

O USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NA DIVERSIFICAÇÃO DO NEGÓCIO: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DO RAMO DE INFRAESTRUTURA FLEXÍVEL

LEONARDO AUGUSTO DE CAMPOS

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA - CEETPS

ANTONIO CESAR GALHARDI

UNICAMP - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

ANA GRAZIELE LOURENÇO TOLEDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS)

O USO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NA DIVERSIFICAÇÃO DO NEGÓCIO: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DO RAMO DE INFRAESTRUTURA FLEXÍVEL

1 INTRODUÇÃO

As pressões exercidas pela competitividade no nível global e pela sociedade que demanda soluções para minimizar o impacto da ação no meio ambiente conduzem as empresas à busca de modelos de negócios que incorporem premissas de inovação e empreendedorismo. Estas premissas potencializam a capacidade da empresa em obter ganhos de mercado mediante o fornecimento de produtos e serviços que imprimam uma menor pegada ecológica, além da redução de custo e melhor atendimento (PORTER; LINDE, 1999; AGUADO; ALVAREZ; DOMINGO, 2013; JAKTHAR, RATHORE E MANGLA, 2018).

Em relação aos produtos, encontra-se na inovação sustentável uma outra fonte de agregação de valor superior ao negócio, uma vez que se dedica à concepção de produtos novos ou melhorados que consideram os aspectos ambientais. Ainda, as chamadas inovações verdes ajudam as empresas a obterem melhoria em suas respectivas imagens, além de otimizarem a utilização de recursos e à desenvolverem novos mercados que as permita ampliar sua vantagem competitiva (PORTER, 1985; SEVERO, GUIMARÃES E DORION, 2016; CARVALHO *et. al.*, 2017).

O setor de infraestruturas flexíveis apresenta-se como uma oportunidade para a observação empírica destas concepções, pois exemplifica a dinâmica competitiva atual que busca por maiores desempenho e agregação de valor. Os produtos são estruturas de armazenagem flexíveis de alta resistência, antimofa com proteção ultravioleta e custo cerca de 15% menor que estruturas fixas (MECALUX, 2017).

A cadeia produtiva desse segmento, por si só, apresenta características de sustentabilidade: as estruturas são metálicas, as coberturas são vinílicas ou em placas de zinco e os resíduos inerentes ao processo de fabricação são recicláveis e passíveis de logística reversa. O setor é predominantemente voltado à locações de estruturas e, portanto, ao término das respectivas montagens das infraestruturas flexíveis não há resíduos ou sobras de materiais. Desta forma, o desenvolvimento de novos produtos e acessórios com características sustentáveis apresenta-se como uma alternativa de alto potencial para obter ou manter a vantagem competitiva neste setor.

Produtos que agreguem tecnologias que viabilizam geração de energia e aproveitamento de águas pluviais, são possibilidades a serem exploradas no setor. Tais tecnologias possibilitam uma diversificação no mix de produtos de forma a reduzir ou minimizar os resultados ambientais, econômicos e sociais da empresa, favorecendo, portanto, a obtenção de vantagem competitiva e atendendo ao *Triple Bottom Line* (ELKINGTON, 1994).

A diversificação pode ocorrer tanto no nível de negócio quanto nos produtos, aproveitando sinergias da empresa ou desenvolvendo novas competências a partir de recursos novos ou já existentes. A inovação apresenta-se como uma das origens da diversificação uma vez que, seja por novos produtos ou processos, modifica o modelo de negócio. Quando esta inovação se caracteriza como sustentável, obtém-se, além dos ganhos econômicos, os benefícios ambientais dos quais toda sociedade usufrui.

Dentre as tecnologias verdes reconhecidas pelo Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), soluções energéticas destacam-se como prioridade nas políticas públicas de incentivo à inovação sustentável, dados o crescente aumento na demanda por energia no país e a capacidade limitada de crescimento da principal fonte de energia renovável, representada pela energia hidráulica. Assim, ampliar a capacidade para geração de energia utilizando recursos alternativos como a energia fotovoltaica pode auxiliar não só as empresas que se propõe a competir neste negócio, como promovem o desenvolvimento econômico do país.

