entanto, o Maçaneiro e Cunha (2010) ressaltam que parte dessa redução de consumo, deve-se às mudanças estruturais, mas a maior parte é devido a tecnologias de economia de energia e de material, tais como aquelas de redução do número e do tamanho dos componentes de produtos, que conseqüentemente reduzem rejeitos e resíduos. Nesse sentido, a inovação se constitui em fator fundamental para que as organizações estabeleçam padrões de sustentabilidade nas dimensões mencionadas, no entanto, essas inovações devem ser caracterizadas por bases sistemáticas. Além disso, Barbieri (2007), explicam que elas devem ser equitativas com o suporte de recursos naturais existentes, introduzindo novidades que atendam às múltiplas dimensões da sustentabilidade.

5. ESTRUTURA DO *E-BOOK*

Esta obra apresenta dezessete (17) capítulos, subdivididos em quatro (4) partes, de acordo com a grande área temática, que serão descritas a seguir.

A Primeira Parte trata de **Empreendedorismo**, formada por três (3) capítulos, apresenta-nos o primeiro a universidade empreendedora como um processo de construção de empreendimentos, com o foco do empreendedorismo inovador. Por sua vez, o segundo trabalho, apresenta o empreendedorismo social na jornada de usuários. E o terceiro, mostra a inteligência de estratégias em Instituições de Ensino Superior.

A Segunda Parte está composta pela **Inovação**, com quatro (4) capítulos, foca-se no sistema de inovação, no panorama geográfico de inovação e dois capítulos na análise dinâmica de indicadores de inovação.

A Terceira Parte apresenta a **Sustentabilidade**, com quatro (4) capítulos, apresenta-se o estado da arte sobre Tecnologias Limpas, revisão de literatura de sustentabilidade no âmbito da Tecnologia de Informação, traz um panorama de Energia Solar e outro em Energia Eólica no contexto brasileiro.

A Quarta Parte entra no foco da **Integração do Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade**, com sete (7) capítulos, o primeiro traz a caso prático do Programa Inova Talentos como competência de gestão para a indústria. O segundo mostra a transição da Inovação para Sustentabilidade, o que se chama Eco-Inovação. Os próximos quatro (4) capítulos apresentam a difusão das tecnologias de energia renovável sobre uma visão integrada entre a inovação e a sustentabilidade. Por fim, o último capítulo traz os desafios futuros que devem ser superados conjuntamente entre o empreendedorismo, a inovação e a sustentabilidade.

Devido a essas premissas e desafios de integrar Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade, este *e-book* tem como objetivo apresentar as pesquisas desenvolvidas pelos integrantes do Laboratório do Empreendedorismo e Inovação (LEMPi), da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis. A fim de demonstrar aos interessados em pesquisas nesse campo como colocar em prática a teoria.

REFERENCIAS

- AGNER, T. C. **Eco-eficiência baseada nos princípios de Produção mais Limpa**, 2006, 80p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UTFPR, Ponta Grossa, 2006.
- AHRWEILER, P. Agent-based simulation for science, technology, and innovation policy. **Scientometrics**, p. 1-25, 2016. ISSN 1588-2861. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-016-2105-0> >

- BARBIERI, J. C. *et al.* Inovação e Sustentabilidade: novos modelos e proposições. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, p. 146-154, 2010.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**. São Paulo: Saraiva, 2004.
- BERGEK, A. *et al.* Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. **Research Policy**, v. 37, n. 3, p. 407-429, 2008.
- BOND, A., MORRISON-SAUNDERS, A. Re-evaluating Sustainability Assessment: Aligning the vision and the practice. **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 31, p. 1-7, 2011.
- BOSZCZOWSKI, A. K.; TEIXEIRA, R. O empreendedorismo sustentável e o processo empreendedor: em busca de oportunidades de novos negócios como solução para problemas sociais e ambientais. In: **Encontro da ANPAD**, 33, São Paulo. Anais... São Paulo: Anpad, 2009.
- BRAUN, J. R. R.; GOMEZ, L. S. R. **Ecodesign como estratégia de valorização e divulgação de entidades ambientais**: atuação do setor gráfico. In: I Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí, Itajaí, 2007.
- CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 1, n. 2, p. 93, 1991.
- CNTL. **Manual questões ambientais e produção mais limpa**. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa, 2001; 2002; 2003.
- COSTA, R. O. O. C. *et al.* **Aplicação de materiais desenvolvidos a partir do conceito de ecodesign**. Disponível em: <www.fevale.edu.br/seminario/cd/files/pdf/2477.pdf>. Acesso em 22 de junho de 2016.
- CRUZ, C. F. **Os motivos que dificultam a ação empreendedora conforme o ciclo de vida das organizações**. Um estudo de caso: PRAMP'S lanchonete, 2005, 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- DALMORO, M. A visão da sustentabilidade na atividade empreendedora: uma análise a partir de empresas incubadas. **Revista Gestão Organizacional**, v. 2, n. 1, jan./jun. 2009.
- DEGEN, R. J. **O Empreendedor: fundamentos da iniciativa empresarial**. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1989.
- DOLABELA, F. **Pedagogia empreendedora**: o ensino de empreendedorismo na educação básica voltado para o desenvolvimento social sustentável. São Paulo: Cultura, 2003.
- DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo corporativo**: como ser empreendedor, inovar e se diferenciar em organizações estabelecidas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo na prática**: mitos e verdades do empreendedor de sucesso. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo**: transformando ideias em negócios. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo**: transformando idéias em negócios. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- DRUCKER, P. F. **Inovação e espírito empreendedor**. São Paulo: Pioneira, 1987.
- FAGERBERG, J.; VERSPAGEN, B. Innovation studies--The emerging structure of a new scientific field. **Research Policy**, v. 38, n. 2, p. 218-233, 2009.
- FREEMAN, C. Technological infrastructure and international competitiveness. **Industrial and Corporate Change**, v. 13, n. 3, p. 541-569, 2004.
- FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Pinter Publishers, 1987.
- FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.
- FREEMAN, C. **The economics of industrial innovation**. Penguin, 1974.
- FURTADO, J. S. **Auditorias, sustentabilidade, ISO 14000 e produção limpa: limites e mal-entendidos**, 1998. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2016.
- GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research Policy**, v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 12// 2002.
- GODIN, B. National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective. *Science Technology Human Values*, v. 34, n. 4, p. 476-501, July 1, 2009 2009. Disponível em: <<http://bit.ly/btKm63>>.
- GOSENS, J.; LU, Y.; COENEN, L. The role of transnational dimensions in emerging economy 'Technological Innovation Systems' for clean-tech. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 378-388, 1/1/ 2015.
- GREENPEACE. **O que é produção limpa?** Outubro, 1997. Disponível em <www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao_limpa.doc>. Acesso em 21 junho 2016.
- GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. Endogenous Innovation in the Theory of Growth. *The Journal of Economic Perspectives*, v. 8, n. 1, p. 23-44, 1994.
- HEKKERT, M. P. *et al.* Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 4, p. 413-432, 5// 2007.
- HISRICH, R. D.; PETERS, M. P. **Empreendedorismo**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- HISRICH, R. D.; PETERS, M. P.; SHEPHERD, D. A. **Empreendedorismo**. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

- HUMPHREY, J.; MEMEDOVIC, O. The global automotive industry value chain: what prospects for upgrading by developing countries. **UNIDO Sectorial Studies Series Working Paper**, 2003.
- ISO. **Avaliação do ciclo de vida**. Disponível em: <acv.ibict.br/normas>. Acesso em 20 de junho de 2016.
- KEMP, R.; PEARSON, P. (Eds) **Final report of the project Measuring Eco- Innovation**; Maastricht (The Netherlands), 2008, 113 p. Disponível em: <http://www.merit.unu.edu/MEI/index.php>. Acesso em 22 junho de 2016.
- KEMP, R.; SCHOT, J.; HOOGMA, R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 10, n. 2, p. 175-198, 1998.
- LALÔE, F. Modelling sustainability: from applied to involved modeling. **Social Science Information**. SAGE Publications, London, Thousand Oaks, CA and New Delhi, 0539-0184, vol. 46, n. 1, p. 87-107, 2007.
- LEAL FILHO, W. Dealing with misconceptions on the concept of sustainability. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, vol 1, n 1, p. 9-19, 2000.
- LEITE, P. R. Logística reversa. **Revista Tecnológica**, Maio, 2002.
- LOPES, E. GUEREZ, P.; GONZAGA, C. A. M. Empreendedorismo e Sustentabilidade. In: GONZAGA, C. A. M. **Empreendedorismo e desafios socioambientais**, UNICENTRO: NEAD/UAB, Paraná, p. 14 - 28, s/ano.
- LUNDEVALL, B. A. Introduction to 'Technological infrastructure and international competitiveness' by Christopher Freeman. **Industrial and Corporate Change**, v. 13, n. 3, p. 531-539, Jun 2004. ISSN 0960-6491. Disponível em: < <http://bit.ly/b9SLTW> >.
- LUNDEVALL, B. A. **National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London and New York: Pinter Publishers, 1992
- MATTOS, K. M. C.; FERRETTI FILHO, N. **Instrumento da Gestão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável**. In: ENEGEP, 1999.
- McCARTHY, B. The impact of the entrepreneur's personality on the strategy-formation and planning process in SME. **Irish Journal of Management**. v.24, n.1, p154-173. Cork, 2003.
- MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPLE, J. **Safari de Estratégia**. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- MOLES, R., FOLEY, R., MORRISSEY, J., O'REGAN, B. Practical appraisal of sustainable development—Methodologies for sustainability measurement at settlement level. **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 28, p. 144-165, 2008.
- MORI, K., CHRISTODOULOU, A. Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability. **Environmental Impact Assessment Review**, paper in press, 2011.
- MORLACCHI, P.; MARTIN, B. R. Emerging challenges for science, technology and innovation policy research: A reflexive overview. **Research Policy**, v. 38, n. 4, p. 571-582, 5// 2009
- MURPHY, P. J.; LIAO, J.; WELSCH, H. A conceptual history of entrepreneurial thought. **Journal of Management History**, v. 12, n. 1, p. 12-35, 2006.
- NASCIMENTO, L. F. M.; POLEDNA, S. R. C. **O processo de implantação da ISO 14000 em empresas brasileiras**. In: XXII ENEGEP, 2002.
- NELSON, R. R. *Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economic Theory*. **Globelics Working Paper Series**. Beijing: Globelics: 25 p. 2007.
- NELSON, R. R. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. New York and Oxford: Oxford University Press, 1993.
- NELSON, R. R. National Innovation Systems: A Retrospective on a Study. *Ind Corp Change*, v. 1, n. 2, p. 347-374, January 1, 1992 1992. Disponível em: < <http://icc.oxfordjournals.org> >.
- NELSON, R. R., Ed. **The Rate and Direction of Inventive Activity**. Princeton: Princeton University Press. 1962
- NELSON, R. R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- NIOSI, J. National systems of innovations are "x-efficient" (and x-effective) why some are slow learners. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 291-302, 2002.
- OECD. *The Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. 3rd. Paris: OECD Publishing, 2005. 166p ISBN 92-64-10 01308-3.
- OECD. **The Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technical Activities**. Paris: OECD; Eurostat, 1997.
- PACHECO, R. C. S.; MANHAES, M.; URIONA MALDONADO, M. Innovation, interdisciplinarity and creative destruction. In: FRODEMAN, R.; KLEIN, J. T., et al (Orgs.). *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. 2nd Edition: Oxford University Press, 2017. p.303-318.
- PARRISH, B. D. Sustainability-driven entrepreneurship: principles of organization design. **Journal of Business Venturing**, 2009.
- PENROSE, E. *The theory of the growth of the firm*. Oxford: Oxford University Press, 1959.
- PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. *Cleaner Production for Worldwide*. PNUMA, 1993.

- POSSAS, M. L. Economia evolucionária neo-schumpeteriana: elementos para uma integração micro-macrodinâmica. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 281-305, 2008.
- PREVIDELLI, J. J.; SELA, V. M. (Org.). **Empreendedorismo e educação empreendedora**. Maringá: Unicorpore, 2006.
- RAZZOLINI Filho, E. **Administração da pequena e média empresa**. Curitiba: IESDE Brasil, 2012.
- RIBEIRO, C. M.; GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. **Avaliação do ciclo de vida (ACV): uma ferramenta importante da Ecologia Industrial**. Disponível em: <<http://www.hottopos.com>>. Acesso em 20 de junho de 2016.
- ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 1st. New York: The Free Press, 1962. 519p ISBN 1451602472.
- ROMER, P. M. Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*, v. 98, n. 5, p. S71-S102, 1990.
- SANTOS, J. S. Green Logistics: conceptualization and directions for practice et al. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 2, p. 314–331, 2015.
- SANTOS, R. B. **Relações entre meio ambiente e ciência econômica: reflexões sobre economia ambiental e a sustentabilidade**, 2006. Disponível em: <www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf_reflexoes/reflexoes_23.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2016.
- SCHOLZ, R.; TIETJE, O. **Embedded Case Study Methods. Integrating Quantitative and Qualitative Knowledge**. Sage Publications: London, 2002.
- SCHOT, J.; GEELS, F. W. Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda and policy. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 20, n. 5, p. 537-554, 2008.
- SCHOT, J.; GEELS, F. W. Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 20, n. 5, p. 537-554, 2008.
- SCHULZE, A.; MACDUFFIE, J. P.; TÁUBE, F. A. Introduction: knowledge generation and innovation diffusion in the global automotive industry—change and stability during turbulent times. **Industrial and Corporate Change**, p. 1-9, 2015.
- SCHUMPETER, J. A. The explanation of the business cycle. **Economica**, v. 21 n. 21, p. 286– 311, 1927.
- SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: Implantação objetiva e econômica**. 2ªed., São Paulo: Atlas, 2006.
- SHARIF, N. Emergence and development of the National Innovation Systems concept. *Research Policy*, v. 35, n. 5, p. 745-766, 2006. Disponível em: <<http://bit.ly/bb3axQ>>.
- SILVA, A. **Gestão da Produção mais Limpa: o caso WEG**. Dissertação (Mestrado em Administração), UFSC, Florianópolis, 2004.
- SIMON, H. Theories of decision making in economics. **American Economic Review**, v. 49, p. 253-283, 1959.
- SOLEDADE, M. G. M. *et al.* **ISO 14000 e a Gestão Ambiental: uma reflexão das praticas ambientais corporativas**. In: IX ENGEMA, 2007.
- SOLOW, R. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 70, p. 65-94, 1956.
- SOLOW, R. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957.
- SOUZA-LIMA, J. E. Economia ambiental, ecológica e marxista versus recursos naturais. **Revista FAE**, vol. 7, n. 1, janeiro-junho, 2004.
- STURGEON, T.; BIESEBROECK, J. V.; GEREFFI, G. Value chains, networks and clusters: reframing the global automotive industry. **Journal of Economic Geography**, v. 8, n. 3, p. 297-321, 2008.
- THORPE, B. Citizen's Guide to Clean Production. **Clean Production Network**. University of Massachusetts Lowell, 1999.
- UNGER, B.; ZAGLER, M. Institutional and organizational determinants of product innovations. *Innovation - The European Journal of Social Sciences*, v. 16, n. 3, p. 293-310, 2003. Disponível em: <<http://bit.ly/bdOODN>>.
- VIEGAS, C. V. **Atividades de Gestão do Conhecimento na Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental**. Tese de Doutorado. Florianópolis (SC): Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Universidade Federal de Santa Catarina, 361p, 2009.
- YOUNG, W.; TILLEY, F. Can businesses move beyond efficiency? The shift toward effectiveness and equity in the corporate sustainability debate. **Business Strategy and the Environment**, v. 6, n. 15, p. 402-415, 2006.

The background features a light blue gradient. In the upper half, there is a silhouette of a city skyline with several skyscrapers of varying heights. In the lower half, there is a silhouette of the African continent. A white rectangular box with a thin black border is centered in the middle of the page, containing the text.

**PARTE 1:
Empreendedorismo**



A universidade empreendedora

Dante Luiz Juliatto, Dr.
Alexandre Hering de Queiroz, M.Sc.
Álvaro Guillermo Rojas Lezana, Dr.

1. INTRODUÇÃO

As universidades representam o link importante entre a criação de negócios e crescimento da economia. Num nível regional possuem o conhecimento e se caracterizam como ambiente seminal para a criação, a transferência e a educação de potenciais empreendedores. As universidades detêm a capacidade para responder aos desafios da criação de iniciativas inovadoras. Mas nem todas desenvolvem a cultura empreendedora e o interesse em favorecer a geração de negócios empreendedores. O incentivo à atividade do empreendedorismo nas universidades está diretamente relacionado com o crescimento da competitividade, criação de empregos, redução do desemprego, inovação e mobilidade econômica e social. O presente trabalho descreve o conceito moderno de Universidade Empreendedora que integra os vários componentes do ecossistema empreendedor. Disserta sobre o processo de empreendedorismo originado nas universidades. Finalmente, aponta por meio do Portal Inovatorium, uma iniciativa prática desenvolvida na Universidade Federal de Santa Catarina -UFSC, um caminho para a promoção de novos negócios de alto impacto.

2. UNIVERSIDADE EMPREENDEDORA

Na última década aumentou significativamente a produção de temas sobre o empreendedorismo. São abordados nestes estudos a descrição da natureza dos programas de valorização do empreendedorismo, os resultados destes em função do aumento das intenções de empreender, ferramentas de apoio, comercialização das tecnologias, criação de novos negócios e casos de sucesso. (AUDRETSCH, 2015).

As intenções em empreender são pré-requisitos para o comportamento empreendedor (SLINGER et al, 2015). Estudos apontam uma relação positiva entre a educação empreendedora e a intenção em empreender (KOLB, 2015), mas não são conclusivos quanto à medida da efetiva contribuição dos programas de educação empreendedora para o sucesso dos empreendedores.

Embora essencial, a intensão de empreender, particularmente, não constitui um gargalo para o empreendedorismo no Brasil que se destaca como o país de maior taxa empreendedora do G20. Constata-se que 39,3% de sua população está envolvida com alguma atividade empreendedora (GEM, 2015). Entretanto, muitas instituições de ensino superior do país limitam sua estratégia de fomento do empreendedorismo à educação empreendedora nas suas grades disciplinares (SIMMONS, S. & HORNSBY, J. 2014).

O entendimento do papel da universidade em, não só estimular, mas, especialmente dar apoio e capacitação às iniciativas empreendedoras, integrando as forças do ecossistema empreendedor, passa a ser o novo paradigma e uma demanda crescente e pouco atendida nas universidades brasileiras. Audretsch (2015) se refere a este comportamento como Universidade Empreendedora.

Um ambiente de apoio ao empreendedorismo é um espaço facilitador para a geração de novos negócios a partir da universidade. Este deve prover ferramentas e apoio institucional a ideias e propostas promissoras, com viabilidade técnica, econômica e mercadológica que possam evoluir para futuros negócios e empreendimentos a serem abrigados em infraestruturas do ecossistema de empreendedorismo ou partirem diretamente para o mercado.

A proposta de universidade empreendedora vai além de se promover a educação empreendedora no seu entendimento tradicional. Abriga ideias e projetos inovadores embrionários, candidatos a se transformar em negócios e empresas. Provê consultoria para o desenvolvimento de negócios (identificação de oportunidades, elaboração de planos de negócios, elaboração de planos de marketing, elaboração de projetos para atração de recursos financeiros, etc.). Também enfatiza o acesso integrado a competências e estruturas de apoio ao desenvolvimento das tecnologias agregadas a protótipos, produtos e serviços, elementos vitais à sustentabilidade futura dos empreendimentos. (NELSON & MONSEN, 2014).

Mas nem todas as universidades possuem a cultura empreendedora e o interesse em favorecer a geração de negócios empreendedores. Somados a infraestrutura e facilidades tecnológicas, as pessoas ligadas às universidades representam a maior contribuição no apoio às iniciativas empreendedoras. A grande vantagem da ligação das empresas com as universidades é o acesso ao conhecimento base que serve de suporte para as ideias inovadoras (KARNANI, F. 2013).

As universidades exercem importante papel no clima empresarial regional. Segundo Slinger (2015) apresentam três estágios de revolução acadêmica em que o primeiro trata da incorporação da pesquisa associada ao ensino; o segundo trata do papel de gerar tecnologias e conhecimento para a formação de novos negócios; o terceiro passa a ser o incentivo ao empreendedorismo na academia. O incentivo à criação e participação em parques de alta tecnologia é cada vez mais frequente no ambiente universitário. Isto promove o crescimento econômico e a inserção de jovens empreendedores no ambiente da inovação.

O crescimento do conceito de universidades empreendedoras é uma influência positiva no desenvolvimento de inovações nas universidades. Percebe-se que as universidades não são

o melhor espaço para se oferecer financiamentos ao surgimento de novas empresas, assim como não são o local para abrigar incubadoras (SLINGER et al, 2015).

Fundar uma nova empresa a partir de uma instituição universitária ou de investigação é um desafio especial para empreendedores. Normalmente, pesquisadores acadêmicos não têm o conhecimento e a experiência para comercializar os seus resultados da investigação (KNOCKAERTA, 2015). Pior ainda é a resistência do ambiente universitário para comercializar os resultados da investigação, devido a preocupações relacionadas com o papel da academia na sociedade. Principais preocupações surgem por meio de diferentes sistemas de incentivos e gratificações entre a investigação pública e privada. Estes estão relacionados com o *trade-off* entre a divulgação e sigilo, bem como efeitos de exclusão entre os gastos de recursos públicos e privados em pesquisa e desenvolvimento (SHEPHERD, 2014).

A universidade empreendedora poderia ser considerada como um contexto de conhecimento intensivo e uma fonte de oportunidades empreendedoras pela comunidade universitária (estudantes, professores, pesquisadores e equipe). Rasmussen (2015) argumenta que o papel das universidades empreendedoras é mais amplo do que somente a geração e transferência de conhecimento; em vez disso, uma universidade empreendedora contribui e fornece liderança para a criação de um pensamento empreendedor e que ele se reflete no fortalecimento do ecossistema empreendedor. Portanto, as universidades empreendedoras devem estabelecer várias políticas universitárias e criar uma atmosfera adequada em que a comunidade universitária pode explorar, avaliar e potencializar o conhecimento que pode ser transformado em novos empreendimentos.

Por natureza, a universidade empreendedora deve cumprir três missões simultaneamente, pois, caso contrário, pode gerar desequilíbrio entre ensino, pesquisa e extensão (empreendedorismo) (GUERRERO E URBANO 2012). No longo prazo, os resultados dessas atividades podem ser transformados em um fator condicionante do desenvolvimento econômico que mais tarde poderiam produzir impactos positivos sobre a economia e a sociedade de uma região específica. Para isso, a universidade empreendedora precisa tornar-se uma organização empresarial, a sua comunidade universitária precisa pensar como os empresários, e sua interação com o meio ambiente precisa seguir um padrão empresarial (GUERRERO, 2014).

Além disso, os resultados evidenciam que as políticas universitárias são relevantes para transformar o comportamento acadêmico, mas também podem atuar como um filtro de conhecimento acadêmico por meio de ações de arranque via fatores motivacionais. No

entanto, nem todas as universidades empreendedoras são intensivas em geração e comercialização de conhecimento, mas a sua contribuição no processo de formação é importante.

Além disso, os gestores universitários precisam prestar atenção nos "intangíveis", tais como intenções, modelos de função e de liderança que são especialmente relevantes para o capital de empreendedorismo. (GUERRERO, 2014; STERNBERG, 2014).

As universidades ainda estão, em sua maioria, iniciando atividades que promovem ações de ajuda aos que querem construir um empreendimento de sucesso. Os programas de educação empreendedora se constituem como ofertas de suporte aos alunos e que podem ser adotados pelas universidades como forma de incentivo para que se criem carreiras de empreendedorismo. Dentre estes se têm educação empreendedora, concursos de planos de negócios, incubação de negócios, escritórios de transferência de tecnologia entre outros, que indicam lideranças para o empreendedorismo (RASMUSSEN, 2015).

O fator organização, com a criação de centros ou agências de empreendedorismo e transferência de tecnologia é fundamental para que a universidade possa acompanhar as iniciativas e potencializar o uso dos recursos. Também estes centros permitem grande visibilidade para o mercado, abrindo portas para a realização de negócios. O destaque é dado aos centros de empreendedorismo que não estão atrelados à estrutura burocrática das universidades. São independentes, e desta forma possuem a agilidade necessária para que as coisas aconteçam a seu tempo. No caso de estruturas públicas há muito que evoluir para criar o ambiente adequado à agilização das iniciativas empreendedoras (ROING-TIERNO, 2015).

A exploração do desenvolvimento científico e tecnológico nas universidades é o tema central para políticas de desenvolvimento econômico e industrial (BERBEGAL-MIRABENT, 2015). Dentre os tradicionais mecanismos de comercialização como licenças e patentes, parcerias indústrias-universidades, contratos de desenvolvimento entre empresas, os novos negócios surgidos a partir das universidades vêm se sobressaindo a todos os outros.

Fatores mais bem aceitos para caracterizar o papel das universidades no contexto do empreendedorismo estão relacionados com educação: onde se oferecem os serviços de apoio ao aprendizado e facilidades, modelos de destaque e casos de sucesso, oferecem cursos introdutórios de educação empreendedora (KIRKWOOD, J. 2014) e a estimulação: que consiste no suporte para a formação de equipes, aplicação de mecanismos para a validação das ideias, promoção de oportunidades para apresentação das ideias, ajuda na criação dos planos de negócios e criação de condições para o desenvolvimento de protótipos. O objetivo

da estimulação é oferecer suporte aos estudantes que tenham ideia de negócio, conduzindo-os para a elaboração de seu estudo de viabilidade para novos negócios.

Portanto, a universidade empreendedora adiciona ao ensino empreendedor, esforços planejados e estruturados de apoio às iniciativas internas de novos negócios e integração do ecossistema empreendedor em prol dessas iniciativas. Muitas frentes de trabalho são necessárias para se atingir estes objetivos. Entre os esforços identificados em universidades europeias, norte americano e mesmo brasileiras, se destacam: valorização e ressignificação da extensão universitária; desenvolvimento de núcleos de apoio ao empreendedorismo; parceria institucional e de transferência tecnológica com parques tecnológicos, agências de fomento, incubadoras, institutos de pesquisa e outros organismos do ecossistema; aperfeiçoamento e simplificação de normas para propriedade intelectual; disponibilização de ferramentas de apoio ao empreendedorismo.

Com tudo isto, fica clara a percepção de que o conceito de universidade empreendedora não pode ser entendido de forma isolada e unidimensional. Envolve um esforço conjunto e coordenado de todo um ecossistema empreendedor que proporciona as condições para o florescimento de empreendimentos de alto impacto. Neste ambiente, a universidade exerce papel determinante, porém, não exclusivo. A universidade empreendedora atua como elo chave de integração e catalisação de negócios.

Neste sentido, antes de aprofundar nos fatores que tornam a universidade um poderoso berço de novos empreendimentos e antes de apresentar o INOVATORIUM como uma proposta da UFSC em se desenvolver neste caminho, torna-se importante compreender o ecossistema empreendedor e os principais organismos que o constituem.

3. ECOSSISTEMA EMPREENDEDOR

Como visto anteriormente, o conceito de Universidade Empreendedora está intrinsecamente vinculado à pertença e ao esforço de integração de um ecossistema empreendedor.

A seguir são descritos alguns dos componentes que integram um ecossistema empreendedor. Pretende-se, com isto, uma visão unificada de conceitos e maior clareza no impacto de cada componente no processo de desenvolvimento de um novo negócio.

3.1 SPIN-OFFs

O conceito de spin-off está associado a resultados de pesquisa em universidades e geralmente estes negócios estão sujeitos à regras e protocolos das próprias universidades que as abrigam. Também estão sempre ameaçados da possibilidade dos recursos aplicados na pesquisa se esgotarem antes do produto estar pronto para o mercado. Um spin-off é composto por muitas partes interessadas e participantes, como o inventor acadêmico, a universidade e os empreendedores, o que pode gerar conflitos de interesse e dificultar o desenvolvimento dos negócios. Diversos fatores elevam a popularidade dos spin-offs das universidades, dentre eles:

- As pressões populares vêm forçando as universidades a buscar formas de melhor contribuir para o crescimento regional;
- Os escritórios de transferência de tecnologia devem encorajar a disseminação das pesquisas científicas e a comercialização dos produtos gerados;
- Os cientistas possuem acesso a fundos de financiamento a pesquisas voltadas para lacunas tecnológicas;
- As políticas de estimulação ao empreendedorismo nas universidades estão cada vez mais populares;
- Os programas institucionais vêm apresentando suporte de negócios e custos baixos para o desenvolvimento de pesquisas.

Dada a natureza em estágio inicial de muitas descobertas de universidades, spin-offs tendem a enfrentar mais incerteza tecnológica e de mercado. Maior incerteza exacerba as assimetrias de informação que podem limitar o acesso a recursos humanos e financeiros necessários para o crescimento das spin-offs. (DE CLEYN, 2015; IACOBUCCI, 2015; PREZAS, 2015; ROING-TIERNNO, 2015; CZARNITZKI, 2014; FRYGES, 2014, FRYGES, 2014 B).

3.2 STARTUPS

Não há um conceito único para definir o termo, pode ser qualquer tipo de empresa com potencial de crescimento em fase inicial - “start” é começo, início e “up” algo que está pronto para ser lançado, ir para a rua – para dizer que startup não é, necessariamente, uma empresa e, sim, uma ideia realmente nova em condições de ser lançada no mercado e capaz de encontrar algum cliente interessado em aplicá-la. O que importa é que essa ideia seja algo que possa ser manifestado na forma de um novo produto, serviço, processo.

O empreendimento pode ainda não existir e surgir a partir da transformação da ideia ou pode já existir e ter essa nova ideia acrescentada ao seu processo. A startup é entendida como uma organização criada para procurar modelos de negócios repetíveis e escaláveis.

Startups são geralmente pequenas empresas com escassos recursos iniciais, com o capital humano de seus fundadores como seu principal ativo de negócios. Portanto, a sobrevivência deste tipo de firma é fortemente dependente das características do capital humano de seus fundadores. Além disso, a singularidade do capital humano dos fundadores de startups é a base para transmitir a dinâmica de sobrevivência a essas firmas e por isso se configura como elemento chave em entender e explicar por que alguns startups sobrevivem, enquanto outras não. (AGARWAL, 2014; CRIACO, 2014; FURLAN, 2014; HEBLICH, 2014; SHAH, 2014).

3.3 INCUBADORAS

Em essência, o conceito de incubação de empresas refere-se a um esforço sistemático orientado para nutrir novas empresas no estágio inicial de sua atividade em um ambiente controlado. Como um processo dinâmico, que oferece uma combinação de infraestrutura, processos de desenvolvimento, de apoio e conhecimentos necessários para proteger contra falhas e orientar as empresas startups em um caminho de crescimento.

São um eficiente meio local de suporte à criação de empreendimentos inovadores. As incubadoras mais avançadas oferecem inúmeros serviços que vão da identificação de oportunidades de negócios para que os empreendedores desenvolvam suas ideias, oferecendo ainda consultorias e serviços de informação a respeito de mercado, tecnologias, oferta e procedimentos para a obtenção de financiamentos, entre outros. Também ajudam a desenvolver estudos de viabilidade, planos de negócios e treinamento para que os empreendedores e seus colaboradores desenvolvam habilidades e apliquem as melhores ferramentas para a gestão de seus negócios.

As incubadoras servem como plataformas de lançamento dos negócios, acompanhando o desempenho das empresas em seus primeiros anos. Representam um dos modelos de resposta mais rápida para a acomodação de novos empreendimentos inovadores. Resumindo, as incubadoras existem para oferecer suporte à consolidação de novas empresas, trabalhando em prol do desenvolvimento sustentável, criação de empregos e fortalecimento do desenvolvimento do mercado local.

A incubação oferece condições para reuniões e trabalhos conjuntos com outros empreendedores, oferece espaço de trabalho, oferece mentoria para a criação de startups, promove oportunidades de networking, organiza concursos de planos de negócios, oportuniza programas de aceleração, providencia financiamentos. (LAI, 2015; DIEZ-VIAL, 2015; LASRADO ET AL, 2015; INBIA, 2015; ROING-TIERNO, 2015; RUBIN, 2015; SOETANTO, 2015; STOKAN, 2015; TOLA, 2015; FERNANDES, 2015; MAS-VERDU, 2015; CAIAZZA, 2014; EBBERS, 2014; WALSH, 2014; VILLASALERO, 2014).

3.4 PARQUES CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS

A definição do termo abrange parques científicos e tecnológicos, bem como as organizações que não têm localização física única e concentram-se na gestão de uma rede de serviços de apoio às empresas. Especificamente, os parques são estruturas complexas que realizam um conjunto de atividades para o crescimento das empresas baseadas no conhecimento dentro de uma área geográfica limitada em torno de uma universidade ou instituições públicas de pesquisa criadas através de acordos formais entre as organizações de investigação. Parques tecnológicos são limitados em certas áreas geográficas, mas mantêm ligações com as empresas e instituições em níveis nacionais e internacionais. Parques de ciência e tecnologia têm evoluído ao longo do tempo a partir de locais de produção industrial às áreas de desenvolvimento tecnológico, incorporando incubadoras para o desenvolvimento de negócios empresariais.

Ao mesmo tempo, as atividades tradicionais de institutos de pesquisa em parques científicos e tecnológicos têm expandido da investigação científica para abraçar a comunidade empresarial circundante.

As incubadoras que estão localizadas dentro de parques científicos e tecnológicos, a infraestrutura de apoio à atividade empresarial spin-off é geralmente fornecida por ligações com outras organizações no parque. Incluem um conjunto diversificado de patrocinadores e partes interessadas, tais como governos, agências de desenvolvimento local, universidades, incubadoras, aceleradoras e organizações sem fins lucrativos. (DIEZ-VIAL, 2015; ROING-TIERNO, 2015; SCHIAVONE, 2014; MUSSI, 2014; WANG, 2014; GAINOA, 2014).

3.5 ACELERADORAS

São estruturas montadas para favorecer o crescimento e o lançamento de iniciativas empreendedoras. Possuem propósitos definidos e contam com recursos para investimento em negócios de crescimento rápido.

A maioria das aceleradoras de empresas têm como propósito levar uma empresa ou um grupo de empresas por meio de um processo específico de avaliação e formação, durante um período previamente definido de tempo, culminando em um evento público ou dia de demonstração. Aceleradores também geralmente fazem investimentos de estágio semente em cada empresa participante em troca de equivalência patrimonial, consistindo na principal diferenciação em relação às incubadoras que não fazem esse tipo de compromisso financeiro. (KIM, 2014; MILLER E BOUND, 2011; KARIMAA, 2012; WU, 2011; BARREHAG, 2012).

4. UNIVERSIDADE: BERÇO DE NOVOS EMPREENDIMENTOS

As universidades constituem alicerce para o desenvolvimento regional e em especial para o desenvolvimento de polos tecnológicos. Esta realidade ocorre não só pela atração de empresas e respectivas cadeias de suprimento interessadas na oferta de mão de obra qualificada e em laboratórios avançados, mas, cada vez mais na multiplicação de empreendimentos de alto impacto nascidos por iniciativas do corpo universitário.

Para compreender a vocação das universidades em gerar negócios de alto impacto (especialmente spin-offs e startups), é preciso observar as etapas e fatores que compõem o processo de criação de um novo negócio. Basicamente, a criação de um negócio pode ser descrita como um processo cíclico de projetar, construir, testar e otimizar iniciado a partir de uma ideia e amparado por uma decisão de empreender (ROZENFELD ET ALL, 2006). Pode-se isolar ainda mais os termos-chaves deste conceito, apresentando de forma concisa as condições necessárias para a criação de um empreendimento: uma ideia, um processo de construção e a decisão de empreender.

4.1 UNIVERSIDADE E A GERAÇÃO DE IDEIAS

A ideia de um novo negócio é um insight individual gerado a partir da combinação de uma percepção de oportunidade de mercado (necessidade a ser atendida) com uma solução de potencial inovador (QUEIROZ, 1999). Nesta definição, a oportunidade de mercado é identificada através da habilidade de observação empática. Trata-se de observar pessoas e

organizações de forma mais profunda, em busca de sinais de stress em suas atividades que as pré-disponham a investir em uma solução. A solução de potencial inovador, por sua vez, envolve a habilidade criativa de combinar conhecimentos e experiências acumulados na resolução de um problema de forma superior e inédita.

A universidade contribui de forma substancial na capacidade de geração de soluções inovadoras através de sua vocação natural de ensino, pesquisa e extensão. O acesso a informações limítrofes do conhecimento (observação e estudo de fenômenos naturais e soluções tecnológicas) e experiências multidisciplinares amplia os constructos de cada indivíduo. Isto, aliado à sua didática de resolução de problemas complexos, promove um corpo de profissionais com elevado poder de solucionar de forma criativa os desafios técnicos envolvidos no desenvolvimento de um novo produto ou negócio.

Quanto à habilidade de identificar oportunidades, a ação da universidade é menos direta, mas igualmente pungente. Neste aspecto, as ações mais determinantes estão relacionadas ao acesso pessoal a diferentes realidades de mercado, ao incentivo à observação investigativa e ao estudo do comportamento humano e das organizações. Aqui se destacam as universidades que dedicam esforços à extensão (acesso à realidade das empresas), à integração com o ecossistema empreendedor, à pesquisa de campo e à formação multidisciplinar integrada, incluindo o comportamento humano em suas grades curriculares. (JENSEW, T., 2014).

4.2 UNIVERSIDADE E O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O desenvolvimento de um novo negócio consiste em um conjunto de atividades, por meio das quais, busca-se, a partir de necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, considerando as estratégias e condicionantes do empreendedor, chegar a um produto e um processo capaz de produzi-lo e entregá-lo ao mercado (ROZENFELD ET ALL, 2006). Estas atividades encadeadas de forma sistemática formam um modelo de Processo de Desenvolvimento de Negócios. Este modelo pode assumir diferentes configurações, mas invariavelmente define o processo de desenvolvimento do produto expandido (*core business*) e das estruturas complementares e estratégias que permitirão entregá-lo de forma competitiva no mercado (processo produtivo, cadeia de suprimentos, estrutura gerencial, estrutura comercial, entre outros) (NOVAES, 2007).

De acordo com os estudos de Slinger et al (2015), a participação da universidade no processo de construção de novos negócios pode ser entendida em etapas evolutivas.

O conceito mais tradicional de universidade é focado na capacitação para o desenvolvimento do *core business*: profissionais altamente qualificados em áreas técnicas específicas. Formam-se assim, bons técnicos, porém, empreendedores despreparados. Caracteriza o foco no domínio tecnológico.

A partir dos anos 80, o conceito de ensino empreendedor se difundiu nas universidades com o intuito de instigar o espírito empreendedor e instrumentar seu corpo docente com conhecimentos nas áreas complementares necessárias para a estruturação de um negócio. Formam-se assim, técnicos instrumentados com conhecimentos básicos para estruturação de novos empreendimentos. Caracteriza o foco no empreendedor.

O novo paradigma, definido como universidade empreendedora, engloba o ensino empreendedor e adiciona a integração do ecossistema empreendedor (incubadoras, aceleradoras, parques tecnológicos, etc.). Parte do princípio de que o empreendedor precisa dominar com excelência seu negócio principal, ter conhecimento suficiente das estruturas e processos complementares que configuram um negócio e contar com organizações, parceiros e ferramentas externas que alavanquem e promovam a excelência de seu negócio. Caracteriza o foco no apoio integrado à construção do empreendimento.

4.3 UNIVERSIDADE E A DECISÃO DE EMPREENDER

A decisão de empreender não pode ser entendida como uma etapa do processo de criação de um novo negócio. Tampouco pode ser resumida como o momento promotor do empreendimento. A decisão de empreender determina início e continuidade. Permeia todo o processo de desenvolvimento de um negócio na forma de um julgamento constante, por parte do empreendedor, de relação custo x benefício. Esta equação é essencialmente subjetiva, compondo, por meio da percepção e sensibilidade do empreendedor, valores não apenas monetários. No lado dos custos, além do investimento, podem-se incluir fatores como: riscos, incertezas, tempo e desgaste pessoal. No lado dos benefícios, além da taxa de retorno do investimento, pode-se incluir: realização pessoal, oportunidades correlatas e preservação do patrimônio já investido (CASAROTO FILHO, 2010).

Observando este conceito de forma superficial, é possível supor que um empreendimento que se realiza, manteve a relação custo x benefício até o final, configurando um negócio viável para o empreendedor. E por outro lado, um empreendimento que não se realizou teve seu fim justificado pela falta de viabilidade. Entretanto, nesta ótica, projetos de grande potencial podem ser interrompidos por desgastes e incertezas e falta de identificação

de recursos, enquanto maus projetos podem ser lançados, embora sustentados por informações equivocadas. O desenvolvimento saudável de um empreendimento, com decisões coerentes, pressupõe a visão clara do caminho a percorrer e dos resultados atingidos em cada momento. Também pressupõe o acesso às melhores oportunidades que o ecossistema empreendedor, o qual está inserido, pode dispor.

Universidades dão suporte à tomada de decisão para criação de empreendimentos de alto impacto, ao gerar e disseminar ferramentas e modelos de: gestão de desenvolvimento de negócios, planos de negócios, estudos de viabilidade, jogos de empresas, entre outros. Também ao integrar e dispor aos empreendedores o acesso aos organismos que compõem o ecossistema empreendedor.

5. PORTAL INOVATORIUM COMO INICIATIVA EMPREENDEDORA DA UFSC

A compreensão da importância de apoiar os novos empreendedores no âmbito de um ecossistema empreendedor e nas dimensões anteriormente apresentadas, que compõem a criação de um novo negócio: ideia, processo de desenvolvimento e decisão de empreender, permite à universidade o desenvolvimento de políticas, metodologias e ferramentas mais eficazes.

A Universidade Federal de Santa Catarina, apesar de não possuir em suas diretrizes formais o objetivo de se tornar uma Universidade Empreendedora, se destaca no cenário nacional com iniciativas fortemente direcionadas neste sentido. A robusta integração com os parques científicos e tecnológicos como o Parktec Alfa, o Sapiens Parque, com as principais incubadoras, como o CELTA (Centro Empresarial para a Laboração de Tecnologias Avançadas) e a ACATE (Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia), entre outros organismos, ajuda a explicar a projeção nacional do parque empresarial de alta tecnologia de Florianópolis. Outras iniciativas embrionárias já foram lançadas, como um núcleo central de apoio ao empreendedorismo e a revisão dos mecanismos de registro de propriedade intelectual. Entre estas iniciativas está o Portal Inovatorium, disponível em sua versão Beta endereço: www.inovatorium.ufsc.br.

O Portal Inovatorium busca abrigar ideias e projetos embrionários com foco em inovação, candidatos a se transformarem em negócios e empresas. Dentro desse ambiente concentram-se os esforços de concepção e planejamento detalhado do negócio, funcionando como uma plataforma para abrigar o projeto na própria universidade (por meio de uma Spin-off ou uma Startup) em incubadoras de empresas, aceleradoras, centros tecnológicos ou partir

direto para o mercado. Finalmente, atua dando permanente suporte à tomada de decisão por meio de indicadores dinâmicos e acesso a informações qualificadas.

O ambiente virtual busca prover tutoria para o desenvolvimento de negócios como ferramentas de identificação de oportunidades, elaboração de estudos de viabilidade técnica, econômico-financeira, comercial além da orientação na elaboração de projetos para atração de recursos financeiros não reembolsáveis e apoio institucional a propostas promissoras que possam evoluir para empreendimentos inovadores.

O ambiente do portal busca aumentar o nível de excelência da oferta de projetos para o ecossistema do empreendedorismo, contribuindo para elevar as chances de sucesso de empresas inovadoras.

Em resumo, os objetivos do portal podem ser sintetizados em:

- Avaliar o estado da arte para a tecnologia, produtos e processos a serem desenvolvidos;
- Estudar se há mercado para o produto, serviço ou processo proposto;
- Incrementar a capacitação gerencial e de negócios dos proponentes do projeto para, no momento da criação da empresa, as competências necessárias para a fase de formalização da empresa estejam assimiladas;
- Difundir o empreendedorismo, estimulando mais pessoas a pensarem em iniciar seus próprios negócios;
- Ampliar parcerias da UFSC com empresas públicas e privadas na busca por soluções inovadoras;
- Fortalecer as atividades de pesquisa e extensão na UFSC através do fomento às iniciativas empreendedoras;
- Apoiar os projetos de inovação vinculados à geração de empresas para industrialização e comercialização de resultados de pesquisa e/ou desenvolvimento científico e/ou tecnológico;
- Estruturar ideias em modelos de negócios para o mercado;

Portanto, o Portal Inovatorium pode ser qualificado como uma iniciativa alinhada com os princípios da universidade empreendedora. Configura-se como uma ferramenta eficaz para o desenvolvimento da UFSC neste sentido.

6. FUNCIONAMENTO DO PORTAL INOVATORIUM

Destinado a pesquisadores, professores, alunos de graduação e pós-graduação da UFSC, este novo ambiente de negócios formata ideias em projetos. Um processo de transformação, análise e levantamento de informações orientadas que irão contribuir com as chances de sucesso do futuro empreendimento.

Colaborar com o desenvolvimento da cultura empreendedora e da abertura de novos negócios é o foco do Inovatorium. Orientado por profissionais, o empreendedor pode aperfeiçoar suas potencialidades e fazer germinar o que era apenas uma ideia na cabeça.

A grande vantagem do portal é que exige poucos recursos para sua manutenção e prevê atendimento em grande escala.

O modo de operação do portal está dividido em cinco fases, como apresentado na Tabela 01.

Tabela 1 – funcionalidades do portal INOVATORIUM

GERAÇÃO EMPREENDEDORA	Instiga o desenvolvimento de ideias inovadoras, contribuindo com uma nova geração de empreendedores e o surgimento de empresas fortes no mercado.
ORIENTAÇÃO	Oferece conteúdos técnicos especialmente elaborados para orientar o desenvolvimento dos projetos, garantindo excelência nos resultados.
QUALIFICAÇÃO	Disponibiliza o Simulador de EVTEC (Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Comercial), o qual permite a realização de testes, simulações e validações das ideias.
SUPORTE	Apresenta especialistas para o suporte durante o processo de elaboração do projeto, ampliando as chances de sucesso do negócio.
SINERGIA	Permite a aproximação entre os empreendedores e o ecossistema do empreendedorismo, favorecendo a geração de parcerias e negócios.

Fonte: Autores.

Na medida em que o “dono” da ideia estuda os materiais disponibilizados no portal, descobre quais os passos ele deve seguir para dar corpo ao seu negócio. Este trabalho exige pouca dedicação da equipe de apoio da universidade e repercute em grande escala no atendimento às demandas dos empreendedores.

A estrutura do portal está em operação numa versão beta desde janeiro de 2015 e foi viabilizada pela disponibilização de recursos financeiros do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil. Já no primeiro ano foram cadastrados 45 usuários e realizadas 120

simulações. Destas, várias iniciativas acabaram encaminhadas para as incubadoras de empresas e cinco ingressaram no mercado.

Estes resultados foram obtidos nas fases de testes e ajustes, pois ainda não foi efetivada a liberação para uso pelo público.

7. CONCLUSÕES

É notório o esforço que as universidades vêm desempenhando, com o auxílio dos recursos do ecossistema empreendedor, na geração de projetos inovadores nascidos em seu meio. Também é crescente o interesse em se ampliar as fronteiras com vistas à viabilização destes negócios. Neste contexto, e entendendo a necessidade de coordenar e racionalizar seus planos e esforços, a consolidação de um grau desenvolvido de universidade empreendedora passa a ser o novo paradigma a ser perseguido por estas instituições.

O conceito de universidade empreendedora não se encerra no desenvolvimento de políticas que promovam o estímulo e apoio ao empreendedorismo interno integrado ao ecossistema empreendedor. Engloba, sobretudo, a compreensão das condições necessárias para a criação de empreendimentos: ideia, processo de construção e a decisão de empreender. E a partir desta perspectiva, coordenar os esforços internos e potencializar as interações do ecossistema empreendedor em prol do desenvolvimento de empreendimentos de alto impacto em seu meio. Isto de forma a equilibrar os propósitos de ensino, pesquisa e extensão (empreendedorismo), com a geração de riqueza que promova o crescimento sustentável.

A busca do grau de universidade empreendedora envolve interesse e esforço do corpo gestor da universidade, com o desenvolvimento de políticas, diretrizes, normas e planos de investimentos. Mas se concretiza essencialmente pela mobilização de sua comunidade em desenvolver uma postura empreendedora em todas as suas atividades. O Portal Inovatorium da UFSC ilustra os esforços concretos advindos da comunidade universitária que se somam aos movimentos avançados de sua equipe de gestão.

8. AGRADECIMENTOS

Eu, Dante Luiz Juliatto, agradeço à oportunidade da realização de estágio Pós-doutoral no período de agosto de 2015 a maio de 2016, cujo tema foi o estudo do empreendedorismo e a criação de Startups no ambiente universitário, que só foi possível pela viabilização financeira oferecida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela liberação para capacitação da Universidade Federal de Santa Catarina e pela

acolhida do Instituto de Investigação e Formação Avançada da Universidade de Évora – Portugal.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, R.; SHAH, S. Knowledge sources of entrepreneurship firm formation by academic, user and employee innovators. **Research Policy**. 43(1109-1133). 2014.
- AUDRETSCH, D.; Lehmann, E.; Paleari, S. Academic policy and entrepreneurship: a European Perspective. **J Technol Transf** (2015) 40:363–368.
- BARREHAG, L. **Accelerating success: a study of seed accelerators and their defining characteristics**. Bachelor thesis in Industrial Engineering and Management. Department of Technology Management and Economics. Chalmers University of Technology. Gothenburg, Sweden, 2012.
- BERBEGAL-MIRABENT, J.; RIBEIRO-SORIANO, D.; GARCIA, J. Can a magic recipe foster university spin-off creation? **Journal of Business Research**, 68 (2272-2278). 2015.
- CAIAZZA, R., "Benchmarking of business incubators", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 21 Iss 6 pp. 1062 – 1069, 2014.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B.H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11ª edição. São Paulo: Atlas, 2010.
- CRIBARI, G.; MIBLIORINI, P.; SERAROLS-TARRE'S, C. "To have and have not": founders' human capital and university start-up survival. **Journal of Technology Transfer** 39:567–593, 2014.
- CZARNITZKI, D.; RAMMER, C.; TOOLE, A. University spin-offs and the "performance premium". **Small Business Econ**. 43:309–326. 2014.
- DE CLEYN, S.; BRAET, J.; KLOFSTEN, M. How human capital interacts with the early development of academic spin-offs. **Int Entrep Manag J**. 11:599–621, 2015.
- DIEZ-VIAL, I.; MONTORO-SANCHEZ, A. How knowledge links with universities may foster innovation: the case of a science park. **Technovation**, 2015.
- EBBERS, J.J. Networking behavior and contracting relationships among entrepreneurs in business incubators. **Entrepreneurship: Theory and Practice**, 38 (5), 1159-1181, 2014.
- FERNÁNDEZ, M. T.; JIMÉNEZA, F. ROURAB, J. Business Incubation: innovative services in an entrepreneurship ecosystem. **The Service Industries Journal**, Vol. 35, No. 14, 783–800. 2015.
- FRYGES, H.; MULLER, B.; NIEFERT, M. Job machine, think tank, or both: what makes corporate spin-offs different? **Small Bus Econ** 43:369–391, 2014.
- FRYGES, H.; WRIGHT, M. The origin of spin-offs: a typology of corporate and academic spin-offs. **Small Bus Econ**. 43:245–259, 2014 b.
- FURLAN, A.; GRANDINETTI, R. "Spin-off performance in the start-up phase – a conceptual framework", **Journal of Small Business and Enterprise Development**, Vol. 21 Iss 3 pp. 528-544 <http://dx.doi.org/10.1108/JSBED-0055>, 2014.
- GAINOA, A.; PAMPLONA, J. Abordagem teórica dos condicionantes da formação e consolidação dos parques tecnológicos. **Production**, v. 24, n. 1, p. 177-187, 2014.
- GEM – Global Entrepreneurship Monitor, **Empreendedorismo no Brasil – Relatório executivo**, 2015.
- GUERRERO, M. URBANO, D. Academics' start-up intentions and knowledge filters: an individual perspective of the knowledge spillover theory of entrepreneurship. **Small Bus Econ** 43:57–74, 2014.
- GUERRERO, M., URBANO, D. The development of an entrepreneurial university. **Journal of Technology Transfer**, 37(1), 43–74. 2012.
- HEBLICH, S. SLAVTCHEV, V. Parent universities and the location of academic startups. **Small Bus Econ** 42:1–15, 2014.
- IACOBUCCI, D.; MICOZZI, A. How to evaluate the impact of academic spin-offs on local development: an empirical analysis of the Italian case. **J Technol Transf** 40:434–452. 2015.
- InBIA. **Business incubation**. Available at: <https://www.nbia.org/resources/business-incubation-faq>. 2015.
- JENSEW, T. A holistic person perspective in measuring entrepreneurship education impact. Social entrepreneurship education at the humanities. **The International Journal of Management Education**. 12:349-364. 2014.
- KARIMAA, J. **Open sourced seed accelerator as a facilitator of startup success case startup sauna**. Masters thesis. AALTO University School of Business, 2012.
- KARNANI, F. The university's unknown knowledge: tacit knowledge, technology transfer and university spin-offs findings from an empirical study based on the theory of knowledge. **J Technol Transf**, 38:235–250, 2013.

- KIM, I.; WAGMAN, L. Portfolio size and information disclosure: Na analysis of startup accelerators. **Journal of Corporate Finance**. 29, 520 – 534, 2014.
- KIRKWOOD, J.; DWYER, K. GRAY, B. Students' reflections on the value of an entrepreneurship education. **The International Journal of Management Education**. 12:307-316, 2014.
- KOLB, C.; WAGNER, M. Crowding in or crowding out: the link between academic entrepreneurship and entrepreneurial traits. **J Technol Transf**. 40:387–408, 2015.
- KNOCKAERTA, M.; FOO, M.; ERIKSONC, T.; COOLSD, E. Growth intentions among research scientists: A cognitive style perspective. **Technovation**. 38: 64–74. 2015
- LAI, WEN-HSIANG; LIN, CHIU-CHING. Constructing business incubation service capabilities for tenants at post-entrepreneurial phase. **Journal of Business Research**, 68 (2285-2289), 2015.
- LASRADO, V.; SIVO, S.; FORD, C.; O'NEAL, T.; GARIBAY, I. Do graduated university incubator firms benefit from their relationship with university incubators? **J Technol Transf**. 2015.
- MAS-VERDU, F.; RIBEIRO-SORIANO, D. ROING-TIERNO, N. Firm survival: The Role of incubators and business characteristics. **Journal of Business Research**. 68:793-796. 2015.
- MILLER, P., BOUND, K. **The Startup Factories: The rise of accelerator programmes to support new technology ventures**. London NESTA (SF/72), 2011.
- MUSSI, C.; ANGELONI, M.; FARACO, R. Social Networks and Knowledge Transfer in Technological Park Companies in Brazil. **J. Technol. Manag. Innov.** Volume 9, Issue 2, 172-186, 2014.
- NELSON, A. J. & MONSEN, E. Teaching technology commercialization: introduction to the special section. **Journal of Technology Transfer**, 39 (5), 774-779, 2014.
- NOVAES, A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: Estratégia, Aplicação e Avaliação**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2007.
- PREZAS, A.; SIMONYAN, K. Corporate divestitures: spin-offs versus sell-offs. **Journal of Corporate Finance**. 34:83-107. 2015.
- QUEIROZ, ALEXANDRE HERING DE. **Empatia e Inovação: Uma proposta de metodologia para concepção de novos produtos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- RASMUSSEN, E.; MOSELY, S.; WRIGHT, M. The influence of university departments on the evolution of entrepreneurial competencies in spin-off ventures. **Research Policy**. 43:92-106, 2014.
- RASMUSSEN, E.; WRIGHT, M. How can universities facilitate academic spin-offs? An entrepreneurial competency perspective. **J Technol Transf** 40:782–799, 2015.
- ROING-TIERNO, N.; ALCÁZAR, J.; RIBEIRO-NAVARETE, S. Use of infrastructures to support innovative entrepreneurship and business growth. **Journal of Business Research**, 68 (2290-2294), 2015.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.
- RUBIN, T. H. AAS, T.; STEAD, A. Knowledge flow in Technological Business Incubators: Evidence from Austrália and Israel. **Technovation**, 41 -42 (11-24). 2015.
- SIMMONS, S.; HORNSBY, J. Academic Entrepreneurship: A Stage Based Model. **Academic Entrepreneurship: Creating an Entrepreneurial Ecosystem**. 37-65, 2014.
- SCHIAVONE, F.; MELES, F.; VERDOLIVA, V.; DEL GIUDICE, M. Does location in a science park really matter for firms' intellectual capital performance? **Journal of Intellectual Capital** Vol. 15 No. 4, pp. 497-515. 2014.
- SHAH, S.; PAHNKE, E. Parting the ivory curtain: understanding how universities support a diverse set of startups. **J Technol Transf** 39:780–792, 2014.
- SHEPHERD, D.; WOODS, C. Academic Entrepreneurship: Exploring Resistive Tension. **Academic Entrepreneurship: Creating an Entrepreneurial Ecosystem**. 67-96, 2014.
- SLINGER, J.; ZANDE, T.; BRINKKEMPER, S.; STAM, E.; VARMA, V. How education, stimulation, and incubation encourage student entrepreneurship: observations from MIT, IIT, and Utrecht University. **The International Journal of Management Education**, 13 (170 – 181), 2015.
- SOETANTO, D.; GEENHUIZE, M. Getting the right balance: University networks' influence on spin-offs' attraction of funding for innovation. **Technovation** 36-37 26–38, 2015.
- STERNBERG, R. Success factors of university spin-offs: regional government support programs versus regional environment. **Technovation**. 34:137-148, 2014.
- STOKAN, E.; THOMPSON, L.; MAHU, R. Testing the differential effect of business incubators on firm growth. **Research and Practice**. 29:317-327, 2015.
- TOLA, A., CONTINI, M. From the diffusion of innovation to tech parks, business incubators as a model economic development: the case of “Sardegna Ricerche”. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*. **Science Direct**, 176, (494-503), 2015.

- VILLASALERO, M. University knowledge, open innovation and technological capital in Spanish science parks Research revealing or technology selling? **Journal of Intellectual Capital** Vol. 15, 4 (479-496), 2014.
- WALSH, J. HUANG, H. Local context academic entrepreneurship and open science. Publication secrecy and commercial activity among Japanese and US scientists. **Research Policy**. 43:245-260, 2014.
- WANG, G.; WAN, J.; ZHAO, L. Strategy map for Chinese science parks with KPIs of BSC. **Journal of Science & Technology Policy Management** Vol.5, 2(82-105), 2014.
- WU, A. Do Startup Accelerators Deliver Value? The Economics of Creating Companies, **MIT Entrepreneurship Review**, August 14th & 22nd, 2011.



Jornada de usuário para os empreendedores sociais

Diego Hernando Florez Ayala
Álvaro Guillermo Rojas Lezana

1. INTRODUÇÃO

O empreendedorismo social é um modelo que aborda desafios da sociedade, mas como qualquer empreendimento, também dependem da geração de lucro para seu sucesso e sustentabilidade a longo prazo. Para projetar um empreendimento social que seja rentável, é importante o envolvimento dos *stakeholders* chaves. Compreender o cenário em que os usuários interagem com os produtos e serviços desenvolvidos pelos empreendedores sociais, e a utilização desta ferramenta, ajuda a esclarecer a visão do projeto. Bem como, ajuda a entender o comportamento dos usuários, para poder planejar como os usuários irão interagir com o seu sistema e o que eles esperam. Ajuda a identificar as possíveis funcionalidades, ao entender as tarefas chaves. Pode-se entender que tipo de requerimentos permitiram os usuários realizar tais tarefas, e ajuda a identificar a interface, as diversas tarefas que os usuários tomarão, a fim de melhorar as propostas de valor.

Para os empreendedores, seus usuários chaves são seus clientes e consumidores. Várias metodologias, modelos de referência e ferramentas, foram concebidos para facilitar o processo de realização de pesquisas, contextualizando, e mobilizando percepções dos clientes durante várias etapas do ciclo de vida dos empreendimentos sociais. No entanto, para empreendedores sociais que estão na fase inicial, e que procuram insights de seus *stakeholders*, estas ferramentas muitas vezes são muito custosas em termos de tempo e dinheiro. Neste artigo, se apresentará a ferramenta de jornada de usuário para apoiar aos empreendedores sociais para mapear as necessidades e características de um determinado grupo de usuários. Construir uma jornada dos usuários pode servir para conhecer o comportamento dos *stakeholders* em cada fase do ciclo de vida dos empreendedores sociais, e como influenciam na rentabilidade de seus empreendimentos.

Este artigo se apresenta em quatro seções, aqui descrito, apresenta-se a introdução, a segunda seção, faz-se uma revisão da literatura relevante empreendedorismo social, processo de empreendedorismo social e práticas existentes de mapeamento de jornadas do usuário, na terceira seção, descreve-se o procedimento método proposto. Em seguida apresenta-se uma discussão e, por fim, as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EMPREENDEDORISMOS SOCIAL

O empreendedorismo social é um campo de estudo que expande o escopo da pesquisa de empreendedorismo para incluir organizações que, em geral, visam proporcionar impacto social e abordar questões sociais, bem como atingir objetivos comerciais.

O empreendedorismo social, foi pesquisado, pela primeira vez, na década de 1990 (GALASKIEWICZ, 1985; WADDOCK; e POST, 1991; SELSKÝ; e SMITH, 1994), e desde então, os autores procuram encontrar uma definição clara e de fácil compreensão, que continua até hoje: uma semelhança que é compartilhada com empreendedorismo "tradicional". Empreendedorismo Social, assim como o empreendedorismo "tradicional", tem uma maior atenção na literatura científica e outras mídias (MIAR; e NOBOA, 2006, p,122; PEREDO; e McLEAN, 2006, p. 64).

Zahra *et al.* (2008), propõe quatro principais razões pelas quais o Empreendedorismo Social emergiu na sociedade e, portanto, promoveu maior sensibilização do público:

1. Disparidade de riqueza Global;
2. Movimento de responsabilidade social corporativa;
3. Mercado, institucional e falhas do Estado;
4. Avanços tecnológicos e responsabilidade compartilhada.

Segundo Zahra (2015, p,614), alguns empreendedores focalizaram na criação de organizações ao redor de oportunidades derivadas dos problemas sociais, como pobreza, saúde, energia, educação e purificação da água, dirigindo suas ações ao impacto social mais do que aos lucros. Os empreendedores sociais, em particular, voltaram-se a vanguarda desta transformação em todo o mundo, com o lançamento de novas organizações, o que serve como uma grande variedade de necessidades sociais, melhorando, assim, a qualidade de vida e promovendo o desenvolvimento humano ao redor do mundo (ELKINGTON e HARTIGAN, 2008).

Os empreendedores sociais mensuram o sucesso através da criação de capital social, mudança social e respondendo às necessidades sociais. Em contraste ao empreendedor tradicional, que mede o desempenho e lucro – eles são para a economia, e Empreendedores Sociais são para mudança social (BORNSTEIN, 2007, p.15).

Embora existam muitas semelhanças entre o empreendedorismo "tradicional" e o Empreendedorismo Social, este último difere do anterior, porque os sistemas de missão e de medição de desempenho são completamente diferentes e influenciam o comportamento

empreendedor (AUSTIN *et al.*, 2006). Além disso, Austin *et al.* (2006, p.2) declaram que a existência de organizações com propósito social se dá quando há uma falha de mercado social, por exemplo, os mercados, muitas vezes, não atendem às necessidades sociais com os bens públicos.

Lumpkin *et al.* (2013), sugerem que ambos os empreendedores têm muito em comum, e muitos processos empresariais são os mesmos ou são ligeiramente afetados. O que os difere são: a autonomia, a competitividade agressiva e as dimensões de risco. Isso faz sentido, já que os empreendedores sociais não incidem sobre o rápido crescimento econômico, mas sim, sobre o bem-estar e a melhoria social. Isto, não quer dizer que os empreendedores sociais só criem organizações sem fins lucrativos, mas também, que sejam organizações sem fins de queda.

2.1.1 DIMENSÕES DO EMPREENDEDORISMO SOCIAL

Casson (2005, p.339) chama inovação "empreendedorismo de alto nível": o tipo de unidade que, historicamente, levou à criação de ferrovias, o nascimento da indústria química, a exploração comercial das colônias, e o surgimento da empresa multinacional multidivisional. No contexto de objetivos sociais, os empreendedores sociais são essencialmente inovadores sociais.

O que define o empreendedorismo social para além de prestadores de serviços sociais tradicionais é precisamente que eles não são tradicionais; elas são disruptivas em seus enfoques, pioneiros e empreendedores. Daí a inovação parece ser uma das dimensões importantes que definem o empreendedorismo social, muitas vezes com o objetivo de mudança sistêmica (NICHOLLS *et al.*, 2008).

Segundo Casson (2005, p.343), o empreendedor, no contexto da economia de mercado, explora oportunidades de arbitragem para comprar barato e vender caro, motivado pelo interesse em gerar lucros e ganhos de eficiência, o que irá produzir mais oportunidades de arbitragem. Nicholls *et al.* (2008), no contexto do empreendedorismo social, indica que o princípio relevante não é a arbitragem de Casson, pois sua orientação está voltada ao mercado, que envolve, de forma semelhante, a busca racionalizada por retornos financeiros.

Dentro do espectro do empreendedorismo social, esta abordagem é particularmente relevante no subgrupo de empreendimentos comumente chamados de empresas sociais, que combinam impacto social com um fluxo de renda comercial independente (NICHOLLS *et al.*, 2008).

Hoje, os empreendedores sociais bem-sucedidos não só têm que trabalhar dentro de um contexto de mercado quando procuram rendimentos do trabalho, mas também em termos de financiamento, já que se tornou um mercado cada vez mais competitivo e exigente (NICHOLLS *et al.*, 2008). Este maior grau de responsabilidade é bem-vindo, uma vez que não só incentiva as organizações a maximizar o impacto social sujeito a limitações de recursos, mas introduz um novo conjunto de problemas a considerar como tomadores de decisões. Em ambos os sentidos, o amplo princípio da orientação do mercado parece, portanto, ser outra dimensão fundamental do empreendedorismo relevante para o estudo do empreendedorismo social.

Finalmente, os empreendedores sociais também abordam as falhas do mercado “social”, nas quais as instituições estão falhando para abordar as necessidades de novos bens públicos. Este desequilíbrio “social”, muitas vezes, exige intervenções sistêmicas (NICHOLLS *et al.*, 2008). Estes três elementos – social, orientação de mercado e inovação – mapeiam um conjunto de dimensões conceituais para o campo do empreendedorismo social (NICHOLLS *et al.*, 2008) como se apresenta na figura 1.

Figura 1 – Dimensões do empreendedorismo social



Fonte: Nicholls *et al.*, (2008, p.103)

Algumas organizações estão orientadas ao social e à inovação, mas não têm uma forte orientação para o mercado, como a inovação inicial em cuidados paliativos (WEISBROD; e LINDROOTH, 2004). Outras podem ser orientadas ao mercado e social, mas, ao mesmo tempo, ser reproduções de conceitos existentes e, portanto, não inovadoras, como a replicação de entidades de microfinanciamento (WEISBROD, 2004). E outras podem ser orientadas ao mercado e inovadoras, mas não têm definido o contexto social, como projetos ambientais com

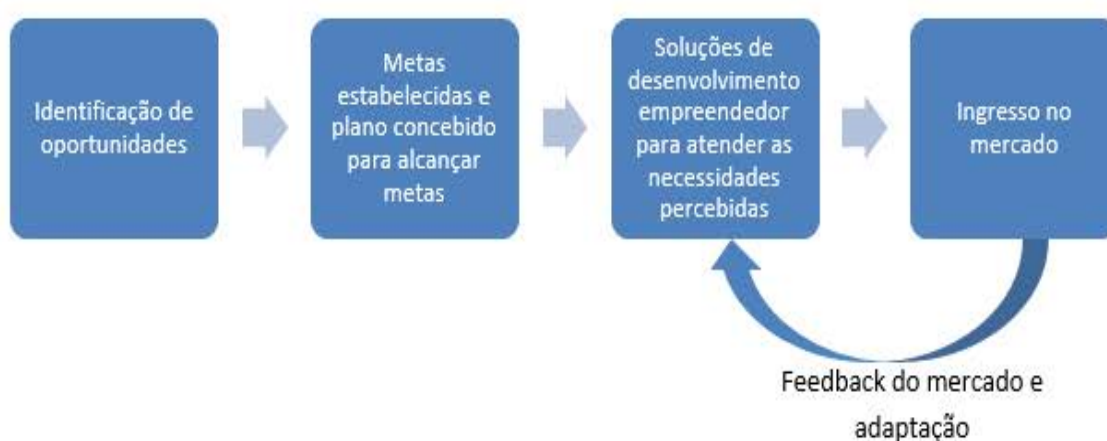
foco em energia, ou projetos destinados a melhorar o acesso a intervenções de saúde reprodutiva (CHO, 2006).

2.1.1 PROCESSO DO EMPREENDEDORISMO SOCIAL

Uma perspectiva sobre o processo empreendedor que se encaixa com as considerações em torno da contribuição potencial do design no empreendedorismo social é a abordagem de efetuação (SARASVATHY, 2001, p.205). Esta abordagem focaliza a atenção no empreendedorismo, destacando a imaginação empresarial como uma forma de lidar com a incerteza. A efetivação procura explicar as ações e a lógica que fundamentam o comportamento dos empreendedores.

Na abordagem de causação, o empreendedorismo é refletido como um processo linear, impulsionado por objetivos claros consistentes com as abordagens estratégicas planejadas. O processo apresenta como a identificação de oportunidades leva ao estabelecimento de metas e um plano para explorar a oportunidades. Em seguida, o empreendedor gera soluções para desenvolver e comercializar e, por sua vez, resulte o ingresso no mercado, permitindo feedback que leva a refinamentos adicionais do produto ou serviço (FISCHER, 2012). O processo subjacente à abordagem de causação ao empreendedorismo é apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Abordagem de causação ao empreendedorismo



Fonte: Fisher, 2012.

Fisher (2012, p.1024) resume a abordagem de efetuação do empreendedorismo como segue. Para começar, o empreendedor eficaz considera os meios que eles têm disponível, ou

seja, seus conhecimentos, habilidades, experiência e suas redes sociais. Esta possibilidade inicial localizada evoluirá para configurações mais robustas através da colaboração com outros atores que são envolvidos. Esta lógica é demonstrada através dos seguintes princípios encontrados em empreendedores eficazes:

- Alianças estratégicas: A interação com potenciais parceiros, uma vez que abrem novas possibilidades, reduzem a incerteza e criam barreiras de entrada para a concorrência.
- Exploração de Contingências: Surgem através do tempo e são vistas como oportunidades para criar valor.
- Começando com meios em oposição ao estabelecimento de metas finais: Começar com os meios descreve como os empreendedores tomam decisões importantes sobre os recursos sob seu controle.
- Perda acessível em vez de retornos esperados: Em vez de se concentrar em maximizar retornos, empreendedores eficazes definem níveis aceitáveis de perda e experimentam estratégias diferentes com seus meios limitados.

A abordagem de efetuação de empreendedor como se apresenta na figura 3, é iniciado com um exame dos meios disponíveis para um empreendedor. As questões "Quem eu sou?", "O que eu sei?", e "Quem eu conheço? Permitindo avaliar os meios disponíveis para um empreendedor, o que lhe permite considerar o que pode fazer (SARASVATHY; e DEW, 2005, p.543; FISCHER, 2012, p.1026). Através da interação com outros e o envolvimento com os *stakeholders*, o empreendedor descobre novos meios e estabelece novas metas que permitem a reavaliação de meios e possíveis cursos de ação (SARASVATHY; e DEW, 2005).

Figura 3 – Abordagem de efetuação de empreendedorismo



Fonte: (SARASVATHY e DEW, 2005, p.543)

O empreendedor como um agente de mudança que demonstra seu comportamento criativo e adaptável, encontra novos usos para os recursos existentes, lida com incertezas e molda o mercado onde trabalha. Daí pode-se considerar que a experiência do design de serviços no processo iterativo do empreendedor como uma jornada, procurando a melhora contínua de seus processos, sua oferta de valor, de novos clientes e a criação de novos produtos e serviços.

2.2 JORNADA DE USUÁRIO

O mapa de jornada de usuário oferece uma visualização vivida, porém estruturada da experiência do usuário. Os pontos de contato por meio dos quais o usuário interage com produtos ou serviços, muitas vezes são usados para construir uma “jornada” (STICKDORN *et al.* 2014). Segundo Meroni e Sangiorgi (2011, p.257) é possível traçar o percurso do cliente por meio do serviço, identificando os encontros principais, evidências e ações-chave do fornecedor de serviços. Polaine *et al.* (2013, p.16) afirmam que a jornada de usuário, é uma das melhores maneiras de identificar o contexto de mudança de interações do cliente com a empresa. Este mapa traz a compreensão do que os clientes estão sentindo, pensando e fazendo, em qualquer ponto, no tempo e espaço em que estejam interagindo com o serviço, criando um reconhecimento das mudanças (POLAINE *et al.*, 2013, MERONI *et al.*, 2011).

Segundo Christensen, *et al.* (2006), a jornada de usuário é uma ferramenta de visualização utilizado para obter insights sobre como os clientes interagem com um negócio. A jornada de usuário passou a representar uma perspectiva complementar e centrada no usuário na prestação de serviços. (HALVORSRUD, *et al.*, 2016. p.842). Apesar do uso generalizado das jornadas de usuário, poucas publicações abordaram a formalização da metodologia, além da contribuição de Koivisto (2009).

Na literatura, as abordagens existentes das jornadas de usuário, parecem bastante diversas e se concentram mais em anedotas e histórias de clientes emergentes do que em metodologia (SEGELSTRÖM, 2013). Atualmente, a jornada de usuário parece servir como uma abordagem inspiradora para promover a orientação para os usuários ou clientes, e não como uma ferramenta validada para apoiar a concepção e avaliação de serviços.

Embora não exista uma abordagem padronizada ou metodologia para o mapeamento de jornada do usuário, de acordo com Clatworthy (2011, p.18) revelou quatro características:

- a. uma execução orientada para a equipe,
- b. a natureza altamente visual não linear,

- c. o uso de pontos de contato, e
- d. uma ênfase em clientes reais e consumidores.

A natureza orientada à equipe que mapeia a jornada de usuário, juntamente com uma aproximação visual para a discussão organizada, tem quatro benefícios; em primeiro lugar, a colaboração tem o potencial para criar a dinâmica da equipe e fortalecer o compromisso mútuo para a execução do projeto. A natureza visual do mapeamento da jornada facilita a participação ativa e ouvir o grupo diversificado, onde os membros têm vários pontos fortes e fracos e preferem diferentes métodos de comunicação. Por exemplo, enquanto muitos métodos modernos de comunicação, tais como e-mail, mensagens de texto, mensagens instantâneas, dependem fortemente de comunicação escrita e verbal, criando visuais estimulados se pode orientar visualmente aos participantes para articular seus pensamentos e insights de maneiras diferentes do que por escrito ou falado (ORTBAL, *et al.*, 2016, p.250). A natureza visual do mapeamento jornada do usuário, encoraja aos participantes se concentrar em uma parte específica da história ou dar uma visão geral de toda a experiência e fornece uma sensação de maior motivação do usuário. Trabalhando com uma equipe multidisciplinar é mais provável que lançar ideias e gerar abordagens mais criativas do que um *brainstorming* com um grupo homogêneo (WANG, 2011).

Em segundo lugar, a criação de visualizações promove a criatividade e de pensamento divergente entre os participantes, estimulando um diálogo produtivo (DAHL, 2001).

Em terceiro lugar, a criação de elementos visuais, permite às equipes direcionar com a natureza não-linear das jornadas de usuários e promove o pensamento sistêmico. Algumas pesquisas enquadram este dinamismo como o componente mais importante da jornada do usuário (WANG,2011).

Por último, o produto visual permite que os observadores identifiquem de maneira rápida a visão geral do sistema de trajeto de um determinado cliente e pode ser facilmente utilizado como uma ferramenta de comunicação (ORTBAL, *et al.*, 2016, p.250).

Os clientes interagem com os usuários através de "pontos de contato", conjuntos de elementos combinados em elementos ou itens que promovem experiências de produto ou serviço num negócio, essas experiências de ponto de contato formam um caminho: a jornada do usuário (DUBBERLY; e EVENSON, 2008, p.13). A série de experiências de clientes se agrega para formar uma impressão do produto ou serviço em seu contexto - desenvolvendo uma ideia do que ela faz, o que significa e o que vale - o que o usuário acredita (DUBBERLY; e EVENSON, 2008).

A jornada de usuário combina dois instrumentos poderosos: narração e visualização. A Narração e a visualização são facetas essenciais para mapear as jornadas de usuário, porque são mecanismos eficazes para transmitir informações de uma forma memorável, concisa e que cria uma visão compartilhada (WILLIAMSON, 2016). A compreensão fragmentada é crônica dos empreendedores, onde os indicadores são atribuídos e medidos por separado, porque nunca juntam toda a experiência do ponto de vista do usuário. Esta visão compartilhada é um objetivo crítico do mapeamento da jornada de usuário, porque sem ele, o acordo sobre como melhorar a experiência do usuário nunca teria lugar (WILLIAMSON, 2016).

Segundo Williamson (2016), o mapeamento da jornada de usuário cria uma visão holística da experiência do usuário e é esse processo de reunir e visualizar dados de diferentes pontos de contato que podem atrair de outra forma desinteressados de todos os *stakeholders* e incentiva a conversação colaborativa e a mudança.

É importante incluir também o pessoal da linha de frente nesse processo. Para basear a jornada do usuário em pesquisa sólida, métodos etnográficos como observação, entrevistas contextuais ou sombreamento são usados para reunir informações detalhadas para mapear a jornada de usuário (STICKDORN; e SCHWARZENBERGER, 2016, p.272), permite que os empreendedores sociais acrescentem o escopo da pesquisa de insight do usuário, e fornecem uma compreensão profunda dos produtos ou serviços, seus pontos fortes, fracos e melhorias potenciais (STICKDORN; e SCHWARZENBERGER, 2016, p.272).

3. MÉTODOLOGIA

A metodologia a seguir baseia-se em práticas de mapeamento de jornada de usuário, adaptado de Ortbal et al., (2016, p.252) para incluir os *stakeholders* e poder considerar as limitações de empreendedores sociais. O procedimento apresentado é projetado para ser desenvolvida em equipes e apresenta-se a continuação:

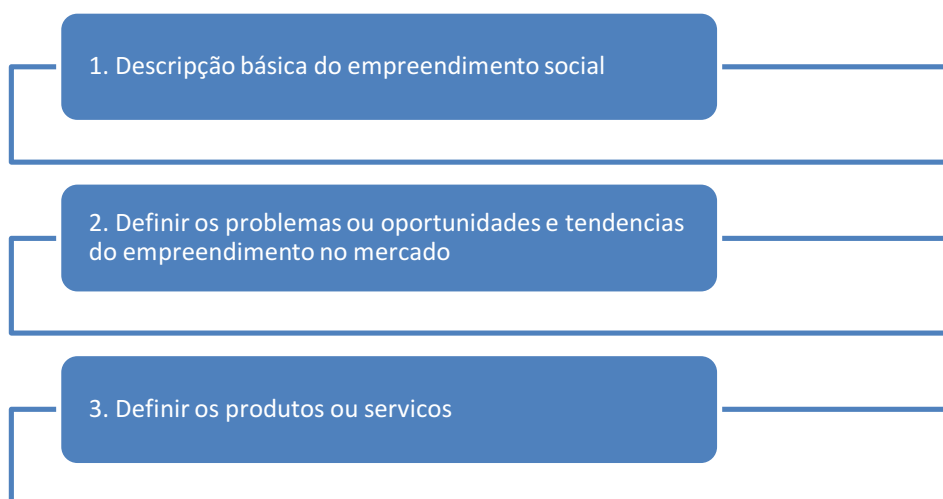
- a. Identificar os Stakeholders através do uso da ferramenta “*Personas*”;
- b. Compreender as influências que impactam os stakeholders; tomada de decisão e hábitos de compra;
- c. Definir os pontos de contato do empreendimento social com os stakeholders;
- d. Prospectar os pontos de contato chaves; e
- e. Desenvolver estratégias para mitigar riscos.

Espera-se ainda que, com uma reflexão mais profunda sobre os insights identificados, os empreendedores sociais sejam capazes de articular propostas de valor para cada segmento e *stakeholders* e identificar estratégias ou planos de ação para ingressar nesses mercados.

3.1. ESTABELECIMENTO DO PROBLEMA OU OPORTUNIDADE

A fim de poder definir o contexto da jornada de usuário, os empreendedores sociais devem delinear um breve resumo de seu empreendimento utilizando três passos, como se apresenta na figura 4.

Figura 4 – estabelecimento da linha base



Fonte: Realizado pelo autor.

3.2 IDENTIFICAR E CARACTERIZAR OS PRINCIPAIS STAKEHOLDERS

Identificar os principais *stakeholders* dos empreendedores sociais é chave para sucesso do procedimento metodológico. Através desse método “*Personas*” podemos identificar arquétipos ou personagens, concebidos a partir da síntese de comportamentos observados durante a observação de consumidores com perfis extremos. Essa síntese pessoaliza a representação das motivações, desejos, expectativas e necessidades, reunindo características significativas de um *stakeholder* mais abrangente (SILVA, 2012).

Para construir o método “*Personas*” a partir de dados, são identificadas diferentes polaridades de características dos usuários. Estas podem variar desde aspectos demográficos como sexo, faixa etária e classe social até perfis comportamentais como, por exemplo, se o indivíduo é independente com relação ao cuidado da saúde ou se depende de familiares na gestão de suas doenças. Depois de identificar todas as polaridades, compõem-se os

personagens combinando esses aspectos e usando como referência os perfis identificados em campo. Assim, cria-se um grupo de *personas* com características significativamente diferentes que representem perfis extremos de usuários do produto ou serviço analisado (SILVA, 2012).

3.3. DEFINIR OS STAKEHOLDERS CHAVES

Cada *Persona* constitui um dos *stakeholders*, é importante entender muitos detalhes geográficos, demográficos e psicológicos relevantes dos *stakeholders* chaves. No entanto, para ser uma ferramenta útil para os empreendedores sociais, os *stakeholders* devem ser definidos em termos de importância para o empreendedor (STICKDORN *et al.* 2014). Os empreendedores sociais devem avaliar o conjunto completo de *Personas* construído e selecionar os *stakeholders* chaves que estão envolvidos em seu empreendimento.

A maioria dos *Stakeholders* identificados no método *Personas* vão estar de forma independente, no entanto, é possível que duas ou mais possam se misturar. Se este for o caso, deve se lembrar que os *stakeholder* são definíveis e significativos (STICKDORN *et al.* 2014).

O benefício mais importante do mapeamento da jornada de usuário é a acionamento de insights em torno dos aspectos dinâmicos dos *stakeholders* dos empreendimentos sociais por detalhes geográficos, demográficos e psicológicos expressados através do método *Personas* construído. É essencial que os empreendedores sociais identifiquem as variáveis que influenciam as interações de seus *stakeholders* de seu empreendimento e informar suas motivações e necessidades reais e latentes.

3.4. MAPEAR A JORNADA DE USUARIO

A jornada pode ser usada em conjunto com *Personas* para explorar como cada uma se relaciona com cada momento do ciclo de vida do produto ou serviço analisado de forma a criar soluções inovadoras para diferentes pontos de contato sob a ótica de cada perfil. Uma ideia gerada para uma *Persona* e um ponto de contato específico, pode acabar sendo interessante para mais grupos de pessoas, mas só surgiu, porque a equipe focou nas necessidades de um grupo em um momento específico (SILVA, 2012).

As informações identificadas na construção do método *Personas*, são levadas na pratica nas cinco fases do método de jornada de usuário (ORTBAL *et al.*, 2016, p.254):

- a. Percepção: entender que possibilidades.
- b. Informação: Aprender.
- c. Tomada de decisão: Estabelecer critérios para a decisão de compra.

d. Compra: Realizar a compra.

e. Pós-venda: Receber treinamento e suporte quando precise.

Cada estágio da jornada de usuário é ainda dividido para incluir os seguintes componentes em cada fase (ORTBAL *et al.*, 2016, p.254):

- Metas: Estabelecer um foco e serve de parâmetro para medir o sucesso da jornada.
- Ações: Direções para os empreendimentos, evitando problemas e atuando nas oportunidades.
- Pontos de contato: Pontos onde os empreendedores e os *stakeholders* se conectam.
- Sentido: Critérios para determinar e categorizar se os pontos de contato da jornada são de problemas ou oportunidades.
- Insights: Obter uma compreensão precisa e profunda de *stakeholders*.

Os empreendedores sociais podem registrar suas descobertas em relação às fases e componentes da jornada de usuário, no seguinte formato como se apresenta na figura 5.

Figura 5 – Jornada de Usuário.

Fases	Percepção	Informação	Tomada de decisão	Compra	Pós-venda
Metas					
Ações					
Sentido					
Pontos de contato					
Insights					

Fonte: Adaptado de STICKDORN *et al.* (2016, p.272).

4. DISCUÇÃO

A atitude e os sentimentos do usuário também são ilustrados em cada ponto de contato e os aspectos físicos e emocionais são considerados durante a jornada (MOON, *et al.*, 2016, p.502). Esta métrica, não é normalmente analisada por dados quantitativos por si só, é crítico quando se trata de compreender motivações e necessidades reais dos usuários (ORTBAL *et al.*, 2016). O componente de sentido do mapa capta o estado emocional dos usuários em toda a jornada e é a chave para identificar e oportunidades e ameaças no processo.

Segundo MOON, *et al.* (2016, p.502) métodos para usar jornadas de usuário para identificar oportunidades de negócios potenciais são difíceis de encontrar; muito mais para os empreendedores sociais. Embora não sejam necessários os pontos na jornada de usuário onde os *stakeholders* entram em contato com o empreendedor, esses pontos representam momentos que poderiam ajudar um empreendimento social a ter sucesso ou prejudicá-lo. Empreendedores sociais devem prestar atenção a esses pontos para amplificar experiências positivas sempre que seja possível (ORTBAL *et al.*, 2016).

Quando um empreendedor finaliza o mapeamento da jornada de usuário, espera-se analisar os mapas com atenção nos pontos de contato; pode consistir em vários caminhos que implicam atividades diferentes porque os usuários têm maneiras diferentes de atingir metas, portanto, as diversas intenções de uso e caminhos de atividades de vários grupos de usuários devem ser consideradas (MOON, *et al.*, 2016). Esses dados podem apresentar importantes insights sobre propostas de valor, propostas do empreendimento social, estratégias de ingresso nos mercados, etc. Com escores de satisfação baixos indicando elementos de um empreendimento podem não ser válidos dentro de um determinado stakeholder. Esses dados podem ser usados para informar o desenvolvimento de um empreendimento social em diferentes fases do ciclo de vida (ORTBAL *et al.*, 2016).

Ortbal *et al.* (2016), conclui que quando um projeto é lançado, a jornada de usuário, pode ser criado usando dados previstos e usado como uma ferramenta de validação orientada pelo mercado ou modo de prever e endereçar pontos de contato antes de sair no mercado. Durante ou após a fase de lançamento, o mapeamento da jornada de usuário pode expressar a realidade de como os *stakeholders* interagem com os empreendedores sociais, indicando as oportunidades e ameaças. Isto é eficaz na melhoria dos produtos ou serviços existentes, mas na criação de produtos ou serviços inovadores, é interessante usar outros métodos além da jornada de usuário (MOON, *et al.*, 2016).

Há quatro aspectos para validar um plano de empreendimento: conceito, tecnologia, mercado e usabilidade. As informações da jornada de usuário devem fornecer aos empreendedores sociais uma visão necessária para responder às perguntas comuns sobre validação de conceito, validação de tecnologia, validação de mercado e usabilidade (ORTBAL *et al.*, 2016).

5. CONCLUSÃO

Poder explorar os métodos de design de serviço, a fim de melhorar processos, serviços, produtos e melhorar o contato com os clientes, pode ser uma oportunidade para os empreendedores sociais. Já que envolver seus empreendimentos com métodos e ferramentas do design de serviço, pode projetar novas soluções para entregar de produtos e serviços ao cliente, reduzindo custos. A Jornada de usuário são uma de estas ferramentas e métodos, que demonstra a forma que os usuários interagem atualmente com os produtos e serviços e demonstra a forma que os usuários podem interagir com determinado produto e serviços.

Williamson (2016), acerta que a jornada de usuário cria uma visão holística da experiência do usuário e é esse processo de reunir e visualizar dados de diferentes pontos de contato que podem atrair de outra forma desinteressados de todos os *stakeholders* e incentiva a conversação colaborativa e a mudança. Esta ferramenta para os empreendedores sociais pode mostrar o status atual do empreendimento, destacando quais pontos e problemas que uma solução futura irá resolver. Além, se é para mostrar um resultado futuro, então apresenta caminhos de como um cenário ideal deve ser, destacando os benefícios para o usuário e o empreendimento.

A jornada de usuário é um método adaptável a qualquer tipo de negócio, porém, pode ser usado como um método de fácil acesso (em tempo e dinheiro) para os empreendedores sociais.

O método de jornada de usuário é uma ferramenta de fácil acesso para os empreendedores sociais, ajudando a identificar pontos de contato dos *stakeholders* e assim poder melhorar seus produtos ou serviços. Pode-se identificar que o potencial do método já que toma em contar o usuário; identifica os pontos de contato com ele, e gera ações chaves para o sucesso dos empreendedores sociais. O método ajuda a conhecer o comportamento dos usuários na fase inicial dos empreendedores sociais, e pode ajudar a influenciar nas decisões estratégicas e financeiras de seus empreendimentos.

REFERENCIAS

- AUSTIN, J., STEVENSON, H., & WEI-SKILLERN, J. **Social and commercial entrepreneurship: same, different, or both?**. *Entrepreneurship theory and practice*, 30(1), 1-22. 2006.
- BORNSTEIN, D. **How to change the world: Social entrepreneurs and the power of new ideas**. Oxford University Press. 2007.
- CASSON, M. **Entrepreneurship and the theory of the firm**. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 58(2), 327-348. 2005.
- CHO, A. H. **Politics, values and social entrepreneurship: A critical appraisal**. In *Social entrepreneurship*. Palgrave Macmillan UK. pp. 34-56, 2006.
- CHRISTENSEN, C. M., BAUMANN, H., RUGGLES, R., SADTLER, T. M. **Disruptive innovation for social change**. *harvard business review*, 84(12), 94. 2006.
- CLATWORTHY, S. **service innovation through touch-points: development of an innovation toolkit for the first stages of new service development**. *international journal of design*, 5(2). 2011.
- DAHL, D. W., CHATTOPADHYAY, A., GORN, G. J. **The importance of visualisation in concept design**. *design studies*, 22(1), 5-26. 2001
- DUBBERLY, H., & EVENSON, S. On modeling The experience cycle. *interactions*, 15(3), 11-15, 2008.
- ELKINGTON, J., & HARTIGAN, P. **Creating Successful Business Models. The Power of Unreasonable People: How Social Entrepreneurs Create Markets that Change the World**, 29-54, 2008.
- FISHER, G. **Effectuation, causation, and bricolage: a behavioral comparison of emerging theories in entrepreneurship research**. *Entrepreneurship theory and practice*, 36(5), 1019-1051. 2012.
- HALVORSRUD, R., HALVORSRUD, R., KVALE, K., KVALE, K., FØLSTAD, A., & FØLSTAD, A. **Improving service quality through customer journey analysis**. *Journal of Service Theory and Practice*, 26(6), 840-867, 2016.
- HINSHAW, M. **Customer journey mapping: 10 tips for beginners**. 2012
- KOIVISTO, M. **Frameworks for structuring services and customer experiences. Designing services with innovative methods**. University of Art and Design, Helsinki, Helsinki 136-149.2009.
- LORD, J. **A quick guide to customer journey mapping**. *the bigdoor blog*, 1. 2013
- LUMPKIN, G. T., MOSS, T. W., GRAS, D. M., KATO, S., & AMEZCUA, A. S. **Entrepreneurial processes in social contexts: how are they different, if at all?**. *Small Business Economics*, 40(3), 761-783. 2013.
- MAIR, J., & NOBOA, E. **Social entrepreneurship: How intentions to create a social venture are formed**. In *Social entrepreneurship*. Palgrave Macmillan UK. pp. 121-135, 2006.
- MERONI, A., & SANGIORGI, D. **Design for services**. Gower Publishing, Ltd.. 2011.
- MOON, H., HAN, S. H., CHUN, J., & HONG, S. W. **A Design Process for a Customer Journey Map: A Case Study on Mobile Services**. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*. 2016
- NICHOLLS, A., & CHO, A. H. **Social entrepreneurship: The structuration of a field. Social entrepreneurship: New models of sustainable social change**. Oxford University Press, Oxford, pp. 99-118, 2006.
- ORTBAL, K., FRAZZETTE, N., MEHTA, K. **Stakeholder journey mapping: an educational tool for social entrepreneurs**. *procedia engineering*, 159, 249-258. 2016.
- PEREDO, A. M., & MCLEAN, M. **Social entrepreneurship: A critical review of the concept**. *Journal of world business*, 41(1), 56-65, 2006.
- POLAINE, A., LØVLIE, L., & REASON, B. **Service design. From Implementation to Practice**. New York: Reosenfeld Media. 2013.
- SARASVATHY, S. D. **Causation and effectuation: Toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency**. *Academy of management Review*, 26(2), 243-263, 2001.
- SARASVATHY, S. D. **Entrepreneurship as a science of the artificial**. *Journal of Economic Psychology*, 24(2), 203-220, 2003.
- SARASVATHY, S.D. & DEW, N. **New market creation as transformation**. *Journal of Evolutionary Economics*, 15(5), 533-565, 2005.
- SEGELSTRÖM, F. **Stakeholder Engagement for Service Design: How service designers identify and communicate insights**. Linköping, Sweden, Linköping University. 2013
- SILVA, M. J. V., SILVA FILHO, Y. V., ADLER, I. K., LUCENA, B. F., RUSSO, B. **Design thinking: inovação em negócios**. rio de janeiro: mjv. 2012.
- STICKDORN, M., & SCHWARZENBERGER, K. **Service design in tourism**. *Entrepreneurship und Tourismus: Unternehmerisches Denken und Erfolgskonzepte aus der Praxis*, 2261. 2016.
- STICKDORN, M., SCHNEIDER, J., ANDREWS, K., & LAWRENCE, A. **This is service design thinking: Basics, tools, cases**. Hoboken, NJ: Wiley. 2014.

WANG, H. C., FUSSELL, S. R., & COSLEY, D. **from diversity to creativity: stimulating group brainstorming with cultural differences and conversationally retrieved pictures**. In *proceedings of the acm 2011 conference on computer supported cooperative work* (pp. 265-274).2011.

WEISBROD, B., & LINDROOTH, R. **Do Nonprofit and For-profit Organizations Respond Differently to Incentives? Behavior in the Mixed Hospice Industry**. Working Paper 05–13, Institute for Policy Research, Northwestern University. 2004.

WILLIAMSON, K. **When and How to Create Customer Journey Maps**. Nielsen Norman Group. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/customer-journey-mapping/>>. Acesso 20 de Novembro, 2016.

ZAHRA, S. A., & WRIGHT, M. **Understanding the social role of entrepreneurship**. *Journal of Management Studies*. pp. 610-629, 2015.



A Inteligência Estratégica nas IES: Um Modelo de Gestão

Tania Regina Schoeninger Rauen

Álvaro Guillermo Rojas Lezana

1. INTRODUÇÃO

A importância que a gestão das Instituições de Ensino Superior adquire no atual cenário econômico, em que a sociedade do conhecimento impõe uma dinâmica acelerada de obsolescência aos mercados globais e a obtenção incessante de vantagens competitivas, vem delineando-se na medida em que se observa a mobilização de diversos representantes de órgãos de governo, setoriais e empresariais que buscam respostas para equacionar a necessidade de avançar no processo (TAYLOR, 2011). Nesse contexto, acadêmicos e gestores ressaltam a relevância que adquire a gestão organizacional, que pode ser considerada como um meio para realizar ações, e compreendida como processo que constitui a organização, que vai possibilitar a interação e a colaboração entre os diversos agentes envolvidos com a gestão. Além disso, da experiência como gestora também surgiram muitos questionamentos ligados aos aspectos de gestão das IES como: falta de posicionamento mercadológico; dificuldades em ocupar todas as vagas oferecidas pelo vestibular; falta de relacionamento com os alunos e fidelização deles; falta de medição de desempenho com critérios mais objetivos; falta de perspectivas claras de futuro; distância do mercado empregador; distância da comunidade em que está inserida; falta de pesquisa relevante e insatisfação interna, dentre outros (TAYLOR, 2011). Pensando nessas questões, é que se procura estudar formas para melhorar a gestão das Instituições de Ensino Superior como um meio de organizar os problemas que os gestores enfrentam.

Tendo em vista a importância deste contexto, o objetivo desta pesquisa é identificar os elementos necessários para desenvolver uma Plataforma de Inteligência Estratégica para Suporte à Gestão de Instituições de Ensino Superior.

Através da realização de pesquisas em bases de dados do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a partir da qual se obteve inúmeros trabalhos que auxiliaram a entender o estado da arte envolvendo os temas. Observou-se que existe uma carência de pesquisas tanto teóricas quanto empíricas quando os dois temas são sobrepostos, evidenciando que há uma lacuna de conhecimento a ser preenchida em relação à Gestão nas IES, Inteligência Estratégica e plataformas Web. Além disso, também foi elaborado e enviado a gestores de 14 universidades brasileiras, um questionário (contendo uma lista de elementos considerados pertinentes para a plataforma de acordo com os pesquisadores).

Esta pesquisa demonstra sua relevância ao buscar, em primeiro lugar, sob a perspectiva teórica, contribuir para o conhecimento no campo dos estudos organizacionais, trazendo à luz conceitos oriundos de uma abordagem não usualmente tratada na área, sobretudo na Engenharia de Produção, especificamente na área de engenharia organizacional em que se encontra a gestão (ABEPRO, 2012). Em segundo lugar, trata-se de enfrentar o desafio de propor um modelo que auxilie a identificar práticas de inteligência estratégica que possam contribuir para a ampliação da capacidade

de mudanças no contexto da gestão de IES. Analisando essas questões e vendo as lacunas que existem na gestão das IES, suas origens, conceitos e perspectivas, tendo em vista os estudos sobre inteligência estratégica, em que se pode criar estruturas ágeis, dinâmicas, que facilitem a comunicação, a coordenação e o processo de decisão, torna-se importante repensar o modelo de universidade, o seu planejamento em gestão estratégica, a formação de pessoas produtivas (gestores), melhores práticas na gestão administrativa e acadêmica

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Aqui são apresentados os temas identificados na literatura para auxiliar na busca do objetivo proposto, explorando os conceitos relacionados ao objeto de estudo e os temas que envolvem o contexto em que se insere esse artigo que é a gestão nas IES, os conceitos e perspectivas. Em seguida é apresentada a abordagem teórica sobre inteligência estratégica e plataformas. Foi realizado um estudo bibliométrico nas bases de dados, utilizando-se os seguintes eixos teóricos: plataforma de inteligência estratégica e gestão de instituições de ensino superior IES.

2.1A GESTÃO DAS IES NO BRASIL

A nova visão de gestão tem que estar focalizada nas mudanças que acontecem a todo o instante, buscando uma primazia para a capacitação e a formação de todos os envolvidos. Cabe assim ao gestores estar atento para que a inserção dessas transformações venha a fazer com que a instituição abrace a causa e torne-se meio participativo de colaboração para a adesão de uma gestão em que se envolvam todos os segmentos da própria instituição.

Não há como negar o contexto atual das Instituições de Ensino Superior, marcado por mudanças de caráter político, social e cultural, presentes devido à globalização, que vem mudando a rotina da sociedade contemporânea.

Esses interesses devem estar interligados com a sociedade em geral, para que a implementação destes venha a fortalecer os parâmetros do trabalho com a qualidade que se almeja em toda IES, de forma a colocá-la no contexto social e econômico, visando assim a atingir seus objetivos, suas metas, sendo competitivo. (SILVA, 2009, p.14).

De acordo com Godoy, Rosa, Barbosa (2008, p. 4), para ser competitivo é necessário ser diferenciado, é quebrar paradigmas, trazer inovações e qualidade, é pensar antecipadamente. E o que ocorre é que, algumas IES esperam as mudanças acontecerem para depois se posicionarem e propor soluções como meros espectadores. Tais instituições estão fadadas ao fracasso se adotarem essa postura frente ao mercado.

Além disso, ao antecipar essas mudanças, as IES passam a ter autonomia na sua gestão, estando preparadas para as transições que ocorrem todos os dias, sendo convencionadas para o aprimoramento e a execução de suas metas e de seus objetivos.

Dessa forma,

[...] numa IES o indicador de desempenho do gestor é o item de qualidade do subordinado, quanto ao relacionamento entre processos em que o indicador de desempenho pode ser o item de qualidade de um processo anterior. A definição do que medir na instituição deve estar relacionada aos fatores críticos que afetam o comportamento e a própria sobrevivência da IES. As métricas são estabelecidas na forma de macroindicadores, que correspondem ao nível estratégico e que efetivamente mensuram os resultados globais da instituição de ensino, possibilitando obter como resultados: monitoração da IES em todos os seus níveis e a visualização pelos executores, ao longo da cadeia, de seu impacto de trabalho (KOBS; REIS, 2008, p. 14).

A partir dessas considerações sobre o desempenho do gestor no papel de uma gestão de qualidade, têm-se novas exigências para que a gestão seja fator preponderante na busca de melhorias na qualidade do trabalho oferecido e apresentado, deparando-se muitas vezes com barreiras que fazem repensar o papel do gestor perante a IES.

[...] porém essa “nova gestão” [...], dinâmica e integradora distingue-se absolutamente da administração tradicional [...]. Essa integração deverá refletir mudanças efetivas de conceitos, hábitos e práticas de gestão nos diversos níveis, da reitoria à sala de aula (MARCOMIN; SILVA, 2009, p. 6).

Entende-se aqui que essa gestão deve vir com vistas a beneficiar um todo, vindo a fazer com que a contribuição venha a centralizar a melhoria da qualidade da IES, tendo o reconhecimento, a autonomia, para que a organização se enquadre no sistema, estendendo assim para a eficácia, para a mudança, para o crescimento constante, pois “a preocupação em fortalecer a gestão [...] tende a ser ao mesmo plano que a gestão estratégica. O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) é compreendido como estratégico e via de fortalecimento” (MOROSINI; FRANCO, 2006, p. 62).

2.2 INTELIGÊNCIA ESTRATÉGICA (IE)

A Inteligência Estratégica pode ser definida como o uso conhecimento estratégico no processo de tomada de decisão quanto à formulação ou redefinição de estratégias adotadas por uma organização (MIRANDA, 1999). A Inteligência está baseada na economia de forças e

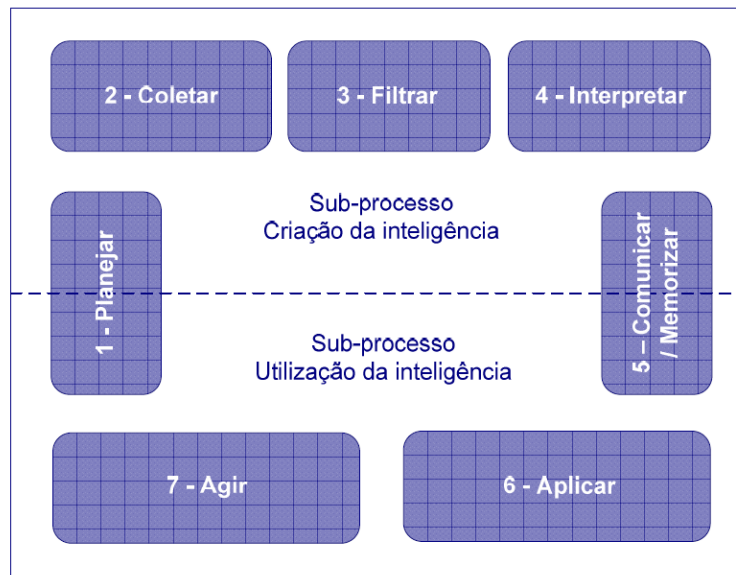
liberdade de ação, ou seja, deve objetivar o uso e o rendimento dos recursos disponíveis e diversificar alternativas, possibilidades de iniciativa e antecipação. Consiste em relacionar o monitoramento do ambiente com as características e objetivos da organização, isto é, deve considerar a estruturação dos processos de inteligência a partir das estratégias da empresa e do que se encontra na essência da estratégia. Não se trata, então, apenas do monitoramento da concorrência e dos clientes, mas também de outros atores e ambientes que podem interferir nos resultados da organização (LACKMAN; SABAN; LANASA, 2000).

A implantação dessa prática nas organizações afeta a cultura existente; consequentemente, a implicação dos líderes é fundamental. Na França, a inteligência estratégica é uma prática que passa a ser conhecida e reconhecida, mas ainda não é bem entendida. Há uma ação forte e coordenada dos diferentes níveis políticos em parceria com os representantes das empresas em torno dos conceitos de segurança econômica e de inteligência territorial (JUILLET, 2007).

Segundo Juillet (2007), a inteligência estratégica é uma “Ação Coordenada”, num processo consciente, pensado e organizado para aproveitar as informações disponíveis. Com efeito, o objetivo da Inteligência Estratégica é a ação: apoiando-se sobre as informações transmitidas pelo processo, a empresa tem de tomar decisões para reagir às mudanças contínuas que acontecem. A autora também descreve o ciclo da inteligência estratégica em sete etapas (Figura 1), o qual foi desenvolvido por serviços de inteligência governamentais.

Esse conceito fundamental da Inteligência permite estruturar um percurso de inteligência estratégica (JUILLET, 2007).

Figura 1 - O ciclo da Inteligência em sete etapas



Fonte: JUILLET, 2007.

1 – Planejar

Essa fase define as necessidades informacionais da organização. Os objetivos podem ser *ad-hoc* (um projeto, um tema particular prioritário), mas a empresa /o serviço público tem de definir temas que necessitam uma atenção. No caso de objetivos *ad-hoc* será muito importante definir as perguntas a serem resolvidas.

2 – Coletar

A coleta de informação é feita a partir de várias fontes que podem ser formais (internet, base de dados, patentes, normas, etc.) ou informais (rede de contatos, discussões com parceiros, fornecedores, clientes, concorrentes, etc.).

3 – Filtrar

O processo pode captar muitas informações, e um primeiro filtro tem de ser aplicado para livrar-se do ruído.

4 – Interpretar

Essa etapa de análise é o momento importante para trocar com outros funcionários da empresa. A organização também pode contatar especialistas externos no assunto.

5 – Comunicar e memorizar

Difusão das informações analisadas, estruturadas, com valor agregado à boa pessoa, ao bom tempo. Cada informação tem de ser estocada numa forma que permite facilmente achá-la e usá-la.

6 – Aplicar / Tomar decisões

A Inteligência Estratégica apoia a tomada de decisões e permite ter menos dúvidas no momento de decidir.

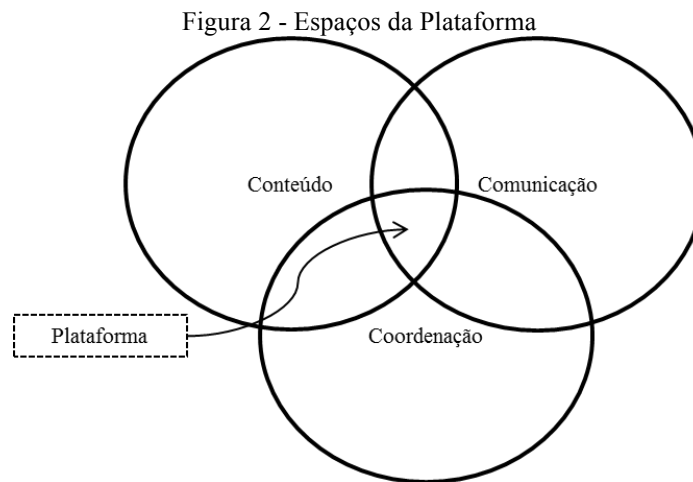
7 - Agir

Última etapa do ciclo: pôr em prática as decisões e monitorar os resultados obtidos.