A utilização de coberturas de armazéns para geração de energia fotovoltaica ou solar é uma possibilidade para a diversificação do portfólio de produto no setor, principalmente para aplicação em clientes cuja estrutura esteja distante das áreas de cobertura de atendimento de distribuição de energia elétrica. Diante deste contexto, a questão de pesquisa que orienta este estudo é: como a energia fotovoltaica pode atuar na diversificação do negócio em uma empresa no segmento de infraestrutura flexível?

O objetivo geral do estudo é compreender como ocorre a diversificação da empresa utilizando a inovação sustentável para agregar valor no modelo de negócios. Neste sentido buscou-se identificar os fatores críticos que contribuem com o posicionamento estratégico de negócios sustentáveis bem como aqueles necessários para a implantação de produtos sustentáveis na indústria de infraestrutura flexível e desenvolver soluções que aumentem o mix de produtos da empresa associadas à energia renovável.

O método utilizado na investigação é o *Design Science Research (DSR)*, aplicável no campo de gestão de operações, ocupando-se do desenvolvimento de soluções baseadas no conhecimento e aprendizagem humana. O estudo foi desenvolvido em uma empresa do segmento de infraestruturas flexíveis e será apresentado em quatro seções: fundamentação teórica metodologia, apresentação e discussão dos resultados obtidos e conclusão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção apresenta-se a revisão da literatura que norteia o estudo.

2.1 Diversificação de negócios e competitividade

A competitividade de uma empresa depende das estratégias que define, ou seja, o conjunto de ações e de compromissos coordenados de forma a obter a vantagem competitiva a partir da exploração de competências essenciais. Objetiva-se criar condições favoráveis para concorrer e se defender dos movimentos de mercado dos demais players (PORTER, 1989; HITT, IRELAND e HOSKISSON, 2015).

A obtenção da vantagem competitiva por uma empresa revela-se pela taxa de lucro maior do que a taxa média de lucro de empresas concorrentes, propiciada quando o valor que a empresa cria aos compradores é superior aos custos para fabricá-lo (PORTER, 1992; BESANKO *et. al.*, 2004). O alcance desta posição decorre de quão inimitáveis são as estratégias de criação de valor, de quão heterogêneos são os conhecimentos empregados e do estoque de recursos e competências da empresa (BARNEY, 1991; EISENHARDT, 2002; COLLIS E MONTGOMERY, 2008; KRIELOW; SANTOS, 2014).

Nesse sentido, a Visão Baseada e Recursos aponta que os recursos, habilidades e competências, internos à organização devem ser explorados a fim de tornar seus produtos e processos raros, valiosos, insubstituíveis ou difíceis de serem imitados e, portanto, tão singulares a ponto de diferenciá-la frente aos seus concorrentes e com conseqüente vantagem competitiva (BARNEY, 1991; HITT, IRELAND e HOSKISSON, 2015).

Ao enfrentarem novas demandas dos compradores ou choques de inovação, as empresas são forçadas a se posicionarem ou a se reposicionarem quanto à estratégia. Esta decisão pode ser baseada por meio da comparação dos custos de ajustes, de transação e de oportunidade em cada contexto que estimule a reavaliação de posicionamento da empresa (ARGYRES; MAHONEY; NIKERSON, 2019). Dessa forma, empresas com moderados ou alto níveis de portfólio de negócios apresentam impactos negativos no longo prazo levando-as a serem menos efetivas que suas concorrentes não diversificadas em cada setor, pois a complexidade de coordenação inerente à diversificação acaba drenando recursos e tornando, em alguns casos, as empresas menos eficientes (CHEN, KAUL E WU, 2019). Então, ao optar pela diversificação

como estratégia para a competitividade, a empresa deve considerar todas as sinergias existentes e o que precisa ser construído.

Ao se diversificar, a empresa desenvolve pelo menos um novo posicionamento estratégico, ou seja, uma configuração diferente das atividades ou das formas de executá-las (PORTER, 1996). O posicionamento competitivo ajuda a empresa minimizar fraquezas e a potencializar forças a partir da escolha adequada de alvos de mercado possibilitando o alcance dos objetivos estratégico (HOOLEY, PIERCY e NICOULAND, 2011).