Esse ciclo vai gerar outras perguntas que vão alimentá-lo. O objetivo é que ele seja continuamente alimentado por todas as partes da empresa, cada uma fazendo seu próprio ciclo de inteligência (JUILLET, 2007).

2.3 PLATAFORMAS

Por plataforma, entende-se um ambiente similar a um portal *web*, em que o usuário habilitado tem acesso a uma série de recursos viabilizadores da prática de inteligência, disponibilizando diversos textos, *slides*, vídeos, tutoriais, aplicativos, *cases*, etc., possibilitando a cada indivíduo, grupo ou organização, de exercer com mais segurança esses novos desafios. (FREITAS; JANISSEK-MUNIZ, 2006). Todo o material disponibilizado prezarà pela facilidade de uso, pela simplicidade de construção e de compreensão, pela efetiva contribuição que ele terá, seja em processo, seja em resultado, com relação à busca, tratamento e difusão da informação pela qual se possa desenvolver a capacidade gerencial de produzir um ambiente capaz de mostrar aos gestores os dados necessários para apoiar a sua decisão e tornar seu trabalho mais eficaz na hora de possíveis imprevistos (FREITAS; JANISSEK-MUNIZ, 2006). A Figura 2 exemplifica como uma plataforma está inserida em três grandes espaços : conteúdo, que são as informações que a abastecem; comunicação, que é a forma como a informação é disponibilizada, e coordenação, que é como os usuários interagem. A intersecção de todos os espaços constitui a plataforma.



Fonte: Adaptado de Detlor, 2000.

Ao funcionar como um portal *web* (estar disponível via *web* aos usuários), as plataformas de gestão têm gerado um interesse crescente entre os gestores, justamente devido à capacidade de alinhar tecnologia e conhecimento para melhorar o fluxo e o intercâmbio de informações em toda a empresa. A função principal de uma plataforma de gestão é fornecer um diretório transparente de informações já disponíveis em outros lugares, e não agir como uma fonte separada de informação em si, fornecendo informação, serviços e aplicações construídas em cima de uma vasta gama de recursos e informação (DETLOR, 2000).

Uma plataforma é um ponto de acesso a recursos (*e-mail*, calendários, fluxo de trabalho e gerenciamento de projetos de *software*, aplicativos de relatórios), com foco e orientada para os processos de negócio. É capaz de processar e colaborar com a tomada de decisão, e não só conectar os tomadores de decisão, a fim de alcançar os objetivos do negócio (DIAS, 2001; BENBYA; PASSIANTE; AISSA BELBALY, 2004).

Pode-se destacar também as plataformas de ensino, que são ambientes onde um grande número de recursos é disponibilizado para a gestão de conteúdos e alunos.

3. MÉTODO

3.1 Bibliometria

Para o desenvolvimento do artigo foi realizado a análise de resultados obtidos a partir de uma bibliometria nas seguintes bases de dados da CAPES:

- *Web of Knowledge*: um índice multidisciplinar com a maioria dos periódicos citados em suas respectivas áreas, com mais de 9.000 periódicos indexados;
- *Scopus*: um banco de dados de resumos, citações de literatura científica e de fontes de informação na Internet com mais de 15.000 revistas;
- *Science Direct*: banco de dados científicos, artigos de periódicos e capítulos de livros de mais de 2.500 periódicos e quase 20 mil livros.

As três bases de dados foram selecionadas com base nos seguintes critérios: conter publicações de periódicos científicos que utilizam os critérios formais de avaliação por pares; utilizar critérios de avaliação da qualidade da produção intelectual acadêmica e indicadores de impacto das publicações na comunidade científica conforme o número de citações (Qualis Capes, *Journal Citation Reports – JCR*, ou *Scimago Journal & Country Rank – SJR*); acesso livre a artigos científicos com textos completos e possibilidade de exportação de metadados para o *software* Endnote®, usado para tratamento, manipulação, contagem de metadados e leitura das publicações. O uso das combinações foram: *(strategic* intelligence) AND (Institute* of higher education), (college) AND (management support system) OR (management system,)* *(strategic* intelligence) AND (Institute* of higher education) OR (college) AND (management support system)*. A leitura das publicações foi orientada pela categorização por meio da identificação de objetivos, problema, justificativa, principais conceitos, metodologia, principais resultados e recomendações para pesquisas futuras. Também é necessária nessa etapa, a consideração de aspectos subjetivos, tais como a capacidade de análise do pesquisador pela experiência e sua interpretação do conteúdo apreendido na pesquisa bibliográfica (MAANEN, 1979; NEVES, 1996; BARDIN, 2011).

3.2 Pesquisa de Campo

A segunda etapa da pesquisa foi a elaboração do questionário pelos pesquisadores sendo elaborado a partir da análise do referencial bibliográfico (Zanin, 2014). Segundo Gil (2007), o questionário é uma técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, e situações vivenciadas. Nesta pesquisa foram contatados 100 gestores de 14 universidades Brasileiras do estado de Santa Catarina que constituem a ACAFE (Associação Catarinense das Fundações Educacionais) (tabela 1) e que exercem cargos de reitor, vice-reitor, pró-reitores, diretores de pós-graduação, pesquisa e extensão, diretores administrativos e de desenvolvimento institucional. A coleta dos dados aconteceu em outubro de 2015 e os dados obtidos foram analisados por meio de estatística descritiva e análise de conteúdo.

As perguntas do questionário foram precedidas por uma explicação dos objetivos da pesquisa, como também por um breve resumo sobre o tema abordado. O questionário aplicado possui duas partes:

- A primeira busca identificar o perfil dos gestores e é constituída por oito questões objetivas (faixa etária, sexo, formação acadêmica, tempo na instituição, regime de trabalho).
- A segunda parte possui vinte questões de múltipla escolha e destina-se ao estudo e levantamento dos elementos necessários para a construção de uma plataforma para a adoção de práticas de inteligência estratégica para auxiliar na gestão das Instituições de Ensino Superior (IES), solicitando ao gestor uma avaliação das variáveis na Gestão e em seguida, sugerisse outras variáveis que julgasse importante.

Na segunda parte do questionário foi solicitado que cada gestor avaliasse com um peso de 1 a 5, sendo 1 “nenhuma relevância”, 2, “pouca relevância”, 3, “nem relevante e nem irrelevante”, 4, “relevante” e 5, “muita relevância”, a importância de cada elemento estar contido numa Plataforma de Inteligência Estratégica para Gestão de IES. Cada um dos 20 elementos sugeridos continha uma breve descrição do tipo de informação relacionada que estaria disponível na Plataforma. Além disso, antes de ser enviado ao grupo de gestores das universidades, o mesmo foi avaliado por um grupo de cinco gestores da UNOESC (Universidade do Oeste de Santa Catarina). A partir das observações feitas pelos cinco gestores, foram realizadas pequenas alterações. Assim, o instrumento atende aos seus objetivos, sendo validado em pré-teste.

Tabela 1: Relatório das IES do Sistema ACADE

UNOESC	Universidade do Oeste de Santa Catarina
FURB	Universidade Regional de Blumenau
UnC	Universidade do Contestado
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
UNIBAVE	Fundação Educacional Barriga Verde
FEDAVI	Fundação Educacional do Alto Vale do Itajaí
UNIDAVI	Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
UNIFEBE	Centro Universitário de Brusque
UNIPLAC	Universidade do Planalto Catarinense

UNISUL	Universidade do Sul de Santa Catarina
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí
UNIVILLE	Universidade da Região de Joinville
UNOCHAPECÓ	Universidade Comunitária da Região de Chapecó
UNIARP	Universidade Alto Vale do Rio do Peixe
USJ	Universidade de São José

Fonte: Autora

4 Resultados e Discussões

Nas análises realizadas através da bibliometria foram encontrados 9 (nove) artigos alinhados com os temas e que estão brevemente descritos na tabela 2. Os artigos encontrados nas bases sugerem melhorias nas práticas de Inteligência Estratégica (IE) trabalhando a cultura da organização orientada para a gestão de informações, alguns pontuam mais na questão de contabilidade, apoio a gestão usando sistemas de inteligência, apoiando o uso de planejamento estratégico, etc.

Segundo Casartelli (2010), os resultados da pesquisa sobre a Inteligência Estratégica podem proporcionar para as Instituições de Ensino Superior (IES) a possibilidade de se antecipar às oportunidades de mercado e de se prevenir quanto a possíveis mudanças no ambiente. Além disso, a prática de IE também auxilia o aprimoramento da percepção quanto às alterações em cenários futuros, detectando o surgimento de novas tecnologias e tendências, a fim de criar vantagem competitiva em relação a outras instituições.

Tabela 2 – Artigos selecionados nas Bases de Dados do portal Capes com relação a pesquisa

ARTIGO	ABORDAGEM
1 - Inteligência estratégica em instituições de ensino superior - Alam de Oliveira Casartelli – 2010:	Os resultados destacam a importância de trabalhar a cultura da IES na gestão de informações no sentido de uma maior eficácia no trabalho de IE, bem como a importância da gestão por indicadores para contribuir no aprimoramento desse processo;
2 - Strategic management accounting in universities: the Italian experience - Tommaso Agasisti - Michela Arnaboldi - Giovanni Azzone – 2008	O artigo apresenta uma investigação da contabilidade gerencial em quatro principais universidades italianas, que têm lutado para construir a sua estratégia em um contexto de mudança significativa.
3 - Strategic Planning In Institutions Of Higher Education: A Case Study Of Sakarya University	Entendimento participativo e transparente de gestão, o uso eficaz e eficiente dos recursos,

<p>Nermin Akyela, Tulay KorkusuzPolatb, Seher Arslankaya, 2012</p>	<p>performance baseada na avaliação e orçamento, bem como a rápida evolução experimentada na área de informática e comunicação tecnologias têm obrigado as instituições de ensino superior para preparar os seus planos estratégicos</p>
<p>4 - Reluctant partners in modernization: The National Autonomous University of Mexico and its links with industry; HERIBERTA CASTANOS-LOMNITZ, 1997</p>	<p>A questão da reforma do ensino superior no México tem sérias implicações para o futuro da nação.</p>
<p>5 - An empirical study of graduate student mobility underpinning research universities Takao Furukawa • Nobuyuki Shirakawa • Kumi Okuwada – 2013</p>	<p>A questão da mobilidade internacional dos estudantes teve um efeito profundo sobre a política no sistema de ensino superior de cada país essencialmente de tomada de decisão, no entanto, o dados estatísticos sobre este assunto são insuficientes;</p>
<p>6 - A strategic management framework of tangible and intangible assets Marco Greco *, Livio Cricelli, Michele Grimaldi, 2013</p>	<p>O artigo tem por objetivo apoiar a gestão do planejamento estratégico de investimentos em drivers de valor crítico, levando em consideração o seu impacto na competitividade vantagem e os investimentos cumulativos feitos sobre eles. Descreve-se um quadro por meio de um procedimento passo - a-passo.</p>
<p>7 - Strategic management, corporate responsibility and stakeholder management Integrating corporate responsibility principles and stakeholder approaches into mainstream strategy: a stakeholder-oriented and integrative strategic management framework - Takis Katsoulakos and Yannis Katsoulacos, 2007</p>	<p>Estabelecer um quadro de gestão estratégica que suporta a integração dos princípios e das partes interessadas de responsabilidade social corporativa se aproxima em estratégia dominante.</p>
<p>8 - Strategic Descriptive Review of the Intelligent Decision-making Support Systems Research: the 1980–2004 Period Manuel Mora1, Guisseppi Forgionne2, Jatinder N.D. Gupta3, Leonardo Garrido4, Francisco Cervantes5 and Ovsei Gelman</p>	<p>O artigo sugere um sistema inteligente para apoio à tomada de decisão inteligente.</p>
<p>9 - Using computer-mediated simulation to improve institutional decision-making Dennis P. Priska, Nancy K. Dunnb, 2002</p>	<p>O artigo examina o uso de uma simulação mediada por computador com a finalidade de ensinar administração no ensino superior e organização.</p>

Fonte: autora

O levantamento dos dados foi viabilizado por meio do questionário que foi respondido por 32% dos gestores das Instituições de Ensino Superior (IES), constantes na tabela 1. A primeira parte buscava identificar o perfil dos gestores, constituída de oito questões objetiva (faixa etária, sexo, formação acadêmica, tempo na instituição, regime de trabalho) e tem seu resultado sintetizado na Tabela 3.

Tabela 3: Perfil dos gestores:

Sexo	69% - masculino
Faixa etária	41% - entre 45 e 49 anos
Tempo de serviço na IES	31% - de 16 a 20 anos
Formação Acadêmica	50% - Mestre
Regime de trabalho	88% - 40 horas
Exerceu cargo de gestor anteriormente?	84% - Sim
Tempo na atividade de gestor	37% - menos de 2 anos

Fonte: autora

Os resultados do questionário (Tabela 4) mostram que na avaliação dos elementos da Plataforma os gestores se preocupam mais com as seguintes questões: Focos de Atuação da Instituição; Informações que impulsionam a melhoria nos cursos; Política da Instituição; Estratégias para atendimento aos alunos I (satisfação de alunos); Estratégias para atendimento aos alunos II (evasão de alunos); Avaliação dos Cursos de Graduação e Pós Graduação; Planejamento Orçamentário da Instituição (nível geral); Planejamento orçamentário da Instituição (nível específico); Captação de Recursos; Indicadores de Qualidade; Estrutura da Instituição; Atendimento à Sociedade, Inteligência Estratégica; Novos Clientes, sendo os outros elementos com percentuais abaixo de 69% (Capacitação de professores e funcionários II (qualidade de vida); Concorrentes; Publicidade; Capacitação de professores e funcionários III (cursos de capacitação)). Esses resultados mostram a preocupação com a gestão nas principais esferas de uma IES e que também podem propor novas abordagens ou formas de gestão como a sugerida, através de uma Plataforma.

Tabela 4: Avaliação dos Elementos sugeridos para a construção da plataforma

Elemento	Grau de relevância nas avaliações	Percentual de Predominância¹
Informações que impulsionam a melhoria nos cursos	5	94%
Focos de atuação da Instituição	5	91%
Estratégias para atendimento aos alunos I (satisfação de alunos)	5	88%
Política da Instituição	5	85%
Avaliação dos cursos de graduação e pós graduação	5	84%
Estratégias para atendimento aos alunos II (evasão de alunos)	5	81%
Planejamento orçamentário e captação de recursos	5	81%
Legislação da Instituição	5	78%
Capacitação de professores e funcionários I (avaliação desempenho)	5	78%
Indicadores de Qualidade	5	78%
Planejamento orçamentário da Instituição (nível geral).	5	75%
Planejamento orçamentário da Instituição (nível específico)	5	75%
Estrutura da Instituição	5	72%
Atendimento à sociedade	5	72%
Inteligência estratégica	5	69%
Novos Clientes	5	69%

Fonte: Adaptado de ZANIN, 2014.

Opções dos graus de relevância apresentados aos respondentes do questionário:

1=Nenhuma relevância

2= Pouco relevante

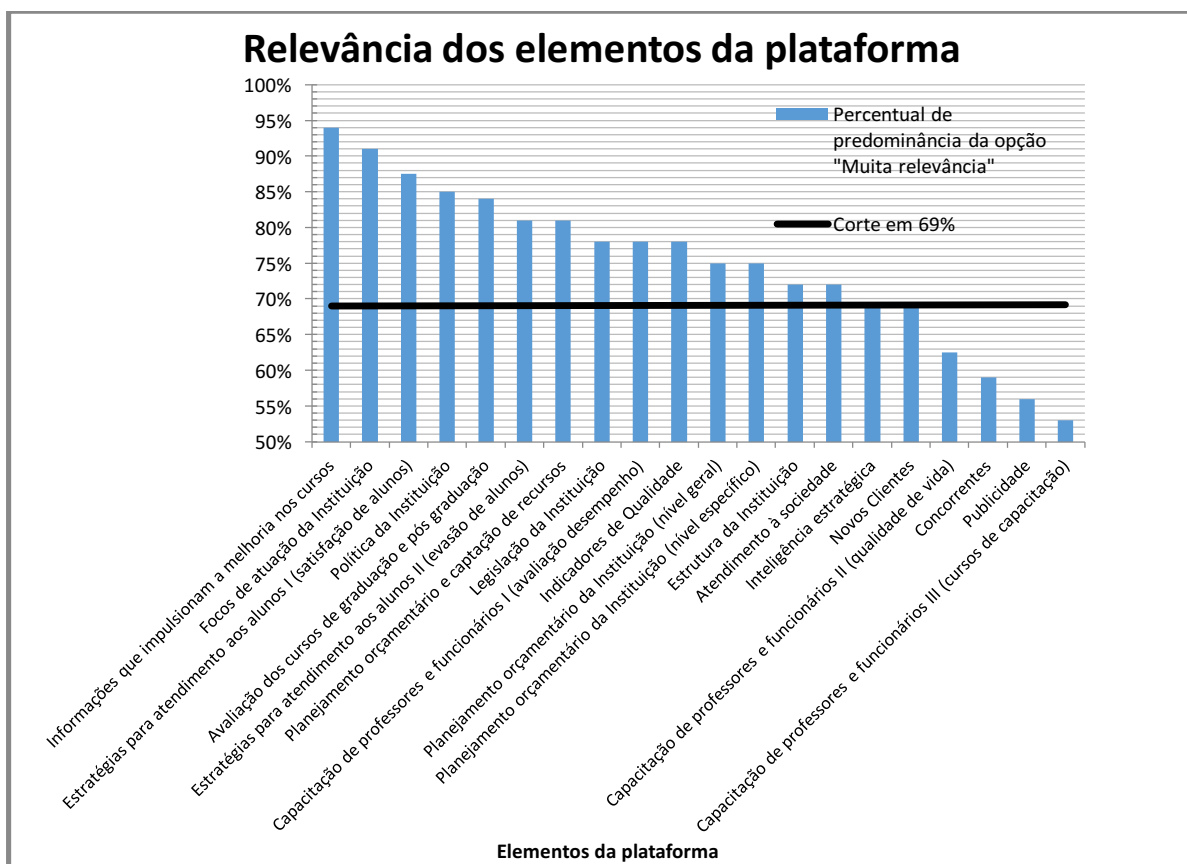
3= Nem irrelevante e nem relevante

4= Relevante

5=Muita relevância

¹ O percentual de predominância representa a proporção das respostas no grau de relevância 5 em relação ao total de respostas obtidas.

Gráfico 1: Percentual de Relevância



Fonte: Autores

5 Conclusão

A relevância desse artigo decorre da identificação das lacunas na revisão bibliográfica relacionada ao Uso de Plataformas utilizando Inteligência Estratégica para apoiar a Gestão de Instituições de Ensino Superior.

Esta pesquisa constata que, tanto as pesquisas realizadas nas bases de dados do portal CAPES, quanto o questionário aplicado aos gestores, evidenciaram a problemática enfrentada na gestão das IES atualmente e afirma que, com o uso da Inteligência Estratégica as universidades tem a possibilidade de se antecipar às oportunidades de mercado e se prevenir quanto às mudanças no seu ambiente.

Os elementos identificados são fundamentais para o desenvolvimento da plataforma que possibilitará aos gestores ter uma maior visibilidade na hora de tomar decisões importantes. Além disso, constatou-se que são diversos os elementos que um gestor deve considerar em suas decisões, sendo alguns de maior relevância que outros. Evidenciou-se através do questionário que todas as fontes de informação relacionadas nos elementos propostos no questionário obtiveram a resposta de nível máximo (cinco) (muita relevância), o que deixa explícito que a preocupação do gestor estende-se a todos os

elementos que constituem a Instituição e que existe a necessidade de melhorar sua percepção em relação a alguns aspectos que constituem a sua gestão.

Futuras pesquisas poderiam ser realizadas com intuito de analisar, de forma mais ampla, processos de IE aplicados em IES. Nesse sentido, variáveis referentes ao impacto do trabalho de Inteligência Estratégica podem ser analisadas, comparando-se com os resultados específicos de desempenho estratégico e da performance de gestão. O problema enfrentado pelas universidades brasileiras tem merecido atenção especial em relação à sua gestão. A universalização do acesso à educação superior constitui-se tema emergente, complexo e de fundamental importância para a sociedade brasileira, especialmente se considerarmos o cenário da revolução tecnológica, da globalização e das mudanças no mundo do trabalho. É comum as instituições brasileiras contarem com profissional com pouco conhecimento de gestão ou administração, no cargo de direção, onde geralmente são docentes advindos da pesquisa ou do ensino, das diversas áreas do conhecimento. (CASARTELLI, 2010). A recomendação dos autores é o desenvolvimento da plataforma a partir dos elementos identificados neste artigo para apoio aos gestores na tomada de decisões.


REFERENCIAS

- AGASISTI, T., ARNABOLDI, M., & AZZONE, G. (2008). *Higher Education: The International Journal of Higher Education and Educational Planning*, 55(1), 1-15.
- AKYELA, N., KORKUSUZPOLAT, T., & ARSLANKAY, S. (2012). Strategic Planning in Institutions of Higher Education: A Case Study of Sakarya University. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 58, 66-72.
- BENBYA, H., PASSIANTE, G., & AISSA BELBABY, N. (2004). Corporate portal: a tool for knowledge management synchronization. *International Journal of Information Management*, 24(3), 201-220.
- BARDIN, L. (2006). *Análise de conteúdo*. Lisbon: Edições 70.
- CARVALHO, M. M., & PALADINI, E. P. (2012). *Gestão da qualidade: teoria e casos*. Rio de Janeiro: Elsevier - ABEPRO.
- CASARTELLI, A., RODRIGUES, A., BITTENCOURT, H., & GARIBOTTI, V. (2010). Inteligência estratégica em instituições de ensino superior. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 15(2), 183-197.
- DETLOR, B. (2000). The corporate portal as information infrastructure: towards a framework for portal design. *International Journal of Information Management*, 20(2), 91-101.
- DIAS, C. (2001). Corporate portals: a literature review of a new concept in Information Management. *International Journal of Information Management*, 21(4), 269-287.
- FREITAS, H. & JANISSEK-MUNIZ, R. (2006). Uma proposta de plataforma para Inteligência Estratégica. *Congresso Ibero-Americano de Gestão do Conhecimento e Inteligência Competitiva*, I GeCIC. ABRAIC, Curitiba.
- FURUKAWA, T., SHIRAKAWA, N., & OKUWADA, K. (2013). An empirical study of graduate student mobility underpinning research universities. *Higher Education*, 66(1), 17-37.
- GIL, A. C. (2007). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Sao Paulo: Atlas.
- GODOY, V., ROSA, M., & BARBOSA, F. (2010). O planejamento estratégico como ferramenta para a gestão educacional no processo decisório dentro das IES. *Revista Científica Eletrônica*, 2010. Retrieved 18 October, 2015, from <http://www.facimed.edu.br/site/revista/pdfs/3ad61ed07d995e0bc6d41e412505f9f2.pdf>
- GRECO, M., CRICELLI, L., & GRIMALDI, M. (2013). A strategic management framework of tangible and intangible assets. *European Management Journal*, 31(1), 55-66.
- JUILLET, A., CLERC, P., & DOU, H. (2007). Relatório Martre "Intelligence économique et stratégie des entreprises". *Seminário Internacional Inteligência Estratégica* organized by the Câmara de Comércio França Brasil (CCFB), 2007. Retrieved 29 July, 2014, from <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/>

- KATSOULAKOS, T., & KATSOULACOS, Y. (2007). Integrating corporate responsibility principles and stakeholder approaches into mainstream strategy: a stakeholder-oriented and integrative strategic management framework. *Corporate Governance: The international journal of business in society*, 7(4), 355-369
- KOBS, F. F., & REIS, D. R. (2008). Gestão nas Instituições de Ensino Superior Privado. *Gestão - Revista Científica de Administração e Sistemas de Informação*, 10(10).
- LACKMAN, C., SABAN, K., & LANASA, J. (2000). The contribution of market intelligence to tactical and strategic business decision. *Marketing Intelligence & Planning*, 18(1), 6-8.
- MAANEN, J. V. (1979). Reclaiming qualitative methods for organizational research: a preface. *Administrative Science Quarterly*, 24(4), 520-526.
- MARCOMIN, F. E., & SILVA, A. D. V. (2009). Reflexões Acadêmicas. A sustentabilidade no ensino superior brasileiro: alguns elementos a partir da prática de educação ambiental na Universidade. *Contrapontos*, 9(2), 104-117.
- MIRANDA, R. (1999). O uso da informação na formulação de ações estratégicas pelas empresas. *Ciência da Informação*, 28(3), 286-292.
- MORA, M., FORGIONNE, G., GUPTA, J. N., GARRIDO, L., CERVANTES, F., & GELMAN, O. (2006). A strategic descriptive review of the intelligent decision-making support systems research: the 1980–2004 period. In: GUPTA, J. N. D., FORGIONNE, G. A., & MORA, M. T. (eds) (2007). *Intelligent Decision-making Support Systems: Foundations, Applications and Challenges*, Part III, 441-462. London: Springer.
- MOROSINI, M., & FRANCO, M. E. D. P. (2006). Universidades Comunitárias e sustentabilidade: desafio em tempos de globalização. *Educar*, 28, 55-70.
- NEVES, J. L. (1996). Pesquisa qualitativa - características, uso e possibilidades. *Cadernos de Pesquisa em Administração*, 1(3), 1-5.
- SILVA, R. (2009). *Balanced Scorecard – BSC Gestão do ensino superior. Gestão profissionalizada e qualidade de ensino para instituições de ensino superior privado*. Curitiba: Juruá.
- PRISKA, D. P., & DUNN, N. K. (2002) Using Computer-Mediated Simulation to Improve Institutional Decision-Making. *Internet and Higher Education*, 5(4), 353-362.
- TAYLOR, J., & VAN EVERY, E. (2011). *The situated organization: Case studies in the pragmatics of communication research*. London, New York: Routledge Editions, 2010.
- PUCCIARELLI, F.; KAPLAN, A. (2016). Competition and strategy in higher education: Managing complexity and uncertainty. *Business Horizons*, 59, 311-320.
- ZANIN, A., POLL, O. L., MOURA G. D., JUNG, C. F., & TEN CATEN C. S. (2015). Definição de painel de indicadores de desempenho para instituições comunitárias de Ensino Superior. *Gestão Universitária na América Latina*, 8, 1-27.

The background features a light blue sky with stylized dark blue smokestacks and clouds. A semi-transparent white rectangular box is centered horizontally, containing the text. Below the box, a stylized globe is visible, showing the continents of Africa and South America in a darker blue shade.

PARTE 2: Inovação



Uma revisão teórico- conceitual da abordagem de sistemas de inovação

Mauricio Uriona Maldonado

1. INTRODUÇÃO

A abordagem do sistema de inovação (SI) nasce a partir dos debates no âmbito acadêmico e político na década de 1970-1980 sobre mecanismos de análise que ajudassem a formular melhores políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação bem como a incentivar o desenvolvimento econômico a nível nacional e regional. O sistema de inovação relaciona atores públicos e privados - tais como o Estado, as Universidades e os Centros de Pesquisa com os Setores Industriais – envolvidos no processo de inovação, com o marco institucional (legislação, norma e outras ‘regras do jogo’) e com os processos de aprendizado das firmas (corrente evolucionária e neo-schumpeteriana).

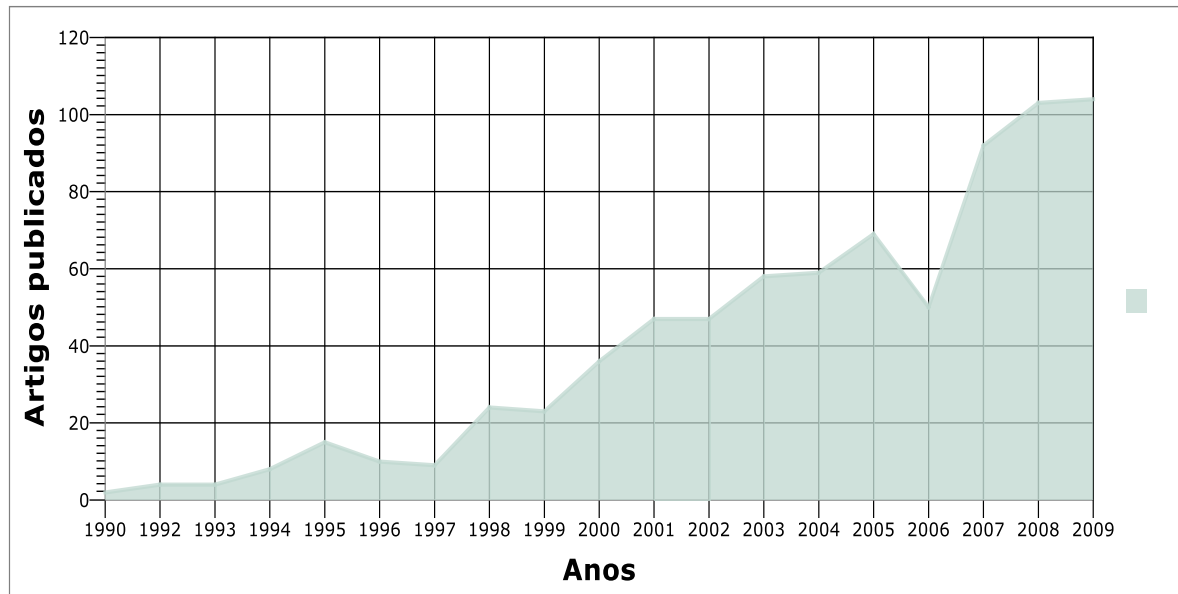
A abordagem, proposta inicialmente para o espaço geográfico nacional, e que logo fora adaptada para analisar espaços locais, setoriais, regionais e tecnológicos é atualmente utilizada por países nos cinco continentes e por organizações como a OECD, a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD), o Banco Mundial (WB) e o Fundo Monetário Internacional (IMF), para a formulação de políticas e para a análise das atividades de ciência, tecnologia e inovação.

Em decorrência, este capítulo apresenta uma revisão teórico-conceitual da abordagem de “sistemas de inovação”. O objetivo do capítulo é apresentar as bases teóricas - consolidadas e reconhecidas pela comunidade científica - que fundamentam a relevância do tema. Assim, traz inicialmente os principais conceitos relacionados com a teoria dos “sistemas de inovação” e sua aplicação; na sequência, apresentam-se as dimensões e os componentes do sistema de inovação e o capítulo finaliza com a síntese da importância bem como das limitações e desafios da abordagem na atualidade.

2. O QUE É UM SISTEMA DE INOVAÇÃO?

Após as primeiras obras publicadas a inícios da década de 1990, a pesquisa sobre a abordagem dos Sistemas de Inovação cresceu consideravelmente. A Figura 1 apresenta a evolução das publicações científicas sobre o tema dos Sistemas de Inovação, na base *Web of Science* numa amostra de 773 artigos no período 1990-2009.

Figura 1 - Crescimento do número de publicações científicas sobre Sistemas de Inovação no período 1990 – 2009



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2016.

De acordo com a Figura 1, em 2009 a quantidade anual de artigos (104) teve um crescimento superior a 100% em relação ao ano de 1990, quando se publicaram apenas dois (2) artigos sobre o tema. O crescimento das publicações científicas observado na Figura 1 são condizentes com o interesse – também crescente – sobre o tema na esfera política nos últimos trinta anos, fato comprovado pelo uso da abordagem por entidades internacionais como a OECD bem como por países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Essa explosão no número de publicações trouxe consigo um conjunto de discussões teóricas – inicialmente focadas no âmbito nacional - sobre as diversas formas de compreensão dos sistemas de inovação, relacionadas com a conceituação, suas dimensões de análise e seus elementos constituintes (componentes, relações e atributos), discussões que permanecem vigentes até a atualidade.

Com relação ao conceito do sistema de inovação, as definições clássicas postulam entendimentos relativamente diferentes, inclusive, do ponto de vista do que faz parte do sistema e o que não. Assim, para Freeman (1987) o sistema de inovação é o conjunto das redes de instituições dos setores privado e público que interagem por meio da importação, modificação e difusão de novas tecnologias (FREEMAN, 1987). Já para Lundvall, o mesmo compõe-se de todos os elementos e relações que interagem na produção, difusão e uso do conhecimento novo e economicamente útil (LUNDVALL, 1992; EDQUIST, 1997). Por outro lado, Nelson entende

que um sistema de inovação se compõe de um conjunto de instituições que na medida em que interagem, determinam o desempenho inovador do setor privado (NELSON, 1993).

Essas diferenças observadas nas definições e no escopo da compreensão dos sistemas de inovação trouxeram duas formas de conceituação, uma mais abrangente (*broad sense*) e uma mais estreita (*narrow sense*) (FAGERBERG; MOWERY; VERSPAGEN, 2009).

O sistema de inovação, no sentido estreito (*narrow sense*) corresponde à definição do R. Nelson, pois o autor leva em consideração apenas as atividades formalmente definidas como de inovação, tais como o P&D.

A perspectiva mais abrangente, considera que além das atividades formais, existem outras que também são importantes, principalmente aquelas que acontecem no nível do chão de fábrica (p.ex. *learning by doing*), os fatores da cultura da organização e aquelas que surgem como produto da interação entre consumidores, produtores e fornecedores, dentre outros. Esta segunda perspectiva é defendida por autores como Lundvall (1992) e Edquist (1997) que salientam que os agentes e instituições considerados no sentido estreito (*narrow sense*) encontram-se inseridos dentro de um contexto socioeconômico maior. Reforçando a compreensão do sistema no *broad sense*, Edquist (2005) afirma que se a “inovação” for conceituada como um conjunto de processos de difusão, absorção e uso, para que aconteçam esses processos devem existir mecanismos que vão além das relações entre as firmas e o setor público (EDQUIST, 2005).

Adicionalmente, Freeman justifica a diferenças de escopo com base nas origens dos autores e salienta que países como os Estados Unidos preocupam-se mais com os setores intensivos em ciência pois seu impacto para o crescimento econômico é maior do que em países como a Dinamarca, onde as fontes de conhecimento não estão nesses setores e sim nos processos de aprendizagem que ocorrem na interação entre produtores e consumidores (FREEMAN, 2004).

A pesar das diferenças na compreensão do SI, a grande maioria de autores concorda com que os Si apresentam certas vantagens em relação a outras abordagens:

- A inovação é o elemento chave de análise e se relaciona com os processos de aprendizagem e conhecimento, pois demonstra como o conhecimento científico e tecnológico é criado (EDQUIST, 1997; STORZ, 2008);
- Ajuda a visualizar os fluxos de conhecimento dentro e entre os atores do SI. Esses fluxos são considerados como os mais importantes dentro de um SI para gerar inovação (JENSEN *et al.*, 2007; LUNDVALL, 2007; ESCRIBANO; FOSFURI; TRIBÓ, 2009)

- A abordagem integra os sistemas acadêmico e de produção, ou seja, os SI são compostos por dois subsistemas, um que gera o conhecimento científico e tecnológico e outro que o utiliza e transforma em produto ou processo inovador (LUNDVALL, 1992; LEE, T. L.; VON TUNZELMANN, 2005; CASSIA; COLOMBELLI; PALEARI, 2009; FAGERBERG; MOWERY; VERSPAGEN, 2009);
- Pelo fato de integrar os sistemas acadêmico e de produção, o SI busca a compreensão do fenômeno da inovação desde uma abordagem holística e interdisciplinar, pois considera que ela não depende apenas de fatores econômicos e sim de fatores institucionais, organizacionais e políticos (EDQUIST, 1997);
- É dependente do passado (*path dependant*), pois o desempenho atual do sistema depende do desempenho passado, assim como o processo de gerar novo conhecimento e transformá-lo em produto (inovar) depende da base de conhecimento prévia (EDQUIST, 1997);
- A ênfase do SI é analisar a interdependência entre os componentes do sistema, oferecendo um papel central às suas instituições e organizações (EDQUIST, 1997);

Por fim, a maior vantagem da abordagem dos SI sobre outras pode se observar no seu uso, pois serve tanto como instrumento de análise – com foco mais teórico/descritivo --- quanto como ferramenta de formulação de política pública---foco mais pragmático/prescritivo (LUNDVALL, 2007).

3. DIMENSÕES DE ANÁLISE: NACIONAL, REGIONAL, SETORIAL E TECNOLÓGICA

Após a proposta inicial de focar o estudo dos sistemas de inovação no âmbito nacional, diferentes trabalhos discutiram a sua aplicabilidade para outras dimensões de análise, entre elas a regional (COOKE, PHILIP; URANGA; ETXEBARRIA, 1997), a local (BRESCHI; LISSONI, 2001), a setorial (MALERBA, 2002) e a dimensão tecnológica (CARLSSON; STANKIEWICZ, 1991).

A dimensão do sistema nacional de inovação (SNI) enfatiza a relação entre a infraestrutura e entidades de ciência, tecnologia e inovação de um país, com o setor produtivo e o marco institucional para a geração e difusão de inovações e portanto, com o desenvolvimento econômico desse país. De acordo com os autores que a desenvolveram, a dimensão mais importante de relação inovação-desenvolvimento econômico é a nacional, pois

são as legislações e o marco institucional nacional que definem o funcionamento do sistema, independentemente da região ou setor específico (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993).

Boa parte das pesquisas sobre o desempenho inovativo dos países utiliza a lógica do sistema nacional de inovação, inclusive no Brasil, com a Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) do IBGE (IBGE, 2014). A PINTEC segue as recomendações do Manual de Oslo e de outras pesquisas similares (tais como a *European Innovation Surveys*) para fazer o levantamento de um conjunto de indicadores de *input* e *output* que ajudem a mensurar a eficiência e desempenho inovativo do país¹. Alguns indicadores tradicionais para mensurar os SNI são: número de patentes², número de publicações científicas, dispêndios em atividades inovativas (P&D e outras), etc.

Na sequencia, a dimensão regional ou ‘sistema regional de inovação - SRI’ enfatiza o aspecto da proximidade geográfica dos agentes que fazem parte do sistema, além da influência do marco institucional regional (COOKE, PHILIP; URANGA; ETXEBARRIA, 1997; COOKE, P., 2002) bem como das externalidades positivas do fenômeno da aglomeração (na medida em que um região é percebida como geradora de inovações, novas firmas e outros agentes serão atraídos e mais desenvolvimento regional será gerado) (NIOSI, 2010). A proposta de SRI veio num momento no qual várias outras estavam sendo discutidas a nível acadêmico e das políticas públicas: a abordagem de clusters (PORTER, 1990), de polos científicos e tecnológicos, de regiões intensivas em conhecimento, dentre outras (NIOSI, 2010).

Além das especificidades do SRI apresentadas anteriormente (proximidade geográfica, externalidades positivas pela aglomeração, marco institucional regional) as outras características são similares às do SNI: apoiam-se no processo de aprendizagem das firmas e na importância das relações entre os agentes do sistema (públicos e privados) para a geração de inovações.

A terceira dimensão, denominada ‘sistema setorial de inovação’ (SSI) nasce à luz das configurações de alguns setores industriais, em especial os de alta tecnologia como TI, semicondutores e outros, nos quais observam-se grandes avanços tecnológicos e inovações, de certa forma, independentes do contexto geográfico. Para os autores que propuseram a dimensão

¹ O Capítulo 6 traz um exemplo de uso da PINTEC para análise das atividades inovativas.

² O Capítulo 17 apresenta uma aplicação das técnicas de prospecção tecnológica de patentes para o caso da energia eólica.

setorial, o desenvolvimento dos setores depende do conjunto das características inerentes ao próprio setor e portanto, propõem, esta deve ser a dimensão ideal para estudar certos aspectos da inovação (MALERBA, 2002).

Ainda, de acordo com os defensores da dimensão setorial, firmas do mesmo setor, em geral, têm acesso às mesmas tecnologias e às mesmas fontes de financiamento, fazendo com que a base de conhecimento seja muito similar, além de se encontrarem dentro do mesmo regime tecnológico³.

Na atualidade, há uma ampla gama de estudos sobre sistemas setoriais em diferentes regiões e países do mundo, em especial, esta dimensão têm ganhado reconhecimento pela proposição dos chamados ‘*building blocks*’ ou elementos constitutivos de um sistema setorial, são eles: a base de conhecimento similar e portanto, processos de aprendizado tecnológico similares; tecnologias similares para o desenvolvimento dos produtos; formas similares de interação entre as firmas e outras agentes do sistema; e de certa forma, uma marco institucional setorial único (legislações específicas ou fontes de financiamento para um determinado setor, por exemplo) (MALERBA, 2002).

Por fim, pode-se mencionar a dimensão tecnológica ou ‘sistema tecnológico de inovação - STI’ o qual enfatiza à tecnologia como elemento central de um sistema de inovação (CARLSSON; STANKIEWICZ, 1991). Nesta dimensão, o sistema em estudo pode-se encontrar em mais de um setor, região ou inclusive, país, na medida em que uma determinada tecnologia pode ser utilizada por diferentes setores de formas distintas, como é o caso da tecnologia de energia solar fotovoltaica que depende de diversos setores para seu desenvolvimento, tais como o da produção de silício, dos servomecanismos (para os mecanismos de controle automatizados), do setor de energia e de outros aspectos do marco institucional multi-setorial (tais como a infraestrutura e legislação sobre smart grids e microgeração).

Desde seu início, tem sido utilizada – particularmente – na análise de tecnologias de energia renovável, justamente pela visão compartilhada do ‘sistema de inovação’ sobre os agentes, interrelações, marco institucional e processos de aprendizado tecnológico (JACOBSSON; JOHNSON, 2000) além das características inerentes ao desenvolvimento de

³ O regime tecnológico foi um conceito proposto por Nelson e Winter (1982) para descrever o ambiente tecnológico no qual operam as firmas de um determinado setor. Está composto por: um nível de apropriação e de oportunidade específicos, por um grau de acumulação de conhecimento ou tecnologia e pelas características intrínsecas da base de conhecimento do setor.

tecnologias ‘embrionárias’ concorrendo com as tecnologias dominantes na atualidade (neste caso, da tecnologia de energia por fontes fósseis).

Ainda, dentro da dimensão tecnológica, alguns avanços teórico-metodológicos recentes têm incrementado a sua disseminação nos estudos das tecnologias de energia renovável. Principalmente, tem-se a proposição das denominadas ‘funções’ do sistema tecnológico de inovação, que se referem a atividades específicas que devem ser gerenciadas, ou pelo menos, acompanhadas pelos gestores de políticas públicas, para facilitar a difusão de uma determinada tecnologia (HEKKERT *et al.*, 2007; BERGEK *et al.*, 2008).

O uso das funções do sistema de inovação ou perspectiva ‘funcionalista’⁴ tem ganhado espaço considerável, como ferramenta de análise dessas tecnologias a nível mundial. Um dos aspectos mais relevantes desta perspectiva é o argumento usado pelos autores sobre a possibilidade de realizar análise dinâmicas do sistema, pois ao invés de se considerarem indicadores estáticos (como os da PINTEC, por exemplo), consideram-se processos, ou seja, fluxo de atividades entre atores, levando a uma compreensão mais precisa do sistema como um todo (HEKKERT *et al.*, 2007).

4. COMPONENTES, RELAÇÕES E ATRIBUTOS

Edquist (2005) propôs que todo sistema de inovação é composto por: componentes, relações e atributos, elementos que nomeou “os constituintes” do sistema de inovação.

Os componentes são “as partes operantes do sistema” e existem dois tipos: as organizações e as instituições. As organizações ou atores são estruturas formais com propósitos explícitos, exemplos de organizações são: as empresas, universidades, agências de fomento, etc.; já as instituições são normas, rotinas, práticas, regras ou legislação que influenciam as relações entre as organizações ou atores do sistema (CARLSSON *et al.*, 2002; EDQUIST, 2005).

As relações dentro de um sistema de inovação são os meios de união entre os componentes. Estas relações representam a dependência de cada componente sobre pelo menos outro, ou seja, as duplas de causa-efeito que aglutinam os componentes do sistema

⁴ Neste livro são apresentados dois capítulos utilizando a abordagem funcionalista: No Capítulo 7 apresenta-se uma exemplificação de como as funções do sistema podem ser utilizadas como ‘indicadores compostos’ de inovação. Já no Capítulo 15 apresenta-se uma aplicação das funções para analisar o funcionamento do sistema tecnológico de energia solar fotovoltaica no Brasil, seguindo de forma mais tradicional, o método proposto por Hekkert et al. (2007) e Bergek et al. (2008).

(CARLSSON *et al.*, 2002). Para Carlsson (2002) as relações produzem mecanismos de feedback que fazem com que o Sistema de inovação seja dinâmico e que responda às mudanças ocorridas na configuração das relações entre os componentes.

O terceiro elemento são os atributos: as propriedades dos componentes e as relações entre eles. Os atributos dependem da função ou propósito do sistema, assim, se o propósito de um Sistema de inovação for “desenvolver, difundir e utilizar as inovações” então os atributos representarão as capacidades dos atores de desenvolverem, difundirem e utilizarem as inovações (CARLSSON *et al.*, 2002; EDQUIST, 2005).

Por outro lado, as relações entre os componentes podem ser físicas, quando existem fluxos de capital e produção por exemplo, bem como não-físicas, no caso dos fluxos de informação e conhecimento. O fluxo mais importante dentro de um sistema de inovação é o fluxo de conhecimento, pois quando gerenciados de forma adequada, eles garantem a operação dos SI (OECD, 1999). Os fluxos de conhecimento se dão entre os componentes do sistema por meio das relações que os enlaçam, assim, a forma como estão estruturadas as relações entre os componentes de um SI, determina a qualidade dos seus fluxos de conhecimento, que por sua vez, determinam o desempenho do SI.

Resumindo, um SI está composto pelos componentes, as relações que existem entre os componentes e os atributos que os componentes devem ter para atingir os objetivos do SI; assim também, existem fluxos de conhecimento e informação, humanos e financeiros entre os componentes do SI e que dependem das relações entre eles.

5. LIMITAÇÕES DA ABORDAGEM DO SISTEMA DE INOVAÇÃO

5.1. Limitações de ordem teórico-conceitual

Em relação aos aspectos conceituais, Godin (2009) afirma que há uma falta de interdisciplinaridade por parte dos pesquisadores que aplicam a abordagem dos SI pois estes na sua maioria provêm da área econômica. É evidente que embora a própria abordagem reconheça uma preocupação latente sobre o foco interdisciplinar, a natureza do fenômeno da inovação – certamente um fenômeno interdisciplinar – faz com que a incursão de outras ciências como a engenharia e a gestão por exemplo se apresente como um desafio para o avanço da abordagem no futuro.

Num foco mais específico, uma segunda limitação sustenta que, embora a abordagem dos SI seja enfática em afirmar que as relações entre os componentes do sistema são as principais causas do comportamento do mesmo, não há explicações mais sofisticadas sobre

como são coordenadas essas relações quando os recursos são limitados, ou seja, os mecanismos que fazem aos componentes competirem por algum recurso limitado e os seus efeitos no desempenho global do SI (LEE, S. H.; YOO, 2007; GODIN, 2009).

Uma terceira limitação tem a ver com a natureza estática dos estudos feitos com base na abordagem dos SI, o que apresenta uma falta de estudos que demonstrem mudanças dinâmicas do sistema, ou seja, mudanças ao longo do tempo, o que dificulta a identificação de padrões de interação dinâmicos, visíveis somente em análises que oferecem um “filme” ao invés de uma “fotografia” (LEE, T.-L., 2002a; LEE, S. H.; YOO, 2007)⁵.

Ainda uma quarta limitação identificada na literatura, diz que dada a complexidade dos SI (diversidade de atores e relações) a principal ênfase dos estudos empíricos têm focado em análises estatísticas e/ou comparativas, deixando de lado estudos e análises dinâmicas que pudessem representar a evolução dos SI e suas reações a mudanças naturais e/ou produzidas pelo homem (CARLSSON *et al.*, 2002). De certa forma, a abordagem ‘funcionalista’ é a que mais tem avançado neste aspecto, ao propor uma análise dinâmica do sistema (HEKKERT *et al.*, 2007).

Em síntese, pode-se dizer que as limitações de ordem teórico surgem de problemas de integração entre os postulados e conceituações teóricas com as formas de representação práticas e com os estudos empíricos, que de forma indireta, recaem no segundo tipo de limitações.

5.2. Limitações de ordem prática

Em relação às limitações relacionadas com a utilização dos Sistemas de Inovação, o levantamento da literatura permitiu identificar que as técnicas atuais que servem para representar e modelar SI, têm enfrentado várias dificuldades para explicar crescimento e decréscimo, sinalizar tendências e identificar ciclos.

De forma ampla, Melo (2001) separa em dois grupos às técnicas relacionadas com a utilização dos SI: o primeiro grupo compreende as técnicas estatísticas e econométricas, e o segundo grupo as abordagens discursivas em geral, como as entrevistas e *surveys*.

A limitação das técnicas estatísticas e econométricas de acordo com Lyneis (2000) é que se utilizam de mensurações do passado que não necessariamente representam as condições

⁵ Nesta linha, trabalhos utilizando a simulação, tais como os modelos de *agent-based modeling (ABM)* e os modelos de dinâmica de sistemas têm se mostrado bastante úteis. O capítulo 8 apresenta uma aplicação do modelamento qualitativo de dinâmica de sistemas para o caso do setor agroalimentar de Santa Catarina.

presentes e em menor probabilidade as condições futuras. Por outro lado, os modelos estatísticos e econométricos incluem em muitos casos, variáveis de ajuste, que de forma intencional forçam os dados para que esses modelos consigam explicar a realidade.

Em relação às abordagens discursivas, existe um risco associado à facilidade com que a subjetividade, o conhecimento limitado ou inclusive uma visão de mundo estreita podem influenciar negativamente a opinião dos especialistas que estão sendo entrevistados. Como sustenta Van Raan (2003) a combinação dos elementos descritos acima com respostas influenciadas pela reputação do SI em estudo por exemplo, podem “ocultar” o estado verdadeiro desse sistema produzindo um viés tergiversado devido à falta de uma base quantitativa mais sólida, levando por sua vez ao fracasso na explicação do comportamento complexo (VAN RAAN, 2003; ATKINSON; ANDES, 2009)

Cabe salientar que o fato das ferramentas e abordagens descritas acima apresentarem dificuldades para modelar e representar SI não invalida de forma alguma a sua utilidade, restringindo apenas o seu escopo para um espaço mais específico. Por exemplo, as ferramentas estatísticas podem ajudar a agrupar dados com base em certas características que facilitem a sua análise, assim também, a opinião de especialistas é útil quando não existem dados duros sobre algum parâmetro ou comportamento ou quando estes não se encontram disponíveis.

Apela-se aqui ao juízo de saber quando e como utilizar estas ferramentas e abordagens inclusive favorecendo a junção delas para atacar problemas complexos, como no caso daqueles que os SI enfrentam comumente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O interesse sobre o tema inovação nasce a partir dos estudos sobre crescimento e desenvolvimento econômico no Séc. XVIII. Especificamente a literatura sobre sistemas de inovação ganha relevância com o desenvolvimento da corrente evolucionária e da corrente neoschumpeteriana e com os trabalhos pioneiros de pesquisadores como Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993).

A abordagem dos Sistemas de Inovação ajudou nas últimas décadas a estabelecer e formular melhores políticas de inovação, fortalecer os laços entre os atores do SI bem como a compreender de melhor forma as diferenças científico-tecnológicas entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Conseqüentemente, a abordagem tem sido utilizada por vários países como os Estados Unidos, a Alemanha e o Japão assim como por entidades internacionais como a OECD, a

Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento – (UNCTAD), o Banco Mundial – (WB) - e o Fundo Monetário Internacional – (IMF), para propor mecanismos novos e analisar mecanismos existentes relacionados com a inovação e o seu impacto no desenvolvimento econômico (OECD, 1997; SHARIF, 2006).

Entre os exemplos recentes, encontra-se um estudo feito em 2009 pelo renomado National Research Council dos Estados Unidos – o conselho que reúne as academias ou conselhos de área mais importantes do país como a National Academy of Engineering, o Institute of Medicine e a National Academy of Sciences – que analisa a evolução dos Sistemas de Inovação estadunidense e japonês, estabelecendo como elementos comparativos entre ambos SI, os atores e as políticas de inovação (NAGAOKA et al., 2009). No caso do Brasil, recentemente foi publicado um estudo realizado por pesquisadores do SPRU (Reino Unido) para o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) sobre o estado atual e possíveis lineamentos estratégicos do sistema nacional de inovação do Brasil (MAZZUCATO; PENNA, 2016).

Outros estudos e publicações também evidenciam o uso da abordagem na análise de países e regiões, Lee e Yoo (2007) analisando a França e a Coreia; Edgington (2008) analisando o Sistema de inovação do Japão e a OECD (2009a) analisando a o SI da China e logo o SI da Coreia (OECD, 2009b). Cabe salientar que, uma das instituições que mais tem utilizado a abordagem do SI e que também é umas das que mais tem contribuído para a evolução conceitual e aplicativa da mesma desde a década de 1960 é a OECD (GODIN, 2009).

Tanto os estudos feitos por pesquisadores, assim como aqueles feitos por instituições, salientam que há uma relação forte entre o nível de inovação e o nível de desenvolvimento dos países, apontando que as estruturas científico-tecnológicas seriam a principal causa das diferenças no nível de desenvolvimento econômico das nações.

Em decorrência, ao comparar os resultados de relatórios como o Global Competitiveness Index do WB com o Global Innovation Index da Insead, observa-se que os países com os sistemas de inovação mais maduros – fortes laços entre os atores, políticas de inovação bem definidas, sistemas educacional e de pesquisa de excelência – apresentam também os índices mais altos em competitividade e desenvolvimento econômico, entre eles encontram-se por exemplo, os Estados Unidos, o Reino Unido, a Finlândia, a Alemanha e a Suécia (INSEAD, 2010; SCHWAB, 2010).

Pelo fato da abordagem ter nascido no âmbito nacional, é natural encontrar um maior número de estudos com foco nacional, contudo, há também um crescente número de estudos

que focam na análise dos SI nas regiões (ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2008; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA; GUTIERREZ-GRACIA; JIMENEZ-SAEZ, 2008), nos setores (LEE, T. L., 2002b) e nas tecnologias (HOPPMANN; HUENTELER; GIROD, 2014; TIGABU; BERKHOUT; VAN BEUKERING, 2015).

Embora as discussões tenham se centrado em qual é a melhor unidade de análise, considerando que algumas dimensões e camadas podem ter maior disponibilidade de dados por exemplo, ou que em alguns casos certos setores tecnológicos podem ultrapassar as barreiras geográficas, não há questionamentos sobre o impacto da inovação no desenvolvimento econômico dessas regiões e setores. Ou seja, o pressuposto da relação entre a maturidade do SI e o desenvolvimento econômico também é válido para dimensões de análise diferentes à nacional.

REFERÊNCIAS

- ATKINSON, R. D.; ANDES, S. M. **Benchmarking EU & US Innovation and Competitiveness**. The Information Technology and Innovation Foundation. Washington, p.40p. 2009
- BERGEK, A. *et al.* Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. **Research Policy**, v. 37, n. 3, p. 407-429, Apr 2008. ISSN 0048-7333.
- BRESCHI, S.; LISSONI, F. Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey. **Industrial and Corporate Change**, v. 10, n. 4, p. 975-1005, 2001. Disponível em: < <http://bit.ly/bN3WIZ> >.
- CARLSSON, B. *et al.* Innovation systems: analytical and methodological issues. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 233-245, 2002. ISSN 0048-7333. Disponível em: < <http://bit.ly/aPAMPh> >.
- CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 1, n. 2, p. 93-118, 1991.
- CASSIA, L.; COLOMBELLI, A.; PALEARI, S. Firms' growth: Does the innovation system matter? **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 20, n. 3, p. 211-220, 2009. ISSN 0954-349X. Disponível em: < <http://bit.ly/aeLmcC> >.
- COOKE, P. Biotechnology clusters as regional, sectoral innovation systems. **International Regional Science Review**, v. 25, n. 1, p. 8-37, Jan 2002. ISSN 0160-0176. Disponível em: < <http://bit.ly/9u3Zlm> >.
- COOKE, P.; URANGA, M. G.; ETXEBARRIA, G. Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. **Research Policy**, v. 26, n. 4-5, p. 475-491, Dec 1997. ISSN 0048-7333. Disponível em: < <http://bit.ly/dtPtjb> >.
- EDGINGTON, D. W. The Japanese Innovation System: University–Industry Linkages, Small Firms and Regional Technology Clusters. **Prometheus**, v. 26, n. 1, p. 1-19, 2008.
- EDQUIST, C. **Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations**. London and Washington: Pinter Publishers, 1997.
- _____. Systems of Innovation: Perspectives and challenges. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C., *et al* (Orgs.). *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: Oxford University Press, 2005. cap. 7, p.181-208.
- ESCRIBANO, A.; FOSFURI, A.; TRIBÓ, J. A. Managing external knowledge flows: The moderating role of absorptive capacity. **Research Policy**, v. 38, p. 96-105, 2009.
- FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; VERSPAGEN, B. The evolution of Norway's national innovation system. **Science & Public Policy (SPP)**, v. 36, p. 431-444, 2009. Disponível em: < <http://bit.ly/9199U1> >.
- FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Pinter Publishers, 1987.
- _____. Technological infrastructure and international competitiveness. **Industrial and Corporate Change**, v. 13, n. 3, p. 541-569, Jun 2004. ISSN 0960-6491. Disponível em: < <http://bit.ly/a6EttM> >.
- GODIN, B. National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective. **Science Technology Human Values**, v. 34, n. 4, p. 476-501, July 1, 2009 2009. Disponível em: < <http://bit.ly/btKm63> >.
- HEKKERT, M. P. *et al.* Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 4, p. 413-432, 2007. Disponível em: <

- <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-34147185181&partnerID=40&md5=11d83af0fc327a40344cb311f5a06d5e> >.
- HOPPMANN, J.; HUENTELER, J.; GIROD, B. Compulsive policy-making—The evolution of the German feed-in tariff system for solar photovoltaic power. **Research Policy**, v. 43, n. 8, p. 1422-1441, 10// 2014. ISSN 0048-7333. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733314000249> >.
- IBGE. **PINTEC 2011 - Pesquisa de Inovação Tecnológica**. IBGE. Rio de Janeiro. 2014
- INSEAD. **Global Innovation Index 2009-2010**. p.456. 2010
- JACOBSSON, S.; JOHNSON, A. The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research. **Energy Policy**, v. 28, n. 9, p. 625-640, Jul 2000. ISSN 0301-4215.
- JENSEN, M. B. *et al.* Forms of knowledge and modes of innovation. **Research Policy**, v. 36, n. 5, p. 680-693, Jun 2007. ISSN 0048-7333. Disponível em: < <http://bit.ly/bxqCZi> >.
- LEE, S. H.; YOO, T. Government Policy and Trajectories of Radical Innovation in Dirigiste States: A Comparative Analysis of National Innovation Systems in France and Korea. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 19, p. 451-470, 2007. Disponível em: < <http://bit.ly/9HGxiH> >.
- LEE, T.-L. **Dynamic Analysis of the National Innovation Systems Model: A Case Study of Taiwan's Integrated Circuit Industry**. 2002a. 376p (Doctor of Philosophy). Faculty of Social Sciences and Law, University of Manchester, Manchester.
- LEE, T. L. **Dynamic Analysis of the National Innovation Systems Model: A Case Study of Taiwan's Integrated Circuit Industry**. 2002b. 376p. (Doctor of Philosophy in Policy Research in Engineering Science and Technology). Faculty of Social Sciences and Law, University of Manchester, Manchester.
- LEE, T. L.; VON TUNZELMANN, N. A dynamic analytic approach to national innovation systems: The IC industry in Taiwan. **Research Policy**, v. 34, n. 4, p. 425-440, May 2005. ISSN 0048-7333. Disponível em: < <http://bit.ly/9XAbhZ> >.
- LUNDEVALL, B. A. **National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London and New York: Pinter Publishers, 1992.
- _____. **National Innovation System: Analytical focusing device and policy learning tool**. *Working Paper Series*. Ostersund: Swedish Institute for Growth Policy Studies - ITPS: 59 p. 2007
- LYNEIS, J. M. System Dynamics for Market Forecasting and Structural Analysis. **System Dynamics Review**, v. 16, n. 1, p. 3-25, Spring 2000.
- MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 247-264, Feb 2002. ISSN 0048-7333. Disponível em: < <Go to ISI>://000174579700005 >.
- MAZZUCATO, M.; PENNA, C. **The Brazilian Innovation System: a mission-oriented policy proposal**. CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, p.114. 2016
- MELO, A. **The Innovation Systems of Latin America and the Caribbean**. Inter-American Development Bank, p.79. 2001
- NAGAOKA, S. *et al.*, Orgs. **21st Century Innovation Systems for Japan and the United States: Lessons from a decade of change**. Report of a Symposium. . Washington, DC: The National Academies Press, p.303, Report of a Symposium. ed. 2009
- NELSON, R. R. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. New York and Oxford: Oxford University Press, 1993.
- NIOSI, J. **Building National and Regional Innovation Systems: Institutions for Economic Development**. Cheltenham, UK • Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2010. 258p.
- OECD. **National Innovation Systems**. Paris: OECD Publishing, 1997. 49p
- _____. **Managing National Innovation Systems**. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1999. 112p. ISBN 9264170383 9789264170384.
- _____. **Measuring China's Innovation System - National Specificities and International Comparisons**. OECD, 2009a.
- _____. **OECD Reviews of Innovation Policy - Korea**. Paris: OECD, 2009b. 268. ISBN 978-92-64-06722-6.
- PORTER, M. E. **The Competitive Advantage of Nations**. New York: Free Press, 1990.
- SCHWAB, K., Ed. **The Global Competitiveness Report 2010-2011**. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, p.516ed. 2010
- SHARIF, N. Emergence and development of the National Innovation Systems concept. **Research Policy**, v. 35, n. 5, p. 745-766, 2006. Disponível em: < <http://bit.ly/bb3axQ> >.
- STORZ, C. Dynamics in innovation systems: Evidence from Japan's game software industry. **Research Policy**, v. 37, n. 9, p. 1480-1491, 2008. ISSN 0048-7333. Disponível em: < <http://bit.ly/coCxql> >.
- TIGABU, A. D.; BERKHOUT, F.; VAN BEUKERING, P. The diffusion of a renewable energy technology and innovation system functioning: Comparing bio-digestion in Kenya and Rwanda. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 90, Part A, p. 331-345, 1// 2015. ISSN 0040-1625. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162513002564> >.

VAN RAAN, A. F. J. The use of bibliometric analysis in research performance assessment and monitoring of interdisciplinary scientific developments. **Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis**, v. 12, n. 1, p. 20-29, 2003.

ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M. **Benchmarking Regional Innovation Systems: The relevance of efficiency to their performance**. 2008. 249p. PhD Dissertation (PhD en Proyectos de Ingenieria). Departamento de Proyectos de Ingenieria, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia.

ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M.; GUTIERREZ-GRACIA, A.; JIMENEZ-SAEZ, F. Benchmarking innovation in the Valencian Community. **European Urban and Regional Studies**, v. 15, n. 4, p. 333-347, Oct 2008. ISSN 0969-7764. Disponível em: < <http://bit.ly/diiXdf> >.



Panorama geográfico das indústrias inovadoras brasileiras

Catarina Erika Saito

Álvaro Guillermo Rojas Lezana

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, é possível afirmar que o maior vetor de inovação são as indústrias, sejam elas extrativistas ou de transformação. De acordo com a Pesquisa de Inovação 2011 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), das 128.699 empresas¹ analisadas, 116.632 era indústrias, o que equivale a 90,62% (IBGE, 2013a). Das 90.905 empresas que implementaram inovações (produtos e/ou processo e organizacional e/ou marketing), 82.782 eram indústrias, ou seja, 91,06% (IBGE, 2013).

Inovação, de acordo com Davila, Epstein e Shelton (2007), não é apenas uma oportunidade para as organizações crescerem ou sobreviverem, mas influencia os rumos da indústria em que se insere: “inovação de qualidade dá a uma empresa oportunidade de crescer de maneira mais rápida, melhor e com mais sagacidade do que as concorrentes [...] e acaba ditando os rumos da sua indústria” (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007, p. 23).

Além disso, a inovação encontra-se inerente a questões relativas ao desenvolvimento regional, proporcionando a melhoria na qualidade de vidas das pessoas. Apesar da relevante pesquisa desenvolvida sobre inovação no Brasil, (KANNEBLEY JUNIOR; PORTO; PAZELLO, 2004; SUGAHARA; JANNUZZI, 2005; PROCHNIK; ARAÚJO, 2005; CARVALHO, 2008; CAMPOS; RUIZ, 2009; SANTOS, 2012) identificou-se que há uma lacuna em relação à caracterização da estrutura geográfica da indústria que inovam no Brasil: onde elas estão concentradas? Como estão distribuídas essas indústrias pelo território brasileiro? Quais são suas vocações regionais?

De acordo com Silveira (2005, p. 189), “a observação da distribuição geográfica das atividades econômicas entre as regiões em um país ou economia dificilmente guarda relação direta e proporcional com as diferentes dimensões físicas dessas regiões”. Nesse sentido, este estudo busca apresentar um panorama da distribuição geográfica das indústrias que inovam, no Brasil. Esta pesquisa não tem a intenção de esgotar a discussão sobre o a inovação das indústrias nas regiões brasileiras, mas pode ser considerada relevante para futuras pesquisas e análises mais profundas, como políticas e práticas da inovação nas indústrias no Brasil.

Este artigo está dividido em sete seções. A primeira introdutória com a apresentação do objetivo da pesquisa. Na segunda parte são apresentados os procedimentos metodológicos adotados. Na terceira, quarta, quinta e sexta são apresentados, respectivamente, a

¹ Empresas com 10 ou mais pessoas ocupadas em 31 de dezembro do ano de referência, conforme metodologia do IBGE.

concentração industrial, inovação na indústria brasileira, tipos de inovações implementadas e principais atividades inovadoras e, por fim, na sétima parte a conclusão desta pesquisa.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

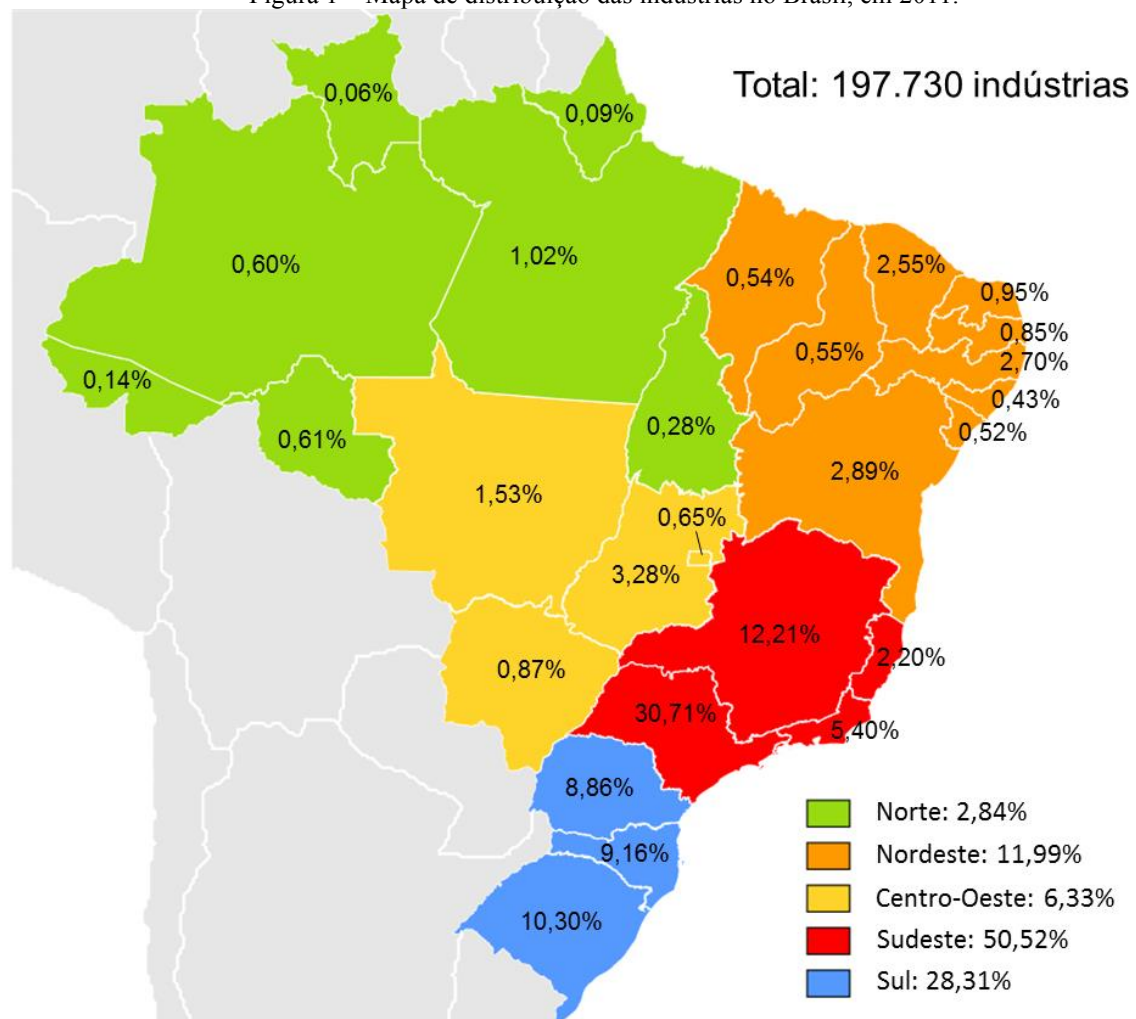
Quanto ao método adotado nesta pesquisa, pode-se classificar como indutivo pois “parte-se da observação de fatos ou fenômenos cujas causas se deseja conhecer. [...] procura-se compará-los com a finalidade de descobrir as relações existentes entre eles” (GIL, 2008, p. 10-11). Quanto ao objetivo, trata-se de uma pesquisa exploratória que de acordo com Gil (2008), tem como objetivo proporcionar uma visão geral acerca do fato, que envolve a estrutura da indústria inovadora no território brasileiro. A pesquisa compreende levantamento bibliográfico e análise de dados secundários, exclusivamente documentos disponíveis na internet. Para análise documental, foram utilizados os relatórios de Pesquisa de Inovação (PINTEC) bem como estimativas e dados do censo populacional, disponibilizados pelo IBGE.

3. CONCENTRAÇÃO INDUSTRIAL

De acordo com a Pesquisa Industrial Anual-Empresa (PIA-Empresa 2011), havia 197.730 unidades industriais com cinco ou mais pessoas ocupadas no Brasil (IBGE, 2011). PIA-Empresa é um levantamento anual, que tem por objetivo “identificar as características estruturais básicas do segmento empresarial da atividade industrial no País e suas transformações no tempo [...]” (IBGE, 2013b, p. 10).

Os dados apresentados no relatório PIA-Empresa permite analisar como se configura a distribuição das indústrias no Brasil em cada região e unidade de federação. Com base nesses dados, elaborou-se a Figura 1, onde é possível visualizar que a região brasileira onde se concentra o maior número de indústrias, em termos absolutos, é a Sudeste com mais de 50,52% das indústrias do Brasil. O estado de São Paulo tem uma importante representatividade (30,71%), sendo maior que toda a região Sul, que representa a segunda região com maior número de indústrias (28,31%). A região Norte é a menos representativa em relação ao número de indústrias, com apenas 2,84% e tendo o estado de Roraima apenas 0,06% de todas as indústrias do Brasil.

Figura 1 – Mapa de distribuição das indústrias no Brasil, em 2011.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2011a) e Regiões do Brasil (2015)

Percebe-se que a distribuição das indústrias é irregular no território brasileiro, porém vale ressaltar que a população brasileira também é distribuída de forma desigual. Desta forma, buscando analisar um indicador que pudesse representar a estrutura industrial em relação à diversidade da distribuição populacional das regiões brasileiras, elaborou-se a Tabela 1, Índice de Concentração Industrial (ICI) no Brasil, em 2011 e representada na Figura 2. De acordo com Souza (1980), concentração industrial representa uma unidade de medida qualquer observada em um mercado, podendo constituir-se em indicador de sua estrutura.

O índice de concentração industrial (ICI) foi calculado com base na PIA-Empresae na estimativa da população ou censo², da seguinte forma:

$$ICI = \frac{N^{\circ} \text{ de indústrias}}{\text{População}} \times 100$$

² Quando os dados populacionais se referem ao ano 2010.

Assim, apresentam-se na Tabela 1 os seguintes ICIs:

Tabela 1 – Índice de concentração industrial por regiões e unidades de federação do Brasil, em 2011.

Regiões e Unidades de Federação	Nº de indústrias em 2011	População em 2011	ICI
BRASIL	197.730	192.379.287	-
NORTE	5.620	16.095.187	0,035%
Rondônia	1.202	1.576.455	0,076%
Acre	279	746.386	0,037%
Amazonas	1.191	3.538.387	0,034%
Roraima	122	460.165	0,027%
Pará	2.016	7.688.593	0,026%
Amapá	175	684.309	0,026%
Tocantins	545	1.400.892	0,039%
NORDESTE	23.711	53.501.859	0,044%
Maranhão	1.076	6.645.761	0,016%
Piauí	1.079	3.140.328	0,034%
Ceará	5.043	8.530.155	0,059%
Rio Grande do Norte	1.876	3.198.657	0,059%
Paraíba	1.683	3.791.315	0,044%
Pernambuco	5.339	8.864.906	0,060%
Alagoas	858	3.143.384	0,027%
Sergipe	1.034	2.089.819	0,049%
Bahia	5.723	14.097.534	0,041%
SUDESTE	99.902	80.975.616	0,123%
Minas Gerais	24.142	19.728.701	0,122%
Espírito Santo	4.353	3.547.055	0,123%
Rio de Janeiro	10.675	16.112.678	0,066%
São Paulo	60.732	41.587.182	0,146%
SUL	55.981	27.562.433	0,203%
Paraná	17.513	10.512.349	0,167%
Santa Catarina	18.109	6.317.054	0,287%
Rio Grande do Sul	20.359	10.733.030	0,190%
CENTRO-OESTE	12.514	14.244.192	0,088%
Mato Grosso do Sul	1.722	2.477.542	0,070%
Mato Grosso	3.016	3.075.936	0,098%
Goiás	6.486	6.080.716	0,107%
Distrito Federal	1.290	2.609.998	0,049%

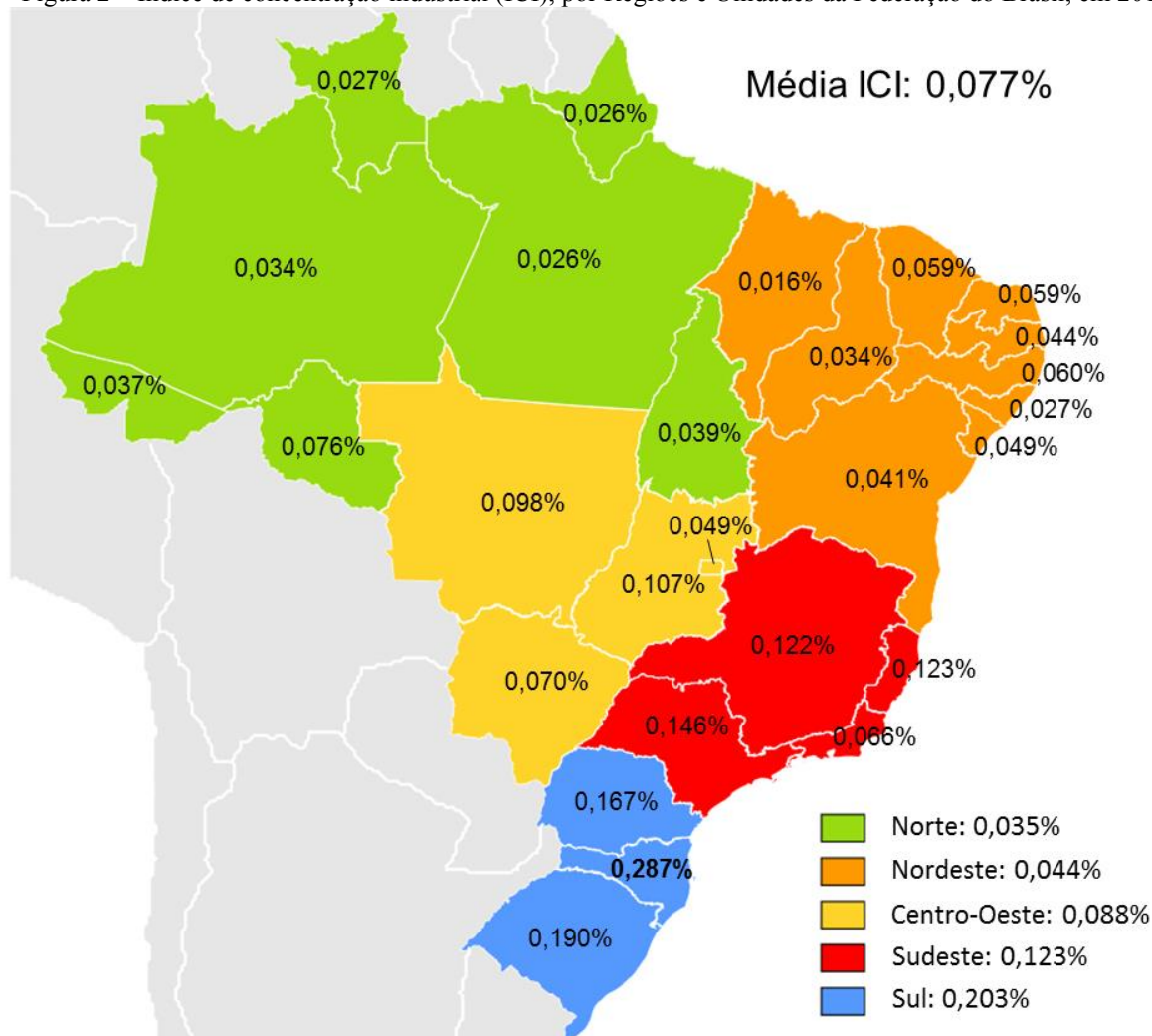
Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2011a, 2014).

Ao analisar a Figura 1, pode-se observar que o estado de Santa Catarina está entre os quatro estados mais industrializados do Brasil, com 9,16% das indústrias, ficando atrás dos estados de São Paulo (30,71%), Minas Gerais (12,21%) e Rio Grande do Sul (10,52%), porém, ao comparar o ICI da Tabela 1 e na Figura 2, há uma grande discrepância dos estados da região Sul em relação aos demais, sobretudo de Santa Catarina.

Na região Norte, mesmo o maior número de indústrias se concentrar no estado do Pará, o estado mais industrializado em relação à sua população é Rondônia, com ICI de 0,076%. Na região Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste o estado de Pernambuco, Goiás e São Paulo concentram o maior número de indústrias em termos absolutos e mantêm o maior ICI da região, sendo 0,060%, 0,107% e 0,148 respectivamente. Na região Sul, com ICI de quase 0,29%, Santa Catarina se destaca como o estado com maior número de indústrias em relação à

sua população, não só em sua respectiva região, mas também em relação aos demais estados do Brasil. Santa Catarina, em 2011, apresentava um ICI três vezes maior que a média do Brasil (0,077%), ficando à frente dos estados de São Paulo (0,146%), Paraná (0,167%) e Rio Grande do Sul (0,190%). E na outra ponta, mesmo o estado de Roraima sendo o menos industrializado (0,06%), com ICI igual a 0,027% estava acima de estados como Amapá (0,026%), Pará (0,026%) e Maranhão (0,016%).

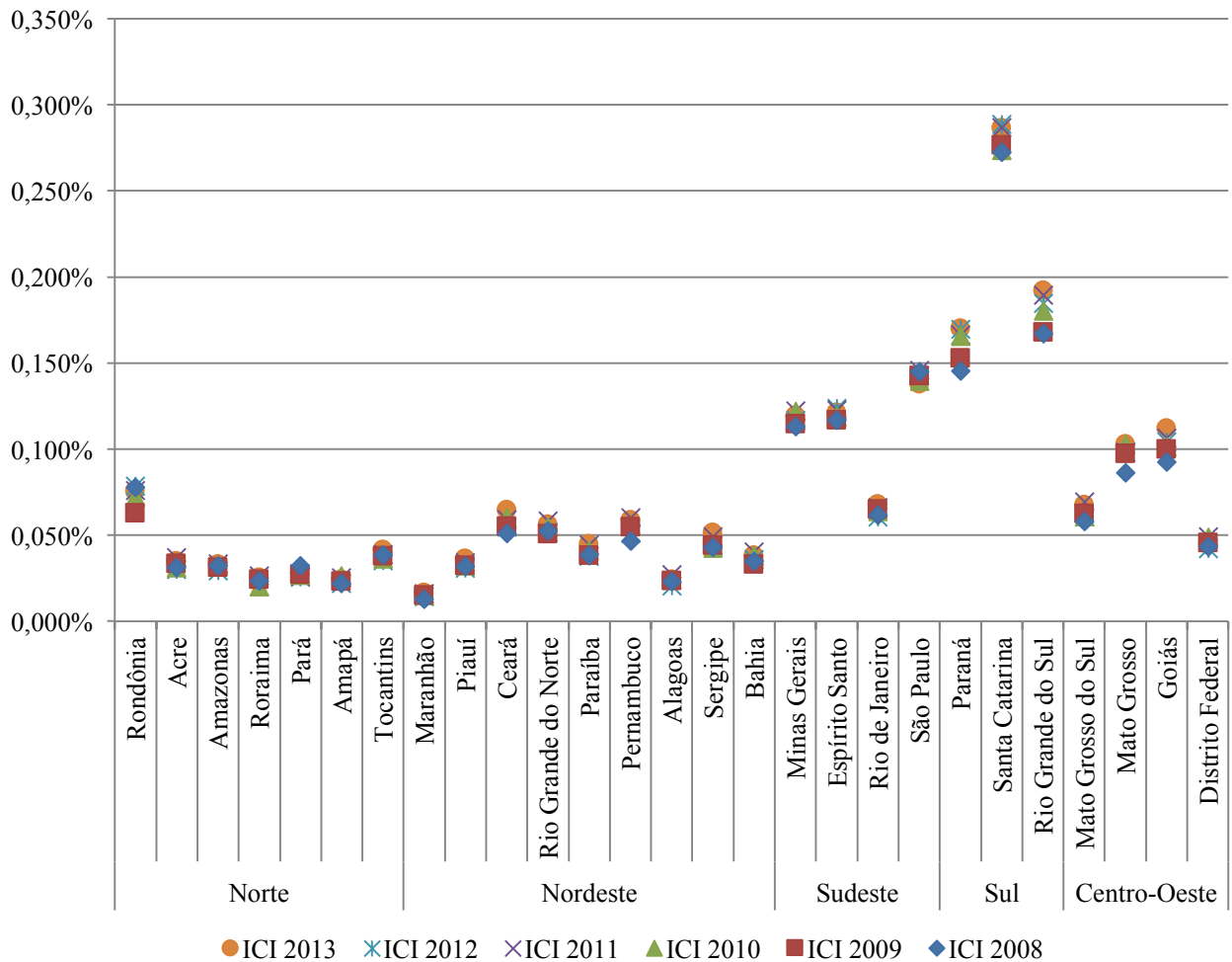
Figura 2 – Índice de concentração industrial (ICI), por Regiões e Unidades da Federação do Brasil, em 2011.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2011a, 2014) e Regiões do Brasil (2015)

Desta forma, elaborou-se o gráfico de variação do ICI de 2008 a 2013 com a intenção de analisar o comportamento de tais índices durante os últimos cinco anos (de acordo com os dados disponíveis), e representado na Figura 3. Apesar das variações entre os estados, observa-se que a região Sul do Brasil possui mais indústrias em relação à sua população. Santa Catarina é o único estado brasileiro com índice acima de 0,25% em todos os períodos analisados, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo.

Figura 3 – Variação do Índice de concentração industrial (ICI), por Regiões e Unidades da Federação do Brasil, de 2008 a 2013.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2008, 2009, 2010a, 2010b, 2011a, 2012, 2013b, 2014) e Regiões do Brasil (2015)

Em termos absolutos, pode-se afirmar que as indústrias estão concentradas principalmente na região Sudeste e, em seguida, na região Sul do Brasil, porém, levando em consideração a população de cada região, a região Sul é mais industrializada em termos do índice de concentração industrial (ICI). Essa análise é importante uma vez que as indústrias podem ser consideradas os principais vetores de inovação. A inovação, por sua vez, é considerada um dos meios para se elevar a qualidade de vida das pessoas e melhorar a competitividade as organizações.

4. INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

No Brasil, para estimular a inovação tecnológica, foi criada a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004), conhecida como a “Lei da Inovação” e por ser a

primeira lei brasileira que trata o relacionamento entre universidade (e instituições de pesquisa) com as empresas. Esta lei, alterada pela Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016 (BRASIL, 2016), conhecida como o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação estabelece:

medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País [...](BRASIL, 2016, p. 1)

E define inovação como:

introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho. (BRASIL, 2016, p. 2)

De acordo com o Manual de Oslo, da *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD), define inovação como “implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas” (OECD, 2005, p. 55). Para Davila, Epstein e Shelton (2007), as inovações não são criadas da mesma forma, e assim apresentam três tipos gerais de inovação: incrementais, semi-radicais e radicais. A incremental está relacionada à implementação de melhorias moderadas no negócio. A semi-radical está relacionada a mudanças substanciais no modelo de negócio ou na tecnologia da organização (não em ambas). Já a radical é a mudança que afeta significativamente e simultaneamente tanto o modelo de negócios quanto a tecnologia da empresa.

A principal pesquisa sobre inovação no Brasil é a PINTEC, que é um relatório trienal disponível desde a edição do ano 2000 (referente ao triênio 1998-2000), tem por objetivo “fornecer informações para a construção de indicadores das atividades de inovação das empresas brasileiras” (IBGE, 2013a, p. 10). A referência conceitual e metodológica da PINTEC é baseada no Manual de Oslo.

A PINTEC 2011 (IBGE, 2013a) revelou que, do total de 128.699 empresas com dez ou mais pessoas ocupadas no Brasil, 45.950 (35,70%) implementaram inovações de produto e/ou processo e 44.955 (34,93%) implementaram apenas inovações organizacionais e/ou marketing, totalizando 90.905 empresas que inovaram, o que representa 70,63% do total. E,

uma vez que nem todo esforço inovativo é bem-sucedido, foram computadas 716 empresas que abandonaram seus projetos.

Tabela 2 – Total de empresas e apenas indústrias que inovaram entre 2009 a 2011, no Brasil.

	Total de empresas	Apenas indústrias
Implementaram inovação de produto e/ou processo	45.950 (35,70)	41.470 (35,56)
Implementaram apenas inovação organizacional e/ou marketing	44.955 (34,93)	41.312 (35,42)
Implementaram inovação	90.905 (70,63)	82.782 (70,98)
Apenas projetos abandonados	716 (0,56)	518 (0,44)
TOTAL	128.699 (100,0)	116.632 (100,0)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2013a).

De acordo com a Tabela 2, do total das 128.699 empresas, 116.632 (90,6%) eram indústrias, das quais 41.470 inovaram em produtos e/ou processos, representando 90,3% do total de empresas que inovaram nesta categoria. 41.312 indústrias implementaram inovações organizacionais e/ou de marketing, ou seja, 91,9% das empresas que inovaram nesta categoria. Um total de 518 indústrias abandonaram seus projetos, representando 81,15% das empresas que abandonaram seus projetos. Nesse sentido, pode-se considerar que, devido a sua representatividade, as indústrias são grandes condutores da inovação e, conseqüentemente, são responsáveis pela maioria dos projetos abandonados, porém são percentualmente menos responsáveis pelos abandonos, uma vez que sua taxa é de 0,44% em comparação com o total de empresas (0,56%).

Conforme apresentado, a PINTEC 2011 analisa as inovações em duas vertentes: inovações tecnológicas (produtos e processos) e não tecnológicas (organizacionais e marketing). De acordo com o relatório, a segunda costuma manter estreitas relações com a primeira uma vez que são importantes elementos das atividades inovativas que compõem os complexos processos de inovação (IBGE, 2013a).

A PINTEC apresenta também os dados relativos à inovação por unidades da federação mais industrializadas, definidas como aquelas que representavam 1,0% ou mais do valor da transformação industrial³ da indústria brasileira. Desta forma, retrata dados dos seguintes estados⁴: Amazonas, Pará, Ceará, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso (incluída

³ O valor da transformação industrial é igual à diferença entre o valor bruto da produção industrial e o custo das operações industriais. Por valor bruto da produção industrial, compreende-se a soma da receita líquida de vendas industriais, mais a variação de estoque dos produtos acabados e em elaboração, e mais a produção própria realizada para o ativo imobilizado. O custo das operações industriais refere-se aos custos ligados diretamente à produção industrial, ou seja, ao somatório do consumo de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes, da compra de energia elétrica, do consumo de combustíveis e peças e acessórios, e dos serviços industriais e de manutenção e reparação de máquinas e equipamentos ligados à produção prestados por terceiros (IBGE, 2013a, p. 29).

⁴ As Unidades da Federação não selecionadas foram consideradas como parte da respectiva Grande Região

no triênio 2009-2011), conforme apresentado na Tabela 3. De acordo com essa tabela, a região que mais inovou em relação ao seu total de indústrias foi a Nordeste, seguida do Sul e Centro-Oeste. Mas em relação ao total de indústrias do Brasil, a região Sudeste é que possui o maior número de indústrias que inovaram, com 35,70% e, em seguida, a região Sul com 19,99%.

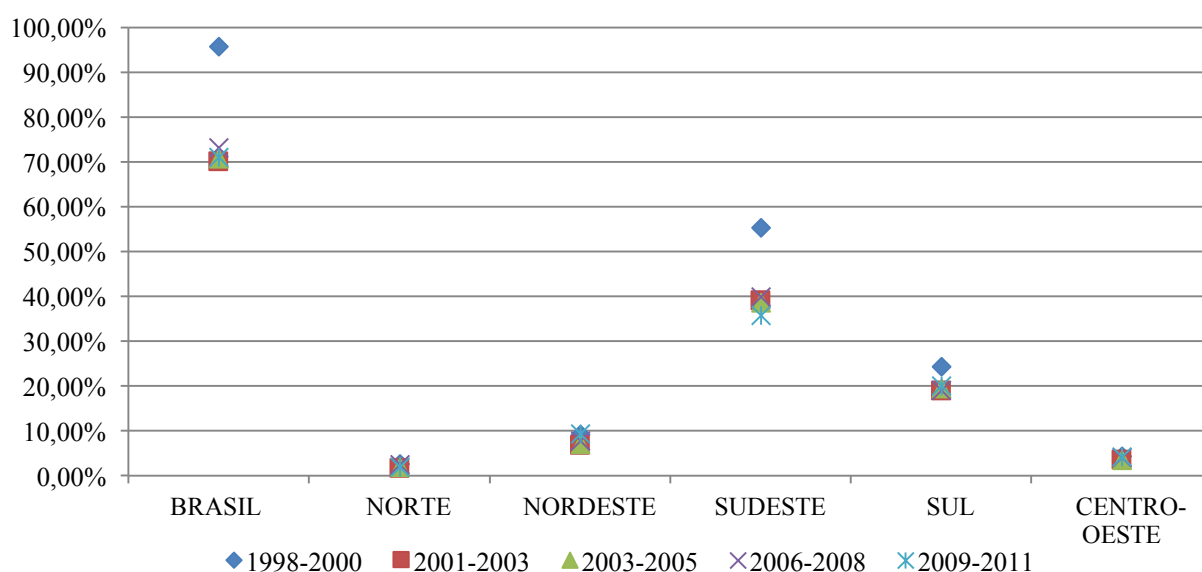
Tabela 3 – Taxa de inovação no triênio 2008-2011, por regiões, no Brasil.

Região	Total (2009-2011)	Indústrias que inovaram (2009-2011)			Taxa de inovação, Região	Taxa de inovação, Brasil
		Produto e/ou processo	Organizacional e/ou marketing	TOTAL		
Norte	3.622	1.203	956	2.159	59,61%	1,85%
Centro Oeste	6.612	2.608	2.218	4.826	72,99%	4,14%
Nordeste	13.641	4.955	5.889	10.844	79,50%	9,30%
Sul	31.469	11.614	11.700	23.314	74,09%	19,99%
Sudeste	61.288	21.089	20.549	41.638	67,94%	35,70%
BRASIL	116.632	41.469	41.312	82.781	70,98%	70,98%

Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2013a).

Conforme os dados apresentados na Tabela 3, constatou-se que as regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste implementaram mais inovações em produtos e/ou processo em relação à inovações organizacionais e/ou marketing. Ao contrário das regiões Sul e Nordeste que implementaram mais inovações organizacionais e/ou marketing.

Figura 4 – Taxa de inovação em relação às indústrias do Brasil, 1998 a 2011.

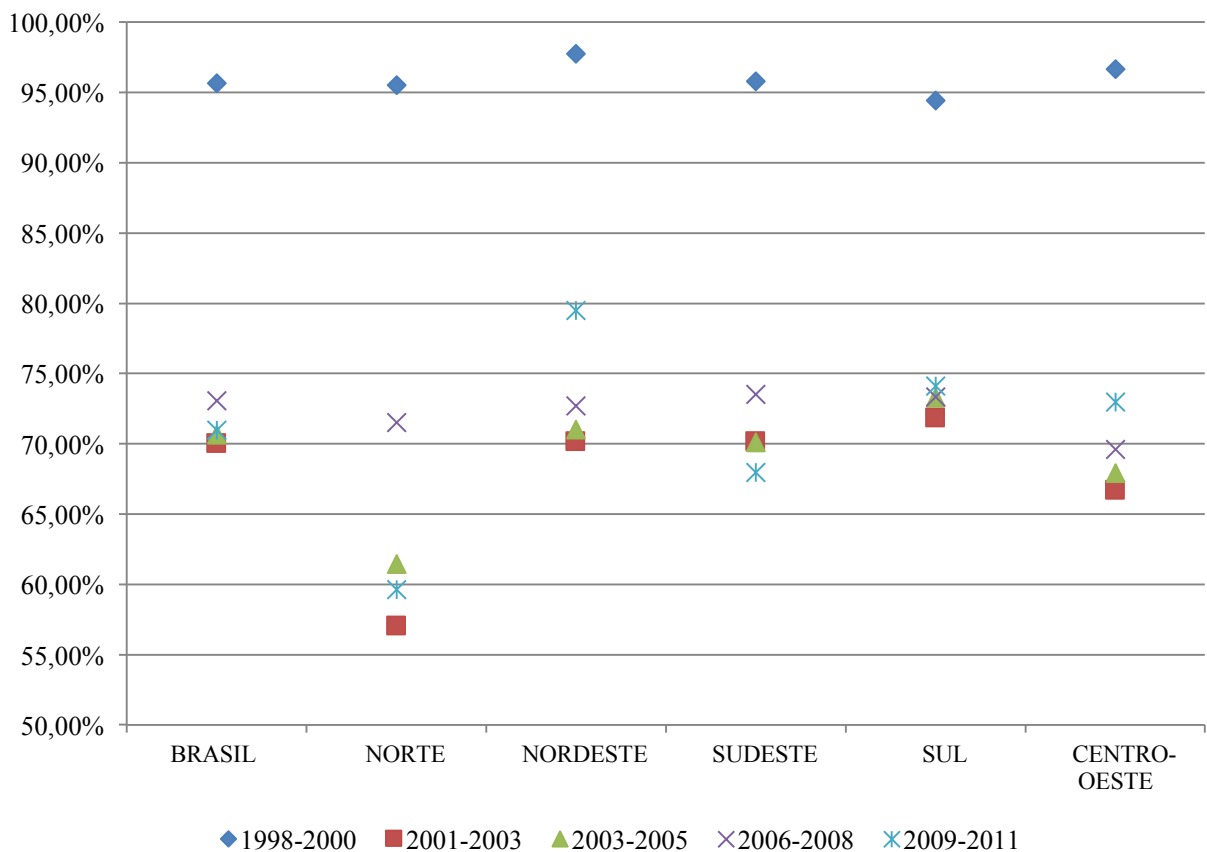


Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2002, 2005a, 2007, 2010c, 2013a).

Além disso, na Figura 4 apresenta-se a variação da taxa de inovação entre os triênios 1998-2000 a 2009-2011, referente aos relatórios da PINTEC 2000 a 2011, sendo possível notar que o período em que as indústrias mais inovaram foi 1998-2000. A região Sudeste é a que mais implementou inovações em relação à totalidade de indústrias pesquisadas no Brasil, seguida da região Sul. A região Norte do país foi a que menos implementou inovação.

Vale ressaltar que, ao analisar a taxa de inovação por região, observou-se que não há tanta discrepância entre as mesmas. Com exceção da região Norte nos triênios 2001-2003, 2003-2005 e 2009-2001, todas as outras regiões tiveram uma taxa de inovação acima de 65% em todos os períodos analisados, ou seja, das indústrias pesquisadas em suas respectivas regiões, mais de 65% implementaram inovações, considerando produtos e/ou processos e organizacionais e/ou marketing, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 – Taxa de inovação, por Regiões do Brasil e por período.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2002, 2005a, 2007, 2010c, 2013a).

A partir dos dados da PINTEC 2011 (IBGE, 2013a), buscou-se analisar o índice de concentração industrial, só que desta vez somente em relação às indústrias que inovaram. O índice de concentração das indústrias inovadoras (ICII) foi calculado pela relação do número

das indústrias que inovaram na região sobre a população dessa região, conforme apresentado na Tabela 4:

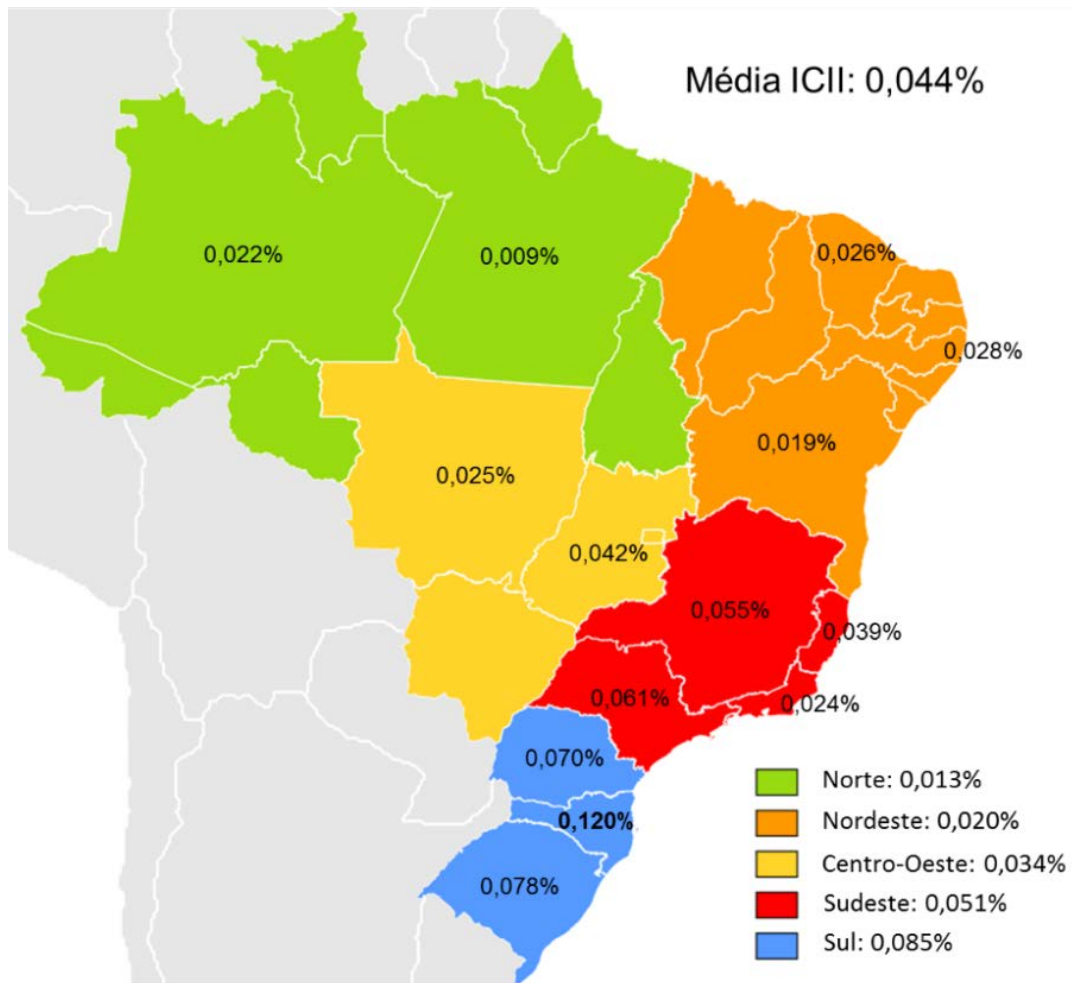
Tabela 4 – Índice de concentração de indústria inovadora (ICII), por regiões e unidades de federação do Brasil, no triênio 2009-2011.

Regiões e Unidades da Federação selecionadas	Tipo de inovação		TOTAL	Pop. em 2011	ICII
	Produto e/ou processo	Organizacionais e/ou de marketing			
BRASIL	41.470	41.312	82.782	192.379.287	0,043%
NORTE	1.203	956	2.159	16.095.187	0,013%
Amazonas	457	319	776	3.535.387	0,022%
Pará	360	370	730	7.688.593	0,009%
NORDESTE	4.955	5.889	10.844	53.501.859	0,020%
Ceará	1.104	1.138	2.242	8.530.150	0,026%
Pernambuco	1.052	1.448	2.500	8.864.906	0,028%
Bahia	1.084	1.579	2.663	14.097.534	0,019%
SUDESTE	21.089	20.549	41.638	80.975.616	0,051%
Minas Gerais	5.841	4.997	10.838	19.728.701	0,055%
Espírito Santo	641	754	1.395	3.547.055	0,039%
Rio de Janeiro	1.623	2.316	3.939	16.112.678	0,024%
São Paulo	12.984	12.482	25.466	41.587.182	0,061%
SUL	11.614	11.700	23.314	27.562.433	0,085%
Paraná	3.432	3.931	7.363	10.512.349	0,070%
Santa Catarina	3.555	4.032	7.587	6.317.054	0,120%
Rio Grande do Sul	4.627	3.738	8.365	10.733.182	0,078%
CENTRO-OESTE	2.608	2.218	4.826	14.244.192	0,034%
Mato Grosso	254	513	767	3.075.936	0,025%
Goiás	1.644	924	2.568	6.080.716	0,042%

Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2013a, 2014).

Desta forma, a localização geográfica das indústrias que inovaram no período entre 2009 a 2011 pode ser configurada na Figura 6. Analisando a localização geográfica das indústrias que inovaram, é possível afirmar que Santa Catarina foi o único estado que ficou com o índice de concentração de indústrias inovadoras (ICII) acima de 0,1%. Nesse sentido, pode-se dizer que é o estado onde a população dispõe de mais indústrias inovadoras e, nessa perspectiva, Santa Catarina se destaca como um estado inovador seguida pelos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Minas Gerais, com ICII acima de 0,05%.

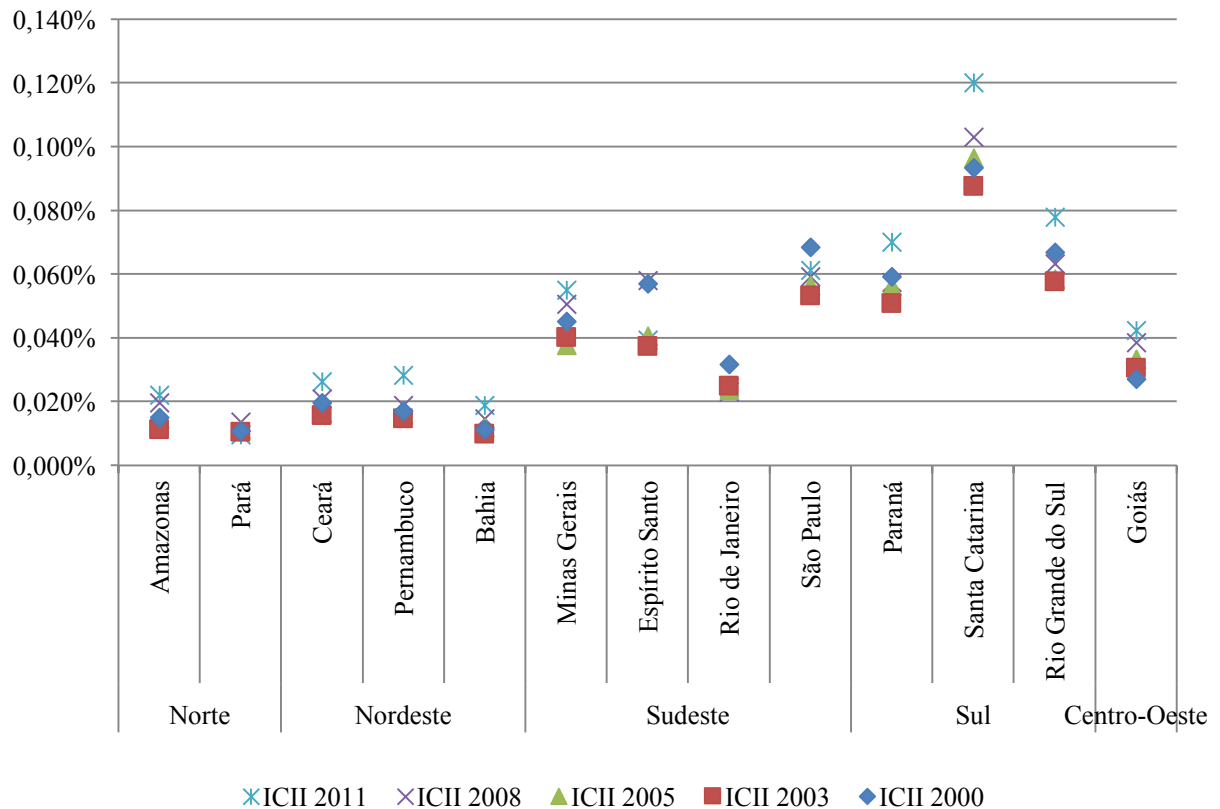
Figura 6 – Mapa de distribuição das indústrias inovadoras no Brasil, em 2011.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2013a, 2014) e Regiões do Brasil (2015)

Elaborou-se, a partir dos relatórios da PINTEC, o gráfico de variação dos ICII nas regiões conforme apresentado na Figura 7, onde pode-se observar que Santa Catarina se destaca como um estado inovador, seguido de Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo.

Figura 7 – Variação dos índices de concentração de indústria inovadora, no Brasil, de 2000 a 2011.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2002, 2005, 2007, 2010c, 2013a, 2014)

5. TIPOS DE INOVAÇÕES IMPLEMENTADAS

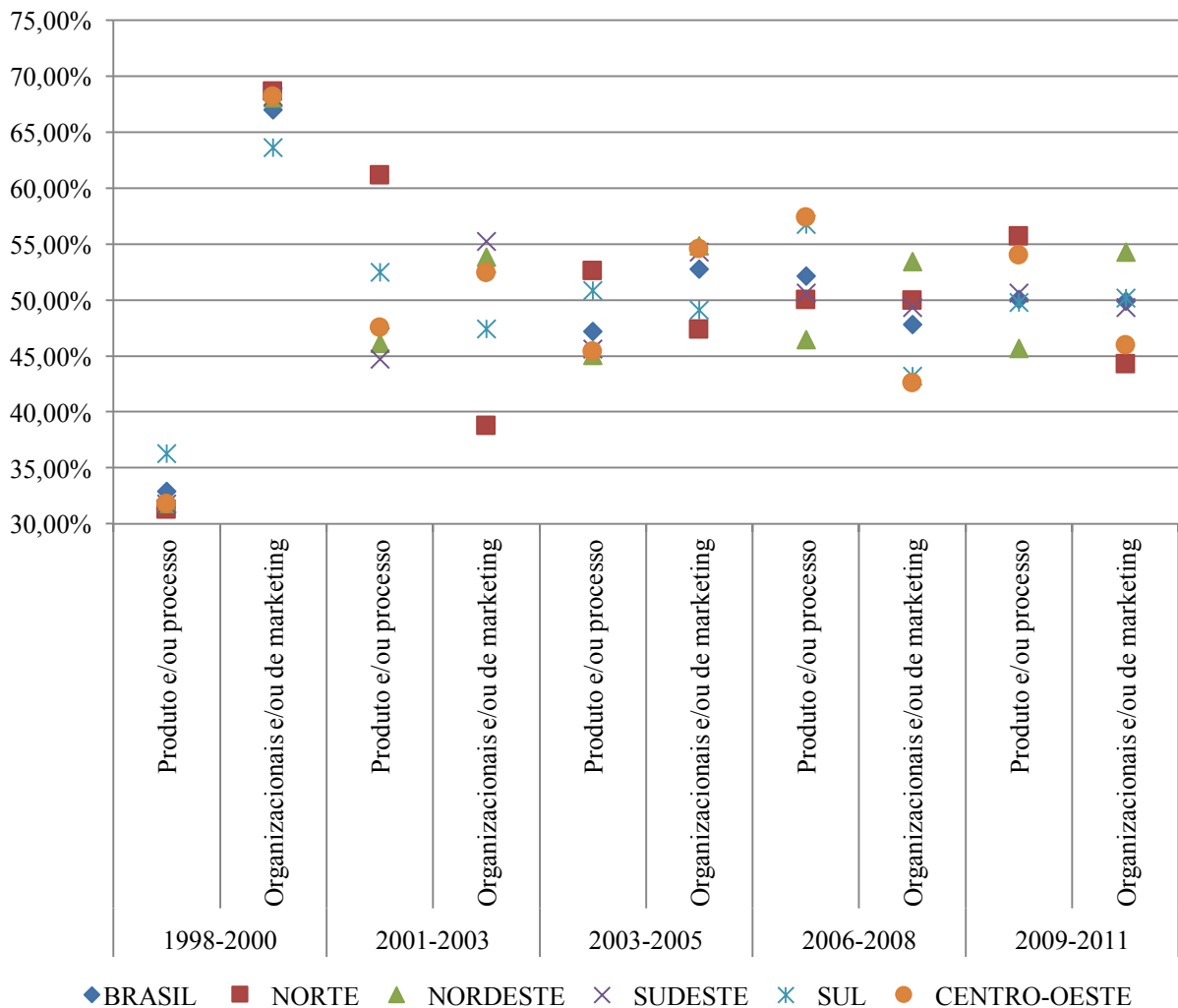
De acordo com a PINTEC 2000, no período 1998-2000, em todas as regiões, houve mais inovações organizacionais e/ou marketing em comparação às inovações de produtos e/ou processos (IBGE, 2002).

Conforme Figura 8, na totalidade das indústrias pesquisadas no Brasil, nos triênios 1998-2000, 2001-2003 e 2003-2005 foram implementadas mais inovações organizacionais e/ou de marketing, representando respectivamente, 67,05%, 52,49% e 52,77% do total das indústrias que inovaram. Nos triênios seguintes, 2006-2008 e 2009-2011, as indústrias inovaram mais em produtos e/ou processos, representando respectivamente 52,15% e 50,10% das indústrias que inovaram no Brasil.

Na região Norte, somente no período 1998-2000 foram implementadas mais inovações organizacionais e/ou marketing, nos outros quatro períodos seguintes a região inovou mais em produtos e/ou processos. A região Nordeste é a única em que foram implementadas mais inovações organizacionais e/ou marketing em todos os períodos analisados. A região Sudeste e Centro-Oeste, até o período 2003-2005 implementaram mais inovações organizacionais e/ou

marketing e nos períodos consecutivos mais inovações em produtos e/ou processos. Na região Sul houve mais inovações organizacionais/marketing no período de 1998-2000 a 2003-2005, respectivamente com 68,19% e 50,18% e nos demais períodos implementou mais inovações de produtos e/ou processos.

Figura 8—Percentual dos tipos de inovação implementadas, por Regiões do Brasil, de 1998 a 2011.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2000, 2003, 2005b, 2008, 2011b).

6. PRINCIPAIS ATIVIDADES INOVADORAS

Quanto às atividades das indústrias que mais inovaram, entre as PINTEC 2005 e 2008 houve uma alteração quanto à Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, onde antes as seções Indústrias Extrativistas e Indústrias de Transformação se encontravam nas seções C e D respectivamente, passaram da fazer parte das seções B e C no CNAE 2.0

devido algumas adaptações estruturais. O principal destaque desta alteração em relação às atividades que mais inovaram, está relacionado com “edição, impressão e reprodução de gravações”, que na PINTEC 2000 era a segunda atividade que mais inovou na região Centro-Oeste e na PINTEC 2005 foi a terceira atividade que mais inovou na região Norte. Na PINTEC 2008, esta atividade já não é considerada industrial, mas um serviço.

A seguir é apresentada a soma acumulada das principais atividades que inovaram, por regiões desde a primeira publicação da PINTEC em 2000, exceto “edição, impresso e reprodução de gravações”. Ressalta-se a ausência do período 2006-2008, uma vez que a PINTEC 2008 e seus respectivos dados regionais não possibilitaram identificar a quantidade de empresas que inovaram em cada atividade por regiões do Brasil. Além disso, a ausência dos dados não significa que determinada região não inovou em tal atividade. São apresentados na Tabela 5, as atividades que mais inovaram em cada região.

Tabela 5 – Soma acumulada das 10 principais atividades das indústrias que mais inovaram, por regiões do Brasil, do período 1998-2000 a 2009-2011 (excl. 2006-2008).

Atividades das indústrias extrativas e de transformação	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
Fabricação de produtos alimentícios	1.845	4.383	1.069	9.902	6.031
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	-	1.263	-	5.292	2.406
Fabricação de bebidas	32	-	142	-	-
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	-	2.141	-	10.263	8.542
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	1.233	2.978	-	9.245	4.808
Fabricação de produtos de metal	359	370	-	9.527	6.243
Fabricação de artigos de borracha e plástico	91	841	52	7.671	3.834
Fabricação de máquinas e equipamentos	58	-	-	6.279	3.088
Fabricação de produtos químicos	-	1.028	50	5.721	-
Fabricação de produtos da madeira	716	-	726	-	4.765
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	666	990	-	-	4.025
Fabricação de produtos têxteis	103	543	-	-	2.094
Fabricação de artigos do mobiliário	-	297	-	-	-
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	190	-	-	-	-
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	-	-	125	-	-
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-	-	98	-	-
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	-	-	68	-	-
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	-	-	53	-	-
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	-	-	32	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2000, 2003, 2005b, 2011b).

Na PINTEC 2000, algumas atividades são apresentadas de forma agregada. A atividade “fabricação de produtos alimentícios” agrega “fabricação de produtos alimentícios” e “fabricação de bebidas”. Já a partir da edição de 2003 estas duas atividades são apresentadas de formas distintas e a atividade “fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações” agrega, “fabricação de material eletrônico básico” e “fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações”. No entanto, a partir de 2003 as atividades são apresentadas de forma distintas.

Para a elaboração da Tabela 5 a atividade “fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool” (PINTEC 2000); “fabricação de coque, álcool e elaboração de combustíveis nucleares” (PINTEC 2005), “fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis” (PINTEC 2011) foram agregados em “fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis”.

Conforme apresentado na Tabela 5 pode-se verificar que em todas as regiões brasileiras as atividades que mais inovam são relacionadas com fabricação de produtos alimentícios (e bebidas). Nas regiões Sudeste e Sul fica em segundo lugar a atividade “Confecção de artigos do vestuário e acessórios”, que no Nordeste ficou em terceiro atrás de “fabricação de produtos de minerais não metálicos”.

Enquanto “fabricação de produtos de minerais não metálicos” é destaque nas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul, na região Norte destaca-se “Fabricação de produtos de madeira” como a segunda atividade que mais implementou inovação apesar de que na região Sul e Centro-Oeste esta atividade também é uma das que mais inovou.

Nas regiões Sudeste e Sul “fabricação de produtos de metal” apresenta-se como uma atividade representativa somando um total de 9.527 e 6.243 indústrias acumuladas respectivamente, já na região Centro-Oeste, apesar de haver inovação nesta atividade (359), ela é menos representativa em relação às indústrias de “fabricação de produtos de madeira” (716).

Em todas as regiões, a atividade “fabricação de artigos de borracha e plástico” apresenta-se entre as 10 atividades que mais inovou. Nas regiões Sudeste e Sul concentram-se as indústrias com atividades de “fabricação de máquinas e equipamentos” e apesar de ser menos representativa, é também uma atividade importante para a região Centro-Oeste.

“Fabricação de produtos químicos” está entre as atividades onde as indústrias mais inovam no Norte, Nordeste e Sudeste. E “fabricação de produtos têxteis” assim como

“preparação de couro e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados” nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Sul.

Na região Nordeste é destaque a atividade de “Fabricação de artigos do mobiliário” e na Região Centro-Oeste “fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis”. Cinco atividades aparecem exclusivamente entre as 10 atividades que mais inovam na região Nordeste.

7. CONCLUSÃO

Por meio da análise das pesquisas realizadas pelo IBGE, foi possível verificar a distribuição das indústrias no território brasileiro. Apesar do estado de São Paulo ser o mais industrializado em termos absolutos em número de indústrias, ao relacioná-lo com sua população, o estado fica em quarto lugar, atrás do estado do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, sendo este último o mais industrializado considerando o índice de concentração industrial (ICI) calculado por meio da relação entre o número total da indústria do estado e sua população.

Em relação às indústrias que inovam no Brasil, Santa Catarina também é destaque, se configurando como um estado mais inovador do Brasil considerando o índice de concentração da indústria inovadora (ICII). Com exceção das atividades relacionadas com a “fabricação de produtos alimentícios e bebidas” e “fabricação de artigos de borracha e plástico”, que estão presentes em todas as regiões, pôde-se identificar que:

- No Sul e no Sudeste o maior destaque é para a indústria de “confeção de artigos do vestuário e acessórios” seguida de “fabricação de produtos de metal” e “fabricação de produtos de minerais não metálicos”;
- A região Sudeste é a que mais inovou em “fabricação de artigos de borracha e plástico”;
- Na região Sul se concentra a maioria das indústrias que inovaram em “fabricação de produtos da madeira” sendo que na região Norte esta atividade é responsável pela maior parte das inovações implementadas;
- A região Nordeste se destaca por inovarem em cinco atividades distintas, sendo elas “fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações”, “fabricação de outros equipamentos de transporte”, “fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações”, “fabricação de máquinas para escritório e

equipamentos de informática” e “fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios”;

- O destaque da região Nordeste é a indústria de “fabricação de artigos do mobiliário” que mesmo sendo a décima atividade industrial que inova na região, é exclusiva comparando com outras regiões;
- A exclusividade da região Centro-Oeste está nas inovações implementadas nas atividades de “fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis”.

Desta forma, pode-se considerar que esta pesquisa atingiu o seu objetivo, apresentando a estrutura e onde estão as indústrias que inovam e quais as atividades industriais considerando o território brasileiro.

REFERENCIAS

- BRASIL. Lei 13.243 de 11 de janeiro de 2016. **Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação [...]**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm#art2>. Acesso em: 19 out. 2016.
- _____. Lei N. 10.973, de 2 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre Incentivos à Inovação e à Pesquisa Científica e Tecnológica no Ambiente Produtivo**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm>. Acesso em: 19out. 2016.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- CAMPOS, B.; RUIZ, A. U. Padrões setoriais de inovação na indústria brasileira. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 8, n. 1, p. 167-210, 2009.
- CARVALHO, E. G. Inovação tecnológica na indústria automobilística: características e evolução recente. **Economia e Sociedade**, p. 429-461, 2008.
- DAVILA, T.; EPSTEIN, M. J.; SHELTON, R. **As regras da inovação**. Bookman Editora, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Inovação – Dados Regionais 2000**. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=12&Itemid=20>. Acesso em: 22 out. 2015.
- _____. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2000** (2002). Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202000.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.
- _____. **Pesquisa de Inovação – Dados Regionais 2003**. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=13&Itemid=21>. Acesso em: 23 out. 2016.
- _____. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2003** (2005a). Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202003.pdf>>. Acesso em 23 out. 2016.
- _____. **Pesquisa de Inovação – Dados Regionais 2005b**. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=11&Itemid=22>. Acesso em: 23 out. 2016.
- _____. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005** (2007). Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202005.pdf>>. Acesso em 23 out. 2016.

- _____. **Pesquisa Industrial Anual – Empresa 2008**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2008_v27_n1_empresa.pdf>. Acesso em 25 out. 2016.
- _____. **Pesquisa Industrial Anual – Empresa 2009**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2009_v28_n1_empresa.pdf>. Acesso em 25 out. 2016.
- _____. **Pesquisa Industrial Anual – Empresa 2010a**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2011_v30_n1_empresa.pdf>. Acesso em 25 out. 2016.
- _____. **Características da População e dos Domicílios: Resultados do Universo (2010b)**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/default_caracteristicas_da_populacao.shtm>. Acesso em: 25 out. 2016.
- _____. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008 (2010c)**. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202008.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2016.
- _____. **Pesquisa Industrial Anual – Empresa 2011a**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2011_v30_n1_empresa.pdf>. Acesso em: 25 out. 2016.
- _____. **Pesquisa de Inovação – Dados Regionais 2011b**. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=28&Itemid=45>. Acesso em: 23 out. 2016.
- _____. **Pesquisa Industrial Anual – Empresa 2012**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2012_v31_n1_empresa.pdf>. Acesso em: 25 out. 2016.
- _____. **Pesquisa de Inovação 2011 (2013a)**. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/pintec2011%20publicacao%20completa.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2016.
- _____. **Pesquisa Industrial - Empresa 2013b**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2013/defaultempresa.shtm>>. Acesso em: 5 jun. 2015.
- _____. **População residente enviada ao Tribunal de Contas da União Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação - 2001-2014**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2014/serie_2001_2014_TCU.pdf>. Acesso em: 23 out. 2016.
- KANNEBLEY JUNIOR, S.; PORTO, G. S.; PAZELLO, E. T. Inovação na indústria brasileira: uma análise exploratória a partir da PINTEC. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n. 1, p. 87-128, 2004.
- OECD - *Organisation for Economic Cooperation and Development*. **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3ª. Ed. Brasília, OCDE, Finep, 2005.
- PROCHNIK, V.; ARAÚJO, R. D. Uma análise do baixo grau de inovação na indústria brasileira a partir do estudo das firmas menos inovadoras. In: De NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: Ipea, 2005.
- REGIÕES DO BRASIL. In: **WIKIPÉDIA**, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2016. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Regi%C3%B5es_do_Brasil&oldid=47019167>. Acesso em: 22 out. 2016.
- SANTOS, David Ferreira Lopes. O perfil da inovação na indústria brasileira. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 3, 2012.
- SILVEIRA, R. Concentração industrial regional, especialização geográfica e geografia econômica: evidências para o Brasil no período 1950-2000. **Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza**, v. 36, n. 2, p. 189-208, 2005.
- SOUZA, M. C. C. Concentração industrial em quatro ramos industriais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 20, n. 4, p. 27-43, 1980.
- SUGAHARA, C. R.; JANNUZZI, P. M. Estudo do uso de fontes de informação para inovação tecnológica na indústria brasileira. **CiInf**, v. 34, p. 45-56, 2005.



Análise Dinâmica de Indicadores de Inovação: uma nova proposta

Carolina Resende Haddad
Mauricio Uriona Maldonado

1. INTRODUÇÃO

Para desenvolver políticas públicas incentivadoras da inovação é necessário considerar as necessidades locais, regionais e nacionais, o que pressupor o entendimento do quão inovador o sistema se apresenta (GRUPP; SCHUBERT, 2010). Isso também envolve o entendimento das inovações presentes nesse sistema e em que montante, e o que pressupõe a capacidade de inovação e, portanto, a capacidade de medir a inovação. Como apontado por Lepori, Barré e Filliatreau (2008) houve o aumento e a diversificação dos indicadores de ciência, tecnologia e inovação (CTI) em termos de análise, tipos, consumidores e usuários, principalmente devido à complexidade crescente dos sistemas. Muitos desenvolvedores de políticas tem discutido o desenvolvimento de indicadores que capturem melhor as atividades de inovação (GAULT, 2013; LEE, 2015).

Países em desenvolvimento enfrentam problemas distintos em relação a países desenvolvidos e o uso do mesmo indicador para avaliar e comparar as duas regiões pode levar a conclusões precipitadas (FREUDENBERG, 2003). Nos países em desenvolvimento, como apontado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), a inovação tem características diferentes dos países desenvolvidos e, portanto, a sua avaliação deve considerar as estruturas econômicas e sociais específicas destas regiões (OCDE, 2005). Como argumentado por Archibugi, Denni e Filippetti (2009) muitos indicadores de inovação não são úteis para medir a inovação, uma vez que não refletem os fatores de inovação que distinguem diferentes países. Conseqüentemente, há um crescente interesse em identificar e analisar indicadores de CTI em países em desenvolvimento.

Os tipos mais comuns de indicadores de inovação para analisar a estrutura do sistema são publicações, P&D, patentes e suas aplicações, pesquisas, colaboração universidade-indústria, e disponibilidade de capital de risco (JORDAN, 2010; LEE, 2015; HEKKERT *et al.*, 2007). Apesar, destes indicadores, serem medidas comuns de inovação, os indicadores de P&D, por exemplo, não consideram inovações ocorridas fora de organizações e patentes não inclui todas as inovações sobre um determinado tema, principalmente porque nem toda inovação é patenteada (LEE, 2015). Além disso, o uso de indicadores individuais não captura a inovação como um todo, pois são usados para medir um aspecto específico da inovação ou para outros fins senão a mensuração da capacidade inovadora (GRUPP; SCHUBERT, 2010).

Conforme apontado pela OECD (2010), em alguns países, as organizações introduzem novos produtos sem que haja investimento em P&D. Além disso, como apontado por Hekkert *et al.* (2007) muitos autores, ao avaliar o processo de inovação, consideram apenas a estrutura atual do mesmo e não mapeiam a dinâmica do sistema.

Por outro lado, os indicadores de CTI têm sido utilizados como forma de *benchmarking* em relação ao desempenho inovativo a nível nacional (OCDE, 2005). Porém, a realização de *benchmarking* pressupõe uma medição coerente (GRUPP; SCHUBERT, 2010) e um foco claro, o que pode ser uma tarefa difícil, especialmente a nível supra-nacional. A fim de atenuar a situação, a Comissão Europeia (2003), por exemplo, propôs a agregação de diferentes tipos de indicadores. Além disso, outro aspecto que deve ser considerado para a avaliação comparativa são as diferenças entre países (FREEMAN; SOETE, 2009). Como argumentado pela OCDE (2005) indicadores de CTI nos países em desenvolvimento têm de produzir resultados que podem ser comparados a fim de permitir *benchmarking*.

De acordo com o Manual de Oslo, os “mecanismos de disseminação e mudança incremental conta para a maioria das inovações ocorridas em países em desenvolvimento” (OECD, 2005, p. 136, tradução nossa). Ao compilar as características de inovação dos países em desenvolvimento, o Manual de Oslo fornece uma lista de fatores que devem ser considerados, incluindo: (i) o tamanho e a estrutura dos mercados e das empresas; (ii) o panorama da inovação - instabilidade, informalidade, ambientes econômicos e de inovação específicos e sistemas de inovação fracos.

Para avaliar a dinâmica e a relação entre estrutura e desempenho de um sistema de inovação, muitos autores têm vindo a discutir os processos subjacentes transformação da indústria, inovação e crescimento econômico (GALLI; TEUBAL, 1997; RICKNE, 2001; JACOBSSON; JOHNSON, 2000; LIU; WHITE, 2001; JOHNSON, 2001; HEKKERT *et al.*, 2007; BERGEK *et al.*, 2008). Estes processos, segundo Bergek *et al.* (2008) foram denominados “funções de sistemas de inovação”. De acordo com Jacobsson e Bergek (2006) a principal vantagem da análise funcional está relacionada ao fato de que se pode separar a estrutura do conteúdo, ou seja, focando naquilo que é realmente alcançado e não nos componentes do sistema.

A partir deste contexto, este capítulo tem como objetivo discutir como as funções do sistema de inovação podem servir como indicadores para medir a *performance* de países em

desenvolvimento. Para isto, serão discutidas as características que marcam o processo de inovação em tais países. Consequentemente, este capítulo é de cunho exploratório, por meio de discussão teórica.

Este capítulo está dividido em cinco sessões, a primeira composta por esta introdução. Na sessão 2 e 3, é realizada uma revisão de literatura sobre as funções do sistema de inovação e o processo de inovação em países em desenvolvimento. Na sessão 4, são discutidas as implicações do uso das funções como indicadores dinâmicos. E por fim a sessão 5, contém as considerações finais e suas perspectivas futuras.

2. AS FUNÇÕES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO

A abordagem de Sistemas de Inovação (SI) vem sendo desenvolvida há quase três décadas, por meio dos trabalhos de Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993). Entre as diferentes definições para SI, uma das mais completas e amplas foi dada por Lundvall (2010, p.2, tradução nossa), que argumenta que Sistemas de Inovação são “constituídos por elementos e relações que interagem para a produção, difusão e uso de um conhecimento novo e economicamente útil”. O conceito de SI emergiu para explicar o processo de inovação como uma alternativa à visão linear da pesquisa sobre inovação.

O conceito de SI desencadeou diferentes correntes, sendo a primeira desenvolvida na dimensão nacional, com a finalidade de entender como o conhecimento e o desenvolvimento econômico ocorriam a nível nacional (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993). Outras correntes vieram posteriormente e abordaram as dimensões regionais (COOKE, 1992; COOKE; URANGA; ETXEBARIA, 1997), setorial (MALERBA, 2002), e tecnológica (BERGEK *et al.*, 2008; HEKKERT *et al.*, 2007; ALKEMADE; KLEINSCHMIDT; HEKKERT, 2007).

Diversas pesquisas empíricas foram desenvolvidas com o propósito de compreender a estrutura, dinâmica e *performance* de um sistema de inovação (BERGEK *et al.*, 2008), mas Edquist (2004) aponta para a heterogeneidade conceitual e falta de comparabilidade entre essas pesquisas. Hekkert *et al.* (2007) menciona que para entender os processos de mudança em um sistema de inovação, não é suficiente analisar apenas a estrutura do sistema, mas sim as atividades que ocorrem no sistema e provocam mudanças no mesmo. Dessa forma, os autores, apontaram duas deficiências relacionadas aos métodos tradicionais de análise dos sistemas de inovação. Primeiramente, a comparação entre os sistemas era realizada por meio

da comparação das relações entre atores e instituições do sistema e menos na dinâmica do sistema em si (EDQUIST, 2001). Em segundo, esses métodos analisaram principalmente o nível macro do sistema, ou seja, as instituições, e deixavam a análise do nível micro, isto é, das ações empreendedoras, em segundo plano.

Diferentes trabalhos tentaram identificar as funções do sistema de inovação, como GALLI; TEUBAL, 1997; RICKNE, 2001; JACOBSSON; JOHNSON, 2000; LIU; WHITE, 2001; JOHNSON, 2001; HEKKERT *et al.*, 2007; BERGEK *et al.*, 2008). Edquist (2001), apesar de não se considerar um funcionalista, listou dez atividades que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso de inovação, que realizam a função geral do sistema de inovação. Estas atividades iniciam com os *inputs* do processo de inovação, continua com os fatores demandados, provisionam os elementos do sistema e finaliza com os serviços de suporte às organizações. São elas (EDQUIST, 2004, p. 190, tradução nossa):

- Provisão de P&D, criando novos conhecimentos, primariamente em engenharia, medicina e ciências naturais;
- Desenvolvimento de competências (provisão de treinamentos criação de capital humano, produção e reprodução de habilidades, aprendizagem individual) na força de trabalho para ser usada em inovação e em atividades de P&D;
- Formação de novos mercados de produtos;
- Articulação de requisitos de qualidade emanados dos demandantes em relação a novos produtos;
- Criação e mudança de organizações necessárias para o desenvolvimento de novos campos de inovação: fortalecendo empreendedores para criar novas empresas e intraempreendedores para diversificar empresas existentes, criando novas organizações de pesquisa, agências políticas, etc.;
- Redes através de mercados, incluindo o aprendizado interativo entre diferentes organizações (potencialmente) envolvidas no processo de inovação. Isto implica na integração de novos elementos do conhecimento desenvolvidos em novas esferas do SI, vindos de elementos externos já disponíveis nas firmas inovadoras;
- Criação e mudança de instituições, - assim como leis, leis fiscais, regulações de segurança e ambientais, investimentos em P&D, etc. - que influenciam organizações e processos inovadores oferecendo obstáculos ou incentivando a inovação;

- Atividades de incubação, como por exemplo fornecendo acesso a instalações, apoio administrativo, etc. para novos esforços de inovação;
- Financiamento dos processos de inovação e outras atividades que podem facilitar a comercialização e adoção do conhecimento;
- Fornecimento de serviços de consultoria de relevância para processos de inovação: transferência tecnológica, informação comercial e aconselhamento jurídico.

A abordagem funcional foi originalmente desenvolvida para analisar sistemas tecnológicos de inovação, especialmente as energias renováveis (JACOBSSON; BERGEC, 2011; NEGRO; HEKKERT; SMITS, 2007; ALKEMADE; KLEINSCHMIDT; HEKKERT, 2007; NEGRO; SUURS; HEKKERT, 2008; TIGABU; BERKHOUT; BEUKERING, 2015). Outros trabalhos consideraram e analisaram outras dimensões, como o sistema de inovação agrícola (TURNER *et al.*, 2016) e o sistema setorial de inovação cerâmico (GABALDÓN-ESTEVAN; HEKKERT, 2013).

Baseado em diferentes categorias propostas para compor as funções do sistema de inovação e uma série de estudos empíricos realizados pela Universidade de Utrecht, os autores Hekkert *et al.* (2007, p. 421), apontaram uma relação de sete atividades que contribuem para o desenvolvimento, aplicação e difusão de novos conhecimentos tecnológicos, sendo eles:

- Atividades empreendedoras: correspondem tanto novos entrantes, que identificam uma oportunidade de mercado, quanto a empresas que diversificam seus negócios. Seu papel é identificar novos conhecimentos, redes e mercados para gerar novas oportunidades em novos negócios;
- Desenvolvimento de conhecimento: em um sistema de inovação, conhecimento e P&D são pré-requisitos e abrange “aprender através de pesquisa” e “aprender fazendo”;
- Difusão do conhecimento através da rede: em um sistema de inovação, a função primordial das redes é troca de informação. As atividades inerentes à rede são condição para a “aprendizagem por interação” e a interação entre usuários e produtores pode ser entendida como “aprender usando”;
- Orientação à pesquisa: indica a direção do processo de conhecimento e influencia o foco dos investimentos em P&D e a direção da mudança tecnológica. Esta função se

refere ainda ao processo interativo e cumulativo de troca de ideias entre os atores do sistema;

- Formação de mercado: envolve a proteção de novas tecnologias, como a formação de nichos de mercados, criação de vantagem competitiva por meio de regimes de impostos favoráveis e quotas mínimas de consumo temporárias;
- Mobilização de recursos: envolve a alocação de recursos, tanto financeiros como capital intelectual, necessários para a produção do conhecimento, assim como fundos disponíveis para investimentos em P&D e para testes com novas tecnologias;
- Criação de legitimidade do setor e neutralização das resistências à mudança: é a relação de esforços para neutralizar as resistências à mudança e colocar na agenda uma nova trajetória tecnológica.

A Tabela 1 resume os indicadores típicos apontados pelos autores para cada função do sistema de inovação proposto.

Tabela 1 – Indicadores típicos das funções do sistema de inovação.

Função	Indicadores típicos
Atividades Empreendedoras	Número de novos entrantes Número de atividades diversificadas Número de novos experimentos com uma nova tecnologia
Desenvolvimento de Conhecimento	Projetos de P&D ao longo do tempo Patentes Investimentos em P&D
Difusão do conhecimento através da rede	Números de workshops e congressos sobre uma tecnologia específica Tamanho e intensidade da rede ao longo do tempo
Orientação da pesquisa	Metas fixadas pelos governos ou indústrias sobre o uso de uma tecnologia específica Número de artigos em revistas profissionais que elevam as expectativas sobre novos desenvolvimentos tecnológicos.
Formação de mercado	Número de nichos de mercado que foram introduzidos Regimes fiscais específicos para novas tecnologias Novas normas ambientais que melhoram as chances de novas

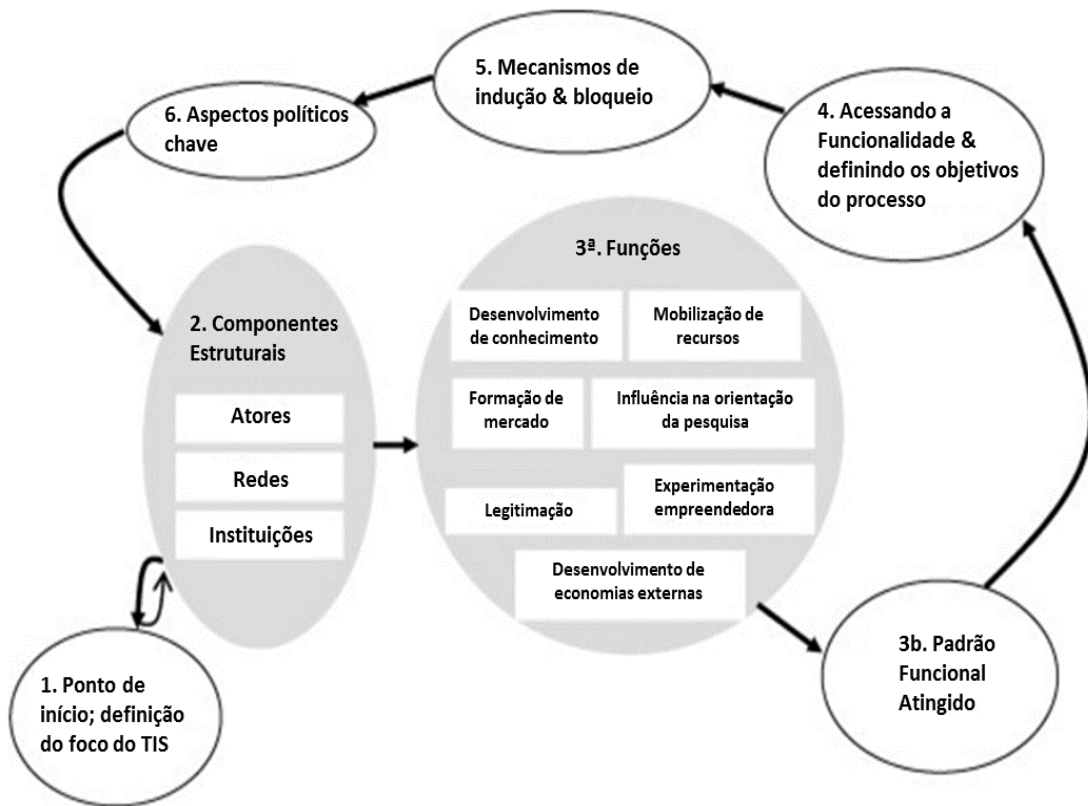
	tecnologias ambientais
Mobilização de recursos	Fundos disponibilizados para programas de P&D de longo prazo criados pela indústria ou governo para desenvolver o conhecimento tecnológico específico Fundos disponibilizados para permitir testes de novas tecnologias em experimentos de nicho Percepção dos agentes em relação ao acesso a recursos
Criação de legitimidade e neutralização de resistência à mudança	Ascensão e crescimento de grupos de interesse Ações de lobby

Fonte: adaptado Hekkert *et al.* (2007).

Tendo em vista a análise do sistema de inovação para a priorização de políticas públicas, Bergek *et al.* (2008) apontaram um esquema para analisar a dinâmica do sistema de inovação e identificar questões políticas chaves para melhorar seu desempenho. Este esquema é composto por seis etapas principais (vide Figura 1):

- Etapa 1: definição do foco do sistema de inovação, ou seja, o objetivo da pesquisa, o limite espacial do sistema e a amplitude do estudo;
- Etapa 2: definição da estrutura do sistema, ou seja, quais atores, redes e instituições devem ser incorporados;
- Etapa 3: mapeamento da funcionalidade do sistema, isto é, como ocorre a dinâmica do sistema em relação às funções do sistema de inovação;
- Etapa 4: acesso à funcionalidade do sistema, a fim de identificar quão bem o sistema está se comportando. Nesta etapa é possível identificar a fase de desenvolvimento do sistema e comparar o mesmo com outros sistemas semelhantes. A partir dessas informações é possível especificar os objetivos em termos de políticas públicas tendo em vista o atingimento de um padrão funcional mais alto;
- Etapa 5: identificação dos mecanismos que bloqueiam e induzem o sistema. Nesta etapa, deve-se considerar também a interdependência entre as funções do sistema, que podem ampliar ou não esses mecanismos;
- Etapa 6: especificação dos aspectos políticos chaves que levarão o sistema ao padrão desejado.

Figura 1 – Esquema de análise.



Fonte: Bergek *et al.* (2008, p. 441, tradução nossa).

3. INOVAÇÃO EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Tipicamente, países em desenvolvimento são caracterizados por quadros institucionais mais fracos, níveis de interação menores e estruturas socioeconômicas deficientes (SZOGS; CUMMINGS; CHAMINADE, 2011). Em geral, os sistemas de inovação em países em desenvolvimento são diferentes dos países desenvolvidos, no que tange aos seguintes fatores:

- Estes sistemas precisam atender a diferentes necessidades;
- Eles são baseados em instituições menos formalizadas;
- Os agentes e os incentivos que indicam seu comportamento tendem a ser distintos.

Um novo conceito tem emergido dentro da abordagem de sistemas de inovação para explicar o processo de inovação em países em desenvolvimento e regiões menos favorecidas: inovação para desenvolvimento inclusivo (FOSTER; HEEKS, 2013; IIZUKA, 2013; SANTIAGO, 2014). Inovação inclusiva “refere à inclusão dentro de algum aspecto da inovação dos grupos marginalizados” (FOSTER; HEEKS, 2013, p. 3, tradução nossa).

De acordo com Santiago (2014), a inovação para desenvolvimento inclusivo pode auxiliar no entendimento do fluxo de conhecimento, inovação e desenvolvimento de competências em ambientes informais, além dos aspectos que podem fortalecer as atividades econômicas formais e informais. Assim, abordagem busca entender como a inovação pode contribuir para o processo de desenvolvimento inclusivo e sustentável.

Outros conceitos que relacionam inovação a países em desenvolvimento e menos favorecidos são inovação frugal (TIWATI; HERSTATT, 2012; ZESCHKY; WIDENMAYER; GASSMANN, 2011), inovação de base (GRUPTA *et al.*, 2003), inovações para a base da pirâmide (PRAHALAD, 2009) e inovação abaixo do radar (KAPLINSKY, 2011).

Inovação é um dos fatores que explicam (ou não) prosperidade e desenvolvimento econômico em um país em desenvolvimento (CHANDRA *et al.*, 2009). Muitas inovações em países em desenvolvimento ocorrem informalmente e a falta de dados prejudica estudos relacionados a isso. As pesquisas que já foram desenvolvidas em tais circunstâncias apontaram alguns aspectos relacionados ao processo de inovação (MICHIKO, 2013), sendo elas:

- Inovações em ambiente informal, são muitas vezes marcado pela demanda local por qualidade de vida, devido à falta de atores públicos e privados atuantes nesses locais;
- O fluxo de conhecimento e aprendizagem é diferente do tradicional, pois muitas vezes a população local não teve acesso ao ensino básico;
- A interação entre os atores do sistema é limitada, o que afeta diretamente a difusão do conhecimento;
- Pouco se sabe como as organizações e os atores intermediários interagem entre si;
- O processo de inovação em países em desenvolvimento é mais incremental e organizacional e relacionado principalmente a aspectos não tecnológicos;
- É preciso avançar em pesquisas sobre o desenvolvimento de políticas públicas para grupos marginalizados, considerando os aspectos locais e o fluxo de conhecimento local.

Devido às particularidades do processo de inovação em países em desenvolvimento, o Manual de Oslo (OECD, 2005) propõe uma série de aspectos que devem ser considerados ao pesquisar indicadores de inovação nesses países:

- Em países em desenvolvimento, a estrutura do mercado é marcada por micro e pequenas empresas. Nestes países ainda, a competitividade é baseada na exploração dos recursos naturais e de mão de obra barata, sendo a organização da inovação informal e os investimentos em P&D baixos. Este último ainda é afetado pela falta de economia de escala;
- Vários fatores exógenos contribuem para o processo de inovação em países em desenvolvimento, tais como: incerteza macroeconômica; instabilidade; infraestrutura física; fragilidade institucional; falta de percepção social em relação à inovação; natureza das organizações avessa à riscos; falta de empreendedores; existência de barreiras para o desenvolvimento de novos negócios; falta de políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento negócios e treinamento gerencial;
- A mudança tecnológica é um processo custoso, devido aos altos custos da mudança, fontes insuficientes de investimento em novas tecnologias e fornecimento insuficiente de capital local;
- Inovações no setor de agricultura apresentam grandes impactos econômicos;
- A presença de multinacionais afeta a tomada de decisão de empresas locais e subsidiárias, principalmente em relação à área de inovação;
- Poucos recursos estão disponíveis para o financiamento de atividades inovadoras, o que afeta o potencial de inovação das organizações. Além disso, quando presente, estes financiamentos são majoritariamente governamentais;
- O fluxo de informação dentro do Sistema Nacional de Inovação dos países em desenvolvimento é fragmentado e marcado pela ausência de relações ciência-empresa;
- A aquisição de novos equipamentos e tecnologias externas são um dos principais fatores que afetam o processo de inovação destes países, sendo as mudanças incrementais as mais frequentes.

4. IMPLICAÇÕES DO USO DAS FUNÇÕES COMO INDICADORES DINÂMICOS

Como apontado por Hekkert *et al.* (2007), a abordagem funcional (i) permite a comparação entre sistemas de inovação de diferentes origens; (ii) apresenta um método sistemático para mapear os determinantes de inovação; e (iii) permite a formulação de um conjunto de políticas que deveriam ser o alvo do sistema de inovação e as ferramentas para alcançar este objetivo.

O papel principal das funções do sistema de inovação em países em desenvolvimento é capturar, imitar, aprender fazendo e difundir o conhecimento para a diminuição da lacuna tecnológica em relação a países desenvolvidos (GHAZINOORY *et al.*, 2014). Assim, os autores apontam que o objetivo de medir a *performance* da inovação em países em desenvolvimento está relacionado à avaliação de seu sucesso nos processos de aprendizagem tecnológica e *catching-up*.

Considerando os aspectos particulares de países em desenvolvimento, pode-se analisar o impacto de cada uma das características apontadas no capítulo anterior no grupo de funções proposto por Hekkert *et al.* (2007). Primeiramente, a estrutura de mercado marcada por micro e pequenas empresas afeta a função “Atividades empreendedoras”. Muitas vezes, essas empresas não têm condições de investir em novas tecnologias e inovações, o que é agravado pela falta de empreendedores. Além disso, a presença de empresas adversas a riscos torna-as relutantes em investir no desenvolvimento e novas atividades (IIUKA; GEBREEYESUS, 2016).

As fontes insuficientes de investimentos e recursos disponíveis para o financiamento das atividades inovadoras e novas tecnologias estão relacionadas à função “Mobilização de recursos”. Como apontado por Iiuka e Gebreeyesus (2016), países em desenvolvimento ainda sofrem com a escassez de recursos financeiros, conhecimentos especializados, infraestrutura física e serviços complementares. Além disso, os investimentos em P&D são majoritariamente dependentes do governo, principalmente pela falta de recursos privados destinados a P&D (OECD, 2005).

A presença de multinacionais é uma fonte importante de conhecimento e tecnologia em países em desenvolvimento (SZOGS; CUMMINGS; CHAMINADE, 2011). Isso afeta o “Desenvolvimento do conhecimento” e a “Difusão do conhecimento entre redes”. Como

apontado por Lundvall *et al.* (2011), a preocupação principal dos países em desenvolvimento é proporcionar transformação econômica e alcançar os países desenvolvidos no que tange o desenvolvimento tecnológico.

A ausência da relação universidade-empresa afeta o “Desenvolvimento do conhecimento” e a “Difusão do conhecimento na rede”, o que dificulta o fluxo de informação e o desenvolvimento de novas tecnologias. Neste sentido, as empresas acabam optando por adquirir tecnologia para superar os desafios tecnológicos (OECD, 2005).

A aquisição de novos equipamentos e tecnologias externas afetam os processos de “Desenvolvimento de conhecimento” e “Difusão do conhecimento na rede” nos países em desenvolvimento. Dessa forma, estes são fortemente influenciados pelas tecnologias externas, por meio da adaptação e imitação destas tecnologias, não ocorrendo o processo de conhecimento disruptivo, como em países desenvolvidos (IIUKA; GEBREEYESUS, 2016).

Outro ponto a ser explorado, é o uso do esquema de análise proposto por Bergek *et al.* (2008) para identificar a dinâmica do sistema, que apresenta três aspectos que podem contribuir para o processo de mensuração da inovação em países em desenvolvimento. Em primeiro lugar, o esquema permite extrair resultados práticos que podem guiar o processo de desenvolvimento de políticas públicas e auxiliar as decisões em suas ações. Em segundo lugar, o desenvolvimento de indicadores de inovação é crucial para permitir a comparação entre diferentes países, o que deve levar em consideração as características de países que apresentam estruturas econômicas e sociais distintas dos países mais desenvolvidos (OECD, 2005). O esquema de análise permite a comparação entre diferentes sistemas de inovação, o que pode auxiliar o desenvolvimento de pesquisas de inovação no que tange à comparação entre diferentes regiões e países, a partir da identificação da funcionalidade de cada um.

Em terceiro lugar, a partir da identificação da funcionalidade atual do sistema, por meio da identificação de suas falhas e fraquezas, bem como dos aspectos que o induzem, é possível indicar aspectos políticos chaves. Os indicadores tradicionais de inovação não são capazes de identificar os aspectos multifacetados que contribuem para a capacidade inovadora de diferentes países e regiões (MAHROUM; AL-SALEH, 2013).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUAS PERSPECTIVAS

O objetivo deste capítulo foi discutir como as funções do sistema de inovação podem servir como indicadores para medir a *performance* em países em desenvolvimento. A partir de uma análise exploratória da literatura, identificou-se que as funções do sistema de inovação indicam como ocorre a dinâmica de um sistema de inovação e não se atém aos aspectos estruturais.

O uso das funções como indicadores do processo de inovação em países em desenvolvimento pode capturar fatores que as medidas tradicionais de inovação, tais como indicadores de P&D e patentes, não capturam. As funções consideram os fatores multifacetados que contribuem para a inovação em diferentes países, inclusive as características particulares dos países menos desenvolvidos.

Como oportunidade para estudos futuros, é possível fazer uma análise de diferentes sistemas de inovação tendo em vista a utilização das funções como indicadores dinâmicos. Além disso, neste capítulo destacaram-se as funções propostas por Hekkert *et al.* (2007), mas seria interessante considerar outras formas de medir a inovação, como as propostas pelo Manual de Oslo, considerando as características específicas dos países em desenvolvimento, e o uso de indicadores agrupados.

REFERÊNCIAS

- ALKEMADE, Floortje; KLEINSCHMIDT, Chris; HEKKERT, Marko. Analysing emerging innovation systems: a functions approach to foresight. **International Journal of Foresight and Innovation Policy**, v. 3, n. 2, p. 139-168, 2006.
- ARCHIBUGI, Daniele; DENNI, Mario; FILIPPETTI, Andrea. The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 7, p. 917-931, 2009.
- BERGEK, Anna *et al.* Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. **Research Policy**, v. 37, n. 3, p. 407-429, 2008.
- CHANDRA, Vandana *et al.* (Ed.). **Innovation and Growth Chasing a Moving Frontier: Chasing a Moving Frontier**. OECD Publishing, 2009.
- COOKE, Philip. Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe. **Geoforum**, v. 23, n. 3, p. 365-382, 1992.
- COOKE, Philip; URANGA, Mikel Gomez; ETXEBARRIA, Goio. Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. **Research Policy**, v. 26, n. 4, p. 475-491, 1997.
- EDQUIST, Charles. The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: an account of the state of the art. In: DRUID CONFERENCE, 2001, Aalborg. **Proceedings...** Aalborg: DRUID, 2001. p. 12-15.

_____. Systems of innovation: perspectives and challenges. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C. (Ed.). **The Oxford handbook of innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2004. p. 1-24.

EUROPEAN COMMISSION. **Third European Report on Science & Technology Indicators: towards a knowledge-based economy**. European Commission: Bruxelas, 2003.

FOSTER, Christopher; HEEKS, Richard. Conceptualising inclusive innovation: Modifying systems of innovation frameworks to understand diffusion of new technology to low-income consumers. **The European Journal of Development Research**, v. 25, n. 3, p. 333-355, 2013.

FREEMAN, Christopher. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. Londres: Pinter Publishers, 1987.

FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc. Developing science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past. **Research Policy**, v. 38, n. 4, p. 583-589, 2009.

FREUDENBERG, Michael. Composite indicators of country performance: a critical assessment. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, 2013/6, OECD Publishing, 2003.

GABALDÓN-ESTEVAN, Daniel; HEKKERT, M. P. How Does the Innovation System in the Spanish Ceramic Tile Sector Function?. **Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio**, 2013, v. 52, n. 3, p. 151-158, 2013.

GALLI, Riccardo; & TEUBAL, Morris. Paradigmatic shifts in national innovation systems. In EDQUIST, Charles (Ed.) **Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations**. London: Pinter, 1997.

GAULT, F. (Ed.). **Handbook of innovation indicators and measurement**. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2013.

GHAZINOORY, Sepehr *et al.* Measuring innovation performance of developing regions: learning and catch-up in provinces of Iran. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 20, n. 3, p. 507-533, 2014.

GRUPP, Hariolf; SCHUBERT, Torben. Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance. **Research Policy**, v. 39, n. 1, p. 67-78, 2010.

GUPTA, Anil K. *et al.* Mobilizing grassroots' technological innovations and traditional knowledge, values and institutions: articulating social and ethical capital. **Futures**, v. 35, n. 9, p. 975-987, 2003.

HEKKERT, Marko P.; NEGRO, Simona O. Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 4, p. 584-594, 2009.

HEKKERT, Marko P. *et al.* Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 4, p. 413-432, 2007.

IIZUKA, Michiko. Innovation systems framework: still useful in the new global context?. **Innovation**, v. 5, 2013.

IIZUKA, Michiko; GEBREYESUS, Mulu. Using Functions of Innovation Systems to Understand the Successful Emergence of Non-traditional Agricultural Export Industries in Developing Countries: Cases from Ethiopia and Chile. **The European Journal of Development Research**, p. 1-20, 2016.

JACOBSSON, Staffan; BERGEK, Anna. Innovation system analyses and sustainability transitions: Contributions and suggestions for research. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 1, n. 1, p. 41-57, 2011.

JACOBSSON, Staffan; JOHNSON, Anna. The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research. **Energy Policy**, v. 28, n. 9, p. 625-640, 2000.

JOHNSON, Anna. Functions in innovation system approaches. In: DRUID's Nelson-Winter Conference, Copenhagen, **Proceedings...** Copenhagen: DRUID, 2001.

- JORDAN, Gretchen B. A theory-based logic model for innovation policy and evaluation. **Research Evaluation**, v. 19, n. 4, p. 263-273, 2010.
- KAPLINSKY, Raphael. Schumacher meets Schumpeter: Appropriate technology below the radar. **Research Policy**, v. 40, n. 2, p. 193-203, 2011.
- LEE, You-Na. Evaluating and extending innovation indicators for innovation policy. **Research Evaluation**, v. 24, p. 471-488, 2015.
- LEPORI, Benedetto; BARRÉ, Rémi; FILLIATREAU, Ghislaine. New perspectives and challenges for the design and production of S&T indicators. **Research Evaluation**, v. 17, n. 1, p. 33-44, 2008.
- LIU, Xielin; WHITE, Steven. Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context. **Research Policy**, v. 30, n. 7, p. 1091-1114, 2001.
- LUNDEVALL, B. **National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992.
- LUNDEVALL, Bengt-Åke *et al.* (Ed.). **Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting**. Edward Elgar Publishing, 2011.
- MAHROUM, Sami; AL-SALEH, Yasser. Towards a functional framework for measuring national innovation efficacy. **Technovation**, v. 33, n. 10, p. 320-332, 2013.
- MALERBA, Franco. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.
- NEGRO, Simona O.; HEKKERT, Marko P.; SMITS, Ruud E. Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion—a functional analysis. **Energy Policy**, v. 35, n. 2, p. 925-938, 2007.
- NEGRO, Simona O.; SUURS, Roald AA; HEKKERT, Marko P. The bumpy road of biomass gasification in the Netherlands: Explaining the rise and fall of an emerging innovation system. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 75, n. 1, p. 57-77, 2008.
- NELSON, Richard R. (Ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- RICKNE, Annika. **New technology-based firms and industrial dynamics evidence from the technological system of biomaterials in Sweden, Ohio and Massachusetts**. 2000. s.f. Tese (Doutorado) - Curso de School Of Technology Management And Economics, Chalmers University Of Technology, Gotemburgo, 2000.
- SANTIAGO, Fernando. Innovation for inclusive development. **Innovation and Development**, v. 4, n. 1, p. 1-4, 2014.
- SZOGS, Astrid; CUMMINGS, Andrew; CHAMINADE, Cristina. Building systems of innovation in less developed countries: the role of intermediate organizations supporting interactions in Tanzania and El Salvador. **Innovation and Development**, v. 1, n. 2, p. 283-302, 2011.
- OECD. **Oslo Manual**. Paris: OECD Publishing, 2005.
- _____. **Ministerial report on the OECD innovation strategy: innovation to strengthen growth and address global and social challenges**. 2010. Available at: <<https://www.oecd.org/sti/45326349.pdf>>. Accessed in 18 March 2016.
- PRAHALAD, Coimbatore Krishnarao. **The fortune at the bottom of the pyramid: Eradicating poverty through profits**. 5 ed. New Jersey: FT Press, 2009.
- TIGABU, Aschalew Demeke; BERKHOUT, Frans; VAN BEUKERING, Pieter. The diffusion of a renewable energy technology and innovation system functioning: Comparing bio-digestion in Kenya and Rwanda. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 90, p. 331-345, 2015.

TIWARI, Rajnish; HERSTATT, Cornelius. Frugal Innovation: A Global Networks Perspective. **Die Unternehmung**, v. 66, n. 3, p. 245-274, 2012.

TURNER, James A. *et al.* Systemic problems affecting co-innovation in the New Zealand Agricultural Innovation System: Identification of blocking mechanisms and underlying institutional logics. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 76, p. 99-112, 2015.

ZESCHKY, Marco; WIDENMAYER, Bastian; GASSMANN, Oliver. Frugal innovation in emerging markets. **Research-Technology Management**, v. 54, n. 4, p. 38-45, 2011.



**MODELAMENTO DE
SISTEMAS DE
INOVAÇÃO: O CASO DA
INDÚSTRIA
AGROALIMENTAR**

Elisa Silvestri Cândido

Carolina Silvestri Cândido

Mauricio Uriona Maldonado

1. INTRODUÇÃO

A consciência que é preciso inovar para ser competitivo e crescer no mercado está cada vez mais forte, e os diversos planos, políticas e estratégias de inovação que surgem em todo mundo, em nível nacional, estadual e etc. reitera essa percepção.

A Europa elaborou o *Europe 2020*, os Estados Unidos a *Strategy for American Innovation*, já o Brasil possui a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, e alguns estados do país desenvolveram suas próprias estratégias, como São Paulo e Santa Catarina (Política Catarinense de Ciência, Tecnologia e Inovação). O que todos esses documentos têm em comum é a prerrogativa de sistematizar a inovação, através da compreensão de suas diversas variáveis e impactos e estimulá-la através de ações estratégicas coordenadas e implementadas dentro de seus limites de atuação.

Os Sistemas de Inovação, segundo Lundvall (1992) possuem elementos e relações, que são sistemas dinâmicos e podem ser representado por laços causais, reprodução, acúmulo de causas, ciclos virtuosos e viciosos e outros elementos de sistemas dinâmicos. Kline e Rosenberg (1986) consideravam a inovação como um sistema altamente complexo, e esse fato se dá principalmente pelo envolvimento de diversos fatores e agentes e forte interação entre todos os processos que constituem esse sistema.

Considerando a realidade apresentada, é preciso buscar e elaborar ferramentas e metodologias para aperfeiçoar os Sistemas de Inovação de forma que suas ações e esforços apresentem resultados concretos e que impulsionem a economia, em seus diversos níveis.

Visando cumprir seu principal objetivo de ampliar a competitividade da indústria catarinense, a Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC) estabeleceu em seu planejamento estratégico um programa de desenvolvimento industrial com visão de curto, médio e longo prazo para os diversos setores industriais catarinenses, o Programa de Desenvolvimento Industrial Catarinense 2022 (PDIC2022). Este programa se propõe identificar os setores indutores de desenvolvimento e as visões de futuro para cada um deles; traçar o caminho mais provável para atingi-las; e promover a articulação de todas as partes interessadas visando o cumprimento do objetivo do programa (FIESC, 2013).

Neste artigo iremos focar no Setor Agroalimentar de Santa Catarina, identificado pelo PDIC2022 como um setor altamente estratégico devido sua importância para a economia catarinense e nacional. O principal objetivo deste artigo é compreender como as ações estratégicas, elegidas pelos autores, integram o Sistema de Inovação do setor em questão e como

contribuirão para que este setor alcance a visão de futuro projetada no horizonte de tempo do PDIC, até 2022, a partir do modelamento do sistema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INOVAÇÃO, SISTEMAS DE INOVAÇÃO E DINÂMICA DE SISTEMAS

O principal trunfo competitivo das empresas da atualidade é a inovação, que também é central no processo de desenvolvimento econômico. A inovação pode ser percebida como um processo de destruição criadora, onde o surgimento, crescimento e consolidação do novo determina o declínio das combinações antigas, via processo concorrencial, e é nesse processo que ocorre o desenvolvimento socioeconômico. A mensagem original de Schumpeter sobre a inovação a colocada no centro da evolução das indústrias e transformação estrutural em várias direções. A agenda de pesquisa *neoschumpeteriana* compartilha dois elementos centrais: o reconhecimento do papel essencial da inovação nos processos econômicos e a necessidade de utilizar análises dinâmicas. O pensamento *neoschumpeteriano* apresenta os microfundamentos existentes no processo de destruição criadora de Schumpeter (MALERBA, 2006).

Um Sistema de Inovação é caracterizado por ser um conjunto de interações entre diferentes atores, sendo esses: firmas, institutos de pesquisa, instituições, organizações, governo que tendem, desta forma, a desempenhar papéis complementares (LUNDVALL, 1992). Niosi (2002) apresenta que um Sistema Nacional de Inovação é um conjunto de instituições inter-relacionadas. Seu cerne consiste nas instituições que produzem, difundem e adaptam novos conhecimentos tecnológicos, sejam eles firmas industriais, universidades, agências governamentais, dentre outros. A ampliação do conceito de Sistema Nacional de Inovação para Sistema de Inovação é uma adaptação às outras instâncias passíveis de se existir um sistema de inovação, como industrial, local, regional, nacional e internacional.

Segundo Kretzer (2009), o conceito de Sistema de Inovação tem se difundido com rapidez devido à visão de que a inovação é o que propulsiona o crescimento econômico, diferente do que traz a macroeconomia tradicional. Assim, os diversos formuladores de políticas públicas têm voltado os olhos à inovação. Além da importância de se considerar os Sistemas de Inovação, ao se tratar da economia do aprendizado, a complexidade e diversidade dos fatores que influenciam no processo de inovação das firmas, somam-se à grande rede dos sistemas moldados em modelos de gestão da inovação. As firmas, seus modelos e trajetórias, não podem ser vistas de forma isolada, elas interagem entre si e com outras organizações para desenvolver e trocar conhecimentos, informações e recursos (LUNDVALL, 1992).

Nesse contexto, o desenvolvimento industrial está condicionado à hierarquia estabelecida pelos agentes econômicos à inovação. A consolidação desta como estratégia competitiva determina a importância do estabelecimento de Sistemas de Inovação. Os processos inovativos necessitam de suporte e interações. O suporte mitiga as incertezas e as interações fomentam relações colaborativas que disseminam conhecimentos nos distintos âmbitos produtivos. Assim sendo, a inovação e os Sistemas de Inovação se consolidam como processos dinâmicos de retroalimentação constante.

Em suma, utilizar a abordagem de Dinâmica de Sistemas para melhor compreender a interação entre os elementos que compõem os Sistemas de Inovação se mostra adequado por dois motivos básicos: pelo próprio comportamento dinâmico dos sistemas econômicos diversos, em especial, os Sistemas de Inovação; e pelo caráter evolucionário, ou seja seletivo e adaptativo do sistema captado pelos *loops causais* e pelo próprio fenômeno do *feedback* da Dinâmica de Sistemas.

A Dinâmica de Sistemas é um método para representar estruturas dinâmicas, complexas e com comportamento não-linear, características estas observadas nos Sistemas de Inovação e sua grande contribuição está no fato de poder aumentar a compreensão do funcionamento de tais sistemas, ou seja, como as políticas, decisões, variações dos componentes, *delays* e etc. afetam uma realidade observada (STERMAN, 2000). Esses sistemas surgem essencialmente da interação dos *loops causais* ou de *feedback*, que são os responsáveis por representar os processos dentro deste sistema. Outros elementos presentes nos modelos dinâmicos são os *time-delays* e as estruturas de estoque e fluxo.

2.2 O PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL CATARINENSE – PDIC 2022

Para compreender o PDIC 2022 importa conhecer como surgiu esta iniciativa. Trata-se de um programa de múltiplas frentes de atuação, conectadas para potencializar o desenvolvimento da indústria estadual, por meio da articulação entre empresas, governo, terceiro setor e instituições de ensino. Essa articulação é vista como necessária para que as oportunidades sejam absorvidas pelo setor industrial e para que os esforços conjuntos permitam reposicionar o estado de Santa Catarina em âmbito nacional e internacional.

Assim, os objetivos centrais do PDIC 2022 são a indução de uma dinâmica de prosperidade industrial de longo prazo em Santa Catarina e o posicionamento da indústria catarinense como protagonista do desenvolvimento do estado. Para atingimento de seus

objetivos, o programa é dividido em três projetos estruturantes: Setores Portadores de Futuro para a Indústria Catarinense, Rotas Estratégicas Setoriais para a Indústria Catarinense e *Masterplan* (FIESC, 2013).

O projeto Setores Portadores de Futuro para a Indústria Catarinense visa analisar o cenário da indústria e identificar os setores industriais mais promissores com base nas vantagens competitivas do estado em relação às tendências de futuro, possibilitando inserir Santa Catarina em uma posição competitiva em nível nacional e internacional. O segundo projeto, Rotas Estratégicas Setoriais para a Indústria Catarinense, pretende sinalizar caminhos de construção do futuro para cada um dos setores e áreas identificados no primeiro projeto. Com base nessa identificação, evidencia-se a concepção de mapas de trajetórias a serem percorridas para ampliação da competitividade em cada um dos setores (FIESC, 2013). O terceiro projeto que compõe o PDIC 2022 denomina-se *Masterplan*, e tem por objetivo a consolidação dos principais pontos críticos que afetam a competitividade da indústria catarinense, apontados nos estudos das Rotas Estratégicas Setoriais.

O resultado final dos três projetos é a conclusão de um trabalho coletivo onde empresários, especialistas setoriais e demais agentes envolvidos fomentam a construção de um planejamento estratégico único para a indústria, contemplando os diversos enfoques setoriais.

2.3 A INDÚSTRIA AGROALIMENTAR NO ÂMBITO DO PDIC 2022

O setor agroalimentar é composto pela fabricação de alimentos e bebidas, ou seja, é composto pelas divisões 10 e 11 do Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0). Nacionalmente, o segmento de produtos alimentícios catarinense tem representatividade de 6% do Valor Bruto da Produção Industrial (VBPI) e o de bebidas, 2%. A escolha do mesmo deriva tanto de sua representatividade na indústria nacional quando da primordial importância deste para o desenvolvimento econômico, ao ser considerado um setor base para os demais setores.

A indústria agroalimentar é a atividade mais representativa da indústria catarinense. O setor possui participação de 18,6% no valor da transformação industrial total estadual. Aproximadamente 10,6% deste valor deriva da produção de carnes. Santa Catarina é o maior produtor de carne suína e o segundo de frangos do país. O setor emprega 105 mil trabalhadores, segundo dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS, 2014), sendo o segundo maior empregador entre os segmentos industriais catarinenses. Das cinco principais empresas exportadoras de Santa Catarina em 2015, três foram do segmento alimentar que responde por 35% das exportações totais de Santa Catarina.

Ao se observar a inovação do segmento de produtos Alimentícios, a taxa de inovação (proporção do número de empresas que inovam no número total de empresas do setor) de Santa Catarina é superior à das empresas brasileiras. Em 2011, das 1.058 empresas pesquisadas em Santa Catarina pela Pesquisa da Inovação Tecnológica (PINTEC), 552 investiram em inovação, o que resulta em uma taxa de inovação de 52%. A taxa de inovação das empresas brasileiras do mesmo segmento, em 2011, foi de 41%. Em 2005, a taxa de inovação do segmento catarinense de Produtos Alimentícios foi de apenas 28% e em 2008 foi de 48%, o que evidencia a existência de um crescimento nos investimentos em inovação. O grande desafio do setor é conseguir manter a taxa de inovação observada em 2011.

Nesse contexto, manter e aumentar a taxa de inovação do setor é imprescindível para conservar sua competitividade. Assim, a indústria Agroalimentar catarinense estipulou como visão de futuro: Indústria Agroalimentar catarinense reconhecida no Brasil e no Exterior por produtos confiáveis, de qualidade e com alto valor agregado, produzidos com tecnologia e sustentabilidade. Os fatores críticos de sucesso para atingir tal visão são: Tecnologia e Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação; Infraestrutura e Logística, Políticas Públicas e Regulamentação e Recursos Humanos.

Sendo o foco do presente artigo a modelagem dinâmica das relações que compõem o sistema de inovação inerente ao setor Agroalimentar catarinense, foram elegidas ações apontadas em Tecnologia e PD&I. Estas se dividem em ações de curto, médio e longo prazo. As ações que serão exploradas compõem o horizonte temporal do curto prazo, por apresentarem maior possibilidade de controle. Elas são: Facilitar o acesso aos recursos públicos para investimentos em PD&I; Promover a formação dos funcionários desde o ensino básico até os cursos de pós-graduação e apoiar a criação de equipes de PD&I nas empresas.

Estas ações apresentam relações mais tangíveis com as variáveis que compõem o sistema dinâmico focado na inovação no setor Agroalimentar catarinense. A seção seguinte, que introduz a lógica inerente aos *loops* causais, irá posicionar como as ações inferem nas variáveis e como podem condicionar o futuro competitivo do setor.

3. MÉTODO

O presente trabalho foi desenvolvido a partir dos estudos que compõem a Rota Estratégica Indústria Agroalimentar do Programa de Desenvolvimento Industrial Catarinense 2022, elaborado pela Federação das Indústrias de Santa Catarina, por ser este considerado pelos

autores como um trabalho de alto impacto no desenvolvimento da indústria de Santa Catarina e do Brasil.

A metodologia é caracterizada por duas fases, sendo a primeira fase referente ao levantamento literário de Sistemas de Inovação e dinâmica de sistemas e estudo do PDIC 2022 e a segunda, referente à construção do diagrama de laços causais. Todas as etapas estão destacadas na Figura 1.

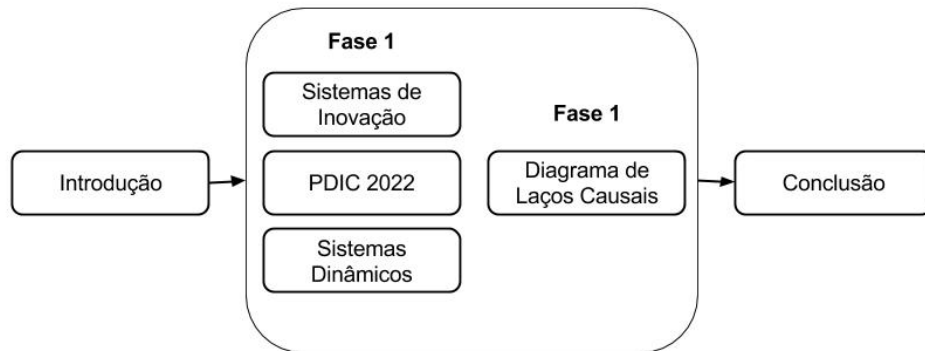


Figure 1 – Metodologia
Fonte: Autores

3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A primeira fase iniciou-se com o estudo do PDIC2022 e levantamento bibliográfico referente a modelagem de sistemas de inovação. Esta etapa teve como objetivo o levantamento dos modelos dinâmicos aplicados a sistemas de inovação e de variáveis representativas apresentadas nas ações estratégicas destacadas pelo Programa para o Setor Agroalimentar de Santa Catarina, que serviram de base para a construção do modelo desenvolvido para este trabalho.

3.2 MODELO DE LAÇOS CAUSAIS

A segunda fase refere-se à construção do diagrama de laços causais. Este diagrama foi baseado no modelo de Sistema de Inovação criado, representado na Figura 2, construído a partir dos modelos e referencial teórico descritos anteriormente. Os laços causais mostram como os elementos do sistema se relacionam, e são os responsáveis por seus processos de realimentação. As malhas podem ter caráter positivo ou negativo no sistema – positivo significa que tem o poder de reforçar o que está acontecendo no sistema e negativo de limitar o sistema, buscando o equilíbrio (FORRESTER, 1976).

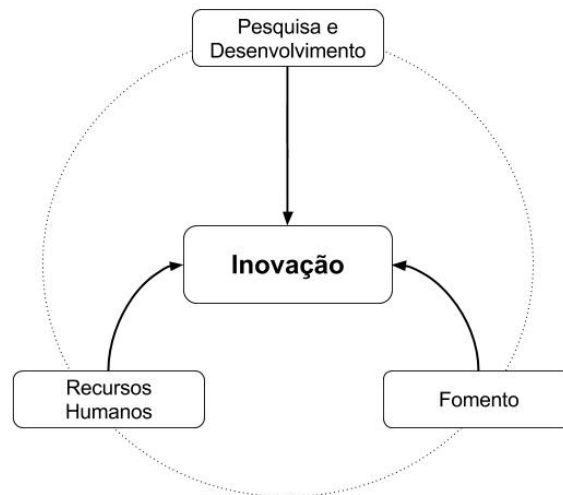


Figure 2 - Sistema de Inovação
Fonte: Autores

4. DISCUSSÃO

4.1 MODELO DE LAÇOS CAUSAIS

O modelo de laços causais é formado por dez malhas ou *loops* de realimentação positivos (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9 e R10). Segundo Sterman (2000), a interação desses *loops* que concedem ao modelo a dinâmica necessária, do contrário, o modelo torna-se estável. Na Figura 3 está a representação do diagrama de laços causais elaborada.

As malhas R1, R2, R3, R4 e R5 derivam da variável “Financiamento Público em P&D”, enquanto as demais malhas derivam da variável “Financiamento Privado em P&D”, fazendo com que haja uma semelhança nos *loops* gerados por essas duas variáveis. Sendo assim, para fins de simplificação, optou-se pela representação e descrição detalhada do primeiro ao quinto *loop*, uma vez que os demais são análogos a esses.

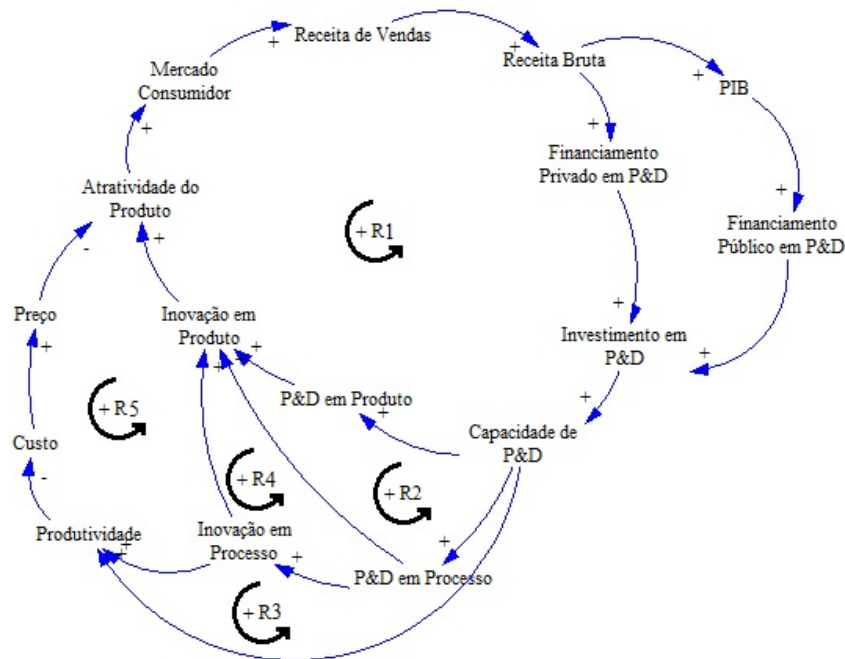


Figure 3 - Diagrama de Laços Causais
Fonte: Autores

Conforme a Figura 3, quanto maior a atratividade do produto, maior será o mercado consumidor do setor, resultando em um aumento na receita de vendas e por consequência, em um maior faturamento. Considerando o aumento do faturamento total do setor, será observado um aumento no PIB do país e, sendo assim, no aumento de financiamentos públicos em P&D. Uma vez que o financiamento público em P&D aumenta, o investimento em P&D por parte do setor também crescerá, acarretando num aumento da capacidade de P&D, nas atividades de P&D em produto e na inovação dos produtos desenvolvidos pelo setor, o que contribui para a atratividade do produto (R1).

A segunda malha (R2) indica que a partir do crescimento da capacidade de P&D do setor, estimulado pelo aumento de investimentos em P&D, ocorrerá um aumento nas atividades de P&D de processos do setor. O aumento de P&D nos processos, por sua vez, apresenta influência na inovação em produtos. A empresa que tem a inovação como prática, ou seja, que desenvolve uma mentalidade para a inovação tende a inovar em produto e processo, assim, os processos de P&D sejam de qualquer tipo, tem influência nos demais processos. Quanto maior o grau de inovação de um produto, mais atraente este é aos olhos do mercado, fazendo com que o mercado consumidor do setor cresça, assim como as vendas e receita bruta. Ao aumentar a receita do setor é possível prever um aumento no PIB, permitindo que o Estado ofereça mais financiamentos para P&D, os quais uma parte será convertido em investimentos em P&D do setor.

É possível se observar uma malha que se comporta de maneira análoga à observa em R2, a diferença ocorre na opção de financiamento. Enquanto na malha R2 o aumento da receita de vendas de produtos inovadores aumenta a receita bruta e assim o PIB estadual e o financiamento público em P&D, nesta malha, o aumento da receita bruta estimula o financiamento privado em P&D, gerando os demais enlances causais descritos em R2

É importante considerar que, tratando-se de inovação em empresas dinâmicas, como as do setor agroalimentar, a inovação em processo e em produto estão intimamente ligadas. Como o foco do trabalho está na medição da inovação em produtos, foram aprofundados os estudos nas influências que a inovação em processo provoca na inovação em produtos. Analogamente aos dois primeiros *loops* apresentados, o R3 aponta que este processo de inovação do produto aumentará a atratividade do produto, o mercado consumidor, a receita bruta, investimento em P&D e por fim terá uma consequência positiva nos processos de P&D em processos.

Em relação ao R3, importa ressaltar que certamente a inovação em produto estimula a inovação em processo, principalmente para dar suporte à própria inovação em produto. Assim, é importante se considerar um elemento de influência da inovação de produto na inovação de processo. As características conhecidas do setor agroalimentar estabelecem que ambos os tipos de inovação apresentam frequência de ocorrência similar.

No *loop* R4, quanto maior a inovação em processos, causada pelos investimentos em P&D em processos, maior será a produtividade do setor. Tal fato pode ser compreendido pelo fato de que a inovação em processos tende a gerar processos mais eficientes, o que significa dizer que, para a mesma produção, são utilizados menos recursos. Diminuindo os recursos, diminui-se o custo do produto e, considerando a margem de lucro constante, o preço também diminuirá, aumentando o poder de atratividade do produto e aumentando a parcela de mercado para o setor agroalimentar.

Por fim, a quinta malha (R5) apresenta a influência da capacidade de P&D na produtividade do setor. Essa ligação se faz pelo fato de que, com o aumento da capacidade de P&D, expressa pela especialização dos trabalhadores e investimentos financeiros no setor, os processos tornam-se mais eficientes, e a produtividade cresce naturalmente. E seguindo a mesma lógica do *loop* R4, o aumento da produtividade afetará positivamente a atratividade do produto, a receita do setor, o financiamento público em P&D e, por fim, a capacidade de P&D do setor.

Os *loops* R6, R7, R8, R9 e R10 são análogos aos *loops* R1, R2, R3, R4 e R5 (respectivamente), com a diferença que a fonte de financiamento será privada, e não pública. Nesses casos, concernente ao financiamento, seguindo a lógica da atratividade gerando

aumento do mercado consumidor (*Market share*) e assim, com o aumento da receita de vendas de produtos inovadores e, em consequência da receita bruta ou faturamento das empresas do setor, as próprias empresas aumentam sua capacidade de investimento por meio de fundo interno em P&D. O aumento do investimento em P&D aumenta a capacidade de P&D do setor que incita o P&D, produtividade e inovação em produto elevando sua atratividade.

Em suma, os laços causais escolhidos para o presente artigo mostram a complexidade de um Sistema Setorial (indústria Agroalimentar) Regional (de Santa Catarina) de inovação, contemplando variáveis internas e externas à firma. Importa reconhecer que as malhas causais compõem um Sistema Dinâmico mais complexo, a ser apresentado em artigo posterior. A próxima seção descreve o comportamento das variáveis que poderá ser melhor visualizado na análise do modelo.

5. CONCLUSÃO

Atualmente, o principal objetivo das empresas é aumentar seu valor de mercado. A visão simplista da microeconomia tradicional que atribui este à maximização de lucro cai por terra ao se observar os processos de inovação, que “capturam” parte do lucro da empresa no curto prazo, tornando-a relativamente menos lucrativa, para ampliá-lo no longo prazo. Assim, a valorização da empresa do mercado apresenta maior aderência à lógica atual de mercado do que a maximização de lucro.

Os produtos inovadores permitem que as empresas tenham, por um curto período de tempo, lucros extraordinários, o que é um incentivo suficiente para empreender processos inovativos – arriscados e incertos. Para suportar os processos inovativos, três elementos básicos de suporte precisam existir: uma estrutura de financiamento, uma estrutura de conhecimento e uma estrutura institucional.

No modelo apresentado, as estruturas de financiamento e conhecimento são apresentadas com maior profundidade. A estrutura institucional aparece em segundo plano, pois apresentam influência indireta nas variáveis por meio de seu suporte ao financiamento e conhecimento. Por estrutura institucional entende-se uma parte formal (leis, regras, normas, instituições estabelecidas, como por exemplo: Lei da Inovação, Lei do Bem, patenteamento e proteção da propriedade intelectual, Universidades, Governo); e informal (crenças, costumes, culturas, exemplo: cultura empreendedor e inovadora empresarial, rotinas cristalizadas nas empresas); que dão suporte à inovação.

As estruturas de financiamento são divindades em público e privada e ambas derivam da receita dos produtos inovadores, pois se estes não fossem importantes na receita total das empresas, o financiamento da inovação não seria estimulado. A estrutura de conhecimento é capturada na Capacidade de P&D. No modelo amplo, podemos verificar que esta depende da existência de pessoal apto à inovação, principalmente, pesquisadores o que também aponta a importância das relações entre empresas e instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs). Atualmente, a modelagem das capacitações é uma das mais complexas que existe nos processos econômicos, isso pois, elementos como o conhecimento tácito e as competências pessoas são especialmente difíceis de serem capturados por mensuráveis tradicionais.

Com as três estruturas iniciais estabelecidas de forma adequada, os processos de inovação pressupõem a existência de redes. Parte dessas redes é captada no modelo pelos pesquisadores, que apontam na relação universidade-empresa (ICTs-empresa), e no financiamento, governo-empresa, porém, outras relações também são importantes como com fornecedores, concorrentes e consumidores. Cada vez mais a inovação deriva das relações colaborativas diversas.

A inovação foco do artigo, conforme mencionado acima, é a inovação de produto, por mais que seja de conhecimento dos autores que o setor Agroalimentar também suporta diversas inovações de processo, parte da influência da inovação de processo em produto e vice-versa deriva da consolidação na empresa de uma cultura de inovação. A inovação de produto reuni uma gama de recursos (financiamento, pesquisadores, capacidade de P&D, inovação de processo, dentre outros) e os consolida em um produto protótipo, por tal razão, esses recursos são “resumidos”, “reduzidos”, “encerrados” em um produto ou uma família de produtos inovadores a ser produzido em quantidade, gerando assim a receita de vendas de produtos inovadores.

Introduzindo a análise das ações estratégicas de curto prazo no modelo proposto, é conhecido que o setor Agroalimentar catarinense apresenta representatividade na economia nacional, inclusive em termos de inovação. Porém, é necessário aumentar a inovação setorial, principalmente pois essa indústria detém forte dependência da venda de produtos tradicionais, de baixa valor agregado, e de recursos escassos, como a terra e a produção de milho e soja, por exemplo. Assim, essas são necessárias para alavancar a inovação setorial.

A primeira ação eleita – facilitar o acesso aos recursos públicos para investimentos em PD&I – atua de maneira bastante direta na primeira malha observada R1 elevando a parte do PIB destinada ao financiamento público em P&D, o resultado desse aumento pode ser observado na análise realizada acima. A segunda ação que aponta promover a formação dos funcionários

desde o ensino básico até os cursos de pós-graduação apresenta também influência no modelo por meio do aumento na capacidade de P&D, elemento componente de todas as malhas descritas acima. O aumento da capacitação interna eleva não só a capacidade de P&D como também a produtividade. Apoiar a criação de equipes de PD&I nas empresas é a última ação elegida e também apresenta importância no modelo ao influenciar a capacidade de P&D. Os processos de P&D em produto e processo são alavancados com tal ação.

Conclui-se então que a utilização de Sistemas Dinâmicos para os processos de inovação e, em especial, para estruturar os vínculos inerentes aos Sistemas de Inovação é não só adequado como também se apresenta como uma ferramenta poderosa para os planejamentos públicos e privados, no presente caso, setoriais. O PDIC 2022 é um instrumento de articulação de atores pertinentes aos setores industriais catarinenses importantes e a utilização de Sistemas Dinâmicos para estimar os resultados esperados com a plena adoção das ações que compõem seus planejamentos de curto, médio e longo prazo aponta como sua implementação é relevante para o desenvolvimento socioeconômico do estado.

REFERÊNCIAS

- DOSI, G. *Opportunities; incentives and the collective patterns of technological change. The Economic Journal*, nº107, p. 1530-1547, set., 1998.
- FIESC (Santa Catarina). 2013. *Rotas Estratégicas Setoriais para a Indústria Catarinense 2022: Agroalimentar*. Florianópolis: Fiesc,
- FORD, F. A. 2009. *Modeling the environment: an introduction to system dynamics models of environmental systems*. Edition. Island Press. 2009.
- FORRESTER, J. W. 1976. *Principles of System*. Cambridge, MIT Press.
- KLINE, S. J.; ROSENBERG, N. 1986. *An Overview of Innovation*. In: LANDAU, Ralph; ROSENBERG, Nathan. *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. National Academy Press. Washington, D.c.
- KRETZER, Jucélio. 2009. *Sistemas de inovação: as contribuições das abordagens nacionais e regionais ou locais*. Ensaio Fee, Porto Alegre, v. 30, p.863-891.
- LUNDVALL, B-Å. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers. London.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. 2006. *Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities*. *Oxford Journals*, vol 6, n.º 1, p. 83-118.
- NELSON, R. R. e WINTER, S. G. 1982. *An evolutionary theory of economic change*. Estados Unidos: Harvard U. P.
- NELSON, R.R. 1981. *Research on productivity growth and productivity differences: Dead ends and new departures*. *Journal of Economic Literature*, 19(3), pp.1029-1064, 1981
- NIOSI, Jorge, 2002. *National systems of innovations are "x-efficient" (and x-effective): Why some are slow learners*. *Research Policy*, Elsevier, vol. 31(2), pages 291-302, February.
- PIA – Pesquisa Industrial Anual – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2013.
- PINTEC – Pesquisa da Inovação Tecnológica – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2003, 2005, 2008 e 2011.
- RAIS – Relação Anual de Informações Sociais – Ministério do Trabalho e Previdência Social – MTPS, 2014.
- STERMAN, J. D. 2000. *Business dynamics. Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill, Boston.

The background features a light blue sky with several green birds in flight. In the center, there are two stylized wind turbines with green blades and yellow towers. Below the turbines are three purple, cloud-like shapes. At the bottom, a dark blue silhouette of the African continent is visible against a lighter blue background.

PARTE 3: Sustentabilidade



Estado da Arte de literatura sobre Tecnologias Limpas

Caroline Rodrigues Vaz
Claudia Viviane Viegas
Mauricio Uriona Maldonado
Álvaro Guillermo Rojas Lezana

1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental tem sido um tema de muitas discussões ao longo dos últimos anos, com a preocupação da conservação dos recursos naturais e com a degradação provocada pelo homem ao meio ambiente (DRUZZIAN e SANTOS, 2006). Devido ao crescimento da população, o acúmulo de resíduos (lixo) e a degradação ambiental cresceram de forma vertiginosa (ALENCAR, 2005; DRUZZIAN e SANTOS, 2006). Dessa forma, o homem percebeu que a solução é minimizar a geração de resíduos, desenvolvendo técnicas que eliminem o desperdício, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (DRUZZIAN e SANTOS, 2006).

A partir da Conferência de Estocolmo na Suécia em 1972, compreendeu-se que a solução para a conservação dos recursos naturais e minimização da degradação ambiental seria o desenvolvimento de técnicas ambientais e de gerenciamento que acabassem com o desperdício, colaborando para um desenvolvimento sustentável.

Ambientalistas de várias partes do mundo, organismos nacionais e internacionais, há décadas, vêm lutando em prol desta atitude. Citam-se, a Assembleia Geral das Nações Unidas (1983), com o relatório de Brundtland (1987); a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ECO 92), realizada no Brasil, e que consagrou o conceito de desenvolvimento sustentável como sendo um modelo econômico menos consumista e mais adequado ao equilíbrio ecológico; e a Conferência Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável realizada em Joanesburgo (2002), na África do Sul, traçando novas diretrizes para o desenvolvimento sustentável (aplicar o “pensar globalmente e agir localmente”).

A Constituição Federal Brasileira de 1988, em seu artigo 225, trouxe ao poder público e à coletividade o dever de defender o meio ambiente e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. A Lei 6.938 de 1981 já havia antes da Constituição instituído a Política Nacional do Meio Ambiente e ao prever a criação do Sistema Nacional do Meio Ambiente, (SISNAMA), estabeleceu atribuições multipartites para a proteção e melhoria da qualidade ambiental.

O Direito Ambiental brasileiro atenta sobre oito princípios básicos: do Direito Humano Fundamental ao ambiente equilibrado; do princípio democrático à informação e a participação do indivíduo; do princípio da precaução, segundo o qual a ciência nem sempre é capaz de prever com exatidão dos impactos de determinados procedimentos; do princípio da prevenção, quando os impactos são conhecidos e basta gerenciá-los; da responsabilidade por ações ou omissões do indivíduo e/ou da pessoa jurídica; do usuário e do poluidor pagador; do equilíbrio para o desenvolvimento sustentável; e do princípio do limite, onde o poder público impõe indicadores

e parâmetros técnicos. Os aspectos legais constituem o maior instrumento para o gerenciamento ambiental na esfera pública brasileira.

O conceito de tecnologia limpa foi desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 1993) em 1989, sendo introduzido como uma inovadora abordagem para a conservação dos recursos e gestão ambiental, com o objetivo imediato de incrementar o conhecimento sobre o conceito e promover sua adoção pela indústria.

A proposta do PNUMA era fomentar a manufatura de produtos e o uso contínuo de processos industriais que aumentassem a eficiência, prevenissem a poluição do ar, água e solo, reduzissem os resíduos na fonte de poluição e minimizassem os riscos para a população humana e o ambiente (FURTADO, 1998).

Diante deste contexto, emerge o problema de pesquisa que orienta a realização do presente artigo: Como construir o conhecimento inicial para realizar uma pesquisa sobre tecnologias limpas, a fim de propiciar as condições necessárias para entender e contribuir com essa temática?

E para responder a esta questão de pesquisa, este trabalho tem como objetivo geral construir, no pesquisador, o conhecimento necessário para orientá-lo a pesquisar sobre o tema tecnologias limpas a partir da análise de clusters.

O alcance deste objetivo geral será possível por meio dos seguintes objetivos específicos: (a) Selecionar um Portfólio Bibliográfico relevante sobre tecnologias limpas, (b) Realizar análise bibliométrica do portfólio bibliográfico selecionado, visando identificar os periódicos, artigos, autores de destaque, para realizar análise de clusters.

O artigo se apresenta em cinco seções, sendo a primeira composta por esta introdução. A segunda apresenta o referencial teórico dos temas de gestão ambiental e tecnologias limpas. A terceira mostra a metodologia utilizada nesta pesquisa. A quarta seção apresenta os resultados obtidos e suas respectivas discussões. E por último, o artigo apresenta as conclusões e recomendações.

2.TECNOLOGIAS LIMPAS

O conceito de Tecnologia Limpa pode ser entendido como sendo um conjunto de soluções que viabilizem novos modelos de se pensar e de se usar os recursos naturais. De maneira prática, as tecnologias limpas são novos processos industriais ou alterações realizadas em processos já existentes, sempre com o objetivo de que o consumo de matérias-primas, o

consumo energético, os impactos ambientais e o desperdício sejam minimizados ou mesmo zerados.

Obviamente que a evolução de tecnologias limpas não tem como interesse a diminuição do desenvolvimento econômico. Muito pelo contrário, o intuito é suprir de forma consciente e sustentável a necessidade de serviços, bens e produtos da sociedade atual.

Além disso, os modelos de produções que são baseados em tecnologias limpas têm sempre como intuito a reciclagem total dos resíduos gerados no processo produtivo, assim como o objetivo claro de não gerar emissões e resíduos. O desenvolvimento e a adoção de tecnologias limpas são parte essencial na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Para as indústrias alcançarem seus objetivos específicos em relação ao gerenciamento ou melhoria do desempenho ambiental organizacional, podem-se adotar alguns instrumentos ou ferramentas, como auditoria ambiental, avaliação do ciclo de vida, estudos de impactos ambientais, sistemas de gestão ambiental, relatórios ambientais, rotulagem ambiental, gerenciamento de riscos ambientais, educação ambiental empresarial.

Ainda pode ser ampliada com a inclusão dos instrumentos convencional utilizados nas empresas para fins de qualidade e produtividade afirma Barbieri (2004) como a análise do valor, análise de falhas, listas de verificação, cartas de controle, diagramas de relações, diagramas de causa-efeito, indicadores de desempenho, ciclo PDCA, manutenção preventiva, práticas correntes de *housekeeping*, entre outras. Desta maneira, a seguir serão apresentadas as principais tecnologias limpas para desempenho ambiental em organizações.

2.1 Ecologia Industrial

A Ecologia Industrial vem a contribuir com a sustentabilidade ambiental das organizações industriais por alterar a visão sobre o conceito de resíduo encarando-o na verdade como um subproduto, pois na natureza o “resíduo” do término de um ciclo é também a matéria-prima necessária para o início de outro ciclo.

Agner (2006), baseia-se numa analogia entre os sistemas ecológicos naturais e os sistemas industriais e aplicação desse conceito pode fomentar a sustentabilidade das organizações pelo fato de orientar as estratégias empresariais no sentido de promover a integração entre as organizações adotando como modelo os sistemas encontrados no meio ambiente natural.

2.2 ISO 14001

A norma ISO 14001 foi desenvolvida desde 1993 pelo Comitê Técnico (TC) 207 ISO com o objetivo de fornecer as empresas e demais organizações de todo o mundo uma abordagem comum da gestão ambiental (NASCIMENTO e POLEDNA, 2002).

Atualmente um pré-requisito fundamental para as empresas que desejam escoar seus produtos em um contexto de mercado globalizado através da melhoria de seu desempenho ambiental é obter a certificação de um Sistema de Gestão Ambiental pela ISO 14001. Segundo Seiffert (2006), esta norma determina a competitividade para as empresas de todos os perfis, sendo elas de médio ou pequeno porte.

Aplica-se a norma 14001 às empresas de atividades industriais, agroindustriais e de serviços certificando as instalações da empresa, linhas de produção e produtos que satisfaçam os padrões de qualidade ambiental (SOLEDADE et al., 2007).

2.3 Economia ecológica

A Economia Ecológica foi semeada pelo economista romeno Nicolas Georgescu-Roegen em sua obra “The Entropy Law and the Economic Process”. Ao inserir no estudo econômico a Lei da Entropia (segunda lei da termodinâmica que demonstra a existência de energia que não é mais capaz de ser utilizada em processos produtivos, sendo dissipada no meio ambiente e provocando a poluição e degradação dos recursos naturais), o raciocínio econômico é profundamente alterado, na medida em que há a inserção da ideia de irreversibilidade e de limites dos sistemas ecológicos a serem considerados na teoria econômica (SANTOS, 2008).

As análises do economista romeno Georgescu-Roegen (1971) são consideradas clássicas para essa discussão da economia que tem como base de referência os fluxos de energia ou dos princípios da entropia (SOUZA-LIMA, 2004). Para Economia Ecológica, leis físicas explicam os limites do sistema econômico. De acordo com Mattos e Ferretti Filho (1999) a Economia Ecológica incorpora a relação da vida como parte de seu estudo, sendo a economia não apenas da empresa, mas de zonas geográficas no âmbito ecológico, como: o tempo das análises não poderá ficar restrito ao curto prazo, devendo incorporar todo o futuro, com os efeitos das decisões econômicas se fazem sentir.

2.4 Produção Limpa

A Produção Limpa (PL) engloba as estratégias de administração industrial (SILVA, 2004), foi proposta pela organização ambientalista não governamental *Greenpeace*, afirma Furtado *et al.* (1998), para representar o sistema produtivo industrial que levasse em conta:

- a. A auto-sustentabilidade de fontes renováveis de matérias-primas;

- b. A redução do consumo de água e energia;
- c. A prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção;
- d. A reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira atóxica e energia-eficiente (consumo energético eficiente e eficaz);
- e. A geração de produtos de vida útil longa, seguros e atóxicos, para o homem e o ambiente, cujos restos (inclusive as embalagens), tenham reaproveitamento atóxico e energeticamente eficiente;
- f. A reciclagem (na planta industrial ou fora dela) de maneira atóxica e energia-eficiente, como substitutivo para as opções de manejo ambiental representadas por incineração e despejos em aterros.

PL é um sistema de produção industrial que exige recursos como: material (os quais os produtos são feitos); energia (para transportar e processar os materiais); água e ar (GREENPEACE, 1997).

Thorpe (1999) afirma que a PL busca compreender o fluxo dos materiais na sociedade, investigando, em particular, a cadeia de produtos: de onde vêm às matérias-primas, como e onde elas são processadas, que desperdícios são gerados ao longo da cadeia produtiva, que produtos são feitos dos materiais, e o que acontece a estes produtos durante o seu uso e o término da sua vida útil.

De acordo com Greenpeace (1997), a PL tem como objetivo atender as necessidades de produtos de forma sustentável, usando materiais e energias renováveis, não nocivas, conservando a biodiversidade.

2.5 Produção mais Limpa

O conceito Produção mais Limpa (PML) refere-se à produção integrada à proteção ambiental de forma mais ampla, considerando todas as fases do processo produtivo e o ciclo de vida do produto final, segundo PNUMA (1993).

A PML surgiu em 1991, em um programa da UNIDO/UNEP como uma abordagem intermediária entre a Produção Limpa do *Greenpeace* e a diminuição de resíduos do *Environmental Protection Agency – EPA* (CNTL, 2003).

Conforme Barbieri (2004), a PML teve suas origens estimuladas pela Conferência de Estocolmo em 1972, com a definição de tecnologia limpa, que deveria conseguir a intenção de disseminar menos poluição ao meio ambiente, gerar menos resíduos e consumir menos recursos naturais.

De acordo com o Centro Nacional de Tecnologias Limpas do Serviço Nacional da Indústria – CNTL/SENAI (2003), Produção mais Limpa constitui o aproveitamento contínuo de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica associada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficácia no uso de matérias-primas, água e energia através da não geração, diminuição ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos.

A PML aplica uma abordagem preventiva na Gestão Ambiental, que permite o funcionamento da empresa de modo social e ambientalmente responsável, trazendo uma influência em melhorias econômicas e tecnológicas (CNTL, 2001; SILVA FILHO e SICSÚ, 2003), com a intenção de maximizar a eficiência na utilização das matérias-primas, água e energia, aplicada a serviços e produção, com o intuito de diminuir os riscos para as pessoas e ao meio ambiente (CNTL, 2001; SILVA FILHO e SICSÚ, 2003; PIMENTA e GOUVINHAS, 2007).

A PML tem como objetivo fortalecer economicamente a indústria através da prevenção da poluição, colaborando com o progresso da situação ambiental de determinada região. Explora o processo produtivo e as demais atividades de uma empresa e avalia a utilização de materiais e energia. A partir disto, são criteriosamente examinados os produtos, as tecnologias e os materiais, com a intenção de diminuir os resíduos, as emissões e os efluentes, e descobrir modos de reutilizar os resíduos inevitáveis (CNTL, 2002).

A PML é uma ferramenta completa na determinação de escolhas para otimização do processo produtivo e melhoria contínua do processo, pois junta as questões que induzem a esse fim, como: qualidade, planejamento, segurança, meio ambiente, design, saúde ocupacional e eficiência (CNTL, 2002).

2.6 Análise do Ciclo de Vida

Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta indispensável para melhor acompanhamento dos ciclos de produção e a identificação de alternativas de interação entre processos. É um método utilizado para avaliar o impacto ambiental de bens e serviços (RIBEIRO; GIANNETTI e ALMEIDA, 2016). A ACV de um produto, processo ou atividade é uma avaliação sistemática que quantifica os fluxos de energia e de materiais no ciclo de vida do produto. Análise do Ciclo de Vida segue os principais fluxos de material e energia que participem da formação de um determinado produto.

ACV é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados a um produto, compreendendo as etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo até a disposição do produto final,

sendo (ISO, 2008): a) Produto de energia; b) Os processos que envolvem a manufatura; c) As questões relacionadas com as embalagens; d) O transporte; e) O consumo de energia não renovável; f) Os impactos relacionados com o uso, ou aproveitamento; g) O reuso do produto ou mesmo questões relacionadas com resíduos ou reciclagem.

De acordo com ABNT (2001), ACV é definida como uma técnica para avaliar os aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto. A ACV é recomendada pela norma ISO 14040, a qual descreve os princípios e a estrutura para se conduzir e relatar estudos dessa natureza (RIBEIRO, 2003).

2.7 Ecodesign

Para Oliveira (1998) o *Ecodesign* é a abordagem conceitual e processual da produção que requer que todas as fases do ciclo de vida de um produto ou de um processo, devem ser orientadas para o objetivo de preservação ou minimização de riscos, de curto ou longo prazo, à saúde humana e ao meio ambiente.

Segundo Costa (2008), *Ecodesign* trata de integrações com as questões ambientais no design industrial relacionado o que é tecnicamente possível com o que é ecologicamente necessário e socialmente aceitável, em face de percepção crescente das necessidades de proteger o ambiente entre com o contexto de desenvolvimento sustentável. A aplicação dos conceitos de *Ecodesign*, afirmam Bruan e Gomez (2007), acaba trazendo redução, eliminando os impactos ambientais de um produto.

O termo *Ecodesign* é utilizado para descrever uma crescente tendência nos campos da arquitetura, engenharia e design, onde o objetivo principal é projetar lugares, produtos e serviços que de alguma forma reduzam o uso de recursos não-renováveis ou minimizam o impacto ambiental (BRUAN e GOMEZ, 2007).

De acordo com Regis (2004), o *Ecodesign* consiste no método de projetar, que visa entrar ou diminuir, os impactos ambientais. Não se trata apenas de “Limpar”, mas principalmente de “não sujar” levando-se isso em conta em todas as fases de projeção.

3. METODOLOGIA

3.1 Classificação da Pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como de natureza teórica em relação ao tema abordado. Quanto aos seus procedimentos técnicos, enquadra-se como um estudo bibliográfico, pois tratará de dados e verificações provindas diretamente de trabalhos já realizados do assunto

pesquisado. Do ponto de vista dos objetivos, classifica-se como exploratória e descritiva, pois buscará informações específicas e características do que está sendo estudado (GIL, 2007).

3.2 Procedimentos da Pesquisa

Foi realizada uma revisão de literatura estruturada, através da análise bibliométrica, de acordo com o método *ProKnow-C* (*Knowledge Development Process – Constructivist*), proposto por Ensslin et al. (2010), conforme mostra a Figura 1.

O método de intervenção *ProKnow-C* proposto por Ensslin et al. (2010) para a seleção de um portfólio bibliográfico está consubstanciado em um processo subdividido em quatro fases: **i) seleção do banco de artigos brutos**: composto pela definição das palavras-chave, definição bancos de dados, busca de artigos nos bancos de dados com as palavras-chave e o teste da aderência das palavras-chave; **ii) filtragem**: composta pela filtragem do banco de artigos brutos quanto a redundância e filtragem do banco de artigos brutos não repetidos quanto ao alinhamento do título; **iii) filtragem do banco de artigos**: composto pela determinação do reconhecimento científico dos artigos, identificação de autores; **iv) filtragem quanto ao alinhamento do artigo integral**: composto pela leitura integral dos artigos.

A análise bibliométrica é uma técnica para o mapeamento dos principais autores, periódicos e palavras-chave sobre determinado tema. Uriona Maldonado, Silva Santos e Santos (2010) afirmam que essas técnicas são ferramentas que se apoiam em uma base teórica metodológica reconhecida cientificamente, que possibilitam o uso de métodos estatísticos e matemáticos para mapear informações, a partir de registros bibliográficos de documentos armazenados em bases de dados.

Em complemento, destaca-se a definição de análise bibliométrica apresentada por Ensslin et al. (2010, p1), conforme segue:

É o processo de evidenciação quantitativa dos dados estatísticos de um conjunto definido de artigos (portfólio bibliográfico) para a gestão da informação e do conhecimento científico de um dado assunto, realizado por meio da contagem de documentos.

Para a análise bibliométrica são utilizados os artigos constantes do portfólio bibliográfico e suas referências para apuração do grau de relevância de periódicos, grau de reconhecimento científico de artigos, grau de relevância dos autores, instituições, país e as palavras-chave mais utilizadas.

Inicialmente definiram-se as palavras-chaves sobre Tecnologias Limpas para selecionar os artigos na base de dados da CAPES. A *Web of Science* foi escolhida como a base a ser consultada, por ser multidisciplinar e indexar somente os periódicos mais citados em suas respectivas áreas. É também um índice de citações, informando, para cada artigo, os documentos por ele citados e os documentos que o citaram. Possui hoje mais de 9.000 periódicos indexados. Também foi escolhida por sua abrangência e por ser a única a permitir a aplicação de todos os softwares usados nesta pesquisa.

O *software EndNote X7* (ENDNOTE, 2014) foi usado para gerenciar e tratar as referências coletadas. A ferramenta *Endnote* é um gestor de referências bibliográficas produzido pela *Thomson Scientific* que trabalha integrada à *Web of Science*. Facilita o trabalho de investigação e escrita do trabalho científico e permite reunir referências bibliográficas de bases de dados online, importar os metadados e agrupá-los de diversas formas.

Utilizou-se também o *software HistCite* (HISTCITE, 2011), que é uma ferramenta flexível para ajudar os pesquisadores a visualizar os resultados de pesquisas bibliográficas, com interface exclusiva com a base *Web of Science*. Esta ferramenta também permite analisar e organizar os resultados de uma pesquisa para obter vários pontos de vista da estrutura do tema, história e relações. É fácil, rápido e oferece perspectivas e informações não disponíveis de outra forma.

HistCite é uma implementação de software de historiografia algorítmica, e foi desenvolvido pelo Dr. Eugene Garfield, fundador do *Institute for Scientific Information* e inventor do *Science Citation Index* (GARFIELD; PUDOVKIN, 2004).

A seleção dos artigos foi realizada no mês março de 2016 na base de dados *Web of Science*, usando como critério para buscar a palavra-chave “*Clean* Techn**” nas palavras-chave, título e resumo dos artigos. Como houve interesse em entender mais a fundo o construtos e suas origens, não houve qualquer recorte temporal, ou seja, todos os artigos selecionados foram analisados. O símbolo de truncamento “*” foi usado para ampliar o número de respostas, pois recupera plurais, expressões com mesmo radical e variações de grafias da palavra-chave.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão de literatura significa para o pesquisador, o primeiro passo na busca por desenvolver um trabalho e construir conhecimento em determinado contexto. Ela permite ainda uma visão introdutória no desenvolvimento de um projeto de pesquisa e retoma o conhecimento científico acumulado sobre o tema (AFONSO et al., 2012). E permite ao pesquisador se

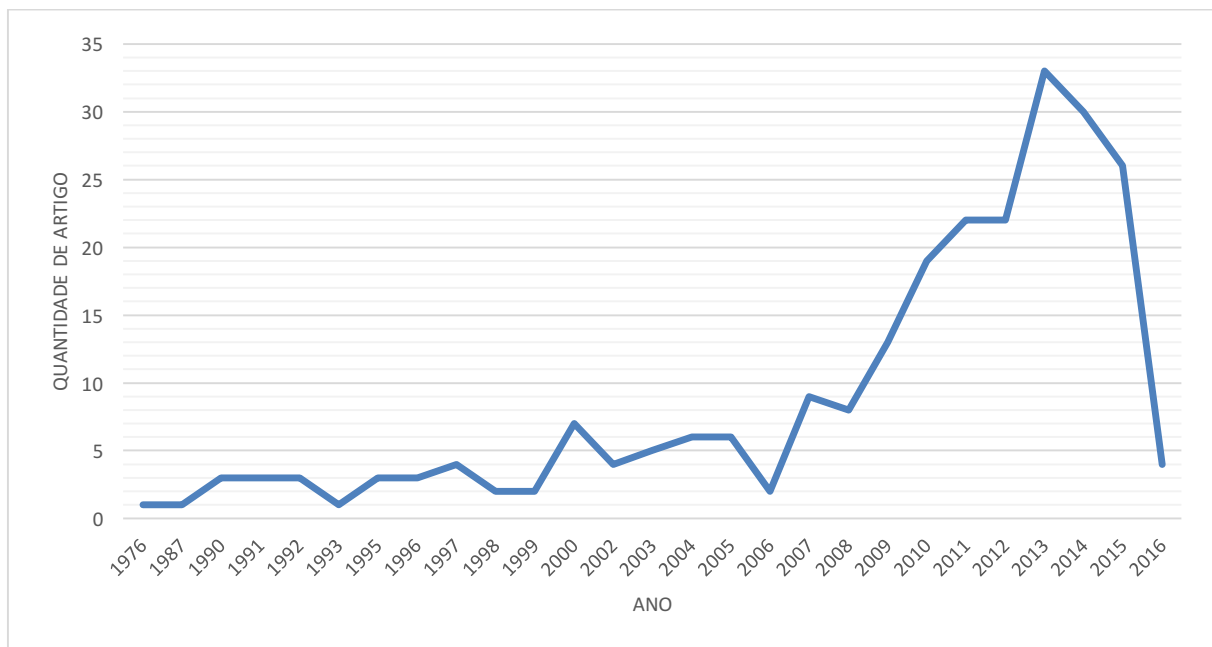
familiarizar ainda mais com o tema pesquisado, possibilitando-lhe a criação de novos constructos e definições.

Corroborando, Creswell (2010) afirma que a revisão de literatura cumpre vários propósitos, um deles é compartilhar com o leitor os resultados de outros estudos que estão diretamente relacionados ao que está sendo realizado/pesquisado. O qual relaciona o estudo a um diálogo maior e contínuo com a literatura preenchendo lacunas e ampliando estudos anteriores.

Lacerda (2010) afirma que com a evolução dos sistemas de informações, o uso de bases de dados (sistemas indexados) facilita as buscas pelas referências bibliográficas e para a construção de plataformas teóricas para pesquisas futuras.

Pode-se observar na Figura 1 a relação dos 242 artigos encontrados na base de dados *Web of Science* sobre o tema tecnologias limpas nos últimos anos. Nessa relação, a maior concentração de artigos publicados é no ano de 2013, composta por 33 artigos, seguido de 30 para ano de 2014, 26 para 2015 e 4 artigos para 2016, o que mostra o aumento do interesse sobre o tema nos últimos anos.

Figura 1 – Relação dos artigos do Portfólio Bibliográfico por periodicidade



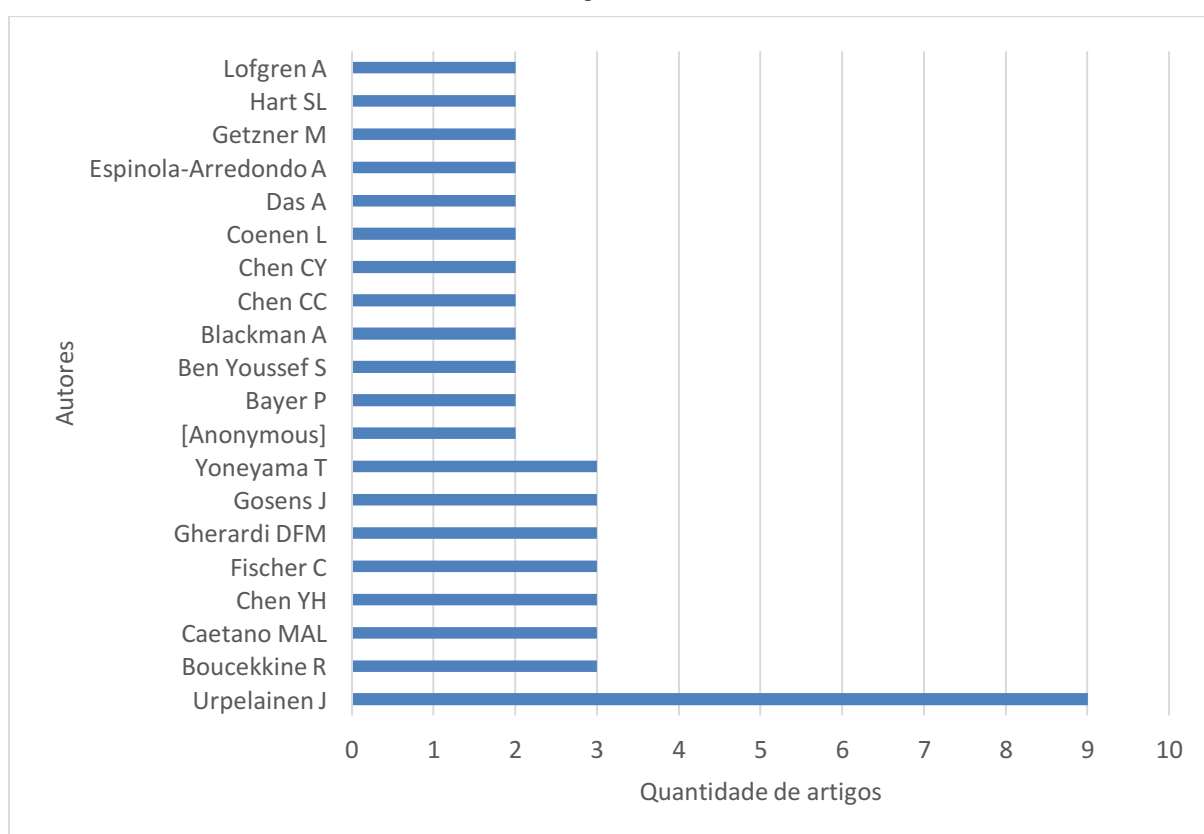
Fonte: Dados da pesquisa a partir de informações tratadas no software HistCite®, 2016.

O primeiro artigo publicado sobre o tema foi em 1976, com o título “*Clean technique for intermittent self-catheterization*”, da autora Victoria L. Champion. O artigo trata de um

estudo de caso na área da medicina para utilização de bexigas de cateterismo, aplicada em sete pacientes.