Ao empregar essa estratégia, a empresa escolhe atender outros segmentos ou nichos específicos, optando por atendê-lo a partir da estratégia de baixo custo ou de diferenciação. Assim, a diversificação pode focar em: a) adotar um conjunto de ações com o propósito de produzir bens e serviços com menor custos, de forma padronizada, com economia de escala e eficiência de processos; b) produzir bens e serviços diferenciados em relação à concorrência, com valor agregado (PORTER, 1996; HOSKISSON, HITT, IRELAND E HARRISON, 2009; IRELAND, HOSKISSON e HITT, 2015).

Independente do foco, posicionar-se pela diversificação exige que a empresa compreenda que deve desenvolver a capacidade de ocupar um novo espaço conceitual na cabeça dos consumidores por meio de produtos ou de serviços (MAGALHÃES E SAMPAIO, 2007).

Nesse contexto, emergem muitas oportunidades de negócios ligados à sustentabilidade, que são crescentes em termos de demanda. Empresas podem desenvolver inovações verdes a partir de suas competências internas e aproveitando sinergias e este processo pode conduzir à diversificação estratégica, inclusive em mercados desconhecidos (WICKI, 2015).

Além das demandas de mercado, elementos como as regulações ambientais também pressionam as empresas a desenvolverem recursos e habilidades para serem aplicadas em produtos ou processos, minimizando a quantidade de recursos naturais utilizadas ou o impacto gerado pelas operações. Contudo, mesmo originando-se de fonte distinta, a inovação sustentável permanece como uma via para diversificação nos negócios (WICKI, 2015; HU; WANG; YANG, 2018).

Ainda, na medida em que a empresa se diversifica a partir da inovação sustentável, pode-se adquirir capacidades para atuar em outros segmentos de forma vertical, aumentando o valor agregado, por exemplo, na cadeia de suprimentos. Dentre estas capacidades, destacam-se a resiliência e competitividade superior, requisitos chave para sobreviver ao mercado em momentos de crise (STATSENKO E CORRAL DE ZUBIELQUI, 2019).

Dessa forma, a necessidade crescente por produtos e serviços verdes, a inovação sustentável configura-se como uma via para obtenção da vantagem competitiva pela diversificação.

2.2 Inovação Sustentável no Projeto e Modelo de Negócios

Em ambientes de alta competição, a inovação apresenta-se como comportamento essencial à vantagem competitiva, pois a criação de novos recursos produtores ou a potencialização de recursos existentes de riqueza são ações efetivas em busca de resultados (DRUCKER, 1998; PERRY-SMITH; SHALLEY, 2003 apud HOSKISSON, HITT, IRELAND E HARRISON, 2009).

Um tipo específico de inovação representa número significativo dos esforços em pesquisa e desenvolvimento das empresas: a inovação sustentável. Adota-se neste estudo a definição de Carrilo-Hermosilla *et al* (2009) que considera a inovação sustentável como novas tecnologias que melhoram o desempenho econômico e ambiental.