A Figura 2 mostra a relação dos autores que mais apresentaram trabalhos sobre o tema nos artigos encontrados nesta pesquisa. Os 242 artigos encontrados foram escritos por 487 autores. A Figura 2 traz os que mais se repetiam, pois os demais elaboraram somente um artigo cada um.

Figura 2 – Autores



Fonte: Dados da pesquisa a partir de informações tratadas no software HistCite®, 2016.

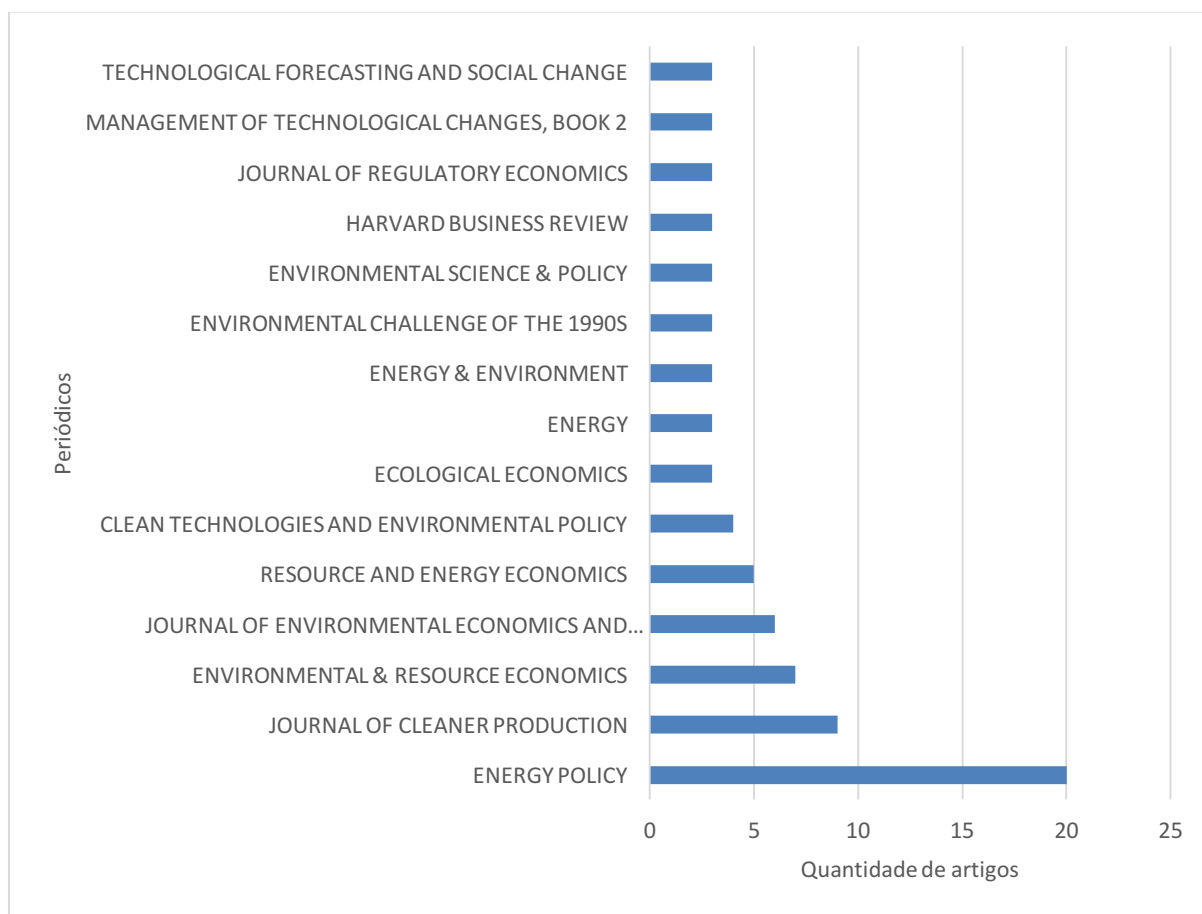
Observa-se que entre os mais repetidos está o autor Johannes Urpelainen com 9 artigos. O autor é professor de Ciências Políticas na Universidade de Columbia de Nova York, suas pesquisas se centram na política ambiental, a pobreza energética, e a cooperação internacional e as instituições. O objetivo das pesquisas está em encontrar soluções eficazes para a crise da sustentabilidade nos níveis global, nacional e local.

Os artigos encontrados nesta temática deste autor na *Web of Science* foram: **i)** *The strategic design of technology funds for climate cooperation: generating joint gains*, 2012; **ii)** *Technology investment, bargaining, and international environmental agreements*, 2012; **iii)**

Issue linkage in clean technology cooperation: for better or worse?, 2013; **iv**) *External sources of clean technology: Evidence from the Clean Development Mechanism*, 2013; **v**) *Promoting International Environmental Cooperation Through Unilateral Action: When Can Trade Sanctions Help?*, 2013; **vi**) *Global patterns of renewable energy innovation 1990-2009*, 2013; **vii**) *Can strategic technology development improve climate cooperation? A game-theoretic analysis*, 2013; **viii**) *Trade sanctions in international environmental policy: Detering or encouraging free riding?*, 2013; **ix**) *When and how can unilateral policies promote the international diffusion of environmental policies and clean technology?*, 2015.

Foram identificados 156 periódicos no portfólio bibliográfico, porém a Figura 3 informa os periódicos que apareceram com no mínimo 3 repetições, com destaque para o periódico *Energy Policy*, com 20 artigos. A revista é centrada na publicação na disseminação de implicações políticas de fornecimento de energia e da utilização de seu desenvolvimento econômico, social, planejamento e aspectos ambientais.

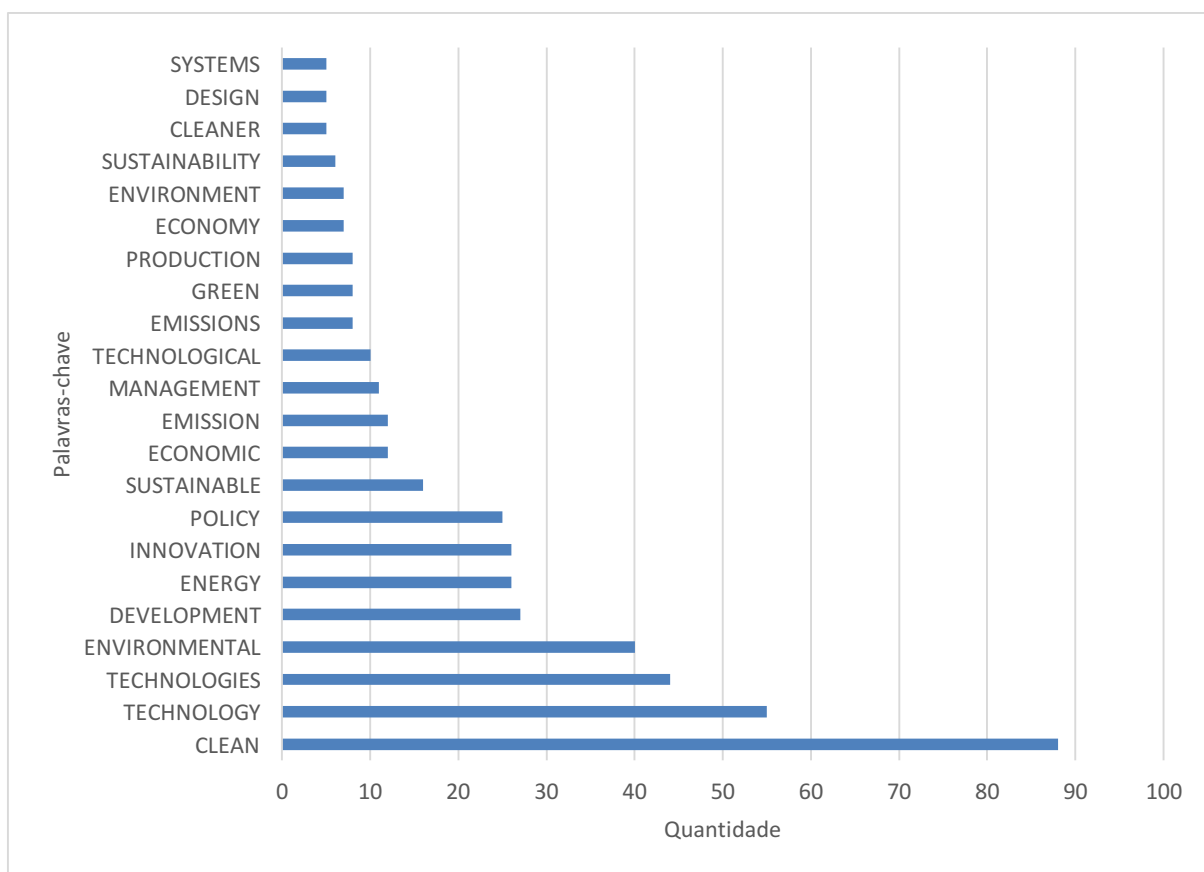
Figura 3 – Periódicos



Fonte: Dados da pesquisa a partir de informações tratadas no software HistCite®, 2016.

Obtiveram-se 873 palavras-chave usadas pelos autores do portfólio bibliográfico. Na Figura 4 estão descritas as palavras com maior repetição que se relacionam diretamente com o tema de tecnologias limpas, o que também valida a aderência da palavra-chave usada na seleção dos artigos aos artigos encontrados. Nota-se que a busca pelo tema tecnologias limpas trouxe trabalhos relacionados com energia, inovação, política, sustentabilidade, economia e gestão.

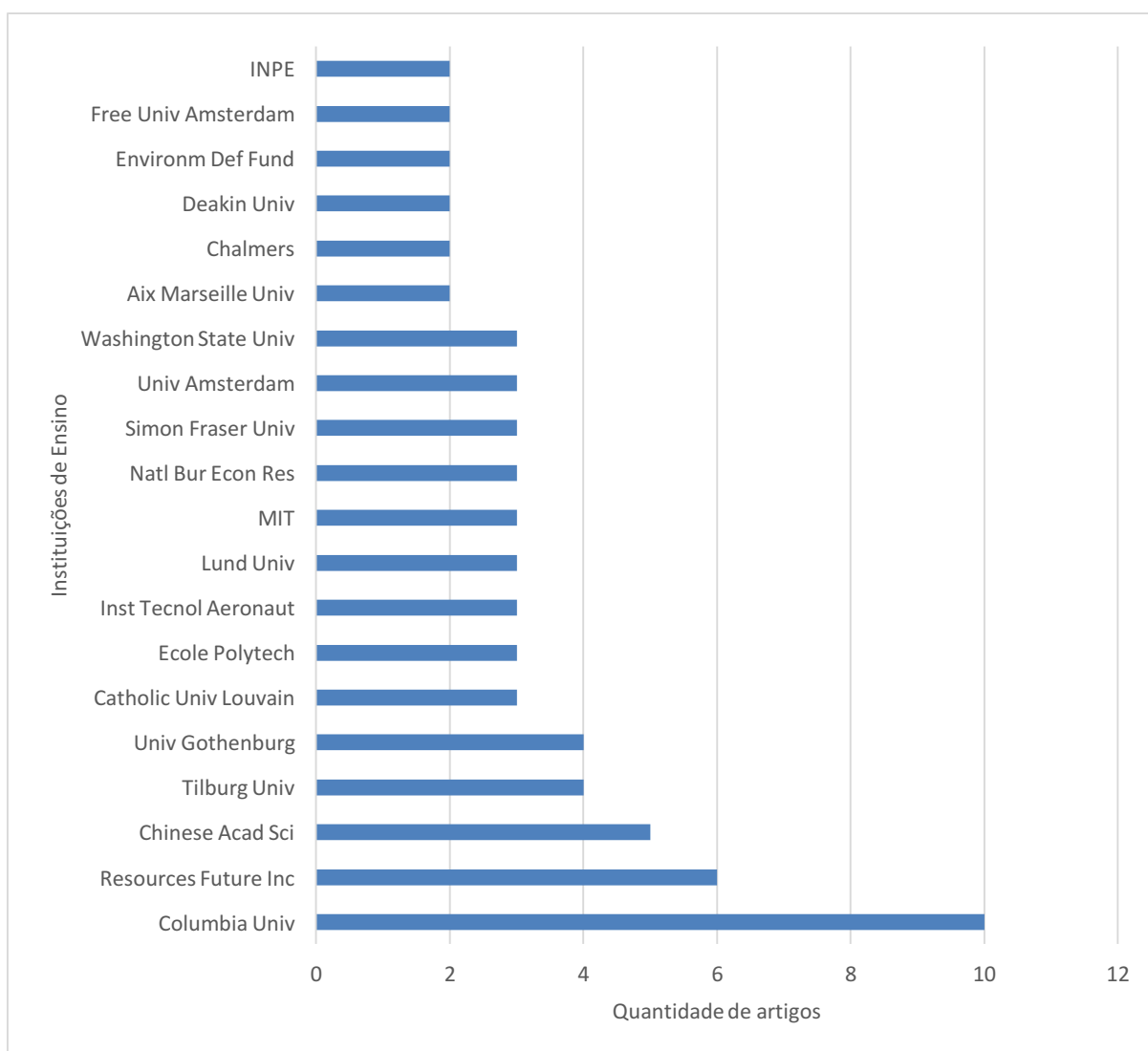
Figura 4 – Palavras-chave



Fonte: Dados da pesquisa a partir de informações tratadas no software HistCite®, 2016.

Pode-se observar que os artigos são produzidos e desenvolvidos por 310 centros de pesquisa. A Figura 5 apresenta os 20 centros que se destacaram com maior quantidade de artigos. O centro com maior destaque de trabalhos desenvolvidos foi a Universidade de Columbia com 9 artigos, sendo 8 do autor Johannes Urpelainen (já citado anteriormente) e 1 artigo da autora Gokçe Gunel cujo título *Ergos: A New Energy Currency*, 2014.

Figura 5 – Instituições de Ensino



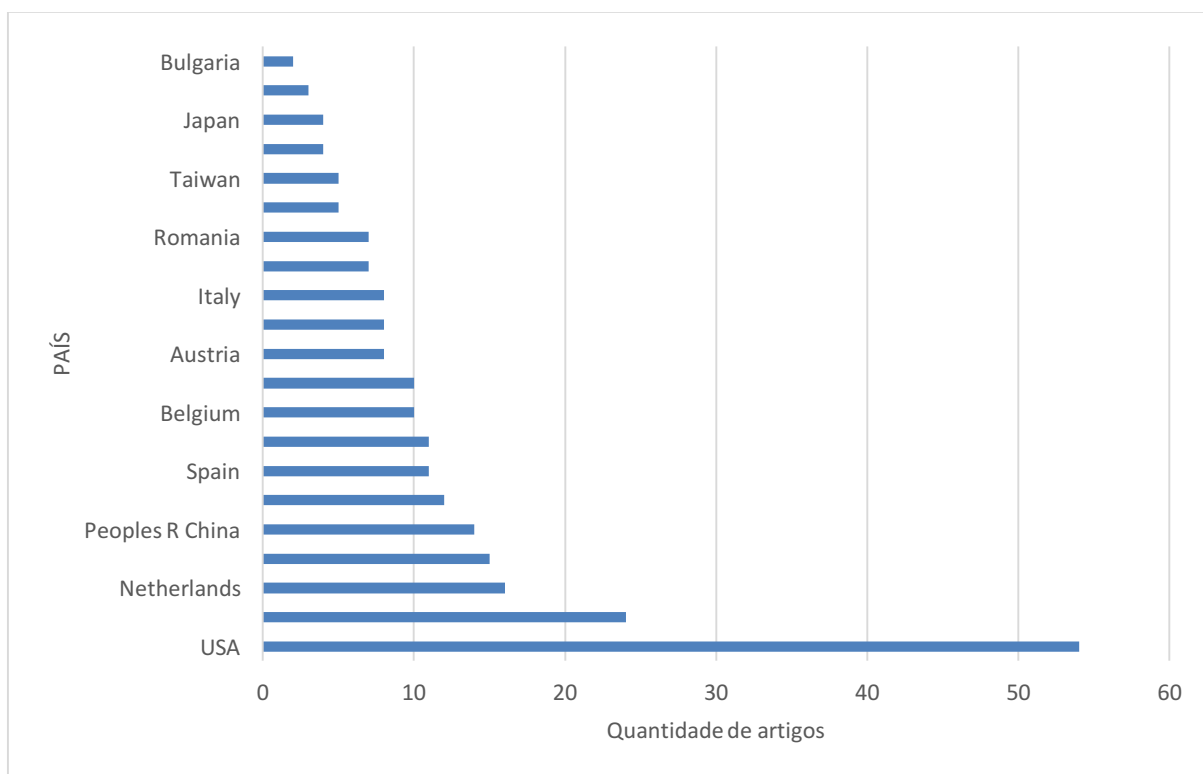
Fonte: Dados da pesquisa a partir de informações tratadas no software HistCite®, 2016.

Foram identificados 47 países que apresentam os artigos sobre o tema de tecnologias limpas encontrados na base de dados. Pode-se observar na Figura 8 que o maior destaque está com os Estados Unidos, com 54 artigos, seguido 24 do Reino Unido.

Foram identificados 6 trabalhos desenvolvidos pelo Brasil, sendo 2 trabalhos desenvolvidos pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (conforme mostra Figura 7), pesquisas em minimização das emissões de CO₂. E 1 trabalho cada para IBMEC SP, Universidade Federal de Mato Grosso, Universidade Federal de Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, INSPER.

Os trabalhos desenvolvidos pelo INPE foram: **i)** *Optimal resource management control for CO₂ emission and reduction of the greenhouse effect*, 2008; **ii)** *Reduction of CO₂ emission by optimally tracking a pre-defined target*, 2009.

Figura 6 – Países



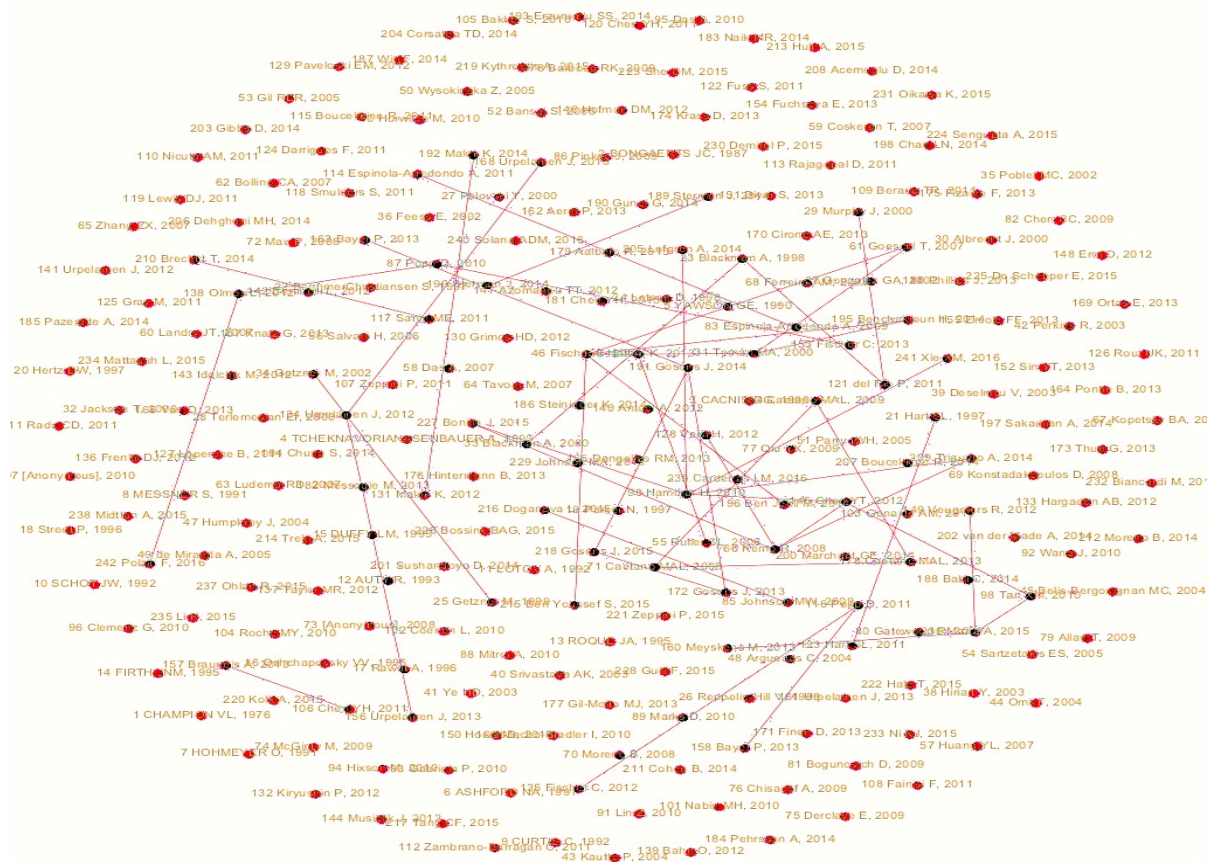
Fonte: Dados da pesquisa a partir de informações tratadas no software HistCite®, 2016.

Para a verificação da interligação dos artigos, foi construído o mapa de Clusters apresentado na Figura 7 e Figura 8 para ilustrar a relação entre artigos e identificar possíveis autores mais relevantes neste portfólio.

A Figura 7, ilustra a relação espacial dos 252 artigos. Já, a Figura 8, verificam-se os anos de publicação dos artigos na coluna à esquerda. Cada círculo numerado corresponde a um artigo do portfólio. Os círculos serão tão maiores quanto mais citações o artigo possui na *Web of Science*. As setas indicam quando um artigo é citado por outro e obviamente a seta tem o sentido do artigo que citou para o artigo citado.

Pode-se observar tanto na Figura 7 quanto na Figura 8, uma intensa interligação entre os artigos do portfólio, ou seja, os autores mais atuais têm citado os autores mais antigos, o que demonstra ser um campo da ciência em franca expansão. O qual foi possível identificar 17 relações entre autores. As relações foram identificadas e inumeradas por letras.

Figura 7 – Mapa de relação entre os artigos espacial

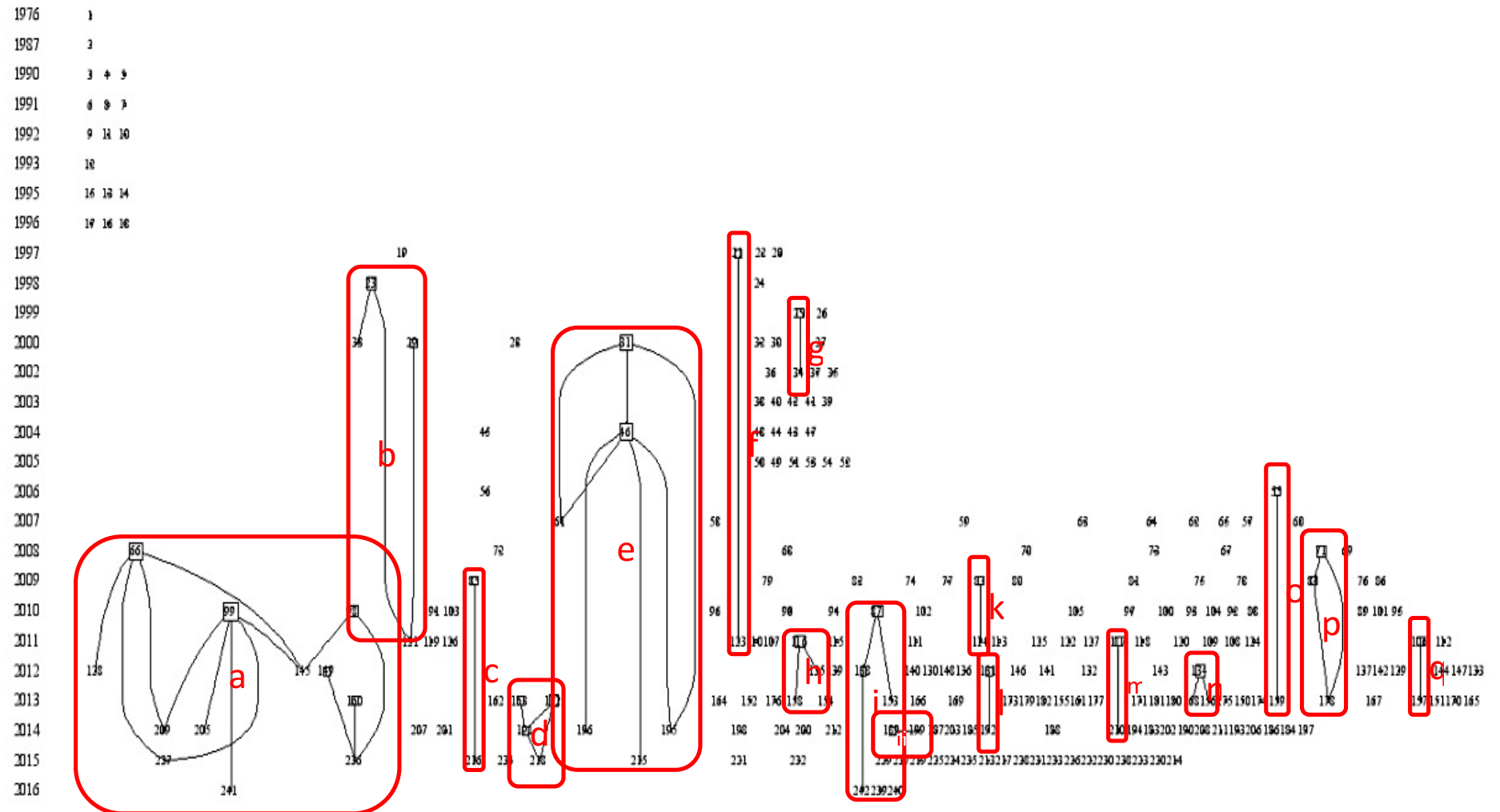


Fonte: Dados da pesquisa a partir de informações tratadas no software HistCite®, 2016.

A Figura 8 mostra as relações entre os 252 artigos, separados por ano de publicação e possibilita a visualização de dois clusters principais: os marcados, respectivamente, pela letra “a” e “e”, em vermelho.

No cluster “a”, os autores centrais são Kemp e Volpi (2008) e Hamar e Löfgren (2010). Kemp e Volpi (2008) revisam a literatura sobre tecnologias limpas e sugerem análises futuras a partir da conclusão de que a adoção dessas tecnologias é governada por mecanismos endógenos – aprendizagem epidêmica e economias de aprendizagem. Em resumo, os autores “hub” deste cluster ressaltam que as questões políticas estão por detrás das decisões sobre a adoção de tecnologias limpas. O artigo de Kemp e Volpi (2008) recebeu 118 citações até abril de 2016. Na presente análise, aparece citado por Chen (2012), Veisi (2012) e Triguero et al. (2014).

Figura 8 – Mapa de relação entre os artigos por ano



Fonte: Dados da pesquisa a partir de informações tratadas no software HistCite®, 2016.

Chen (2012) emprega um modelo logístico para examinar os impactos da política ambiental e as características de uma planta industrial com respeito à difusão e ao uso de tecnologias para reduzir emissões atmosféricas. Ele cita Kemp (2008) ao destacar que há pouco foco de pesquisa a respeito da difusão de tecnologias limpas, especialmente com respeito aos modelos de difusão de informação e curva de aprendizagem sobre o uso dessas tecnologias. Veisi (2012) trata da adoção de tecnologias limpas na agricultura e reforça a posição de Kemp e Volpi (2008) sobre a necessidade de políticas para o incentivo à adoção de tecnologias limpas. Triguero et al. (2014) abordam a influência dos preços da energia na adoção de tecnologias limpas por pequenas e médias empresas, destacando que apesar das questões de aprendizagem e capacitação ao uso dessas tecnologias, ainda há dominância das políticas de preços sobre as escolhas ambientalmente preferíveis. Triguero et al. (2014) concordam com Kemp e Volpi (2008) sobre o fato de que a preferência por preços menores faz com que as empresas ainda escolham as tecnologias fim de tubo ao invés de opções mais avançadas.

O segundo artigo “hub” do cluster “a”, de Hammar e Löfgren (2010), com um total de 35 citações desde sua publicação até abril de 2016, explica as causas da adoção de tecnologias de fim de tubo e de tecnologias limpas em quatro setores de empresas suecas. Segundo esses autores, a probabilidade de adoção de tecnologias limpas está relacionada à redução de emissões atmosféricas, sendo fortemente influenciada pelos elevados custos para as empresas. Hammar e Löfgren (2010) é citado, na presente análise, por Chen (2012) e Löfgren et al. (2014). Chen (2012) menciona o questionamento sobre o que leva empresas a adotarem ou não tecnologias limpas, e Löfhren et al. (2014) reiteram a efetividade dessa adoção.

No cluster “e”, os autores centrais são Fischer et al. (2004) e Toman e Jemelkova (2000). Fischer et al. (2004), citados 25 vezes desde a sua publicação até abril de 2016, defendem a adoção dinâmica de tecnologias limpas. Desenvolvem um modelo que aborda tanto tecnologias limpas quanto de fim de tubo, sendo as primeiras mais caras. Avaliam um modelo ótimo de tecnologias que contemplem tanto custos quanto proteção ambiental. Toman e Jemelkova (2000), citados 164 vezes até abril de 2016, ressaltam a importância da energia para o desenvolvimento econômico e como os serviços de energia poderiam ser melhorados.

Fischer et al. (2014), na presente análise, são citados por Goeschl e Perino (2007), Ben Jebli e Ben Youssef (2013) e Ben Youssef (2015). Goeschl e Perino (2007) corroboram a tese de Fischer et al. (2004) quanto ao fato de que cada vez que uma inovação se realiza, os estoques de poluição estão acima dos níveis considerados em seu estado de longo prazo. Ben Jebli e Ben Youssef (2013) partem da ideia de Fischer et al. (2014) para construir um modelo

de otimização comparando custos e benefícios das tecnologias limpas. Ben Youssef (2015) apenas cita o trabalho de Fischer et al. (2014) como referência em modelos de otimização para avaliação sobre a adoção de tecnologias limpas.

Toman e Withagen (2000), citados 54 vezes até abril de 2016, avaliam o efeito acumulativo da poluição e consideram a possibilidade de que a capacidade cumulativa do ambiente seja exaurida por tal acúmulo. Na presente análise, são citados por Fischer et al. (2004), Goeshl e Perino (2007) e Ben Jebli e Ben Youssef (2013). Fischer et al. (2004) afirmam que Toman and Withagen (2000) abordam a possibilidade de efeitos de não convexidade e de efeitos de faixa de abrangência na função de dano provocada pela poluição, mas não se focam na criação de tecnologias de produção limpas. Goeshl e Perino (2007) apenas retomam esse trabalho para desenvolver a sua tese de que não existe “efeito mágico” de pesquisa e desenvolvimento capaz de oferecer uma solução ótima em termos de tecnologias limpas. Ben Jebli e Youssef (2013) também fazem breve alusão ao trabalho de Toman e Withagen (2000).

Nota-se que os autores “hub” do cluster “a” são mais recentes em suas publicações do que os correspondentes do cluster “e”. Os do cluster “e” – Toman e Withagen (2000) e Fischer et al. (2004) - preocupam-se mais com a elaboração de modelos matemáticos que tentam otimizar relações custo-benefício da adoção de tecnologias limpas, enquanto que os autores “hub” do cluster “a” - Kemp e Volpi (2008) e Hamar e Löfgren (2010) – buscam enfoques políticos e institucionais, bem como comportamentais, para embasar suas pesquisas. Assim, pode-se afirmar que a área de produção limpa evolui dos aspectos hard (modelos matemáticos, otimização) para aspectos soft (avaliações institucionais, políticas), mas ambas as linhas de investigação se complementam e não se pode descartar qualquer delas para a compreensão do fenômeno do desenvolvimento e adoção dessas tecnologias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise bibliométrica foi possível gerar conhecimento sobre periodicidade, artigos e autores, sobre o tema tecnologias limpas. Foram encontrados 242 artigos na base de dados *Web of Science* sobre o assunto.

Identificou-se que o periódico mais relevante sobre assunto é o *Journal Energy Policy*. O autor que mais se destacou foi Johannes Urpelainen com 8 artigos no portfólio. As palavras chaves mais repetidas foram “*Technologies*” e “*Clean*” as quais foram utilizadas pelos autores deste artigo para a investigação na base. Os centros de pesquisa de maior destaque no portfólio foram Universidade de Columbia e *Resources Future Institute*. Os países com maior

concentração de publicações sobre o assunto foram Estados Unidos e Reino Unido. Porém, o Brasil apareceu com oito artigos, sendo dois desenvolvidos pelo INPE. Foi possível identificar que o tema tecnologias.

Foi identificado 17 inter-relações entre os autores, formando clusters. Desta forma, foram analisados dois conjuntos de pesquisas (clusters de autores considerados chave na área de produção limpa) com os respectivos estudos que os citam, conforme a análise possibilitada pelo *software Histcite*. Observou-se que um grupo de estudos “hub”, mais recente (2008-2010), foca-se na investigação de aspectos institucionais e políticos da adoção de tecnologias limpas, e outro “hub”, mais antigo (2000-2004) delimita-se a estudos de otimização entre aspectos econômicos e ambientais da adoção dessas tecnologias.

As limitações desta pesquisa foram: i) delimitação do campo amostral, pois neste trabalho foi utilizada apenas uma base de dados; ii) utilização de trabalhos apenas internacionais; iii) utilização apenas de periódicos, não considerando teses, dissertações, monografias, congressos e livros.

REFERÊNCIAS


- AFONSO, M. H. F. et al. Como Construir Conhecimento Sobre O Tema De Pesquisa? Aplicação Do Processo Proknow-C Na Busca De Literatura Sobre Avaliação Do Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, vol. 5, n. 2, p. 47–62, 2012.
- AGNER, T. C. **Eco-eficiência baseada nos princípios de Produção mais Limpa**, 2006, 80p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UTFPR, Ponta Grossa, 2006.
- ALENCAR, M. M. M. Reciclagem de lixo numa escola pública do município de salvador. **Revista Virtual**, vol. 1, n. 2, p. 96 –113, julho – dezembro, 2005.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.
- _____. Lei nº 6938, de 1981.
- BRAUN, J. R. R.; GOMEZ, L. S. R. **Ecodesign como estratégia de valorização e divulgação de entidades ambientais: atuação do setor gráfico**. In: I Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí, Itajaí, 2007.
- CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/>>. Acesso em 13 de março 2016.
- CNTL. **Manual questões ambientais e produção mais limpa**. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa, 2001; 2002; 2003.
- COSTA, R. O. O. C. et al. **Aplicação de materiais desenvolvidos a partir do conceito de ecodesign**. Available at: www.fevale.edu.br/seminario/cd/files/pdf/2477.pdf. Accessed in: 22/10/08.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, Quatitativo e Misto**. 3a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010, p. 295.
- D'AGOSTO, M. A.; RIBEIRO, S. K. **Sistema de gestão da ecoeficiência energética: modelo para frotas de transporte rodoviário**. Available at: <http://www.cr4.com.br/Publica%C3%A7%C3%B5es/10.pdf>. Accessed in 12/09/08.
- DRUZZIAN, E. T. V.; SANTOS, R. C. Sistema de gerenciamento ambiental (SGA): buscando uma resposta para os resíduos de laboratórios das instituições de ensino médio e profissionalizante. **Revista Liberato**, Rio Grande do Sul, vol. 7, p. 40 - 44, 2006.
- ENDNOTE for Windows: Bibliographies Made Easy. Version X7. Thomson Reuters, 2014. 1 CD-ROM.
- ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. **Notas de aulas**. Disciplina de Avaliação de Desempenho do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.
- FURTADO, J. S. **Auditorias, sustentabilidade, ISO 14000 e produção limpa: limites e mal-entendidos**, 1998. Disponível em:

- <<http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2016.
- GARFIELD E.; PUDOVKIN A. **The HistCite® System for mapping and bibliometric analysis of the output of searches using the ISI Web of Knowledge**". Presented at the Annual Meeting of ASIS&T, Newport, Rhode Island, November 15, 2004.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 171p.
- GREENPEACE. **O que é produção limpa?** Outubro, 1997. Disponível em <www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/producao_limpa.doc>. Acesso em março 2016.
- HISTCITE** for Windows: Algorithmic Historiography. Thomson Reuters, 2011. 1 CD-ROM.
- ISO. **Avaliação do ciclo de vida**. Available at <http://acv.ibict.br/normas>. Accessed in 01/07/2008.
- LEHNI, M. **Eco-efficiency: creating more value with less impact**. Switzerland: WBCSD, 2000.
- MATTOS, K. M. C.; FERRETTI FILHO, N. **Instrumento da Gestão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável**. In: ENEGEP, 1999.
- NASCIMENTO, L. F. M.; POLEDNA, S. R. C. **O processo de implantação da ISO 14000 em empresas brasileiras**. In: XXII ENEGEP, 2002.
- PIMENTA, H. C.; GOUVINHAS, R. P. **Implementação da produção mais limpa na indústria de panificação de Natal – RN**. In: XXVII ENEGEP, 2007.
- PNUMA**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Cleaner Production for Worldwide. PNUMA, 1993.
- RIBEIRO, C. M.; GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. **Avaliação do ciclo de vida (ACV): uma ferramenta importante da Ecologia Industrial**. Available at <http://www.hottopos.com>. Acesso em 01/03/2016.
- RIBEIRO, F. M. **Inventário de ciclo de vida da geração hidrelétrica no Brasil – Usina de Itaipu: primeira aproximação**, 456p., 2003. Dissertação (Mestrado em Energia), USP, São Paulo, 2003.
- SANTOS, R. B. **Relações entre meio ambiente e ciência econômica: reflexões sobre economia ambiental e a sustentabilidade**, 2006. Available at: www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf_reflexoes/reflexoes_23.pdf. Acesso em 01/03/2016.
- SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: Implantação objetiva e econômica**. 2ªed., São Paulo: Atlas, 2006.
- SILVA, A. **Gestão da Produção mais Limpas: o caso WEG**. Dissertação (Mestrado em Administração), UFSC, Florianópolis, 2004.
- SOLEDADE, M. G. M. *et al.* **ISO 14000 e a Gestão Ambiental: uma reflexão das práticas ambientais corporativas**. In: IX ENGEMA, 2007.
- SOUZA-LIMA, J. E. Economia ambiental, ecológica e marxista versus recursos naturais. **Revista FAE**, vol. 7, n. 1, janeiro-junho, 2004.
- TASCA, J.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S.; ALVES, M. An approach for the strategic management process. **Decision Support Systems**, vol. 33, p.71-85, 2010.
- THORPE, B. Citizen's Guide to Clean Production. **Clean Production Network**. University of Massachusetts Lowell, 1999.
- URIONA MALDONADO, M.; SILVA SANTOS, J. L.; SANTOS, R. N. M. Inovação e Conhecimento Organizacional: um mapeamento bibliométrico das publicações científicas até 2009. In: **XXXIV ENCONTRO DA ANPAD**, Rio de Janeiro, set., 2010.
- VITERBO JUNIOR, E. **Sistema integrado de gestão ambiental: como implementar um sistema de gestão que atenda à norma ISO 14001 a partir de um sistema baseado na norma ISO 9000**. São Paulo: Aquariana, 1998.

APÊNDICE A – RELAÇÃO DOS 242 ARTIGOS COM OS CÓDIGOS NUMÉRICOS

- 1 CHAMPION VL, 1976, NURS RES, V25, P13
2 BONGAERTS JC, 1987, R&D MANAGE, V17, P39
3 CACNIS DG, 1990, ENVIRONMENTAL CHALLENGE OF TH, P118
4 TCHEKNAVORIANASENBAUER A, 1990, ENVIRONMENTAL CHALLENGE OF P652
5 YAWSON GE, 1990, ENVIRONMENTAL CHALLENGE OF TH, P730
6 ASHFORD NA, 1991, TOXICOL IND HEALTH, V7, P335
7 HOHMEYER O, 1991, BETRIEB FORSCH PRAX, V43, P550
8 MESSNER S, 1991, ENERGY, V16, P1379
9 CURTIS C, 1992, MAR POLICY, V16, P67
10 SCHOT JW, 1992, SCI TECHNOL HUM VAL, V17, P36
11 LOTOV A, 1992, EUR J OPER RES, V56, P210
12 AUTY R, 1993, RESOUR POLICY, V19, P14
13 ROQUE JA, 1995, ENVIRON PLANN A, V27, P907
14 FIRTH JNM, 1995, J ENVIRON MANAGE, V44, P163
15 DUFFY LM, 1995, J AM GERIATR SOC, V43, P865
16 Oshchapovsky VV, 1996, INTERNATIONAL CONFERENCE ON E, P505
17 Rawat A, 1996, INT J ENVIRON POLLUT, V6, P172
18 Street P, 1996, ENER POLICY, V24, P413
19 Parker N, 1997, CLIMATE CHANGE: MOBILISING GL, P61
20 Hertz DW, 1997, ENVIRONMENTAL ENGINEERING EDU, P15
21 Hart SL, 1997, HARVARD BUS REV, V75, P66
22 BoehmerChristiansen S, 1997, ENER POLICY, V25, P439
23 Blackman A, 1998, J ENVIRON ECON MANAG, V35, P1
24 Letson D, 1998, COAST MANAGE, V26, P157
25 Getzner M, 1999, INT J TECHNOL MANAGE, V17, P522
26 Reppelin-Hill V, 1999, J ENVIRON ECON MANAG, V38, P283
27 Pelovski Y, 2000, NATO SCI S PRT 2 ENV, V75, P69
28 Terlemesjan EI, 2000, NATO SCI S PRT 2 ENV, V75, P195
29 Murphy J, 2000, GEOFORUM, V31, P33
30 Albrecht J, 2000, TRANSPORT RES D-TR E, V5, P385
31 Toman MA, 2000, RESOUR ENERGY ECON, V22, P367
32 Jackson T, 2000, ENER POLICY, V28, P983
33 Blackman A, 2000, WORLD DEV, V28, P2067
34 Getzner M, 2002, J CLEAN PROD, V10, P305
35 Poblet MC, 2002, ADV ARC SER, V14, P827
36 Feess E, 2002, ENVIRON RESOUR ECON, V23, P149
37 Gonzalez GA, 2002, ENVIRON POLIT, V11, P121
38 Hiriart Y, 2003, ECON ENVIR, V26, P193
39 Deselnicu V, 2003, MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL C, P191
40 Srivastava AK, 2003, INT J ENER RES, V27, P671
41 Ye HD, 2003, ENER POLICY, V31, P931
42 Perkins R, 2003, NAT RESOUR FORUM, V27, P177
43 Kautto P, 2004, J CLEAN PROD, V12, P1
44 Omil F, 2004, TECHNOLOGICAL CHOICES FOR SUS, P103
45 Belis-Bergouignan MC, 2004, ECOL ECON, V48, P201
46 Fischer C, 2004, ENVIRON RESOUR ECON, V28, P325
47 Humphrey J, 2004, IDS BULL-I DEV STUD, V35, P84
48 Arguedas C, 2004, J REGUL ECON, V26, P85
49 de Miranda A, 2005, WIT TRANS ECOL ENVIR, V81, P681
50 Wysokinska Z, 2005, POL J ENVIRON STUD, V14, P269
51 Parry IWH, 2005, RAND J ECON, V36, P849
52 Bansal S, 2005, ENVIRON RESOUR ECON, V30, P345
53 Gil RER, 2005, INTERCIENCIA, V30, P436
54 Sartzetakis ES, 2005, J REGUL ECON, V28, P309
55 Puller SL, 2006, J ENVIRON ECON MANAG, V52, P690
56 Salvarli H, 2006, ENER POLICY, V34, P3398
57 Huang YL, 2007, PROCEEDINGS OF THE 14TH INTER, P787
58 Das A, 2007, ENER POLICY, V35, P763
59 Coskeran T, 2007, RESOUR CONSERV RECY, V50, P398
60 Landry JT, 2007, HARVARD BUS REV, V85, P34
61 Goeschl T, 2007, J ENVIRON ECON MANAG, V54, P146
62 Bollino CA, 2007, J POLICY MODEL, V29, P729
63 Ludema RD, 2007, CAN J ECON, V40, P1100
64 Tavoni M, 2007, ENER POLICY, V35, P5346
65 Zhang ZX, 2007, ENVIRON SCI POLICY, V10, P622
66 Kemp R, 2008, J CLEAN PROD, V16, P514
67 Kopetsky BA, 2008, WISC LAW REV, P941
68 Ferreira AM, 2008, ACTA PAUL ENFERM, V21, P117
69 Konstadakopoulos D, 2008, GEOGR RES, V46, P51
70 Moreno B, 2008, RENEW SUST ENER REV, V12, P732
71 Caetano MAL, 2008, ECOL MODEL, V213, P119
72 Mau P, 2008, ECOL ECON, V68, P504
73 [Anonymous], 2008, FORBES, V182, P110
74 McGinty M, 2009, BE J ECON ANTL POLI, V9
75 Derclaye E, 2009, IIC-INT REV INTELL P, V40, P249
76 Chisacof A, 2009, MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL C, P41
77 Qiu YX, 2009, PROCEEDINGS OF THE 6TH INTERN, P688
78 Barbosa RK, 2009, PROCEEDINGS OF THE 6TH INTERN, P1993
79 Allan T, 2009, NATO SCI PEACE SECUR, P197
80 Gatewood R, 2009, AIP CONF PROC, V1157, P174
81 Bogunovich D, 2009, WIT TRANS ECOL ENVIR, V120, P87
82 Chen CC, 2009, TRANSFORM BUS ECON, V8, P100
83 Espinola-Arredondo A, 2009, J PUBLIC ECON THEORY, V11, P115
84 Caetano MAL, 2009, ECOL MODEL, V220, P2536
85 Johnson MW, 2009, HARVARD BUS REV, V87, P52
86 Pinkse J, 2009, BUS STRATEG ENVIRON, V18, P515
87 Popp D, 2010, ANNU REV RESOUR ECON, V2, P275
88 Mitroi A, 2010, ECON COMPUT ECON CYB, V44, P163
89 Marks D, 2010, J CONTEMP CHINA, V19, P971
90 Horwath M, 2010, PICMET 2010: TECHNOLOGY MANAG
91 Lin Z, 2010, PROCEEDINGS OF THE 2010 INTER, P718
92 Wang J, 2010, PROCEEDINGS OF THE FIRST INTE, P1950
93 Gabriela P, 2010, REC ADV COMPUT ENG, P143
94 Hixson M, 2010, ATMOS ENVIRON, V44, P552
95 Das A, 2010, ENER POLICY, V38, P1851
96 Clemenz G, 2010, ENVIRON RESOUR ECON, V45, P481
97 [Anonymous], 2010, RES TECHNOL MANAGE, V53, P4
98 Tan XM, 2010, ENER POLICY, V38, P2916
99 Hammar H, 2010, ENER POLICY, V38, P3644
100 Macho-Stadler I, 2010, SERIES-J SPAN ECON, V1, P277
101 Nabin MH, 2010, ASIA-PAC J ACCOUNT E, V17, P193
102 Coenen L, 2010, J CLEAN PROD, V18, P1149
103 Genaidy AM, 2010, J ENVIRON MANAGE, V91, P1872
104 Roche MY, 2010, ENER POLICY, V38, P5301
105 Bakker S, 2010, NAT RESOUR FORUM, V34, P314
106 Chen YH, 2011, ENER J, V32, P149
107 Zeppini P, 2011, IND INNOV, V18, P317
108 Fainisi F, 2011, LEGAL PRACTICE AND INTERNATIO, P104
109 Berariu TR, 2011, MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL C, P
110 Nicuta AM, 2011, MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL C, P
111 Radu CD, 2011, MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL C, P1
112 Zambrano-Barragan C, 2011, LOCAL SUSTAIN, V1, P515
113 Rajagopal D, 2011, ENER POLICY, V39, P228
114 Espinola-Arredondo A, 2011, J THEOR POLIT, V23, P111
115 Boucekine R, 2011, OPTIM CONTR APPL MET, V32, P29
116 Popp D, 2011, REV ENV ECON POLICY, V5, P131
117 Sanin ME, 2011, ENVIRON RESOUR ECON, V48, P561
118 Smulders S, 2011, ENVIRON RESOUR ECON, V49, P79
119 Lewis DJ, 2011, LAND ECON, V87, P250
120 Chen YH, 2011, INT J HYDROGEN ENER, V36, P6957
121 del Rio P, 2011, J CLEAN PROD, V19, P1170
122 Fuss S, 2011, ENVIRON DEV ECON, V16, P507
123 Hart SL, 2011, J MANAGE, V37, P1464
124 Darrigues F, 2011, REV ECON POLIT, V121, P767
125 Gray M, 2011, CARBON MANAG, V2, P529
126 Rout UK, 2011, CLEAN TECHNOL ENVIR, V13, P719
127 Laperche B, 2011, TECHNOL FORECAST SOC, V78, P1319
128 Veisi H, 2012, ASIAN J TECHNOL INNO, V20, P67
129 Paveloski EM, 2012, IFKAD - KCWS 2012: 7TH INTERN, P2
130 Grimes HD, 2012, PICMET '12: PROCEEDINGS - TEC, P327
131 Malek K, 2012, PICMET '12: PROCEEDINGS - TEC, P836
132 Kiryushin P, 2012, PROCEEDINGS OF THE 7TH EUROPE, P
133 Hargadon AB, 2012, CALIF MANAGE REV, V54, P118
134 Urpelainen J, 2012, ENVIRON SCI POLICY, V15, P92
135 Fischer C, 2012, AMBIO, V41, P33
136 Frenkil DJ, 2012, J WORLD ENERGY LAW B, V5, P1
137 Taylor MR, 2012, P NATL ACAD SCI USA, V109, P4804
138 Olmos L, 2012, ENER POLICY, V43, P252
139 Bahn O, 2012, ENVIRON SCI POLICY, V18, P9
140 Antoci A, 2012, ECOL MODEL, V29, P840
141 Urpelainen J, 2012, INT ENVIRON AGREEM-P, V12, P1
142 Bertinelli L, 2012, ENER ECON, V34, P1105
143 Idelchik M, 2012, RES TECHNOL MANAGE, V55, P28
144 Musiolik J, 2012, TECHNOL FORECAST SOC, V79, P102
145 Chen YT, 2012, CLEAN TECHNOL ENVIR, V14, P699
146 Hofman DM, 2012, ENER POLICY, V47, P111
147 Azomahou TT, 2012, INT J ECON THEORY, V8, P277
148 Erol O, 2012, ENER CONVERS MANAGE, V63, P245
149 Veugelers R, 2012, RES POLICY, V41, P1770
150 Horvat D, 2013, MEDUNAR ZNAN SIMP GO, P57
151 Diyar S, 2013, PROCD SOC BEHV, V140, P695
152 Sin YT, 2013, PROCD SOC BEHV, V90, P879
153 Fischer C, 2013, ANNU REV RESOUR ECON, V5, P197
154 Fuchsova E, 2013, E M EKON MANAG, V16, P47
155 Ercole FF, 2013, REV LAT-AM ENFERM, V21, P459
156 Urpelainen J, 2013, CLEAN TECHNOL ENVIR, V15, P14
157 Brauneis A, 2013, ENER POLICY, V53, P190
158 Bayer P, 2013, REV INT ORGAN, V8, P81
159 Hattori K, 2013, ENVIRON DEV ECON, V18, P162
160 Meyskens M, 2013, SMALL BUS ECON, V40, P739
161 Urpelainen J, 2013, GLOBAL ENVIRON POLIT, V13, P21
162 Aerni P, 2013, NEW BIOTECHNOL, V30, P344
163 Bayer P, 2013, ENERGY SUSTAIN DEV, V17, P288
164 Pontin B, 2013, J LAW SOC, V40, P173
165 Yan D, 2013, AGR SYST, V119, P10
166 Dangelico RM, 2013, J PROD INNOVAT MANAG, V30, P
167 Knatz G, 2013, COAST MANAGE, V41, P314
168 Urpelainen J, 2013, MITIG ADAPT STRAT GL, V18, P78
169 Ortas E, 2013, ENERGY, V57, P259
170 Cirone AE, 2013, CONFLICT MANAG PEACE, V30, P305
171 Finon D, 2013, ECON ENERGY ENV POL, V2, P107
172 Gosens J, 2013, ENER POLICY, V60, P234
173 Thun G, 2013, OPEN HOUSE INT, V38, P15
174 Krass D, 2013, PROD OPER MANAG, V22, P1035
175 Fizaine F, 2013, RESOUR POLICY, V38, P373
176 Hintermann B, 2013, J ENVIRON ECON MANAG, V66, I
177 Gil-Molto MJ, 2013, RESOUR ENERGY ECON, V35, P48
178 Caetano MAL, 2013, PHYSICA A, V392, P5322

- 179 Aalbers R, 2013, *ENERG POLICY*, V63, P1240
180 Phillips J, 2013, *GLOBAL ENVIRON CHANG*, V23, P1594
181 Chen YH, 2013, *J REGUL ECON*, V44, P251
182 Messagie M, 2013, *SUSTAINABILITY-BASEL*, V5, P5020
183 Naik MR, 2014, *ENERG ENVIRON-UK*, V25, P325
184 Pehrsson A, 2014, *J BUS IND MARK*, V29, P34
185 Pazeraite A, 2014, *TRANSFORM BUS ECON*, V13, P174
186 Steininger K, 2014, *GLOBAL ENVIRON CHANG*, V24, P75
187 Wirl F, 2014, *RESOUR ENERGY ECON*, V36, P248
188 Babl C, 2014, *REV MANAG SCI*, V8, P63
189 Sterman J, 2014, *SYST DYNAM REV*, V30, P89
190 Gunel G, 2014, *ANTHROPOL QUART*, V87, P359
191 Gosens J, 2014, *ENERG POLICY*, V67, P301
192 Malek K, 2014, *J ENG TECHNOL MANAGE*, V32, P26
193 Erzurumlu SS, 2014, *IEEE T ENG MANAGE*, V61, P349
194 Chung S, 2014, *J DEV ECON*, V108, P222
195 Bencheikroun H, 2014, *RESOUR ENERGY ECON*, V36, P61
196 Ben Jebli M, 2014, *ECONOMICS-KIEL*, V8
197 Sakadjian A, 2014, *J STRENGTH COND RES*, V28, P1613
198 Chan LN, 2014, *J WOUND OSTOMY CONT*, V41, P345
199 Sterman J, 2014, *SYST DYNAM REV*, V30, P206
200 Marchant GE, 2014, *UCLA LAW REV*, V61, P1858
201 Sushandoyo D, 2014, *J CLEAN PROD*, V74, P17
202 van der Made A, 2014, *ENVIRON RESOUR ECON*, V58, P
203 Gibbs D, 2014, *GEOGR ANN B*, V96, P201
204 Corsatea TD, 2014, *RENEW SUST ENERG REV*, V37, P46
205 Lofgren A, 2014, *CLIM POLICY*, V14, P537
206 Dehghani MH, 2014, *BE J ECON ANAL POLI*, V14
207 Boucekkine R, 2014, *J OPTIMIZ THEORY APP*, V163, P31
208 Acemoglu D, 2014, *OXFORD REV ECON POL*, V30, P513
209 Triguero A, 2014, *ENERG ECON*, V46, P246
210 Brechet T, 2014, *RESOUR ENERGY ECON*, V38, P61
211 Cohen B, 2014, *TECHNOVATION*, V34, P797
212 Moreno B, 2014, *APPL ENERG*, V135, P815
213 Hult A, 2015, *ENVIRON PLANN A*, V47, P537
214 Treki A, 2015, *INZ EKON*, V26, P306
215 Ben Youssef S, 2015, *PANOECONOMICUS*, V62, P77
216 Doganova L, 2015, *IND MARKET MANAG*, V44, P22
217 Tang CF, 2015, *ENERGY*, V79, P447
218 Gosens J, 2015, *J CLEAN PROD*, V86, P378
219 Kythreotis A, 2015, *J ENVIRON POL PLAN*, V17, P148
220 Kolk A, 2015, *CLIM POLICY*, V15, P170
221 Zeppini P, 2015, *J ECON BEHAV ORGAN*, V112, P187
222 Hale T, 2015, *J THEOR POLIT*, V27, P177
223 She CM, 2015, *INT REV ECON FINANC*, V37, P274
224 Sengupta A, 2015, *J ENVIRON ECON MANAG*, V71, P125
225 De Schepper E, 2015, *INT J ENERG RES*, V39, P1109
226 Bossink BAG, 2015, *CLEAN TECHNOL ENVIR*, V17, P1405
227 Bonilla J, 2015, *ECOL ECON*, V116, P132
228 Gulli F, 2015, *ENERG POLICY*, V83, P123
229 Johnson MA, 2015, *ENVIRON HEALTH PERSP*, V123, P82
230 Demirel P, 2015, *TECHNOL ANAL STRATEG*, V27, P782
231 Oikawa K, 2015, *J ECON BEHAV ORGAN*, V117, P175
232 Biancardi M, 2015, *CHAOS SOLITON FRACT*, V79, P30
233 Ni KJ, 2015, *WORLD TRADE REV*, V14, P701
234 Mattauch L, 2015, *ECON MODEL*, V50, P49
235 Li K, 2015, *ENERG ENVIRON-UK*, V26, P1015
236 Marra A, 2015, *ENERG POLICY*, V86, P17
237 Ohlan R, 2015, *NAT HAZARDS*, V79, P1409
238 Midttun A, 2015, *ENERG ENVIRON-UK*, V26, P1271
239 Cardenas LM, 2016, *J CLEAN PROD*, V112, P3759
240 Solana ADM, 2016, *J CLEAN PROD*, V112, P4701
241 Xie XM, 2016, *IEEE T ENG MANAGE*, V63, P101
242 Polzin F, 2016, *TECHNOL FORECAST SOC*, V103, P34



Sustentabilidade nas Empresas de Tecnologia da Informação (TI): Uma Revisão Sistemática Da Literatura

Fernanda Latrônico da Silva

Álvaro Guillermo Rojas Lezana

1. INTRODUÇÃO

Na atual conjuntura, as empresas estão cada vez mais cientes de que seus processos produtivos acarretam impactos significativos ao meio ambiente, que podem comprometer o futuro das gerações. Sendo assim, o foco das empresas está direcionado na busca de soluções para atenuar esses impactos ambientais gerados.

Uma das formas de diminuir os impactos ambientais gerados é por meio da incorporação da sustentabilidade nas empresas. O conceito de sustentabilidade refere-se à existência de condições ecológicas necessárias para dar suporte à vida humana em um nível específico de bem estar que garanta o futuro das gerações (LELÉ, 1992).

Os modelos organizacionais que incorporam os princípios da sustentabilidade, apoiados principalmente no TBL (*triple bottom line*), direcionam as suas atividades para a produção de bens e serviços economicamente viáveis, utilizando processos não poluentes de produção, conservação de energia e recursos naturais (VELEVA; ELLENBECKER, 2001).

Para Van Bellen (2006), a sustentabilidade é considerada um conceito dinâmico que engloba um processo de mudança principalmente dentro das organizações. Assim, a sustentabilidade das organizações produtivas passa por um processo de melhoria contínua das políticas de gestão e das ferramentas de tomada de decisão (DAHL, 2012).

A Tecnologia da Informação (TI) facilitou a rápida difusão dos microcomputadores e das possibilidades de telecomunicação no nível estratégico das empresas (YONG, 1992). Nos últimos anos, houve um crescimento na quantidade de empresas que oferecem serviços relacionados ao uso de TI. Assim, as empresas de TI realizam atividades como: comércio de equipamentos, serviços de manutenção de equipamentos, implantação de redes, além de desenvolvimento de software.

De acordo com Dunmade (2002), a sustentabilidade nas empresas de TI assumiu um lugar central nas discussões de políticas de tecnologia em todo o mundo, o que fez com que os problemas ambientais se tornassem uma questão de interesse público em geral.

Assim, as empresas de tecnologia têm procurado analisar os seus impactos gerados, buscando ações de sustentabilidade. O grande desafio das empresas de tecnologia encontra-se em criar ferramentas para medir as práticas sustentáveis. Nesse sentido, o objetivo desse

artigo é fazer uma revisão sistemática da literatura para verificar o que está sendo discutido atualmente a respeito do tema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUSTENTABILIDADE

A discussão da temática ambiental evoluiu muito, desde o início da tomada de consciência ambiental até os dias atuais (VAN BELLEN, 2006). De acordo com o mesmo autor, a relação “sociedade e meio ambiente” começou a ser observada de forma mais crítica a partir da metade do século XX.

A partir desse período, surgem cada vez mais razões para o foco em estudos acerca do tema, que incluem, segundo Murphy e Poist (2003), regulamentações governamentais, exigências dos consumidores em práticas verdes e desenvolvimento de padrões internacionais de certificação.

Dovers e Handman (1992) afirmam que a ideia da sustentabilidade é baseada no princípio da equidade geracional. A crescente utilização dos recursos naturais estimula a elaboração de novas diretrizes, regulamentações e decisões estratégicas que buscam diminuir os impactos ambientais hoje para garantir o futuro das gerações.

Conforme Lelé (1991), o conceito de sustentabilidade refere-se à existência de condições ecológicas necessárias para dar suporte à vida humana em um nível específico de bem-estar que garanta o futuro das gerações.

Para Sachs (2002), a sustentabilidade é vista de forma holística e engloba oito tipos: social, econômica, ecológica, espacial, territorial, cultural, política nacional e política internacional. De acordo com o mesmo autor, o conceito de sustentabilidade é dinâmico e inclui as necessidades crescentes da população num contexto internacional em contínua expansão.

Nesse sentido, considera-se o conceito da sustentabilidade a preocupação iminente com as questões econômicas, sociais e ambientais dentro das organizações. O autor Elkington, criador do termo TBL (*triple bottom line*), afirma que as empresas alcançarão a

sustentabilidade somente quando as instituições, o governo e os mercados promoverem a sustentabilidade.

2.2 EMPRESAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

A TI surgiu dos avanços da informática e das telecomunicações e pode ser considerada uma ferramenta importante para a redução de custos, além de tornar o processamento das informações mais ágil (ALBERTIN, 2012). Os componentes da TI envolvem hardware e seus dispositivos, software e seus recursos, sistemas de telecomunicações, gestão de dados e informações. (ALBERTIN, 2012). O objetivo de todos os componentes é disseminar dados e informações aos seus usuários.

De acordo com IBGE (2010), os serviços relacionados ao uso de TI são: desenvolvimento de programas de computador sob encomenda; desenvolvimento e licenciamento de programas de computador customizáveis; desenvolvimento e licenciamento de programas de computador não customizáveis; consultoria em tecnologia da informação; suporte técnico; manutenção e outros serviços em TI; tratamentos de dados, provedores de serviços de aplicação e serviços de hospedagem da internet; portais, provedores de conteúdo e outros serviços de informação na internet.

As empresas de desenvolvedoras de software realizam as seguintes atividades: i) software customizável (personalizado); ii) desenvolvimento e licenciamento de uso de software próprio, desenvolvido no país; iii) representação e/ou licenciamento de uso de software desenvolvido por terceiros, no país; iv) representação e/ou licenciamento de uso de software desenvolvido por terceiros, no exterior; v) software não customizável (não personalizável) (IBGE, 2010).

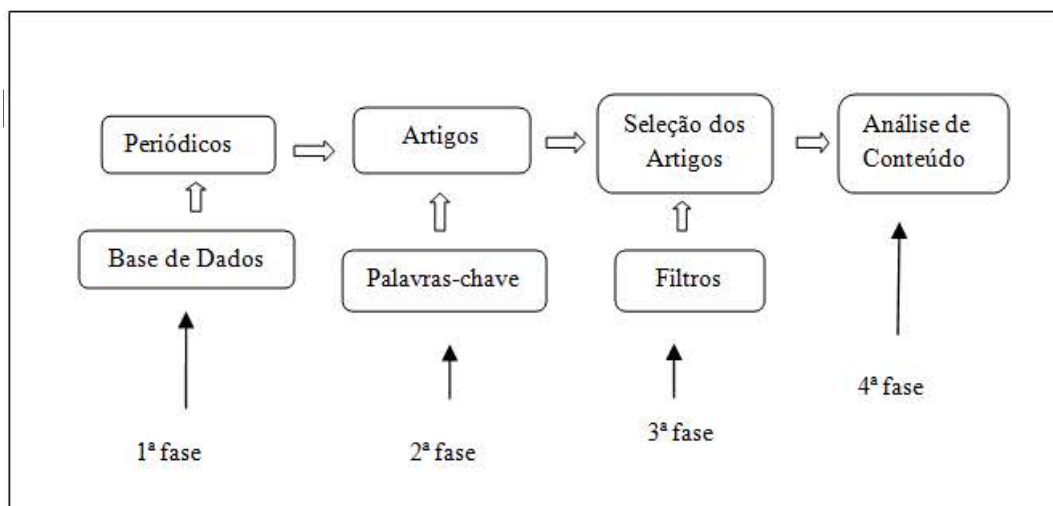
O apoio das tecnologias da informação pode ajudar a conhecer, diagnosticar e monitorar as condições ambientais, além de criar sistemas e serviços avançados de informação e de prevenção de riscos ao meio ambiente (TAKAHASHI, 2000). De acordo com Bengtsson e Agerfalk (2011), termos como sustentabilidade em TI, TI Verde e computação sustentável são utilizados para enquadrar as empresas que se preocupam com o tema.

Para que a sustentabilidade apresente-se como fonte de vantagens competitivas para empresas de TI, é necessária a compreensão de que as questões voltadas à sustentabilidade se relacionam com o modelo de geração de valor da empresa (NEXXERA, 2014).

3. MÉTODO

A pesquisa bibliográfica foi realizada com o intuito de identificar, analisar e selecionar as principais publicações encontradas no banco de dados do portal da CAPES. Para a revisão de literatura foi utilizado o método de revisão bibliográfica com quatro diferentes fases, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da Seleção e Análise do Referencial Teórico



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na primeira fase para a composição do portfólio bibliográfico, foram definidas as bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, *Emerald* e *Wiley*. Na segunda fase foram definidas as palavras-chave para a revisão bibliográfica, conforme apresenta o Quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Definição das Palavras-chave

Palavras-Chave	
<i>Information Technology</i> ” and	<i>“environmental sustainability”</i> <i>“sustainability”</i> <i>“sustainable”</i> <i>“environment”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

As combinações das palavras-chave foram utilizadas para buscar publicações que contêm pelo menos uma das palavras-chave no “*Abstract*”, *Title*, e “*Keywords*”. Foram encontrados 1485 trabalhos, analisados conforme os seguintes aspectos: (i) artigos repetidos; (ii) idioma inglês; (iii) título alinhado ao tema de pesquisa; (iv) resumo alinhado ao tema de pesquisa, (v) texto integral alinhado ao tema de pesquisa e (vi) número de citações.

Buscaram-se publicações sem delimitação temporal para verificar a evolução do tema durante os anos. Para o registro e triagem dos artigos, foi utilizado o software *EndNote X5*.

Na terceira fase, como resultado da pesquisa bibliográfica, foram selecionados 25 artigos alinhados ao tema de pesquisa, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1: Artigos selecionados para o Portfólio Bibliográfico

Ano	Autores	Título	Citações
2002	Hilty	Sustainable Development and the Information Society	4
2005	Leclerc	Information: a strategic resource for technological change	2
2007	Nwagwu	Creating science and technology information databases for developing and sustaining sub-Saharan Africa’s indigenous knowledge	15
2007	Heart	Sustainable Management of Electronic Waste (e-Waste).	68
2008	Molla <i>et al.</i>	E-Readiness to G-Readiness: Developing a Green Information Technology Readiness Framework	63
2008	Murugesan	Harnessing Green IT: Principles and Practices	690
2008	Chen <i>et al.</i>	Information systems and ecological sustainability	217
2009	Chen <i>et al.</i>	Organizational Adoption of Green IS & IT: An Institutional Perspective.	73
2010	Mithas <i>et al.</i>	Green Information Technology, Energy Efficiency, and Profits: Evidence from an Emerging Economy	49
2010	Jeffers	Embracing sustainability: Information technology and the strategic leveraging of operations in third-party logistics.	40
2011	Dao <i>et al.</i>	From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework.	219
2011	Bengtsson e	Information technology as a change actant in sustainability	105

	Agerfalk	innovation: Insights from Uppsala	
2011	Jenkin <i>et al.</i>	An agenda for 'Green' information technology and systems research	230
2011	Bose e Luo	Integrative framework for assessing firms' potential to undertake Green IT initiatives via virtualization	180
2012	Chowdhury	An agenda for green information retrieval research.	25
2013	Bai e Sarkis	Green information technology strategic justification and evaluation.	22
2013	Gholami <i>et al.</i>	Senior managers' perception on green information systems (IS) adoption and environmental performance: Results from a field survey.	57
2013	Hertel e Wisent	Investments in information systems: A contribution towards sustainability	11
2013	Molla	Identifying IT sustainability performance drivers: Instrument development and validation	13
2013	Seidel	Sensemaking and Sustainable Practicing: Functional Affordances of Information Systems in Green Transformations	79
2014	Park e Jeong	Cloud computing-based jam management for a manufacturing system in a Green IT environment	6
2014	Iveroth e Bengtsson	Changing behavior towards sustainable practices using Information Technology	4
2014	Hack e Berg	The Potential of IT for Corporate Sustainability	5
2015	Arushanryan <i>et al.</i>	A framework for sustainability assessment of ICT futures.	0
2015	Rivera <i>et al.</i>	ICT practices in smart sustainable cities	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

O portfólio bibliográfico acima inclui o ano da publicação, autor/autores, título do artigo e o número de citações. Observa-se que alguns artigos possuem pouca ou nenhuma citação, entretanto estão alinhados ao tema de pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ASSUNTOS ABORDADOS

Os principais assuntos abordados nos artigos selecionados foram: i) TI e sustentabilidade; ii) TI e desenvolvimento sustentável; iii) tecnologia da informação verde; iv) sistemas da informação verde; v) tecnologia da informação verde e sustentável; vi) tecnologia da informação e comunicação verde; vii) lixo eletrônico; e viii) práticas sustentáveis. O Quadro 2, a seguir, apresenta os assuntos abordados pelos autores.

Quadro 2: Assuntos abordados pelos autores

Assuntos	Autores
TI e Sustentabilidade	Arushanryan <i>et al.</i> (2015); Dao <i>et al.</i> (2011); Hertel e Wisent (2013); Molla (2013); Soma <i>et al.</i> (2016); Bengtsson e Agerfalk (2011); Mithas <i>et al.</i> (2010); Jenkin <i>et al.</i> (2011); Molla <i>et al.</i> (2008); Chen <i>et al.</i> (2009); Heart (2007); Murugesan (2008); Jeffers (2010); Hack e Berg (2014); Chen <i>et al.</i> (2008); Park e Jeong (2014).
TI e Desenvolvimento Sustentável	Nwagwu (2007); Seidel (2013); Iveroth e Bengtsson (2014); Chowdhury 2012; Hilty (2002); Leclerc (2002).
Tecnologia da Informação (TI) Verde	Chen <i>et al.</i> (2009); Gholami <i>et al.</i> (2013); Hertel e Wisent (2013); Molla (2013); Park e Jeong (2014); Seidel (2013); Bengtsson e Agerfalk (2011); Mithas <i>et al.</i> (2010); Jenkin <i>et al.</i> (2011); Bose e Luo 2011; Molla <i>et al.</i> (2008); Murugesan (2008).
Sistemas de Informação (SI) Verde	Chen <i>et al.</i> (2009); Gholami <i>et al.</i> (2013); Park e Jeong (2014); Seidel (2013); Mithas <i>et al.</i> (2010); Jenkin <i>et al.</i> (2011).
Tecnologia da Informação Verde e Sustentável	Bai e Sarkis (2013).
Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) Verde	Chowdhury (2012); Rivera <i>et al.</i> (2015); Arushanryan <i>et al.</i> (2015)
TI e Lixo eletrônico	Heart (2007).
TI e Práticas sustentáveis	Iveroth e Bengtsson (2014); Chen <i>et al.</i> (2009).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além dos assuntos abordados acima, outros assuntos estão relacionados ao tema, tais quais: i) inovação tecnológica; ii) redução do uso de energia; iii) pegada ecológica; iv) *eco-friendly*, v) redução dos resíduos; vi) reciclagem e reutilização; vii) ciclo de vida dos produtos, entre outros.

Observou-se nem todos os artigos aborda a sustentabilidade considerando o TBL (*triple bottom line*). A sustentabilidade integrada mostra que o foco no desenvolvimento de capacidades de sustentabilidade não vão só servir para o ambiente e para as pessoas como um

todo, mas também gerar valor que poderão aumentar a rentabilidade e vantagem competitiva das empresas.

Outros artigos discutem a importância do uso eficiente de energia, utilização dos recursos, uso de matéria prima e substâncias menos tóxicas na fabricação, além da diminuição de impactos no seu descarte - permitindo a reciclagem e a reutilização. Além disso, as empresas de TI normalmente não assumem a responsabilidade pelo lixo eletrônico e não desenvolvem políticas para o descarte adequado. A solução em longo prazo para o problema do lixo eletrônico pode ser alcançado por meio de práticas do descarte adequado, produção mais limpa e consumo sustentável.

No que diz respeito ao tema TI Verde, as primeiras iniciativas de TI verde visaram o consumo de energia e desperdício associado à utilização de hardware e software (JENKIN et al., 2011). Assim, a TI verde surgiu com o objetivo de reduzir o consumo de energia, porém, com o tempo, o tema foi se direcionando também para as questões voltadas à sustentabilidade (DAO et al., 2011).

De acordo com o mesmo autor, elementos de TI verde foram sendo distinguidos no decorrer dos anos com base nos impactos ambientais. Já Molla (2013) afirma que a TI Verde pode contribuir para a redução da pegada de carbono, redução dos resíduos e da poluição por meio de práticas como virtualização de servidores, reciclagem, descarte de tecnologias antigas e incorporação de fornecedores verdes.

Para Dao et al. (2011) as empresas precisam efetuar mudanças amplas na cultura empresarial e redesenhar o seus processos de negócios para aderirem a sustentabilidade. Os recursos de TI devem ser direcionados para esses aspectos a fim de permitir que as empresas desenvolvam capacidades para tratar questões de sustentabilidade, entregar valores de sustentabilidade para os *stakeholders* e ganhar vantagem competitiva Para os autores, o primeiro passo é buscar o equilíbrio entre os aspectos sociais e ambientais.

4.1.2 ANÁLISE DO CONCEITO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI) E SUSTENTABILIDADE

Arushanyan *et al.* (2015) afirmam que o desenvolvimento da tecnologia da informação e comunicação (TIC) é rápida e afeta todos os setores da sociedade. Este fator pode ser considerado uma oportunidade, um risco, ou um desafio. No que diz respeito à sustentabilidade, a TIC não está caminhando automaticamente para este fim. É importante que as empresas foquem nos impactos ambientais negativos decorrentes, por exemplo, da fabricação, uso e descarte de *hardware*.

Os autores Bai e Sarkis (2013) alegam que a tecnologia da informação verde e sustentável (GSIT) pode ser uma decisão importante e estratégica para muitas organizações. De acordo com os mesmos autores, o tema ganha cada vez mais atenção das organizações e dos *stakeholders*. O GSIT e outras iniciativas de sustentabilidade podem proporcionar vantagens competitivas, como: melhoria de custos, redução do risco organizacional e imagem positiva da organização.

De acordo com Molla *et al.* (2008) a TI Verde pode englobar produtos (por exemplo, *software* que gerencia as emissões globais de uma organização) e práticas (por exemplo, a eliminação de equipamento de TI de uma forma *eco-friendly*). Estas práticas buscam alcançar a prevenção da poluição, gestão de produtos, ou o desenvolvimento sustentável. Conforme o mesmo autor, há pelo menos cinco preocupações relacionados à TI Verde, que são: aspectos econômicos, ambientais, estratégicos, tecnológicos e sociais. Essas preocupações podem direcionar a construção da TI verde e alavancar o progresso contínuo das empresas.

Conforme Dao *et al.* (2011), entre as forças que impulsionam mudanças nas organizações, os requisitos para a responsabilidade corporativa e a sustentabilidade ambiental estão como as principais. Assim, os recursos de TI devem ser direcionados para permitir que as empresas desenvolvam as capacidades para lidar com as questões de sustentabilidade, entregar valores de sustentabilidade para os *stakeholders*, além do ganho de vantagem competitiva sustentada.

Gholami *et al.* (2012) afirma que a adoção de TI Verde ou Sistemas de Informação Verde pode ser motivada por uma preocupação com o planeta, entretanto, poucas empresas

estão dispostas a desistir da eficiência operacional. O investimento no “verde” é feito para cumprir principalmente os objetivos de desempenho econômico.

De acordo com os mesmo autores, a sustentabilidade está em uma série de tecnologias e práticas (como a implementação de políticas sobre o uso, gerenciamento de emissões, energia e outros ativos da empresa). Assim, o “verde” é determinado pelo grau em que uma organização incorpora a prevenção da poluição (redução das emissões globais, resíduos e materiais perigosos), gestão de produtos e desenvolvimento sustentável.

Os autores Molla (2013) afirmam que com o aumento das pressões regulatórias e sociais para melhorar a sua pegada ecológica, muitas empresas na indústria de TI se esforçam para entender e melhorar não só o seu desempenho ambiental, mas também a sua capacidade de oferecer soluções e serviços que contribuem para a sustentabilidade de outras empresas.

Murugesan (2008) define TI verde como estudo e prática da concepção, fabricação, uso e descarte de computadores, servidores e subsistemas (associados a monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento e sistemas de redes e comunicações) que gerem o mínimo ou nenhum impacto sobre o meio ambiente.

Já Seidel (2013) afirma que os sistemas de informação ou a tecnologia da informação podem contribuir para atividades voltadas para as questões de sustentabilidade, tais quais: redução do consumo de energia, redução dos resíduos, utilização de recursos com menos impactos ou gestão de emissões.

Conforme Herat (2007), o rápido crescimento das indústrias de eletrônicos decorrentes das demandas de tecnologias de informação e comunicação em todo o mundo - juntamente com a rápida obsolescência dos produtos e a falta de gerenciamento do ciclo de vida dos produtos, tem levado à gestão insustentável do fluxo de resíduos.

A pesquisa de Iveroth e Bengtsson (2014) aborda a questão da mudança no comportamento das pessoas em relação a práticas mais sustentáveis utilizando a Tecnologia da Informação.

De acordo com Jenkin et al (2011), as forças motivacionais como forças ecológicas (ex: taxa de renovação de recursos, capacidade de regeneração dos recursos), forças organizacionais (ex: uma liderança forte), forças político-econômicas (ex: leis e

regulamentos) e forças sócio-culturais (ex: instituições e normas) podem influenciar ou desfavorecer a incorporação da sustentabilidade nas empresas (JENKIN et al., 2011).

Bose e Luo (2011, p. 39), afirma que “as organizações estão buscando soluções de TI verde para uma infinidade de razões e benefícios, incluindo a redução de consumo de energia, custos mais baixos, emissões reduzidas de carbono, diminuição de impacto ambiental, melhoria do desempenho dos sistemas e utilização, maior colaboração e interação entre componentes, economia de espaço e trabalhadores mais ágeis.”

Chen et al. (2009) afirmam que adoção de tecnologias e práticas mais “eco-friendly”, ou seja, que gerem menos impactos ao meio ambiente, é apenas o primeiro passo no sentido da sustentabilidade. É fundamental fazer com que as tecnologias e práticas sejam cada vez mais difundidas e institucionalizadas para dar uma resposta à atual crise ecológica (CHEN et al., 2008).

4.1.3 ANÁLISE DOS MÉTODOS

Arushanyan *et al.* (2015) desenvolveram indicadores para analisar os impactos sociais e ambientais das atividades relacionadas à Tecnologia da Informação e Comunicação Verde. O método foi baseado em subjetividade, que incluem opinião própria, recomendação externa ou grupo de especialistas.

Bai e Sarkis (2013) utilizam modelagem matemática para explicar como o TBL (*triple bottom line*) pode ser integrado ao problema de tomada de decisão. A teoria da modernização ecológica afirma que a tecnologia pode oferecer *win-win* e oportunidades. A partir de uma perspectiva de desenvolvimento, a incorporação da abordagem de modelagem com um sistema mais amplo de apoio à decisão para o capital e avaliação do projeto sustentável torna-se necessário.

Jenkin *et al.* (2011) desenvolveram um quadro de investigação com vários níveis para orientar futuras pesquisas. Para isso, eles revisaram a literatura da tecnologia e sistemas de informação verde existente, incluindo questões de sustentabilidade ambiental na gestão, psicologia ambiental e domínios de marketing social.

Dao *et al.* (2011), elabora um *framework* teórico que busca orientar as práticas de pesquisa que integrem a TI com outros recursos. O objetivo é ajudar as empresas a desenvolver capacidades que abordem as questões de sustentabilidade, entregar valores de sustentabilidade aos *stakeholders* e criar vantagem competitiva.

Gholami *et al.* (2013) desenvolveu um modelo que determina o grau de incorporação dos gestores em atividade relacionadas à prevenção da poluição (redução das emissões globais, resíduos e materiais perigosos), gestão de produtos e desenvolvimento sustentável. O objetivo foi descobrir os *drivers* motivacionais de adesão ao verde pelas empresas.

Iveroth e Bengtsson (2014) elaboraram um *framework* por meio de um estudo de caso. O quadro é fundamentado na teoria e prática e é utilizado para analisar a implementação de um sistema de TI que visa mudar o comportamento de cidadãos em relação à logística de transporte mais sustentáveis em Uppsala, Suécia.

Observou-se que existem lacunas quanto às atuais práticas de sustentabilidade e quanto às formas de medir a sustentabilidade nas empresas de TI. Existe, portanto, uma carência na formulação de um método que possa avaliar a sustentabilidade nessas empresas. Sendo assim, há necessidade de encontrar modelos, métricas ou ferramentas para medir a sustentabilidade de forma integrada, considerando principalmente as dimensões econômicas, sociais e ambientais.

Verificou-se também que muitas pesquisas concentram-se na redução do uso de energia e estabelecem algumas abordagens para a resolução do problema, tais quais: computadores mais eficientes em termos de energia, mais centros de dados eficientes em termos de energia, virtualização de servidores, além de aspectos mais técnicos, como a fabricação de componentes de computadores que gerem menos impactos. Outras pesquisas se concentraram no descarte de computadores e na forma de minimizar esses impactos.

Chen *et al.* (2009) afirma que ainda há muito a ser explorado sobre o papel desempenhado pelas empresas de TI na busca mundial da sustentabilidade. De acordo com os autores, o status atual de deterioração ecológica pode explicar o aumento da popularidade de iniciativas ambientais em todo o mundo. Além disso, eles afirmam que a busca pela sustentabilidade não deve estar dissociado das questões econômicas, já que um dos aspectos da economia é direcionar da melhor forma a alocação de recursos escassos.

Em suma, as empresas de tecnologia têm procurado analisar os seus impactos gerados, buscando ações de sustentabilidade. Porém, observou-se que não existe ainda um currículo padrão para as melhores práticas de sustentabilidade nas empresas de TI.

5. CONCLUSÃO

Considera-se o conceito da sustentabilidade a preocupação com as questões econômicas, sociais e ambientais dentro das organizações. A sustentabilidade nas empresas de TI é um tema que vem crescendo muito nos últimos anos. O apoio da TI pode ajudar a conhecer, diagnosticar e monitorar as condições ambientais, além de criar sistemas e serviços avançados de informação e de prevenção de riscos ao meio ambiente. A revisão sistemática dos artigos mostrou que os principais assuntos abordados foram: i) TI e sustentabilidade; ii) TI e desenvolvimento sustentável; iii) TI Verde; iv) TI e lixo eletrônico; v) Sistemas da Informação Verde, e vi) TI Verde e sustentável.

Alguns autores afirmaram que a sustentabilidade nas empresas de TI está relacionada com a redução do consumo de energia, redução dos resíduos, utilização de recursos com menos impactos ou gestão de emissões. Outros afirmaram que sustentabilidade nas empresas de TI está diretamente associada às pressões regulatórias e sociais para melhorar a sua pegada ecológica. Além disso, observou-se que problema do lixo eletrônico está relacionado à falta de gerenciamento do ciclo de vida dos produtos e ao rápido crescimento das indústrias de eletrônicos em todo o mundo. Nesse sentido, muitas pesquisas estabelecem algumas abordagens para a resolução do problema, tais quais: inovação tecnológica; uso eficiente de energia; gerenciamento das emissões; preocupação com o ciclo de vida dos produtos; reutilização e reciclagem, entre outros.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- ARUSHANYAN, V.; EKENER-PETERSEN, E.; MOBERG, A.; COROAMA, V. A framework for sustainability assessment of ICT futures. Scenarios and sustainability impacts of future ICT- societies. In: International Conference on Informatics for Environmental Protection (EnviroInfo 2015), 29th, 2015. Stockholm, Conference, Stockholm, Atlantis Pres, p. 1-9.
- BAI, C.; SARKIS, J.; Green information technology strategic justification and evaluation. **Information Systems Frontiers**, v. 15 n.5, p. 831-847, 2013.
- BENGTSSON, F.; AGERFALK, P. J. Information technology as a change actant in sustainability innovation: Insights from Uppsala. **The Journal of strategic information Systems**, v. 20, n. 1, p. 96-112, 2011.
- BOHRINGER, C.; LOSCHEL, A. Computable general equilibrium models for sustainability impact assessment: status quo and prospects. **Ecological Economics**, v. 60, n. 1, p. 49-64, 2006.
- BOSE, R.; LUO, X. Integrative framework for assessing firms' potential to undertake Green IT initiatives via virtualization - A theoretical perspective. **The Journal of Strategic Information Systems**, v.20, n. 1, p. 38-54, 2011.
- CAVALCANTI, Clóvis. (Org.). **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 2003.
- CHEN, A.; BOUDREAU, M.; WATSON, R. Information systems and ecological sustainability. *Journal of Systems and Information Technology*. **Sustainability and Information Systems**, v. 10, n. 3, p. 186-201, 2008.
- CHOWDHURY, G. An agenda for green information retrieval research. **Information Processing and Management**, v. 48, n.1 p.1067-1077, 2012.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum** – Comissão Mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.
- DAHL, A. L. Achievements and gaps in indicators for sustainability. **Ecological Indicators**, v.17, n. 1, p. 4-19, 2012.
- DAO, V.; LANGELLA, I.; CARBO, J. From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework. **Journal of strategic information systems**, v. 20, n. 1, p. 63-70, 2011.
- DOVERS, S. R.; HANDMER, J. W. Uncertainty, sustainability and change. *Global Environmental Change*, v. 2, n. 4, p. 262-276, 1992.
- DUNMADE, I. Indicators of sustainability: assessing the suitability of a foreign technology for a developing economy. **Technology in Society**, v. 24, n. 1, p. 461-471, 2002.
- ELKINGTON, J. **Sustentabilidade: Canibais com Garfo e Faca**. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2012.
- GHOLAMI, R.; SULAIMAN, A. B.; RAMAYAH, T.; MOLLA, A. Senior managers perception on green information systems (IS) adoption and environmental performance: Results from a field survey. **Information & Management**, v. 50, n. 1, p. 431-438, 2013.
- HACK, S.; BERG, C. The Potential of IT for Corporate Sustainability. **Sustainability**, v. 6, n. 7, p. 4163-4180, 2014.
- HEART, S. Sustainable management of electronic waste (e-Waste). **Clean – Soil, Air, Water**, v. 31, n. 4, p. 304-310, 2007.
- HERTEL, M.; WIESENT, J. Investments in information systems: A contribution towards sustainability. **Information Systems Frontiers**, v. 15, n. 5, p. 815-829, 2013.
- HILTY, L. M.; ARNFALK, P.; ERDMANN, L. The relevance of information and communication technologies for environmental sustainability: A prospective simulation study. **Environmental Modelling & Software**, v. 21, n. 11, p. 1618-1629, 2006.
- HUANG, H., 2008. A sustainable systems development lifecycle. In: Proceedings of the PACIFIC ASIA CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS (PACIS), 2008. Suzhou, China. **Proceedings...** Suzhou, China: AIS Electronic Library, July 2008.
- IVERTH, E.; BENGTSSON, F. Changing behavior towards sustainable practices using Information Technology. **Journal of Environmental Management**, v. 139, n. 15, p. 59-68, 2014.
- JEFFERS, P. I. Embracing sustainability: Information technology and the strategic leveraging of operations in third-party logistics. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 30, n. 2, p. 260-287, 2010.
- JENKIN, T. A.; WEBSTER, J.; MCSHANE, L. An agenda for Green information technology and systems research. **Information an Organization**, v. 21, n. 1, p. 17-40, 2011.

- LELÉ, S. M. Sustainable development: a critical review. **World Development**, v.19, n.6, p.607-621, 1991.
- LERLEC, JEAN-MARIE. Information: a strategic resource for technological change. **Education and the Knowledge Society**, v. 161, n. 1, p. 47-55, 2005.
- MITHAS, S.; KHUNTIA, J.; ROY, P. K. Green Information Technology, Energy Efficiency, and Profits: Evidence from an Emerging Economy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS (ICIS), 2010, St. Louis. Conference. St. Louis:Thirty First International Conference on Information Systems, 2010.
- MOLLA, A. Identifying IT sustainability performance drivers: Instrument development and validation. **Information Systems Frontiers**, v. 15, n. 5, p. 705-723, 2013.
- MOLLA, A.; COOPER, V.; CORBITT, B.; DENG, H.; PESZYNSKI, K. E-readiness to Greadiness: Developing a green information technology readiness framework. In: AUSTRALASIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, 19, 2008. Christchurch. Conference. Christchurch: AIS Eletronic Library, 2008.
- MURPHY, P. R.; POIST, R. F. Green perspectives and practices: a comparative logistics stud. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 8, n. 2, p.122-131, 2003.
- MURUGESAN, S. Harnessing Green IT: principles and practices. **IEEE IT Professional**, v. 10, n. 1, p. 24-33, 2008.
- NEXXERA. Relatório de Sustentabilidade Nexxera. Disponível em: <http://www.nexxera.com/pt/wp-content/uploads/2014/07/Relatorio_Sustentabilidade_2013_1.pdf> Acesso em: 12 abr. 2016.
- NWAGWU, W. E. Creating science and technology information databases for developing and sustaining sub-Saharan Africa's indigenous knowledge. **Journal of Information Science**, v. 33, n. 6, p. 228-241, 2010.
- PARK, J. H.; JEONG, H. Y. Cloud computing-based jam management for a manufacturing system in a Green IT environment. **The Journal of Supercomputing**, v. 69, n. 3, p. 1054-1067, 2014.
- RIVERA, M. B.; ERIKSSON, E.; WANGEL, J. ICT practices in smart sustainable cities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION (ENVIROINFO 2015) 29, 2015, Copenhagen: Atlantis Press, 2015, 317-324.
- SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. 2. ed.: Rio de Janeiro: Garamond, 2002, 96p.
- SEIDEL, S.; RECKEN, J.; BROKE, J. V. Sensemaking and Sustainable Practicing: Functional Affordances of Information Systems in Green Transformations. **Management Information Systems Quarterly**, v. 37, n. 4, p. 1275-1299, 2013.
- TAKAHASHI, T. Sociedade da informação no Brasil: livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.
- VAN BELLEN, H. M. Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. 2. ed. São Paulo: FGV, 2006.
- VELEVA, V., ELLENBECKER, M. Indicators of sustainable production: framework and methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 9, n. 6, p. 519-549, 2001.
- WATSON, R.; BOUDREAU, M.; CHEN, A. Information systems and environmentally sustainable development: Energy informatics and new directions for the IS community. **MISQ**, v. 34, n. 1, p. 23-38, 2010.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – WCED. Our common Future. 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>. Acesso em: 2 maio 2015.
- YONG, C, S. Tecnologia de informação. **Revista de Administração de Empresas**, v. 32, n. 1, p. 78-87, 1992.



Panorama da Energia Solar: contexto Brasileiro

Thiago Carrano de A. Bernardes
Caroline Rodrigues Vaz
Matheus Machado da Silva Garcia
Renan Mello Nogueira
Mauricio Uriona Maldonado

1. INTRODUÇÃO

O uso de energia por parte da Sociedade está cada vez maior, para manter o nível de consumo e a qualidade de vida da população. Mais recentemente houve uma revolução na área de energia devido ao ingresso de um maior número de fontes renováveis na matriz energética de vários países e regiões. Nesta linha, um dos grandes desafios da atualidade é a transição para modelos energéticos mais sustentáveis, ou seja, menos dependentes de fontes fósseis, sem prejudicar os processos de desenvolvimento socioeconômico.

As energias renováveis são alternativas mais promissoras – em termos de desenvolvimento sustentável – para países desenvolvidos e aqueles em processo de desenvolvimento, como o Brasil, por dois motivos: primeiro pelo fato delas serem, virtualmente, fontes inesgotáveis de energia, e segundo pelo baixo ou nulo impacto ambiental produzido na geração de energia, a partir de fontes renováveis.

Além dos motivos apresentados acima, um uso – cada vez – maior de fontes de energia renovável significa um menor uso de fontes de energia tradicional (a partir de combustíveis fósseis), reduzindo – também – a emissão de gases de efeito estufa como o CO₂ produzidos na geração de energia e, portanto, reduzindo os impactos à mudança climática.

No caso específico do Brasil, a proporção de energias renováveis na matriz energética é muito maior a de outros países, inclusive desenvolvidos, como os europeus ou norte-americanos. Aproximadamente, um 40% da matriz energética brasileira é composta por fontes renováveis (BRASIL, 2015), sendo em sua maioria, composta por fontes hidrelétricas.

Nesta linha, autores como Ursaia, Guerra e Youssef (2011) argumentam sobre a necessidade de diversificar – ainda mais – as fontes de energia renováveis, e desta forma, reduzir a forte dependência energética nacional e especificamente, a dependência da geração de energia elétrica nacional nas fontes hidroelétricas.

Uma das principais razões é o fato do potencial de geração hidrelétrica apresentar restrições importantes quanto a seu crescimento e efetivo uso. O Plano Nacional de Energia (PNE 2030), cita por exemplo, que apenas um 38% desse potencial poderia ser aproveitado sem causar impactos ambientais significativos (URSAIA; GUERRA; YOUSSEF, 2011).

Outros fatos recentes que apontam à necessidade de uma maior diversificação das fontes renováveis, como por exemplo o compromisso assumido pelo Governo Federal no COP-21, em dezembro de 2015, de ampliar a participação das ‘novas tecnologias de energia renovável’ na geração de eletricidade – solar, eólica e biomassa – para 23% até 2030 [1].

Dentre essas três novas tecnologias de energia renovável, a biomassa, principalmente a partir do bagaço da cana de açúcar, foi à primeira em receber uma atenção especial por parte do Governo Federal, incentivando inclusive, os primeiros Leilões de Energia de Reserva, com fonte exclusivamente proveniente de biomassa, visando a viabilização econômica deste tipo de fonte renovável. Já as fontes de energia solar e eólica ainda apresentam uma participação pouco significativa na matriz energética brasileira, aproximadamente um 0,4% (BRASIL, 2015), apresentando uma tendência diferente a da encontrada em outras regiões do mundo.

Referente ao exposto surge a seguinte pergunta de pesquisa: “Como está o panorama atual da Energia Solar no Brasil?”. Desta maneira, este artigo tem como objetivo trazer uma reflexão e apresentação do estado da arte atual da energia solar no Brasil. O objetivo é proporcionar melhor entendimento sobre o contexto histórico, as tecnologias utilizadas e os desafios a serem alcançados.

A pesquisa se classifica como descritiva e exploratória, utilizando como método a revisão de literatura, utilizando pesquisas secundárias, em trabalhos já publicados em forma de dissertação, monografias, teses, artigos científicos e sites especializados, de acordo com as definições de Gil (2007) e Lakatos e Menezes (2010).

O artigo se apresenta em cinco seções, sendo a primeira composta por esta Introdução. A segunda apresenta o contexto histórico. A terceira mostra as tecnologias de energia solar, que é composta pela energia solar fotovoltaica e energia solar concentrada. A quarta seção apresenta a energia solar no contexto brasileiro. E por último, discute os desafios e oportunidades de energia solar para o futuro.

2. Contexto Histórico

A humanidade está ligada à energia solar desde muitos séculos, quando se utilizava o sol para secar peles e alimentos, porém a conversão de energia solar em energia elétrica só se tornou possível de ser explorada a partir do ano 1839 com a descoberta do efeito fotovoltaico e a partir deste momento uma sucessão de eventos ocorreram até o desenvolvimento desta tecnologia como é conhecida nos dias atuais (PEREIRA et al., 2006). Eventos esses que são relatados na Tabela 1.

Tabela 1- Eventos históricos no desenvolvimento da energia fotovoltaica

Ano	Histórico
1839	Edmond Becquerel, físico francês descobriu o efeito fotovoltaico através de um experimento com eletrólito.
1873	Willoughby Smith descobriu o efeito fotovoltaico no Selênio (material semiconductor).
1876	William Adams detecta o fenômeno fotovoltaico no Selênio e desenvolve o primeiro protótipo de célula solar fotovoltaica.
1883	Charles Fritts, inventor americano, desenvolve a primeira célula solar construída com o princípio de camadas “wafers”.
1887	Henrich Hertz descobre a influencia da radiação ultravioleta na descarga elétrica entre dois terminais metálicos.
1904	Hallwachs descobriu que uma faixa de materiais metálicos sofria interferência na condução de corrente, quando expostos a luz.
1916	Millikan prova a existência do efeito fotoelétrico.
1918	O pesquisador polaco Czochralski desenvolveu um processo de crescimento de cristais de Silício a partir de um único cristal.
1940	Desenvolve-se o método Czochralski para obtenção de Silício de elevado grau de pureza, sob a forma de lingote monocristalino, para fins industriais.
1951	O desenvolvimento da junção n-p permitiu a produção de células a partir de um único cristal de Germânio.
1954	Descoberta do efeito fotovoltaico no Arsenieto de Gálio, por Welker, e em cristais de Sulfureto de Cádmio, por Reynolds.
1956	Primeiras aplicações da conversão de energia fotovoltaica (luzes de flash, bóias de navegação e telecomunicação).
1959	Fabricação das primeiras células de Silício multicristalino.
1959 -1968	Primeiras aplicações desta tecnologia em programas espaciais (Satélites VANGUARD-1, EXPLORER-6, OVI-13, Ônibus espacial NINBUS e observatório ORBITING).
1976	Fabricação das primeiras células de Silício amorfo
1982	A produção mundial de energia foto voltaica atingiu o patamar 9,3MW e desde então continuo avançando.

Fonte: Adaptado Ciência Viva (2016 p.2).

3. As tecnologias de energia solar

Existem duas formas distintas de gerar e aproveitar a energia solar para produzir eletricidade. A primeira que será apresentada e detalhada no próximo tópico, está a Energia Solar Fotovoltaica (FCV) e a segunda Energia Solar Heliotérmica, ou também conhecida, como energia solar concentrada.

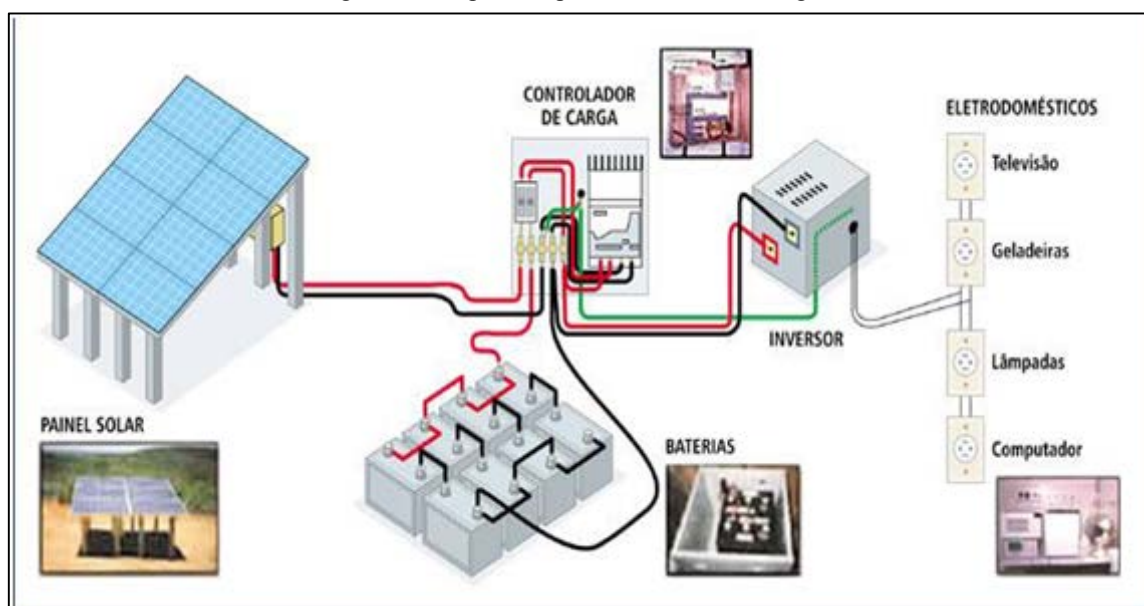
3.1 Energia Solar Fotovoltaica

Atualmente as células fotovoltaicas são produzidas e presentes nas placas e painéis fotovoltaicos comercializados no mercado, grande parte, possui em sua composição base a presença o Silício (Si) e podendo ser constituída de cristais monocristalinos, policristalinos ou de silício amorfo (CRESESB, 2006).

Por sua vez no interior das células solares o efeito fotovoltaico acontece, efeito esses que pode ser descrito como o processo físico pelo qual uma célula fotovoltaica converte luz solar em eletricidade. A luz solar possui em sua composição os fótons, os quais possuem grande quantidade de energia, correspondente aos diferentes comprimentos de onda do espectro solar. Quando os fótons colidem na célula, eles são refletidos ou absorvidos, ou até mesmo atravessam a célula. Somente os fótons absorvidos geram eletricidade. Quando este fato acontece, a energia do fóton é transferida a um elétron de um átomo da célula. Com essa nova energia, o elétron sai de sua posição original no átomo para tornar parte da corrente, em um circuito elétrico. Deixando sua posição inicial, o elétron deixa uma "lacuna" para que outro elétron possa ocupar. Propriedades especiais das células fotovoltaicas (um campo elétrico nela embutido) fazem com que a corrente produza uma DDP para que haja corrente em uma carga externa (PEREIRA et al., 2006).

A Figura 1 ilustra de forma simples o aproveitamento da radiação solar para fins de aproveitamentos energéticos residenciais.

Figura 1 – Etapas do aproveitamento da energia solar



Fonte: CRESESB (2006).

A partir da absorção da radiação solar, a mesma é conduzida para um controlador de carga onde se realiza o controle de tensão e corrente da energia gerada, posteriormente essa energia é conduzida e processada no inversor, onde a energia gerada em corrente contínua é convertida em corrente alternada e pode ser utilizada nos equipamentos residenciais. O excedente da energia pode ser armazenado nas baterias, para ser utilizada em horários de consumo de pico ou quando não ocorre radiação.

A energia solar fotovoltaica já é viável em diversas aplicações, mas, como sistema autônomo para uso doméstico, não consegue competir com o preço da energia elétrica das concessionárias via rede pública de distribuição, principalmente em relação a custos de implantação e manutenção devido o alto valor dos componentes, que muitas vezes são importados (NASCIMENTO, 2004).

3.1.1 Princípios de Funcionamento de uma célula fotovoltaica

3.1.1.1 Conversão de Energia (solar-elétrica)

Tecnologias inovadoras geralmente atraem a curiosidade da população, pois quanto mais fora do campo do conhecimento comum, mais intrigante ela é. Dada ainda a pouca disseminação da tecnologia dos sistemas fotovoltaicos para geração de energia, muito ainda é discutido e várias dúvidas surgem quanto ao processo de conversão da energia do sol em

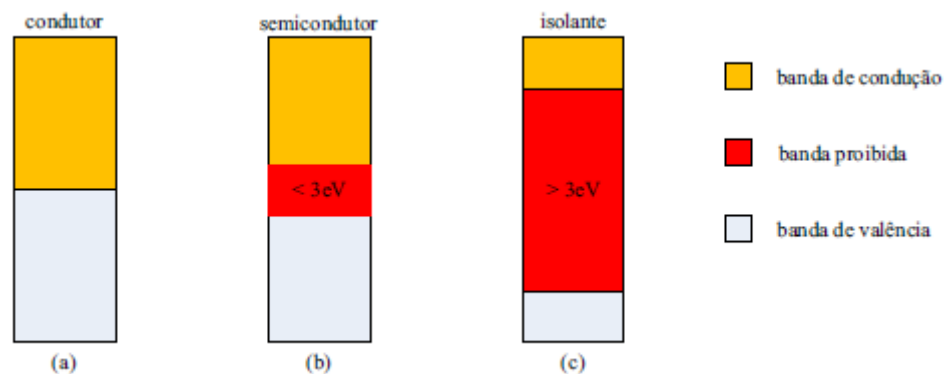
energia elétrica que pode ser utilizada para acionamento de equipamentos convencionais como geladeira, televisão ou máquina de lavar.

A ciência por de trás desse efeito físico foi estudada pelo físico francês Alexandre-Edmond Becquerel e verificada pela primeira vez no ano de 1839 (ABINEE, 2012). Porém, a primeira célula solar foi construída apenas em 1883 por Charles Fritts. A eficiência do dispositivo naquela época era de apenas 1%. Para entender mais a fundo sobre o funcionamento de um painel solar, faz-se necessário uma breve revisão sobre materiais semicondutores e as suas propriedades.

Os materiais semicondutores são chamados dessa forma por não serem excelentes condutores ou isolantes. Na verdade, eles podem atuar como cada uma das situações citadas anteriormente dependendo de como o material é tratado. Para que seja possibilitado que semicondutores possam conduzir energia elétrica, é necessário que seja realizado o processo conhecido como dopagem, onde são adicionadas pequenas quantidades de outros elementos ao material para que ele mude drasticamente as propriedades elétricas do material intrínseco, sem dopagem (PINHO e GALDINO, 2014).

A Figura 1 abaixo apresenta a estrutura de separação das bandas de energia para condutores, semicondutores e isolantes. Nesta figura é possível observar a existência de uma banda de valência que representa a última camada de elétrons de um átomo qualquer, no caso das placas solares seria um átomo de silício. Além disso, é encontrada na região mais externa a banda de condução, ou seja, a superfície por onde os elétrons irão circular. Por fim, a banda conhecida por proibida, *bandgap*, ou simplesmente *gap* que realiza a distinção entre as duas camadas anteriores e a sua característica é não permitir que elétrons saiam da banda de valência, a menos que recebam uma quantidade certa de energia para realização da transição para a banda de condução.

Figura 1 – Bandas de energia e a sua estrutura em materiais condutores, semicondutores e isolantes



Fonte: Pinho e Galdino (2014).

Portanto, quando os painéis fotovoltaicos são expostos a radiação solar, uma grande quantidade de energia é absorvida pelo material semicondutor. Essa energia associada a luz é chamada de fóton. Se a quantidade de energia que chega a superfície da placa for superior a limitação imposta pelo *gap*, elétrons migrarão para a banda de condução dando origem assim a uma diferença de potencial que originará uma corrente elétrica. Logo, Nascimento (2004) afirma que uma célula fotovoltaica não armazena energia elétrica, ela na verdade mantém um fluxo de elétrons em um circuito enquanto ocorrer incidência do sol sobre a placa. Este efeito é conhecido como Efeito Fotovoltaico.

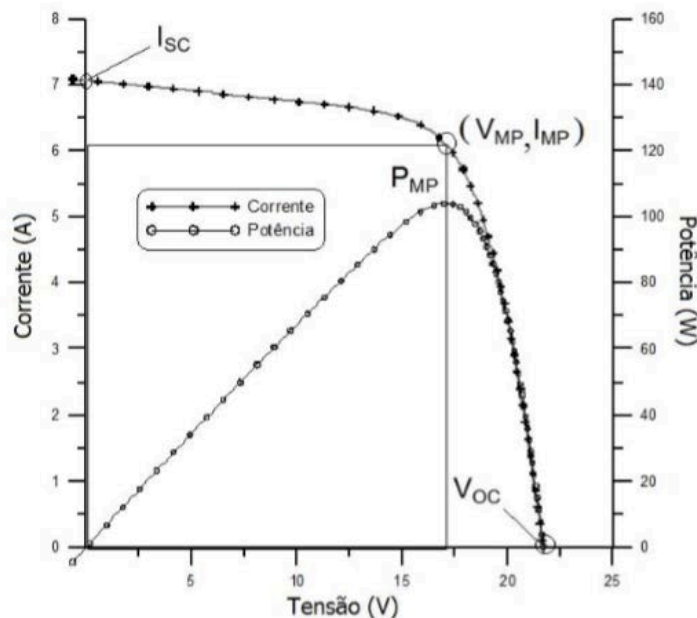
3.1.1.2 Influência de fatores externos sobre a eficiência do sistema fotovoltaico

Diferentemente de outras formas de geração de energia como, por exemplo, hídrica e térmica, não há a necessidade do constante acompanhamento ou manutenção do sistema. Visto que a geração fotovoltaica não utiliza da conversão de energia cinética em elétrica, ou seja, não existem partes móveis e, portanto, não há desgaste devido ao movimento como ocorre com as turbinas nos métodos anteriormente citados (HEGEDUS & LUQUE, 2003).

No entanto, a eficiência dos sistemas fotovoltaicos é altamente influenciada por fatores externos como por exemplo: irradiância, temperatura e sombreamento. Para entender como estes fatores atuam sobre o processo de geração, primeiramente deve ser apresentado o estado de pleno funcionamento, sem a influência destes fatores. A figura 2 a seguir apresenta a curva

característica I (corrente/ampères) x V (tensão/volts) e a curva de P (potência/watts) x V (tensão/volts).

Figura 2 – Curva Característica I-V e curva de potência P-V para um módulo com potência nominal de 100 Wp



Fonte: Pinho e Galdino (2014).

Para que seja possível observar a curva acima são necessários dois ensaios para determinação da tensão de circuito aberto (V_{OC}) e a corrente de curto circuito (I_{SC}). O primeiro pode ser medido através da utilização de um voltímetro colocando a ponteira do medidor nos terminais positivo e negativo da placa enquanto a mesma está sob a incidência do sol. Já para o segundo parâmetro, deve ser utilizado um amperímetro para medir a corrente entre os terminais da placa (PINHO & GALDINO, 2014). A curva da potência pode ser encontrada através do produto entre a tensão e a corrente. A tensão V_{MP} e a corrente I_{MP} representam o ponto de máxima potência (P_{MP}).

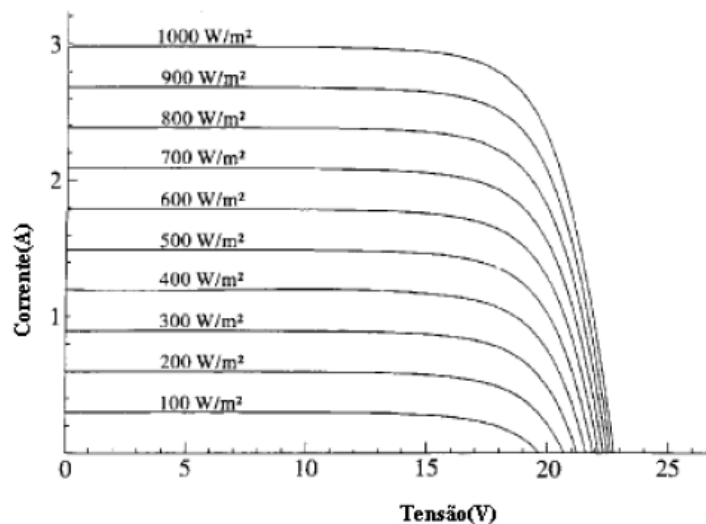
Tendo em vista o comportamento de pleno funcionamento do módulo fotovoltaico, é possível determinar a influência dos fatores externos supracitados sob a potência de saída.

3.1.2 Efeito da Radiação

Através da figura 3 abaixo é possível verificar o aumento da potência de saída com o aumento da radiação incidente e este aumento é verificado, pois a corrente elétrica gerada

pelo módulo aumenta com o aumento da radiação solar. Segundo Freitas (2008) a corrente de curto circuito tem um aumento linear com a radiação. Além disso, percebe-se que a tensão varia muito pouco com a incidência de radiação.

Figura 3: Efeito causado pela variação da incidência de radiação nas células sobre a curva característica I x V

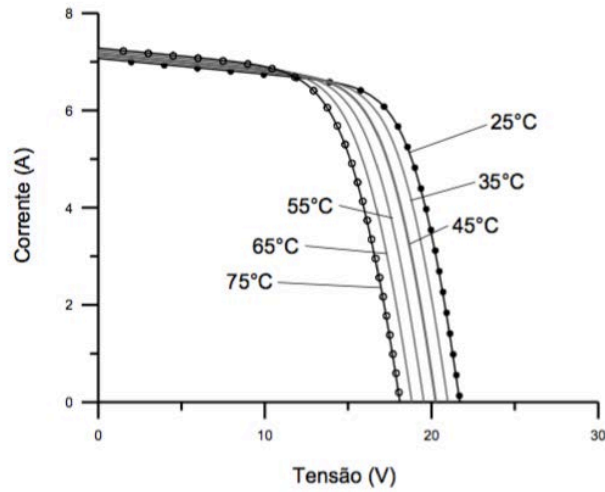


Fonte: Freitas (2008).

3.1.3 Efeito da Temperatura

Com o aumento da intensidade da luz incidente no módulo, ocorre o aumento gradual da temperatura. A tensão é a mais influenciada pela temperatura do que a corrente. A tensão diminui significativamente com o aumento da temperatura enquanto a corrente sofre pequena elevação (ABINEE, 2012). Neste caso, a entrega de potência do sistema ficará abaixo do desejado, logo a eficiência do sistema será reduzida. A figura 4 a seguir mostra como o gráfico I x V e o efeito da temperatura sob a tensão de circuito aberto.

Figura 4: Efeito causado pela variação de temperatura das células sobre a curva característica I x V

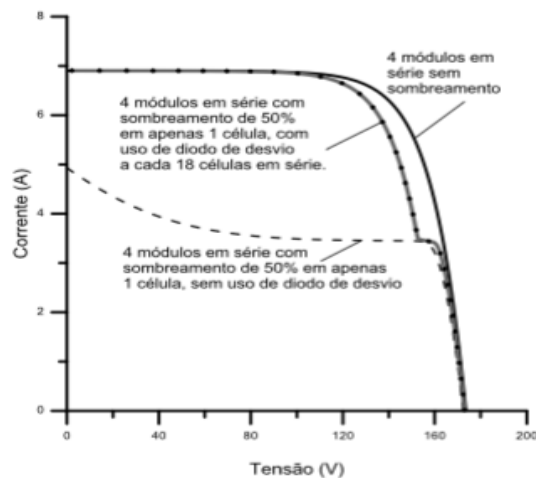


Fonte: Pinho e Galdino (2014).

3.1.4 Efeito do Sombreamento

Durante o projeto de um sistema fotovoltaico são consideradas as possibilidades de associar os módulos em série, paralelo ou série/paralelo conforme a necessidade de níveis de tensão ou corrente. O efeito do sombreamento irá afetar o funcionamento de painéis associados em série, pois quando uma ou mais células recebem menos irradiação solar do que as outras da mesma associação sua corrente vai limitar a corrente de todo conjunto série (PINHO & GALDINO, 2014). O sombreamento parcial pode ocorrer devido ao acúmulo de sujeira sobre o vidro ou algo que tenha caído sobre o módulo, além de outras possibilidades.

Figura 5: Efeito causado pelo sombreamento das células sobre a curva característica I x V



Fonte: Pinho e Galdino (2014).

3.1.3 Tipos de Sistemas Fotovoltaicos

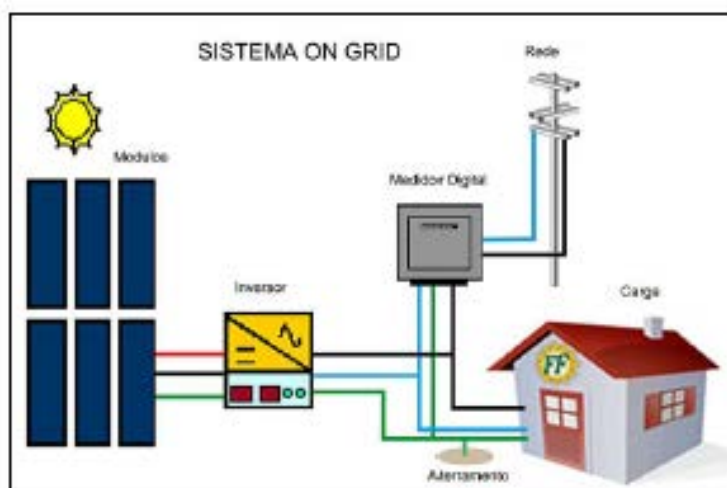
3.1.3.1 Sistemas Conectados a Rede Elétrica (*On Grid*)

Este tipo de sistema é caracterizado por não apresentar baterias e, como o próprio nome diz estar conectado a rede elétrica. Desta forma este sistema atua concomitantemente à rede elétrica de distribuição. Neste caso, o dimensionamento do conjunto fotovoltaico é feito para que a energia gerada pelos painéis solares na base anual seja igual ao consumo anual (ABINEE, 2012).

A não necessidade de baterias surge pois onde a demanda energética é suprida através das linhas de distribuição de concessionárias locais, normalmente existe um mecanismo internacional conhecido por *net metering*. Segundo ABINEE (2012), o sistema injetaria energia na rede nos meses com geração maior que consumo, gerando assim um “crédito energético” na conta de energia. Esse “crédito” gerado seria utilizado nos meses onde o consumo é maior do que a geração. Ou seja, não há a necessidade de estocar energia em baterias.

A configuração de um sistema conectado a rede pode ser visualizada através da Figura 6. Nela é possível identificar os elementos necessários para transformar a energia proveniente do sol em energia utilizável para acionamento dos diversos eletrodomésticos utilizados no dia-a-dia.

Figura 6 – Esquemático de um sistema conectado a rede



Fonte: Boso, Gabriel e Gabriel Filho (2015) *apud* Portal do Sol (2015).

O principal componente utilizado nesse tipo de sistema é o inversor. Segundo os autores Pereira e Oliveira (2015), a energia elétrica na saída dos módulos fotovoltaicos é em corrente contínua (CC). Isto inviabiliza a utilização direta de energia para acionamento de muitos equipamentos utilizados nas residências, já que eles geralmente trabalham em corrente alternada (CA).

Portanto, a função do inversor é converter um sinal elétrico CC produzido pelos módulos em sinal elétrico CA. A tensão CA deve ter amplitude, frequência e formato de onda adequado às cargas a serem alimentadas (PINHO & GALDINO, 2014). Ou seja, o inversor faz a leitura das características da energia da rede de distribuição e “copia” para a energia gerada pelos painéis para que os aparelhos domésticos possam funcionar adequadamente.

3.1.3.2 Sistemas Desconectados da Rede Elétrica (*Off Grid*)

Como o próprio nome já diz, estes são sistemas fotovoltaicos que não possuem nenhum tipo de conexão com a rede. Este método de geração de energia pode ser encontrado com maior frequência em regiões afastadas dos grandes centros populacionais onde o sistema de distribuição de energia não consegue chegar devido à longa distância, a qual provoca elevados custos de investimento em infraestrutura de cabos e torres.

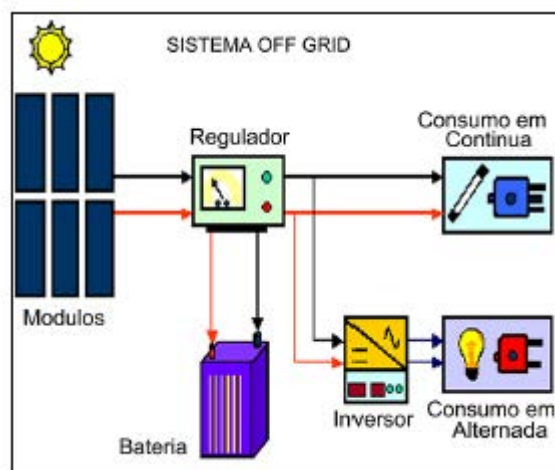
Segundo Freitas (2008) este tipo de sistema também é conhecido como autônomo e é concebido para alimentar um conjunto de cargas, neste caso baterias, durante o ano todo. Dessa forma as baterias absorvem a energia gerada pelos painéis solares durante o período de incidência solar, aproximadamente entre 6:00 horas da manhã até as 18:00 horas da tarde. Logo, durante os períodos sem incidência do sol como, por exemplo, durante a noite, as baterias descarregam a energia acumulada para os aparelhos eletrodomésticos.

Portanto, este tipo de sistema se utiliza de dois novos componentes para realizar o processo de entrega de energia para os pontos de consumo dentro das residências. Estes componentes são as baterias, como citado anteriormente, e os controladores de carga. Os inversores também são utilizados nesse tipo de sistema executando função semelhante ao realizado nos sistemas conectados a rede.

Dentro deste aparentemente simples processo de transferência da energia, que vêm dos painéis solares até os pontos de consumo, existe uma combinação de conceitos físicos extremamente complexos. Porém, para entendimento do conceito geral de transferência

simplifica-se o conhecimento através da apresentação dos seus principais componentes e suas funções. A figura 7 a seguir apresenta um esquemático de como estes componentes estão interconectados.

Figura 7 – Esquemático de um sistema desconectado da rede



Fonte: Boso, Gabriel e Gabriel Filho (2015) *apud* Portal do Sol (2015).

Para os sistemas isolados da rede faz-se necessário o uso de baterias para armazenamento de energia, logo para que não ocorram problemas com as mesmas é utilizado um controlador de carga que possui a função de proteger o banco de baterias contra cargas e descargas excessivas, aumentando a sua vida útil. Segundo Pinho e Galdino (2014) este componente é crítico em sistemas isolados, pois, caso venha a falhar, a bateria pode sofrer danos irreparáveis.

Portanto, este sistema se diferencia muito pouco em relação aos sistemas conectados a rede em relação aos componentes. Porém, segundo Boso, Gabriel e Gabriel Filho (2015) esse sistema necessita de mais investimento para produzir a mesma quantidade de KWh consumida por uma residência tal qual se esta fosse produzida pelas concessionárias de energia, ou seja, seu custo também será maior que um sistema conectado a rede.

3.2 Energia Solar Concentrada/Heliotérmica

Uma usina solar térmica concentrada, também conhecida como *Concentrated Solar Power* (CSP) consiste em duas partes: o coletor térmico e o ciclo de potência. Espelhos de configurações variadas servem para concentrar os raios solares; no foco dos espelhos circula

um fluido de trabalho que é aquecido com o calor da concentração. No ciclo de potência acontece à expansão desse fluido de trabalho em uma turbina, ou, alternativamente o vapor pode ser utilizado diretamente em processos industriais. Para garantir um funcionamento mais flexível e confiável da usina heliotérmica, de dia e de noite, é possível incluir um armazenamento térmico ou uma co-combustão de combustíveis reservas no ciclo de potência. Dessa forma, a usina heliotérmica é capaz de gerar energia despachável. As três principais tecnologias mais desenvolvidas são diferenciadas pela característica da superfície refletora na qual a radiação solar é coletada e refletida (WINTER et al., 1991; De LAQUIL et al., 1993; GRASSE, 1994 e 1995). Eles são o sistema de cilindro-parabólico, o sistema de disco-parabólico, conhecido como receptores distribuídos, o sistema de solar de torre conhecido como receptor central (De LAQUIL, 1993; GRASSE, 1994) e o sistema Linear Fresnel.

Figura 2 – Sistemas Torre Central Disco-Parabólico e Cilindro-Parabólico de geração de energia Heliotérmica



Fonte: Cavalcanti et al. (1999, p. 8).

Figura 3 – Sistemas Linear Fresnel



Fonte: ABB, 2016.

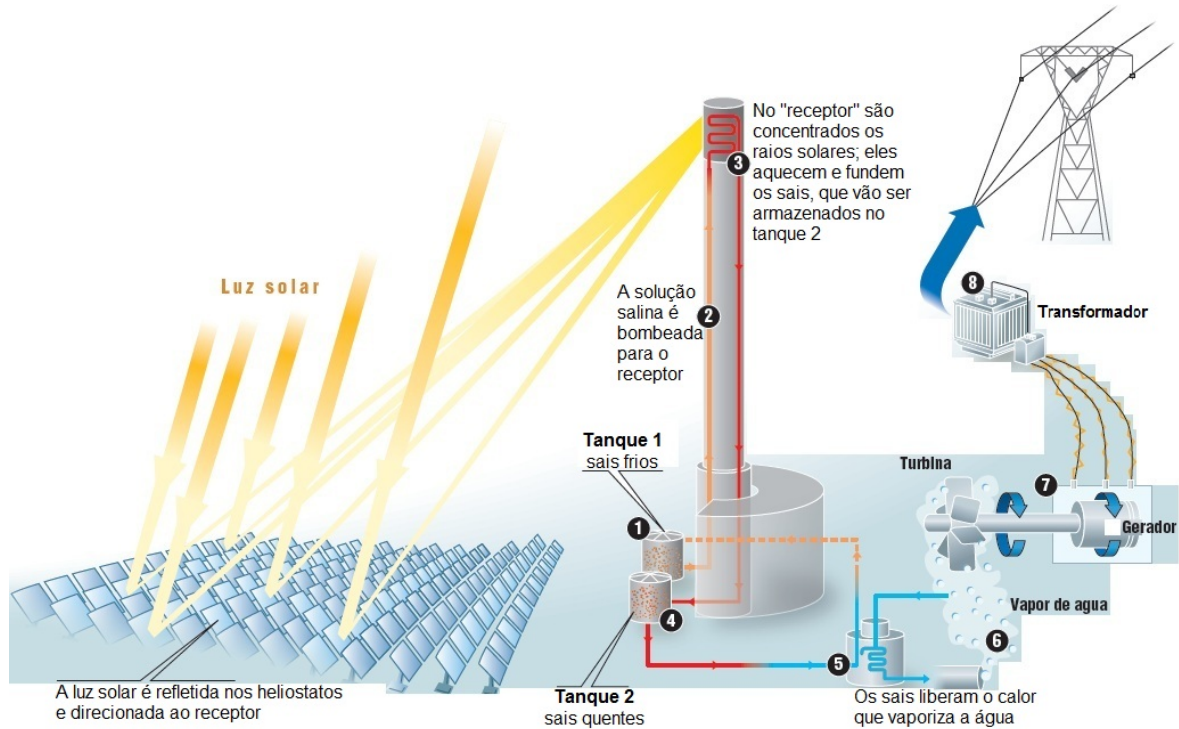
3.2.1 Principais tipos de energia solar concentrada

3.2.1.1 Torre solares

Composto por uma torre central que atua como receptor de calor, o que permite que o sistema de geração atue com altas temperaturas e assim, com mais alta eficiência. Uma série de espelhos refletores planos controlados via computador com função de estarem alinhados ao sol, esses chamados de heliostatos, têm a função de refletir o sol para um único ponto focal. Neste ponto focal, se encontra o receptor que funciona base de fluido térmico que por sua vez movimenta gerador de vapor da usina localizado na própria torre.

Uma forma utilizada para armazenamento do calor é através do fluido térmico a base de sal fundido. As propriedades térmicas e físicas desse fluido o tornam um ótimo candidato para armazenamento de calor, pois o mesmo é capaz de reter calor por mais tempo. Segundo (SHEIKH,2016) o sal pode ser aquecido até temperaturas de 565 graus Celsius e quando necessário geração, esse sal é utilizado para ferver água e assim gerar energia. Na figura 3 abaixo, temos um esquemático que mostra o funcionamento da usina.

Figura 3 – Esquemático de usina com torre solar

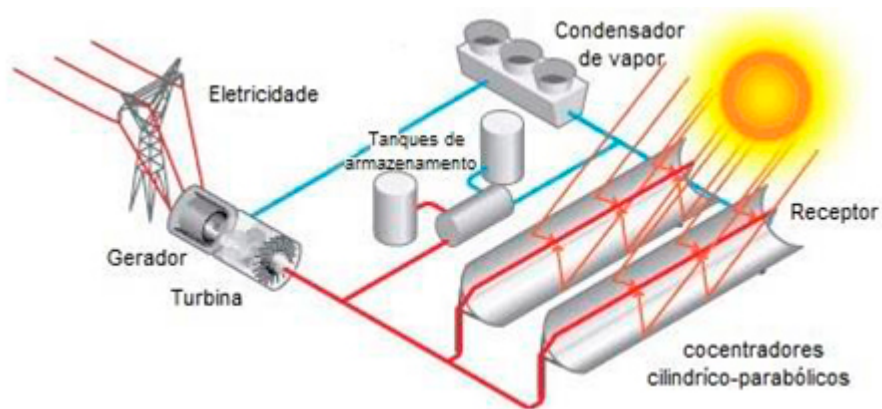


Fonte: Pralon, 2011.

3.2.1.2 Coletores cilindro-parabólicos

Composto por uma série de coletores solares construídos em forma de parábola com material refletivo que convergem os raios solares refletidos para um receptor tubular. Por sua vez o receptor é feito por um tubo de aço inoxidável revestido de alta capacidade de absorção e baixa emissão de irradiação térmica. Um fluido térmico circula por eles pode ser usado para ativar um gerador ou armazenado em forma de calor para posterior utilização. Segundo (IRENA, 2012) grande parte dos fluidos utilizados são óleos sintéticos aquecidos a 400 graus Celsius, porém, novas plantas em projeto utilizam de sal fundido, o que permite temperaturas à 540 graus Celsius.

Figura 3 – Esquemático de usina com torre solar

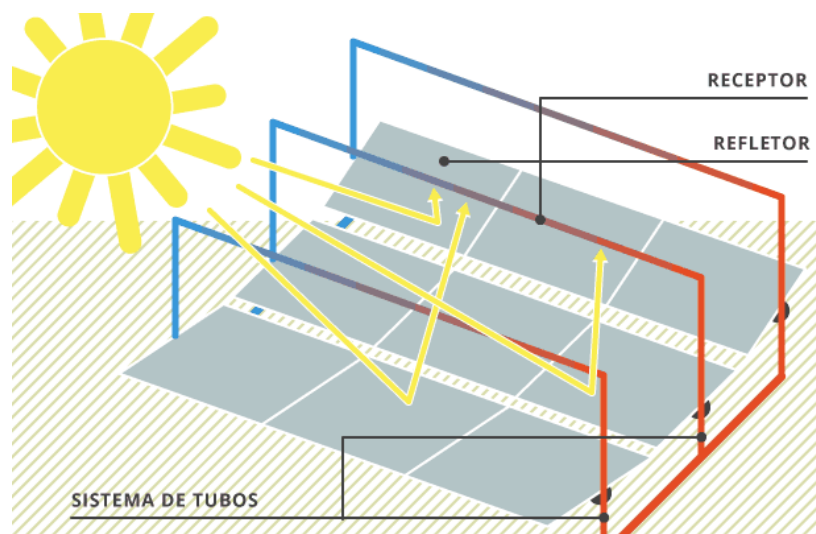


3.2.1.3 Refletores lineares de Fresnel

Desenvolvido no intuito de baratear custos de CSP, esse tipo de tecnologia permite utilização de materiais mais baratos para geração, mas que por sua vez tem menor eficiência.

Sistema semelhante ao cilindro-parabólico, entretanto são utilizados espelhos refletores planos no nível do solo que refletem a luz do sol para um tubo fixo posicionado logo acima deles. Essa tecnologia permite que a linha focal seja fixa, pois apenas os espelhos são movimentados para manter o ponto focal. Por esse tubo, pode ser passado água sob pressão para gerar diretamente energia ou até mesmo sal fundido, onde pode se armazenar o calor recebido para posterior utilização para geração.

Figura 5 – Sistema de refletores linear fresnel



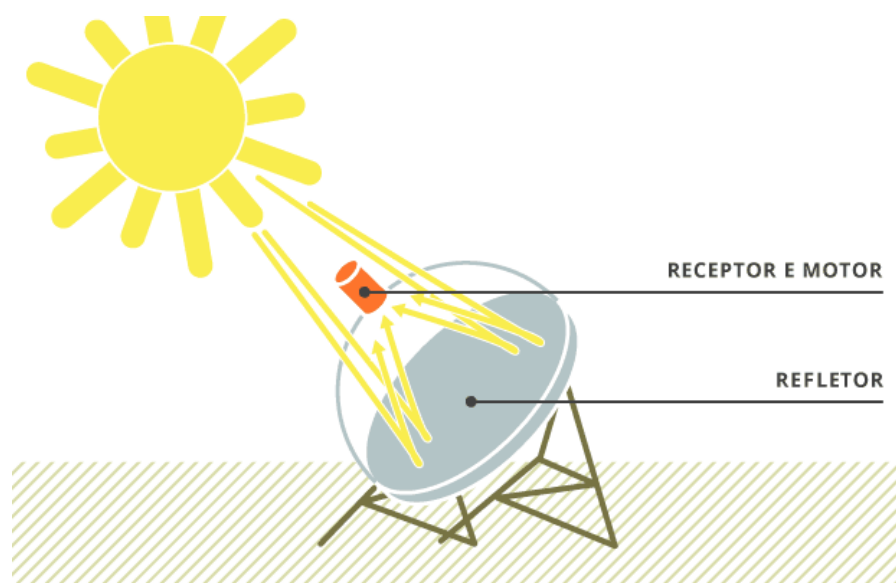
Fonte: Fonte: Energia Heliotérmica, 2016.

3.2.1.4 Disco parabólico

Esse último sistema é composto por espelhos em formato de disco parabólico com ponto focal logo a frente do coletor, nesse ponto focal é colocado um motor Stirling em conjunto com um gerador. Essa tecnologia ainda está sob desenvolvimento pois hoje ainda é difícil realizar o armazenamento dessa energia, logo, ela acaba se equiparando com energia fotovoltaica que é mais simples e barata.

Motor Stirling utiliza do calor para variar a pressão no interior de uma câmara de gás, geralmente hidrogênio, movimentando pistões que por sua vez transferem a energia mecânica gerada para um gerador elétrico, produzindo energia. Na figura 6 temos o sistema de disco parabólico simplificado.

Figura 6 – Sistema de disco parabólico



Fonte: Energia Heliotérmica, 2016.

3.2.2 Comparação entre os tipos de tecnologia

Na Tabela 2, apresentam-se as principais características técnicas e econômicas das tecnologias heliotérmicas mais comuns (HOLL et al., 1989; PILKINGTON, 1996; OECD/IEA, 1997; SolarPACES, 1999; MÜLLER-STEINHAGEN et al. , 2004).

Tabela 2- Comparativo das Tecnologias de Geração de Energia Heliotérmica

	Torre Central	Disco-Parabólico	Cilindro-Parabólico	Fresnel
Aplicações	Usinas conectadas à rede de distribuição.	Sistemas isolados ou de baixa potência. (Ex: Residências, Pequenas Instalações Industriais, etc.)	Usinas conectadas à rede de distribuição.	Usinas conectadas à rede de distribuição.
Vantagens	Elevada eficiência, possibilidade de armazenamento da energia excedente e de operação híbrida com outros sistemas de geração de energia.	Elevada eficiência e possui a possibilidade de modularidade do sistema.	Possibilidade de armazenamento da energia excedente e de operação híbrida com outros sistemas de geração de energia.	Utiliza de espelhos refletores de mais baixo custo se comparado ao cilindro-parabólico e também tem uma estrutura mais leve
Desvantagens	Requer alta precisão e monitoramento durante o seu funcionamento.	Dificuldade de armazenamento da energia excedente e elevado custo dos equipamentos.	Impossibilidade de geração de energia em dias com baixas temperaturas.	Maior perda óptica nos refletores

Fonte: Elaborado pelos autores com base CRESESEB (2012), Holl et al. (1989), Pilkington (1996), OECD/IEA (1997)c SolarPACES (1999) e Müller-Steinhagen et al. (2004).

Na Tabela 3, apresenta-se a comparação entre as quatro tecnologias, diferenciando-as quanto à aplicação, avanços alcançados e características especiais (IRENA, 2012).

Tabela 3 - Comparativo das tecnologias de geração de energia heliotérmica quanto à aplicação, avanços alcançados e características especiais

	Torre Central	Disco-Parabólico	Cilindro-Parabólico	Fresnel
Capacidade típica (MW)	10-200	0,010-0,025	10-300	10-200
Temperatura de Operação (°C)	250-565	550-750	350-550	390
Máxima Eficiência (%)	23-29	30	14-20	18
Grau de concentração	>1000 vezes	>1300 vezes	>70-80 vezes	>60 vezes
Custo de investimento (US\$/kW)	6300-10500	4600-9800	2890-4500	2200*

Custo da Energia gerada(US\$/MWh)	170-290	140-360	60-130	170-230
Máxima Eficiência (%)	23	29	21	18

Fonte: Elaborado pelos autores com base CRESESB (2012), Pilkington (1996), Irena(2012) e Chatterjee et. Al(2011).

4. A energia solar no contexto Brasileiro

O Brasil produz cerca de 0,042 TWh de energia elétrica solar. O país com a maior instalação de painéis fotovoltaicos até 2012 foi a Alemanha, seguido da Itália, China, Estados Unidos e Japão. Em 2012, a Alemanha foi o principal país em termos de produção de energia elétrica de fonte solar (28 TWh), seguida da Itália (18,9 TWh), Estados Unidos (15,0 TWh) e Espanha (11,9 TWh) (SILVA, 2015).

Silva (2015) explica que apesar de o Brasil ter empresas produtoras de silício metalúrgico e montadoras das células, ainda não produz silício purificado até o grau solar. Entretanto, empresas no segmento de energia solar que já instalaram, estão instalando ou têm planos de instalar unidades fabris no Brasil, estão os casos de: Astro Solar (sediada em Santos, estado de São Paulo); Orteng e Celf, a partir da transferência de tecnologia da empresa francesa *ECM Technologies*; Grupo Brasil Solair, na Paraíba; Eco Solar do Brasil, a partir de tecnologia transferida da empresa suíça *Oerlikon*; Aider Telecom, no Paraná; S4 Solar, em Anápolis, Estado de Goiás; *Foto Energy*, em Minas Gerais; BYD, em Manaus, Estado do Amazonas; *Pure Energy* Geração de Energia, em Marechal Deodoro, Estado de Alagoas; Solar-Par, no Mato Grosso do Sul; Kyocera Solar do Brasil; Tecnometal, em Campinas (SP); a espanhola *Isofoton*, em Sobral, no Ceará; a portuguesa ViV Energia Renovável, em Entre Rios, na Bahia; as italianas Real Solar e Astra, no Rio Grande do Norte; *Samsung*; *LG*; *Sharp*; *SunEdison*; *ABB*; *Yingli Green Energy* do Brasil; WEG.

Segundo Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2012) o Brasil possui algumas vantagens para ser instalado nas indústrias energia solar fotovoltaica, sendo elas: (i) possui uma das maiores reservas mundiais de quartzo de qualidade, mineral de onde o silício é extraído; (ii) possui indústrias estabelecidas de beneficiamento do silício, embora apenas até o grau metalúrgico, insuficiente para utilização em aplicações solares; (iii) possui tecnologia para a fabricação de células e módulos fotovoltaicos, ainda que em escala piloto, sendo

exemplo a planta instalada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), que produz módulos fotovoltaicos com tecnologia competitiva.

Um dos grandes empecilhos para as indústrias implantarem placas solares, sejam, fotovoltaicas ou concentradas, está no quesito da viabilidade econômica ser alta. Porém, Silva (2015) explica que o número de empresas brasileiras com energias renováveis, pode aumentar, devido às regras do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) para o financiamento diferenciado direcionado ao Leilão de Energias de Reservas (LER) 2014, que exigem a nacionalização progressiva de componentes e processos específicos. A fabricação nacional de células de silício cristalino a partir de 2020 é um exemplo. Ressalta-se que, o Brasil já transforma silício mineral para grau metalúrgico, restando a transformação do silício grau metalúrgico para grau solar (que já foi feita no Brasil entre 1980 e 1990) e, depois, para célula.

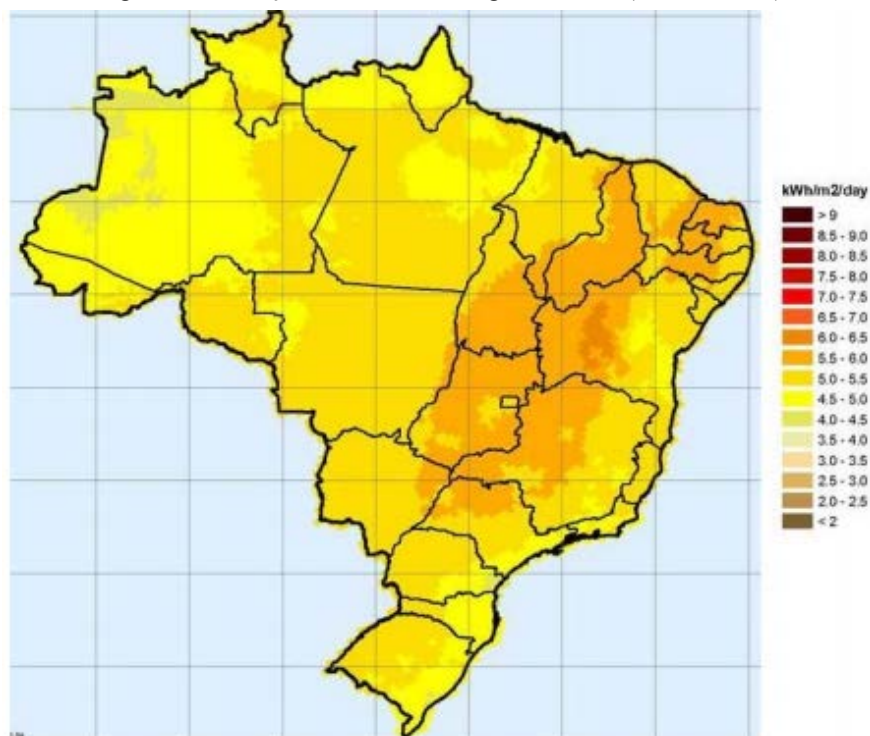
Para um maior entendimento da energia solar no Brasil, os próximos tópicos apresentam como esta a energia solar fotovoltaica e a energia solar concentrada no contexto brasileiro.

4.1 Energia solar Fotovoltaica no contexto Brasileiro

A localização geográfica privilegiada do país propicia ter níveis de incidência de irradiação solar superiores à maioria das nações desenvolvidas. Segundo Pereira *et al.* (2006), a menor irradiação no Brasil é de 4,25 kWh/m² (no litoral norte de Santa Catarina) e a maior é de 6,5 kWh/m² (norte da Bahia). Em virtude disso, a irradiação solar incidente em qualquer região do território brasileiro varia de 4.200 a 6.700 kWh/m²/ano, superior às verificadas em outros países que hoje são expoentes do uso da energia solar: 900 a 1.250 kWh/m²/ano na Alemanha; 900 a 1.650 kWh/m²/ano na França; e 1.200 a 1.850 kWh/m²/ano na Espanha. Isso se torna uma vantagem competitiva na geração e utilização de energia fotovoltaica, que ainda é muito pouco explorada (MARTINS, 2011).

Pode-se constatar que os maiores índices de radiação solar no Brasil, estão nos estados: Bahia, Piauí, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Tocantins, Goiás, Minas Gerais e São Paulo, conforme mostra a figura 4.

Figura 4 - Radiação solar horizontal global anual (kWh/m² /dia)



Fonte: Silva (2015, p.17).

Na pesquisa de 2014 da EPE, ficou evidente que as regiões mais povoadas apresentam maior potencial de geração de energia solar no Brasil. Portanto, em todos os estados, a capacidade de geração é substancialmente superior ao consumo. Essa relação é de 230%, ou seja, a geração fotovoltaica em telhados residenciais tem o potencial de gerar o equivalente a mais de 2 vezes o consumo residencial. Os estados brasileiros: Piauí, Alagoas, Paraíba, Maranhão, Bahia, Ceará, Tocantins, Minas Gerais e Sergipe apresenta relação superior a 300%, conforme apresenta a tabela 1.

Tabela 1 - Potencial de geração fotovoltaica em residências

UF	Potencial Fotovoltaico Residencial (MW médios)	Potencial Fotovoltaico Residencial (GWh/ano)	Consumo Residencial Anual 2013 (GWh)	Potencial Fotovoltaico/Consumo Residencial
AC	110	964	373	258%
AL	505	4.424	1.227	361%
AM	420	3.679	1.784	206%
AP	80	701	500	140%
BA	2.360	20.674	6.144	337%
CE	1.430	12.527	3.751	334%
DF	410	3.592	2.191	164%
ES	595	5.212	2.213	236%
GO	1.220	10.687	3.958	270%
MA	1.020	8.935	2.563	349%
MG	3.675	32.193	10.118	318%
MS	505	4.424	1.571	282%
MT	570	4.993	2.182	229%
PB	1.020	8.935	2.632	339%
PB	655	5.738	1.603	358%
PE	1.410	12.352	4.563	271%
PI	555	4.862	1.328	366%
PR	1.960	17.170	6.986	246%
RJ	2.685	23.521	12.833	183%
RN	555	4.862	1.805	269%
RO	265	2.321	1.084	214%
RR	65	569	345	165%
RS	1.970	17.257	7.750	223%
SC	1.075	9.417	4.935	191%
SE	350	3.066	979	313%
SP	7.100	62.196	38.783	160%
TO	255	2.234	695	321%
Total	32.820	287.505	124.896	230%

Fonte: Silva (2015, p.18).

Segundo dados da Aneel, em 1º de dezembro de 2014, o Brasil contava com 289 usinas do tipo Central Geradora Solar Fotovoltaica (UFV). O estado de Minas Gerais tem o maior número de UFV, o Ceará a maior potência outorgada e Santa Catarina a maior potência fiscalizada. Das 289 UFV, 263 se referem à microgeração ou à minigeração distribuídas, regulamentadas, portanto, pela Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, da Aneel. As potências outorgada e fiscalizada dessas 263 UFV correspondem a 3.711,14 kW, média de 14,11 kW; ou seja, são UFV de pequeno porte, o que é esperado, uma vez que são microgeradoras e minigeradoras distribuídas, muitas das quais em residências.

4.2 Energia solar Concentrada no contexto Brasileiro

O Brasil é um país com elevado potencial para a implementação de usinas de Geração Solar Concentrada, em virtude da sua grande extensão territorial com disponibilidade de

incidência solar praticamente o ano todo. A geração heliotérmica em quantidade suficiente para uso em grande escala comercial é predominantemente disponível na área de semi-árido, localizada principalmente na região nordeste brasileira. Esta área apresenta as melhores condições climatológicas para a implantação deste tipo de usina, por apresentar baixa nebulosidade, precipitação reduzida, baixa umidade, alta insolação, e o mais alto nível de irradiação solar direta disponível no Brasil (acima de 2000 kWh/m²).

Pode-se destacar a região da bacia do Rio São Francisco, onde há grande demanda por energia para irrigação devido aos grandes trechos áridos. O potencial hidrelétrico da região já vem sendo explorado ao longo do rio São Francisco, entretanto eles estão se saturando e com isso, novas formas de produção de energia são necessárias para poder suprir a demanda da região. Como alternativa para região, a energia heliotérmica pode colaborar com o desenvolvimento da região, pois devido a exigência de carga para irrigação por mais do que 15 horas por dia, é necessária uma forma de armazenamento de energia, sendo esse melhor fornecido pelo armazenamento de calor, sal fundido ou óleo sintético, sendo assim, a energia heliotérmica pode ser capaz de suprir as necessidades da região pois as mesmas estão na casa de 1MWe a 30 MWe para cada planta. (CAVALCANTI, 1999).

O governo brasileiro incentiva atividades nas tecnologias heliotérmicas, especialmente na área de pesquisa e desenvolvimento (ANEEL, 2014), embora ainda seja de implantação pois o investimento inicial é alto e classificado como de alto risco pelos bancos, as normas e regulação ainda necessitam ser desenvolvidas e assuntos como integração à rede nacional, importação de equipamentos e financiamento ainda precisam ser revisados e melhorados, bem como a capacitação de pessoas na área de helioterma. Em 2010, um acordo de cooperação técnica entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Ministério de Minas e Energia (MME) foi assinado, cujo objetivo é o fornecimento de energia solar no Brasil. O acordo destaca a pesquisa em produção de tecnologias heliotérmicas no Brasil e um dos primeiros passos da sua realização é a instalação de uma planta heliotérmica de pesquisa com uma capacidade de 1 MW em Petrolina. A plataforma deve operar como centro de pesquisa, trabalhando na certificação de equipamentos e na capacitação de acadêmicos e técnicos. No ano 2013 e no ano 2014, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) autorizou a participação de projetos Heliotérmicos nos leilões de energia, portanto, nenhum dos projetos entregues conseguiu vencer na concorrência com outras tecnologias.

5. Desafios e oportunidades de energia solar para futuro no Brasil

Um desafio do Brasil é incentivar e conscientizar as empresas, as indústrias e as pessoas a utilizarem mais a energia renovável solar. Já que o país é considerado pelos pesquisadores, um dos maiores abundantes de fontes naturais do mundo. Podendo focar em diversas pesquisas de uso na geração de energias renováveis: solar, eólica e agro-energia.

Atualmente, existem alguns incentivos e programas para a utilização e implantação da energia solar no Brasil, conforme apresentado no Anexo A. Um dos desafios que poderia ser acrescentado no Brasil, em forma de regulamento ou legislação, que obrigasse os estados e municípios que em novas construções, obtivesse aquecimento solar de água e placas solares para a energia elétrica.

Outro desafio, está em disseminar pesquisas e o uso dos carros híbridos, elétricos e solar no Brasil. Vinholes (2014) explica que veículos solares, são cobertos com painéis solares fotovoltaicos, superfícies feitas com materiais que geram eletricidade ao serem expostos a luz (como Silício e Gálio), geram sua própria energia para o motor elétrico. Para funcionar, o carro deve ser extremamente leve e aerodinâmico, por isso ainda não chega às ruas. A Ford, porém, já testa a tecnologia como uma fonte de força extra para seus carros híbridos, com painéis instalados no teto.

Corroborando Silva (2015), traz que uma oportunidade de impulsionar a energia solar no Brasil, faz-se-a devido a mudança na matriz energética brasileira nos próximos anos. O autor explica que, o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDEE) 2023 prevê a queda, em termos proporcionais, da geração de fonte hidráulica, e um aumento correspondente na participação de outras fontes renováveis, em especial, a eólica. Antecipa-se um leve crescimento na participação das fontes renováveis na matriz elétrica: de 82,9%, em 2013, para 83,8%, em 2023. Para a energia solar, o PDEE 2023 estima que a capacidade instalada dessa fonte atingirá 3.500 MWp (548 MW médios) em 2023, frente aos 19 MWp outorgados atualmente.

Para assegurar que os objetivos das políticas públicas dos governos federal e estaduais sejam atingidos, garantindo o desenvolvimento de uma cadeia produtiva nacional e proporcionando condições mínimas de competitividade frente a um mercado internacional cada vez mais concorrido, é necessário que um conjunto de medidas estratégicas seja posto em prática, de forma coordenada e bem planejada. Para isso, Camargo (2015, p. 34-37) apresenta as recomendações para atingir esta competitividade ao mercado de energia solar, sendo:

i) Para a **geração centralizada**, recomenda-se: 1. Prorrogar o incentivo de redução da tarifa de transmissão (TUST) e distribuição (TUSD), instituído pela Resolução Normativa ANEEL 481/2012, ao menos até 2023. Estender o benefício pelo prazo do contrato de venda de energia elétrica; 2. Ampliar o sistema de incentivos fiscais (PADIS) para as empresas que se instalarem no país para produzir insumos, componentes e equipamentos fotovoltaicos; 3. Assegurar incentivos fiscais federais (REIDI) aos empreendedores de usinas solares fotovoltaicas, a exemplo dos benefícios dados a outras fontes de geração de energia renovável; 4. Estender os mecanismos e as condições de financiamento, disponibilizados pelo BNDES especificamente para o 6º Leilão de Energia de Reserva (LER) de 2014, para os próximos leilões do Ambiente de Contratação Regulada (ACR), bem como para contratações realizadas no Ambiente de Contratação Livre (ACL), em especial nos leilões estaduais de energia solar; 5. Realizar anualmente leilões específicos para a fonte solar fotovoltaica, com uma demanda anual de pelo menos 1.000 MW, com preço teto atraente, para que a competição entre um número significativo de projetos e empreendedores promova a redução esperada de preço da energia elétrica contratada, a exemplo do bem-sucedido LER de 2014; 6. Apoiar, com recursos do Estado (Fundo de Amparo ao Trabalhador – FAT, universidades e via organizações paraestatais, como o sistema SESI-SENAI-SENAC), o treinamento e a capacitação de profissionais para o dimensionamento, instalação, operação e manutenção de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica. Manter estreita colaboração com as empresas que invistam na fabricação de insumos, componentes e equipamentos em território nacional, provendo o país com recursos humanos qualificados para o crescimento desta fonte; 7. Planejar, autorizar extensões e/ou leiloar com antecedência as linhas de transmissão necessárias ao escoamento da energia elétrica gerada por usinas solares fotovoltaicas. Dar prioridade às áreas localizadas nas regiões com os maiores índices de irradiação solar (melhor recurso solar) e com as maiores quantidades de projetos fotovoltaicos cadastrados para os próximos leilões.

ii) Para a **geração distribuída/fotovoltaica**, recomenda-se: 1. Coordenar esforços junto às Secretarias da Fazenda dos Estados para que o ICMS incida apenas sobre a parcela líquida de energia elétrica, após a compensação da fração de energia elétrica injetada na rede de distribuição, e não sobre a parcela bruta consumida da distribuidora, como ocorre atualmente; 2. Incluir os sistemas de geração de energia solar fotovoltaica nos contratos de financiamento habitacional nos moldes do Sistema Financeiro da Habitação (SFH), para que possam ser financiados com os mesmos recursos e mesmas condições; 3. Incluir os sistemas

de geração fotovoltaica nos programas de habitação do Governo Federal, como o Minha Casa Minha Vida, e em programas estaduais, como o Casa Paulista, do CDHU-SP; 4. Em imóveis já construídos, estender as condições de financiamento do Sistema Financeiro de Habitação também para a aquisição de sistemas fotovoltaicos, por meio de uma linha especial dentro do *Construcard* e/ou do *Producard* (com custos mais acessíveis, a exemplo das linhas do FGTS) ou de outro programa específico para este fim; 5. Conceder incentivos fiscais no âmbito do Governo Federal, como abatimento de parte dos custos de implantação de sistemas fotovoltaicos no cálculo do imposto de renda para pessoas físicas e jurídicas devido, a exemplo do bem-sucedido *Income Tax Credit* (ITC) dos EUA; 6. Coordenar esforços para incentivar os Estados e municípios a estabelecer abatimentos no ISS incidente sobre a instalação de sistemas fotovoltaicos e no IPTU de imóveis que investirem nesta tecnologia; 7. Realizar campanhas de conscientização e educação para mostrar à sociedade brasileira os benefícios que a geração distribuída e a energia solar fotovoltaica podem trazer ao país, em especial nas esferas econômica, social, ambiental e de planejamento energético.

Desta forma, Rezende (2013) enfatiza que o “grande desafio da humanidade é gerar a energia necessária para o consumo futuro de forma sustentável para o clima do Planeta”. Portanto, sugere-se que sejam desenvolvidas mais pesquisas científicas e tecnológicas na área de energia solar, para incentivar seu uso, sua eficiência e a contribuição que oferece ao meio ambiente e ao homem. Uma vez, que possuem diversas formas de programas e incentivos financeiros e políticos para o seu desenvolvimento no Brasil.

REFERENCIAS

- ABB - **Investment sharpens solar focus**. Disponível em <<http://www.abb.com/cawp/seitp202/07cbac72f5dfde3dc125785500340acd.aspx>>. Acesso em 20 de novembro de 2016.
- ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Nacional Eletro-Eletrônica. **Proposta pra Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**, 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica. **RELATÓRIO DE GESTÃO DO EXERCÍCIO DE 2014**. BRASÍLIA: ANEEL, 2015 Disponível em :<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Relat%C3%B3rioGest%C3%A3o_2014.pdf> . Acesso em: 24 novembro 2016.
- BOSO, A. C. M. R.; GABRIEL, C. P. C.; GABRIEL FILHO, L. R. A. Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 8, n. 12, 2015, p. 57-66. ISSN: 1904-3240. <http://dx.doi.org/10.17271/1984324081220151138p>.
- CAMARGO, F. **Desafios e Oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil: recomendações para políticas públicas**. Supernova Design: Brasília, 2015. Disponível em http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/15_6_2015_wwf_energ_solar_final_web_3.pdf. Acesso em 22 de nov. 2016.
- CAVALCANTI, E.; DE BRITO, R. Geração heliotérmica: uma nova opção de energia limpa para o Brasil. In: **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Energia**. 1999. p. 1566-1575.

- CAVALCANTI, E. BRITO, R. Geração heliotérmica: uma nova opção de energia limpa para o Brasil. In: **VIII Congresso Brasileiro de Energia – CBE**, Rio de Janeiro, 1999.
- CHATTERJEE, Aveek et al. Linear Fresnel reflector based solar radiation concentrator for combined heating and power. In: AIP Conference Proceedings-American Institute of Physics. 2011. p. 257.
- CIÊNCIA VIVA. **História da Energia Solar**. Disponível em: < <http://www.cienciaviva.pt/rede/himalaya/home/guia4.pdf>>. Acesso em: 24 novembro 2016.
- CRESESB. **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Slavo Brito**. Tutorial de geração heliotérmica. Rio de Janeiro: CRESESB, 2014. Disponível em: < http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_heliotermica_2012.pdf>.
- http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Relat%C3%B3rioGest%C3%A3o_2014.pdf
- CRESESB. **Princípios e Aplicações**. 2006. Disponível em: < http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/energia_solar_principios_aplicacoes_2006.pdf >. Acesso em: 24 novembro 2016.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro, maio/2012 (Nota Técnica). Disponível em: http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_EnergiaSolar_2012.pdf. Acesso em 22 de nov. de 2016.
- FREITAS, Susana Sofia Alves. Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Bragança, 2008. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial ramo Engenharia Eletrotécnica) - Departamento de Eletrotécnica, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- GRASSE, W. **Solar Thermal Power and Solar Chemical Energy Systems**, SolarPACES Program of the International Energy Agency, The Franklin Company Consultants Ltd., Birmingham, 52p., setembro 1994.
- GRASSE, W. **Development Status of Solar Thermal Technologies for the Generation of Electricity**, International Seminar on Solar and Wind Energy, Brasília, 1995.
- HEGEDUS, S. S.; LUQUE, A. **Handbook of Photovoltaics Science and Engineering**. England: John Wiley & Sons, 2003. 1138p.
- HOLL, J. BARRON, R. **Status of Solar-Thermal Electric Technology**, EPRI Report GS-6573 (H.G.H. Enterprises, Laguna Hills, CA), Electric Power Research Institute, Palo Alto (CA), 1989. OECD/IEA. Key Issues in Developing Renewables, International Energy Agency, Paris, 53 p., 1997.
- <https://www.scientificamerican.com/article/new-concentrating-solar-tower-is-worth-its-salt-with-24-7-power/>> Acesso em 28 de nov. 2016.
- IRENA. **Concentrating Solar Power**. Disponível em < http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RE_Technologies_Cost_Analysis-CSP.pdf > Acesso em 28 de nov. 2016.
- MARTINS, F.; PEREIRA, E.. Enhancing information for solar and wind energy technology deployment in Brazil. **Energy Policy**, v.39, n.7, p. 4378-4390, 2011.
- MÜLLER-STEINHAGEN, H. TRIEB, F. **Concentrating solar power: A review of the technology**, Institute of Technical Thermodynamics, German Aerospace Centre, Stuttgart, Alemanha, 2004. Disponível em < http://www.desertec-uk.org.uk/resources/ingenia_18_Feb_March_2004.pdf > Acesso em 27 de novembro de 2016
- NASCIMENTO, C. A. **Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica**. 2004. 21f. Monografia (Especialização em Fontes Alternativas de Energia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- NASCIMENTO, Cássio Araújo do. **Princípios de funcionamento da célula fotovoltaica**. Lavras, 2004. 21 p. Dissertação (Mestrado em Fontes Alternativas de Energia) - Programa de Pós-Graduação em Fontes Alternativas de Energia - Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PEREIRA, E. MARTINS, F. ABREU, S. RÜTHER, R. **Altas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE. 2006. Disponível em: < http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas_solar-reduced.pdf > > Acesso em 14 de outubro de 2016.
- PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**. Porto: Publindústria, 2015. 400p.
- PILKINGTON. **Status Report on Solar Thermal Power Plants: Experience, Prospects and Recommendations to Overcome Market Barriers of Parabolic Trough Collector Power Plant Technology**, Pilkington Solar International GmbH, Cologne, 117p., 1996.

PINHO, J.; GALDINO, M. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel-Cresesb, 2014. Disponível em:

http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf

Plataforma Online de Energia Heliotermica. **Como funciona?**. Disponível em <

<http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/energia-heliotermica/como-funciona>>. Acesso em 20 de novembro de 2016.

PRALON, A. **Eletricidade solar na Espanha: usina com tecnologia pioneira entra em operação**, 2011.

Disponível em <<http://ofrioquevemdosol.blogspot.com.br/2011/11/eletricidade-solar-na-espanha-usina-com.html>>. Acesso em 20 de novembro de 2016.

REZENDE, S. M. **Oportunidades e desafios em energia solar no Brasil**, 2013. Disponível em:

<https://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-4287.pdf>. Acesso em 22 de nov. 2016.

SHEIKH, K. New Concentrating Solar Tower Is Worth Its Salt with 24/7 Power. Disponível em: <

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em:

www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 22 de nov. 2016.

SolarPACES .**Concentrating Solar Power in 1999**, An IEA/SolarPACES Summary of Status and Future Projects, SolarPACES Task I: Electric Power Systems, 1999.

VINHOLES, T. **Os carros que funcionam com combustíveis alternativos**. Disponível em:

<http://carros.ig.com.br/especiais/os+carros+que+funcionam+com+combustiveis+alternativos/7817.html>. Acesso em 22 de nov. 2016.

WINTER, J.; SIZMANN, L. & VANT-HULL, L. **Solar Power Plants: Fundamentals - Technology - Systems - Economics**, Springer-Verlag, Berlin, 425p., 1991.



Panorama da Energia Eólica: contexto brasileiro

Ciro Leão Ulian

Anny Key de Souza Mendonça

Matheus Eduardo Leusin

Mauricio Uriona Maldonado

Álvaro Guillermo Rojas Lezana

1. INTRODUÇÃO

O uso do vento para gerar uma quantidade notável de energia elétrica se deu pela primeira vez em 1888 na cidade de Cleveland, Ohio - Estados Unidos, onde Charles F. Brush construiu um aerogerador cujas 177 pás formavam uma estrutura de 17 metros de diâmetro, muito pesada e pouco eficiente com 12 kW de potência (DODGE, 2016).

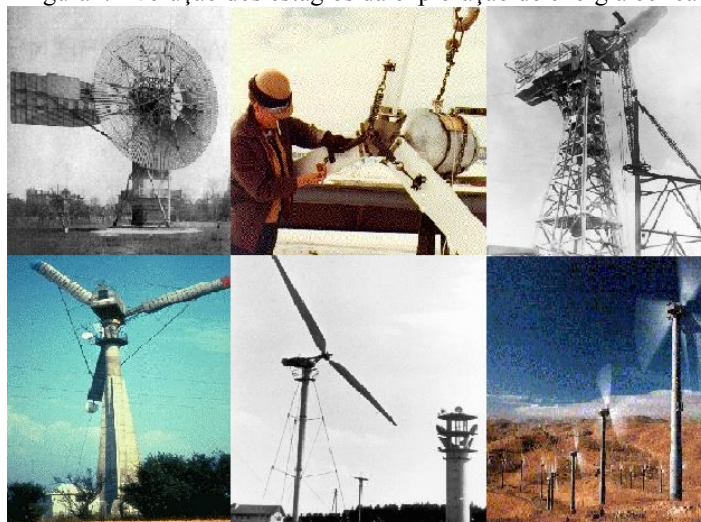
Alguns anos depois, na Dinamarca, Dane Poul La Cour aprimoraria seu *design* com um rotor mais leve de quatro pás que contribuiria para uma maior velocidade de rotação e uma potência que chegaria na ordem de 25kW já no final da Primeira Guerra Mundial. Porém, sua utilização não se disseminou devido à abundância e aos baixos preços praticados de combustíveis fósseis (DODGE, 2016).

Os aerogeradores desenvolvidos por Brush e Cour, foram utilizados por um período de vinte anos e considerados inadequados para gerar uma quantidade significativa de energia elétrica.

Ainda assim, várias outras tentativas experimentais se sucederam ao redor do mundo, como por exemplo, o gerador eólico *Balaclava*, na Rússia, em 1931, de 100kW de potência, ou a notável *Smith-Putnam*, primeira a ultrapassar o marco de 1MW de capacidade em 1941, nos Estados Unidos (DODGE, 2016).

O aerogerador desenvolvido na Rússia saiu de operação depois de dois anos, enquanto o aerogerador americano resistiu quatro anos antes de uma de suas pás quebrar devido ao grande estresse mecânico que a estrutura era sujeita (DODGE, 2016). A Figura 1 apresenta a evolução dos estágios de desenvolvimento da exploração de energia eólica.

Figura1: Evolução dos estágios da exploração de energia eólica



Fonte: (DODGE, 2016).

Com a Segunda Guerra Mundial e a escassez temporária de combustíveis fósseis, contribuiu para o desenvolvimento da tecnologia de geração de energia eólica. Na Dinamarca, a *Gedser Mill* de 200kW operou até início dos anos 60, quando novamente, o preço do petróleo, carvão mineral e do gás natural voltaram a ser mais vantajosos, estimulando a geração de energia com combustíveis fósseis, e tornando a energia eólica não competitiva (DODGE, 2016).

Na década de 1970, o ocidente sentiu sua fragilidade energética quando ocorreram as chamadas crises do petróleo. Com a disparada de preços dos barris de petróleo, investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia no setor eólico emergiram de forma definitiva, dando assim início à sua Fase de Formação, quando foram gerados uma grande variedade de desenhos de turbinas a partir de áreas correlatas como aeroespacial, eletrônica de potência, dentre outras (MCDOWALL et al., 2013).

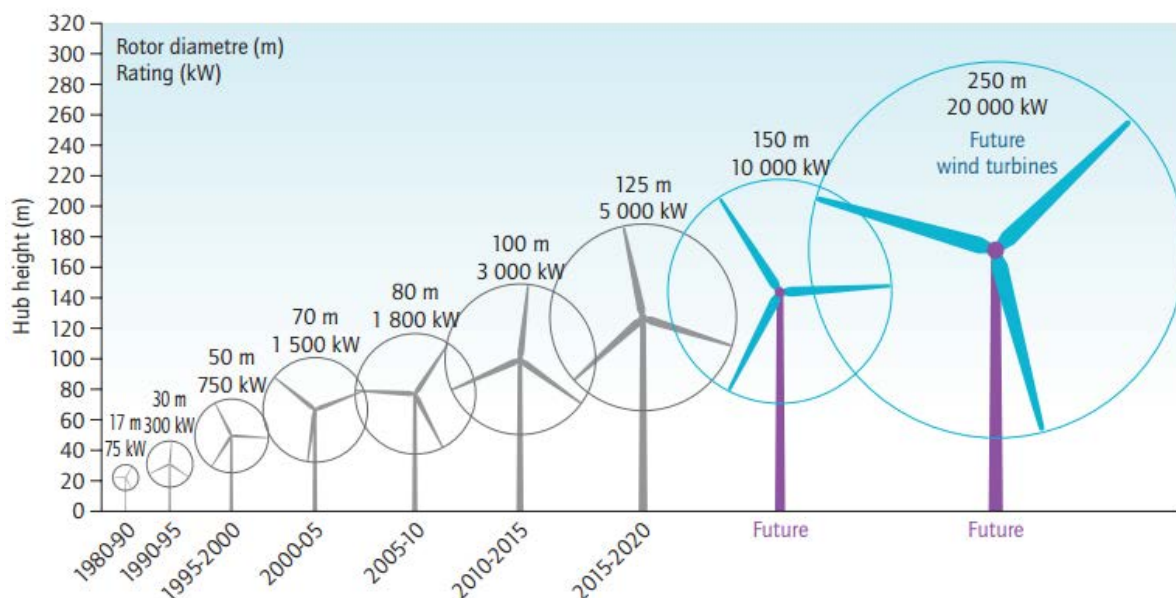
Com o início da década de 90, questões ambientais transpuseram as fronteiras das nações e tornaram-se questões globais, como por exemplo o desastre de Chernobyl, o aquecimento global e até as chuvas ácidas, que começaram a ganhar notoriedade na política, na sociedade e no meio científico (MCDOWALL et al., 2013).

O Protocolo de Kyoto foi a resposta divisora de águas à este contexto que tardou quase uma década a emergir. Assinado em 1997, o Protocolo de Kyoto, refletiu a oficialização do comprometimento, preocupação e seriedade com que o mundo passou a encarar a massiva emissão de gases do efeito-estufa (GEE) na atmosfera.

O protocolo de Kyoto entrou em vigor em 2005, após a Rússia ratificar o acordo. Recentemente, em 2015, representantes de 197 países se reuniram em Paris e comprometeram-se a manter a temperatura média global em menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais ao assinar o chamado Acordo de Paris (GOVERNO FEDERAL, 2016). Tais considerações impulsionam e, ao que tudo indica, continuarão a impulsionar a difusão da energia eólica mundialmente.

A Figura 2 ilustra a evolução dos estágios da tecnologia do setor eólico experimentada a partir da década de 80, em grande parte como produto dos eventos acima citados, assim como uma estimativa de ganho de potência para o futuro.

Figura 2: Evolução dos estágios da exploração de energia eólica



Fonte: (IEA Technology Roadmap, 2013, pág.27).

Diante deste favorável cenário, a energia eólica vem se tornando cada vez mais competitiva e, portanto, cada vez mais presente no cenário mundial, o que faz crescer a necessidade de ser melhor entendida e contextualizada.

Este capítulo está dividido em 5 seções principais. Após a presente introdução da seção 1, encontra-se a seção 2, que busca expor a situação atual da geração de energia eólica no mundo. Em seguida, na seção 3, é apresentada a estrutura política e funcional do setor elétrico brasileiro. Na seção 4 é destacado o principal programa responsável pela difusão da energia eólica no Brasil, e finalmente, na seção 5, são apresentadas às conclusões pertinentes ao capítulo.

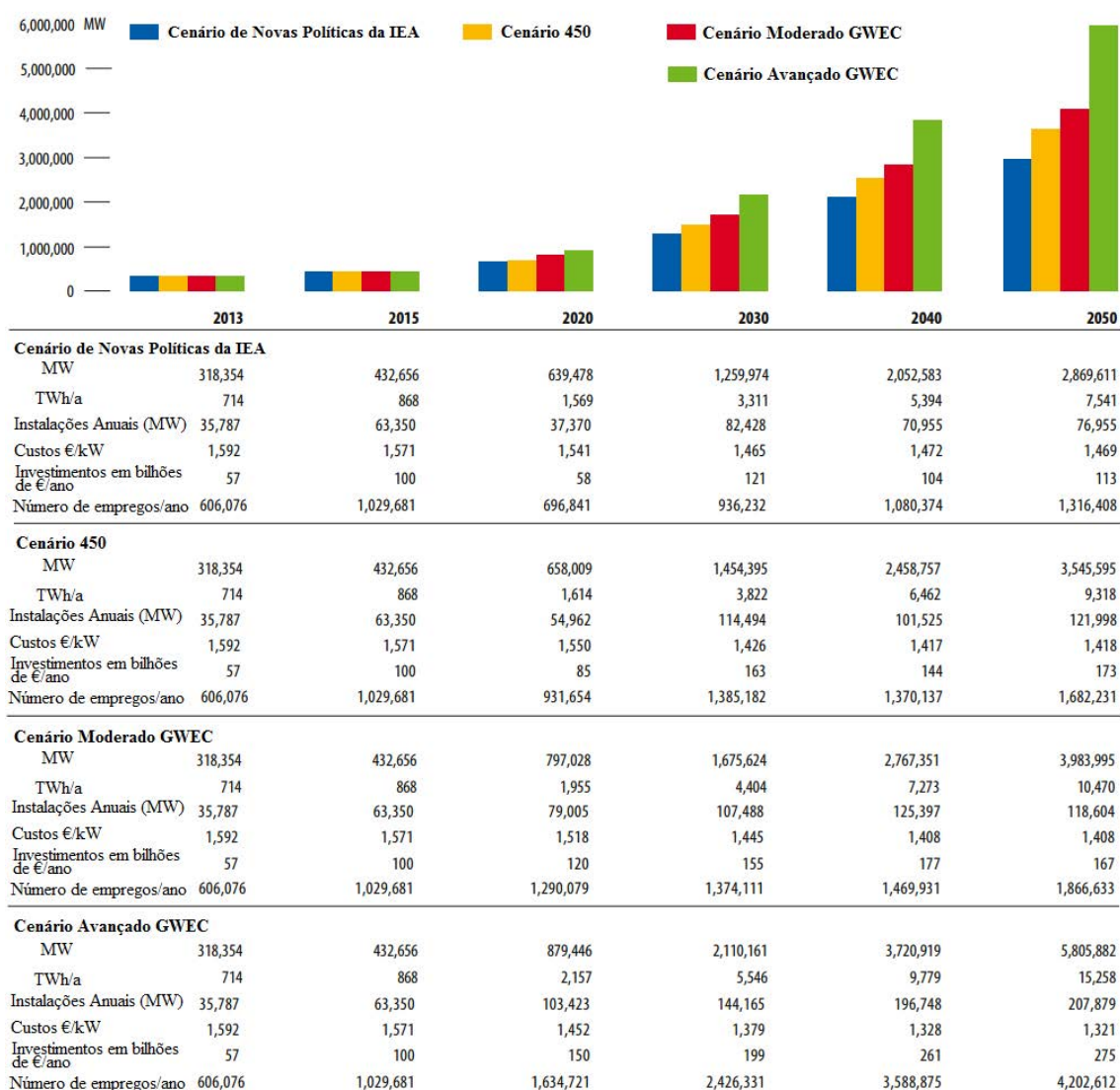
2. PANORAMA DA ENERGIA EÓLICA NO MUNDO

A energia eólica forneceu mais capacidade de geração do que qualquer outra tecnologia no ano de 2015. Ao fim do referido ano, a capacidade instalada mundial de geração eólica atingiu 435 gigawatts de potência, equivalente a 7 % da capacidade total de geração global. Este tipo de geração já se tornou a opção mais barata para adicionar nova capacidade à rede em vários países do mundo, com uma queda de custos média total observada de cerca de um terço desde 2009 (GWEC, 2016).

A GWEC (2016) projeta 4 cenários futuros para a energia eólica: i) Cenário de Novas Políticas da IEA (Agência Internacional de Energia), baseado numa avaliação das orientações e intenções atuais da política energética e climática nacional e internacional, mesmo que não

tenham sido integradas em decisões formais ou promulgadas em lei; ii) Cenário 450, que ao invés de ser uma projeção influenciada por ações de política, seleciona deliberadamente um caminho de energia plausível para alcançar a meta de ter cerca de 50% de chance de limitar o aumento global de temperatura média para 2° C; iii) Cenário Moderado GWEC, que considera as medidas políticas de apoio às energias renováveis já estabelecidas ou em fase de planejamento em todo o mundo e, ao mesmo tempo, assume que os compromissos de redução de emissões acordados pelos governos na COP21 serão implementados; e o iv) Cenário Avançado GWEC, que é o cenário mais ambicioso, descrevendo até que ponto a indústria de energia eólica poderia crescer no melhor caso. A Cenário de Novas Políticas da IEA é adotado como o cenário base. As projeções para estes 4 cenários são apresentadas na Figura 3.

Figura 3: Projeções da Evolução da Capacidade Instalada Eólica Mundial e outros aspectos

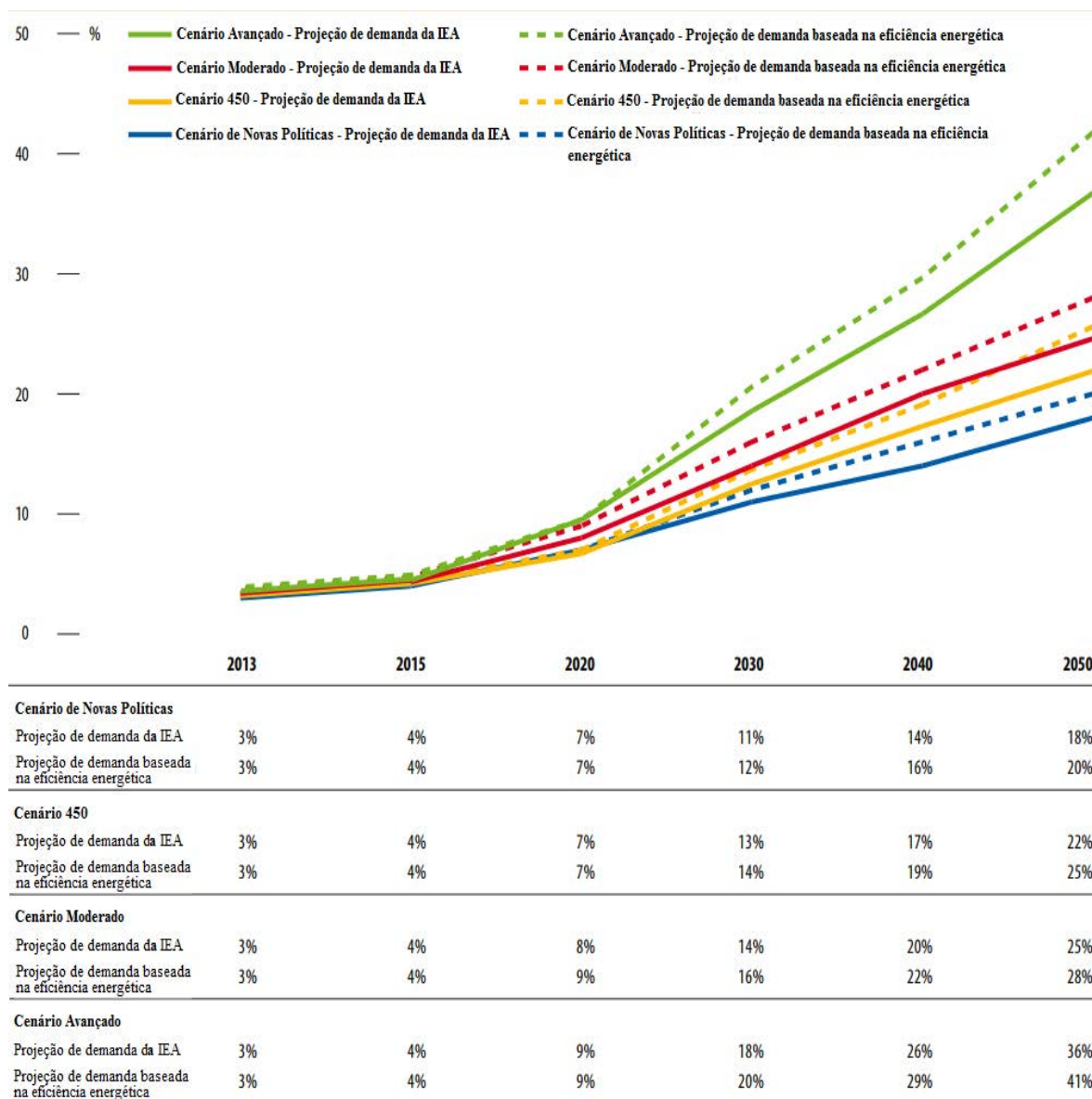


Fonte: Adaptado de (GWEC, 2016, p. 19 e p. 24).

Vale destacar que, mesmo para o cenário mais modesto, as simulações da GWEC projetam um crescimento da capacidade instalada de geração eólica mundial e de geração de energia elétrica de mais de 650% e 850%, respectivamente, até o ano de 2050 em relação ao nível atual, destacando o quanto esta fonte ainda irá se expandir no futuro.

A Figura 4 apresenta projeções para a representatividade da fonte eólica em relação à outras fontes, de acordo com a demanda por energia elétrica mundial.

Figura 4: Representatividade da geração elétrica eólica em relação à demanda por eletricidade



Fonte: Adaptado de (GWEC, 2016, p. 22).

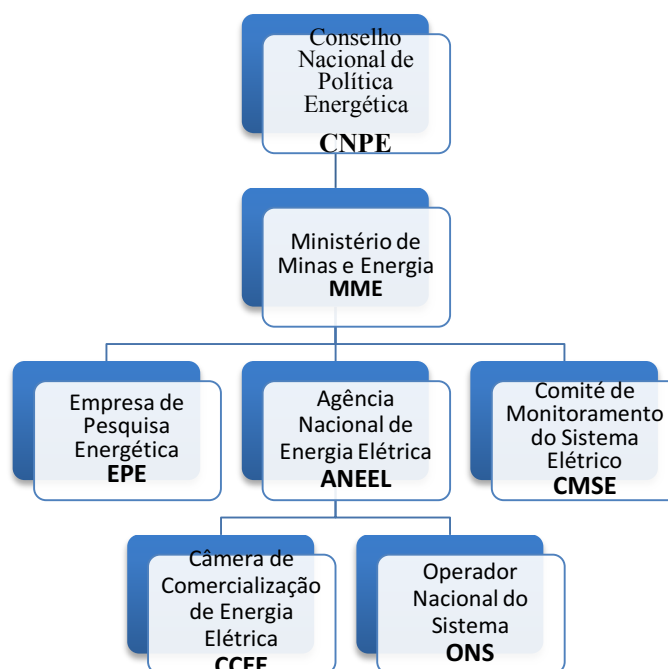
Aqui, destaca-se o enorme potencial da energia eólica em relação às outras fontes, com projeções de atender anualmente à mais de um terço da demanda elétrica mundial até o ano de 2050.

Através da análise dos quatro cenários simulados, fica destacada a importância crescente dada à geração eólica, tanto atualmente quanto no futuro, ressaltando o quanto o desenvolvimento deste tipo de fonte é importante para as nações que se dispõem a adotá-la.

3. ESTRUTURA POLÍTICA-FUNCIONAL DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A Reestruturação do sistema elétrico brasileiro, concebida sob um ideal de equilíbrio institucional entre agentes de governo, agentes públicos e privados, introduziu novas instituições: a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e o Comitê de Monitoramento de Setor Elétrico (CMSE), e alterou as instituições existentes, das quais, algumas de suas atribuições foram redefinidas e ou receberam novas atribuições (CCEE, 2016a). A estrutura organizacional do Setor Elétrico Brasileiro é apresentada na Figura 5.

Figura 5: Estrutura Organizacional do Setor Elétrico Brasileiro



Fonte: Adaptado de (CCEE, 2016a)

As principais alterações e funções atribuídas às instituições existentes são:

- Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)- órgão vinculado à Presidência da República e presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia, tem como principais atribuições formular políticas e diretrizes de energia e assegurar o suprimento energético em todas as regiões no país, sendo responsável por revisar periodicamente as matrizes energéticas das diversas regiões do país e estabelecer diretrizes para programas específicos, como os de uso do gás natural, do álcool, biomassas, do carvão e da energia termonuclear, além de estabelecer diretrizes para a importação e exportação de petróleo e gás natural (CNPE, 2016a);
- Ministério de Minas e Energia (MME) - órgão da administração do Governo Federal representa a União como Poder Concedente, criado pela Lei nº 3.782/1960 e extinto pela Lei nº 8.028/1990. Em 1997, a Lei nº 9.478 criou o CNPE presidido pelo ministro de Minas e Energia, responsável pela condução das políticas energéticas do país, tendo como principais competências a formulação e implementação de políticas para o setor energético, bem como estabelecer o planejamento do setor energético nacional, monitorar a segurança do suprimento energético e definir ações preventivas para restauração da segurança de suprimento no caso de desequilíbrios entre oferta e demanda de energia de acordo com as diretrizes definidas pelo CNPE (MME, 2016);
- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) - criado pela Lei nº 9.427/1996 é uma entidade governamental vinculada ao Ministério de Minas e Energia, encarregada da regulação e fiscalização das atividades voltadas ao setor elétrico, como geração, transmissão, distribuição, comercialização, entre outras. Permite outorgas de concessões, permissões e autorizações de novas instalações e serviços de energia elétrica, sendo responsável por garantir a modicidade tarifária, por estimular a competição e o uso eficiente da energia elétrica pelos agentes de mercado, entre outras atribuições (ANEEL, 2016);
- Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) - entidade privada sem fins lucrativos, criado pela Lei nº 9.648/1998, regulamentada pelo decreto nº 5.081/2004 e alterada pela Lei nº 10.848/2004, cujas principais atribuições foram definidas como operar, supervisionar e controlar a operação do sistema, efetuar o despacho centralizado da geração, propor ampliações e reforços nas instalações que compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN) (ONS, 2016).

As principais alterações e funções atribuídas às novas instituições são:

- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - entidade governamental criada pela Lei nº 10.847/2004, tem como função principal elaborar estudos de longo prazo no que se refere a definição da Matriz Energética, incluindo também, elaborar estudos de planejamento da expansão do setor elétrico - geração e transmissão, elaborar estudos de viabilidade de empreendimentos de geração e obtenção de Licença Prévia Ambiental junto aos órgãos competentes (EPE, 2016);
- Comitê de Monitoramento de Setor Elétrico (CMSE) - entidade governamental, criado pela Lei nº 10.848/2004, responsável pelo monitoramento das atividades relacionadas ao setor elétrico, tais como, acompanhar o desenvolvimento das atividades de geração, transmissão, distribuição, comercialização, bem como propor ações ao Comitê Nacional de Política Energética (CNPE) no sentido de otimizar o uso da energia e minimizar o seu custo aos consumidores finais (CMSE, 2016b);
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) - entidade privada sem fins lucrativos criado pela Lei nº 10.848/2004 e regulamentada pelo decreto nº 5.177/2004, sucedeu ao Mercado Atacadista de Energia - MAE, absorvendo todas as suas funções, estruturas organizacionais e operacionais, além de receber novas atribuições com finalidade de viabilizar a comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários, autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como promover leilões de compra e venda de energia elétrica para as distribuidoras, exercer as funções de contabilização e liquidação do mercado de curto prazo nos ambientes de contratação livre e regulado (CCEE, 2016b).

3.1 Ambiente de Comercialização de Energia Elétrica no Brasil

A comercialização de energia no Brasil entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, no SIN, deve garantir o atendimento por meio do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) ou por meio do Ambiente de Contratação Livre (ACL). No ambiente de contratação regulada, os agentes da CCEE estão divididos em três categorias e recebem do órgão regulador, uma classificação de atuação. As categorias e classificação autorizadas pelo órgão regulador, são divididas conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Agentes de Mercado

Categoria	Classificação
Geração	Geradores
	Produtores Independentes
	Autoprodutores
Comercialização	Comercializadores
	Importadores
	Exportadores
Distribuição	Distribuidores
	Consumidores Livres

Fonte:(CCEE, 2016c).

Os agentes de geração podem vender energia tanto no ambiente de contratação regulada (ACR) como no ambiente de contratação livre (ACL). A diferença na comercialização diz respeito sobre como o agente negocia a energia. No caso do ACR, a energia pode ser vendida somente a partir de leilões regulados de aquisição de energia, e no ACL o agente gerador pode negociar livremente os preços e condições da venda de sua energia diretamente com o agente comprador.

Os agentes de comercialização compram energia por meio de contratos bilaterais no ACL, onde os preços e condições de compra e venda de energia são negociados livremente, podendo revender aos consumidores livres e outros comerciantes, bem como revender aos distribuidores, mas, neste caso apenas nos leilões de ambiente de contratação regulados.

Os agentes de distribuição são empresas concessionárias distribuidoras de energia elétrica, que realizam o atendimento da demanda de energia aos consumidores com tarifas e condições de fornecimento reguladas pela ANEEL, estes agentes podem atuar somente no ACR, celebrando contratos de energia com preços resultantes de leilões.

3.1.1 Ambiente de Contratação Regulado (ACR)

No Ambiente de Contratação Regulado, participam os agentes de Distribuição de energia e os agentes Vendedores. Cada agente de distribuição do SIN deverá adquirir energia de acordo com o art. 11 do Decreto nº 5.163/2004 que determina:

- Leilões de compra de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração existentes e de novos empreendimentos de geração;
- Geração distribuída, desde que a contratação seja procedida de chamada pública realizada pelo agente de Distribuição;
- Usinas que produzam energia elétrica a partir de fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, contratadas na primeira etapa do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA);

- Itaipu Binacional, onde a energia produzida é comercializada por meio de contratos registrados para representar os efeitos da energia comercializada pela usina Itaipu Binacional.

No cumprimento da obrigação de contratação para o atendimento à totalidade do mercado dos agentes de distribuição, será contabilizada a energia elétrica, com contratos firmados pelos agentes de Distribuição.

3.1.2. Ambiente de Contratação Livre (ACL)

No Ambiente de Contratação Livre, participam os agentes de Geração, autoprodutores, produtores independentes, comercializadores, importadores e exportadores de energia e os consumidores livres e especiais. Neste ambiente, os participantes têm liberdade para negociar a compra de energia, estabelecendo volumes, preços e prazos de suprimento. As características do consumidor no ACL são (BRASIL, 2016):

- Tem a possibilidade de desenvolver estratégias comerciais na contratação de sua energia elétrica;
- Tem a condição de negociar preços, prazos, indexação e flexibilidade na quantidade consumida;
- Tem a opção de escolher seu fornecedor de energia, que pode ser um Gerador ou um agente Comercializador.

De acordo com Brasil (2016), o consumidor no ACL compra sua energia diretamente de um gerador ou por intermédio de um agente comercializador. Com seu poder de escolha e com a concorrência de mercado, o benefício econômico do insumo de energia elétrica em comparação às tarifas praticadas no ambiente regulado é destacado.

4. PROGRAMA DE INCENTIVO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA (PROINFA)

De acordo com Costa et al. (2008), o primeiro programa de incentivo a fonte eólica foi o PROEÓLICA, lançado em 2001, mas que não apresentou resultados adequados devido ao risco regulatório e financeiro. Em 2001, com a crise energética, um novo modelo foi criado, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).

O PROINFA foi criado pela Lei 10.438/02 com intenção de diversificar a matriz de energia elétrica brasileira a partir da participação de produtores autônomos independentes

(PIAs), aumentando a participação de fontes de energia renováveis, tais como, eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH), conectadas ao SIN.

O programa foi acordado para ser implementado em duas fases: a primeira para implementação de projetos em curto prazo e a segunda para implementação em médio prazo.

De acordo com o Decreto (4541/2002), os participantes do PROINFA possuem um contrato de pagamento de energia gerada com um prazo garantido de 20 anos. As contratações dos projetos ficam sobre responsabilidade da ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A, assim como a administração da conta PROINFA que inclui os custos da energia, administrativos, financeiros e encargos tributários, todos regulamentados e fiscalizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), (ELETROBRAS, 2016).

Na sua primeira fase, o programa garantiu uma implantação de 3300 MW de capacidade em projetos com as fontes eólica, biomassa e PCH, com início de operação previsto até dezembro de 2008 (MME, 2005). Nesta fase, foi adotado um mecanismo para uso de equipamentos nacionalizados, fixando um índice mínimo de 60% de nacionalização dos equipamentos a serem utilizados nas três tecnologias participantes.

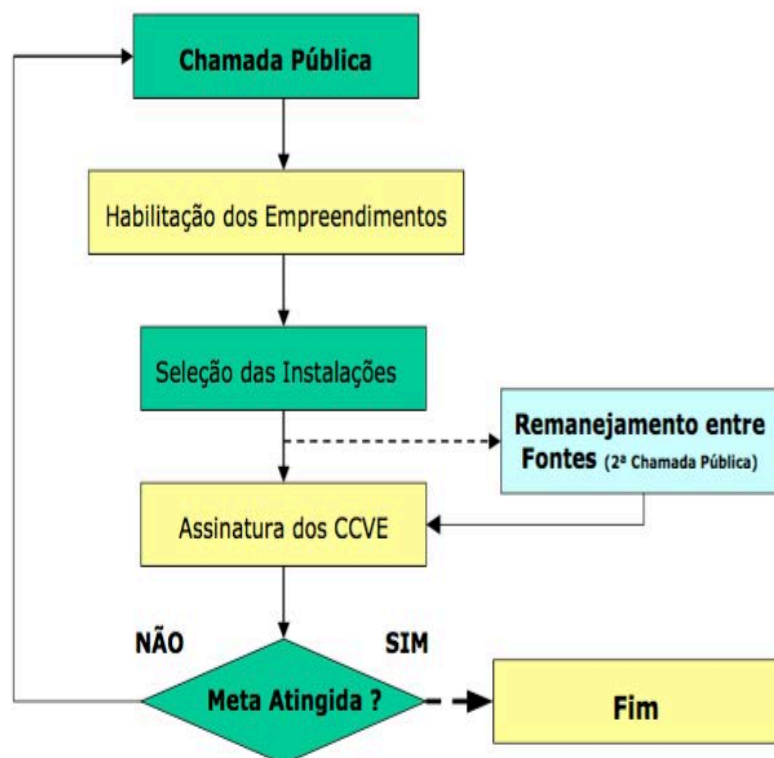
A segunda fase prevê que as fontes alternativas de energia deverão atender à 10% do consumo anual de energia elétrica num prazo de 20 anos. O PROINFA ampliou nesta fase o índice de nacionalização dos equipamentos para 90% (ELETROBRAS, 2016).

A seleção de projetos do PROINFA segue as diretrizes da Lei 10.438/02, que estabelece que os projetos habilitados serão selecionados, considerando os seguintes processos (ELETROBRAS, 2016):

1. Processo Global de seleção do PROINFA;
2. Processo de seleção de projetos PROINFA-Eólica.

O processo de seleção do PROINFA de forma global, para contratação de empreendimentos tanto na primeira como na segunda fase do projeto, seguiram os processos apresentados no fluxograma da Figura 6.

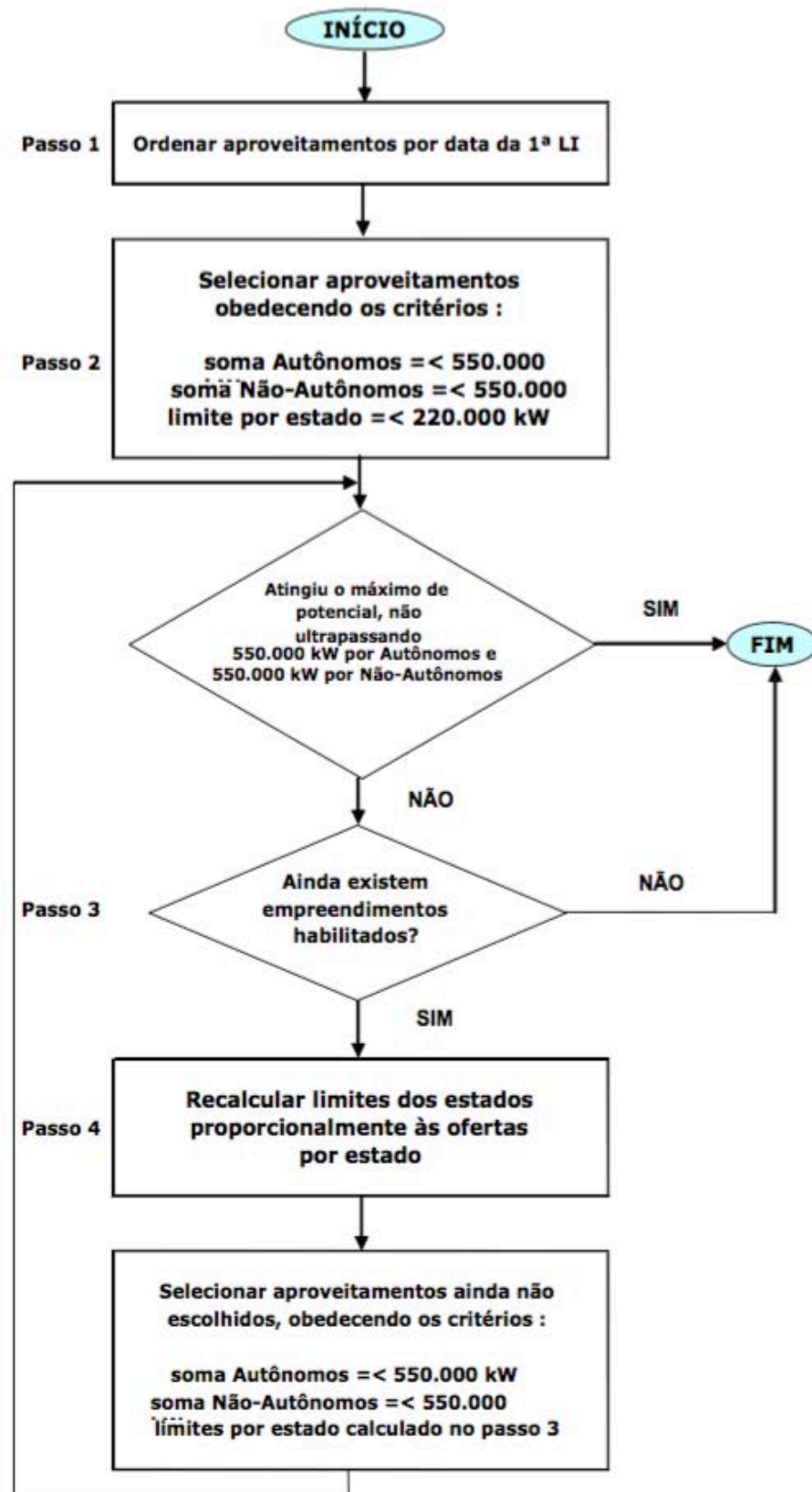
Figura 6: Processo de seleção de projetos PROINFA



Fonte: (ELETROBRAS, 2016, p. 14).

Após a chamada pública inicial e a habilitação dos interessados, ocorre a primeira seleção dos projetos. Caso a meta estabelecida para a fonte não for atingida nesta fase, uma segunda fase é realizada. No caso de empreendimentos com fontes baseadas em PCH e/ou Biomassa não atingirem metas estabelecidas após a última chamada pública, e caso haja saldo de projetos da fonte eólica habilitados, estes poderão ser contratados imediatamente seguindo o critério de antiguidade da Licença Ambiental de Instalação, conforme previsto no artigo 3º da Lei 10.438/02. A seleção de projetos eólicos se dá conforme o fluxograma apresentado na Figura 7.

Figura 7: Processo de seleção de projetos Eólicos



Fonte: (ELETROBRAS, 2016, p. 17).

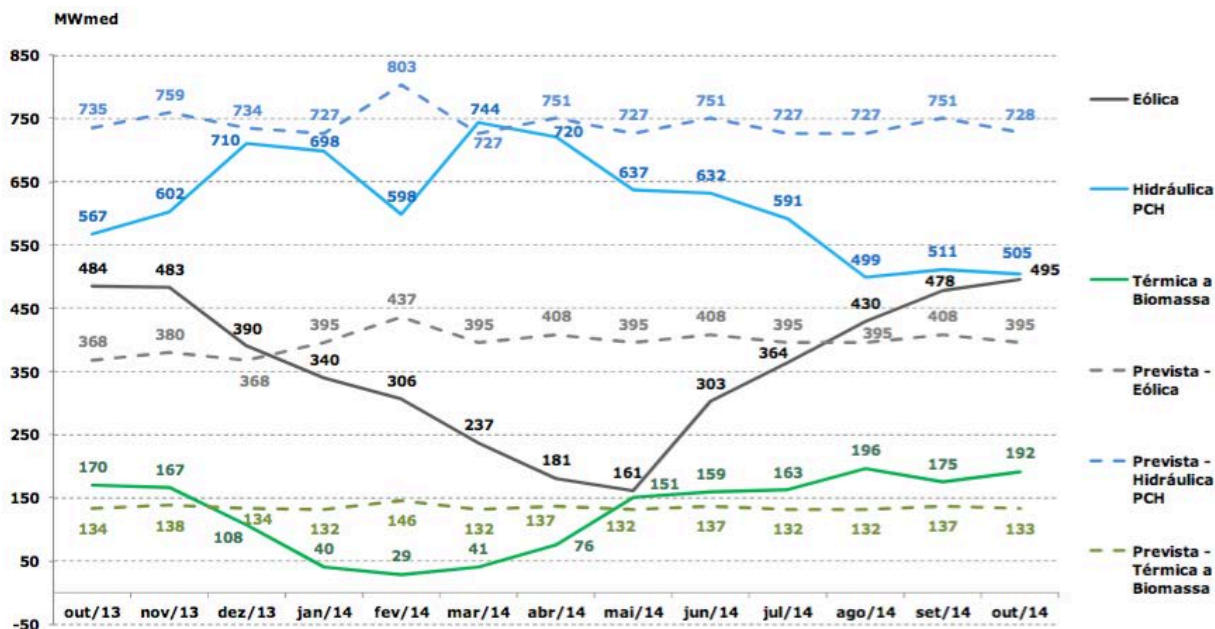
Os dados apresentados foram obtidos no guia (ELETROBRAS, 2016):

1. Com base nas cartas/respostas expressando a intenção do empreendedor de participar do PROINFA e analisando a documentação entregue, a ELETROBRÁS definirá uma lista de empreendedores habilitados, ordenada pelo critério de mais antigo.
2. A seleção dos projetos se inicia, novas listas são criadas separando os projetos por estados, entretanto, no momento em que um estado atingir 220 MW, não serão selecionados mais projetos daquele estado, até que todos os estados contemplados na lista sejam atendidos ou que atinja o limite de 1.100 MW.
3. Na seleção dos empreendimentos, somente será considerado o limite de 220 MW por estado, no entanto, se um empreendimento superar este limite de contratação, será considerado apenas o montante em “MW” que complete os 220 MW;
4. Existindo saldo remanescente após os passos 1, 2 e 3, verificar-se-á em quais estados ainda existem projetos não selecionados e qual o percentual de participação de cada estado. Após os cálculos da participação dos estados, este é aplicado ao saldo remanescente de potência, encontrando-se o montante adicional a ser contratado em cada estado.
5. Inicia-se a seleção, considerando os projetos ainda não contemplados em ordem de mais antigo, até o limite do montante adicional definido no passo 4, contemplando obrigatoriamente aqueles empreendimentos que foram os últimos elegíveis no passo 3 e tiveram sua capacidade contratada apenas parcialmente.
6. Podem existir empreendimentos que foram selecionados para contratação parcial, após análise de seleção. Diante disso, o empreendedor afetado será convocado pela ELETROBRAS para decidir se aceita ter a potência de seu projeto reduzida.
7. Todo o processo de seleção deverá respeitar os limites de 550 MW destinados aos Autônomos e 550 MW destinados aos Não Autônomos.
8. Após definida a lista final de projetos selecionados, a ELETROBRAS divulgará o resultado, dando prazo legal para que os interessados selecionados apresentem a documentação necessária à assinatura do contrato de compra e venda de energia.

Os empreendimentos participantes do PROINFA são modelados de forma que seja identificada a energia efetivamente produzida em cada uma das centrais geradoras. O gráfico

1 apresenta a energia gerada pelos participantes do PROINFA, por tipo de fonte.

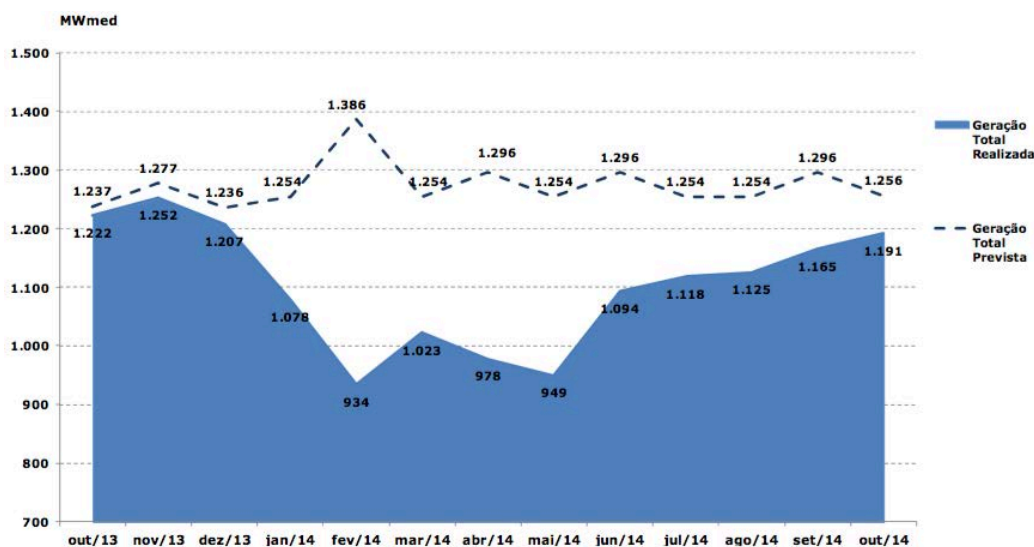
Gráfico 1: Geração e Previsão de Geração por tipo de fonte



Fonte: (PROINFA, 2014, p.3).

Pode ser observado no Gráfico 1 que a previsão da participação da fonte eólica de outubro de 2013 à outubro de 2014 seria entre 368 a 395 MW médios. Mas nos três meses analisados verificou-se que esta fonte ultrapassou a previsão, encerrando o período gerando 495 MW médios. O gráfico 2 apresenta o total de energia gerada pelos participantes do PROINFA.

Gráfico 2: Geração Total Prevista e Realizada

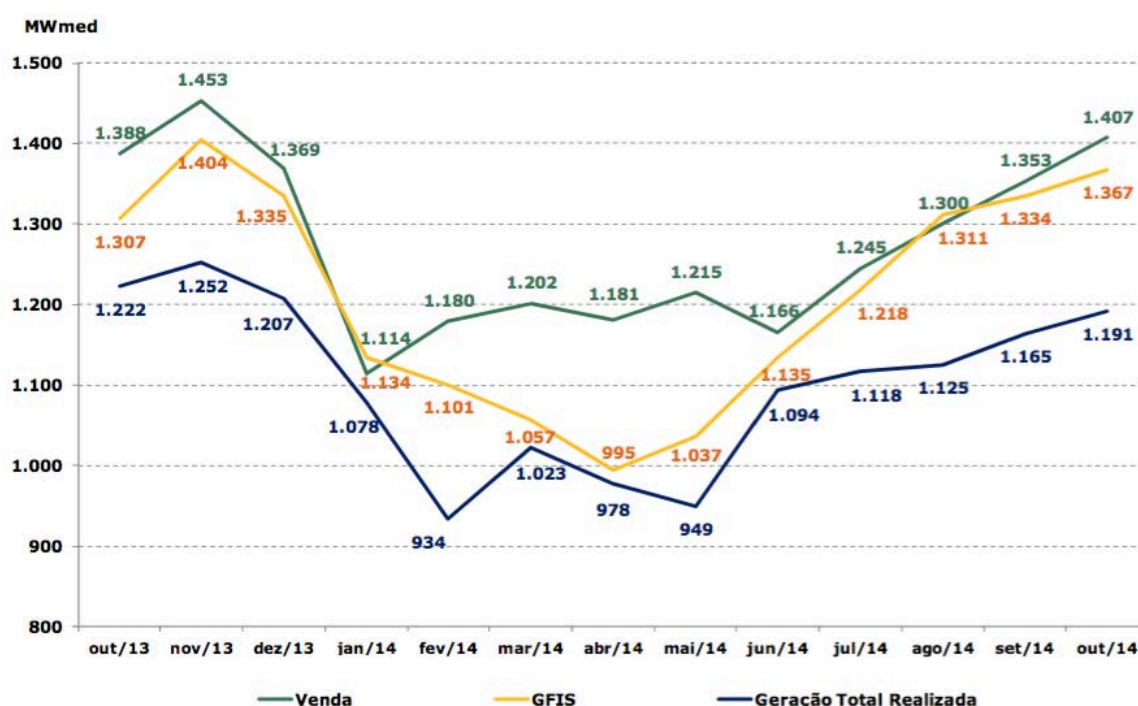


Fonte: (PROINFA, 2014, p.3).

Em outubro de 2014, foram gerados um total de 1.191 MW médios de energia entre todos os participantes do PROINFA, ficando abaixo do que eram previstos para este período. Isso ocorreu devido à queda na geração das PCH dos últimos oito meses em virtude da baixa concentração de chuvas no período.

A energia contratada e a garantia física dos participantes do PROINFA no período entre outubro de 2013 e 2014 é apresentada no gráfico 3.

Gráfico 3: Energia contratada e garantia física



Fonte: (PROINFA, 2014, p.4).

Observa-se que a garantia física dos empreendimentos participantes do PROINFA foi de 1.367 MW médios em outubro de 2014, e o Agente Comercializador de Energia do PROINFA apresentou um total de contratos de venda de 1.407 MW médios no mesmo período. Esta diferença resultou em um déficit de geração.

Após o desenvolvimento do PROINFA, houve uma mudança de governo e a reforma do setor elétrico. Essa reforma teve ênfase na modicidade tarifária e em leilões de energia de menor preço.

O primeiro leilão específico para energia eólica no Brasil ocorreu em dezembro de 2009. O segundo leilão intitulado Leilão de Energia Reserva (LER), envolvendo regras específicas para a contratação de energia, tornou a indústria eólica brasileira sujeita a uma

forte competição de preço. Em agosto de 2010 foram realizados o 3º LER e o Leilão de Fontes Alternativas (LFA). Esses leilões não trabalhavam mais com o modelo exclusivamente eólico, mas sim, contemplavam diversas fontes renováveis competindo entre si (ABEEólica, 2016). Nos anos seguintes a fonte eólica participou também dos leilões A-1, A-3 e A-5 cujos números indicam o número de anos em que os competidores devem começar a geração de energia. Esta segmentação é necessária pelo distinto custo de capital em comparação com empreendimentos já existentes (ABRADEE, 2016). A Tabela 2, apresenta a potência eólica contratada por tipo de contratação.

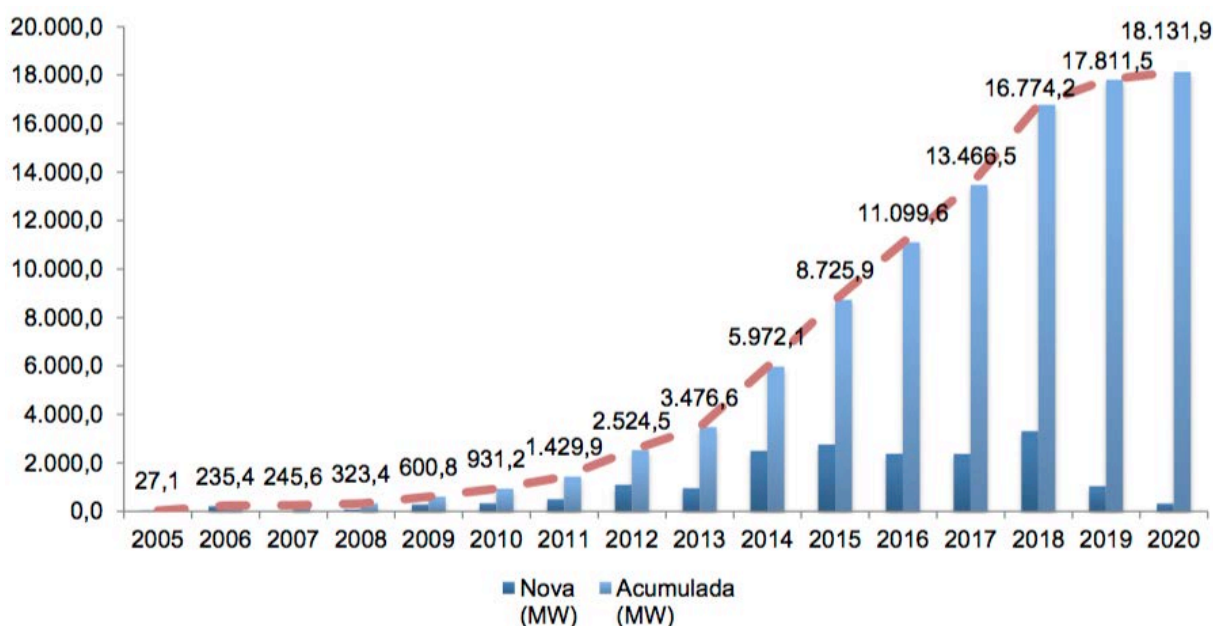
Tabela 2: Potência eólica e número de parques contratados por tipo de contratação

Leilão	PROINFA	LER 2009	LER 2010	LFA 2010	LER 2011	A-3 2011	A-5 2011	A-5 2012	LER 2013	A-3 2013
Potência (MW)	1.303,1	1.915,9	545,2	1.473,4	797,8	1.056,3	822,1	48,9	1.403,8	791,7
Nº de Parques	53	71	20	49	31	44	33	2	62	39
Leilão	A-5 Dez/2013	A-3 2014	LER 2014	A-5 Nov/2014	LFA 2015	A-3 2015	LER Nov/2015	ACL	P&D	
Potência (MW)	1.303,1	1.915,9	545,2	1.473,4	797,8	1.056,3	822,1	48,9	1.403,8	
Nº de Parques	97	21	31	36	3	19	20	109	1	

Fonte: (ABEEólica, 2016, p. 5).

Ocorre também a contabilização da fonte eólica, fruto de um programa de Pesquisa & Desenvolvimento. A composição da capacidade instalada da fonte eólica é feita através da consolidação dos contratos de energia nos ambientes de contratação livre e regulado, ACL e ACR respectivamente. A curva da capacidade instalada da fonte eólica apresentada na Figura 8 demonstra o crescimento da fonte nos próximos anos (ABEEólica, 2016).

Figura 8: Evolução da Capacidade Eólica Instalada



Fonte: (ABEEólica, 2016).

Ao final de 2020 espera-se 18.131 MW de potência instalados na matriz energética brasileira.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme exposto, a energia eólica vive hoje uma fase sem precedentes em sua história de crescente utilização e desenvolvimento. A energia elétrica vinda de tal fonte já se encontra na faixa de 868 TWh/a, o que corresponde à 7% da produção total mundial, gerando centenas de milhares de empregos pelo mundo, com perspectivas de aumento de até vinte vezes mais (TWh/a) e representando uma fatia de até 40% do total em 2050.

No Brasil as instituições que regem o sistema de energia elétrica tiveram que se adaptar ao novo cenário de necessidade da diversificação da sua matriz de energia elétrica, criando dentre outras instituições, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica que ficou responsável por promover leilões de contratação de energia elétrica que propiciaram ambientes favoráveis à contratação de energias alternativas, dentre elas a eólica.

O primeiro leilão veio em decorrência do programa de mesmo nome, PROINFA, criado em 2002, que fez vingar de uma vez por todas a até então inexpressiva energia eólica brasileira. Atualmente, após vários e diversificadas classes de leilões e contando com os mais variados tipos de suporte, a energia eólica nacional já possui mais de 11GW de capacidade de potência instalada com projeções de passar dos 18GW em 2020.

Vale lembrar que no Brasil ou no mundo, os resultados positivos da exploração do vento são sólidos. Tais resultados ilustram interesses econômicos, ambientais, políticos e sociais que visam ser atendidos, simultaneamente e da melhor forma possível, através de uma fonte de energia que não é apenas renovável e limpa, mas que vem se tornando cada vez mais competitiva pelo amadurecimento de todo o setor que a envolve.

REFERÊNCIAS

ABEEólica. Boletim de dados. ABEEólica – **Associação Brasileira de Energia Eólica, novembro 2016**. Disponível em <http://www.portalabeeolica.org.br/images/boletins/Boletim-de-Dados-BEEolica-Novembro-2016%20-Publico.pdf>, acessado em 01/11/2016.

ABRADEE. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – Leilões de Energia. Disponível em: <http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/leiloes-de-energia>, acessado em 19/11/2011.

ANEEL . Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/a-aneel>, acessado em 01/11/2016.

BRASIL. **Entenda o Mercado. Brasil Comercializadora de Energias**. Disponível em: <http://www.brcomercializadora.com.br/Entenda-Mercado.php>. Acessado em 1/11/2016.

CNPE . Conselho Nacional de Políticas Energética. CNPE, Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe>, acessado em 01/11/2016.

CMSE. Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico, CMSE. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cmse>, acessado em 01/11/2016.

CCEE(a). **Entenda o Modelo Brasileiro**. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/setor_eletrico?_afLoop=95996718044871#%40%3F_afLoop%3D95996718044871%26_adf.ctrl-state%3Dyp5rfm970_154, acessado em 1/11/2016.