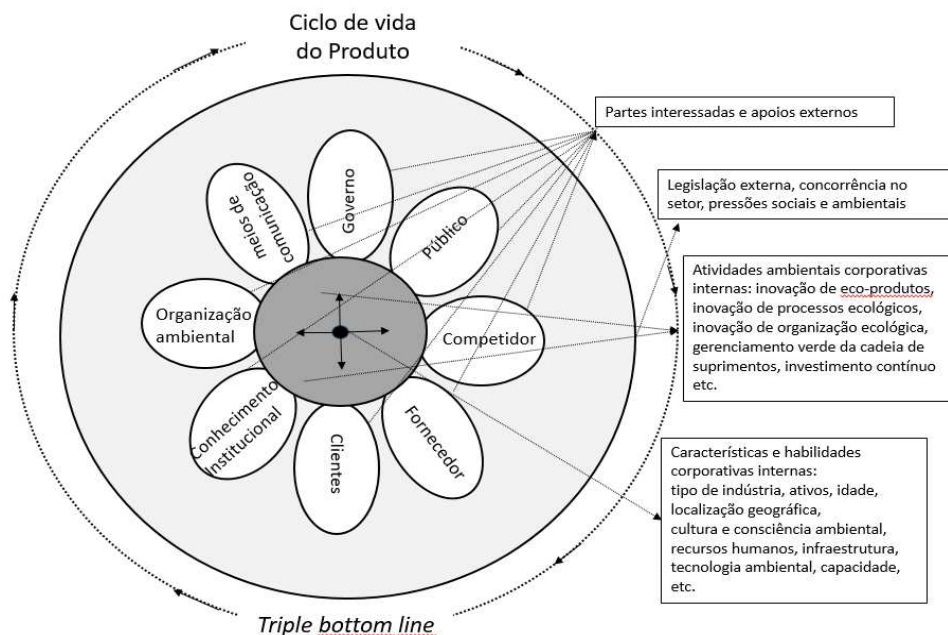
A emergência de modelos competitivos baseados na sustentabilidade ambiental é impulsionada pelos indicadores de desenvolvimento econômicos de uma nação que consideram

a eficiência energética e a intensidade do consumo de energia, bem como políticas públicas que impulsionam o desenvolvimento sustentável (BOJNEC E PAPLER, 2011; HERCIU E OGREAN, 2014).

A promoção de práticas de sustentabilidade nas indústrias é aderente a esse conceito e, portanto, a definição de sistemáticas dedicadas à cada fase do ciclo de vida do produto é essencial para o maior aproveitamento de sua jornada (UMEDA *et. al.*, 2012). Assim, organizações utilizam-se de estratégias de ecoeficiência associando as práticas de *lean manufacturing* à processos de gerenciamento de resíduos, utilização de materiais verdes e busca por projetos ecológicos na seleção de fornecedores. Este movimento é acompanhado pela necessidade de extrapolar as decisões de uma organização em relação à cadeia de suprimentos para combinar benefícios de processos mais enxutos quanto para o desenvolvimento de produtos e gerenciamento do ciclo de vida considerando o aspecto ambiental (FERCOQ, LAMOURI E CARBONE, 2016; JAKHARA, RATHOREB E MANGLAC, 2018).

Desta forma, o desenvolvimento de produtos “verdes” torna-se estratégico na medida em que amplia a vantagem competitiva das organizações além de ajudá-las a manterem a participação relativa de mercado, renovando o modelo de negócios (JULIÃO, GASPARGASPAR, TIAHJONO, 2016). Contudo, ao associar o modelo de negócios aos pilares da sustentabilidade ambiental, social e econômica deve-se considerar fatores internos e externos da empresa para maximização dos resultados e obtenção de vantagem competitiva (HE, MIAO, WONG, LEE, 2018). Essa relação é representada na Figura 1.

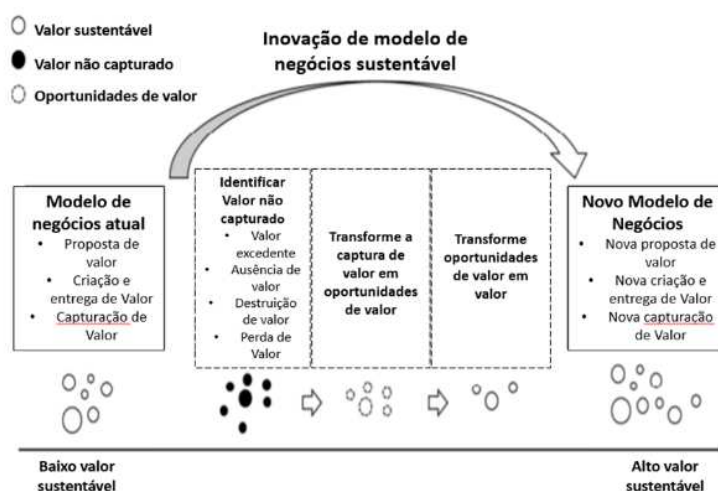
Figura 1: Dinâmica de estratégias para eco inovação.