CCEE(b). **História. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica**. Disponível em: http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-somos/historia?_adf.ctrl-state=3a2zfw58l_4&_afLoop=72550898324040, acessado em 01/11/2016.

CCEE(c). **Conheça as modalidades de Agentes. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica**. Disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/participe/conheca_modalidades?_afLoop=75996655552743#%40%3F_afLoop%3D75996655552743%26_adf.ctrl-state%3D3a2zfw58l_105, acessado em 01/11/2016.

COSTA, Claudia do Valle; ROVERE, EMILIO LA; ASSMANN, Dirk. **Technological innovation policies to promote renewable energies: lessons from the European experience for the Brazilian case**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2008, n.12, p.65-90.

DODGE, Darrell M. – **Illustrated History of Wind Power**. Littleton, Colorado – Disponível em: <http://www.telosnet.com/wind/index.html> , acessado em dia 19/10/2016

ELETROBRAS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Programas Proinfra. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/Proinfra/data/Pages/LUMISABB61D26PTBRIE.htm>, acessado em 02/11/2016.

ELETROBRAS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Guia de Habilitação Eólica. Proinfra – Eólica. Ministério de Mins e Energia (MME), 2016. Disponível em:

Ulian, C. L.; Mendonça, A. K. S.; Leusin, M. E.; Uriona Maldonado, M.; Lezana, A. G. R.

<http://www.eletronbras.com/elb/ProinfA/data/Pages/LUMISABB61D26PTBRIE.htm#Guias%20de%20Habilita%E7%E3o%20e%20Minutas%20dos%20Contratos>, acessado em 01/11/2016.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Institucional. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/acessoinformacao/Paginas/institucional.aspx>, acessado em 01/11/2016.

GOVERNO FEDERAL – **Saiba o que é o Acordo de Paris**. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2016/09/saiba-o-que-e-o-acordo-de-paris-ratificado-pelo-governo-nesta-segunda-feira>. Acessado em 19/11/2016


MCDOWALL, Will; EKINS, Paul; RADOSEVIC, Slavo; ZHANG, Le-yin.. - **The development of wind power in China, Europe and the USA: how have policies and innovation system activities co-evolved?** – Technology Analysis & Strategic Management, v.25 (2), p. 163-185, 2013.

MME. Ministério de Minas e Energia. Portaria nº 453, de 28 de setembro de 2005.

MME. HISTÓRICO DO MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/acesso-a-informacao/institucional/o-ministerio>, acessado em 01/11/2016.

ONS. Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. Disponível em: http://www.ons.org.br/institucional_linguas/o_que_e_o_ons.aspx, acessado em 01/11/2016.

_____. **Decreto nº 4.541, de 23 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA e a Conta de Desenvolvimento Energético – CDE. Presidência da República – Casa Civil, Brasília, 2002.

The background features a stylized illustration of a city skyline with various buildings in shades of grey and blue. A prominent green wind turbine is positioned in the center. Several green birds are shown in flight against a light blue sky. At the bottom, a large, light blue globe is partially visible, representing the global context of the content.

PARTE 4:
Integração do
Empreendedorismo,
Inovação e Sustentabilidade



Desenvolvimento de Competências de Gestão: caso do Programa Inova Talentos

Fernanda Pereira Lopes Carelli
Álvaro Guillermo Rojas Lezana

1. INTRODUÇÃO

As indústrias podem ser consideradas um elemento importante na economia de um país, pois além de gerar empregos e movimentar a economia, disponibilizam bens e serviços que facilitam a vida das pessoas.

Impulsionadora de mudanças na sociedade, o setor industrial está sempre disponível a testar, desenvolver novos produtos, processos e se reinventar. Neste contexto, percebe-se que a inovação torna-se relevante para a indústria, uma vez que a diferenciação e o novo podem ser formas para a indústria avançar na busca por produtividade e competitividade.

A inovação é utilizada desde o começo da história humana e de suas instituições como meio para progredir e evoluir, mas devido à velocidade da economia moderna, a competitividade e a sobrevivência em longo prazo dependem cada vez mais da capacidade de inovar ficando assim à frente de seus concorrentes (TERRA, 2007).

Para impulsionar a inovação na indústria e para conduzir projetos de diferentes complexidades é necessário contar com um corpo técnico, com profissionais preparados para responder aos desafios e necessidades do setor, e a identificação e atração de pessoas com este perfil é um desafio permanente e constante.

Para iniciar este processo de captação de profissionais, deve-se inicialmente ter conhecimento das competências que impactam no ambiente industrial e que estimulam os processos, os projetos, os serviços e os produtos inovadores.

Atualmente, percebe-se que a visão dos jovens sobre o mercado de trabalho tem mudado, e os valores e percepções sobre sucesso e realização também. Antigamente trabalhar em uma empresa de grande porte com bons benefícios era o anseio de muitos jovens que estavam concluindo a sua formação. Mas hoje se observa que esse paradigma mudou, percebe-se que a realização pessoal pode estar em um negócio próprio, ou em um ambiente que permita maior liberdade e aprendizado e com modelos arrojados de gestão.

Desta forma, as indústrias para não perderem a sua capacidade de atrair e reter novos talentos precisam se reinventar e transformar seus ambientes de trabalho, de forma a apresentarem todas as potencialidades que possuem e serem de fato um ambiente propício e estimulante para inovação e novas ideias.

Um caminho possível para a indústria atrair novos talentos adequados às suas necessidades, é por meio da identificação e desenvolvimento das competências que impactam os negócios. Mas além de identificar é preciso promover mecanismos para desenvolver estas competências de forma que estas sejam aplicáveis ao ambiente industrial e que ofereçam

retorno para as organizações. Desta maneira, o presente artigo tem o objetivo apresentar a relevância de se desenvolver competências de gestão como um dos possíveis caminhos para estimular e potencializar a inovação dentro do setor industrial.

Trata-se de uma pesquisa exploratória, com o intuito de investigar uma realidade específica, os dados utilizados classificam-se como secundários provenientes do objeto de estudo o Programa Inova Talentos do Instituto Euvaldo Lodi – IEL Núcleo Central e a análise de dados é qualitativa.

O presente artigo encontra-se estruturado em: referencial teórico em que são trabalhados os temas inovação e competências, método que descreve a metodologia utilizada e a descrição do objeto de estudo: o Programa Inova Talentos do Instituto Euvaldo Lodi - IEL. Na sequência apresentam-se os resultados e a discussão com os resultados do programa em um panorama nacional e da primeira edição do programa no IEL Paraná. E por fim constam a conclusão e as referências utilizadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INOVAÇÃO

Segundo o Manual de Oslo (2005, p.55), uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.

Para Garcia e Calantone (2002, p. 110), a inovação é um processo de desenvolvimento e de produção de novos produtos e serviços capazes de obter sucesso comercial.

A inovação trata da utilização do conhecimento para gerar novas formas de produzir e comercializar bens e serviços. Cada empresa pode ser considerada uma entidade inovadora, desde que esteja preparada para aprender de forma contínua e organizada (LASTRES, 1994).

A inovação é uma das grandes reservas de crescimento para as empresas. Mas encontrar, detectar e desenvolver uma ideia não é uma coisa fácil, tampouco encontrar o mercado. Ela envolve três critérios: 1) é algo novo, concreto e que caminha (diferente de ideia); 2) o melhoramento da inovação se faz de maneira contínua e 3) a inovação se faz por meio de uma mudança de paradigma. (JOURNAL DU NET, 2016).

Segundo Gavriloff (JOURNAL DU NET, 2016), existem principalmente dois níveis de aplicação de inovação nas empresas:

- a) Inovar pontualmente: projeto de inovação ou inovação de um produto, ou seja projeto para melhorar os produtos existentes, criação ou adoção de uma nova tecnologia de ponta; e
- b) Inovar permanentemente: inovação total ou gestão de inovação. Neste nível a inovação transforma-se no pilar de estratégia da empresa.

Bessant e Tidd (2008) afirmam que a inovação assume muitas formas diferentes, mas pode ser resumida em quatro diferentes tipos, a saber: Inovação de produtos, Inovação de processos, inovação de posição / marketing e inovação de paradigma / organizacional.

Empresas inovadoras sabem que inovação não é algo fortuito. Nesse sentido, estabelecem processos formais capazes de viabilizá-la. Trata-se de processos que estimulam a geração de ideias, garantem *feedback*, favorecem a colaboração e múltiplas perspectivas na avaliação, reconhecem e premiam aqueles que se aventuram a sugerir coisas novas e também aqueles que trabalham para que as ideias se concretizem e gerem valor para a organização TERRA (2007).

Existem diversos mecanismos que apoiam a inovação no ambiente industrial, dentre elas, pode-se citar a Bússola da Inovação, uma iniciativa da Federação das Indústrias do Estado do Paraná – FIEP e do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Paraná – SENAI/PR. Um dos aspectos observados nesta ação são as ferramentas utilizadas nos processos de inovação das empresas. No quadro 1 estão descritas as ferramentas utilizadas pelas indústrias que participaram da bussola da inovação de 2012-2013.

Quadro 1: Ferramentas adotadas durante o processo de Inovação

Ferramenta	Não utilizado/ Pouco Utilizado	Uso moderado / Muito utilizado
Análise de mercado	30%	70%
Prospecção Tecnológica	39%	61%
Benchmarking	43%	57%
Análise de Competências	44%	56%
Gestão de Portfólio	52%	48%
Gerenciamento de Projetos	38%	62%
Produção Enxuta	36%	64%
Gerenciamento de Propriedade Intelectual	60%	40%
Aquisição externa de tecnologia	65%	35%

Fonte: Adaptado de Bussola da Inovação FIEP e SENAI/PR (2016, p. 68)

Percebe-se que a ferramenta de análise de competências foi utilizada apenas por 56% das empresas, o que representa um potencial de expansão do uso desta ferramenta para as indústrias. Isso pode ocorrer com a inserção de mecanismos de análise e desenvolvimento de competências para potencializar os processos de inovação.

Inovar é surpreender a concorrência com algo novo. É transformar as habilidades e atitudes em soluções para as partes envolvidas, ou seja, para a empresa, seus parceiros e a sociedade como um todo.

2.2 COMPETÊNCIAS

Nos trabalhos de McClelland (1972), Boyatzis (1992) e Spencer e Spencer (1993), a competência é comumente apresentada como uma característica ou um conjunto de características – saberes, conhecimentos, aptidões, habilidades – indicadas como condição para produzir resultados e/ou soluções de problemas.

Para Perrenoud (2000), competência é a capacidade que o indivíduo tem de mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes para desempenhar com eficiência e eficácia determinada situação. Quando colocadas em prática, as competências contribuem para a melhoria dos processos de trabalho e realização dos objetivos da organização. Assim, além do conhecimento, habilidades e atitudes, as competências são também entendidas como desempenhos expressos pela pessoa em determinado contexto.

O conceito de competências passou por uma evolução deixando de ser associado as qualificações necessárias para um trabalho e passando à ideia de agregação de valor. O interesse pelo assunto estimulou a realização de pesquisas e estudos, dando origem a uma corrente teórica que propõe a gestão por competências como mecanismo para gerar e sustentar vantagem competitiva.

Brandão (2007) destaca que os elementos constitutivos da competência (conhecimentos, habilidades e atitudes) agregam valor por meio do desempenho no trabalho conforme apresentado na figura 01. Por isso, as competências devem ser estruturadas de modo que se estabeleça um conjunto ideal de qualificações em um contexto dinâmico, para que a pessoa tenha um desempenho superior em seu trabalho.

Figura 01: Componentes da competência no trabalho



Fonte: Brandão 2007, p. 151

Uma taxonomia diferenciada de competências gerais ou básicas é fornecida por Erpenbeck e Rosenstiel (2003 e 2007; Faix et al 1991). Primeiramente, eles diferenciam as seguintes classes de competência: competência técnica e metodológica, competência pessoal, competência sócio comunicativa e a competência para tomar ação e decisões (Erpenbeck Heyse, 2007). No quadro 2 estão descritas essas competências.

Quadro 2: Competências como disposição para agir em face do novo e desconhecido

COMPETÊNCIA	DESCRIÇÃO
Competência técnica e metodológica	A disposição de uma pessoa para agir de uma forma mental e fisicamente autônoma para resolver problemas, ou seja, resolver problemas criativamente usando conhecimento profissional e instrumental, competência e especialização, e classificar e avaliar o conhecimento adequadamente.
Competência pessoal	A disposição de uma pessoa para agir reflexiva e autonomamente, ou seja, avaliar com precisão suas próprias aptidões e desenvolver atitudes, valores, motivos e autoimagens produtivas, desenvolver os seus talentos, motivação, objetivos de desempenho e desenvolvimento criativo e aprender tanto dentro quanto fora do ambiente de trabalho.
Competência sócio comunicativa	A disposição de pessoas para se organizarem de modo que possam se comunicar e cooperar entre si, ou seja, discutir criativamente e encontrar soluções entre elas, orientando-se no grupo e em relacionamentos, e desenvolver novos planos, tarefas e metas.
Competência para agir e tomar decisões	A disposição de uma pessoa para agir de modo eficaz e abrangente, principalmente a capacidade de integrar as suas próprias emoções, motivações, competências e experiências e todas as demais competências – técnica e metodológica, comunicação pessoal e social – ao seu próprio impulso em direção ao sucesso.

Fonte: Adaptado de Erpenbeck Heyse 2007, p.159

Outra forma de classificar as competências é como competências essenciais, em que se tratam as competências da organização e competências profissionais, que descrevem as competências requeridas dos indivíduos e se desmembram em competências estratégicas, competências de liderança e competências técnicas. (PwC 2013, p.11).

Neste sentido, as empresas devem conhecer as competências necessárias para os seus negócios e utilizar meios para atrair talentos capazes de impulsionar a inovação e o crescimento empresarial.

Diversas pesquisas apontam a necessidade das empresas de canalizarem esforços para atrair profissionais qualificados e de aprimorar os seus colaboradores e suas competências para alcançarem os objetivos da organização. A figura 2 demonstra a dificuldade das empresas em obter profissionais mais qualificados para desempenharem suas funções.



Número de respostas válidas: 103

Fonte: Pesquisa O Futuro do Trabalho PwC, 2014 p.7

Na atualidade percebe-se uma dificuldade por parte das empresas em atrair profissionais preparados, quando realiza-se uma prospecção de futuro, essa tendência se desdobra em novos desafios. Na pesquisa *The Future of Jobs* de 2016, aponta habilidades, competências básicas e competências funcionais para a indústria conforme apresentado na figura 3.

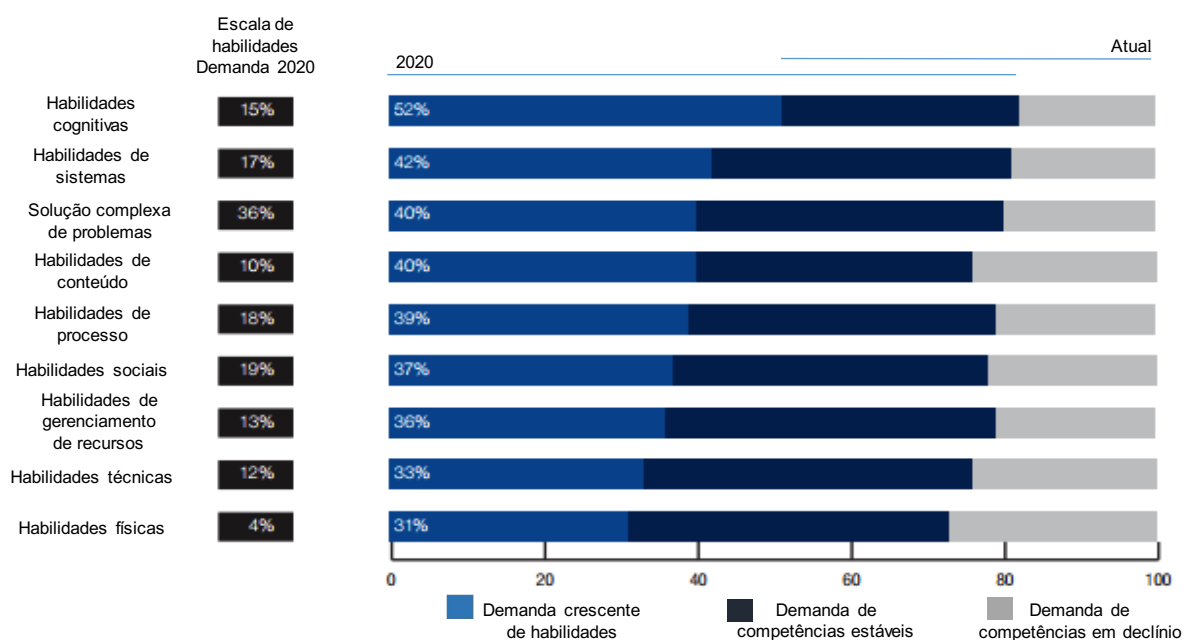
Figura 3: Principais competências relacionadas com o trabalho

HABILIDADES	HABILIDADES BÁSICAS	HABILIDADES TRANSFUNCIONAIS	
Habilidades cognitivas <ul style="list-style-type: none"> Flexibilidade Cognitiva Criatividade Raciocínio lógico Sensibilidade ao Problema Raciocínio Matemático Visualização 	Habilidades de Conteúdo <ul style="list-style-type: none"> Aprendizado ativo Expressão Oral Compreensão de leitura Expressão escrita Noções em TIC 	Habilidades sociais <ul style="list-style-type: none"> Coordenação de equipes Inteligência emocional Negociação Persuasão Orientação de serviço Treinamento e ensino de pessoas 	Habilidades de Gerenciamento de Recursos <ul style="list-style-type: none"> Gestão de Recursos Financeiros Gerenciamento de Recursos materiais Gestão de Pessoas Gerenciamento de tempo
Habilidades Físicas <ul style="list-style-type: none"> Força física Manual Destreza e Precisão 	Habilidades de Processo <ul style="list-style-type: none"> Escuta ativa Pensamento crítico Acompanhamento próprio e outros 	Habilidades de Sistemas <ul style="list-style-type: none"> Julgamento e tomada de decisão Análise de Sistemas 	Habilidades técnicas <ul style="list-style-type: none"> Manutenção e Reparo de Equipamentos Operação e Controle de Equipamentos Programação Controle de qualidade Tecnologia e design de experiência do usuário Solução de problemas
		Competências complexas de resolução de problemas <ul style="list-style-type: none"> Solução complexa de problemas 	

Fonte: World Economic Forum, baseado no Modelo de Conteúdo O * NET – 2016 p.21.

Outro apontamento da pesquisa Future of Jobs de 2016 demonstra a mudança das competências essenciais requeridas pelas indústrias entre 2015 e 2030 conforme figura 4.

Figura 4: Mudança nas competências básicas relacionadas ao trabalho, 2015-2020, nas indústrias



Fonte: Pesquisa o Futuro do Trabalho, World Economic Forum, 2016 p.22

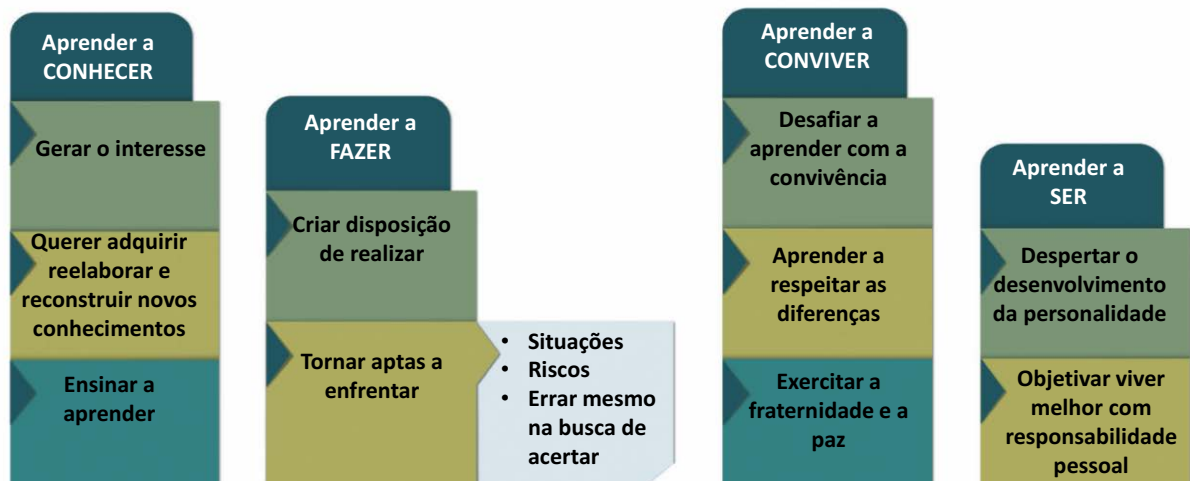
O questionamento que ocorre ao apreciar estes dados está focado no desenvolvimento das competências requeridas pelas indústrias nos próximos anos. Fazem-se necessários métodos para o desenvolvimento destas competências para suprir as novas demandas do mercado

2.2.1 DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

O ambiente competitivo das organizações faz com as empresas tenham uma preocupação e até mesmo um cuidado maior na busca por modelos de gestão que incentivem o aprendizado das pessoas e que apoiem no seu desenvolvimento e na resposta rápida aos desafios e mudanças que ocorrem no ambiente empresarial.

Neste contexto, o processo de aprendizagem tem se tornado uma estratégia relevante para as empresas aprimorarem e desenvolverem as competências de seus colaboradores. A figura 5 apresenta os “Quatro Pilares da Educação”, integrantes do relatório da Comissão Internacional sobre a Educação no Século XXI” da UNESCO.

Figura 5 – Pilares da educação



Fonte: UNESCO, 2010 p.31

O conceito de competência pode ser visto dentro desta visão de educação que engloba a totalidade do indivíduo. Que contempla conhecimentos, habilidades e atitudes (CHA), e também aborda o desenvolvimento do indivíduo e da organização por meio de ações educacionais.

A educação é a resposta ampla e abrangente ao questionamento de como as empresas e organizações podem garantir a sua própria viabilidade futura. As avaliações iniciais de um teste de inovação IFO (Instituto de Pesquisa Econômica) sobre a estrutura da educação demonstram a existência de correlações significativas entre o crescimento e o capital humano de uma empresa (FALCK, 2008).

Ciente da crescente importância de formar pessoas e de desenvolver suas competências, a *School of International Business and Entrepreneurship* - SIBE da Steinbeis University Berlin usa o método de mensuração de competência consistente e sistematicamente, antes e durante o programa de graduação. Acredita-se que somente uma pessoa que conhece o seu nível atual poderá reconhecer se, como e em que direção está se dirigindo. A mensuração da própria posição ou do histórico da competência é realizada pela SIBE usando-se os dois processos de mensuração KODE® e KODE®X / SKE-Center®.

KODE® é abreviação de Kompetenz-Diagnostik und Entwicklung [Diagnóstico e Desenvolvimento de Competências]. Esse procedimento foi desenvolvido nos meados dos anos 90, e é baseado em vários anos da obra teórica e empírica de John Erpenbeck e Volker Heyse, bem como na elaboração de soluções por Horst G. Max (Erpenbeck, Heyse e Max 2004 e 2007).

KODE® é um procedimento de avaliação objetiva usada para fazer a comparação dos níveis de competência; nesse método de mensuração, os resultados da avaliação são quantificados e, se forem adequados, comparados a uma escala de tempo. KODE® apresenta uma visão geral completa das competências básicas e é fundamentado na metodologia clássica de completar frases e em procedimentos de múltipla escolha (Heyse 2010).

A avaliação dos testes de competência KODE® consiste da observação diferenciada dos quatro campos de meta competência ou de competências básicas (Erpenbeck, Rosenstiel 2007):

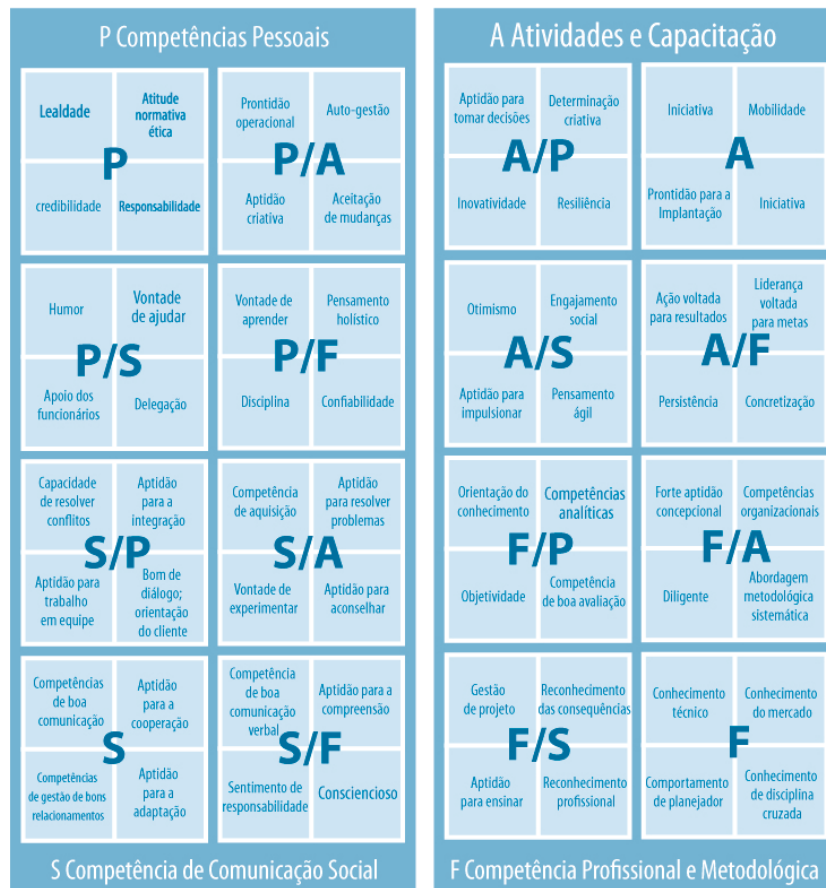
- P: Competência pessoal: a capacidade de ser inteligente e crítico em relação a si e a fim de desenvolver atitudes, valores e ideais produtivos.
- A – Atividade e capacitação: a capacidade de implantar todo o conhecimento e as aptidões, bem como todos os resultados de comunicação social e todos os valores e ideais pessoais ativamente e com grande força de vontade.
- F – Competência profissional e metodológica: a capacidade de lidar criativamente com problemas intimidantes, munido de conhecimento profissional e metodológico.
- S – Competência de comunicação social: a capacidade de se unir a e também de

confrontar os outros por conta própria. Cooperar e se comunica criativamente.

KODE® é o primeiro procedimento analítico no mundo que: Mede diretamente os quatro tipos de competências humanas básicas; é concreta e consistentemente baseado em teorias modernas de auto-organização (incluem Hermann Haken e, no sentido mais amplo, Ilya Prigogine e Humberto R. Maturana); tem base na obra de gestão fundamental de Peter Drucker, Fredmund Malik e Gilbert J.B. Probst; é orientado especificamente para o desenvolvimento da competência, e não somente para a determinação das competências; permite que pessoas, equipes e empresas sejam analisadas com precisão e de acordo com a perspectiva conjunta (Heyse 2010).

O procedimento KODE®X / SKE-Center® pretende expor o potencial de competência (Heyse, Erpenbeck 2007). Em princípio, competências estrategicamente importantes são determinadas a partir das 64 competências parciais do KODE®X / SKE-Center®. Esse processo é usado para analisar as exigências que uma atividade ou posição particular exigem. Depois são definidos os perfis desejados para as tarefas e/ou posições, consistindo em 12 a 16 sub competências. Na figura 6 apresenta-se o atlas das competências.

Figura 6 – KODE Atlas das competências



Fonte: FAIX, 2016 p.206.

As 12 sub competências formuladas na SIBE KODE®X / SKE-Center® são: Ação voltada para resultados, lealdade/integridade, competência analítica, aptidão para resolver problemas, confiabilidade, aptidão para tomar decisões, determinação criativa, resiliência, competência para resolução de conflitos, aptidão para trabalhar em equipe, competências de aquisição e inovatividade.

Contudo, pessoas altamente qualificadas e competentes são e sempre serão um recurso escasso. Neste sentido destaca-se a relevância do desenvolvimento de competências de gestão que apoiem e estimulem a inovação e a condução de projetos dentro das empresas, para apoiar as indústrias na busca por maior produtividade e competitividade.

3. MÉTODO

O presente artigo classifica-se como uma pesquisa exploratória uma vez que a proposta é investigar uma situação, torná-la mais explícita e construir hipóteses. Os dados

apresentados são classificados como dados secundários, pois são provenientes de outras fontes já estruturadas e a análise destes dados será qualitativa.

O objeto de estudo é o Programa Nacional Inova Talentos do Instituto Euvaldo Lodi - IEL. A intenção neste artigo é apresentar o programa nacional Inova Talentos e analisar os resultados da 1ª edição que ocorreu no estado do Paraná, afim de observar os aspectos do programa e os pontos que indicam a relevância do desenvolvimento de competências em gestão para apoiar as indústrias.

Identifica-se o Programa Inova Talentos do IEL como uma iniciativa que faz a ponte entre o mercado de trabalho, as indústrias e os estudantes e profissionais que querem iniciar sua carreira. No entanto, muitos destes profissionais têm uma formação acadêmica que não atende plenamente as necessidades da indústria.

Desta forma, identificar as competências que a indústria necessita e promover o desenvolvimento destas competências no público do Programa Inova Talentos, pode alavancar a inovação e ampliar a competitividade do setor industrial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Objeto de pesquisa

O IEL – Instituto Euvaldo Lodi é uma entidade vinculada à CNI – Confederação Nacional da Indústria. Com 101 unidades, atuando em 26 estados e no Distrito Federal, o IEL oferece aperfeiçoamento em gestão, capacitação empresarial, estágio, consultorias para empresas de todos os portes, além, de promover a interação entre a indústria e os centros de conhecimento. (IEL/NC).

Em 2013 foi lançado o Programa Inova Talentos que visa ampliar o número de profissionais qualificados em atividades de inovação no setor empresarial brasileiro. Estimular a indústria brasileira a manter-se competitiva, diversificada e inovadora é o caminho para o desenvolvimento sustentado do país. O Programa Inova Talentos foi idealizado sobre esses conceitos, com o objetivo de incentivar a criação de projetos de inovação nas empresas e institutos privados de pesquisa e desenvolvimento (P&D). A ideia é simples: selecionar, capacitar e inserir no mercado profissional para exercer atividades de inovação.

Para participar, as empresas devem apresentar um projeto de inovação no qual o profissional selecionado terá uma contribuição relevante. O IEL realizará um processo estruturado de assessoria aos participantes que terão a oportunidade de vivenciar o ambiente

empresarial, e receberão capacitações que visam o desenvolvimento de competências comportamentais, gerenciais e técnicas.

O programa se destina a estudantes em último ano de graduação, graduados e mestres com até 3 (três) anos de conclusão da graduação, de todas as áreas de conhecimento. Os benefícios para os candidatos são: iniciar sua carreira em empresa estruturada que valorize o capital humano; ser capacitado em competências comportamentais, gerenciais e técnicas para a execução de projetos de inovação no ambiente empresarial; realizar trabalhos monitorados por tutores e técnicos do IEL, experientes em *coaching*; participar do programa de bolsas de fomento tecnológico e extensão inovadora e concorrer à missão internacional em centro de referência mundial em inovação.

O Inova Talentos nas suas primeiras edições possuía a parceria com o CNPq, que disponibilizava bolsas aos melhores projetos de inovação apresentados. As 10 etapas do programa estão descritas na figura 7 abaixo.

Figura 7: Etapas do Programa Inova Talentos



Fonte: IEL Núcleo Central

O Programa Inova Talentos proporciona diferentes benefícios para os diferentes públicos envolvidos. Para as empresas e institutos de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação PD&I pode se citar as possibilidades de: Fortalecer e ampliar as atividades de inovação; Reduzir custos com capacitações que visem o desenvolvimento dos novos talentos em competências comportamentais, gerenciais e técnicas adequados à inovação; Acelerar o processo de aprendizado de novos talentos, com foco na dinâmica empresarial e na inovação;

Preparar profissionais para executar atividades PD&I, alinhadas à estratégia do negócio e conectar executivos e funcionários das organizações participantes para tratar do tema inovação.

Por outro lado para os profissionais que participam na qualidade de bolsistas os benefícios são: Iniciar a carreira em empresa/instituto estruturada que valorize o capital humano, a competitividade e a inovação; vivenciar a execução de projetos de inovação no ambiente empresarial; desenvolver competências comportamentais, gerenciais e técnicas por meio de capacitações; possibilitar a colocação de estudantes em último ano de graduação e profissionais egressos de instituições de ensino superior no mercado de trabalho para desenvolverem atividades de PD&I e integrar comunidade de estudantes e profissionais sobre o tema inovação.

4.2 Resultados do Programa Inova Talentos – Cenário Nacional

O programa Inova Talentos realizou parceria com o CNPq, até o ano de 2015, 4 (quatro) chamadas nacionais para a submissão de projetos em todo o território nacional. Observa-se neste cenário nacional que neste período foram submetidos para avaliação do CNPq 1.367 projetos, a distribuição dos projetos pode ser observada no quadro 3.

Quadro 3: Projetos submetidos, aprovados e confirmados no Programa Inova Talentos

Chamadas	Projetos Submetidos	Projetos Aprovados	Projetos Confirmados
1ª Chamada	226	179	136
2ª Chamada	264	238	182
3ª Chamada	620	218	177
4ª Chamada	257	137	119
Total	1367	772	614

Fonte: IEL Nacional - 2016

Abaixo na figura 8 apresenta-se a distribuição dos projetos submetidos por estado em todo o território nacional. Participaram do Programa Inova Talentos do IEL os 26 estados, sendo que os estados com o maior número de projetos foram São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Bahia e Ceará todos com mais de cem projetos submetidos nas 4 (quatro) edições do programa.

Figura 8- Distribuição - Projetos Submetidos nas 4 Chamadas do Programa Inova Talentos do IEL



Fonte: IEL Nacional, 2016.

Dentro do Programa existe a possibilidade de cada projeto contemplar mais de (1) um bolsista para sua realização. Desta forma, nas quatro edições participaram 2.055 bolsistas, sendo que 1.186 foram aprovados, 888 confirmados e 814 inseridos e responsáveis em dar andamento aos projetos de inovação dentro das indústrias participantes.

Em relação ao número de projetos submetidos e a relação de bolsistas solicitados no programa, alguns estados se destacaram conforme o apresentado no quadro 4.

Quadro 4: Projetos Submetidos x Bolsistas Solicitados do Programa Inova Talentos

Estado	Projetos Submetidos	Bolsistas Solicitados
Bahia (BA)	129	223
Ceará (CE)	119	146
Paraná (PR)	95	145
Rio Grande do Sul (RS)	154	277
Santa Catarina (SC)	214	240
São Paulo (SP)	316	446

Fonte: Dados IEL Nacional 2016

O Programa contou com 561 empresas participantes que solicitaram bolsas, dentre as empresas participantes destacam-se as indústrias de médio e grande porte dos setores automobilístico, aeronáutico, eletroeletrônico, máquinas e equipamentos, agrícola, energia, alimentício dentre outros.

Analisando a perspectiva do estado do Paraná, na primeira edição do Programa Inova Talentos do IEL/PR realizado no ano de 2014/2015, foram submetidos para avaliação do

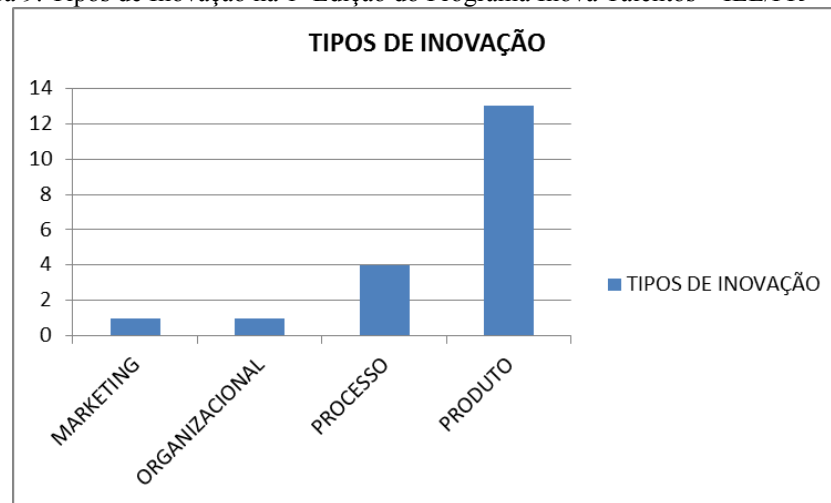
CNPq 26 projetos, sendo que 23 projetos foram efetivamente aprovados e 19 executados. Cada projeto pode contemplar mais de um bolsista para sua realização desta forma, participaram 26 bolsistas que estavam responsáveis em dar andamento aos projetos de inovação. Para classificar as empresas participantes foi utilizada a classificação do SEBRAE para definir o porte de cada empresa, que define como microempresa indústrias com até 19 empregados, indústria de pequeno porte de 20 a 99 empregados, indústria de médio porte de 100 a 499 empregados e indústria de grande porte com mais de 499 empregados.

Com este critério participaram da 1ª Edição do Programa Inova Talentos 19 projetos, sendo que 17 projetos foram propostos por grandes empresas, 1 por uma empresa de médio porte e 1 por uma microempresa. O que aponta que 90% dos projetos submetidos são provenientes de grandes empresas.

Entre os segmentos participantes a maioria dos projetos são do segmento automotivo que é um dos segmentos mais representativos no estado do Paraná. Desta forma 11 projetos foram do segmento automotivo, 2 projetos foram submetidos nos segmentos de implantes dentários, institutos de pesquisa e de tecnologia de informação e comunicação e 1 projeto foi submetido nos segmentos de alimentos e de automação.

Referente aos tipos de inovação propostos nos projetos destaca-se a inovação de produto com 13 projetos atuando nesta perspectiva, muito comum em função da atuação da indústria, no entanto as inovações de processo também merecem destaque sendo trabalhadas em 4 projetos. Abaixo a figura 9 apresenta os tipos de inovação propostos.

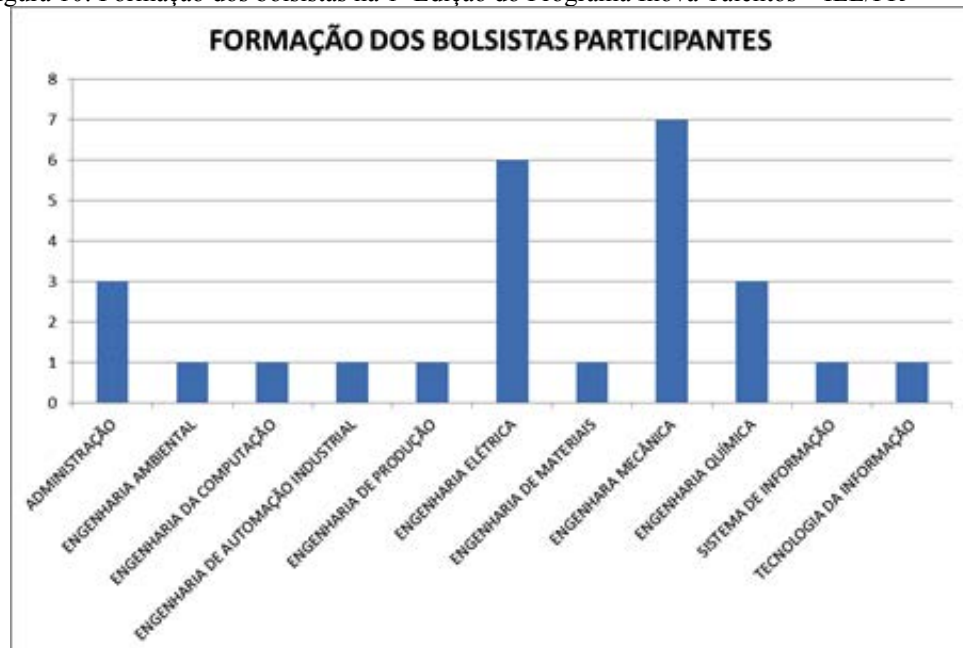
Figura 9: Tipos de Inovação na 1ª Edição do Programa Inova Talentos – IEL/PR



Fonte: Os autores, 2016

Quanto a formação dos bolsistas participantes percebe-se que a grande maioria são provenientes dos cursos de engenharia, sendo as engenharias elétrica e mecânica as mais procuradas para os projetos de inovação, a figura 10 apresenta a formação dos bolsistas.

Figura 10: Formação dos bolsistas na 1ª Edição do Programa Inova Talentos – IEL/PR



Fonte: Os autores, 2016

Outro fator observado é que todos os projetos participantes trabalharam com inovação incremental, pois a inovação radical exige um maior esforço e muitas vezes um sigilo que neste tipo de iniciativa não se pode garantir integralmente.

Em vista a continuidade do programa e também para estimular e promover a inovação muitas indústrias do Paraná efetivaram seus bolsistas e absorveram eles para o seu corpo

técnico, foram 9 bolsistas efetivados para dar continuidade aos trabalhos, cerca de 35% de efetivação, o que comprova a relevância de iniciativas que apoiam a inovação dentro das empresas.

No entanto ao observar os resultados da 1ª Edição do Programa Inova Talentos do IEL/PR, percebe-se que as maiorias dos projetos foram submetidas por grandes empresas, que percebem e reconhecem a necessidade de inovar. As empresas de micro, pequeno e médio porte precisam começar a despertar para estas oportunidades por meio de programas de incentivo a inovação para impulsionarem e internalizarem a inovação em seus negócios.

Iniciativa como o Programa Inova Talentos podem ser vistas como uma forma de potencializar a inovação dentro das indústrias. No entanto, é preciso contar com profissionais que detenham as competências necessárias para atuar em projetos de todos os níveis de complexidade dentro da indústria e assim promover a inovação e elevar o nível de competitividade do setor.

5. CONCLUSÃO

Diversas pesquisas apontam à necessidade de ajustar às competências as necessidades do mercado. Entender o público alvo do programa, os jovens que estão iniciando sua carreira na indústria pode ser um caminho viável para promover o crescimento industrial.

Orienta-se que as competências, ou seja, o conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes devem ser analisados e complementados quando necessário por meio de capacitação técnica e comportamental, para assim minimizar as lacunas de formação existente e obter profissionais mais preparados para enfrentar os desafios do mercado.

A inovação é realizada por meio de pessoas, sendo assim profissionais bem preparados podem promover o diferencial necessário e por muitas vezes tão buscado pelas indústrias. Desta forma, ação como o Programa Inova Talentos do IEL são pontes importantes na aproximação da teoria e da prática e para o avanço da inovação dentro das indústrias.

O presente artigo buscou apresentar a relevância do desenvolvimento de competências de gestão para estímulo a inovação, como uma forma de apoio ao aumento da produtividade e competitividade do setor.

Neste sentido percebe-se a necessidade de aprofundar a pesquisa das competências necessárias para estimular a inovação na indústria. Uma das possibilidades é consultar os tutores e bolsistas do Programa Inova Talentos do IEL. Esta é uma das formas de avaliar na

prática quais são as competências requeridas para atuar em projetos de inovação dentro das indústrias, e de que forma é possível desenvolver estas competências nos jovens profissionais.

Para trabalhos futuros sugere-se mapear e identificar as competências de gestão por meio de uma metodologia específica e pesquisar formas de desenvolver as competências que estimulem a inovação.

REFERENCIAS

- BOYATZIS, R. E. *The competent management: a model for effective performance*. New York: John Wiley, 1992.
- BRANDÃO, Hugo P. **Competência no trabalho: uma análise da produção científica brasileira**. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/epsic/v12n2/a07v12n2.pdf> > Acesso em 21 de novembro de 2016.
- DUECK, G. (2010): **Por que precisamos de ser uma empresa de excelência**. Frankfurt am Main.
- ERPENBECK, J. / ROSENSTIEL L. VON (2003). **Habilidades de medição manual**. Stuttgart.
- ERPENBECK, J. / ROSENSTIEL L. VON (2007): **Manual de Competências**, 2ª edição. Stuttgart.
- ERPENBECK, J. / HEYSE, V./ MAX, H. (2007): **Gestão de Competências – Métodos**. Vorgehen, KODE®, KODE®X im Praxistest. New York, Munich, Berlin.
- ERPENBECK, J. / HEYSE, V./ MAX, H. (2004): **Reconhecer, contabilizar e desenvolver habilidades**. New York, Munich, Berlin.
- FAIX, W.G. (2008): **Desenvolvimento empresarial para o crescimento e globalização**. Em: Faix, W. G. / Keck, G. / KISGEN, S / MEZGER, P. / SAILER, J. / SCHULTEN, A. (ed.): *Gestão de crescimento e globalização*. Melhor Prática Volume 3. Stuttgart, p. 17-71.
- FAIX, W.G. / LAIER, A. (1991): **Competência social. O potencial de negócios**. Erfolg. Wiesbaden.
- FALCK, O. / KIPAR, S. / WÖSSMANN, L. (2008): **Capital humano e atividades de inovação das empresas**. Pesquisa de Inovação. Disponível em: http://www.cesifo-group.de/pls/guest/download/ifo%20Schnelldienst/ifo%20Schnelldienst%202008/ifosd2008_7_2.pdf Acesso em 22 de novembro de 2015.
- FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná **Bussola da Inovação. Perfil de Inovação Industrial Paraná (2016)**. Disponível em [file:///C:/Users/Fernanda%20L%20Carelli/Downloads/Perfil_de_Inova%C3%A7%C3%A3o do Paran%C3%A1.pdf](file:///C:/Users/Fernanda%20L%20Carelli/Downloads/Perfil_de_Inova%C3%A7%C3%A3o_do_Paran%C3%A1.pdf) Acesso em 23 de novembro de 2016.
- GARCIA, R.; CALANTONE, R. *A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology*: a literature review. Journal of Product Innovation Management, Malden, v.19, 2002. P. 110-132.
- HEYSE, V. (2010): **Um método para determinar a competência e desenvolvimento de competências**. KODE® no teste prático. In: Heyse, V. (Ed.) / Erpenbeck, J. / Ortmann, S.: *estruturas básicas de competência humana*. Conceitos comprovados. Münster, p. 55-99.
- IEL/NC Instituto Euvaldo Lodi. Site disponível em <http://www.portaldaindustria.com.br/inovatalentos/conheca-o-inova/> Acesso em 23 de novembro de 2016.
- IEL/PR Instituto Euvaldo Lodi Núcleo Regional do Paraná. Site disponível em: <http://www.ielpr.org.br/inovatalentos/> Acesso em 23 de novembro de 2016
- JOURNAL DU NET: Disponível em: <http://www.journaldunet.com/management/dossiers/040640innovation/gavriloff.shtml> Acesso em 22 de novembro de 2016.
- LASTRES, H. M. M. **Advanced materials and the japanese system of innovation**. MacMillan: Londres, 1994.
- McCLELLAND, D.C. **The achievement motive in economic growth**. In: KILBY, Peter (ed.). *Entrepreneurship and economic development*. New York: The Free Press, 1972.
- OCDE. **Manual de Oslo: diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica**. Publicado pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) 3ª Edição, 2006. Disponível em <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf> Acesso em 23 de novembro de 2016.
- PERRENOUD, Phillipe. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- PwC – PricewaterhouseCoopers. **O futuro do trabalho: Impactos e desafios para as organizações no Brasil (2014)**. Disponível em <https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/futuro-trabalho-14e.pdf> Acesso em 21 de novembro de 2016.


PwC – PricewaterhouseCoopers. **Capital humano. A gestão de pessoas num mundo em transformação (2013)**. Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/revista-temas-empresariais/assets/capital-humano-13a.pdf>. Acesso em 22 de novembro de 2016.

TERRA, Jose Claudio Cyrineu. **Inovação: quebrando paradigmas para vencer**. São Paulo: Saraiva, 2007.

TIDD, J; BESSANT, J.R.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. 3.Ed.PortoAlegre:Bookman, 2008.

UNESCO. Educação um Tesouro a Descobrir. **Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI**. Brasília: 2010. Disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001095/109590por.pdf> Acesso em 21 de novembro de 2016.

World Economic Forum. (2016) **The Future of Jobs**. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf Acesso em 21 de novembro de 2016.



ECO-INOVAÇÃO: um novo conceito para o desenvolvimento das organizações

Caroline Rodrigues Vaz

Claudia Viviane Viegas

Álvaro Guillermo Rojas Lezana

1. INTRODUÇÃO

Inovação, segundo o Manual de Oslo, é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, nas organizações do local de trabalho ou nas relações externas (OECD, 1997, p. 55).

Com base nessa definição, Kemp e Pearson (2008, p.7) definiram "eco-inovação" como "a produção, assimilação ou exploração de um produto, processo de produção, serviço ou método de gestão ou de negócio que é novo para a organização e que resulta, ao longo do seu ciclo de vida, em reduções de riscos ambientais, poluição e outros impactos negativos do uso de recursos, inclusive energia, comparado com alternativas pertinentes". Devido aos impactos negativos que em geral acompanham as inovações, como emissões de poluentes e esgotamento de recursos naturais, a definição enfatiza a redução de problemas, tendo como pressuposto que os benefícios econômicos serão percebidos de alguma forma.

Nota-se que "eco-inovação" refere-se a "eco-eficiência", um modo de atuação que resulta da interseção de duas dimensões da sustentabilidade, a econômica e a social. A eco-eficiência é uma prática que se dá entre as linhas dos pilares econômicos e ambientais. Isso implica desenvolver bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas a preços competitivos e que reduzam progressivamente os impactos ambientais a um nível próximo suportável pela Terra (ELKINGTON, 2001, p. 82).

Inovações ecoeficientes são, por exemplo, as que reduzem a quantidade de materiais e energia por unidade produzida, eliminam substâncias tóxicas e aumentam a vida útil dos produtos. Porém, elas podem gerar desemprego, destruir competências, prejudicar comunidades ou segmentos da sociedade, entre outros problemas sociais. Por isso, a dimensão social deve estar presente de forma explícita, para que a inovação ecoeficiente seja também uma inovação sustentável (BARBIERI et al., 2010).

Seguindo o raciocínio dos autores Elkington (2001) e Barbieri et al. (2010), a "inovação sustentável" é a introdução (produção, assimilação ou exploração) de produtos, processos produtivos, métodos de gestão ou negócios, novos ou significativamente melhorados para a organização, que traz benefícios econômicos, sociais e ambientais, comparados com alternativas pertinentes. Note que não se trata apenas de reduzir impactos negativos, mas de avançar em benefícios líquidos. A condição ressaltada, "comparação com alternativas pertinentes", é essencial ao conceito de inovação sustentável, pois os benefícios

esperados devem ser significativos ou não negligenciáveis nas três dimensões da sustentabilidade.

Referente ao exposto, este artigo tem como objetivo trazer uma reflexão e apresentação da junção dos termos sustentabilidade e inovação, em “eco-inovação”, sendo um novo conceito para as organizações. O objetivo é proporcionar melhor entendimento sobre sua origem e evolução, classificação, determinantes, barreiras e impactos que traz quando implantado na organização.

O artigo se apresenta em seis seções, sendo a primeira composta por esta Introdução. A segunda apresenta o estado da arte de eco-inovação, desde sua origem, conceito e classificação. A terceira mostra o desenvolvimento evolucionário de eco-inovação. A quarta seção apresenta os determinantes e as barreiras para o desenvolvimento de eco-inovação dentro da organização. A quinta discute os impactos econômico, social e ambiental de eco-inovação. E por último, o artigo apresenta as conclusões e recomendações.

2. ECO-INOVAÇÃO: ORIGEM, CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO

Eco-inovação surgiu da união da Inovação e da Sustentabilidade, pela necessidade de observar nas organizações esses dois fenômenos em conjunto. Schumpeter (1982) caracteriza a **inovação** como a introdução de um novo produto, método de produção, abertura de mercado, conquista de fonte de matérias-primas, ou seja, uma novidade tanto para a organização como para o ambiente em que está inserida. Já a **sustentabilidade** é tratada por Barbieri (2007) como uma medida que substitui os processos produtivos poluidores, perdulários, insalubres e perigosos por outros mais limpos e poupadores de recursos. Uma forma de operacionalizar o conceito de sustentabilidade é por meio da análise de impactos em diferentes dimensões quantificáveis, com o uso de indicadores que permitem avaliar um determinado estado econômico, social e ambiental e apontar intervenções específicas e localizadas. Sachs (1993) inclui ainda a dimensão cultural da sustentabilidade. Historicamente, as palavras: **sustentável** e **sustentabilidade** começaram a ser empregadas associadas à palavra desenvolvimento em meados da década de 1980, tendo como pano de fundo a crise ambiental e social que desde o início dos anos de 1960 já começava a ser percebida como uma crise de dimensão planetária (BARBIERI, 2007, p. 92).

De acordo com Freeman (1996), a partir da década de 1960, ocorreram questionamentos generalizados das possibilidades futuras de crescimento econômico continuado. Essa preocupação foi justificada pelo sucesso da produção em massa,

acompanhada pela educação, o turismo e o consumo em massa de produtos e serviços. Sugeriu-se que a economia e a população mundiais entrariam em colapso no início do século XXI por conta do crescimento contínuo, do esgotamento do fornecimento de materiais, dos efeitos da poluição causada pela industrialização em massa, ou até de escassez de alimentos. Essa escassez poderia levar a um padrão diferente de crescimento, havendo uma redução significativa no consumo.

No entanto, o Maçaneiro e Cunha (2010) ressaltam que parte dessa redução de consumo deve-se às mudanças estruturais, mas a maior parte é devido a tecnologias de economia de energia e de material, tais como aquelas de redução do número e do tamanho dos componentes de produtos, que conseqüentemente reduzem rejeitos e resíduos, mas não impedem a geração de outro tipo de rejeito, causado pela obsolescência tecnológica programada. Nesse sentido, a inovação se constitui em fator fundamental para que as organizações estabeleçam padrões de sustentabilidade nas dimensões mencionadas, no entanto, essas inovações devem ser caracterizadas por bases sistemáticas. Além disso, Barbieri (2007) explica que elas devem ser equitativas com o suporte de recursos naturais existentes, introduzindo novidades que atendam às múltiplas dimensões da sustentabilidade.

Desta maneira, surgiram algumas discussões em torno de inovações para a sustentabilidade, que são chamadas de eco-inovações. Segundo Maçaneiro e Cunha (2010), o termo “eco-inovação” foi utilizado pela primeira vez por Fussler e James em seu livro *Driving Eco-Innovation*, publicado em 1996. O Quadro 1 sintetiza os conceitos apresentados pelos principais autores da área.

Quadro 1 – Conceitos de Eco-Inovação

AUTORES	DESCRIÇÃO
James (1997) Maçaneiro e Cunha (2010)	Eco-inovação é considerado como novo produto ou processo que agrega valor ao negócio e ao cliente, diminuindo significativamente os impactos ambientais.
Rennings (1998) Kemp e Foxon (2007) Arundel e Kemp (2009)	É a produção, aplicação ou exploração de um bem, serviço, processo de produção, estrutura organizacional ou de gestão ou método de negócio que é novo para a empresa ou usuário. Os resultados, durante o seu ciclo de vida, são voltados à redução de riscos ambientais, poluição e demais impactos negativos da utilização dos recursos, se comparados com as alternativas correspondentes.
Beise e Rennings (2005, p. 8)	O conceito de eco-inovação é entendido como “processos novos ou modificados, técnicas, práticas, sistemas e produtos para evitar ou reduzir os danos ambientais”.
Bernauer et al. (2006)	Eco-Inovações são todas as inovações que têm um efeito positivo sobre o meio ambiente, independentemente de este efeito ser seu principal objetivo.
Pujari (2006)	A ferramenta de eco-inovação pode ser relevante para o sucesso do ambiente de inovação, considerando aspectos locais, sociais, culturais, ecológicos e econômicos.
Andersen (2008) Foxon e Andersen (2009)	É definida como inovação que é capaz de atrair rendas verdes no mercado, reduzindo os impactos ambientais líquidos, enquanto cria valor para as organizações.

Kemp e Pearson (2008, p.7)	[...] a produção, a aplicação ou a exploração de um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional ou método de gestão de negócios que é novo para empresa ou usuário e que resulta, ao longo ao seu ciclo de vida, na redução de risco ambiental, da poluição e os impactos negativos do uso de recursos (incluindo o uso de energia) em comparação com alternativas relevantes.
Könnölä; Carrillo-Hermosilla; Gonzalez (2008)	É um processo de mudança sistêmica tecnológica e/ou social que consiste na invenção de uma ideia e sua aplicação na prática da melhoria do desempenho ambiental.
Reid e Miedzinski (2008)	É a criação de novos e competitivos esforços de produtos, processos, sistemas, serviços e procedimentos concebidos para satisfazer as necessidades humanas e proporcionar melhor qualidade de vida para todos, com utilização mínima do ciclo de vida de recursos naturais e liberação mínima de substâncias tóxicas.
OECD (2009a)	Representa uma inovação que resulta em uma redução do impacto ambiental, não importa se esse efeito é intencional ou não. O âmbito da eco-inovação pode ir além dos limites convencionais das empresa em inovar e envolver um regime social mais amplo, que provoca alterações das normas sócio-culturais e estruturas institucionais.
OECD (2010)	Eco-inovação será um fator-chave dos esforços do setor para enfrentar a mudança climática e realizar "crescimento verde" na era pós-Quito. Eco-inovação exige uma mais rápida introdução de tecnologias de ponta e uma aplicação mais sistêmica de soluções disponíveis, inclusive não as tecnológicas. Ela (eco-inovação) também oferece oportunidades para envolver novos atores, desenvolver novas indústrias e aumentar a competitividade. A mudança estrutural nas economias será imperativa nas próximas décadas.
Marchi (2011)	Todas as mudanças no portfólio de produtos ou nos processos de produção, os quais buscam metas de sustentabilidade, como a gestão de resíduos, eco-eficiência, redução das emissões, reciclagem, eco-design ou qualquer outra ação implementada pelas empresas para reduzir a sua pegada ambiental. Vale a pena notar que esta definição é baseada no efeito das atividades de inovação independente da intenção inicial e inclui melhorias incrementais e radicais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Entre os termos empregados no meio acadêmico para eco-inovação estão: *eco-innovation*, inovação verde (*green innovation*), inovação sustentável (*sustainable innovation*), inovação ambiental (*environmental innovation*) e *clean-innovation* (inovação limpa), todos considerados sinônimos (BERNAUER et al., 2006; DE MARCHI, 2012; VEUGELERS, 2012).

O termo “eco-inovação” tem sido utilizado cada vez mais nas políticas de gestão ambiental das empresas e governos, embora em contextos e situações diversas e com as variadas conotações que, infelizmente, resultam na redução do seu valor prático (FALK e RYAN, 2006; CARRILLO-HERMOSILLA et al., 2009).

Porém, existe uma diferença entre o termo eco-inovação e inovação ambiental. Moura e Avellar (2011) argumentam que a eco-inovação é adotada para identificar o fenômeno estudado, uma vez que permite uma noção mais ampla dos efeitos do fenômeno do que a permitida pela noção de inovação ambiental. A inovação ambiental é um conceito mais restrito e se refere às inovações que são previamente planejadas e destinadas para reduzir a degradação ambiental, enquanto eco-inovações, além dessas citadas, englobam também as

inovações que reduzem os impactos ambientais, sem que esses sejam o objetivo principal da ação.

Desta forma, esta situação resulta numa importante questão de como se pode classificar a eco-inovação a fim de compreender melhor suas características e transformá-las em diferenciais de sucesso para a indústria sustentável (CARRILLO-HERMOSILLA et al., 2009).

Para fins de caracterização da inovação, incluindo a eco-inovação, Christensen (2007), Carrillo-Hermosilla et al. (2009) apresentam a distinção entre mudanças radicais e incrementais, sendo elas: (i) **mudanças incrementais** referem-se à gradual e contínua melhoria de competência e modificações que preservam sistemas de produção existentes e mantenham as redes existentes, criando valor pelo acréscimo no sistema existente, no qual as inovações estão enraizadas; (ii) **mudanças radicais**, ao contrário, são substituidoras de competência, são mudanças descontínuas que buscam a substituição de componentes e sistemas existentes e/ou a criação de novas redes.

Portanto, esta distinção entre inovação radical e incremental também pode ser relacionada às funções ambientais (COHEN-ROSENTHAL, 2004). É cada vez mais compreendido que um foco em inovação incremental ao longo de caminhos estabelecidos não é suficiente para alcançar metas exigentes de sustentabilidade ambiental. A necessidade de mudança tecnológica radical ou mesmo inovação do sistema tem sido apontada como a solução (TUKKER e BUTTER, 2007; SMITH et al, 2005; NILL e KEMP, 2009). Entretanto, mudanças sistêmicas geralmente incorporam maiores benefícios potenciais que a modificação radical (OECD, 2005). Iniciativas de produção integrada sustentável, como circuito fechado de produção, podem produzir melhores resultados ambientais em médio e longo prazos, com simples modificações em processos e produtos.

Pujari (2006) salienta que a eco-inovação pode ser uma ferramenta relevante para o sucesso do sistema de inovação. Ela pode auxiliar na renovação do sistema em geral considerando aspectos locais, sociais, culturais, ecológicos e econômicos (CARRILLO HERMOSILLA, RÍO e KÖNNÖLÄ, 2010). A sobrevivência em longo prazo do sistema econômico depende da sua capacidade de criação e manutenção de processos econômicos sustentáveis, os quais não envolvem, em curto prazo, a criação de valor em detrimento da riqueza em longo prazo (PUJARI, 2006). Por isto, a inovação em longo prazo acaba por se tornar uma ferramenta essencial para a atividade industrial em toda a cadeia de suprimentos e logística até o consumidor final (HORBACH; RAMMER; RENNINGS, 2012).

Para maior entendimento, a próxima seção aborda o desenvolvimento evolucionário que o termo eco-inovação apresentou e suas terminologias, suas métricas e suas políticas adotadas dentro de uma organização.

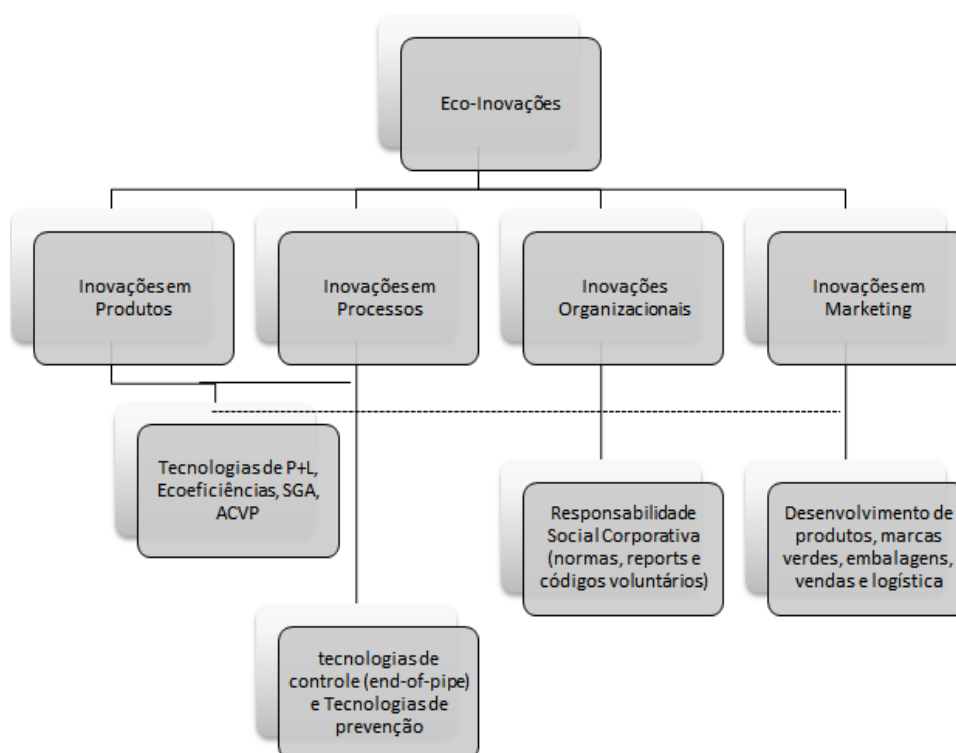
3. DESENVOLVIMENTO EVOLUCIONÁRIO DE ECO-INOVAÇÃO

Eco-inovação pode acontecer de maneira não intencional (ARUNDEL e KEMP, 2009). Segundo Kemp e Foxon (2007), a definição de eco-inovação não se restringe às inovações exclusivamente destinadas à redução dos impactos ambientais. Pode ser dividida em dois grupos (conforme mostra a Figura 1). A OECD (2009) classifica a eco-inovação da seguinte forma:

- i) **Tecnológica – inclui as inovações ou mudanças em produtos e em processos:** tende a se basear na mudança tecnológica, cobrindo uma ampla gama de objetivos tangíveis que podem melhorar as condições ambientais e se refere ao tipo de inovação que visa a reduzir ou eliminar fontes poluentes e relacionadas às técnicas de produção mais limpa (P+L);
- ii) **Não tecnológica – pode ser de três tipos:**
 - a. **Eco-inovação em marketing:** inclui novas formas de integração dos aspectos ambientais nas estratégias de comunicação e de vendas. Diz respeito à orientação da empresa para com os clientes e desempenha papel significativo em alavancar os benefícios por meio de pesquisa de mercado, contato direto, práticas de marketing (promoção, preço, embalagens, distribuição, etc.) que apelam para a consciência ambiental dos clientes; neste caso, a empresa pode alcançar melhoria e/ou desenvolvimento de produtos ecoeficientes.
 - b. **Eco-inovação organizacional:** inclui a introdução de novos métodos de gestão, como por exemplo, sistemas de gestão ambiental, estratégias empresariais, centralização e descentralização das responsabilidades ambientais e poder de decisão, programas de treinamento para a melhoria da consciência ambiental dos empregados e do desempenho da organização, bem como inclui novas formas relacionadas com outras empresas e organismos públicos e parcerias para desenvolvimento de pesquisa e projetos.
 - c. **Eco-inovações da estrutura institucional:** inclui mudanças nas normas sociais, nos padrões dos valores culturais, nas crenças e conhecimento, que conduzem a melhoramentos nas condições ambientais, por meio de práticas e

comportamento social. Também pode incluir mudança estrutural. Redefine os papéis e relações por meio de entidades independentes; normalmente, depende da aplicação da lei, de acordos internacionais ou arranjos multi-*stakeholders*, voluntários ou formais. Soluções eco-inovadoras institucionais variam desde fornecedores de água, plataforma para financiamento e desenvolvimento de tecnologias ambiental e estabelecimento de sistemas de rotulagem ecológica e sistemas de informações ambientais.

Figura 1 – Estrutura das tipologias de Eco-Inovação



Fonte: Galvão (2014, p. 81).

Bossink (2012) salienta que as abordagens de eco-inovação e gestão da sustentabilidade encontram-se relacionadas num amplo leque de gestões. E que ambas estão sendo consideradas como o desenvolvimento de novas iniciativas de uma organização para manter, melhorar e renovar a qualidade socioambiental. A eco-inovação pode inclusive abranger práticas ambientais e sociais (GALVÃO, 2014).

Andersen (2007) salienta que ao propor um conjunto de indicadores para eco-inovação, defende que além das capacidades ambientais, as estratégias proativas de responsabilidade social corporativa também são elementos chaves. De acordo com este autor,

a eco-inovação tem o potencial para conectar-se com as perspectivas de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade empresarial, o que a torna um conceito complexo e abrangente.

Rennings (1998), Andersen (2006, 2008), Kemp e Foxon (2007), Könnölä, Carrillo-Hermosilla e Gonzalez (2008), Reid e Miedzinski (2008) Arundel e Kemp (2009), Foxon e Andersen (2009), OECD (2009a, 2009b) apresentam taxonomias, tipologias, fatores, métricas e políticas empregadas ao desenvolvimento de eco-inovação.

O Anexo A apresenta as tipologias criadas por Rennings (1998), Andersen (2006, 2008), Kemp e Foxon (2007), Könnölä, Carrillo-Hermosilla e Gonzalez (2008), que dividem eco-inovação em tipologias com focos organizacional, operacional, ambiental e governamental.

Na questão **Organizacional**, Rennings (1998) divide eco-Inovação em quatro formas, sendo elas: tecnológicas, organizacional, social e institucional. Pode ser desenvolvida por organizações sem fins lucrativos, sendo ou não transacionados em mercados. No foco **Operacional**, Andersen (2006, 2008) explica que são empresas que trabalham com as políticas ambientais, mais do que na dinâmica da inovação. Porém, essas tipologias contribuem para as análises sobre a ecologização de sistemas de inovação nacional e regional, para o entendimento da capacidade inovadora de eco-inovação. No quesito **Ambiental**, Kemp e Foxon (2007) mostram que a eco-inovação não se limita apenas a novas ou melhores tecnologias ambientais, e sim estão inseridas na noção melhoria de produto ou serviço mudança organizacionais para o meio ambiente. E por fim, no foco de **Gestão e Governança**, Könnölä, Carrillo-Hermosilla e Gonzalez (2008) desenvolvem as dimensões para caracterizar os tipos de eco-inovação e chegar às respectivas implicações para a sua gestão e governança. E sustentam que, juntas, as dimensões explicam os fatores de sucesso e fracasso de uma organização.

O Anexo B mostra a caracterização das métricas desenvolvidas por Andersen (2006), Arundel e Kemp (2009) e OECD (2009b) para eco-inovação. Porém, Andersen (2006) explica que a mensuração de eco-inovação não é uma tarefa fácil, já que as maiorias dos dados disponíveis estão relacionadas com as atividades inovativas formais, sendo que outras formas de criação de conhecimento ou tecnologia também devem ser consideradas. A falta de uma definição adequada também é um fator que contribui para essa dificuldade, a qual deveria contemplar o nível e a estrutura de análise, o que deve ser incluído e o que não são questões importantes.

Para Arundel e Kemp (2009), a mensuração de eco-inovação é importante no sentido de se considerar os benefícios ambientais, sendo que a competitividade das empresas, países e mesmo regiões está cada vez mais ligada à sua capacidade de eco-inovação. Além disso, os benefícios podem ser descritos em termos de: auxiliar nas decisões políticas para compreensão e análise de tendências da atividade de eco-inovação; identificação dos condutores e dos obstáculos; sensibilização dos *stakeholders* e incentivos às empresas no aumento dos esforços de eco-inovação com base na análise dos benefícios; ajudar a sociedade a dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental; sensibilizar os consumidores para as diferenças nas consequências ambientais de produtos e estilos de vida.

Maçaneiro e Cunha (2010) explicam que as políticas de inovação preveem a melhoria da competitividade da economia e a contribuição para maior crescimento econômico e do emprego, mas na prática não funcionam como medidas ambientais e socialmente sustentáveis. Um aspecto importante a ser incluído nas políticas de inovação é a promoção da competitividade das empresas, mas evitando os efeitos ambientais negativos e respeitando os limites dos recursos.

No entanto, Rennings (1998) salienta que é necessária uma política específica para eco-Inovação, com ênfase na identificação da especialidade de eco-inovação e a sua diferenciação de outras inovações. Nesse caso, a política ambiental e a política de eco-inovação podem ser vistas de forma complementar, onde a de inovação pode ajudar a reduzir os custos da inovação social, institucional e tecnológica, especialmente nas fases de invenção e introdução no mercado e, na fase de difusão, pode ajudar a melhorar as características de desempenho de eco-inovações. Em vista disso, é de fundamental importância o quadro regulatório e de política ambiental como um fator determinante para o comportamento eco-inovativo nas empresas e instituições.

A OECD (2009a, 2009b) também destaca que é crucial para a promoção de eco-inovação uma integração das políticas de inovação com as ambientais. Em face ao seu potencial, são necessárias medidas para garantir que todo o ciclo de inovação seja eficiente, com políticas que vão desde investimentos adequados em pesquisa até o apoio à comercialização e tecnologias de ponta. Isso porque o menor preço é um dos melhores gatilhos para o desenvolvimento e difusão de tecnologias verdes. Neste sentido, o Anexo C apresenta as políticas empregadas pela OECD (2009a, 2009b) para eco-inovação.

Corroborando as ideias da OECD, Foxon e Andersen (2009) apresentam quatro conceitos ancorados no pensamento dos sistemas de inovação, que eles consideram

particularmente relevantes para o debate de políticas ambientais e de eco-inovação: 1) o conceito de “falhas do sistema”: diz respeito à identificação e segmentação de falhas do sistema específicas relacionadas à eco-inovação no dado sistema de inovação; ou seja são as falhas nos mecanismos de mercado instituídos e a racionalidade limitada das empresas para alcançar objetivos sociais definidos, que constituem em um guia mais adequado para intervenções políticas; 2) a ênfase na *path dependence* e na causalidade cumulativa: os processos de coevolução do sistema de inovação em particular, poderão dar origem a dependências de caminho, por causa da interdependência de seus componentes; as mudanças em uma parte do sistema podem exigir mudanças em outras partes complementares; 3) a importância de associar as análises setoriais ou especialização para as análises nacionais e globais: tenta ligar a análise em profundidade dos padrões de inovação de setor específico, com ampla análise do sistema nacional de inovação; 4) entendimento da dinâmica industrial e transformação de longo prazo: pensar os sistemas de inovação com potencial contribuição para a dinâmica de longo prazo de mudanças industriais.

Após a compreensão da evolução e suas métricas e políticas, o item a seguir, apresenta detalhadamente os determinantes e as barreiras enfrentadas pelas organizações quando implementada eco-inovação.

4. DETERMINANTES E BARREIRAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE ECO-INOVAÇÃO

As medidas sustentáveis exigem investimento em pesquisa e o desenvolvimento de habilidades técnicas e gerenciais por parte do agente inovador, além de demandarem período de tempo significativo até estarem em condições de serem adotadas como novo paradigma de produção. O esforço de uma empresa em ser sustentável gera custos que essa espera recuperar por meio dos benefícios resultantes de sua adoção (BELZ e SCHMIDT-RIEDIGER, 2010; FANG et al., 2011).

Em função da predisposição à sustentabilidade nas grandes empresas, a incorporação de conteúdo ambiental no processo de inovação se torna relativamente mais fácil, tendo em vista a existência de uma estrutura técnica e gerencial apta a incorporar mudanças nos processos produtivos empurradas pelo próprio desenvolvimento tecnológico da atividade (COSTA, FARIAS e FREITAS, 2011).

De acordo com Kemp e Foxon (2007), os determinantes agem como forças que impulsionam às empresas na busca de soluções internas e externas, em atendimento as

pressões regulatórias políticas ambientais do governo, aos interesses pelo lado do fornecedor ou que tendam aos interesses do lado do mercado.

Diante do exposto, percebe-se que a forma pela qual eco-inovações, é dividido e analisadas se assemelha muito à abordagem realizada pela Teoria Evolucionária (MOURA e AVELAR, 2011), que introduz a ideia de capacidades como forma de explicar as diferenças de competitividade entre firmas com perfil estrutural semelhante. Porém, eco-inovações possuem certas características distintivas, tais como o problema da dupla externalidade e a existência de determinantes regulatórios com “*push/pull effects*” (RENNINGS, 2000; DE MARCHI, 2012). Quanto ao problema de dupla externalidade, para Beise e Rennings (2005), ele ocorre porque a adoção de eco-inovações gera ‘transbordamentos’ que são facilmente acessados pelos concorrentes devido aos benefícios gerados. Com isso, dado o elevado custo dessas tecnologias em comparação com as tradicionais e o baixo nível de apropriabilidade desses tipos de inovações, a consequência inevitável é a redução dos incentivos que as empresas têm em investir em inovações ecológicas. A soma desses fatores leva ao principal diferencial de eco-inovações com as demais, que é o papel das regulações e políticas ambientais como um fator preponderante de incentivo à adoção de eco-inovações por parte das firmas.

Segundo Rennings (2000), de modo geral os determinantes de eco-inovação podem ser sumarizados em três fatores: o desenvolvimento tecnológico (*technology push*), os fatores oriundos da demanda (*market pull*), e os fatores relacionados ao ambiente regulatório (*regulatory push/pull-effect*).

Moura e Avelar (2011) apresentam as seguintes descrições para os três fatores determinantes de Eco-Inovação:

i) Fatores regulatórios: O processo econômico gera externalidades negativas que são, em última instância, inevitáveis. A externalidade é um fenômeno que pode acontecer entre consumidores, entre empresas ou entre combinações de ambos. Como forma de minimizar estes efeitos negativos, a regulação ambiental se torna um mecanismo de ação importante. A regulação é um dos principais determinantes de eco-inovação, pois o desenvolvimento tecnológico e a demanda, por si só, não conseguem ser suficientemente eficazes para incentivar e alavancar este tipo de inovação, tal como as outras tecnologias. Isso ocorre devido ao problema da dupla externalidade, uma vez que o conhecimento correspondente é facilmente acessado pelos imitadores, e os benefícios ambientais gerados têm uma característica de “bem público”. Assim, há uma dificuldade por parte do inovador de se

apropriar dos lucros advindos de eco-inovação, reduzindo os incentivos privados em adotá-las. Porém, as regulações e políticas ambientais podem beneficiar não só o meio ambiente, mas também as indústrias reguladas. Uma vez que a regulamentação ambiental seja mais rigorosa e específica, pode incentivar as empresas a buscarem inovações que minimizem o impacto ambiental e que compensem, até mesmo, o custo de conformidade com os padrões estipulados se utilizassem outras formas.

ii) *Demand pull e Technology push*: Inicialmente, nos estudos dos determinantes da mudança técnica, duas abordagens distintas foram feitas, a primeira, indicando a demanda como principal determinante da mudança técnica (teorias da indução pela demanda/*Demand Pull*), e a segunda, definindo a tecnologia como sendo o fator preponderante de sua explicação (teorias do impulso pela tecnologia/*Technology Push*). Ambos os modelos evidenciam o caráter central atribuído aos fatores de mercado (oferta e demanda) como principais determinantes do processo inovativo. A teoria do *Demand Pull* supõe o reconhecimento das necessidades de mercado pelas unidades produtivas, que tomam medidas para satisfazê-las através de suas atividades tecnológicas. Desse modo, o argumento básico é de que, geralmente, existe a possibilidade de se saber, antes do processo inovativo, a direção pela qual o mercado seguirá, induzindo assim a atividade inovativa dos produtores, guiando-se por meio dos movimentos de preços relativos e das quantidades. Já ao considerar a teoria do *Technology Push* o foco é o lado da oferta. Trata-se de um modelo linear no qual as inovações são decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico. Desse modo, o processo de inovação tem caráter sequencial, começando com a pesquisa básica, continuando através da investigação aplicada e em seguida, entra na fase de desenvolvimento. Depois da inovação realizada, a sua difusão só será feita se esta for aceita pelo mercado. Porém, estes modelos de difusão tecnológica se mostraram limitados e incapazes de analisar completamente as inovações.

iii) Teoria Evolucionária da Firma: Para a Economia Verde, as tecnologias e eco-inovações desempenham um papel estratégico no processo de mudança do paradigma produtivo, contribuindo decisivamente para a busca de processos de produção e de consumo ambientalmente mais racionais, com menor intensidade energética e material. Uma vertente teórica que vê a tecnologia e o processo de seleção destas tecnologias como fontes transformadoras da economia e do sistema produtivo é a teoria evolucionária da firma. Derivada das análises de Joseph Schumpeter, os neoschumpeterianos acreditam que a utilização de tecnologias mais adequadas e mais eficientes gera um efeito cumulativo de *lock-*

in, o qual é de difícil reversão, mudando as relações de produção e de relacionamento com os demais agentes, sejam eles fornecedores ou clientes. Nesse sentido, a Economia Verde é uma proposta que resgata ideias da Teoria Evolucionária, mas que também se fundamenta nos desenvolvimentos teóricos da Economia do Meio Ambiente (Economia Ambiental e Economia Ecológica). Nesse sentido, eco-inovações também pode ser tratado utilizando o referencial teórico neoschumpeteriano, tais quais muitos estudos recentes sobre o tema. As evidências dessa associação entre a Economia Verde e a Teoria Evolucionária, no que se trata do papel das tecnologias verdes e de eco-inovações são muitas, embora não haja até um momento um trabalho que trate de modo específico sobre essa inter-relação. No que tange aos determinantes, a Teoria Evolucionária da Firma emerge como vertente teórica importante para a compreensão do processo de mudança tecnológica. A evolução tecnológica das empresas pode ser explicada pelos conceitos de rotina, busca e seleção. Outro fator fundamental para o êxito do processo inovativo são as capacitações internas desenvolvidas ao longo do processo de aprendizado da firma.

As barreiras a eco-inovação se apresentam pela ausência ou limitações de recursos e capacidades, para promoverem mudanças e inovações ambientais que dificultam o desempenho eco-inovador da empresa (SHARMA, ARAGÓN-CORREA e RUEDA-MANZANARES, 2004). Porém, a superação de obstáculos internos e externos proporciona benefícios que são relevantes para o desempenho econômico, ambiental e social das empresas. Arundel e Kemp (2009) apontam as seguintes formas de superação de barreiras a eco-inovação: economia de materiais por meio da sua redução na fonte ou pelo uso, reciclagem e recuperação, ou menor consumo de energia e redução ou eliminação de resíduos e efluentes, durante o processo de fabricação e transporte, além da melhoria da imagem e aumento da capacidade de habilidade para criar e implantar inovações. O Anexo D apresenta detalhadamente as barreiras encontradas a eco-inovação. A próxima seção apresenta os efeitos e impactos ambientais, sociais e econômicos que a eco-inovação traz para as organizações.

5. IMPACTOS AMBIENTAL, SOCIAL E ECONÔMICO DE ECO-INOVAÇÃO

Costa, Farias e Freitas (2011) explicam que a incorporação de inovações sustentáveis nas empresas começa muitas vezes visando a atender à demanda ambiental decorrente de regulamentações. Em relação à sustentabilidade de uma atividade produtiva, observa-se que inicialmente a intenção era tratar os resíduos industriais para facilitar sua absorção pela

natureza. Esse esforço ficou conhecido como desenvolvimento de soluções *end-of-pipe* (fim de tubo) porque eram aplicadas apenas no fim do processo produtivo tendo caráter corretivo.

Desta maneira, ao focar no impacto ambiental de eco-inovação, observam-se características prós e contras. Há problemas com as definições que incidem sobre a intenção dos inovadores (PUJARI, 2006). À medida que a indústria adota uma metodologia de produtos do tipo “*end-of-pipe*” de soluções integradas para tecnologias e inovações de produtos, a motivação ambiental para a inovação pode se envolver com outras motivações (JÄNICKE, 2008). Ainda pode ser difícil estabelecer a relação entre as atividades ambientais específicas das empresas e do desempenho ambiental da indústria. Em suma, é certamente mais difícil verificar uma motivação ambiental do que um resultado ambiental, embora este último também deva ser um desafio. Isso não exclui o fato de que podem existir tecnologias destinadas à redução do impacto ambiental nas atividades de produção e consumo, além de tecnologias que produzam ganhos ambientais como um efeito adjuvante. Como informado pela OECD, a eco-inovação pode ser ambientalmente motivada, mas também pode ser consequência de outras metas, como a redução dos custos de produção (OECD, 2009).

Porém, é importante destacar a noção de impacto ambiental que destaca o efeito da ação humana sobre o ecossistema (SANCHEZ, 2008). Para esse autor, o impacto ambiental se constitui na mudança de um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, resultante de uma atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada. Quando o impacto ambiental se mostra negativo, ele gera degradação ambiental que é percebida pela redução das condições naturais e pela alteração do estado original do ambiente. A ampliação da visão de gestão ambiental ao nível da empresa foi direcionada para a produção com mínimo impacto, dentro de limites tecnológicos e econômicos, não se contrapondo ao crescimento. Assim o conceito de produção mais limpa (P+L) foi consolidado, expressando aspectos preventivos da gestão ambiental nas empresas, incorporando essa temática desde a concepção, o planejamento, a organização, até a operação produtiva da empresa, afastando-se a ideia de aguardar que resíduos sejam gerados para depois procurar tratá-los e descartá-los (GASI e FERREIRA, 2006).

As metodologias e técnicas realizadas pelas empresas no sentido de atenderem metas de gestão ambiental, inicialmente adotadas no âmbito dos processos internos, favoreceram a estruturação de canais de distribuição reversos na economia. Acerca dessa abordagem, Leite (2009) define um canal de distribuição reverso como aquele através do qual uma parcela de

produtos, com pouco uso, com ciclo de vida útil ampliado ou depois de extinta sua vida útil, retorna ao ciclo produtivo ou de negócio, readquirindo valor em mercados secundários pelo reuso ou pela reciclagem de seus materiais constituintes. Muitas dessas formas de inovações tecnológicas utilizadas como ferramentas de gestão ambiental nas empresas podem ser observadas no Modelo Hohmeyer e Koeschel (*apud* RENNINGS, 2000), que analisa as tecnologias ambientais de acordo com a etapa em que elas são incorporadas à atividade produtiva de uma empresa. Esses autores propõem que as tecnologias ambientais podem ser integradas ao processo, em diferentes momentos, como:

- i) **Na entrada** – por exemplo, através da substituição de insumos nocivos ao meio ambiente ou através da substituição de recursos naturais primários por material reciclado;
- ii) **No processo de produção** – através da otimização de um único componente do processo, ou da integração de um novo componente ao processo, ou da integração de componentes alternativos no processo, ou ainda, através da utilização de um processo de produção alternativo;
- iii) **Na saída** – através da otimização de um componente do produto, ou através da integração de um novo componente ao produto, ou através da troca de um componente do produto, ou através da substituição completa do produto.

Além da possibilidade das inovações voltadas para a sustentabilidade serem incorporadas diretamente ao processo produtivo em suas diferentes etapas, Hohmeyer e Koeschel (*apud* RENNINGS, 2000), considera que esse tipo de inovação pode ocorrer de forma adicionada, ou seja, pode ser incorporadas após a finalização do processo produtivo como meio de proteção ambiental.

Ao incorporar na organização elementos de sustentabilidade na implantação de inovações de processos e produtos, a eco-inovação propicia: a redução de custos; a diminuição do risco de impactos ambientais; o aumento da lucratividade, pelo aumento das vendas; o incremento da reputação da marca, além de propiciar capacidades valiosas para inovação (KLEWITZ; ZEYEN; HANSEN, 2012).

Nesse caso, Costa, Farias e Freitas (2011) explicam que este tipo de inovação visa reduzir os efeitos negativos da produção e do consumo, através do desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a remanufatura ou reciclagem dos produtos ou de seus componentes, ou o tratamento dos resíduos industriais ou dos produtos descartados após o consumo. É importante considerar que inovações de qualquer tipo exigem investimento em

pesquisa e o desenvolvimento de habilidades técnicas e gerenciais por parte do agente inovador, além de demandarem período de tempo significativo até estarem em condições de serem adotadas como novo paradigma de produção. O esforço de uma empresa em inovar gera custos que essa espera recuperar através dos benefícios resultantes de sua adoção. Sobre o retorno do investimento em inovações, há significativa incerteza e dificuldade de determinação porque uma inovação pode rapidamente ser copiada e assim, os benefícios serem apropriados por concorrentes que não tiveram nenhum custo direto com a inovação. No que se refere a inovações de conteúdo ambiental, esse risco é ainda mais presente uma vez que nem sempre o consumidor percebe ou está disposto a pagar mais por um produto que tenha um preço mais elevado porque foi elaborado considerando melhores práticas ambientais no processo produtivo em sua composição.

Para minimizar essas dificuldades, Rennings (2000) afirma que políticas públicas de apoio à inovação para a sustentabilidade podem ajudar a diminuir os custos tecnológicos, institucionais e sociais, especialmente nas fases de invenção e de produção no mercado. Por outro lado, a regulamentação ambiental das atividades produtivas pode ser um determinante no comportamento eco-inovador das empresas, famílias e outras instituições, isso porque as regulamentações frequentemente surgem em função de desastres ambientais decorrentes da degradação gerada pela atividade humana e atua para evitar repetições desses desastres (ROMEIRO, 1999).

De outra parte, Hall (2000) chama atenção para o fato de que as empresas mudam suas estratégias em resposta a pressões de várias fontes, destacando que posturas organizacionais podem ser modificadas como resposta a pressões sociais, econômicas ou regulatórias que obrigam empresas a se preocuparem e tratarem as questões ambientais, principalmente se a atividade produtiva é caracterizada como poluidora do meio ambiente. Corroborando com esses pensamentos, Rennings (2000) apresenta um modelo de fatores determinantes para o desenvolvimento ou adoção de eco-inovação nas empresas. De acordo com esse modelo, inovações voltadas para a sustentabilidade ou eco-inovações podem ser: empurradas pelo desenvolvimento tecnológico da atividade, empurradas pela regulamentação da atividade ou puxadas pelo mercado consumidor. Eco-inovação empurrada pelo desenvolvimento tecnológico se preocupa com a maior eficiência no uso de energia, no uso dos materiais, na qualidade do produto, ou seja, visa a aperfeiçoar os recursos produtivos através da elevação de sua produtividade. Esse tipo de eco-inovação pode ser desenvolvido pelos fornecedores de tecnologia da atividade produtiva ou pelas próprias empresas produtoras, sendo incorporadas

aos processos de produção à medida que essas empresas renovam ou ampliam sua capacidade produtiva. A eco-inovação empurrada pela regulamentação da atividade visa a atender a legislação ambiental estabelecida, incorporar padrões de segurança e saúde ocupacional para os trabalhadores das empresas, ou ainda visa preparar a empresa para mudanças esperadas na regulamentação da atividade produtiva (COSTA, FARIAS e FREITAS, 2011).

Já a eco-inovação puxada pelo mercado consumidor visa atender demandas de consumidores que valorizam aspectos ecológicos incorporados aos produtos. Essas inovações voltadas para a preservação ambiental, quando orientam as estratégias competitivas das empresas, podem assegurar a entrada em novos mercados ou ampliar a parcela de mercados já atendidos. Podem também contribuir para a redução de custos e podem também melhorar a imagem das empresas e auxiliar no desenvolvimento de práticas socioambientais. Esses fatores podem individualmente determinar o desenvolvimento de eco-inovações nas empresas como também podem, conjuntamente, justificar a incorporação de inovações sustentáveis nas empresas, ainda que seja possível identificar a predominância de algum deles (COSTA, FARIAS e FREITAS, 2011).

Essa mudança em direção as eco-inovações, em parte, é devida à pressão que o consumidor consciente e a sociedade de maneira geral exercem sobre a comunidade de negócios industriais. A ideia básica é transformar os desafios de redução de impacto ambiental em oportunidade de negócios e na implantação de mercados voltados para a sustentabilidade. As eco-inovações de produto e de processos em um determinado sistema de produção e de consumo alavancam a *performance* ambiental (BOONS et al., 2013).

Nesse sentido, Barbieri e Simantob (2007) afirmam que as inovações sustentáveis constituem peça-chave para que as organizações possam contribuir para o desenvolvimento sustentável.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Eco-inovação consiste não apenas na produção, mas na assimilação de produtos, processos e serviços que traz benefícios combinados para o meio ambiente, a saúde, a sociedade e gera um círculo virtuoso de crescimento baseado em premissas do desenvolvimento sustentável. Inovações eco-eficientes reduzem a demanda por materiais e energia, além de atenderem imperativos de impactos sociais.

Neste trabalho, revisaram-se conceitos, classificações, métricas, barreiras e perspectivas a eco-inovação, que surgiu da necessidade de se estabelecer uma dimensão

evolucionária à ideia de inovação sob o ponto de vista das variáveis sociais e ambientais. Também se destacaram os diversos e plurais conceitos de eco-inovação presentes na literatura acadêmica, com destaque para inovação verde, inovação sustentável e inovação limpa. Observou-se que a inovação ambiental possui uma concepção mais restrita do que a eco-inovação, uma vez que esta última não visa apenas à redução da degradação ambiental, mas ao atendimento de imperativos de mercado e imperativos de políticas públicas, visando à apresentação de soluções socioambientais. Verificou-se que a eco-inovação pode acelerar mudanças incrementais e radicais e que está firmemente arraigada às ideias da Teoria Evolucionária da Firma.

Existem diversas classificações de eco-inovação, podendo estar relacionadas a produtos, processos, serviços, marketing, organizações e instituições. Outro aspecto fundamental levantado no presente estudo diz respeito ao estabelecimento de métricas ou indicadores de eco-inovação, os quais possibilitam acompanhar como ela é introduzida e como pode trazer resultados para as organizações. Além disso, as políticas de eco-inovação são dependentes de fatores como aporte de capital, P&D, políticas de mercado para a comercialização das novidades, educação, formação de pessoal, redes, infraestrutura, bem como da existência de normas e regulamentos para o mercado específico de eco-inovação.

As barreiras à eco-inovação são praticamente as mesmas enfrentadas pela inovação tradicional, seja do lado da demanda (*technology-pull*), seja do lado da oferta (*technology push*). Contudo, diferentemente das inovações convencionais, a eco-inovação traz um círculo virtuoso por mudança cultural dos consumidores, que estarão mais sensíveis aos efeitos desse tipo de inovação por ele estar arraigado a questões como qualidade de vida e condicionantes à forma de sobrevivência das futuras gerações. É ainda importante observar que eco-inovações devem ser acompanhado quanto aos seus próprios impactos ambientais, não obstante os benefícios que geram. Elas são uma forma de transformação sócio-técnica e de transição para a sustentabilidade ancoradas em complexas interfaces que relacionam cidadãos, consumidores, governos e setor privado.

Recomenda-se maior atenção aos elementos de competitividade, criação de valor e ao detalhamento e especificação das métricas de acompanhamento de eco-inovação como forma de continuidade da pesquisa nesta área, visando ao aprimoramento de estudos atuais e prospecção de novos estudos.

REFERÊNCIAS

- ANDREWS, D. et al. Black and Beyond: Colour and the Mass-produced Motor Car. **Optics and Laser Technology**, vol. 38, n. 4-6, p. 377-391, 2006.
- ARUNDEL, A.; KEMP, R. **Measuring Eco-Innovation**. UNU-MERIT Working Paper Series 017, United Nations University. Netherlands: Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology, 2009.
- BARBIERI, J. C. Organizações inovadoras sustentáveis. In: BARBIERI, J. C.; SIMANTOB, M. **Organizações inovadoras sustentáveis: uma reflexão sobre o futuro das organizações**. São Paulo, Atlas, 2007.
- BARBIERI, J. C. Organizações inovadoras sustentáveis. In: BARBIERI, J. C.; SIMANTOB, M. A. (orgs.). **Organizações inovadoras sustentáveis: uma reflexão sobre o futuro das organizações**. São Paulo: Atlas, 2007.
- BARBIERI, J. C.; SIMANTOB, M. A. **Organizações Inovadoras Sustentáveis: uma reflexão sobre o futuro das organizações**. São Paulo: Atlas, 2007.
- BOONS, F. et al. Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. **Journal of Cleaner Production**, n. 45, p. 1-8, 2013.
- BOSSINK, B. **Eco-innovation and sustainability management**. New York: Routledge, 2012, 182 p.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J., DEL RÍO, P., KÖNNÖLÄ, T. **Eco-innovation**. When Sustainability and Competitiveness Shake Hands. Palgrave, London, 2009.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J.; RÍO, P. D.; KÖNNÖLÄ, T. Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. **Journal of Cleaner Production**, n. 18, p. 1073-1083, 2010.
- CARSON, R. **Silent Spring**. 1. ed. 1962. Boston: Mariner Books, 2002.
- COSTA, D. S.; FARIAS, A. S. D.; FREITAS, L. S. Utilização de Eco-Inovação no processo de manufatura de cerâmica vermelha. In: **Anais SIMPOI 2011**, São Paulo, 2011.
- DE MARCHI, V. Environmental innovation and R&D cooperation: empirical evidence from Spanish manufacturing firms. **Research Policy**. n.41, p. 614-623, 2012.
- ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca**. São Paulo: Makron Books, 2001.
- FALK, J., RYAN, C. Investing a sustainable future: Australia and the challenge of eco-innovation. **Futures**, vol. 39, p. 215-219, 2006.
- FREEMAN, C. The greening of technology and models of innovation. **Technological forecasting and social change**, v. 53, n. 1, p. 27-39, 1996.
- GALVÃO, H. M. **Influência da gestão socioambiental no desempenho da eco-inovação empresarial**, 2014, 237f. Tese (Doutorado em Administração), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- GASI, T. M. T.; FERREIRA, E. Produção Mais Limpa. In: VILELA JR. A.; DE MAJOROVIC, J. (Orgs.). **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo: Editora SENAC, 2006.
- HALL, J. Environmental Supply Chain Dynamics. **Journal of Cleaner Production**, n. 8, p. 455-471, 2000.
- HORBACH, J.; RAMMER, C.; RENNINGS, K. Determinants of eco-innovations by type of environmental impact: the role of regulatory push/pull, technology push and market pull. **Ecological Economics**. n. 78, p. 112-122, 2012.
- JAMES, P. The Sustainability Circle: a new tool for product development and design. **Journal of Sustainable Product Design**, n. 2, p. 52-57, 1997.
- JÄNICKE, M. Ecological Modernisation: New Perspectives. **Journal of Cleaner Production**, vol. 16, p. 557-565, 2008.
- KEMP, R.; FOXON, T. J. Tipology of Eco-Innovation. In: **MEI project: measuring Eco- Innovation**. European Commission, ago. 2007.
- KEMP, R.; PEARSON, P. (Eds) **Final report of the project Measuring Eco- Innovation**; Maastricht (The Netherlands), 2008, 113 p. Disponível em: <<http://www.merit.unu.edu/MEI/index.php>>. Acesso em 22 junho de 2016.
- KÖNNÖLÄ, T.; CARRILLO-HERMOSILLA, J.; GONZALEZ, P. del R. Dashboard of ecoinnovation. In: **DIME International Conference – Innovation, sustainability and policy**, sep. 2008, University Montesquieu Bordeaux IV, France.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. 2ª edição. São Paulo: Prentice Hall, 2009.
- MAÇANEIRO, M. B.; CUNHA, S. K. Eco-Inovação: um quadro de referências para pesquisas futuras. In: **XXVI Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**, novembro, 2010.
- MOURA, M. S.; AVELLAR, A. P. M. **Determinantes da Eco-Inovação no Brasil: uma análise a partir da PINTEC 2011**. Disponível em: <<https://www.anpec.org.br/encontro/.../i9-783ddceb2ae2d8d8571b5943a24a251.pdf>>. Acesso em 13 out. 2016.

- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Manual de Oslo:** diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Trad. FINEP. Rio de Janeiro: OECD; Eurostat; FINEP, 2005.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Policy Brief:** Sustainable Manufacturing and Eco-innovation: Towards a Green Economy. June 2009a.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Sustainable manufacturing and eco-innovation:** Framework, Practices and Measurement. Synthesis Report. Paris: OCDE, 2009b.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Eco-Innovation in Industry:** Enabling Green Growth, 2010.
- PUJARI, D. Eco-innovation and new product development: understanding the influences on Market performance. **Technovation**, vol. 26, n. 1, p. 76-85, 2006.
- REID, A.; MIEDZINSKI, M. **Eco-Innovation**, Final Report for Sectoral Innovation Watch, 2008.
- RENNINGS, K. Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. **Ecological Economics**. v.32, n. 2, feb., p. 319–332, 2000.
- RENNINGS, K. **Towards a Theory and Policy of Eco-Innovation** – Neoclassical and (Co-) Evolutionary Perspectives. Discussion Paper nº 98-24. 1998.
- ROMEIRO, A. R. **Desenvolvimento Sustentável e Mudança Institucional:** notas preliminares. Texto para Discussão, IE/UNICAMP, Campinas, n. 68, abr, 1999.
- SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI:** desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel e Fundação de Desenvolvimento Administrativo, 1993.
- SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- SCHOT, J.; GEELS, F. W. Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda and policy. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 20, n. 5, p. 537-554, 2008.
- SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico:** uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juros e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982. Col. Os Economistas.
- SHARMA, S.; ARAGÓN-CORREA, J. A.; RUEDA-MANZANARES, A. **A contingente resource-based analysis of environmental strategy in the ski industry**, 2004. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.378.608&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso. 13 out. 2016.

Anexo A – Tipologias de Eco-Inovação

TIPOLOGIA COM FOCO ORGANIZACIONAL		
AUTOR	TIPO	DESCRIÇÃO
Rennings (1998)	Eco-inovações tecnológicas	I) Tecnologias curativas – reparam danos (por exemplo, solos contaminados). II) Tecnologias preventivas – tentam evitar os danos ambientais, incluindo: 1) tecnologias aditivas ou de final de circuito (<i>end-of-pipe</i>), tais como as medidas que ocorrem após a produção atual e o processo de consumo; 2) tecnologias limpas ou integradas, que tratam diretamente a causa das emissões durante o processo de produção ou no nível do produto, ou seja, medidas de redução de insumos energéticos e de emissões durante a produção e o consumo.
	Eco-inovações organizacionais	São as mudanças nos instrumentos de gestão na empresa (eco-auditorias) e inovações em serviços (gestão da demanda de energia e a gestão do transporte de resíduos). Isso requer nova infra-estrutura e alterações no sistema que vai além das mudanças de uma determinada tecnologia.
	Eco-inovações sociais	São expressões dos padrões de consumo sustentáveis que têm recebido atenção crescente, sendo consideradas como mudanças nos valores das pessoas e seus estilos de vida para a sustentabilidade.
	Eco-inovações institucionais	São caracterizadas como as respostas institucionais inovadoras aos problemas de sustentabilidade, tais como as redes locais e agências, assim como uma governança global e comércio internacional. São vistas como um alicerce fundamental para a política de sustentabilidade.
TIPOLOGIA COM FOCO OPERACIONAL		
AUTOR	TIPO	DESCRIÇÃO
Andersen (2006, 2008)	Eco-inovações <i>add-on</i>	São as tecnologias de manipulação de recursos e serviços em relação à poluição, que melhoram o desempenho ambiental e são desenvolvidas pelo setor ambiental.
	Eco-inovações integradas	São os processos e produtos tecnológicos mais limpos do que os similares. Elas contribuem para as soluções dos problemas ambientais dentro da empresa ou em outras organizações, tais como órgãos públicos e famílias, por isso são integradas.
	Eco-inovações de produto alternativo	São as novas trajetórias tecnológicas que representam as inovações radicais, as quais não são mais “limpas” do que outros produtos semelhantes, mas oferecem melhores soluções ambientais para produtos existentes. A dimensão ambiental encontra-se na produção/concepção do produto, como as tecnologias de energia renovável.
	Eco-inovações macroorganizacionais	São as estruturas organizacionais que implicam novas soluções para uma forma ecoeficiente de organização da sociedade. Significam novas maneiras de organizar a produção e o consumo em nível mais sistêmico, que requerem novas interações funcionais entre as organizações. São inovações organizacionais, mas podem incluir inovações técnicas, que enfatizam a importância da dimensão espacial para a eco-inovação e a necessidade de mudança organizacional e institucional.
	Eco-inovações de propósito geral	São aquelas tecnologias de uso geral que afetam profundamente a economia e o processo de inovação, contribuindo para uma série de outras inovações tecnológicas e definindo o paradigma tecnoeconômico dominante.
TIPOLOGIA COM FOCO AMBIENTAL		
AUTOR	TIPO	DESCRIÇÃO
Kemp e Foxon (2007)	Tecnologias ambientais	São as tecnologias de controle de poluição; processo de produção limpo; equipamentos de gestão de resíduos; monitoramento ambiental e instrumentação; tecnologias verdes de energia, de abastecimento de água e de controle de ruído e de vibração.
	Inovações organizacionais para o ambiente	É a introdução de métodos organizacionais e sistemas de gestão para lidar com as questões ambientais em produtos e produção. Exemplos são operações mais eficientes dos processos e mudanças em unidades de produção, gestão ambiental e sistemas de auditoria, gestão da cadeia de valor, dentre outros.
	Inovações em produtos e serviços que oferecem	Produtos novos ou ambientalmente melhorados e serviços ambientalmente benéficos. Exemplos: serviços de gestão de resíduos sólidos e perigosos, gestão da água, consultoria ambiental, engenharia e serviços de testes e análises.

ECO-INOVAÇÃO: um novo conceito para o desenvolvimento das organizações

Vaz, C. R.; Viegas, C. V.; Lezana, A. G. R.

	benefícios ambientais	
	Sistema de inovações verde	Sistemas alternativos de produção e consumo que são mais respeitadores do ambiente do que os existentes. Envolve um conjunto de mudanças nas tecnologias de produção, conhecimento, organização, instituições e infra-estruturas e, possivelmente, mudanças no comportamento do consumidor. Exemplos: agricultura biológica e sistema energético baseado em energias renováveis.
	Tecnologias de propósito geral	São parte importante do cenário tecnológico, na medida em que dão seu nome a uma era. Elas não são rotuladas como tecnologias completamente verdes, mas com certas configurações e tipos de usos ambientais. Exemplos: Biotecnologia e Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).
TIPOLOGIA COM FOCO NA GESTÃO E GOVERNANÇA		
AUTOR	TIPO	DESCRIÇÃO
Könnölä, Carrillo-Hermosilla e Gonzalez (2008)	Dimensão de Design – Adição de componente	Desenvolvimento de componentes adicionais para melhorar a qualidade ambiental, minimizando e reparando os impactos negativos, sem necessariamente alterar o processo e o sistema que produz o problema (<i>tecnologias end-of-pipe</i>).
	Dimensão de Design – Mudança de subsistema (eco-eficiência)	Melhoria do desempenho ambiental por meio de mudanças de sub-sistemas criados pelo homem (usinas de energia ou carros). O objetivo é reduzir os impactos negativos por meio da criação de mais bens e serviços, utilizando menos recursos, com menos resíduos e poluição.
	Dimensão de Design – Mudança do sistema (eco-eficácia)	Redesenho de sistemas e seus componentes que são projetados para soluções eco-eficazes, levando em consideração os seus impactos negativos e positivos, em que os resíduos se tornam insumos para novos processos.
	Dimensão do usuário - Desenvolvimento	Incentivo e envolvimento para que os usuários (empresas ou consumidores individuais) desenvolvam eco-inovações.
	Dimensão do usuário – Aceitação pelo usuário	A aceitação da eco-inovação pelo usuário e as mudanças necessárias no comportamento são cruciais para a sua disseminação.
	Dimensão de produto/serviço - Mudanças na prestação de serviços/distribuição de produtos	Mudanças na prestação serviços e distribuição de produtos, bem como na percepção da relação do cliente, ou seja, a eco-inovação requer uma redefinição do conceito de produto/serviço e como ele é fornecido ao cliente.
	Dimensão de produto/serviço - Mudanças de redes de valor e de processos	Mudanças nas redes de valor e de outras relações e os processos que permitem a prestação do produto/serviço.
	Dimensão de governança - governança	A governança de eco-inovação se refere a novas soluções institucionais e organizacionais para resolver conflitos sobre os recursos ambientais, tanto no setor público como no privado.

Fonte: Adaptado de Maçaneiro e Cunha (2010).