Fonte: adaptado de He, Miao, Wong, Lee (2018).

Em uma estrutura convencional, a proposição, captura, criação e entrega de valor são elementos norteadores à definição do modelo de negócios de uma empresa. A sustentabilidade tornou-se um dos principais fatores para o sucesso do negócio ao longo prazo. Existem valores não capturados nos modelos de negócios e sua identificação pode promover o mapeamento de novas oportunidade de valor que levam à inovação do modelo de negócios conforme ilustra a figura 2 (YANG *et. al.*, 2017).

Figura 2: Estrutura do uso de valor não capturado para a inovação sustentável do modelo de negócios



Fonte: adaptado de Yang et. al. (2017)

Ao incorporar conceitos, princípios e metas de sustentabilidade bem como integrá-la à proposta de valor materializada nas atividades de criação e entrega, tem-se os modelos de negócios sustentáveis. Trata-se de modelos de negócio que incorporam a gestão proativa de múltiplos stakeholders a longo prazo objetivando a criação e valor financeiro e não financeiro para os envolvidos (GEISSDOERFER; VLADIMIROVA; EVANS, 2018).

Tais modelos de negócio se assentam sob a lógica da criação de múltiplos valores que ultrapassam o ciclo de vida original do produto, oferecendo o mesmo nível de desempenho, mas com menor desperdício. Envolvem a reavaliação do produto, mas também que os clientes mudem os padrões de uso, prolongando o ciclo de vida. Assim, o trabalho gerencial está em integrar valores ambientais na cultura organizacional para que, através da melhoria no desempenho ambiental, também ocorra um aumento nos resultados financeiros da empresa (SLOWAK; REGENFELDER; 2016; FRAJ; MARTÍNEZ; MATUTE, 2012).

Contudo, modelos de negócios voltados para a sustentabilidade sofrem com os desafios impostos pelas frequentes mudanças regulatórias e exigências de mercado. Situações como redução da tarifa de alimentação para instalações fotovoltaicas, declínio nas taxas de adoção e rotatividade decrescente por instalação do sistema fotovoltaico podem provocar rápida diminuição na receita, levando a empresa a se reinventar, mesmo que de forma incremental. Ao que parece, o modelo de negócios sustentáveis requer reinvenções sistemáticas, criativas e, na medida do possível, ágeis (KARAKAYA; NUUR; HIDALGO, 2015).

Para alcançar este objetivo, utiliza-se de metodologias legitimadas que estimulam a inovação e criatividade, como o design thinking e o mínimo produto viável – MVP. O MVP é uma versão não definitiva do produto, mas capaz de demonstrar o valor que a solução representa a partir da demonstração de recursos básicos. Este “pré-produto” é testado por experimentos que confirmam ou refutam as expectativas quando do momento da ideação do produto (MOOGK, 2012; OWEN, 1998; RAZZOUK; SHUTE, 2012).

O MVP pode ser incluso no conjunto de metodologias ágeis que atualmente se disseminam nas organizações, em particular nas startups, pois operam com poucos recursos e pressão de tempo. A lógica do pré-produto é otimizar a utilização do tempo: mesmo tendo projeto todas as características da solução final, opta-se por incluir apenas as principais, para poder aprimorá-las através do teste junto ao usuário que fornece novos inputs pela experiência de uso (MOOGK, 2012; HOKKANEN; KUUSINEN; VAANANEM, 2016).

3 METODOLOGIA

Em relação à natureza e objetivo este estudo é classificado como aplicado e exploratório, visto que não há precedentes teóricos ou empíricos que tratam do objeto de pesquisa analisado – empresa no setor de infraestrutura flexível – e espera-se gerar conhecimentos que possibilitem a resolução de problemas específicos, com aplicações práticas (ALYRIO, 2009; PRODANOV; FREITAS, 2013).

O método investigativo utilizado é a Design Science Research – DSR, aplicável no campo de gestão de operações porque se ocupa do desenvolvimento de soluções baseadas no conhecimento e aprendizagem humana. A DSR estuda, pesquisa e investiga produtos da criação humana bem como seu comportamento nas esferas científica e organizacionais, projetando artefatos dedicados à resolução de problemas, tanto do ponto de vista acadêmico quanto da organização (BAYAZIT, 2004; ÇAĞDAŞ; STUBKJÆR, 2011). O quadro 1 sumariza a aplicação das etapas do método, seguindo as orientações de Dresch, Lacerda e Miguel (2015).