Anexo B – Caracterização das métricas de Eco-Inovação

DIMENSÕES DE MENSURAÇÃO				
Autor	Dimensão	Categoria	Descrição	
Andersen (2006)	Métodos/experiências de análise	Estudos sobre a indústria ambiental	O foco de análise é sobre a mensuração das indústrias produtoras de bens e serviços, relacionados com a reparação ou mensuração/diagnóstico de problemas ambientais (emissões, reciclagem, ruído, eco-sistemas), a extração de recursos naturais (abastecimento de água, metais, minerais) e sobre os produtos verdes selecionados (tecnologias de energia renováveis e papel reciclado).	
		Eco-eficiência	Como os indicadores de eco-eficiência podem ser usados para ilustrar a capacidade de inovação da indústria, nações e regiões. As comparações internacionais do desempenho eco-eficiente são especialmente interessantes a nível setorial detalhado (área de conhecimento). No nível nacional, a análise de eco-eficiência reflete mais as diferenças estruturais da economia, ou seja, o grau de indústrias ambientais fortes, que a evolução do desempenho ambiental.	
		Análises setoriais/ empresariais	Utilização de banco de dados ambientais existentes por setores de atividade, que podem fornecer novos dados ao nível do setor/empresa. Esses dados podem fornecer informações sobre questões econômicas, sociais e ambientais para avaliar e melhorar o desempenho de sustentabilidade das empresas.	
	Fontes de dados	Patentes	Deve-se tomar cuidado na escolha das tecnologias a serem analisadas no trabalho empírico, uma vez que algumas classes de patentes não são identificadas claramente como “tecnologias ambientais”, mas sim são caracterizadas como inovações ambientalmente benéficas.	
		Investimentos em P&D para proteção ambiental	Usados para mostrar o quanto é gasto em processos e equipamentos que impeçam ou reduzam a poluição, podendo mostrar os gastos reais investidos por empresas privadas em P&D para fins ambientais.	
		Levantamentos (<i>surveys</i>)	As estatísticas de inovação precisam ser investigadas quer em <i>surveys</i> internacionais existentes ou em novos e/ou em banco de dados relacionados, tornando-se uma fonte de dados para os indicadores de eco-inovação.	
	Questões-chave para levantamento de dados	Desenvolvimento organizacional	Diz respeito a dados das capacidades ambientais das empresas e estratégias de responsabilidade social proativas.	
		Eco-empendedorismo	Dados sobre empreendedorismo ecológico, em relação ao papel das <i>startups</i> verdes para a eco-inovação.	
		Setor financeiro	Estatísticas sobre as estratégias ambientais e atividades de investimento.	
		Instituições de conhecimento e educação	Dados sobre as atividades de investigação em diferentes áreas do conhecimento e em relação à educação ambiental.	
			Política ambiental	Levantamento de dados sobre a criação de políticas propícias à inovação ambiental, incluindo estudos comparativos de efeitos e regimes.
	FATORES PARA MENSURAÇÃO			
Autor	Fatores	Categorias	Descrição	
Arundel e Kemp (2009)	Aspectos a serem medidos	Natureza e escala de uso	Informações estatísticas sobre os investimentos e as taxas de inovação para produção mais limpa, eco-eficiência, uso da abordagem do ciclo de vida e de eco-design, da produção de ciclo fechado e da ecologia industrial.	
		Condutores e barreiras	Os condutores são a regulação, a demanda de usuários, a captação de novos mercados, a redução de custos e a imagem; e as barreiras são econômicas, de regulamentação e normas, de insuficientes esforços de pesquisa, baixa disponibilidade de capital de risco, falta de demanda do mercado e do setor público, as tecnológicas, relacionadas à força de trabalho, relacionadas ao consumo, ao fornecedor e	

ECO-INOVAÇÃO: um novo conceito para o desenvolvimento das organizações

Vaz, C. R.; Viegas, C. V.; Lezana, A. G. R.

			as barreiras gerenciais.	
		Efeitos	As empresas estão mais interessadas em micro-efeito, enquanto que os decisores políticos em efeitos meso (setor) e macro (nacional); os meso-efeitos podem ser estimados por meio da agregação de micro-efeitos; as ligações entre os efeitos micro e macro são complexas, com efeitos inter-setoriais e <i>loops</i> de <i>feedback</i> .	
	Categorias para medir e analisar o processo	Medida de insumos	Despesas com P&D, pessoal de P&D e despesas com inovação (incluindo o investimento em ativos intangíveis, tais como design, software e marketing).	
		Medida de produção intermediária	Número de patentes e de publicações científicas.	
		Medida de produção direta	Número de inovações, as descrições de inovações individuais, dados sobre as vendas de novos produtos, dentre outros.	
		Medida de impacto indireto derivada de dados agregados	Mudanças na eficiência e produtividade dos recursos por meio da análise de decomposição.	
	Tópicos a serem abordados em pesquisa de eco-inovação		Considerar tanto a inovação criativa quanto a adoção de tecnologia, criando um meio de distinguir entre os dois tipos.	
			Perguntar sobre investimento de P&D em inovação criativa, o número de pessoal ativo na pesquisa sobre a eco-inovação e patentes relevantes.	
			Cobrir diferentes tipos de eco-inovação (produtos, processos e inovação organizacional, além de reciclagem, controle de poluição), a fim de identificar onde, na cadeia de valor, a eco-inovação está ocorrendo.	
			Incluir tanto eco-inovações intencionais como não intencionais, para determinar onde os incentivos de política deverão centrar-se e onde eles são desnecessários.	
		Tipos de políticas e métodos organizacionais que a empresa utiliza para identificar e corrigir os impactos ambientais. Esta informação é valiosa para avaliar se essas políticas fazem ou não a diferença, os setores onde os governos devem concentrar esforços para encorajar mais empresas a adotar políticas pró-ambientais.		
		Obter dados sobre os efeitos econômicos da eco-inovação nas vendas, nos custos de produção e no emprego, a fim de identificar esses efeitos na competitividade e possíveis implicações mais amplas.		
		Os métodos de apropriação utilizados pela empresa para se beneficiar financeiramente da eco-inovação.		
	Os condutores de eco-inovação, incluindo políticas e outros incentivos (exploração de novos mercados, imagem, dentre outros).			
CATEGORIAS PARA MENSURAÇÃO				
Autor	Categorias	Fontes de Dados	Pontos Fortes	Pontos Fracos
OECD (2009b)	Fontes genéricas de dados – Medidas de insumos	Gastos com P&D, pessoal de P&D e outros gastos.	Relativamente fácil de capturar os dados relativos.	Tendem a capturar apenas atividades formais de P&D e inovação tecnológica.
	Fontes genéricas de dados – Medidas de produção intermediárias	Número de patentes e de publicações científicas.	Explicitamente fornecem uma indicação de produção inventiva. Podem ser desagregados por grupos de tecnologia. Combinam a cobertura e detalhes de várias tecnologias.	Medem invenções ao invés de inovação e privilegiam tecnologias <i>end-of-pipe</i> . Difícil detectar inovações de processos e organizacionais. Não são comuns nas categorias de inovações ambientais, além de o valor comercial das patentes variar substancialmente.

ECO-INOVAÇÃO: um novo conceito para o desenvolvimento das organizações

Vaz, C. R.; Viegas, C. V.; Lezana, A. G. R.

Fontes genéricas de dados – Medidas de produção diretas	Número de inovações, descrições de inovações individuais, vendas de novos produtos a partir de inovações.	Medida real da inovação e dados atualizados. É relativamente fácil compilar os dados. Pode prover informações sobre tipos de inovação (radical ou incremental).	Necessidade de identificar fontes de informação adequadas. Inovações de processos e organizacionais são difíceis de serem contadas. É difícil identificar o valor relativo da inovação.
Fontes genéricas de dados – Medidas de impactos indireto	Mudanças na eficiência e na produtividade dos recursos.	Pode fornecer a ligação entre o valor do produto e o impacto ambiental. Podem ser compiladas em vários níveis: produto, empresa, setor, região e nação e representar diferentes dimensões do impacto ambiental.	Difícil de cobrir o impacto ambiental em toda a cadeia de valor. Nenhuma relação causal simples entre eco-inovação e eco-eficiência.
Levantamentos especializados – Levantamentos em grande escala	Levantamentos por questionários oficiais realizados regularmente.	Taxa de resposta alta. Pode seguir as tendências em atividades de inovação ao longo do tempo.	Geralmente podem incluir algumas questões de relevância para a eco-inovação. Eles não diferenciam despesas de capital para a eco-inovação das demais.
Levantamentos especializados – Levantamentos em pequena escala	Levantamentos únicos por questionário, entrevista.	Pode incidir sobre a eco-inovação em maior profundidade, possibilitando questionar sobre vários aspectos.	Baixas taxas de respostas. Existem apenas alguns levantamentos internacionais.
Levantamentos especializados - Painéis de levantamento	Coleta de informações das mesmas empresas ao longo do tempo.	Pode prover informações sobre tamanho, nível, direção e fontes de atividades de inovação. É possível identificar tendências e mudanças no comportamento inovativo ao longo do tempo.	Onerosa para conduzir.

Fonte: Adaptado de Maçaneiro e Cunha (2010).

Anexo C - Políticas de Eco-inovação

POLÍTICAS APLICADAS A ECO-INOVAÇÃO			
Autor	Áreas e Medidas	Categorias	Descrição
OECD (2009a, 2009b)	Áreas e medidas para melhorias do lado da oferta	Apoio de capital	Medidas para a iniciativa privada no desenvolvimento de tecnologias inovadoras por meio de capital de risco; no entanto, poucas até agora foram introduzidas para o desenvolvimento de tecnologias ambientais.
		Pesquisa e desenvolvimento	Também somente alguns países focaram na mudança de investimentos de P&D para o ambiente ou eco-inovação, sendo que as tecnologias da informação, biotecnologia e nanotecnologia poderão ser de grande relevância à eco-inovação.
		Pré-comercialização	Iniciativas do governo podem ajudar as empresas a levar suas novas tecnologias ambientais para o mercado, já que elas ainda não estão bem desenvolvidas ou por ter outros obstáculos para a comercialização.
		Educação e formação	São fatores essenciais ao desenvolvimento do capital humano necessário à eco-inovação, tomando-se medidas para integrar a educação ambiental nos currículos escolares ou de formação profissional.
		Redes e parcerias	Os governos podem promover parcerias público-privadas e plataformas de redes de eco-inovação.
		Infra-estrutura	Esta área até agora não foi o centro das políticas de inovação dos países, tendo pouca infra-estrutura de tecnologia de comunicação, levando-se em conta as medidas de eco-inovação.
	Áreas e medidas para melhorias do lado da demanda	Regulamentos e normas	Indústrias tendem a considerar a regulamentação ambiental como um fardo indesejável, acrescentando custos e reduzindo a competitividade; no entanto, normas e regulamentos flexíveis e bem projetados poderiam ajudar a difundir tecnologias ambientais avançadas e eco-produtos, criando a demanda.
		Contratos públicos e apoio à demanda	Os governos podem criar contratos como forma de estimular a inovação, apoiando diretamente os consumidores com subsídios, incentivos fiscais ou outros benefícios para incentivar a adoção de eco-produtos e serviços.
		Transferência de tecnologia	É um meio para os países importadores de tecnologia aumentar a eficiência dos recursos em um tempo relativamente curto.

Fonte: Adaptado de Maçaneiro e Cunha (2010).

Anexo D – Barreiras à Eco-Inovação

Barreiras	Descrição
Tecnológicas	Disponibilidade de tecnologias para a aplicação específica. Capacidade de desempenho de tecnologias sob algumas exigências econômicas e padrões de desenho de processos. Maior grau de sofisticação com operações de algumas tecnologias de redução de resíduos. Fracas alternativas substâncias para substituição de componentes perigoso.; Ceticismo no desempenho de certas tecnologias e inflexibilidades dos processos.
Financeiras	Custo de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias. Custos relacionados ao risco de mudanças dos processos com consideração à aceitação do cliente e qualidade do produto. Não abrangência da avaliação dos custos e análise do custo-benefício, bem como método de cálculo dos custos. Economias de escala que impedem as empresas menores de investir em opções de redução de resíduos (por exemplo, as tecnologias em estações destinadas a recuperação). Possibilidades que o investimento na modificação de processo pode ser ineficiente para as empresas mais antigas.
Força de Trabalho	Limitação das pessoas no gerenciamento da mudança, controle e implementação das tecnologias de redução de resíduos. Incapacidade de gerir um programa adicional dentro da empresa e, portanto, relutância para lidar com o programa de redução de resíduos. Fraco compromisso da alta gerencia e falta de cooperação e comunicação interna, além da rigidez hierárquica para promover mudanças. Relutância em principio para iniciar a mudança na empresa. Fracas educação, treinamento e motivação dos empregados e fraca experiência dos supervisores.
Regulatórias	Aumento da exigência legal e dos requisitos de conformidade ambiental. Incerteza sobre o futuro das regulamentações ambientais. Foco no cumprimento da regulamentação pelo uso da tecnologia de tratamento convencional de fim-de-tubo (<i>end-of-pipe</i>), que pode resultar em investimento nessas tecnologias de tratamento em vez das tecnologias de redução de resíduos na fonte.
Clientes e Fornecedores	Díficeis especificações do produto. Exigência dos clientes para atendimento das conformidades ambientais aplicadas aos produtos. Falta de apoio do fornecedor em termos de publicidade do produto, bom serviço de manutenção, experiência de ajustes de processos e assim por diante.

Fonte: Galvão (2014).



Análise da difusão da tecnologia solar fotovoltaica no Brasil sob a ótica do Sistema de Inovação

Thiago Carrano de Albuquerque Bernardes
Mauricio Uriona Maldonado

1. INTRODUÇÃO

O setor energético é de extrema importância para o desenvolvimento socioeconômico de uma nação, existindo fortes indícios de que ocorre uma correlação entre o consumo de energia e alguns indicadores sociais, como analfabetismo, mortalidade infantil e expectativa de vida (GOLDEMBERG, 1998).

Atualmente, há uma busca intensa, por parte dos governos e organizações, por outras fontes de energia renováveis, que apresentem um menor custo e impacto ambiental, uma vez que o petróleo e o gás natural, que têm sido amplamente utilizados na geração de energia, se tornam cada vez mais escassos e caros, além de serem responsáveis por parte da poluição atmosférica e por crises políticas e econômicas em várias partes do planeta.

Facilitar a adoção de tecnologias de energia renováveis, tais como painéis fotovoltaicos, tem sido uma das políticas preferidas para se vencer a este desafio energético. A energia fotovoltaica funciona com o princípio da conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares (ANEEL, 2008). Caracterizando-se assim como uma fonte de energia não poluente durante sua utilização e com baixa manutenção, tendo fácil inserção em lugares remotos.

No caso do Brasil, o consumo per capita de energia ainda é baixo. A grande quantidade de recursos naturais de que o país dispõe indica uma vantagem comparativa para o desenvolvimento de uma matriz energética limpa e um acesso à energia barata (QUAGLIO, 2011).

Neste contexto, o presente trabalho busca avaliar o desenvolvimento do Sistema Tecnológico de Inovação (STI) da geração de energia fotovoltaica no Brasil sob a ótica dos indicadores presentes na metodologia de Hekkert et. al. (2007).

O trabalho está organizado da seguinte forma. Na Seção 2, uma breve explicação sobre a abordagem teórica é dada. Na Seção 3, será apresentada a metodologia utilizada para analisar os dados. Na seção 4, a evolução funcional do STI do Brasil e seu desempenho em termos de capacidade energética fotovoltaica instalada são descritos. Seção 5 termina com algumas conclusões e insights sobre o tema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Um STI pode ser descrito como um grupo de rede (s) de agentes que interagem numa especificada área econômico/industrial sob uma infra-estrutura institucional em particular ou um conjunto de infra-estruturas e envolvida na geração, difusão, e a utilização de tecnologia (STANKIEWICZ et. al, 1991).

Os componentes estruturais de um STI são atores, redes e instituições. Os atores são agentes envolvidos como desenvolvedores, promotores, financiadores, fornecedores e usuários da tecnologia. Eles podem ser governamental, não-governamental, de mercado ou não mercantil, organizações, grupos e indivíduos. As redes são relacionamentos entre os atores. Eles se referem à comunicação, normativa e as interações financeiras nas quais o conhecimento e as informações relativas à tecnologia são transmitidos a partir de um agente para o outro. As instituições são as regras que regulam a ação e interação dos atores do sistema (EDQUIST, 1997; JACOBSSON, 2004).

Um grande desenvolvimento teórico do quadro STI tem sido a alegação de que um STI executa atividades chave e processos que contribui para o objetivo primário do sistema de inovação, ou seja, desenvolvimento, difusão e adoção de tecnologias. Estas atividades e processos têm sido chamados funções do sistema inovação (HEKKERT, 2007; JACOBSSON, 2004; JOHNSON, 1998). Uma vez que o conceito é desenvolvido, várias listas de funções são identificadas. Bergek (2002), Suurs (2008), Negro (2007) e Hekkert et al. (2007) fornecer uma análise das funções na literatura. Recentemente, Hekkert et al. (2007) propôs sete funções que mensuram a performance do STI. Tabela 1 fornece estas funções com breves definições e suas atividades ligadas aos indicadores baseadas em Hekkert et al. (2007).

Uma série de estudos empíricos analisaram STI na base de funções (ver, por exemplo SUURS, 2009 ; ALPHEN, 2009; NEGRO, 2007). Esta abordagem tem sido chamada de abordagem funcional para analisar inovação sistemas' (BERGEK, 2008). Embora uma análise estrutural, ou seja, a entrada de atores, formação de redes e surgimento de instituições é muitas vezes incluído, o foco principal dessa abordagem é na captura do que acontece no sistema como um todo. Jacobsson e Bergek (2005) declarar que “... a principal vantagem em uma análise funcional... é que se pode separar a estrutura do conteúdo. O foco está em o que é realmente alcançado no sistema de inovação e não naquilo que os componentes são”. Portanto, o recente foco empírico tem sido sobre o mapeamento do desenvolvimento e interação das funções, analisando o seu impacto sobre a função global do STI. “A função global de um STI é produzir, difundir e utilizar inovações. Em um nível mais específico, que é uma questão de focar nas coisas que influenciam o desenvolvimento, difusão e utilização de inovações. Esses são as determinantes de inovações” (EDQUIST, 2001).

TABELA 1 : FUNÇÕES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO E SEUS RESPECTIVOS INDICADORES

Funções	Definições	Atividades ligadas aos indicadores
Desenvolvimento de empreendedorismo	Uma função dos sistemas de inovação que envolva atividades comerciais ou empresariais experimentações em torno de uma nova tecnologia.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia de fabricação e/ou instalação, construção; • Entrada de empresas/produtores.
Desenvolvimento do conhecimento	Esta função representa aprendizagem tecnológica, tais como atividades de pesquisa locais sobre a situação sócio-econômica, questões técnicas e de mercado da tecnologia.	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de pesquisas de mercado/viabilidade; • Desenvolvimento de materiais promocionais; • Desenvolvimento de novos designs/protótipos; • Testes de desempenho do modelo; • Adaptação ou modificação do modelo; • Desenvolvimento de tecnologias complementares; • Avaliação de tendências de uso de energia fotovoltaica; • Avaliar a disponibilidade de matérias-primas para produção da tecnologia; • Realização de avaliações de impacto.
Difusão do conhecimento	Esta função capta a presença de conhecimento e partilha de canais ou redes entre os principais intervenientes, tais como parcerias, workshops e extensão serviços.	<ul style="list-style-type: none"> • Formação (de engenheiros, técnicos e construtores); • Realização de campanhas de sensibilização; • Organização de conferências/workshops/ seminários/ reuniões; • Demonstrações de exposições.
Orientação da pesquisa	Esta função representa orientação aos atores para mobilizar recursos sinalizando oportunidades e prevendo expectativas positivas.	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de metas; • Desenvolvimento de regulamentos e políticas favoráveis; • Premiações; • Divulgação dos resultados das pesquisas.
Formação de mercado	Esta função implica a criação de espaços de mercado protegidos que facilitam o desenvolvimento do mercado para uma nova tecnologia desde que a nova tecnologia tenha um valor elevado em comparação com as alternativas existentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Compartilhamento dos custos do investimento (Subsídios); • Tecnologia de fabricação e/ou instalação, construção; • Definir incentivos fiscais; • Reforma regulatória.
Mobilização de recursos	Esta função representa recursos voltados para a promoção de desenvolvimento, difusão e uso de novas tecnologias.	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecimento de incentivos financeiros, subvenções (<i>funding</i>); • Proporcionar empréstimos (crédito); • Mobilização de recursos humanos, tais como a contratação de

		consultores e pessoal técnico; <ul style="list-style-type: none"> • Fornecimento de ferramentas (equipamentos).
Criação de legitimidade	Esta função captura os esforços legais de sensibilização dos atores sobre uma nova tecnologia e como a nova tecnologia pode falhar em atender a aprovação de atores-chave, tais como o governo, e falta o apoio necessário.	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades de condução legal (<i>lobbying</i>).

Fonte: Elaboração própria com base em Herkkert et al. (2007)

3. MÉTODOS DE PESQUISA

O presente trabalho tem interesse em mapear a evolução funcional dos STI. Para isso, as principais atividades e processos históricos relacionadas com atores, redes e instituições, ou seja, as funções são mapeadas e as informações são cruzadas quando possível. Uma metodologia útil para realizar esta é a análise de processos (VAN DE VEN, 1991).

O processo de coleta e análise de dados é guiado pela estrutura do STI. Foram analisados eventos relacionados com a promoção da energia fotovoltaica no Brasil utilizando a estratégia de revisar as fontes de arquivamento, tais como relatórios de projeto, documentos de política, comércio, livros, e assim por diante. Teve-se acesso a arquivos completos de ministérios do governo, institutos de pesquisa e empresas do ramo. Claramente coletar todos os eventos relacionados à inovação e difusão de energia fotovoltaica no país é uma tarefa impossível. Isto porque nem todas as atividades de produção de energia fotovoltaica foram documentadas. No entanto, a tentativa de coletar o máximo dos eventos de importância que pode ter influenciado a difusão da tecnologia fotovoltaica é válida.

Posteriormente, para estruturar eventos que necessitam serem catalogados em temas teoricamente informados (POOLE, 1990). No presente trabalho, estes temas são as funções STI. Ou seja, primeiro se reconheceu a atividade tema de cada evento e, em seguida, atribuindo-o seu respectivo indicador na lista. Uma vez que o indicador foi encontrado, foi possível de atribuir à função correspondente.

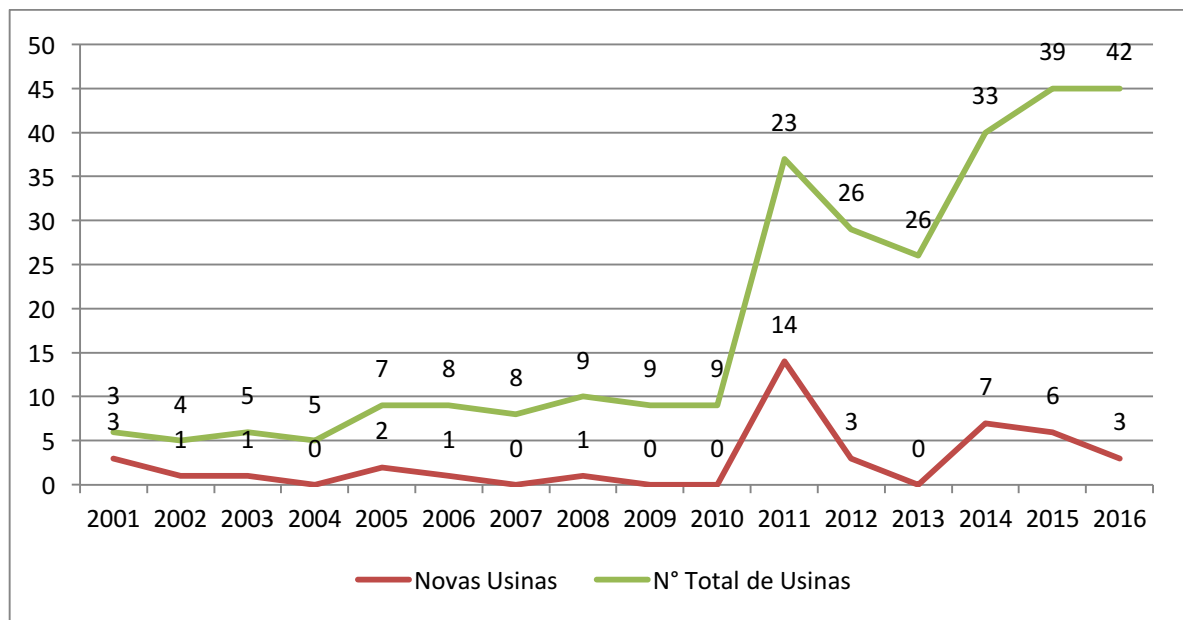
4. EVOLUÇÃO DO STI DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Esta seção descreve a evolução do STI. Para ser conciso, ela só fornecerá a visão geral da evolução funcional com base nas funções apresentadas na tabela 2 da seção anterior.

4.1. Desenvolvimento de Empreendedorismo

A função Atividade Empreendedoras busca fazer uma avaliação dos novos entrantes no sistema de inovação. Para análise desta função foram coletados os dados históricos das usinas solares implantadas no Brasil, de acordo com o Banco Informações de Geração da ANEEL, com o propósito de examinar o comportamento dos novos entrantes ao longo dos anos. O gráfico apresentado na Figura 1 inicia no ano 2001, ano este em que foi inaugurada a Usina de Araras a primeira usina solar brasileira a entrar em operação e termina no ano 2016.

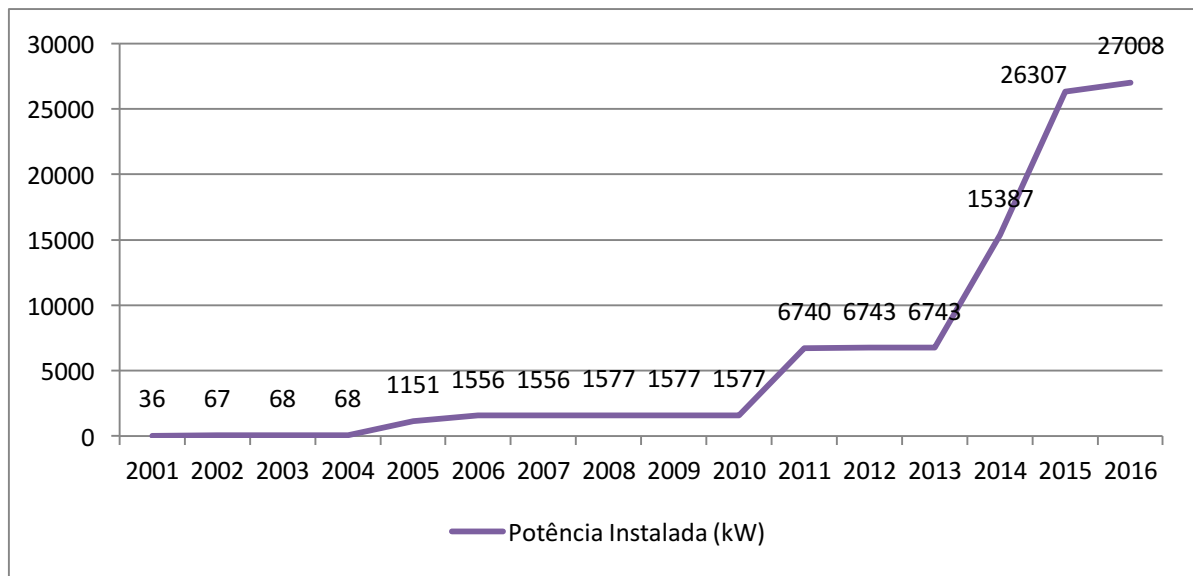
FIGURA 1: NÚMERO DE USINAS ENTRANTES NO MERCADO POR ANO E O VALOR ACUMULADO



FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE EM ANEEL(2016)

É importante se observar o baixo número de usinas solares com produção de energia em escala comercial (superior à 1.000kW de potência instalada), um total de 6 usinas das 42 instaladas atualmente no país (CGEE,2016). Esta informação se torna mais evidente ao analisar o histórico da capacidade instalada de energia solar apresentado na figura2.

FIGURA 2: HISTÓRICO DA CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA SOLAR



FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE EM ANEEL(2016)

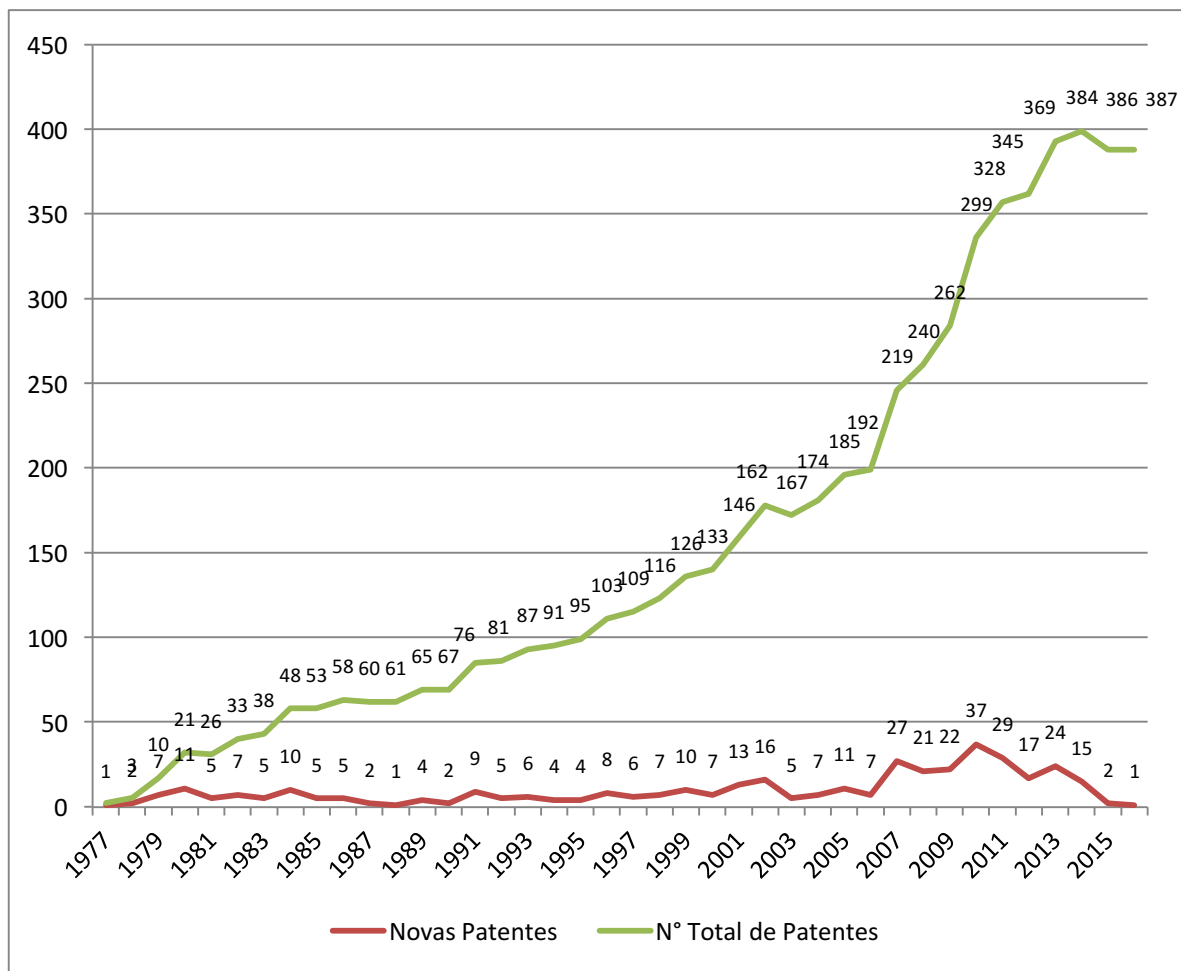
Atualmente a capacidade instalada para energia fotovoltaica se encontra no patamar de 27,008MW, porém para o próximo ano espera-se um crescimento bastante acentuado de 955,5% fazendo com que a capacidade instalada atinja a cifra de 281MW, com a entrega das nove usinas que estão sendo construídas na região de Bom Jesus da Lapa e Tabocas do Brejo Velho no sertão baiano pela empresa Enel Green Power S.A. (ANEEL,2016).

Para os próximos 20 anos, a previsão é de que o Brasil possua 152 usinas solares instaladas em seu território e que a capacidade instalada total desta fonte de energia totalize 2973MW. (ANEEL,2016).

4.2. Desenvolvimento de conhecimento

Primeiramente foram analisadas as patentes registradas com o termo "Energia Fotovoltaica" e "Energia Solar" no título no banco de dados do Instituto Nacional de Patentes Industriais (INPI), através de uma pesquisa feita no dia 23 de outubro de 2016. Ao todo foram encontradas 387 patentes registradas. A figura 3 trás o histórico de depósitos de patentes no INPE no decorrer dos anos, tendo como início o ano 1977.

FIGURA 3: NÚMERO DE PATENTES REGISTRADAS SOBRE ENERGIA SOLAR POR ANO E O VALOR ACUMULADO



FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE EMINPE(2016)

Vale destacar, que o período de 2007 á 2013 foi o período de maior número de depósitos de patente.

Das patentes encontradas durante a pesquisa, se destacaram algumas empresas multinacionais como maiores depositantes de patentes, em especial as chinesas, dentre as quais as principais são apresentadas na tabela 2. Este fato revela que o Brasil não é um detentor do capital intelectual desta tecnologia.

TABELA 2: PRINCIPAIS EMPRESAS DEPOSITANTES DE PATENTE

Depositantes das Patentes	País de origem	Nº Patentes
ZHENJIANG NEW MENGXI ENERGY TECHNOLOGY CO LTD	China	30
SIEMENS AG	Alemanha	27
SUZHOU JIAYAN ENERGY EQUIPMENT CO LTD	China	23
HIMIN SOLAR CO LTD	China	20
XIANJIE YANG	China	18
ABENGOA SOLAR NEW TECH AS	Espanha	17
CHINA HUANENG GROUP CLEANING ENERGY TECHNOLOGY RES INST CO LTD	China	15
BOSCH GMBH ROBERT	Alemanha	13
GUANGDONG FIVESTAR SOLAR ENERGY CO LTD	China	12

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE EM INPE(2016)

Cabe nesta seção ressaltar a Chamada de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Estratégico 013 no ano 2011 – Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira realizada de Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Ao final desta chamada foram apresentados 18 projetos, 17 foram aprovados, correspondendo a inserção de 24,578MW na capacidade instalada brasileira entre os anos de 2011 á 2016, correspondendo a um custo de 395 milhões aos cofres públicos. Segundo EPE (2016), o projeto envolveu diretamente, 96 empresas, 62 instituições e um total de 584 pesquisadores.

TABELA 3: EMPRESAS COM PROJETOS APROVADOS NA CHAMADA 013 de P&D da ANEEL

Empresa	Projeto	Custo do Projeto	Capacidade Instalada (MWp)
Elektro Eletricidade e Serviços S/A. (ELEKTRO)	PUCSOLAR	R\$ 8.253.250,00	0,500
Furnas Centrais Elétricas S/A. (FURNAS)	Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção para a Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira	R\$ 48.224.047,14	3,000
Companhia Energética do Ceará (COELCE)	Arranjo Técnico e Comercial para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética do Estado do Ceará – Usina	R\$ 12.059.720,36	1,500

	Castelão'		
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA)	Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira	R\$ 24.509.878,72	1,000
Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF)	Central Fotovoltaica da Plataforma Solar de Petrolina	R\$ 44.552.168,00	3,000
Companhia Energética de São Paulo (CESP)	Desenvolvimento e instalação piloto de geração fotovoltaica para Modelo Estratégico de Referência Tecnológica, Regulatória, Econômica e Comercial, inserindo esta energia na matriz energética nacional	R\$ 9.563.923,38	0,723
Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP)	Desenvolvimento de competências e avaliação de arranjos técnicos e comerciais em geração distribuída com sistemas fotovoltaicos conectados à rede	R\$ 10.003.664,00	0,600
Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A (ELETROPAULO)	Arranjos técnicos e comerciais para inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética brasileira	R\$ 23.381.047,85	1,000
Petróleo Brasileiro S/A.(PETROBRÁS)	Estudo do Impacto da Geração Fotovoltaica Centralizada no Sistema Elétrico	R\$ 21.250.000,00	1,100
Tractebel Energia S/A (TRACTEBEL)	Implantação de usina solar fotovoltaica (FV) de 3MWp e avaliação do desempenho técnico e econômico da geração FV em diferentes condições climáticas na matriz elétrica brasileira	R\$ 60.847.400,00	3,000
Eletrosul Centrais Elétricas S/A (ELETROSUL)	Ampliação da usina Megawatt Solar com novas soluções tecnológicas e estratégias comerciais (Projeto SOL+)	R\$ 2.623.002,00	1,024
CEMIG Distribuição S/A (CEMIG)	Projeto estratégico: Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira	R\$ 8.275.540,00	0,500
Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica	Inserção da geração solar fotovoltaica urbana conectada à rede em porto alegre	R\$ 11.356.889,00	0,550

(CEMIG)			
Copel Geração e Transmissão S.A (COPEL)	Comparação da geração de energia elétrica por fonte solar fotovoltaica e sua disponibilização na rede de distribuição sem e com acumulação em banco de bateria vanádio de ciclo ilimitado	R\$ 50.592.997,02	3,000
Copel Geração e Transmissão S.A. (COPEL)	Aplicação de células fotovoltaicas de fabricação nacional para geração de energia elétrica interligada a rede de distribuição no estádio Joaquim Américo do clube atlético paranaense	R\$ 24.617.579,48	1,000
MPX PECÉM II GERAÇÃO DE ENERGIA S.A. (MPX)	Arranjos técnicos e comerciais para inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética Brasileira	R\$ 8.422.678,00	1,000
Companhia Piratininga de Força e Luz (CPFL)	Inserção técnico-comercial de geração solar fotovoltaica na rede da CPFL - diversificando a matriz energética brasileira	R\$ 11.373.000,00	1,081
Celg Distribuição S.A. (CELG)	Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira	R\$ 15.997.384,05	1,000
	TOTAL	R\$ 395.904.169,00	24,578

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE EM ANEEL(2016)

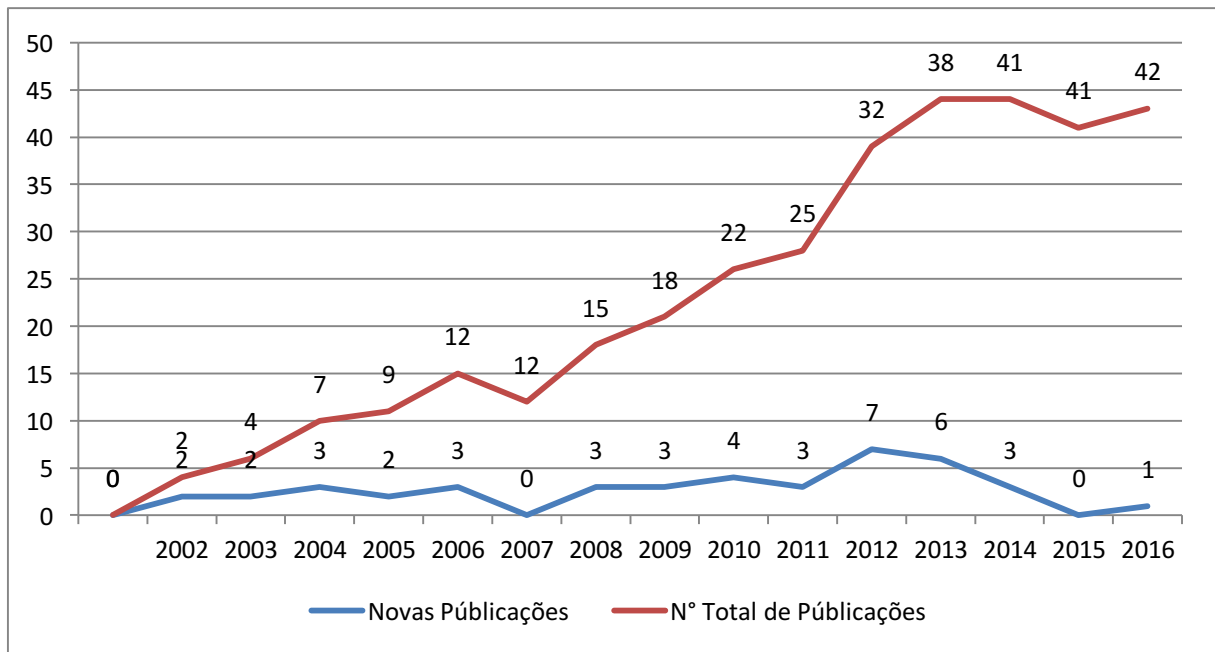
Após a análise da tabela 3, fica claro que a Chamada de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Estratégico 013 realizada pela ANEEL é responsável por quase a totalidade da capacidade instalada no Brasil atual desta energia.

4.3. Difusão de conhecimento

Relacionados à esta função foi feita uma busca no portal *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO) do Brasil com as expressões “*Solar Energy*” e “*Photovoltaic Energy*”, vale lembrar que o portal utiliza termos em inglês para realizar a busca.

A pesquisa foi realizada na data 25 de outubro 2016, visando identificar o histórico da produção acadêmica sobre o tema de energia solar fotovoltaica, os resultados podem ser observados na figura 4.

FIGURA 4: HISTÓRICO DA PRODUÇÃO ACADÊMICA REGISTRADAS SOBRE ENERGIA SOLAR POR ANO E O VALOR ACUMULADO



FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE EM SCIELO (2016)

Além da busca por produção acadêmica, foi realizada uma busca aos grupos de pesquisa que abordam o tema, junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que reúne informações sobre os grupos em atividade no país abrangendo pesquisadores, estudantes, técnicos, linhas de pesquisa em andamento e as produções científica, tecnológica e artística geradas pelos grupos (CNPq, 2016).

Apesar de ser uma base de informações de preenchimento opcional, seu universo tem aumentado ao longo do tempo, podendo-se supor relativa representatividade da comunidade científica nacional. As universidades, instituições de ensino superior e institutos que ministram cursos de pós-graduação concentram mais de 90% dos grupos de pesquisa cadastrados. Porém, as empresas privadas não fazem parte do diretório (CARNEIRO & LOURENÇO, 2003).

As informações dos grupos de pesquisa estão disponíveis no site do CNPq (<http://lattes.cnpq.br>) e podem ser obtidas através da base corrente e da base censitária. Os Censos são “fotografias” estáticas da base corrente e são realizadas de dois em dois anos (CNPq, 2016). A partir de 2002, os relacionamentos com o setor produtivo foram inseridos no questionário respondido pelos líderes dos grupos de pesquisa, passando a ser uma importante fonte de informação sobre a interação universidade-empresa no país.

As informações disponibilizadas nos Censos podem ser extraídas através do PlanoTabular, que possibilita a formatação de tabelas de acordo com as variáveis disponíveis. Estas podem ser: número de grupos por UF, instituição, região geográfica, área e grande área do conhecimento; relacionamentos com o setor produtivo, linhas de pesquisa, estudantes, pesquisadores, produção de C, T& A e técnicos (RAPINI et al., 2008).

Para verificar os grupos de pesquisa cadastrados no CNPq que atuam em linhas de pesquisas relacionadas à energia solar e energia fotovoltaica, foi realizada uma busca na base corrente do Diretório dos grupos de pesquisa do CNPq. A base corrente fornece informações recentes sobre grupos de pesquisa, cadastrados no CNPq e que atuam em diversas linhas de pesquisa.

Foram encontrados 93 grupos de pesquisa relacionados à energia solar e fotovoltaica, dos quais aqueles que possuíam parcerias com empresas em suas pesquisas foram selecionados e são apresentados na tabela 4.

TABELA 4: PRINCIPAIS GRUPOS DE ESTUDOS ATUANTES NO CAMPO DE ENERGIA SOLAR.

Grupo de Estudos	Instituição	Estado	Empresas
Grupo de Física Básica e Aplicada em Materiais Semicondutores	Universidade Federal da Bahia - UFBA	BA	COELBA
Grupo de Estudos em Energia - GREEN	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas	MG	CEMIG
Grupo de Estudos em Problemas de Energia e Meio Ambiente - LES	Universidade Federal da Paraíba - UFPB	PB	PETROBRAS/FURNAS
Grupo de Pesquisa em Instrumentação e Controle em Estudo de Energia e Meio Ambiente	Universidade Federal da Paraíba - UFPB	PB	PETROBRAS/FURNAS
Grupo de Pesquisas Energéticas e Regulação - GPER	Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco - CEFET/PE	PE	CHESF
Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia	Universidade Federal de Pernambuco - UFPE	PE	CHESF/PETROBRAS
Núcleo Tecnológico de Energia Solar Pontifícia	Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC RS	RS	CEEE
GESTE - Grupo de Estudos Térmicos e Energéticos	Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS	RS	RGE
Laboratórios de Engenharia de Processos de Conversão e Tecnologia de Energia - LEPTEN	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC	SC	ELETROSUL
Energia, Material e Tecnologia Social	Universidade Tiradentes - UNIT	SE	FURNAS
GERAR-GD - Energias Renováveis e Alternativas para Geração Distribuída	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP	SP	ELETROPAULO/CESP/CTEEP/CPFL

Grupo de Pesquisas em Eletrônica de Potência e Qualidade de Energia e Qualidade de Energia	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP	SP	ELETROPAULO/CESP/CTEEP/CPFL
Laboratório de Eficiência Energética em Edificações-LABEEEE	Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC	SC	ELETROSUL/TRACTEBEL

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE EM CNPq(2016)

Como se pode notar existe uma maior participação de grupos nos estados do Nordeste, como Pernambuco, Sergipe, Bahia e Paraíba. Os demais grupos são distribuídos em São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

4.4. Direcionamento de pesquisa

Esta função representa o direcionamento dos atores para mobilizar recursos através da sinalização de oportunidades e da visualização expectativas positivo. Inclui metas governamentais e leis de incentivo a uso da tecnologia. As principais leis e resoluções identificadas que direcionaram o desenvolvimento do setor de energia solar, são apresentados na tabela 5.

TABELA 5:PRINCIPAIS LEIS E RESOLUÇÕES DE DIRECIONAMENTO DO SETOR SOLAR

Hierarquia legal	Número	Ano	Tema
Convênio ICMS	101	1997	Concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica que específica.
Decreto Constitucional	10.438	2002	Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa).
Decreto Constitucional	10.848	2004	Dispõe sobre a atualização do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), onde foram alterados recomposição tarifária e ampliado as fontes energéticas participantes.
Resolução Normativa	77	2004	Estabelece o abatimento de 50% das tarifas de transmissão e distribuição (TUST e TUSD, respectivamente, Tarifas de Uso dos Sistemas de Transmissão e Distribuição) para usinas com até 30 MW de capacidade.
Resolução Normativa	482	2012	Garante que consumidores interessados em fornecer energia para a rede da distribuidora na qual estão conectados poderão fazê-lo, desde que obedecidos os procedimentos técnicos estabelecidos pela ANEEL.
Resolução Normativa	488	2012	Estabelece condições para revisão dos planos universalização dos serviços de distribuição de energia elétrica na área rural.
Resolução Normativa	493	2012	Estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica (MIGDI) ou Sistema Individual de Geração de

			Energia Elétrica com Fonte Intermitente (SIGFI).
Resolução	462	2014	Simplificou o processo de licenciamento ambiental para projetos situados em áreas de baixo impacto ambiental. Com esta resolução, estes locais de instalação podem ser avaliados como de baixo impacto ambiental e, portanto apresentar Estudo Ambiental Simplificado para obtenção das licenças prévia e de instalação. A emissão do estudo simplificado é, no mínimo, seis meses mais rápida do que a do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima)

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE EM SILVA (2015)

Outra forma de direcionamento observada está relacionada com o lançamento, em 2010, de uma série de documentos técnicos que retrata os possíveis futuros subsídios e tomadas de decisões no mercado de energia solar fotovoltaica do Brasil, publicado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010). Mais tarde, em 2012 foi lançado um relatório de propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz energética brasileira, através da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2012).

4.5. Formação de mercado

Esta função se refere à criação de um mercado para a nova tecnologia. Em relação à tecnologia solar fotovoltaica, primeiramente será feita uma contextualização da cadeia produtiva dos sistemas solares de produção de energia elétrica para posteriormente se discutir as barreiras mercantis, incentivos e leilões deste mercado.

De acordo com Branco (2008), a cadeia produtiva dos módulos fotovoltaicos segue a seguinte trajetória:

Silício→Lâmina→Célula→Módulo→Sistema

Para a produção das células solares podem ser utilizadas matérias-primas como: silício cristalino, silício monocristalino, silício multicristalino, silício amorfo, fitas ou filmes finos (ambos de silício), entre outros. (ZANESCO E MOEHLECKE, 2008).

No Brasil, há uma grande reserva de silício, no entanto, existem indícios de realização de pesquisas que gerem um material purificado, representado um ponto negativo devido o grande interesse que ele representa no mercado. A produção do silício purificado, além de representar uma evolução da tecnologia na energia solar fotovoltaica, oferece oportunidades otimistas em relação ao sucesso do negócio.

O mercado para esta cadeia produtiva possui muitas barreiras à entrada e exige nível elevado de investimentos, principalmente nos dois primeiros estágios da cadeia. Esta cadeia produtiva garante a fabricação de um módulo fotovoltaico que permite transformar a energia solar em energia elétrica.

Os sistemas fotovoltaicos são divididos em dois grandes grupos: os sistemas autônomos e os sistemas interligados à rede. Os sistemas fotovoltaicos autônomos, que hoje no Brasil podem ser usados no programa Luz para Todos, levam energia elétrica para população isolada da rede elétrica. São constituídos de um painel de módulo fotovoltaicos e baterias com controladores. Atualmente, o grande mercado mundial está voltado para sistemas conectados e interligados com a rede elétrica. Estes podem ser em forma de sistemas integrados nas edificações ou em grandes centrais fotovoltaicas. Eles são constituídos de painéis fotovoltaicos, associação de módulos, um inversor. Este sistema troca energia com a rede elétrica: durante o dia temos sol, produz-se energia elétrica e ela é injetada na rede; à noite se obtém energia elétrica da rede (ZANESCO e MOEHLECKE, 2008).

Porém, em termos da produção industrial, há um gargalo que precisa ser equacionado. O Brasil possui uma das maiores reservas de quartzo para a produção de silício grau solar, que é a matéria-prima fundamental para a produção das células solares. No entanto, o país não possui nenhuma indústria na área de silício grau solar nem de células solares fotovoltaicas (CGEE, 2008). A partir da abertura econômica do país, empresas brasileiras que produziam células/lâminas solares foram prejudicadas com o aumento da concorrência externa inviabilizando a produção deste tipo de tecnologia que, atualmente, acontece em escala laboratorial, ilustrando a fragilidade deste setor industrial.

Ainda referente a análise desta função vale destacar ação do o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado em 2002 por meio da Lei 10.438. Em um primeiro momento do programa a compra e venda de energia funcionava de acordo o sistema de *self dealing*, com preços teto pré-estipulados. No ano 2004 o programa foi relançado através do Decreto 5.025/2004, desta vez já sob o Novo Modelo do Setor Elétrico, criado pela lei 10.848/2004, que substituiu o *self dealing* por uma modalidade de leilão de menor tarifa. O PROINFA instituiu que seriam realizados leilões exclusivos para contratar energias renováveis provenientes de fontes eólica, solar, de biomassa e de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) como forma de incentivar o desenvolvimento e/ou aumento da participação dessas fontes no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN). Os projetos vencedores desses leilões exclusivos assinam contratos de venda de energia válidos por 20

anos, a ainda tem o poder de optar por condições especiais para financiar até 70% dos projetos pelo BNDES.

O programa ainda estabeleceu que os contratos seriam firmados prioritariamente com Produtores Independentes Autônomos (PIAs), isto é, produtores cujo controle acionário não pertencesse à qualquer concessionária de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica. Poderiam participar também fabricantes de equipamentos de geração, constituindo-se como PIAs. Além disto, para participar dos leilões ainda era preciso atender a um índice de nacionalização dos equipamentos mínimo de 60%. A partir da segunda etapa do programa, iniciada em 2009, o índice de nacionalização mínimo exigido subiu para 90%.

Até o dado momento como resultado deste programa ocorreram três leilões específicos de energia fotovoltaica, como pode ser analisado na tabela 6.

TABELA 6: HISTÓRICO DOS LEILÕES ONDE FORAM COMERCIALIZADOS ENERGIA SOLAR

Leilão	Data	Capacidade Instalada Contratada (MW)	Preço da Energia (R\$/MWh)
1º Leilão de Energia de Reserva 2014	Outubro/14	890	215,12
2º Leilão de Energia de Reserva 2015	Agosto/15	833,8	301,79
8º Leilão de Energia de Reserva 2015	Novembro/15	1115,9	249
	Total	2839,7	

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE EPE (2016)

Vale destacar que a capacidade instalada contratada nestes leilões representa a evolução da capacidade atual até o ano de 2035 quando se encerra a construção das usinas contratadas no último leilão.

4.6. Mobilização de recursos

Esta função refere-se à mobilização ou alocação de recursos que são necessários para tornar os vários processos do sistema de inovação possíveis. No Brasil, a principal organização financiadora, com importante papel no apoio tanto à expansão quanto à modernização de empreendimentos deste tipo é o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), através da linha de financiamento "Geração de Vapor e de Energia Elétrica Renovável", que apóia a geração por fontes hídricas, solar, biomassa e eólica. O valor mínimo de financiamento desta linha é de R\$ 20 milhões. Em relação à fonte solar, o prazo máximo de amortização definido pela banco é de 16 anos, além de participação máxima de financiamento de 70% dos itens financiáveis. Para obter financiamento para máquinas e equipamentos, o banco dispõe da linha BNDES Finame, que possibilita o financiamento destes ativos, desde que sejam credenciados no BNDES. Este credenciamento para

equipamentos eólicos leva em conta uma taxa de nacionalização mínima, atualmente fixada em 90% (até 2009 esta taxa era de 60%).

4.7. Criação de legitimidade

No contexto brasileiro, esta função é realizada pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). Fundada em 2013, a ABSOLAR é uma pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos que congrega empresas de toda cadeia produtiva do setor fotovoltaico com operações no Brasil. A associação coordena, representa e defende os interesses de seus associados quanto ao desenvolvimento do setor e do mercado de energia solar no país, promovendo e divulgando a utilização desta tecnologia (ABSOLAR, 2016).

Como contribuições da ABSOLAR, é possível se ressaltar:

- Elaboração de um Guia de Referência para Cobertura Jornalística de Energias Renováveis lançado de GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) em parceria com ABSOLAR no intuito de facilitar a informação de forma clara e precisa para a consulta e compreensão do público mais variado do que é energia renovável;
- Programa Mais alimentos elaborado pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário em parceria com ABSOLAR e ABEEólica (Associação Brasileira de Energia Eólica), no intuito de conceder uma linha de financiamento para pequenos produtores rurais para aquisição de equipamentos de geração eólica e fotovoltaica de energia;
- Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia em parceria com ABSOLAR e outras entidades pertinentes ao setor como ANEEL, EPE, CEEE e CEPEL. O programa visa incentivar e regularizar a geração descentralizada de energia.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho investigou a evolução do STI da energia solar fotovoltaica no Brasil, através da aplicação dos conceitos dos indicadores das funções Hekkert e da metodologia de análise dessas funções. Por sua vez os indicadores se mostraram eficientes na avaliação do desempenho do STI, sendo possível através de sua utilização mapear os impasses no desenvolvimento do STI.

A análise expõe um distúrbio na função formação de mercado do sistema, a qual

desacelera a evolução do sistema de tecnologia solar fotovoltaico brasileiro. Ainda fica claro a notoriedade do desempenho de outras funções específicas ao longo do tempo, de acordo com cada fase de desenvolvimento do STI.

O programa PROINFA se apresentou um incentivo de extrema importância para o desenvolvimento do STI da energia solar fotovoltaica no país na fase de evolução da tecnologia, tendo em vista que no período pós a implantação do programa cresce o número de novas usinas solares fotovoltaicas, que são apoiadas através de programas como a Chamada de Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de 2011 onde empresas nacionais tem oportunidade de apresentar seus projetos para obtenção de um possível financiamento do Governo Federal, que por suas vezes muitas dessas empresas realizam parcerias junto a universidades e instituições de ensino no intuito de obtenção de um auxílio nas pesquisas, consequentemente alavancando o número de publicações sobre o tema e assim sendo possível se desenvolver um possível capital intelectual na área.

Além de fornecer um panorama geral do Sistema Tecnológico de Inovação da Energia Solar Fotovoltaica, o presente artigo serve como base aos indivíduos interessados nas inovações do setor de energia solar brasileiro. Para futuros trabalhos sugere-se a aplicação de outras metodologias que analisem a dinâmica de sistemas para analisar a difusão de Energia Solar no Brasil sob outra perspectiva, e possibilitaria a comparação com o atual trabalho, tornando mais fundamentada a base para serem construídas políticas condizentes com o estágio atual de desenvolvimento desta tecnologia no país.

REFERENCIAS

- ABINEE- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. 2012..
- ABSOLAR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. Quem Somos. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/quem-somos.html>. Acesso em 13 de novembro de 2016.
- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL, p.236, 2008.
- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Banco Informações de Geração. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 23 de outubro de 2016.
- BRANCO, R. O papel das ICT's para o desenvolvimento científico tecnológico em energia solar: célula fotovoltaica. Belo Horizonte: Workshop em Prospecção Tecnológica – Energia Solar, 2008.
- BERGEK, A. Shaping and Exploiting Technological Opportunities: The Case of Renewable Energy Technology in Sweden Department of Industrial Dynamics, (PhD thesis) Department of Industrial Dynamics Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2002.
- CARNEIRO, J., LOURENÇO, R. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Campinas: Editora Unicamp, 2003.
- CGEE- CENTRO DE GESTÃO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão: Serie Documentos técnicos, Brasília, DF, 2016.
- CNPq- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Busca currículo lattes. Disponível: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/busca.do>. Acesso em: 23 de outubro 2016.

- EDQUIST, C. JOHNSON, B. Institutions and organizations in systems of innovation, in: *Systems of Innovation*, Pinter, London/ Washington, 1997.
- EDQUIST, C. The systems of innovation approach and innovation policy: an account of the state of the art, Lead Paper Presented at the DRUID Conference, Aalborg, 2001.
- EPE- Empresa de Pesquisa Energética. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Rio de Janeiro, maio/2012 (Nota Técnica). Disponível em: http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_EnergiaSolar_2012.pdf. Acesso em 14 de outubro de 2016.
- GOLDEMBERG, J. Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap. 3, p. 37-59, 1998.
- HEKKERT, M. SUURS, R. NEGRO, S. KUHLMANN, S. SMITS, M. Functions of innovation systems: a new approach for analyzing technological change, *Technol. Forecast. Soc. Chang*, p. 413–432, 2007.
- JACOBSSON, S., ANDERSSON, B., BANGENS, L. Transforming the energy system – the evolution of the German technological system for solar cells. SPRU (Science and Technology Policy Research), Electronic Working Paper Series, Brighton, 2002.
- JACOBSSON, S. BERGEK, A. A framework for guiding policy makers intervening in emerging innovation systems in “catching up” countries, RIDE/IMIT Working Paper, n.84426-013, p.84426, 2005.
- JACOBSSON, S. BERGEK, A. Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology, *Ind. Corp. Chang*, v.13, n.5, p.815–849, 2004.
- JACOBSSON, S. JOHNSON, A. The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research, *Energy Policy*, v. 28, p.625–640, 2000.
- JACOBSSON, S. The emergence and troubled growth of a “biopower” innovation system in Sweden, *Energy Policy*, v.36, n.4, p.1491–1508, 2008.
- JOHNSON, A. Functions in innovation system approaches, Unpublished Working Paper, Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology, Goteborg, 1998.
- LUNDEVALL, B. JOHNSON, B. ANDERSEN, E. DALUM, B. National systems of production, innovation and competence building, *Res. Policy*, v.31, n.2, p.213–231, 2002.
- LUNDEVALL, B. National innovation systems—analytical concept and development tool. *Ind. Innov*, v.14, n.1, p.95–119, 2007..
- NEGRO, S. Dynamics of Technological Innovation Systems, (PhDThesis) Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation, Utrecht University, 2007.
- NEGRO, S. HEKKERT, M. SMITS, R. Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion—a functional analysis, *Energy Policy*, v.35, n.2, p.925–938, 2007.
- NEGRO, S. HEKKERT, M. SMITS, R. Stimulating renewable energy technologies by innovation policy, *Sci. Public Policy*, v.35, n. 3, p. 403–416, 2008.
- QUAGLIO, S. A vantagem comparativa do país verde. Análise energia – anuário2011. São Paulo: Análise Editorial, 236p, 2011.
- RAPINI, S.; CHAVES, V.; ALBUQUERQUE, M.; CARVALHO, S. M.; RIGHI, M.; OLIVEIRA, P.; SILVA, A.; CRUZ, S. A Interação entre Empresas Industriais e Universidades em Minas Gerais: investigando uma dimensão estratégica do sistema estadual de inovação. Belo Horizonte. Mimeo, 2008.
- STANKIEWICZ, R. CARLSSON, B. On the nature, function, and composition of technological systems, *J. Evol. Econ.* 1 p.93–118, 1991.
- SILVA, R. M. Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 13 de outubro de 2016.
- SUURS, R. HEKKERT, M. Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: the case of biofuels in the Netherlands, *Technol. Forecast. Soc. Chang*, v.76, n.8, p.1003–1020, 2008.
- SUURS, R. Motors of Sustainable Innovation: Towards a Theory on the Dynamics of Technological Innovation Systems, Utrecht University, Utrecht, 2008.
- VAN DE VEN, A. HUBER, G. Longitudinal field research methods for studying processes of organizational change, *Organ. Sci*, v.1, p. 213–219, 1991.
- VAN DE VEN, A. POOLE, M. Methods for studying innovation development in the Minnesota innovation research program, *Organ. Sci.* v.1, p.313–335, 1990.
- ZANESCO, I; MOEHLECKE, A. Energia Solar Fotovoltaica: Atividades, Desafios e Oportunidades. Belo Horizonte: Workshop em Prospecção Tecnológica –Energia Solar, 2008.



Energia solar fotovoltaica em edificações como fator de Inovação

Karina Mezzari Elias

Caroline Rodrigues Vaz

Mauricio Uriona Maldonado

1. INTRODUÇÃO

A matriz energética brasileira compõe-se de aproximadamente 41% de energias renováveis. Contudo, 27,5% é composta por hidrelétricas, as quais causam um grande impacto ambiental e social. Em vista disso, busca-se um tipo de energia renovável que não prejudique o meio ambiente e que tenha uma eficiência energética. Assim, nos últimos anos, a energia solar ganhou grande notoriedade no mundo.

A energia solar é uma fonte de energia limpa e com um grande potencial a ser explorado no Brasil devido ao alto índice de irradiação solar no país, maior até do que em países líderes no uso desta fonte de energia. Além disso, o Brasil possui grandes reservas de silício, material base na constituição das placas solares.

Entretanto, em virtude do alto investimento inicial necessário na implantação das placas, este tipo de energia não é tão comum no país. A falta de incentivos e de legislação, que obriga o uso desta energia, esta área gera baixa competitividade no mercado, resultando neste alto preço. Além disso, a baixa divulgação desta energia no Brasil, comparado com as outras fontes de energia, prejudica o desenvolvimento da tecnologia no país.

As quatro grandes aplicações da energia solar em edifícios são: solar passiva, aquecimento de água, fotovoltaica (produção de eletricidade) e aquecimento de espaços (solar térmica ativa).

Neste contexto, o presente capítulo tem como objetivo apresentar a situação atual do Brasil a respeito do uso de energia solar fotovoltaica em edificações. A fim de proporcionar um entendimento nesta área. Tendo em vista, que este trabalho é a fase inicial do desenvolvimento do projeto de PIBIC (Programa Institucional de Iniciação Científica).

O artigo está dividido em sessões, sendo a primeira composta por esta introdução. A segunda sessão, apresenta uma revisão de literatura em relação a energia solar PV e edificações em áreas urbanas. A terceira sessão, mostra os procedimentos metodológicos aplicados a este estudo. A quarta sessão, apresenta o uso da energia solar em edificações urbanas. E por fim, a quinta sessão trata das considerações finais e as recomendações de trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

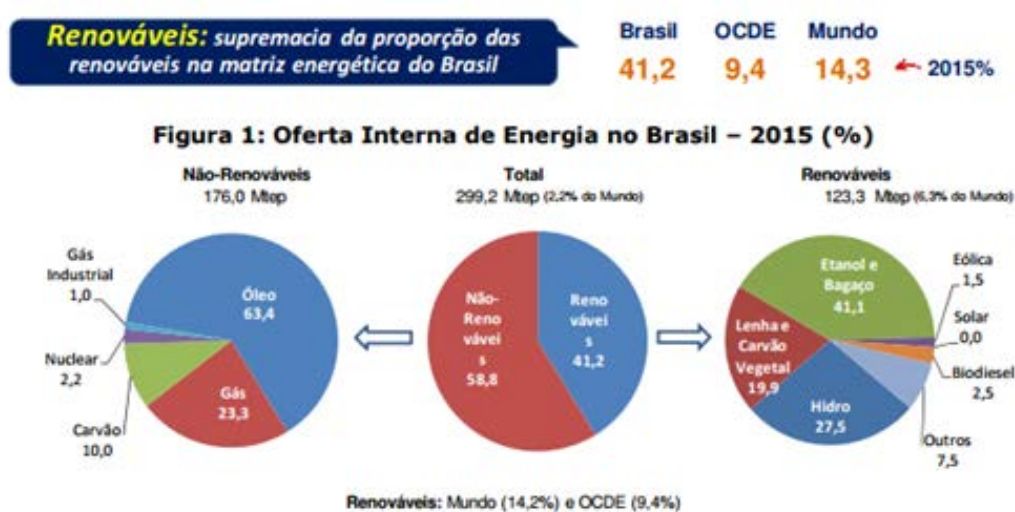
2.1 Panorama da Energia Solar fotovoltaica no Brasil

Fontes renováveis são as que possuem ciclos de renovação natural e, portanto, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta. Além disso, são consideradas fontes não convencionais de energia, pois não provêm de combustíveis fósseis. Inclui-se nesta categoria a energia solar, eólica, de biomassa, hidráulica, entre outras.

O ano de 2015 foi de grande importância para o mercado de energias renováveis. Devido ao cenário internacional de escassez de petróleo e as mudanças de clima, novas questões energéticas foram aprofundadas e, com isso, houve uma maior preocupação em pesquisas na área. Conforme os dados do Relatório da Situação Global das Energias Renováveis de 2016, houve um investimento de 286 mil milhões de dólares em eletricidade e combustíveis de origem renovável.

Contudo, o uso de energias renováveis no mundo ainda é extremamente pequeno. Segundo o Ministério de Minas e Energia (2015), apenas 14,3% do uso de energias do mundo vem de fonte renovável. Neste cenário, o Brasil se destaca com 41,2% do uso deste tipo de energia, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Oferta de Energia no Brasil



Fonte: MME-Balanco Energético Nacional (2015).

A Figura 1, pode-se observar que a oferta de energia solar no Brasil é desprezível, comparado com as outras fontes de energia renováveis. Entretanto, este tipo de energia obteve grande impulso em vários países com área menor e condições menos privilegiadas que o Brasil.

COSTA in EcoDebate (2015) comenta o por quê de a energia solar não ser tão explorada no Brasil:

“O preço e a viabilidade de uma dada fonte energética dependem muito da implementação de políticas públicas, de incentivos, de crédito com baixos juros, de redução de impostos. Enfim, de vontade política para fazer acontecer. (...) Faltam subsídios para que esta tecnologia cresça no Brasil, assim como aconteceu com outros setores da economia brasileira, principalmente no setor automotivo que contou com benefícios governamentais no passado e cresceu muito por aqui.”

2.2.1 Energia Solar PV

O sol é uma fonte inesgotável de energia gratuita e renovável. Assim, a energia solar nada mais é que o aproveitamento da luz e energia provenientes diariamente pelo sol para diversos atos do dia a dia, como, por exemplo, aquecimento de água. Ademais, esta energia pode ser aproveitada para o aquecimento do ambiente e para a produção de eletricidade.

O efeito fotovoltaico ocorre quando a luz é absorvida pela célula fotovoltaica, cujo principal elemento é o silício, ocasionando na movimentação dos elétrons presentes no material do semicondutor. Este movimento dos elétrons gera corrente elétrica, transformando a energia luminosa em eletricidade. Este efeito foi descoberto em 1839 pelo físico Edmond Becquerel, mas a primeira célula solar moderna só foi produzida em 1954 por cientistas da área espacial. A Figura 2, ilustra uma célula solar composta por silício.

Figura 2 - Célula solar composta por silício



Fonte: <http://www.portalsolar.com.br/celula-fotovoltaica> (2016).

O maior desafio para a energia solar é o alto custo de produção. Mas, conforme novos investimentos em técnicas e materiais são feitos, além do crescimento da competitividade nesta área, este custo deve ser bastante reduzido. Um exemplo é a Alemanha, líder mundial em energia solar, que produz anualmente 24.700MW. Nos últimos cinco anos, o preço da instalação de sistemas fotovoltaicos neste país reduziu cerca de 50%, devido aos grandes investimentos feitos no país em energia solar.

Desta forma o próximo item apresenta o aumento da quantidade de edificações nas cidades brasileiras, possibilitando a implantação de placas solares nos prédios.

2.2 Edificações em áreas urbanas

O crescimento populacional em conjunto com as mudanças no padrão de ocupação do solo, geram mudanças ambientais e sociais na cidade. A verticalização é um processo urbanístico que consiste na construção de inúmeros edifícios com vários pavimentos. Segundo Ramirez in Töws (1997, p.5):

“Verticalizar significa criar novos solos, sobrepostos, lugares de vida dispostos em andares múltiplos, possibilitando o abrigo, em local determinado, de maiores contingentes populacionais do que seria possível admitir em habitações horizontais e por conseguinte valorizar e revalorizar estas áreas urbanas pelo aumento potencial de aproveitamento.”

Um fator que desencadeou o início deste processo no Brasil foi à intensa industrialização que ocorreu a partir de 1955, que resultou em uma maior atratividade das cidades. Porém, o aumento populacional dos centros ocasionou a falta de espaço para moradias. Então, para resolver este problema, foram construídos edifícios com mais pavimentos, possibilitando o aumento do número de moradias ocupando um pequeno espaço no terreno. A Figura 3 ilustra o aumento da verticalização no Brasil desde 1980 até o ano de 2012.

Figura 3 - Verticalização no Brasil



Fonte: IBGE (2012).

As consequências da mudança no padrão de organização de moradias influenciam na qualidade de vida de toda a população. Assim, algumas desvantagens, como a criação de micro climas, prejudicam a vida na cidade. A partir deste fato, ROSA (2011, p.24) comenta que:

“Diversos problemas são criados pelo crescimento vertical desenfreado de uma cidade, determinada região ou zona, problemas congênitos como alta densidade populacional, criação de microclimas, dificuldades de abastecimento de água urbano, canalização do vento, maior gasto de energia elétrica, impermeabilização do solo, dificuldade na implantação e funcionamento da rede de esgotos, trânsito caótico, sombreamentos de residências, escassez de áreas verdes.”

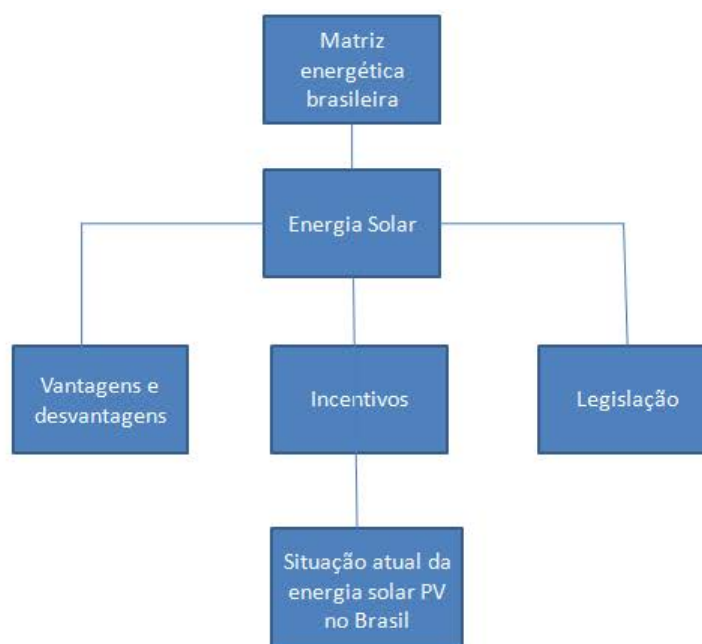
Um impacto positivo da verticalização é promover o crescimento da cidade, ao mesmo tempo, que permite uma maior aproximação das pessoas nos condomínios, promovendo um melhor relacionamento social. Além disso, auxilia o meio ambiente, já que a expansão horizontal é um dos principais responsáveis por diminuir a vegetação nativa. Ademais, há a possibilidade da colocação de telhados verdes e placas solares que, além de ajudar o meio ambiente, fornece energia para a população.

3. MÉTODO

Este artigo classifica-se como uma pesquisa descritiva e quantitativa. Segundo Diehl e Tatim_ (2004, p. 54), a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever as características em determinada população ou fenômeno, estabelecendo relações entre variáveis. Entretanto, a pesquisa quantitativa, “caracteriza-se pelo uso da quantificação tanto na coleta quanto no tratamento das informações por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples, como percentual, (...) às mais complexas (...), objetivando garantir resultados e evitar distorções de análise e de interpretação” (DIHEL e TATIM, 2004, p.51).

Portanto, primeiramente foi feita uma contextualização geral sobre a matriz energética brasileira, mostrando pequena participação da energia solar. Após isto, mostraram-se as vantagens em se obter geração de energia elétrica através do sol. Em seguida, as condições de incentivo e uso. Para então, descrever a situação atual da energia solar PV em edificações no Brasil. A Figura 4 mostra os passos realizados para descrever esta pesquisa.

Figura 4 – Passos realizados para esta pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

4. Uso de Energia Solar PV em edificações

A Energia Solar Fotovoltaica integrada em edifícios consiste na utilização de módulos fotovoltaicos na estrutura de um edifício, seja em fachadas ou coberturas. Este último é mais indicado para a instalação, já que geralmente possui um espaço disponível e recebe alto índice de irradiação solar. Assim, estes fatores permitem a geração de energia de modo eficiente. A Figura 5, mostra um exemplo de energia solar em cobertura.

Figura 5 - Energia solar em cobertura



Fonte: www.pratil.com.br (2016).

O uso de placas solares em edificações é bastante desenvolvido na Europa, uma vez que inúmeros países europeus investem neste tipo de tecnologia. Contudo, no Brasil, placas solares dificilmente são encontradas nos condomínios, mesmo que as vantagens do uso desta energia no país sejam imensas, como por exemplo o fato de ser uma forma de energia limpa, ou seja, não gerar poluentes para o meio ambiente. Outra vantagem é o baixo custo das manutenções. Entretanto, Ronald Honegger Thomé, diretor e fundador da empresa Energia Pura, tem uma visão otimista para este panorama. “A consciência da população ainda é lenta, mas há uma boa perspectiva de mudança. A energia solar em residências tem crescido muito e deve virar uma tendência no futuro”.

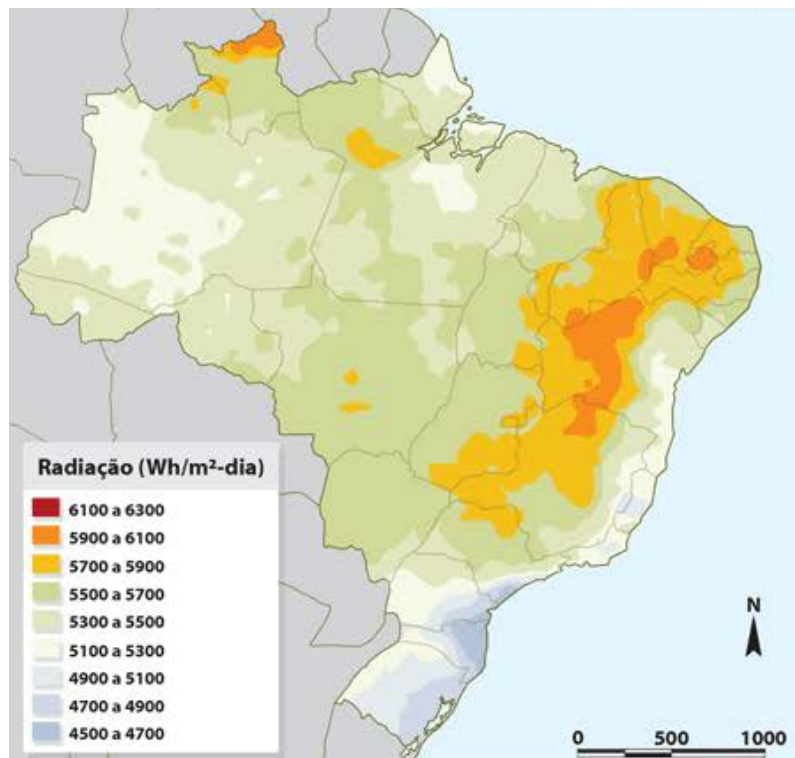
Dentro deste contexto, os próximos tópicos apresentam algumas razões ambientais, econômicas e políticas, de se utilizar a energia solar em edificações urbanas no Brasil.

4.1 Razões ambientais

O aumento da temperatura do planeta, resultante da emissão dos gases de efeito estufa na atmosfera, causa prejuízos econômicos e ambientais. Assim, intensificou-se a busca por uma energia renovável que seja eficiente e economicamente viável. A partir disto, a energia solar fotovoltaica se destacou dentre as outras, já que não polui o meio ambiente e é ilimitada. Outras vantagens deste tipo de energia, em comparação às outras fontes renováveis, é a sua instalação rápida e o fato de conter um sistema totalmente silencioso. Além disso, necessita de áreas menores que as hidrelétricas que, atualmente, é a principal fonte de energia renovável do país.

Devido a sua extensão e a proximidade com a linha do equador, o Brasil possui um grande potencial para a geração de energia elétrica através do sol. RUTHER (2010) faz um comparativo entre o potencial solar do Brasil e da Alemanha, e, a partir de mapas de radiação solar incidente, conclui que a radiação solar na região mais ensolarada da Alemanha, que é um dos líderes no uso da energia fotovoltaica (FV), é 40% menor do que na região menos ensolarada da Brasil. Além disso, segundo o Atlas brasileiro de energia solar (2006) diariamente incide entre 4.500 Wh/m² a 6.300 Wh/m² no país. A Figura 6 apresenta o mapa da radiação solar diária no Brasil.

Figura 6 – Radiação solar global diária – média anual típica



Fonte: Atlas de irradiação solar no Brasil. 1998. (Adaptado), In: Atlas da Energia-Aneel.

Os grandes desastres ambientais causados por fontes de energia, como o petróleo por exemplo, geraram uma preocupação em encontrar uma fonte que não causasse danos ao ecossistema. Assim, a principal vantagem ambiental da energia solar é o fato de ser uma energia limpa, ou seja, não gera poluentes para o meio ambiente.

4.2 Razões econômicas (eficiência energética)

Como citado anteriormente, o Brasil possui uma vantagem no setor energético devido aos altos índices de radiação solar anualmente. Contudo, o principal motivo de esta forma de energia não ser tão explorada no país é o alto investimento inicial necessário principalmente pelo custo de implantação das placas. Este valor dependerá do consumo e da demanda do edifício, por exemplo, uma placa de 140W custa aproximadamente R\$850 no mercado, segundo os dados da Revista Síndico (2015), edição 208. Um painel com essas características, em um local com cinco horas diárias de sol, pode gerar até 700W/dia.

Apesar deste alto investimento, a ausência de partes móveis e a durabilidades dos painéis solares, fazem com que o custo de manutenção seja baixo. Portanto, em longo prazo, a economia é considerável, mesmo a tarifa brasileira sendo de R\$ 0,38 por kWh, uma das mais caras do mundo. Ademais, segundo o *Green Building Council* (GBC Brasil) a instalação da energia solar resulta em uma valorização imobiliária de cerca de 30%.

No início de Outubro do ano de 2016, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) aprovou novas condições para o financiamento de energia elétrica. O banco aumentou a participação no financiamento da energia solar de 70% para 80%, além de manter em até 80% a participação em projetos de eficiência energética. Nota-se que não houve investimentos reservados a termelétricas a carvão e óleo combustível, usinas altamente poluentes. Esses benefícios dedicados à energia solar foram justificados por se tratar da fase inicial de desenvolvimento desta tecnologia no Brasil.

A síndica do Condomínio Augusto Cesar Cantinho em Botafogo no Rio de Janeiro, Henriette Kruttman, instalou placas fotovoltaicas em 2007. Em uma entrevista a Revista Síndico (2015) ela declarou que “Em cinco anos, a economia proporcionada foi enorme! Fez toda a diferença no orçamento do prédio, pois vivíamos com um sistema que era uma verdadeira bomba-relógio”. A implantação trouxe uma economia de 13.224 ao mês ao condomínio.

Outra declaração à respeito da instalação de energia solar PV em edificações presente na revista citada, foi a do síndico Nelson Barreto, do Condomínio *Queen* Victória, do estado do Rio de Janeiro: - “Solicitamos o orçamento de um projeto, que deve ser visto e votado até o fim do semestre. A maior dificuldade é convencer os moradores de que é um investimento que proporcionará uma boa economia. À primeira vista, o orçamento parece alto, mas a relação custo-benefício compensa muito”, diz ele.

4.3 Razões políticas

Nos últimos anos, diversos países criaram leis que impõem o uso de energia solar em edificações. Por exemplo, em Abril deste ano (2016), foi aprovada uma lei que obriga que todo novo edifício residencial ou comercial construído na cidade de São Francisco na Califórnia, deverá instalar placas solares no telhado. Outras cidades do estado da Califórnia, já implementaram leis similares, como Lancaster e Sebastopol, porém São Francisco foi a primeira grande cidade dos Estados Unidos a criar uma lei desse tipo.

Antes da aprovação desta lei havia uma lei estadual anterior que determinava que todos os novos prédios deveriam ter 15% da área do telhado pronta para a instalação dos painéis solares. Assim, não houve uma mudança repentina na forma de promover esta energia, facilitando, assim, a aceitação da população. A nova lei entra em vigor a partir de 2017. Ambas as leis fazem parte do “California’s Title 24 Energy Standards”

No Brasil há algumas leis e programas que incentivam o uso de energia solar. Como a Lei Complementar Nº 327, de 24 de Novembro de 2015, criada pelo prefeito de Palmas para estabelecer incentivos ao desenvolvimento tecnológico, uso e instalação do sistema de aproveitamento da energia solar em Palmas. Além disso há o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) criado pelo Ministro de Minas e Energia. Em 01 de Março de 2016 entrou em vigor as novas regras da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para a geração de energia elétrica distribuída no Brasil. Estas regras incentivam que o consumidor invista na sua própria geração de energia, facilitando o uso de energia solar no país. O sistema de compensação criado disponibiliza que o consumidor obtenha crédito caso o valor da energia gerada seja maior que a consumida, o qual poderá ser compensado na redução da conta de luz.

Outros exemplos de incentivo da geração de energia fotovoltaica no Brasil, estão o Estado do Rio Grande do Sul e a prefeitura de Palmas. A Lei Complementar Nº 327, de 24 de

Novembro de 2015, criou o programa Palmas Solar que objetiva o desenvolvimento tecnológico, o uso e a instalação de sistemas de conversão e/ou aproveitamento de energia solar no município de Palmas. Já em 06 de julho de 2016 foi feita a lei estadual 14.898 no RS que institui a Política Estadual de Incentivo ao Aproveitamento da Energia Solar. Este projeto visa estimular a geração de energia fotovoltaica em empreendimentos particulares e públicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As energias renováveis são um dos importantes assuntos para a discussão do futuro da humanidade. Essa mobilização deve-se ao fato de que a energia elétrica é fundamental para a sociedade moderna, seja no trabalho, lazer, escola, tudo está movido à energia elétrica. Assim surgiu o interesse de desenvolver formas de energia que não fossem esgotáveis, como por exemplo, a energia solar, que é dependente exclusivamente do sol.

Esta forma de energia, nos últimos anos, se destacou em vários países, principalmente na Europa. Contudo, no Brasil, mesmo tendo grande extensão e alta radiação solar, esta tecnologia ainda está em fase inicial de desenvolvimento. A falta de incentivo e legislação do governo e o alto investimento inicial necessário são os principais motivos de esta energia não ser tão utilizada no país.

Porém, há grande probabilidade de que esses preços diminuam gradativamente ao longo dos anos. A expectativa é de que o Brasil siga os passos dos outros países e comece a investir alto nesta energia. Uma solução é promover leis de obrigatoriedade do uso da energia solar PV em edificações, como já é feito em países mais desenvolvidos.

REFERENCIAS

MME, **Brasil lança Programa de Geração Distribuída com destaque para energia solar.**

Disponível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/programa-de-geracao-distribuida-preve-movimentar-r-100-bi-em-investimentos-ate-2030> Acesso em: 23 de Outubro de 2016.

COSOL, **Lei que incentiva o uso de energia solar é sancionada.** Disponível em <<https://www.cosol.com.br/blog/lei-que-incentiva-o-uso-de-energia-solar-no-rio-grande-do-sul-sancionada>> Acesso em: 23 de Outubro de 2016.


PEREIRA, E. B. ET al. **Atlas brasileiro de energia solar.** São José dos Campos , v.1 p.34, 2006.

SOMEKH, N. A Cidade Vertical e o Urbanismo Modernizador. São Paulo: Studio Nobel; FAPESP, 1997.

ENERGIA SOLAR. Rio de Janeiro: Apsa, 2013. Mensal. Disponível em: <<http://revistasindico.com.br/edicoes/edicao-208-maiojunho-2013/2013/energia-solar-uniao-de-economia-e-sustentabilidade/1529>>. Acesso em: 25 de Outubro de 2016.

RUTHER, Ricardo. Sistemas solares fotovoltaicos no entorno construído. In: RUTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos.** Florianópolis: Ufsc, 2004. Cap. 2. p. 11-16. Disponível em: <<http://fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/livros/livro-edificios-solares-fotovoltaicos.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

SUPERMERCADO SUSTENTÁVEL. São Francisco aprova lei de telhados solares. Disponível em: <<http://www.abras.com.br/supermercadosustentavel/noticias/sao-francisco-na-california-aprova-lei-de-telhados-solares/>>. Acesso em 24 de Outubro de 2016.



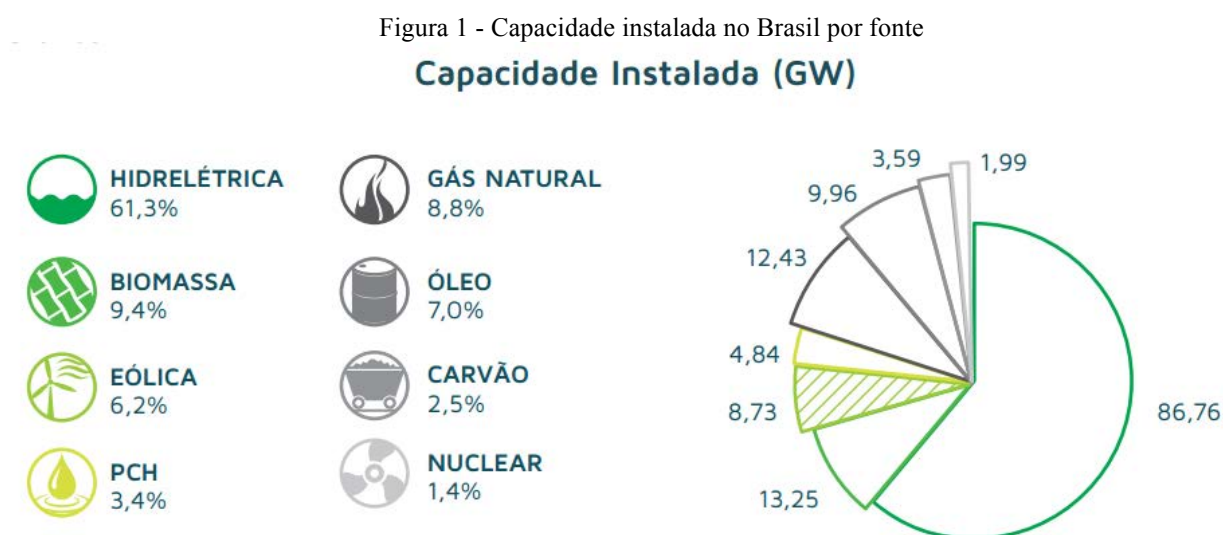
Prospecção Tecnológica de Patentes sobre a Energia Eólica no Brasil

Matheus Eduardo Leusin
Caroline Rodrigues Vaz
Mauricio Uriona Maldonado

1. INTRODUÇÃO

Produzir energia elétrica utilizando fontes eólicas já é uma prática existente há mais de 40 anos em alguns países do mundo. A Dinamarca, por exemplo, começou a desenvolver turbinas eólicas durante os anos 70 e já consagrou 2 das maiores empresas produtoras de turbinas eólicas do mundo: *Vestas* e *Siemens* (DANISH ENERGY AGENCY, 2009). Já a China chama a atenção pela rápida ascensão com que implantou a geração eólica na sua matriz energética, ocorrida principalmente a partir dos anos 2000, que a levou a ocupar hoje a liderança mundial em termos de capacidade instalada de usinas eólicas. Ainda há países como a Holanda, que desde a instalação da sua primeira usina eólica, em 1996, manteve uma taxa de crescimento modesta e constante (GWEC, 2016).

No Brasil, o desenvolvimento deste tipo de tecnologia é de grande importância para aumentar a diversidade da matriz energética e diminuir a dependência do país em relação aos ciclos hidrológicos das chuvas. A principal fonte de geração elétrica brasileira são as hidrelétricas, conforme mostrado na Figura 1, que tem a sua capacidade de produção drasticamente reduzida em períodos de secas prolongadas.



Fonte: ABEEÓLICA, (2016, p.4).

Em 2001 o Brasil sofreu períodos de apagões ocasionados pela incapacidade das usinas hidrelétricas em manterem a sua produção durante um regime hidrológico desfavorável. O país investiu então na instalação de termoelétricas, que nos referidos períodos podem ser ativadas para compensar as quedas de produção das hidrelétricas. Já em 2013 outro período de secas levou à queda de produção de energia elétrica. Desta vez a matriz energética

brasileira estava mais robusta e conseguiu compensar a perda de capacidade de produção das hidrelétricas utilizando termoelétricas para compensar a limitação de geração. Porém, o custo de utilizar usinas termoelétricas é alto: elas possuem baixo rendimento (o que acarreta em custos elevados de geração) e são grandes emissoras de gases do efeito estufa. Segundo Prado et al. (2016), a Câmara de Comércio de Energia Elétrica (CCEE) declarou que entre 2013 e 2014 foram gastos US\$ 20 bilhões a mais para manter as usinas termoelétricas funcionando em virtude da falta de chuvas.

A geração eólica ainda possui características de complementaridade em relação às fontes hídricas: em períodos mais secos do ano, os ventos são mais favoráveis a geração desse tipo e vice-versa. Os impactos ambientais ocasionados pelas usinas eólicas também são quase inexistentes, principalmente se comparados às usinas hidrelétricas de grande porte, que inundam extensas áreas territoriais para utilizar como reservatórios. Os custos de geração também devem ser levados em consideração. A geração por fonte eólica hoje é a segunda mais competitiva em termos de custo de geração (WWF, 2015). Cabe ainda destacar as dificuldades enfrentadas na continuidade do modelo atual dominado por hidrelétricas de grande porte, devido ao fato de que o território brasileiro possui poucas áreas restantes que possam ser inundadas sem trazer enormes prejuízos ambientais (PRADO et al., 2016).

Consciente das fragilidades do modelo atual, o governo brasileiro buscou aumentar a diversidade da matriz energética brasileira. Em 2002 o governo nacional criou o Programa de Incentivo às Fontes Renováveis (Proinfa), que inclui incentivos à geração eólica, de biomassa e às pequenas centrais hidrelétricas, marcando o início de uma expansão da capacidade de geração eólica instalada no Brasil. Apesar destas e de outras medidas de incentivo, a capacidade total instalada no Brasil ao final de 2015, ano em que completaram-se 23 anos desde a instalação da primeira usina eólica brasileira, chegou apenas próxima aos 9 GW, distante do potencial total brasileiro estimado de 400 GW de capacidade *onshore* (GWEC, 2016).

Tais fatores motivaram que o presente artigo, que possui como objetivo geral analisar a prospecção tecnológica das inovações em energias renováveis, mais especificamente da energia eólica do Brasil, usando como fonte principal o registro de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual - INPI.

O presente capítulo está dividido em 5 seções, sendo a primeira composta por esta introdução. A segunda seção, apresenta uma revisão de literatura em relação a energia eólica. A terceira seção, mostra os procedimentos metodológicos aplicados a este estudo. A quarta

seção, apresenta os resultados e discussões das patentes encontradas no INPI. E por fim, a quinta seção esta as considerações finais e as recomendações de trabalhos futuros.

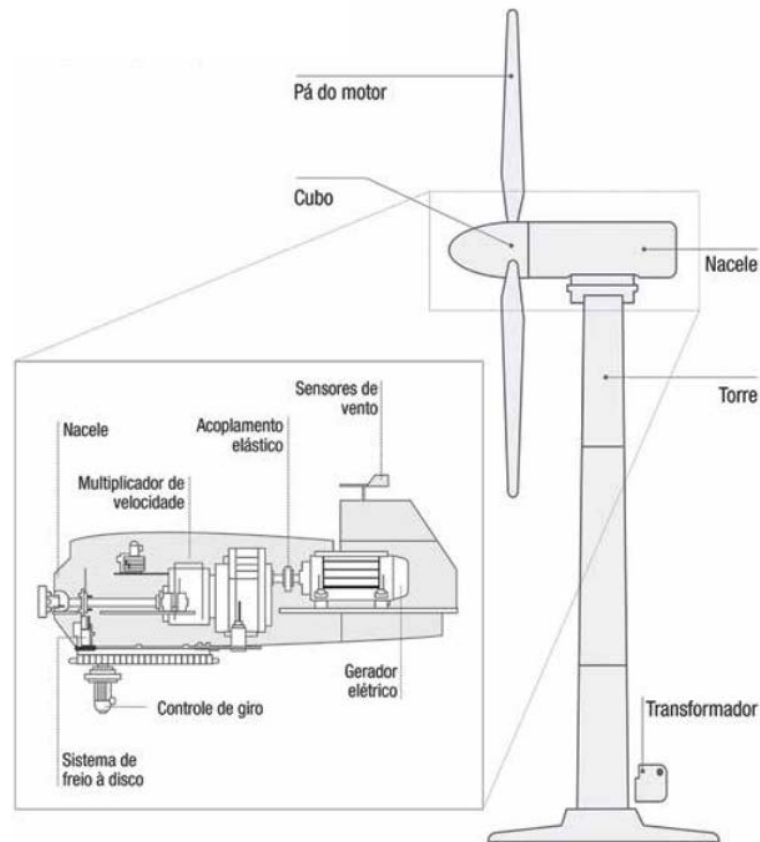
2. ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é considerada uma das mais promissoras fontes naturais de energia, devido ao fato deste tipo de geração ser renovável, livre de emissões, amplamente distribuída globalmente e possuir custos de implementação cada vez mais baixos (PEREIRA, 2012).

McDowall et al., (2013) divide a história da energia eólica em 4 períodos distintos: i) pré-história dos ventos modernos, que compreende o período anterior à 1974, marcada por experimentações limitadas pelos custos e desafios físicos de construção de turbinas; ii) fase formativa (1974-1989), produto das crises energéticas dos anos 70 que tiveram como consequência um aumento expressivo das atividades de P & D em tecnologias energéticas, incluindo o vento, e que levou a criação de pequenos mercados de energia eólica na Dinamarca e a um desenvolvimento significativo deste tipo de mercado nos EUA, como resultado de incentivos fiscais; iii) fase de crescimento (1990-1998), impelida pelo acidente de Chernobyl e das crises de chuva ácida, teve como principais resultados a melhoria da tecnologia e redução dos custos de geração e o desenvolvimento de uma indústria de relevância e com voz política em alguns países do mundo; e iv) maturidade e fase de transferência (1999-2010), marcada pela entrada de grandes empresas dos setores de engenharia e de energia, pela difusão de metas políticas globais cada vez mais ambiciosas para a energia eólica e pela expansão das atividades inovadoras focadas na melhoria das tecnologias, redução de custos e expansão *offshore*.

A Figura 2 mostra uma turbina eólica de eixo horizontal de 3 pás, o tipo mais difundido atualmente. Uma turbina eólica é uma máquina que converte a energia disponível no vento em energia elétrica. O motor converte o movimento do ar em movimento mecânico utilizável. O ar fluindo pelas pás do motor faz o motor girar. O cubo transmite o movimento do motor ao gerador na turbina através de um eixo. O movimento rotativo do eixo é convertido em eletricidade pelo gerador. No gerador, um campo magnético de rotação induz um potencial elétrico em uma bobina do extrator, que aciona uma corrente elétrica quando o gerador está ligado em uma rede ou outra carga. Um multiplicador de velocidade é utilizado para aumentar a velocidade de rotação (KAMP, 2002).

Figura 2: Turbina de eixo horizontal



Fonte: WWF, (2015, p. 25).

A indústria eólica atingiu 433 GW de capacidade instalada ao final de 2015, dos quais 63 GW foram instalados somente no referido ano, consagrando-se como a fonte que forneceu mais geração de energia nova do que qualquer outra tecnologia. A indústria eólica global está presente hoje em mais de 80 países, dos quais 8 já possuem sozinhos mais de 10 GW instalados, incluindo o Brasil. O país lidera o mercado latino-americano e é considerado o mercado *onshore* mais promissor para a energia eólica na região até 2020 (GWEC, 2016).

A seguir será detalhada a metodologia adotada para a coleta dos dados, que permitiu a análise e discussões dos resultados.

3. MÉTODO

Este estudo visa traçar e analisar o panorama dos depósitos de patentes sobre o tema energia eólica na base de dados do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) até o último documento disponível na data da pesquisa. O INPI é uma autarquia federal brasileira criada em 1970 e vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), que tem por finalidade principal executar a âmbito nacional as normas que regulam a

Propriedade Industrial. A pesquisa se classifica como descritiva e exploratória, empregando como método a revisão de literatura, utilizando pesquisas secundárias, de acordo com as definições de Gil (2007) e Marconi e Lakatos (2011).

O desenvolvimento do presente trabalho foi conduzido em duas fases. Na primeira, foi feita uma pesquisa na Base Patentes do INPI utilizando a chave de pesquisa "Energia Eólica" em conjunto com as opções "todas as palavras" e "no Título". Todas as informações disponibilizadas na pesquisa (Nº do pedido, data do depósito, título da patente e classificação IPC) foram registradas em uma planilha do Microsoft Excel®. Em seguida, os registros de patentes foram abertos, um a um, para ser feita a coleta e transcrição em planilha dos dados de país de origem e do cliente depositário. Uma vez coletados e registrados os dados provenientes da base consultada, estes foram tratados e analisados. Esta análise compreendeu a investigação de todos os registros de patentes encontrados na busca e suas respectivas nacionalidades, datas de registro e sujeito de direito do depositário (pessoa física ou jurídica), além do estado de origem dos depositários brasileiros e áreas de conhecimento do IPC.

Já na segunda fase da pesquisa, foi feita uma contextualização do desenvolvimento da energia eólica no Brasil e traçadas as perspectivas futuras para esta fonte no país, com base no resultado de uma busca exploratória em portais de periódicos da CAPES e revistas, priorizando-se majoritariamente a coleta de dados de fontes oficiais do governo. Dentre estas fontes destacam-se a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e informações do portal *Scientific Electronic Library Online* (SciELO.br). Também foi de grande importância para esta etapa do trabalho os anuários de 2014/2015 e de 2015/2016 das revistas "Cenários - Energia Eólica", informações disponibilizadas pela Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) em seu domínio. Cabe destacar ainda que, uma vez que existiam vários indicadores para os quais havia indisponibilidade de dados para o ano completo de 2015, definiu-se 2014 como o último ano analisado.

Na próxima seção, retoma-se o resultado dos registros recuperados e refinados no INPI, bem como são detalhados os metadados inerentes aos resultados do estudo de energia eólica no Brasil.

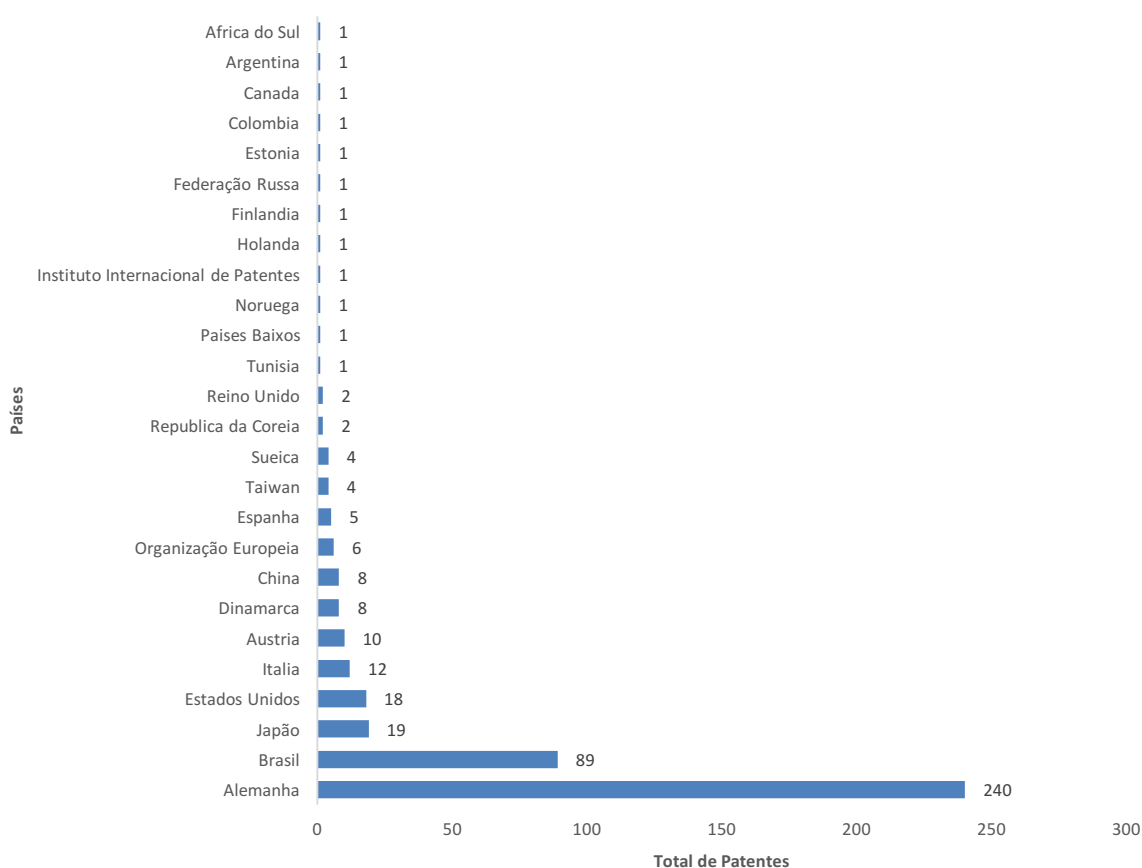
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados estão apresentados em duas partes: 4.1) patentes registradas no Brasil relacionadas a energia eólica e, 4.2) perspectivas sobre a energia eólica no Brasil.

4.1. Patentes

Foram analisadas as patentes registradas com o termo "Energia Eólica" no título no banco de dados do Instituto Nacional de Patentes Industriais (INPI), através de uma pesquisa feita no mês de abril de 2016. Ao todo foram encontradas 439 patentes registradas, conforme mostra a Figura 3.

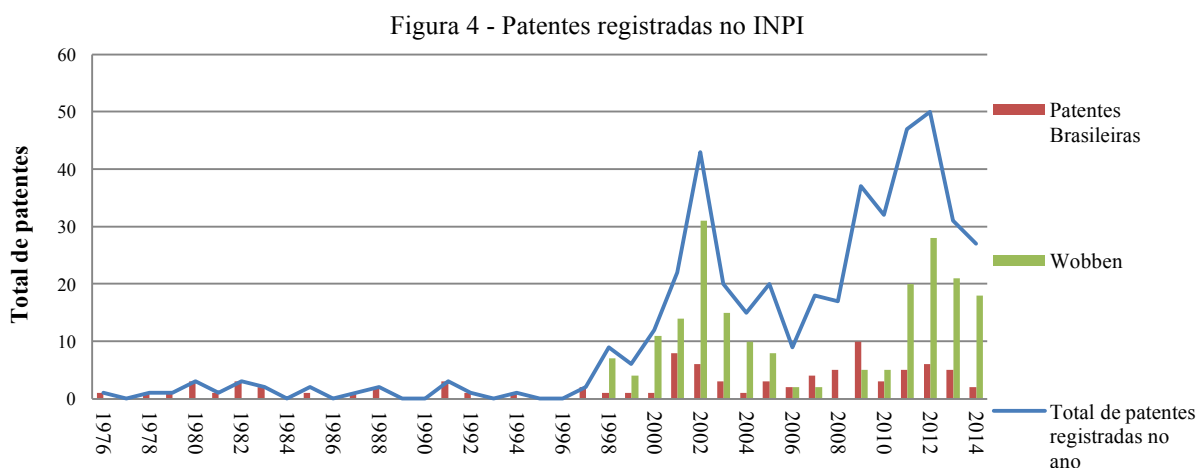
Figura 3 – Patentes de Energia eólica por países



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Pode-se observar na Figura 3, que as patentes de Energia Eólica estão registradas em 25 países, dos quais a Alemanha destaca-se com 240 patentes, seguida o Brasil com 89 patentes e pelo Japão com 19 patentes.

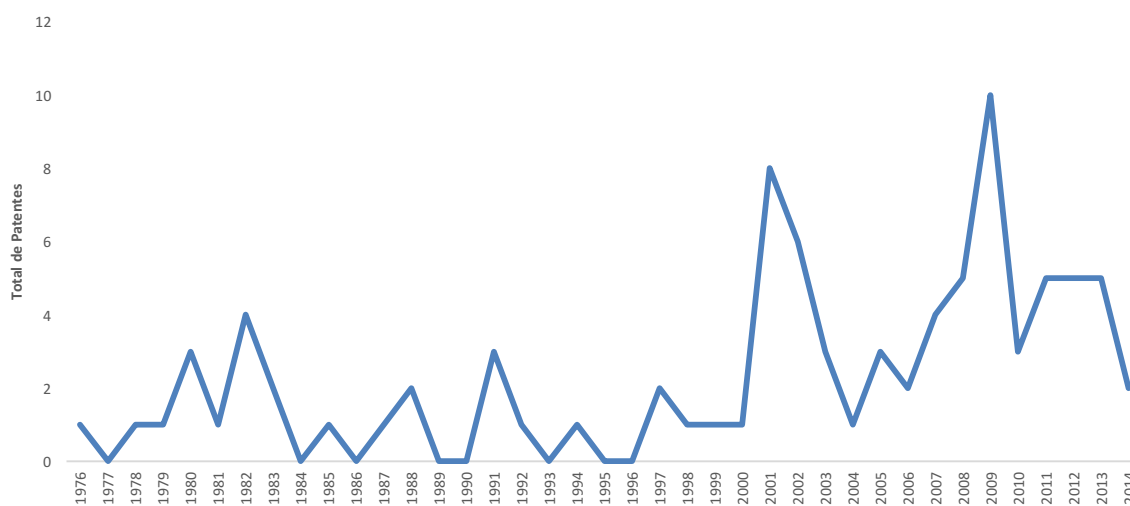
Das patentes encontradas na busca, destacou-se a *Wobben* sendo a empresa Alemã com o maior número de patentes registradas, totalizando 201 ao todo, seguida pela *Mitsubishi Heavy Industries*, com um somatório de 12 patentes registradas no Japão e, 1 patente registrada nos Estados Unidos. Em relação à patentes brasileiras, os registros contabilizaram 89 patentes. Os dados mencionados são apresentados na Figura 4.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

A Figura 5 apresenta a evolução das patentes brasileiras. Pode-se observar, que os principais marcos de patentes registradas no Brasil foram os anos de 1976, que consagrou a primeira patente registrada sobre o tema, e o ano de 2009, que foi o ano de maior número de patentes registradas para o tema, com um somatório de 10 patentes. O site do INPI ainda não apresentava na data da consulta os dados dos anos de 2015 e 2016 que por este motivo não aparecem na análise.

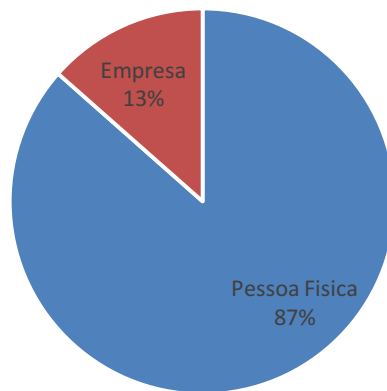
Figura 5 –Evolução das Patentes Brasileiras



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Pode-se observar, nas patentes brasileiras, que 77 são registradas por pessoas físicas e 12 patentes por empresas/indústrias, conforme mostra a Figura 6.

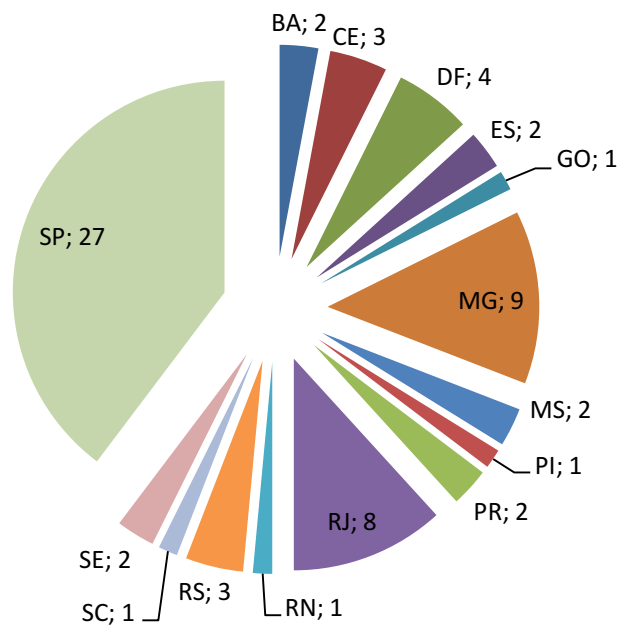
Figura 6–Distribuição das patentes registradas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Ainda se analisou, a relação ao estado brasileiro onde foram registradas as patentes. Da totalidade de 89 patentes brasileiras registradas, 21 patentes não tiveram o seu estado de origem identificado. As 68 patentes restantes são apresentadas os seus Estados na Figura 7.

Figura 7 – Número de registro de patentes brasileiras por Estado



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Nota-se que os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro sobressaem-se sobre os demais, com representatividades de 40, 13 e 12%, respectivamente.

Em relação ao conteúdo das patentes registradas, analisou-se a Classificação Internacional de Patentes (IPC). O IPC é um sistema de classificação internacional, utilizado pelo INPI, que divide as áreas tecnológicas em seções de A à H, onde cada seção representa o corpo completo de conhecimentos que pode ser considerado como próprio do campo das patentes de invenção. Dentro de cada seção existem subclasses, grupos principais e grupos secundários, utilizados de acordo com um sistema hierárquico. As oito seções utilizadas e suas respectivas áreas de conhecimento são apresentadas na Tabela 1.

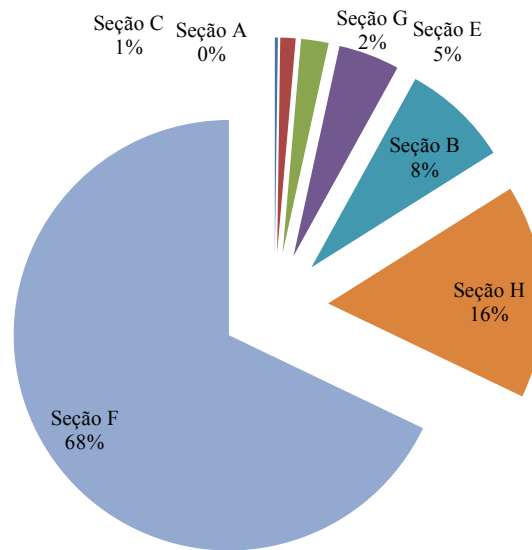
Tabela 1 –Seções do IPC e suas respectivas áreas de conhecimento

SEÇÃO	ÁREA DE CONHECIMENTO
SEÇÃO A	Necessidades Humanas
SEÇÃO B	Operações de Processamento; Transporte
SEÇÃO C	Química; Metalurgia
SEÇÃO E	Construções Fixas
SEÇÃO F	Engenharia Mecânica; Iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão
SEÇÃO G	Física
SEÇÃO H	Eletricidade

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

De acordo com a classificação das referidas seções para cada patente, o conteúdo das 439 patentes registradas no INPI para o tema e período analisado, menos 3 patentes que se encontravam sem registro de IPC, é apresentado na Figura 8.

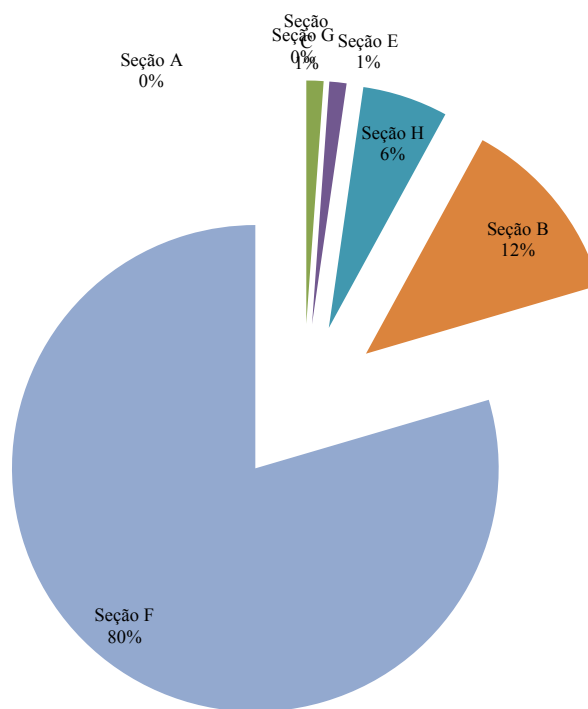
Figura 8 – Representatividade do total de patentes registradas de acordo com as seções do IPC



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Em relação às 89 patentes brasileiras encontradas, 1 estava sem classificação. O conteúdo destas patentes, de acordo com a seção de conhecimento é apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Representatividade das patentes brasileiras registradas de acordo com as seções do IPC



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Pode-se notar pelas Figuras 8 e 9 apresentadas anteriormente, que as principais áreas de conhecimento abrangidas pelo registro de patentes em relação ao tema "Energia Eólica" referem-se às Seções F, Be H, com uma representatividade agregada de 92% para os registros de todas as patentes e de 97% para os registros de nacionalidade brasileira.

De uma forma geral, os dois gráficos possuem valores relativos semelhantes, com destaque um pouco maior para a Seção E no gráfico de registro de todas as patentes. A Seção F, detentora de 68 e 80% dos registros de todas as patentes e registros brasileiros, respectivamente.

Pode-se ser dividida as áreas em sete subclasses principais de acordo com as patentes encontradas, das quais seis relacionam-se exclusivamente às subclasses do tipo F0-3D, que abrangem às competências relacionadas à motores movidos a vento. As subclasses e suas competências são apresentadas na Tabela 2.

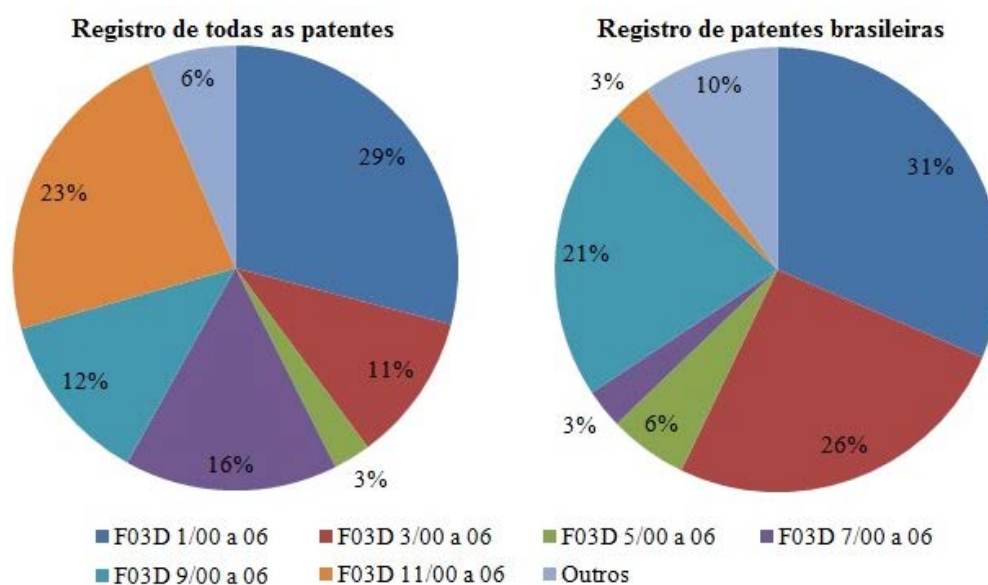
Tabela 2 –Subclasses do IPC e suas respectivas competências

Subclasses	Competências
F03D 1/00 a 06	Motores a vento com o eixo de rotação substancialmente paralelo para o fluxo de ar na entrada do rotor
F03D 3/00 a 06	Motores a vento com o eixo de rotação substancialmente perpendicular ao fluxo de ar na entrada do rotor
F03D 5/00 a 06	Outros motores eólicos
F03D 7/00 a 06	Controle dos motores a vento
F03D 9/00 a 06	Adaptações de motores a vento para uso especial; Combinações de motores a vento com aparelhos por eles acionados
F03D 11/00 a 06	Detalhes, peças ou acessórios não incluídos nos, nem pertinentes aos outros grupos desta subclasse
Outros	Competências restantes que não se enquadrem nas acima citadas

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

A Figura 10 apresenta uma comparação entre as subclasses do IPC citadas, relativas à Seção F, para o número total de patentes registradas e as patentes de origem brasileira registradas.

Figura 10 – Comparação entre as competências da totalidade de patentes registradas e as patentes de origem brasileira



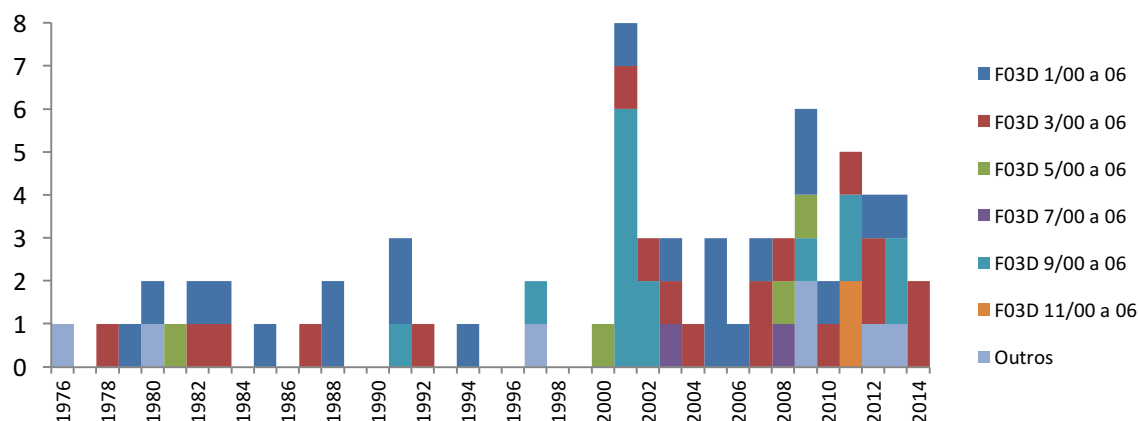
Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

De acordo com a Figura 10, nota-se maior representatividade brasileira em relação à tendência de todas as patentes agregadas principalmente das subclasses F03D 3/00 a 06, referente à motores a vento com o eixo de rotação substancialmente perpendicular ao fluxo de ar na entrada do rotor, e F03D 9/00 a 06, referente à adaptações de motores a vento para uso especial/combinções de motores a vento com aparelhos por eles acionados. Já o registro de todas as patentes possui maior destaque em relação às patentes brasileiras principalmente para as subclasses F03D 7/00 a 06, associada ao controle dos motores a vento, e F03D 11/00 a 06, associada à detalhes, peças ou acessórios não incluídos nos, nem pertinentes aos outros grupos desta subclasse.

A Figura 11 apresenta as patentes brasileiras para a Seção F, de acordo com o ano de registro.

Percebe-se pela Figura 11 que o maior número de ocorrências de registro de patentes brasileiras ocorreu no ano de 2001, com um total de 8 patentes registradas. Nota-se ainda que as patentes registradas na classe de "Adaptações de motores a vento para uso especial; Combinações de motores a vento com aparelhos por eles acionados" (F03D 9/00 a 06) tem a primeira aparição coincidentemente no mesmo ano em que entrou em operação a primeira usina eólica brasileira (1991).

Figura 11 – Registro ao longo do tempo das patentes brasileiras relacionadas à Seção F



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Em seguida, foram analisados os investimentos em P&D feitos no setor. Cabe aqui ressaltar a criação do Programa de Eficiência Energética (PEE) em 24 de julho de 2000, pela Resolução 316 da Aneel, que estabeleceu que as empresas de distribuição, concessionárias e permissionárias são obrigadas a investir no mínimo 0,5% de suas receitas operacionais líquidas em programas de eficiência energética no uso final de energia. A Aneel realiza chamadas estratégicas para a realização de projetos visando incentivar a inovação para as diferentes fontes energéticas e o desenvolvimento tecnológico da sua cadeia produtiva, pagos com o dinheiro arrecadado pelo PEE. A chamada 017 de 2013 foi a única identificada destinada especialmente às fontes eólicas (Aneel, 2015). Envolveu o montante de R\$ 253.226.771,94 destinados a contratação de projetos sobre o tema "Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Energia Eólica".

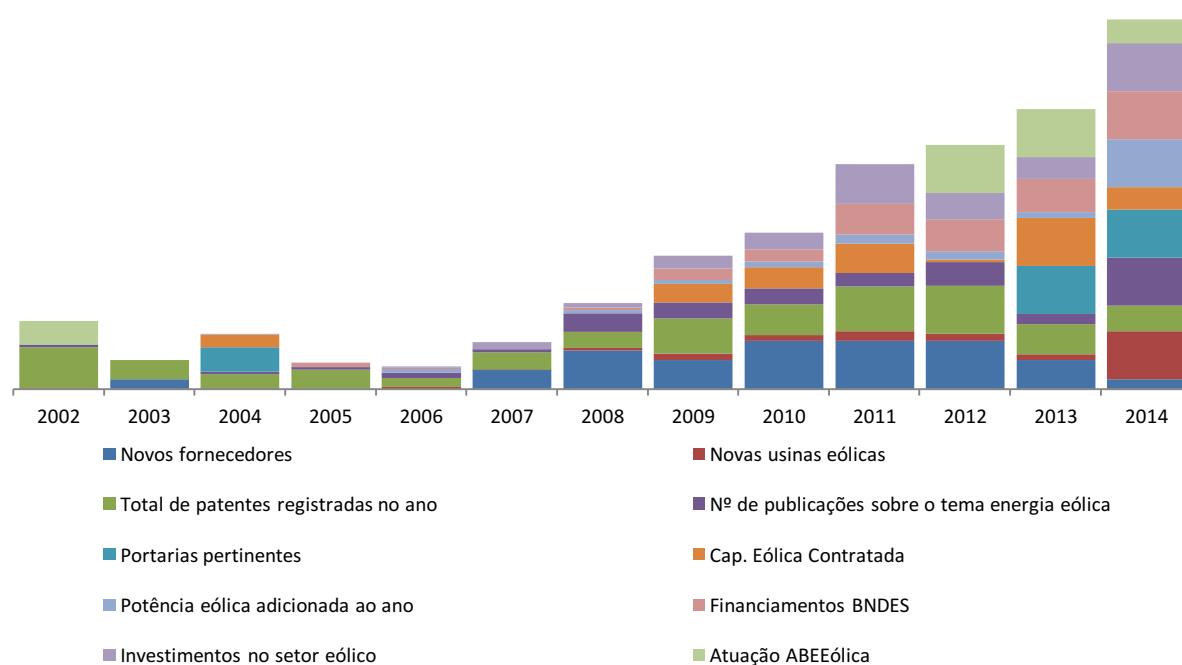
Outra parceria importante identificada envolve a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e a já citada Aneel. Somados, os recursos oferecidos por estas instituições chegam a R\$ 3 bilhões, para serem investidos entre 2013 e 2016. Desse montante, Finep e BNDES contribuem com R\$ 1,2 bilhão cada e a Aneel com R\$ 600 milhões. No entanto, os investimentos envolvem 3 linhas de pesquisa, e não apenas o setor eólico. As linhas de pesquisa são: Redes Elétricas Inteligentes (*Smart Grids*) e Transmissão em Ultra-Alta Tensão (UAT); Geração de Energia por meio de Fontes Alternativas (o que inclui as fontes eólicas); e Veículos Híbridos e Eficiência Energética Veicular.

4.2. Perspectivas

Nota-se que apesar do registro de patentes ter sido iniciado em 1976, não houve qualquer aumento significativo em outras variáveis relacionadas à energia eólica no sistema, ou mesmo na taxa de registro de patentes, que apresentou evolução apenas a partir de 1998. A entrada em operação do primeiro fornecedor brasileiro com foco na geração de energia eólica, a *Wobben Wind power* em 1995, mostrou impacto também no registro de patentes, uma vez que o próprio fornecedor começou a registrar algumas baseadas em suas experiências no Brasil. Três anos depois é lançado o Atlas eólico da região Nordeste, seguido pelo lançamento do primeiro Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, em 2001. O período entre o lançamento dos dois Atlas coincidiu com um aumento expressivo do número de patentes registradas, que pode ser notado principalmente a partir de 1999 e atinge o seu primeiro pico em 2002.

Os dados das variáveis analisadas para o período posterior à 2002 são apresentados na Figura 12. As variáveis foram parametrizadas através da divisão de cada valor individual pelo maior valor registrado da série para todas as características analisadas.

Figura 12 - Desempenho das variáveis analisadas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

O ano de 2002 foi marcado pela criação da ABEEólica, que busca a partir dessa data defender os interesses do setor eólico. O ano também registrou um grande aumento no

número de patentes criadas sobre a tecnologia eólica e o primeiro registro de um artigo brasileiro referente ao tema (SciELO, 2016). Em 2003 surgem novos fornecedores de tecnologia eólica (ABDI & DICE, 2014) e é criado o Proinfa. Em 2004 há novo direcionamento de pesquisa, através da Resolução Normativa 77 e a ocorrência do primeiro leilão do Proinfa, que resultou na contratação de potência de geração eólica (ANEEL, 2016).

A partir de 2006, surgem novas usinas eólicas e há aumento no número de publicações. Em 2007 nota-se aumento expressivo na taxa de entrada de novos fornecedores. No ano seguinte é verificado aumento expressivo na taxa de novas publicações sobre energia eólica, bem como o início da retomada de investimentos no setor (ABEEÓLICA, 2015, p. 13).

O período de 2009 marca importantes desenvolvimentos do mercado eólico brasileiro: os primeiros projetos eólicos fora do âmbito do Proinfa são contratados e a partir de então a energia desse tipo de fonte é contratada em todos os anos seguintes, independente da ocorrência dos leilões voltados às fontes alternativas (Cenários Eólica, 2015, p. 15). O ano também foi marcado pela realização do primeiro *Wind power* do Brasil (Brazil Wind power, 2016), conhecido como o maior evento de energia eólica da América Latina, e da maior taxa de registro de patentes averiguada - além de ser o ano em que a taxa do Finame passou a exigir 90% de conteúdo local para financiamentos, o que pode ser uma das causas para o aumento do número de fornecedores verificado em 2010 e 2011. O ano de 2011 também marcou um aumento expressivo no volume de investimentos no setor.

O ano de 2012 registrou um aumento perceptível no número de publicações. O ano ainda registrou o maior pico de registro de patentes já verificado. A ABEEólica passa a se destacar mais a nível nacional, criando a rede de inovações, e em 2013, a GT Logística, além de participar da criação do programa de certificação de energia renovável no mesmo ano. Os investimentos no setor, que haviam registrado uma suave queda em 2012, voltam a subir até o fim do período analisado. Apesar disso, há uma queda expressiva no volume de capacidade eólica contratada, que volta a crescer abruptamente em 2013, ano em que é registrado o maior volume de potência de geração eólica contratada do período analisado. O biênio 2013/2014 consagrou ainda a criação de 4 medidas específicas para o setor eólico (Cenários Eólica, 2014, p. 57) e queda no número de novos fornecedores. Em relação à 2014, houve o maior número de publicações verificado, além da inserção no sistema de novas usinas eólicas e aumento significativo dos investimentos no setor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo mapeou o desenvolvimento do sistema de tecnologia eólica no Brasil, através do uso de prospecção tecnológica com a fonte de informação do INPI e de outras fontes de informações, necessárias para contextualização. A produção intelectual através da proteção intelectual por meio das patentes são importantes indicadores de CT&I, contudo não deve ser analisado isoladamente sem levar em consideração o contexto social, político e econômico.

A análise de patentes contextualizadas com o cenário nacional e internacional permite concluir que o Brasil encontra-se no estágio de desenvolvimento de tecnologia básica em relação à energia renovável, especificamente em energia eólica, enquanto que a Europa encontra-se no estágio de uso comercial da tecnologia. A importação de tecnologia pode ser considerada uma das responsáveis pelo não desenvolvimento de novas tecnologias nacionais, além do baixo incentivo do governo. A participação majoritária de pessoas físicas no registro de patentes brasileiras sublinha o fato de que o desenvolvimento de patentes ainda desperta pouca atenção empresarial no Brasil.

Cabe destacar ainda a importância da região sudeste do Brasil para o desenvolvimento de suas patentes eólicas. Os três estados que lideram o registro de patentes brasileiras são desta região (SP, MG e RJ), considerada também a região mais desenvolvida do país, com o maior PIB per capita de todas as regiões brasileiras. Nesse aspecto, percebe-se que o desenvolvimento de patentes relacionam-se melhor ao nível de desenvolvimento da região, principalmente ao se considerar que a região Nordeste, nacionalmente conhecida como a região com os melhores ventos para geração eólica e também o estado com a maior capacidade de geração eólica instalada no Brasil - 81,4% de representatividade, comparados à 0,7% de representatividade do Sudeste (ABEEÓLICA, 2016, p. 7), possui pouca representatividade no registro de patentes.

Por fim, vale destacar o conteúdo das patentes brasileiras registradas, majoritariamente relacionado à motores movidos a vento. O conteúdo das patentes brasileira destoa da tendência percebida pelo número total de patentes mundiais, principalmente em relação às subclasses referentes à motores a vento com o eixo de rotação substancialmente perpendicular ao fluxo de ar na entrada do rotor e à subclasse de conteúdo referente à adaptações de motores a vento para uso especial/combinções de motores a vento com aparelhos por eles acionados. A primeira subclasse citada destaca um foco mais direcionado à motores típicos de turbinas de eixo horizontal, que representam quase a totalidade de turbinas em operação no Brasil.


Constata-se com esse dado que o foco das patentes brasileiras é majoritariamente unidirecional em relação às turbinas de eixo horizontal, típicas de áreas pouco povoadas - como os litorais nordestinos- diferente da tendência mundial um pouco mais diversificada que abrange também turbinas de eixo vertical. Já a segunda subclasse denota um comportamento brasileiro de adaptação de outros motores, evidenciando a dependência nacional de importar tecnologia estrangeira e adaptá-la ao próprio contexto.

Já a análise de perspectiva mostrou que alguma disfunção está desacelerando o desenvolvimento do sistema de tecnologia eólica brasileiro. O programa Proinfra em especial, mostrou-se um incentivo de extrema eficiência para potencializar o desenvolvimento do sistema de inovação de energia eólica do Brasil nas fases iniciais de desenvolvimento. Porém, em fases ainda mais primitivas, ficou evidenciada a importância do direcionamento de pesquisa e das atividades empreendedoras, em conjunto com o desenvolvimento de conhecimento, para a maturação inicial do sistema de inovação eólico brasileiro.

Para futuros trabalhos sugere-se a aplicação de outras metodologias que analisem a difusão de energia eólica no Brasil sob outra perspectiva, e possibilitar a comparação com o presente artigo.

REFERENCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI) & MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (DICE). **Mapeamento da cadeia produtiva da Indústria eólica no Brasil**. Publicado em agosto de 2014. Disponível em: <http://investimentos.mdic.gov.br/public/arquivo/arq1410360044.pdf>. Acesso em 5 de maio de 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). **Boletim Anual de Geração Eólica 2014**. Publicado em 2015. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/pdf/Boletim-Anual-de-Geracao-%20Eolica-2014.pdf>. Acesso em: 17 de abril de 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). **Boletim Anual de Geração Eólica 2015**. Publicado em 2016. Disponível em: http://www.portalabeeolica.org.br/pdf-encontro/Abeeolica_BOLETIM-2015_low.pdf. Acesso em: 17 de abril de 2016.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Banco de Informações de Geração (BIG)**. <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 22 de abril de 2016.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Boletim de Informações Gerenciais - Dezembro 2015**. Publicado em 2015. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+-+Dezembro+2015/74ec6b73-0a7d-459b-b9ca-bb47ddb14e88>. Acesso em: 18 de abril de 2016.
- BrazilWindpower. **O maior mercado de energia eólica da América Latina sediando o maior evento!** Disponível em: <http://www.brazilwindpower.com.br>. Acesso em: 15 de maio de 2016.
- CENÁRIOS: ENERGIA EÓLICA. **Anuário 2014/2015**. Editora Brasil Energia. Publicado em agosto de 2014.
- CENÁRIOS: ENERGIA EÓLICA. **Anuário 2015/2016**. Editora Brasil Energia. Publicado em agosto de 2015.
- DANISH ENERGY AGENCY. **Wind turbines in Denmark**. Publicado em novembro de 2009. Disponível em: http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/dokumenter/publikationer/downloads/wind_turbines_in_denmark.pdf. Acesso em 18 de maio de 2016.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5a ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). **Global Wind Report - Annual Market Update 2015**. Publicado em abril de 2016. Disponível em: http://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-Global-Wind-2015-Report_April-2016_22_04.pdf. Acesso em: 12 de maio de 2016.
- GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). **Global Wind Energy Outlook 2016**. Publicado em outubro de 2016. Disponível em: <http://www.gwec.net/publications/global-wind-energy-outlook>. Acesso em: 2 de novembro de 2016.
- INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL (INPI). **PePI: Pesquisa em Propriedade Industrial**. Disponível em: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/>. Acesso em: 15 de abril de 2016.
- KAMP, L. M. **Learning in wind turbine development - A comparison between the Netherlands and Denmark**. Tese de Ph.D. Utrecht University. 2002
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5a ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- MCDOWAL, W.; EKINS, P.; RADOSEVIC, S.; ZHANG, L. **The development of wind power in China, Europe and the USA: how have policies and innovation system activities co-evolved?** *Technology Analysis & Strategic Management* v. 25, p. 163-185, 2013.
- PEREIRA, M. G.; CAMACHO, C. F.; FREITAS, M. A. V.; SILVA, N. F. **The renewable energy market in Brazil: Current status and potential**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v. 16, p. 3786-3802, 2012.
- PRADO, F. A. Jr.; ATHAYDE, S.; MOSSA, J.; BOHLMAN, S.; LEITE, F.; SMITH, A. O. **How much is enough? An integrated examination of energy security, economic growth and climate change related to hydropower expansion in Brazil**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v.53, p. 1132-1136, 2016.
- SCIENTIFIC ELETRONIC LIBRRY ONLINE (SciELO). **Pesquisa de artigos**. Disponível em: <http://www.scielo.org/php/index.php>. Acesso em: 18 de abril de 2016.
- WWF BRASIL. **Desafios e Oportunidades para a energia eólica no Brasil: recomendações para políticas públicas**. Publicado em maio de 2015. Disponível em: http://d3nehc6y19qzo4.cloudfront.net/downloads/15_6_2015_wwf_energ_eolica_final_web.pdf. Acesso em: 12 de maio de 2016.



Inovação tecnológica na Geração de Energia Eólica com uso de Aerofólios Cabeados

Anny Key de Souza Mendonça
Álvaro Guillermo Rojas Lezana

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos temas importantes relacionados com o bem estar social têm sido discutidos, e entre eles a matriz energética mundial tem recebido atenção especial. A energia é fundamental para o desenvolvimento social e econômico de um país. Devido à crescente procura por energia e preocupações com o aquecimento global, tem sido estimulado mundialmente, a busca por recursos de fontes renováveis, sustentáveis. Sustentabilidade, no contexto energético, vem associada à substituição do fornecimento de energia baseado em fontes fósseis, que são recursos limitados e poluentes, por um sistema de geração baseado em fontes renováveis, que são recursos abundantes e de consumo não poluente.

De acordo com IPCC (2007), o entendimento das questões com o aquecimento global e seus impactos tem aumentado constantemente a conscientização pública. Mas, apesar de um número crescente de políticas públicas para a mitigação das alterações climáticas, as emissões de gases de efeito estufa têm aumentado (IPCC, 2014).

De acordo com Goldemberg e Lucon (2008), a intenção para obtenção de outras formas de geração de energia, a fim de mudar a dependência energética futura de combustíveis fósseis, ocorreu primeiramente devido à preocupação com o futuro esgotamento das reservas de combustíveis fósseis, o aumento da demanda dos sistemas produtivos, transporte e conforto.

Algum tempo depois vieram as preocupações com os problemas ambientais ocasionados pelo uso dos combustíveis fósseis, que estão em desacordo com as novas legislações ambientais que visam a melhoria da qualidade de vida dos seres vivos e o equilíbrio do meio ambiente (GOLDEMBERG; LUCON, 2007). Em virtude dessas intenções, muitas pesquisas científicas e tecnológicas foram e estão sendo desenvolvidas a fim de estimular o desenvolvimento de sistemas de exploração de fontes de energias alternativas e renováveis. Dentre as fontes pesquisadas encontram-se as hidrelétricas, bioenergia, geotérmicas, energia de maré, solar e a energia eólica que vem desempenhando um papel importante na matriz energética mundial (IEA, 2015).

Segundo Archer e Jacobson (2005), Archer e Caldeira (2009), a energia eólica global tem potencial para atender a demanda de energia do mundo. A geração de energia eólica está sendo considerada uma fonte atraente, uma vez que oferece energia limpa e segura, apresentando-se como uma fonte com potencial substitutivo aos combustíveis fósseis e visto por gestores políticos e pesquisadores como uma fonte de baixo impacto ambiental.

De acordo com o secretário geral da Organização das Nações Unidas (ONU), Ban Ki-moon (2011), a transição de energia convencional (fóssil) para sistemas sustentáveis é uma perspectiva imperativa para século XXI. Os países industrializados devem acelerar a transição para tecnologias de baixo carbono e os países em desenvolvimento têm a oportunidade de abandonar as opções de energia convencional a favor de fontes alternativas de energia limpa que vão impulsionar o crescimento e promover o desenvolvimento econômico e social.

Neste contexto, este capítulo tem como objetivo apresentar um panorama da energia mundial, bem como da energia eólica e relatar avanços tecnológicos no uso da Energia Eólica com Dispositivos Aéreos (*Airborne Wind Energy* - AWE) devido ao fato de ser uma tecnologia inovadora que usa dispositivos aéreos para aproveitar a energia cinética dos ventos e são capazes de se manter no ar através de forças aerodinâmicas.

Este artigo está dividido em cinco seções, sendo a primeira composta por esta introdução. A segunda seção apresenta o panorama da energia mundial, a terceira seção descreve rapidamente o desenvolvimento da energia eólica atual. A quarta seção apresenta a tecnologia inovadora de exploração de energia renovável denominada *Airborne Wind Energy System* (AWE), seu modo de operação e os protótipos de pesquisa desenvolvidos por empresas e universidades. As conclusões são apresentadas na quinta seção.

2. PANORAMA DA ENERGIA MUNDIAL

A demanda de energia mundial está crescendo continuamente, com um consumo de energia em 2013 de 13.579 milhões de toneladas de petróleo equivalente, devido principalmente ao crescimento diferenciado no consumo de energia elétrica dos países não membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), (IEA, 2015). Este crescimento é suprido na sua maior parte por fontes fósseis como petróleo, carvão e gás natural que em 2013 representou 81% da demanda de energia primária (IEA, 2015).

Nessa pesquisa optou-se por utilizar os dados apresentados pelo *World Energy Outlook Special Report* (IEA) publicado em 2015, por apresentar os dados necessários no seu relatório, mas, muitas outras referências poderiam ser utilizadas para demonstrar o cenário global de energia tais como IEA (2013), IEO (2013), IPCC (2014a), IPCC (2014b), IEA (2015), WEO (2015), IEA (2016a), IEA (2016b), BP (2016), IEO (2016), e WEO (2016).

A Tabela 1 apresenta a Demanda Mundial de Energia Primária Total (TPED) em 2013 classificados por região sendo abrangido (Mundo, OECD Américas, OECD Europa, OECD Ásia Oceania e por países não membros da OECD como Europa/Eurásia, Ásia, Oriente

Médio, África e América Latina) e por fonte de geração, expressa em Mtoe (milhões de toneladas de petróleo equivalente).

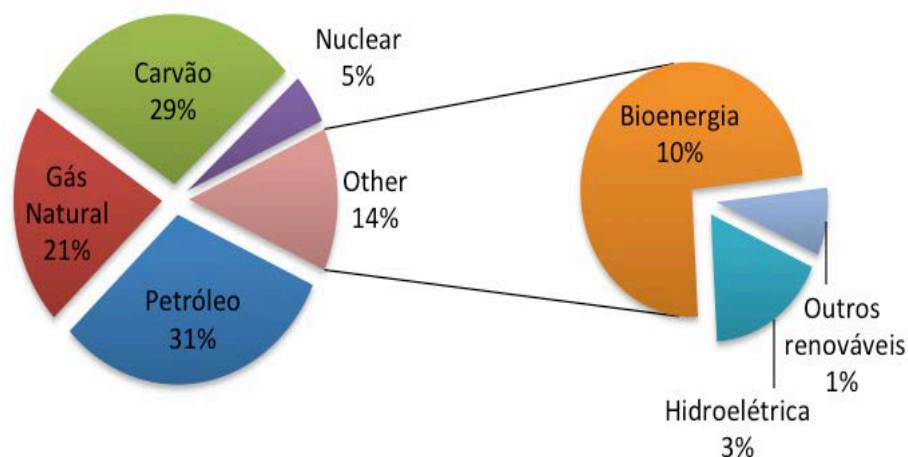
Tabela 1: Demanda total de Energia Primária (TPED) – Mundial

Região	Combustível fóssil			Nuclear	Renováveis			Total (Mtoe)
	Petróleo	Gás Natural	Carvão		Hidroelétrica	Bioenergia	Outros renováveis	
Mundo	4235	2880	3973	646	320	1366	159	13579
OECD Américas	1002	746	479	244	61	120	33	2685
OECD Europa	556	423	310	229	49	138	47	1752
OECD Ásia Oceania	347	189	240	39	11	22	10	858
Total OECD	1905	1358	1029	512	121	280	90	5295
Europa/Eurásia	240	564	237	76	26	22	1	1166
Ásia	956	375	2575	49	103	583	62	4703
Oriente Médio	337	345	3	1	2	1	0	689
África	169	98	104	3	10	363	2	749
América Latina	272	141	24	5	58	117	5	622
Total Não-OECD	1974	1523	2943	134	199	1086	70	7929

Fonte: Adaptado de IEA (2015).

As fontes de geração consideradas na TPED são de três tipos: combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás-natural), energia nuclear e as energias renováveis (hidroelétrica, bioenergia, eólica, solar, geotérmica e energia de maré). A distribuição do consumo de energia por fonte e por região é apresentada nas Figuras 1 e 2.

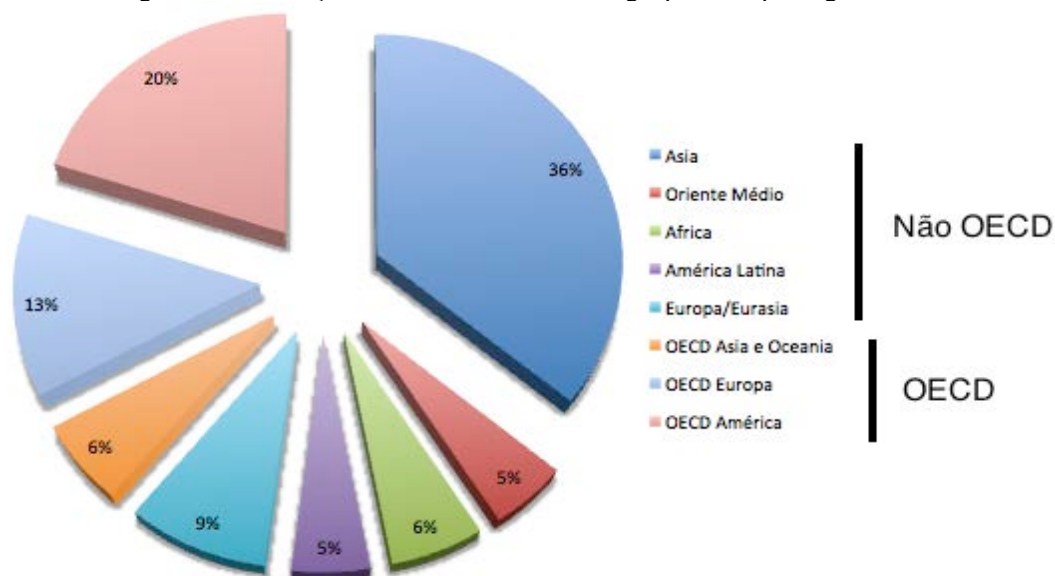
Figura 1: Distribuição da demanda total de energia primária por fonte em 2013



Fonte: Adaptado de IEA (2015).

Pode ser observado que 81% de TPED são cobertos por fontes fósseis (petróleo, carvão e gás natural), e que 61% da TPED está relacionada com países não membros da OECD, que representam um pouco mais da metade do consumo mundial de energia.

Figura 2: Distribuição da demanda total de energia primária por região em 2013



Fonte: Adaptado de IEA (2015).

A Tabela 2 apresenta a produção global de energia por fonte e região e sua distribuição relacionada às fontes de geração. Pode-se observar que a energia elétrica produzida nos países não membros da OECD é de 51%, onde a fonte mais representativa foi o carvão (40%), hidroelétrica (22%), gás-natural (21%) e petróleo (8%). Os países membros da OECD representam 49% da produção de energia, sendo mais representativo o gás-natural (30%), Carvão (23%), hidroelétrica (16%), nuclear (11%) e Petróleo (7%).

Tabela 2: Geração de energia elétrica mundial por fonte e região e sua distribuição por fonte em 2013

Fonte	OECD	Não-OECD	Mundo	Distribuição
Carvão	661	1217	1878	31%
Petróleo	209	243	452	8%
Gás-natural	880	650	1530	26%
Nuclear	315	78	392	7%
Hidroelétrica	469	659	1128	19%
Bioenergia	68	38	106	2%
Wind	194	123	317	5%
Geotérmica	7	4	12	0%
Solar	109	27	136	2%
CSP	3	0	4	0%
Maré	1	0	1	0%
Capacidade total (GW)	2917	3039	5956	100%

Fonte: Adaptado de IEA (2015).

A fonte geradora de energia mais representativa no mundo são as fontes fósseis, que juntamente com a nuclear respondem por 72% da geração mundial de energia. As emissões total de CO₂ em 2013 corresponde por 32.192 Mt (milhões de tonelada), sendo o carvão responsável por 14.324, petróleo por 11.305 e o gás-natural por 6.564 Mt de sua emissão. Apesar de um número crescente de políticas públicas para a mitigação das alterações climáticas, as emissões de gases de efeito estufa têm aumentado, ultrapassando muito os resultados da década de 90 que foi de 20.934 Mt, colocando em risco o sistema climático (IEA 2015, p.155).

3. ENERGIA EÓLICA ATUAL

O papel dos sistemas de geração baseados em energia eólica é fornecer energia competitiva, confiável e limpa para estimular o crescimento econômico e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, criando ao mesmo tempo emprego e aumentando a segurança energética. A energia eólica está se desenvolvendo nesta direção e vem transformando o setor de energia (SAWYER, 2015).

A capacidade instalada de energia eólica aumentou de 17,4 GW em 2000 para 432,9 GW em 2015. De acordo com (IEA Wind, 2016), a energia gerada pela força do vento é de aproximadamente 4% da demanda mundial de energia em 2015. Um recorde de 63 GW na capacidade instalada para o ano de 2015 no mundo (GWEC, 2016). Melhorias tecnológicas no setor eólico reduziram os custos da produção de energia eólica a preços competitivos e a tecnologia modificou-se desde os primeiros parques eólicos do mundo em 1980, dobrando os tamanhos médios dos rotores e produzindo mais energia (IEA, 2013).

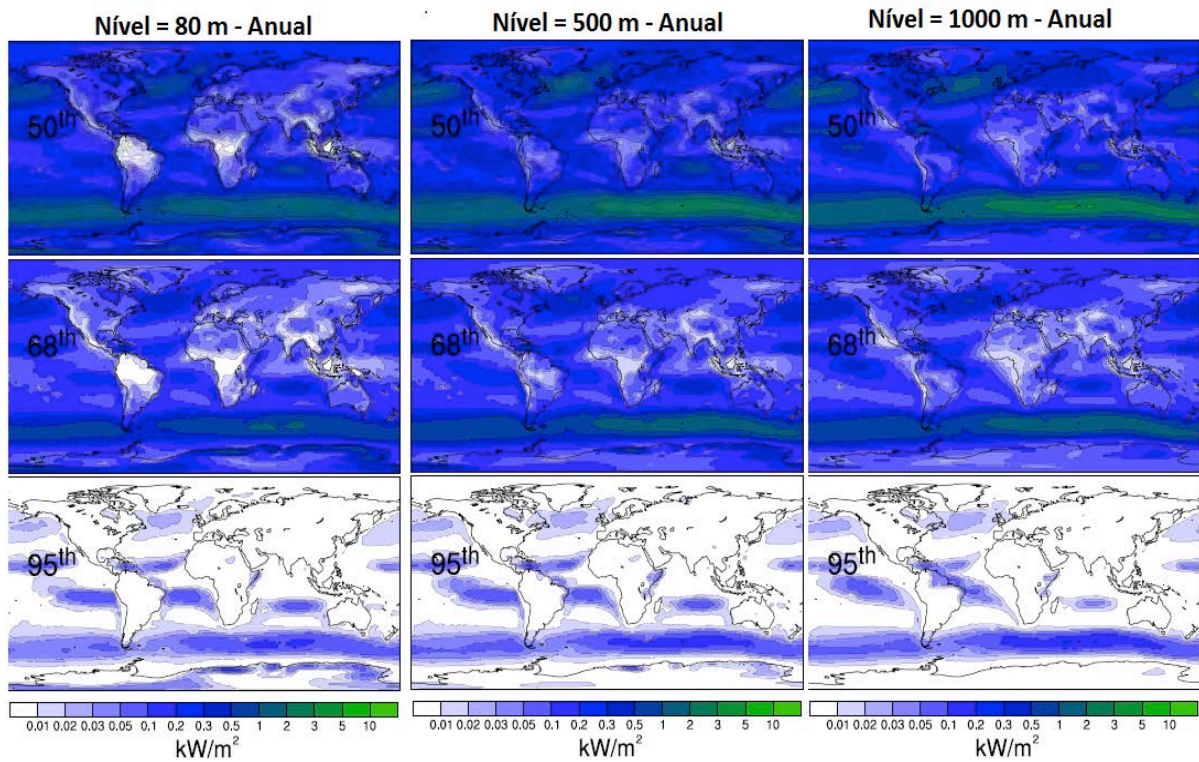
De acordo com Thresher et al., (2007), o principal incentivo para aumentar o tamanho de uma turbina eólica é aproveitar o cisalhamento do vento, colocando os rotores em altitudes elevadas afim de aproveitar ventos mais fortes e estáveis. Com o aumento de tamanho de uma turbina eólica, a produção de energia aumenta de acordo com a área varrida do rotor, entretanto, o volume de material também aumenta.

Para exemplificar como o vento é significativamente mais frequente em altitudes mais elevadas, a densidade de potência do vento excedida em 50%, 68% e 95% do tempo nas altitudes de 80m, 500m, 1000m é apresentada na Figura 3.

Pode-se observar que, aos 80 m de altura, os melhores locais de vento no mundo atingem a densidade de potência maior que 200W/m² por pelo menos 50% do tempo, e que, nesta altitude não existe praticamente nenhum local sobre a Terra onde exista a ocorrência de

densidade de potência superior a 10W/m^2 por mais de 95% do tempo. A região norte-nordeste do Brasil, a partir dos 1000m de altura apresenta uma densidade de energia significativa, maior que 100W/m^2 por mais de 95% do tempo e praticamente todo o mundo possui densidade de potência maior que 100W/m^2 por pelo menos 50% do tempo, sendo que os melhores locais apresentam densidade de potência maior que 500W/m^2 por mais de 50% do tempo, como nas regiões norte/nordeste do Brasil, sul da América do Sul. Para aproveitar a potência do vento alcançada em um valor determinado do vento que for excedido pelo menos 95% do tempo, as altitudes ideais estariam essencialmente na faixa entre 500m e 1.000m em todo o mundo, bem acima do limite atual de turbinas eólicas atuais (150m), (ARCHER e CALDEIRA, 2008).

Figura 3: Densidade de potência eólica (KW/m^2) excedido durante 50%, 68% e 95% do tempo entre os anos de 1979 - 2006.



Fonte: Archer e Caldeira (2008, pg. 4 – 7).

Segundo Fagiano, (2010), este potencial eólico disponível não pode ser aproveitado com custos competitivos, pela tecnologia eólica atual com base em rotor e torres. Um exemplo para comparar um sistema de geração de energia eólica com rotor e torres com um sistema baseado em aerofólios é apresentado por Fagiano, (2009), onde uma turbina eólica de 2MW, tem na sua estrutura (rotor e torres) um peso de cerca de 300 toneladas, enquanto que um gerador de alta altitude de mesma potência nominal é estimado ser obtido com um

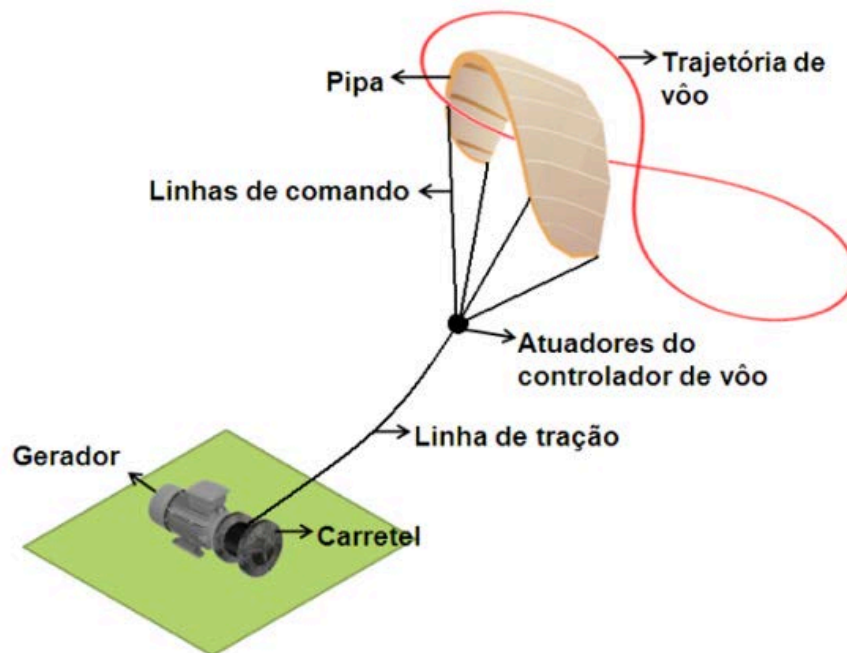
aerofólio de 500m² e 1000m de cabos, com cerca de 2 toneladas. Para explorar ventos em alta altitudes, uma nova classe de conversores de energia eólica com conceitos inovadores de geração, foi concebido sob o nome de Airborne Wind Energy System (AWEs) ou ainda *High Altitude Wind Energy* (HAWE) (FAGIANO e MILANESE 2010).

4. ENERGIA EÓLICA EM ALTA ALTITUDE

Energia Eólica em Alta Altitude ou Airborne Wind Energy System (AWE) é uma tecnologia inovadora de exploração de energia renovável que usa dispositivos aéreos que aproveitam a energia cinética do vento e são capazes de se manter no ar através de forças aerodinâmicas. Esses dispositivos denominados aerofólios cabeados (*Tethered airfoils*), em alguns casos usam asas similares à de um parapente ou *kitesurf*. Varias estruturas com aerofólios cabeados tem sido estudada para o aproveitamento da energia dos ventos em altas altitudes. Elas diferem, por exemplo, em relação ao tipo de asa, que pode ser rígida, flexível ou híbrida, quanto ao local do gerador elétrico, que pode ser no solo ou em voo, quanto à força aerodinâmica explorada, de arrasto (*drag*) ou sustentação (*lift*), quanto à forma de controlar o voo do aerofólio, que depende do número de cabos e da posição dos atuadores e sensores. Dentre essas possibilidades, uma configuração denominada *pumping kite* tem se destacado por ser mais simples e com menor custo.

Um sistema *pumping kite* pode utilizar aerofólios rígidos ou flexíveis, explora a força de sustentação do aerofólio, possui gerador no solo e pode ter diferentes formas de controle de voo do aerofólio, com atuadores no solo ou em voo. A Figura 4 apresenta os principais componentes de um sistema de geração de energia com uso de aerofólios cabeados.

Figura 4: Componentes de um sistema de geração de energia elétrica com uso de aerofólios cabeados.



Fonte: Elaborado pelos autores

Esta tecnologia começou a ser intensivamente estudada nos últimos anos, embora ainda não exista atualmente produtos comerciais disponíveis, pesquisas e investimentos significativos estão sendo feitos. Um panorama sobre o estado da arte da tecnologia AWE, foi publicado por Ahrens et al. (2014), e esta apresentado na Figura 5, onde diversos grupos de pesquisas, incluindo academia e indústria envolvidos com atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nesta área é apresentado. Estes grupos têm como objetivo, aproveitar a energia do vento disponível em altitudes mais elevadas em relação a tecnologia eólica atual.

O potencial da tecnologia AWE utilizando aerofólios cabeados, tem sido investigado há mais de 3 décadas. Sendo Loyd (1980), o precursor dos estudos da tecnologia AWE.

Loyd (1980) mostrou que, se os aerofólios são levados a voar em manobras em alta velocidade, as forças aerodinâmicas resultantes podem gerar valores de potência surpreendentemente elevadas.

Figura 5: Instituições envolvidas com P&D em tecnologia AWE em 2015.



Fonte: SCHMEHL (2015, p.88).

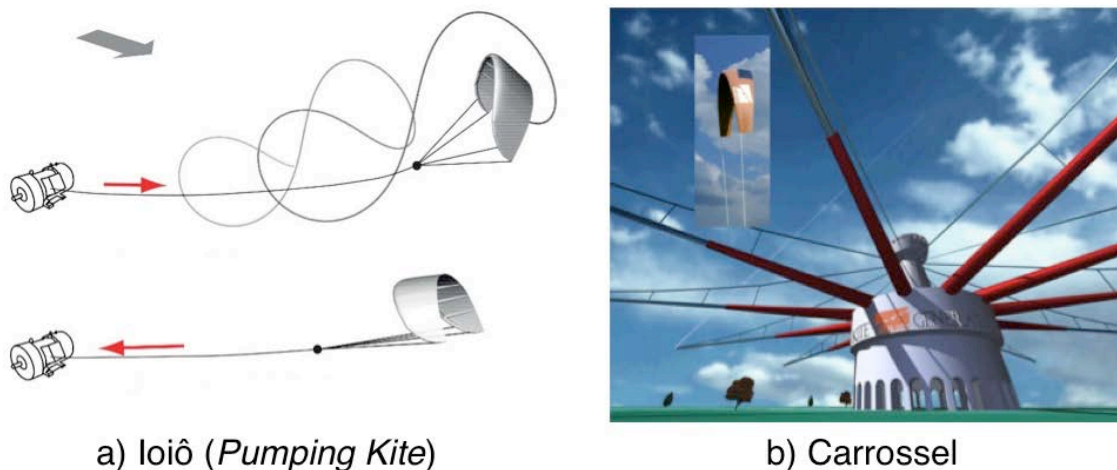
Loyd (1980) descreveu nesse artigo, intitulado *Crosswind kite power (for large-scale wind power production)*, dois modos de gerar energia elétrica por meio da tecnologia AWE, o modo de sustentação com geradores no solo e o modo de arrasto com geradores suspensos. A seguir serão apresentados os dois modos de geração de energia elétrica investigado pelos grupos de P&D.

4.1 Modo de Sustentação

Neste modo, um aerofólio é preso através de um cabo a um sistema eletromecânico responsável por gerar energia elétrica a partir de um movimento circular provocado pela força de tração no cabo. A força de tração no cabo depende da velocidade do vento e da velocidade com que o aerofólio cruza o fluxo de vento. Para maximizar a tração no cabo o aerofólio é controlado para executar manobras específicas para esse fim. No modo de sustentação duas formas de estrutura mecânica são estudadas para transformar a força de tração do cabo em

força de torque no eixo do gerador: a configuração Ioiô e a configuração em Carrossel (FECHNER et al., 2011 e KITEGEN, 2014). A Figura 6 apresenta o sistema de conversão de energia mecânica em energia elétrica.

Figura 6: Configurações para conversão de energia mecânica em energia elétrica com aerofólios cabeados



Fonte: FECHNER et al. (2011,p.167), KITEGEN (2014,p.1).

A **configuração Ioiô**, também conhecida como *Pumping Kite*, tem sido a estrutura mais estudada na geração de energia através de aerofólios cabeados. O interesse pelo sistema Ioiô se deve, provavelmente, ao seu conceito com uma estrutura eletromecânica de geração mais simples e apenas um aerofólio necessário para movimentar a estrutura. As principais variantes dessa configuração estão relacionadas ao tipo de aerofólio utilizado, eles podem variar, por exemplo, no número de asas (simples ou múltiplos), a sua rigidez (rígido ou flexível), e a localização dos atuadores de controle de voo (solo ou suspenso).

O sistema possui duas fases em um ciclo completo de operação (HOUSKA, 2007):

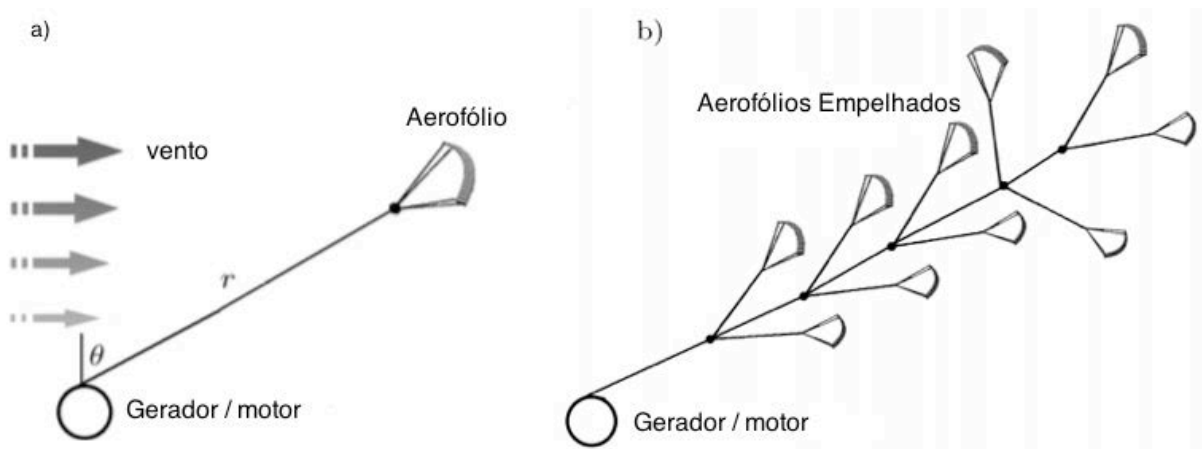
- a primeira é a **fase de geração**, em que a pipa é levada pelo vento, desenrolando o carretel através do cabo e com isso provocando um torque no eixo do gerador levando-o a produzir energia elétrica. Além disso, de modo a evitar torção no cabo, uma trajetória do tipo "oito deitado" (∞) é em geral utilizada. O aerofólio percorre essa trajetória com velocidade muito maior que a do vento, o que permite aumentar de forma marcante a eficiência no aproveitamento da energia dos ventos.
- a segunda é a **fase de recolhimento do cabo** ou **fase passiva**, ela começa quando o cabo atinge o seu comprimento máximo. Nessa situação o ciclo de geração se encerra e o aerofólio é reconfigurado para oferecer menor resistência ao

recolhimento do cabo. Uma pequena parte da energia gerada é utilizada para recolher o cabo até o comprimento inicial onde a fase de geração teve início. Uma vez recolhido a esse ponto, a fase de geração recomeça.

A energia produzida na fase de geração menos a energia gasta na fase de recolhimento é a energia que efetivamente o sistema Ioiô consegue produzir.

Uma variante para a **configuração Ioiô** é o uso de **Múltiplos Aerofólios** fixados no mesmo cabo ao solo. A Figura 7 apresenta esta configuração.

Figura 7: Aerofólios Empilhados



Fonte: Houska, (2007).

Uma ideia similar também é aplicável num sistema convencional onde turbinas eólicas com múltiplas pás podem ser utilizadas. Esta abordagem apesar de interessante, possui algumas dificuldades relacionadas ao controle da trajetória conjunta dos aerofólios, pois evitar o choque entre os aerofólios e realizar as manobras de pouso e decolagem tornam-se tarefas mais complexas.

Mais informações sobre arranjos com múltiplos aerofólios podem ser encontrados nos trabalhos de Houska (2007), e Sequoia (2014).

Na **configuração Carrossel**, vários aerofólios são fixados sobre os braços de um sistema mecânico de rotação acoplado a um gerador com rotor de eixo vertical, como apresentado na figura 6(b). Nesta configuração, a geração de energia ocorre com o movimento rotativo e necessita de um sistema de controle coordenado e sincronizado para evitar colisões entre os aerofólios (KITEGEN, 2014), assim como a estrutura baseada com múltiplos aerofólios também necessita.

4.2 Modo de Arrasto

Uma configuração baseada no **modo de arrasto**, consiste de um aerofólio rígido

cabeado (asa rígida ligada ao solo por um cabo), semelhantes as asas de aviões. Nele são embarcadas pequenas turbinas responsáveis pela geração de energia, semelhantes às turbinas eólicas atuais, no entanto, a velocidade do aerofólio é geralmente muito maior fazendo com que a rotação da turbina seja grande em comparação com uma turbina eólica. A energia gerada é transmitida ao solo através do mesmo cabo que sustenta o aerofólio. Tem eficiência aerodinâmica superior as dos aerofólios flexíveis, entretanto, os aerofólios rígidos tem uma estrutura mais robusta e, portanto, são mais caros e mais pesados (VERMILLION; GRUNNAGLE; KOLMANOVSKY, 2012 e MAKANIPOWER, 2014). A Figura 8 apresenta protótipos de sistemas AWE em modo de arrasto das empresas *Altaeros* (esquerda), *Makani Power* (direita).

Figura 8: Aerofólio cabeado em modo de arrasto, das empresas Altaeros e Makani Power



Fonte: Vermillion; Grunnagle; Kolmanovsky, (2012) e MakaniPower (2014).

De acordo com Vermillion, Glass e Rein (2014) o protótipo desenvolvido pela empresa *Altaeros Energies* usa hélio para sustentar a estrutura no ar.

3.2.2 Inovação Tecnológica em Desenvolvimento – Protótipos

3.2.2.1 Protótipos *Altaeros Energies*

O protótipo da empresa norte-americana *Altaeros Energies*, fundada em 2010 pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), utiliza uma estrutura grande inflada com hélio para levantar voo a altitudes elevadas (ALTAEROS, 2016). Em virtude de sua grande estrutura, este protótipo não consegue explorar ventos cruzados. A energia é transportada para o solo por meio de um cabo condutor, onde quatro cabos de controle são usados para controlar

a altitude, o ângulo de inclinação, o ângulo de rolamento, ao mesmo tempo em que garante que as tensões dos cabos permaneçam dentro dos limites especificados (VERMILLION; GRUNNAGLE; KOLMANOVSKY, 2012).

A empresa *Altaeros Energies*, tem como missão entregar sua próxima geração de infraestrutura aerotransportada, combinando tecnologia com inovações de controle de voo a comunidades rurais e isoladas. Tais infraestruturas permitem a implantação autônoma de plataformas aerotransportadas com custo acessível (ALTAEROS, 2016). Aproveitando suas tecnologias patenteadas, a *Altaeros Energies* eliminou a necessidade de mão-de-obra para monitorar e controlar constantemente as plataformas estacionárias no ar. A Tabela 3 mostra as patentes relacionadas a esse protótipo.

Tabela 3: Propriedade Intelectual *Altaeros Energies*, Inc. Patentes

Publicação	Data do depósito	Data da Publicação	Inventor	Título
US20160139601	16.11.2015	19.05.2016	Christopher R. Vermillion, Benjamin W. Glass, Andrew D. Goessling	Systems And Methods For Attitude Control Of Tethered Aerostats
US20150274277	06.04.2015	01.10.2015	Benjamin W. Glass	Lighter-than-air craft for energy-producing turbines
EP2879950	02.08.2013	10.06.2015	Benjamin W. Glass	Lighter-than-air craft for energy-producing turbines
US20150083849	17.01.2013	26.03.2015	Benjamin W. Glass, Christopher R. Vermillion, Ephraim R. Lanford	Aerostat system
US20150048203	25.02.2013	19.02.2015	Benjamin W. Glass	Payload suspension for lighter-than-air structures
WO2014022770	02.08.2013	06.02.2014	Benjamin W. Glass	Lighter-than-air craft for energy-producing turbines
WO2013109689	17.01.2013	25.07.2013	Ephraim R. LANFORD, Christopher R. Vermillion, Benjamin W. Glass	Improved aerostat system
WO2013043586	18.09.2012	18.09.2012	Christopher R. Vermillion, Benjamin W. Glass, William, A. Loginov	Systems and methods for attitude control of tethered aerostats
US20100090473	15.10.2009	15.04.2010	Glass Ben	Power-augmenting shroud for energy-producing turbines

Fonte: Elaborado pelos autores baseados no WIPO (2016).

3.2.2.2 Protótipos *Makani Power*

A empresa norte-americana *MakaniPower*, adquirida pela empresa *Google* em 2013, construiu um protótipo que consiste de uma asa rígida similar a de um avião, com 8 metros de largura e 3 metros de profundidade projetada para operar entre 40 e 110 metros de altura, produzindo 20 KW de potência nominal em 10m/s de velocidade do vento nominal (MAKANIPOWER, 2011). O sistema tem quatro turbinas fixadas no topo da asa principal, onde a força de sustentação atua. O protótipo *Makani Power* também pode realizar manobras de pouso e decolagem invertendo o sentido de rotação das turbinas, transformando em hélice, assim, o aerofólio passa a operar como um quadrirotor. A empresa está desenvolvendo um protótipo de 600KW denominado M600.

O M600 AWT (*airborne wind turbine*), tem oito turbinas e cada uma com cinco hélice para operar entre 140 à 310 metros, (MAKANIPOWER, 2011) e (LIND, 2015). O protótipo está passando por testes, (LIND, 2015). *Makani Power* apresentou várias patentes como mostra a Tabela 4.

Tabela 4: Propriedade Intelectual Makani Power, Inc. Patentes

Publicação	Data do depósito	Data da Publicação	Inventor	Título
WO2012061598	03.11.2011	03.11.2011	Vander Lind Damon	Flight configuration and flight strategy for flight wind speeds
WO2012012429	19.07.2011	26.01.2012	Vander Lind Damon, Felser, Jacob	High strength windable electromechanical tether with low fluid dynamic drag and system using same
WO2011119876	24.03.2011	29.09.2011	Vander Lind Damon	Planform configuration for stability of a powered kite and a system and method for use of same
US7847426	20.09.2007	07.12.2010	Griffith Saul, Lynn Peter, Montague Don, Hardham Corwin	Wind power generation
WO2010134997	20.05.2010	25.11.2010	Hardham Corwin, Vander Lind Damon, Niekerk Becker Van	Tethered system for power generation
WO2009142762	21.05.2009	26.11.2009	Griffith Saul, Lynn Peter, Montague Don, Hardham Corwin	Faired tether for wind power generation systems
US20090160426	25.02.2009	25.06.2009	Goldwater Dan, Griffith Saul, Wilhelm Eric, Bulthaup Colin	Electronic elongation-sensing rope
US20090072092	13.09.2007	19.03.2009	Griffith Saul, Lynn Peter, Montague Don, Hardham Corwin	Bimodal kite system
WO2009020516	18.07.2008	12.02.2009	Griffith Saul, Hua Wensheng, Hardham Corwin, Lynn Peter, McBride Jim	Controlling power extraction for wind power generation

Fonte: Elaborado pelos autores baseados no WIPO (2016).

Dentre as quais, **WO2010134997**, descreve um sistema para geração de energia que compreende uma asa, uma turbina, um cabo e um sensor de tensão do cabo (GRIFFITH et al, 2009a). O depósito da patente **US20090072092**, pretende resolver o problema de pouso e decolagem com um voo bimodal, (Griffith et al, 2009). O cabo tem uma seção transversal não circular, que é concebida para ter menos arrasto aerodinâmico, (Griffith et al, 2009b). O arrasto aerodinâmico é formado pelo fluxo de ar que reflete sobre a superfície dos cabos que fixam o aerofólio no solo, agindo no sentido de diminuir ao mínimo possível a velocidade de deslocamento do aerofólio.

3.2.2.3 Protótipos *SkySails*

A empresa alemã *SkySails*, utiliza aerofólios cabeados como fonte alternativa de propulsão de navios. A ideia é usar a força de tração obtida com os aerofólios cabeados para ajudar na propulsão dos navios economizando combustível e, portanto, reduzindo custos e as emissões de gases de efeito estufa (SKYSAILS, 2016).

No trabalho de ERHARD e STRAUCH, (2012) e ERHARD e STRAUCH, (2015) são apresentados as características básicas do controle de voo, bem como detalhes de cada elementos de controle de voo para a propulsão de navios. Os aerofólios são do tipo *Foil*, também chamadas de *Ram Air Inflated* (aerofólio flexível com uma estrutura de célula aerodinâmica que é inflada pelo vento) como apresentado na Figura 9. A empresa está comercializando esse sistema, e já conseguiu automatizar o controle de voo, decolagem e pouso do aerofólio (SKYSAILS, 2016).

Figura 9: Sistema *SkySails* para propulsão de navios



Fonte: ERHARD e STRAUCH, (2012).

SkySails estabeleceu um amplo portfólio de patentes apresentados na Tabela 5, dentre as quais uma abordagem para geração de energia com uso de aerofólios cabeados são apresentados.

Tabela 5: Propriedade Intelectual SKYSAILS GMBH Patentes

Publicação	Data do depósito	Data da Publicação	Inventor	Título
US20150125294	03.05.2013	07.05.2015	Xaver Paulig, Bernd Specht	Aerodynamic wind energy conversion device and method for controlling such a device
US20120060736	20.08.2008	15.03.2012	Specht Bernd, Paulig Xaver Drechsler Robert, Brabeck Stephan	Aerodynamic wind propulsion device having bielastical line coupling
EP2844552	03.05.2013	11.03.2015	Paulig Xaver, Specht Bernd	Aerodynamic wind energy conversion device and method for controlling such a device
EP2844553	03.05.2013	11.03.2015	Wortmann Stefan	Mast arrangement and method for starting and landing an aerodynamic wing
EP2729357	04.07.2012	14.05.2014	Erhard Michae, Paulig Xaver	Method and device for controlling a tethered flying element
WO2013164446	03.05.2013	03.05.2013	Stefan Wortmann	Mast arrangement and method for starting and landing an aerodynamic wing
WO2013164443	03.05.2013	07.11.2013	Xaver Paulig, Bernd Specht	Aerodynamic wind energy conversion device and method for controlling such a device
EP2426048	15.08.2006	07.03.2012	Stephan Wrage, Stephan Brabeck	Aerodynamic profile element and start and storage device for same
PT2066554	14.09.2006	13.01.2012	Stephan Wrage, Stephan Brabeck	Steering unit for free flying, confined wing element
sg174076	15.08.2006	29.09.2011	Stephan Wrage, Stephan Brabeck	Starting and recovering device for an aerodynamic profiled element, and aerodynamic profiled element
PT2231470	19.12.2007	28.09.2011	Stephan Wrage, Bernd Specht, Stefan Wortmann	Aerodynamic wind propulsion device having active and passive steering lines and method for controlling of such a device
EP2326833	20.08.2008	01.06.2011	Specht Bernd, Paulig Xaver, Drechsler Robert, Brabeck Stephan	Aerodynamic wind propulsion device having bielastical line coupling

US20110052391	04.12.2007	03.03.2011	Specht Bernd, Wortmann Stefan, Gerdes Hannes	Independent control of shortening lines in an aerodynamic wing
1EP2285667	30.05.2008	23.02.2011	Specht Bernd, Paulig Xaver, Drechsler Robert	Kite type sail with improved line attachment
EP2229314	04.12.2007	22.09.2010	Specht Bernd, Wortmann Stefan, Gerdes Hannes	Aerodynamic wind propulsion device and method for controlling
US20100192825	17.03.2010	05.08.2010	Wrage Stephan	Watercraft having a kite-like element
EP2213568	15.08.2006	04.08.2010	Stephan Wrage, Stephan Brabeck	Start and recovery device for a streamlined element
US20090266283	30.04.2009	29.10.2009	Wrage Stephan, Böhm Johannes	Placement system for a flying kite-type wind-attacked element in a wind-powered watercraft
US20090212574	28.04.2009	27.08.2009	Wrage Stephan	Positioning device for a free-flying kite-type wind-attacked element in a wind-powered watercraft
CN101090846	05.09.2005	19.12.2007	Wrage Stephan	Water craft comprising a kite-type element
KR1020090005120	30.10.2008	12.01.2009	Stephan Wrage, Stephan Brabeck	Wind power plant comprising a steerable kite
US20070228738	30.03.2007	04.10.2007	Stephan Wrage, Stephan Brabeck	Wind energy plant with a steerable kite
WO2005100148	19.04.2005	27.10.2005	Wrage Stephan, Mueller Stefan	Watercraft comprising a free-flying kite-type wind-attacked element as a wind-powered drive unit

Fonte: Elaborado pelos autores baseados no WIPO (2016).

A patente **WO2005100148** refere-se a um dispositivo para converter a energia do vento em energia mecânica, uma embarcação impulsionada pelo vento nas quais um aerofólio cabeado com manobras livres está ligado ao corpo do veículo (navio), (WRAGE e MUELLER, 2005). Com o objetivo de melhorar o controle, e evitar com segurança os riscos de danos para o sistema durante a decolagem e manobras de pouso, uma asa aerodinâmica foi utilizada para ser acoplada a uma unidade de direcionamento localizada por baixo da asa por meio de várias linhas de tração de elasticidade diferente, (SPECHT et al., 2008).

3.2.2.4 Protótipos *KiteGen*

A equipe de pesquisa da empresa Italiana *KiteGen* (2016), está envolvida desde 2003 no desenvolvimento de uma nova tecnologia para a transformação da energia do vento presente em alta altitude em energia elétrica. Esta tecnologia denominada *KiteGen*, foca na captura de energia eólica, com uso e controle de aerofólios cabeados, (CANALE, FAGIANO E MILANESE, 2006), (MILANESE e IPPOLITO, 2007) e (MILANESE, MILANESE e NOVARA, 2007).

Um sistema para realização do controle automático do voo de um aerofólio cabeado, controlado e conduzido adequadamente por uma unidade de controle automático foi descrito em (MILANESE, MILANESE e NOVARA, 2007), (IPPOLITO, 2008).

KiteGen, como primeiro passo do projeto, desenvolveu um protótipo em pequena escala para demonstrar a capacidade de controlar o voo e produzir uma quantidade significativa de energia.

Para geradores de médio à grande escala, uma configuração alternativa teve início com as pesquisas de Canale, Fagiano e Milanese (2007): a configuração em carrossel.

A configuração em carrossel é composta por uma série de unidades de pipa - *Kite Steering Units* (KSUs), com geradores e motores montados sobre trilhos e que se movimentam em uma trajetória circular, figura 6(b). Cada aerofólio é controlado por uma KSUs colocados sobre o braço rígido de um rotor de eixo vertical a um motor no centro do carrossel, onde o gerador está localizado. Para conceber o controle das asas, altera-se o comprimento dos cabos, de modo a obter as trajetórias ótimas para a geração de energia.

De acordo com Ippolito, Taddei (2008), esta invenção refere-se a um processo para a produção de energia elétrica através de um sistema conversão da energia cinética do vento para energia elétrica, utilizando um modulo ferroviário arrastado por aerofólios. Uma asa com operação em dois modos foi patenteada para passar de uma forma em círculo para uma forma plana, composto por três ou mais aerofólios ligados em serie e mutuamente articulado entre pelo menos, um par de aerofólios, (IPPOLITO, 2014).

A KiteGen também tem investido em infraestrutura offshore para gerador eólico troposférico, no qual compreende uma plataforma flutuante (navio) capaz de alojar um gerador eólico impulsionados por aerofólios cabeados, (IPPOLITO, 2010). Outras propriedades intelectuais da empresa KiteGen podem ser encontradas na tabela 6.

Tabela 6: Propriedade Intelectual KiteGen Research S.R.L. Patentes

WO2016129004	07.01.2016	18.08.2016	Massimo Ippolito	Improved infrastructure for driving kites of a tropospheric wind generator
WO2016113765	07.01.2016	21.07.2016	Massimo Ippolito	Ground station of a tropospheric wind generator
US20160145082	26.03.2014	26.05.2016	Massimo Ippolito	Improved pulley for high-efficiency winch
US20160138566	05.06.2014	19.05.2016	Massimo Ippolito	System and process for starting the flight of power wing airfoils, in particular for wind generator
US20160108888	05.06.2014	21.04.2016	Massimo Ippolito	Kite wind energy collector
WO2015181841	05.03.2015	03.12.2015	Massimo Ippolito	Apparatus for converting mechanical energy into electric energy
WO2015136560	02.02.2015	17.09.2015	Massimo Ippolito	Bi-mode wing for power wing profile
WO2015136559	02.02.2015	17.09.2015	Massimo Ippolito	Modulating circuit breaking phase-meter
EP2929181	07.12.2012	14.10.2015	Massimo Ippolito	Wind energy conversion system with kites towing modules on a rail
WO2015107556	26.11.2014	23.07.2015	Massimo Ippolito	Arc-type wing equipped with adjustable junction system of bridles
WO2015102028	26.11.2014	09.07.2015	Massimo Ippolito	High efficiency rope, in particular for

				controlling wing profiles
WO2015037025	04.09.2014	19.03.2015	Massimo Ippolito	Method for setting up an arc-type wing
WO2015037027	04.09.2014	19.03.2015	Massimo Ippolito	Tensioning and tension measuring device of at least one rope
WO2014199405	13.05.2014	18.12.2014	Massimo Ippolito	System for measuring the wind speed at a certain height
WO2014199406	05.06.2014	18.12.2014	Massimo Ippolito	System and process for starting the flight of power wing airfoils, in particular for wind generator
EP2685091	13.02.2008	15.01.2014	Massimo Ippolito, Franco Taddei	Wind energy converter using kites
ZA2011/05137	12.07.2011	28.03.2012	Dr Gertholtz Incdr Gertholtz Inc	Tether for tropospheric aeolian generator
EP2393980	20.01.2010	14.12.2011	Massimo Ippolito	Tropospheric aeolian generator comprising a tether
IL209442	18.11.2010	31.01.2011	Massimo Ippolito	Infrastructure for tropospheric aeolian generator
TN2009000385	18.09.2009	31.12.2010	Taddei Franco, Massimo Ippolito	Wind system for converting energy by translating on a rail modules dragged by kites and process for producing electric energy through such system
TN2008000452	10.11.2008	14.04.2010	Massimo Ippolito	System and process for automatically controlling the flight of power wing airfoils
WO2008072269	30.11.2007	19.06.2008	Mario Milanese, Andrea Milanese, Carlo Novara	System for performing the automatic control of the flight of kites
US20100019091	30.11.2007	28.01.2010	Mario Milanese, Andrea Milanese, Carlo Novara	Automatic kite flight control system
za2008/08778	15.10.2008	28.10.2009	Massimo Ippolito, Taddei Franco, Dr Gertholtz Incdr Gertholtz Inc	Aeolian system comprising power wing profiles and process for producing electric energy
WO2009147692	29.05.2009	10.12.2009	Massimo Ippolito	Infrastructure for driving and assisted take-off of airfoils for tropospheric aeolian generator
WO2007135701	03.05.2007	29.11.2007	Mario Milanese, Massimo Ippolito,	Automatic control system and process for the flight of kites
WO2010143214	12.06.2009	16.12.2010	Massimo	Floating offshore kite powered generator

Fonte: Elaborado pelos autores baseados no WIPO (2016).

3.2.2.4 Protótipos UFSCkite

O Grupo de Pesquisa em Aerofólios Cabeados para Energia Eólica da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSCkite, formado em outubro de 2012, se propõe a investigar este novo paradigma na exploração da energia eólica, focando em aspectos de controle, instrumentação e através de trabalhos teóricos, bem como no desenvolvimento de protótipos, buscando o amadurecimento e viabilização da tecnologia para sua utilização na matriz energética brasileira (UFSCkite, 2012).

O primeiro protótipo desenvolvido pelo UFSCkite, tem como objetivo testar estratégias de controle automático de voo do aerofólio e toda instrumentação embarcada. Ele opera com um aerofólio flexível e comprimento de cabo fixo (sem geração de energia). Uma experiência de campo do protótipo UFSCkite pode ser visto na figura 10 e figura 11 apresenta

o *software* supervisorio desenvolvido pelo grupo para supervisionar o desempenho do sistema.

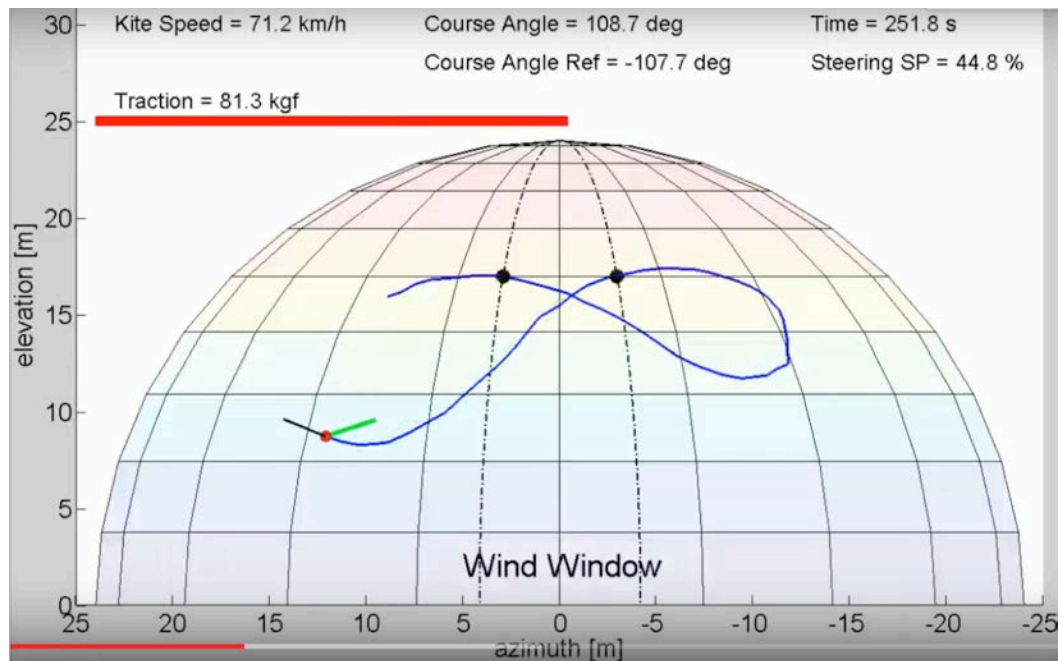
Figura 10: Protótipo UFSCkite



Fonte: Experiência de campo UFSCkite, (2016).

As estratégias de controle de voo e o sistema supervisorio desenvolvidos e testados serão usados nos próximos protótipos do grupo onde a geração de energia será efetuada através de um sistema *pumping kite*. Nesses protótipos, já em fase de testes iniciais, todos os detalhes de otimização do ponto ótimo de operação para maximizar a potência gerada num ciclo completo (que compreende as fases de geração e recolhimento), estimação de variáveis para controle e supervisão já foram reportadas em publicações do grupo em congressos e revistas.

Figura 11: Software supervisorio



Fonte: Experiência de campo UFSCkite, (2016).

Dentre o conjunto de publicações, destacam-se os trabalhos:

- Lellis, Saraiva e Trofino (2013), modelaram e identificaram a dinâmica do ângulo de giro e propuseram um esquema de controle descentralizado para seguimento de trajetória.
- Silva (2014), apresentam uma visão dos conceitos fundamentais da utilização de aerofólios cabeados (*tethered airfoils*) para geração de energia elétrica.
- Saraiva, Lellis e Trofino (2014), projetaram a fase passiva de um gerador eólico com *pumping Kite*, onde foi proposto e analisado um índice de robustez contra a turbulência do vento, um algoritmo offline para gerar uma referência de trajetória de voo, que maximiza a potência do ciclo.
- Lellis, Saraiva e Trofino (2015), tratam da otimização de um *pumping kite* (PK) para geração de energia elétrica, no qual a contribuição foi mostrar a influência do ângulo de ataque para a maximização da fase de tração (*reel-out phase*).
- Saraiva et al., (2015), propôs um modelo aprimorado para representar a dinâmica do ângulo de giro do aerofólio.
- TIL et al., (2015), descreve um modelo dinâmico de uma pipa considerando esta como um conjunto de placas acopladas através de molas helicoidais e amortecedores.

- LELLIS et al., (2016), identificam a viabilidade econômica de parques eólicos que utilizam aerofólios cabeados operando em *Pumping Kite* (PK). Nesta pesquisa, uma unidade de PK de 2 MW é comparada a uma Turbina Eólica de três pás (WT) de eixo horizontal com a mesma potência nominal. Dadas estimativas conservadoras de custo de PK, a pesquisa sugere que o investimento em um parque eólico baseado em PK pode ser 74% do que é gasto em um parque eólico com turbinas de três pás.

5. CONCLUSÃO

A energia eólica explorada em altitudes elevadas tem sido considerada um recurso atraente e promissor para a geração sustentável de energia elétrica. A tecnologia de aerofólios cabeados evoluiu muito nesses últimos anos, mas ainda serão necessários anos de pesquisa e aprimoramento dos protótipos para que esta tecnologia atinja o mercado com produtos comerciais.

Nessa direção o desenvolvimento de estruturas que permitam o pouso e decolagem automatizados do(s) aerofólio(s), aspectos de operação segura e robusta em face de condições adversas de tempo, comparação de custo e eficiência dos diversos protótipos desenvolvidos por empresas e universidades são os pontos mais importantes a serem bem resolvidos e entendidos nos próximos anos.

Nos últimos anos, várias empresas e universidades ingressaram nos negócios de AWEs, patenteando várias ideias e soluções tecnológicas para seus protótipos.

Entretanto, uma das grandes limitações de pesquisa nesta área, é que muitos resultados não são divulgados, devido a interesses comerciais, ou seja, várias empresas desenvolvem protótipos nessa área sob forte sigilo.

REFERENCIAS

- ALTAEROS ENERGIES. Clean Energy. Altaeros Energies, 2016. Disponível em: <http://www.altaosenergias.com/energy.html>, acessado em 01/11/2016.
- AHRENS, U.; DIEHL, M.; SCHMEHL, R. (Ed.). Airborne Wind Energy. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. ISBN 978-3-642-39964-0. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-39965-7>, acessado em 28/10/2016.
- ARCHER, C. L.; JACOBSON, M. Z. Evaluation of global wind power. *Journal of Geophysical Research*, 2005.
- Archer, Cristina L.; Caldeira, K. Atlas of high altitude wind power, 2008.
- ARCHER, Cristina L. ; CALDEIRA, K. Global Assessment of High-Altitude Wind Power. *Energies*, 2:307–319, 2009.
- BP Statistical Review of World Energy 2016 (BP), London, United Kingdom, June 2016. Acessado online: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>.
- CANALE, Massimo; FAGIANO, Lorenzo; MILANESE, Mario. Control of tethered airfoils for a new class of wind energy generator. *Proceedings of the 45th IEEE Conference on Decision & Control*, 2006. p.4020-6.
- CANALE, Massimo; FAGIANO, Lorenzo; MILANESE, Mario. Power kites for wind energy generation - fast predictive control of tethered airfoils. *IEEE Control Systems Magazine*, vol. 27, n. 6, p. 25–38, 2007.
- CANALE, Massimo; FAGIANO, Lorenzo; MILANESE, Mario; IPPOLITO, Massimo . KiteGen project: control as key technology for a quantum leap in wind energy generators. *Proceedings 26th American Control Conf.*, New York, 2007, pp. 3522–3528.
- ERHARD, Michael; STRAUCH, Hans. Control of towing kites for seagoing vessels. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, vol. 21, n. 5, p. 1629–1640, 2012.
- ERHARD, M.; STRAUCH, H. Flight control of tethered kites in autonomous pumping cycles for airborne wind energy. *Control Engineering Practice*, vol. 40, n. 0, p. 13–26, 2015. ISSN 0967-0661.
- FAGIANO, Lorenzo. Control of Tethered Airfoils for High–Altitude Wind Energy Generation. *Doutor Thesis Politecnico Di Torino*, 2009.
- FAGIANO, Lorenzo; MILANESE, Mario. High-Altitude Wind Power Generation. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, Vol. 25, n. 1, 2010.
- FECHNER, Uwe; VLUCHT, Rolf van der; Schmehl, Roland; Ockels, Wubbo. Efficiency of kite power systems in pumping operation. *7th EAWE PhD Seminar on Wind Energy in Europe*. Delft University of Technology, the Netherlands, 2011.
- GOLDEMBERG; J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. *Estudos Avançados*, v.21, n.59, 2007.
- GOLDEMBERG; J.; LUCON, O. Energia, meio ambiente e desenvolvimento. 3.ed. São Paulo: EDUSP, 2008.
- GRIFFITH, Saul; LYNN, Peter; MONTAGUE, Don; HARDHAM, Corwin. Bimodal kite system. PCT Patent Application US20090072092: 2009.
- GRIFFITH, Saul; HUA, Wensheng; HARDHAM, Corwin; LYNN, Peter; MCBRIDE, Jim. Controlling power extraction for wind power generation. PCT Patent Application WO2009020516: 2009a.
- GRIFFITH, Saul; LYNN, Peter; MONTAGUE, Don; HARDHAM, Corwin. Faired tether for wind power generation systems. PCT Patent Application WO2009142762: 2009b.
- HOEVEN, M., Technology roadmap, wind energy, International energy agency, 2013, http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind_2013_Roadmap.pdf, online; accessed 02-Jun-2014.
- HOUSKA, B. Robustness and Stability Optimization of Open Loop Controlled Power Generating Kites, 2007.
- IPPOLITO, Massimo; TADDEI, Franco. Wind energy converter using kites. PCT Patent Application EP2685091: 2008.
- IPPOLITO, Massimo. System and process for automatically controlling the flight of power wing airfoils. PCT Patent Application TN2008000452: 2008.

- IPPOLITO M. Floating offshore kite powered generator. PCT Patent Application WO2010143214: 2010.
- IPPOLITO, Massimo. Kite wind energy collector. PCT Patent Application US20160108888: 2014.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007 (IPCC)– Impacts, Adaptation and Vulnerability, 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf, acessado em 28/10/2016.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014 (IPCC) – Mitigação of Climate Change, 2014(a). Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>, acessado em 28/10/2016.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014 (IPCC) – Synthesis Report Summary for Policymakers, 2014(b). Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf, acessado em 28/10/2016.
- International Energy Agency (IEA). Technology Roadmap – Wind Energy. IEA - International Energy Agency, 2013. Disponível em: www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind_2013_Roadmap.pdf, acessado em 01/10/2016.
- International Energy Outlook 2013 (IEO). Independent Statistic e Analysis. U.S. Energy Information Administration, 2013. Acessado online: [http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2013\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2013).pdf).
- International Energy Agency (IEA). Wind 2015 - Annual Report, IEA Wind - Colorado, USA, 2016. Disponível em: http://www.ieawind.org/annual_reports_PDF/2015/2015%20IEA%20Wind%20AR_small.pdf, acessado em 01/10/2016.
- International Energy Agency (IEA). Key World Energy Statistics 2016. Paris, France: IEA PUBLICATIONS, 2016(a). Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>, acessado em 29/10/2016.
- International Energy Outlook 2016 (IEO). International Energy Outlook 2016 with Projections to 2040. U.S. Energy Information Administration, 2016. Disponível em: [http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2016).pdf). Acessado em 29/10/2016.
- International Energy Agency (IEA). Annual Energy Outlook 2016 with Projections to 2040. Independent Statistic e Analysis. U.S. Energy Information Administration, 2016(b). Disponível em: <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/>, Acessado em 28/10/2016.
- KI-MOOM, Ban. *Sustainable Energy for all*. United Nations 2011.
- KITEGEN. A radical change of perspective. KiteGen Research, 2009. Disponível em: <http://www.kitegen.com/en/technology/details/>, acessado em 24/10/2016.
- KITEGEN. KiteGen Research. Technical report, KITEGEN, 2014.
- LELLIS, M. D.; SARAIVA, R.; TROFINO, A. Turning Angle Control of Power Kites for Wind Energy. In: Proceedings of the IEEE 52nd Conference on Decision and Control. Firenze, Italy, 2013, pp. 3493-3498. doi:10.1109/CDC.2013.6760419 .
- LELLIS, M. D.; SARAIVA, R.; TROFINO, A. On the Optimisation of Pumping Kites for Wind Power. In: SCHMEHL, R. (Ed.). Airborne Wind Energy Conference. the Netherlands: TU Delft, 2015. p. 63. doi:10.4233/uuid:7df59b79-2c6b-4e30-bd58-8454f493bb09.
- LELLIS, M. D.; MENDONÇA, A. K.; SARAIVA, R.; TROFINO, A.; LEZANA, Á. Electric power generation in wind farms with pumping kites: An economical analysis. *Renewable Energy* 64, February 2016, pp. 163 - 172. doi:10.1016/j.renene.2015.08.002 .
- LIND, Damon Vander. Developing a 600 kW Airborne Wind Turbine. Airborne Wind Energy Conference 2015: Book of abstracts. Delft University of Technology, the Netherlands, 2015. Disponível: <http://www.awec2015.eu>.
- LOYD, M. L. Crosswind Kite Power. *Journal of Energy*, 4(3):106–111, 1980.
- MAKANI POWER. Response to the Federal Aviation Authority; Docket No. FAA-2011-1279; Notice No. 11-07; Notification for Airborne Wind Energy Systems (AWES), 2011. Disponível em <http://www.energykitesystems.net/FAA/FAAfromMakani.pdf>.
- MILANESE, Mario; IPPOLITO, Massimo. Automatic control system and process for the flight of kites. PCT Patent Application WO2007135701, 2007.
- MILANESE, Mario; MILANESE, Andrea; NOVARA, Carlo. Automatic kite flight control system. PCT Patent

Application US20100019091: 2007.

SARAIVA, R.; LELLIS, M. D.; TROFINO, A. Passive Phase Design of a Pumping Kite Wind Generator. In: Proceedings of the 19th IFAC World Congress. Cape Town, South Africa, 2014, pp. 6764-6769. doi:10.3182/20140824-6-ZA-1003.01338.

SARAIVA, R.; LELLIS, M. D.; TROFINO, A.; CAVALCANTI, D. Online Parameter Estimation for Flight Control of Tethered Airfoils. In: SCHMEHL, R. (Ed.). Airborne Wind Energy Conference. the Netherlands: TU Delft, 2015. p. 62. doi:10.4233/uuid:7df59b79-2c6b-4e30-bd58-8454f493bb09.

SAWYER, Steve. Global Wind Report 2015 – Annual market update, 2015. Disponível em: <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2015-annual-market-update/> acessado em 01/10/2016.

SCHMEHL, R. Airborne Wind Energy Conference – Book of Abstracts. Delft University of Technology, the Netherlands, 2015.

Sequoia. Patents and Research. Technical report, Sequoia, 2014.

SILVA, R. S. D. Aerofólios cabeados para geração de energia elétrica. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas, Florianópolis, 2014.

SKYSAILS. SkySails Propulsion for Cargo Ships, 2016. Disponível em <http://www.skysails.info/english/skysails-marine/skysails-propulsion-for-cargo-ships/>, acessado em 24/10/2016.

SPECHT, Bernd; PAULIG, Xaver; DRECHSLER, Robert; BRABECK, Stephan. Aerodynamic wind propulsion device having bielastic line coupling. PCT Patent Application US20120060736: 2008.

THRESHER, R.; ROBINSON, M.; VEERS, P. To capture the wind. IEEE power & energy magazine, v. 5, n. 6, p. 34–46, 2007. Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4383122, acessado em 28/10/2016.

TIL, J. V.; LELLIS, M. D.; SARAIVA, R.; TROFINO, A.; SCHMEHL, R. Dynamic Model of a Bridled Kite Including Rotational Deformations. In: SCHMEHL, R. (Ed.). Airborne Wind Energy Conference. the Netherlands: TU Delft, 2015. p. 48. doi:10.4233/uuid:7df59b79-2c6b-4e30-bd58-8454f493bb09

UFSCkite - Grupo de Pesquisa em Aerofólios Cabeados para Energia Eólica da UFSC, 2012. Disponível em: <http://trofino.das.ufsc.br/pesquisa/ufsckite>, acessado 01/10/2016.

UFSCkite. Airborne Wind Energy - Automatic flight test. Universidade Federal de Santa Catarina, julho 2016. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=YxszJJvihfM>, acessado em 01/10/2016.

VERMILLION, Chris; GRUNNAGLE, Trey; KOLMANOVSKY Ilya. Modeling and control design for a prototype lighter-than-air wind energy system. American Control Conference (ACC), 2012. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6315434/?arnumber=6315434>, acessado em 01/10/2016.


VERMILLION, Chris; GLASS, Ben; REIN, Adam. Lighter-Than-Air Wind Energy Systems. Airborne Wind Energy, 2014.

World Energy Outlook Special Report. *Energy and Climate Change*. International Energy Agency (IEA), 2015. Paris, France: IEA PUBLICATIONS, 2015. Disponível em <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>, acessado em 01/10/2016.

World Energy Outlook Special Report. Energy and Air Pollution. International Energy Agency (IEA). 2015. Paris, France: IEA PUBLICATIONS, 2016. Disponível em <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/weo-2016-special-report-energy-and-air-pollution.html>, acessado em 01/10/2016.

WRAGE, Stephan; MUELLER, Stefan. Watercraft comprising a free-flying kite-type wind-attached element as a wind-powered drive unit. PCT Patent Application WO2005100148: 2005.

WIPO. World Intellectual Property Organization. Search International and National Patent Collections, 2016. Disponível em: <http://www.wipo.int/patentscope/en/>, acessado em 23/10/2016.



Desafios para o futuro do Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade: considerações finais

Mauricio Uriona Maldonado
Caroline Rodrigues Vaz

1. Introdução

Como pode-se perceber nos capítulos apresentados anteriormente, há uma clara inter-relação entre as três áreas de pesquisa (Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade), principalmente, no que se refere a co-evolução delas.

Assim, ao nosso ver, existem alguns desafios que ainda devem ser superados individualmente, mas também existem outros que devem ser superados em conjunto, este capítulo apresenta, de uma forma sucinta, esses desafios.

2. Desafios para o Empreendedorismo

Os desafios na área do **Empreendedorismo** esta na disseminação de novas formas de empreender, abrangendo e se alinhando com outras áreas do conhecimento, por exemplo, as questões sociais, econômicas, sustentáveis e na união de universidade-empresa (RAPINI; OLIVEIRA; CALIARI, 2016).

Nos dias de hoje, o empreendedor não é mais visto apenas como o empresário que criou o empreendimento, mais sim como o gestor que apresenta competências em gestão, interação, conhecimento, inovação, decisão e crescimento. Além, de necessitar ter um pensamento e uma capacidade de realização e de aprendizado diferenciado, trazendo ao empreendimento ideias como oportunidades e as transformar em novos empreendimentos. Dentro deste contexto, o grande desafio esta em que o empreendedor tem que ter uma conscientização que para estar no mercado de trabalho e sendo competitivo, não deve ficar acomodado, e sim realizando cursos, projetos em parcerias com Instituições de Ensino, Instituições de Amparo a Pesquisa e outras Industrias de ramos semelhantes e diferentes.

Do ponto de vista do empreendedorismo, o papel da universidade também apresenta-se como uma área de pesquisa futura, que vai além de ser um centro de formação para virar também um parceiro ativo na geração de produtos e serviços (COSENZ, 2013).

Outro desafio do Empreendedorismo, que está em alta nos dias atuais, é a preocupação com as questões ambientais (BARBIERI *et al.*, 2010). Os empreendedores devem estar conscientizados e com inteira capacidade de lançar seus produtos e realizarem seus serviços, sem degradar o meio ambiente. Pensar nas questões ambientais como um todo, por exemplo: i) meu produto causa impacto/degradação ao meio ambiente?; ii) meu produto gera quanto de resíduos sólidos, efluentes e efluentes químicos e causa emissões de gases tóxicos a camada atmosférica? iii) meu produto pós-consumo tem um descarte adequado? Ou apresenta um processo de reutilização, reciclagem e reuso no próprio processo de fabricação dentro da

empresa? iv) meu produto esta de acordo com as legislações e regulamentações ambientais?, entre outros questionamentos que o empreendedor deve ter ao momento de lançar novos produtos.

Outro fator que o empreendedor deve ter preocupação é com a gestão de lançar produtos inovadores e que causem satisfação o consumidor. Pensando sempre, como este produto impactara na sociedade, na região, no país e nas legislações.

3. Desafios para Inovação

Os desafios na área da **Inovação** para as pesquisas futuras se relacionam principalmente com a constante dificuldade de gerar inovações a nível micro (empresas), como em fomentá-las a nível macro (países e regiões). De fato, boa parte das pesquisas mais recentes apresenta novos mecanismos ou modelos de gestão visando facilitar a inovação, tais como por exemplo, os *canvas* de modelos de negócio (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2010), o *lean startup* (GHEZZI et al., 2015) e o *design thinking* (LIEDTKA, 2015). Ainda, as exigências ambientais dos consumidores demandam por produtos cada vez mais ecologicamente corretos, desde o seu projeto (eco-inovação, análise do ciclo de vida) até o seu descarte (logística reversa e reciclagem), levando a novos desafios, do ponto de vista da gestão, para poder atender essas demandas (BARBIERI et al., 2010).

Outra área de pesquisa que ainda apresenta oportunidades de desenvolvimento futuro é a chamada ‘inovação aberta’ ou ‘*open innovation*’ (CHESBROUGH, 2006) que requer de um alinhamento mais próximo entre os atores que participam do processo de inovação mas que também apresenta resultados importantes.

Por outro lado, a própria estruturação interna das empresas para uma orientação a inovação ainda é um desafio e portanto, uma oportunidade de pesquisas futuras. Modelos de gestão da inovação, por exemplo, têm sido propostos a partir da necessidade de organizar e estruturar as atividades e competências da empresa para facilitar a geração de inovações (URIONA; DIAS; VARVAKIS, 2009; SILVA; BAGNO; SALERNO, 2013), porém ainda não existe um consenso sobre qual ou quais modelos são mais eficientes ou melhores.

Outro aspecto que ainda permeia tanto as pesquisas a nível macro como a nível micro é o financiamento das atividades de inovação. De forma ampla, pode-se afirmar que existem várias linhas de financiamento e fomento a inovação no Brasil, principalmente coordenadas por entidades Federais e Estaduais, porém, os resultados dessas ações raramente sobressaem os esforços e dispêndios ocorridos, como por exemplo, com a Lei do Bem (RAPINI; OLIVEIRA;

CALIARI, 2016; ZIMMER *et al.*, 2016). Do ponto de vista do sistema de inovação, o foco das pesquisas deve aprofundar em evidências mais objetivas dos impactos positivos (negativos) do financiamento e fomento as atividades de inovação nas empresas e em como o marco institucional pode ser modificado para facilitar o acesso a essas fontes.

Por fim, a nível macro, a abordagem dos sistemas de inovação tem um desafio importante, que está relacionado com a mensuração e avaliação mais apropriada do sistema. As pesquisas na área salientam a chamada ‘análise estática’ como uma das maiores limitações da abordagem, isto é, o uso de indicadores tradicionais para mensurar o desempenho inovativo, tais como o número de patentes, os dispêndios em P&D ou o número de doutores e pesquisadores. Para os críticos destes indicadores, os mesmos apenas mensuram resultados pontuais e falham na visualização da evolução positiva ou negativa dos mesmos ao longo do tempo (HEKKERT *et al.*, 2007). Trabalhos mais recentes têm procurado oferecer alternativas de mensuração dinâmica do sistema de inovação, ao propor ferramentais alternativos aos utilizados tradicionalmente, tais como o método de painel de cointegração econométrico (CASTELLACCI; NATERA, 2013), as funções do sistema de inovação (HEKKERT; NEGRO, 2009) e a simulação dinâmica (URIONA; GROBBELAAR, 2016).

4. Desafios para Sustentabilidade

No quesito da **Sustentabilidade** os desafios estão em conscientizar os empreendedores a focarem sempre em questões que impactem e causem menos dano ao meio ambiente e a sociedade. A inserção das ferramentas/práticas ambientais/tecnologias limpas nas empresas seria um grande avanço, principalmente, com as práticas da Produção Mais Limpa, que vem minimizar a geração de resíduos sólidos antes de chegar no fim-de-tubo. A utilização da análise do Ciclo de Vida dos produtos, para as empresas que causem a geração de toxinas e emissões de gases (HELLWEG; MILÀ I CANALS, 2014) mas também para tecnologias limpas (HAWKINS *et al.*, 2013). A implementação da Logística Reversa, apesar do alto custo de aquisição, as vantagens são imensas, por exemplo, de estar retornando o produto a empresa diminui a compra de matéria-prima bruta, diminui o descarte incorreto dos produtos em fim de vida, minimizando a degradação ao meio ambiente e aumentando a competitividade da empresa em comparação a outra em relação ao desenvolvimento sustentável (VAZ *et al.*, 2013).

Outro assunto que está em alta para o desenvolvimento da Sustentabilidade nas empresas, são a inserção das Energias Renováveis, por se apresentarem como uma alternativa viável a sociedade, sem causar danos ao meio ambiente, utilizando a própria energia natural.

Porém, um grande desafio do Brasil está em incentivar e conscientizar as empresas, as indústrias e a sociedade a utilizarem mais fontes de energias renováveis. Já que o país é considerado pelos pesquisadores, um dos maiores abundantes de fontes renováveis do mundo (BRASIL, 2015). Podendo focar em diversas pesquisas de uso na geração de energias renováveis: solar, eólica e biomassa, além da fonte hidrelétrica.

Atualmente, existem alguns incentivos e programas para a utilização e implantação da energia solar no Brasil, como foi apresentado nos capítulos anteriormente. Um dos desafios que poderia ser acrescentado no Brasil, em forma de regulamento ou legislação, que obrigasse os estados e municípios que em novas construções, obtivesse aquecimento solar de água e placas solares para a energia elétrica.

Outro desafio, está em disseminar pesquisas e o uso dos carros híbridos e elétricos (veículos de combustíveis alternativos ou *alternative fuel vehicles*) no Brasil. Pesquisas demonstram que este tipo de veículos minimizam as emissões de gases de efeito estufa e economizam a utilização de combustíveis fósseis, assim como está sendo feito em outras partes do mundo (ROMEJKO; NAKANO, 2017).

Entretanto, ao mesmo tempo que as tecnologias de energia renovável, são cada vez mais eficientes e geram energia limpa, para a fabricação e montagem, por exemplo, das placas fotovoltaicas ainda se utiliza grande quantidade de energia elétrica e produtos tóxicos e que causam danos ao meio ambiente. Desta forma, um desafio futuro está em “*como produzir tecnologias de energia renovável sem agredir ao meio ambiente?*”.

5. Considerações Finais


Este capítulo tem apresentado, de forma sintética, quais são alguns dos principais desafios do empreendedorismo, da inovação e da sustentabilidade, como áreas de pesquisa do Laboratório de Empreendedorismo e Inovação, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Porém, sabemos que ainda existem mais desafios e oportunidades de pesquisas a serem superados e enfrentados pela sociedade acadêmica e empresários em prol do Desenvolvimento Sustentável das Organizações, nestas temáticas.

Fica evidente, nas pesquisas apresentadas neste livro, que as três áreas do conhecimento (Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade) necessitam de mais desdobramentos e descobertas, deixando um campo vasto de lacunas de pesquisas.

Referencias

- BARBIERI, J. C. *et al.* Inovação e Sustentabilidade: novos modelos e proposições. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, p. 146-154, 2010.
- BRASIL. **Resenha Energética Brasileira: Exercício de 2014**. Ministerio de Minas e Energia (MME) - Brasil. Brasilia, DF. 2015
- CASTELLACCI, F.; NATERA, J. M. The dynamics of national innovation systems: a panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. **Research Policy**, v. 42, n. 3, p. 579-594, 2013. ISSN 0048-7333.
- CHESBROUGH, H. W. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Harvard Business Press, 2006. ISBN 1422102831.
- COSENZ, F. The 'entrepreneurial university': a preliminary analysis of the main managerial and organisational features towards the design of planning & control systems in European academic institutions. **Management Research and Practice**, v. 5, n. 4, p. 19-29, 2013.
- GHEZZI, A. *et al.* A Comparative Study on the Impact of Business Model Design & Lean Startup Approach versus Traditional Business Plan on Mobile Startups Performance. **ICEIS (3)**, 2015. p.196-203.
- HAWKINS, T. R. *et al.* Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 53- 64, 2013. ISSN - 1530-9290. Disponível em: < - <http://dx.doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x> >.
- HEKKERT, M. P.; NEGRO, S. O. Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 4, p. 584-594, May 2009. ISSN 0040-1625. Disponível em: < <Go to ISI>://000265517500012 >.
- HEKKERT, M. P. *et al.* Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 4, p. 413-432, 5// 2007. ISSN 0040-1625.
- HELLWEG, S.; MILÀ I CANALS, L. Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. **Science**, v. 344, n. 6188, p. 1109-1113, 2014.
- LIEDTKA, J. Perspective: Linking Design Thinking with Innovation Outcomes through Cognitive Bias Reduction. **Journal of Product Innovation Management**, v. 32, n. 6, p. 938, 2015. ISSN - 1540-5885. Disponível em: < - <http://dx.doi.org/10.1111/jpim.12163> >.
- OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers**. John Wiley & Sons, 2010. ISBN 0470876417.
- RAPINI, M. S.; OLIVEIRA, V. N. D.; CALIARI, T. Como a interação universidade-empresa é remunerada no Brasil: evidências dos grupos de pesquisa do CNPq. **Revista Brasileira de Inovação (RBI)**, v. 15, n. 2, p. 219-246, 2016.
- ROMEJKO, K.; NAKANO, M. Portfolio analysis of alternative fuel vehicles considering technological advancement, energy security and policy. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, Part 1, p. 39-49, 1/20/ 2017. ISSN 0959-6526. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616313701> >.
- SILVA, D. O. D.; BAGNO, R. B.; SALERNO, M. S. Modelos para a gestão da inovação: revisão e análise da literatura. **Produção**, p. 0-0, 2013. ISSN 0103-6513. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132013005000059&nrm=iso >.
- URIONA, M.; DIAS, N.; VARVAKIS, G. Managing Innovation in Small High-Technology Firms: A Case Study in Brazil. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 4, 2009. ISSN 0718-2724.
- URIONA, M.; GROBBELAAR, S. S. **System Dynamics Models in the Innovation Systems domain: A review**. 2016 Conference of the International Schumpeter Society. NIOSI, J. Montreal, CA 2016
- VAZ, C. R. *et al.* Some reasons to implement reverse logistics in companies. **International Journal of Environmental Technology and Management**, v. 16, n. 5, p. 467-479, 2013. ISSN 1466-2132.
- ZIMMER, P. *et al.* Tax Incentives for Innovation in Brazil: Obstacles for Use of the Good Law (Law 11.196/2005). **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 11, n. 4, p. 38-46, 2016. ISSN 0718-2724.



Esta obra foi elaborado com intuito de proporcionar ao leitor um entendimento teórico para colocar em prática em suas organizações e/ou pesquisas sobre o tema de Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade. Este primeiro volume é destinado à estudantes, professores, pesquisadores e empresários interessados na área.

Todos os capítulos foram escritos pelos integrantes do Laboratório de Empreendedorismo e Inovação da Universidade Federal de Santa Catarina, do Departamento de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Deixamos aqui os nossos agradecimentos a todos os participantes e o nosso desejo de uma excelente e produtiva leitura!