Quadro 1: Operacionalização da DRS

ETAPA	DESCRIÇÃO
Conscientização do problema	Descrever de forma relevante e ampla o problema de pesquisa, traçando interfaces e relações com os contextos, inclusive externo. Para isso utiliza-se das pesquisas bibliográfica e documental, entrevistas semi-estruturadas (baseadas na revisão da literatura e nos registros da área de vendas da empresa) e observação participante.
Sugestão	Desenvolver uma ou mais alternativas de artefato (solução) para solucionar o problema bem como selecionar um deles através de protocolos para validade interna (as escolhas que foram feitas, os critérios e as justificativas para as escolhas). Definição dos modelos de fixação da placa, tipos de placa, critérios que foram utilizados para escolha, dados sobre os insumos utilizados, pivotagem, design thinking.
Desenvolvimento	Construir ambiente interno do artefato, algoritmos, modelos gráficos, maquetes, próprio artefato em estado funcional; nível piloto. Elaboração de desenhos e projeto. Montagem do protótipo.
Avaliação do artefato	Analisar como se comporta no ambiente para qual foi projeto mostrando a relevância teórica e prática do artefato. Resultados da geração de energia, tempo de fixação da placa, Mínimo Produto Viável (MPV).
Conclusão	Mostrar todas as etapas da pesquisa, processo de condução, justificativa das escolhas feitas; como avança o conhecimento e melhora sistemas organizacionais. Nova linha de produtos da empresa.
Comunicação	Apresentar os resultados para a comunidade (o que foi feito, como foi realizado, implicações da pesquisa). Patentes, marca, divulgação em periódicos da área e artigos submetidos a eventos científicos.

Fonte: elaboração própria com base em Dresch, Lacerda e Miguel (2015).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção descrevem-se os resultados obtidos no estudo, seguindo as etapas para condução da DSR elencadas no quadro 1.

A caracterização do problema ocorreu mediante a coleta de dados sobre os contextos interno e externo da empresa. O negócio de infraestrutura flexível é caracterizado por um

conjunto de soluções em estrutura modular para coberturas e armazenagem que se adequam rápida e dinamicamente às variadas necessidades do mercado que demandam coberturas para armazenar desde matérias-primas até o estoque de produtos acabados de origens variadas.

Também é característica do setor de infraestruturas flexíveis a capacidade de adequar-se às especificidades de aplicação dos clientes, pois uma vez que as estruturas são modulares, é possível ampliar ou reduzir de tamanho ou ainda desmontar e tornar a montar de acordo com a demanda. As estruturas mais típicas são construídas com aço galvanizado à fogo e acabamento em perfil de alumínio, cobertas por lonas vinílicas ou telhas de zinco.

Embora o setor seja composto por muitas empresas de pequeno porte, existem dez concorrentes com participação relativa de mercado significativa e o líder detém aproximadamente 62% do total do market share. Esta empresa líder – na qual se desenvolveu esta pesquisa – atua a 40 anos no mercado e possui filiais nos estados de São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais, Bahia e Pará. Os galpões são comercializados em diversos segmentos destacando-se os setores de açúcar, fertilizantes, industrial, logística, construção civil, papel e celulose. Considerando a competitividade no setor e entendendo as demandas por produtos e serviços sustentáveis, entende-se como estratégica a busca por soluções que agregam maior valor aos clientes, a partir da inovação sustentável.

Os galpões em suas diferentes configurações, são os produtos comercializados pelas empresas do ramo de infraestrutura flexível. Estes produtos são locados e, portanto, as estruturas são utilizadas muitas vezes e de diferentes formas durante o seu ciclo de vida, o que confere ao produto a característica de sustentabilidade, por natureza.

Ocorre que relatos de clientes manifestam as dificuldades em obter e manter um recurso chave para as operações que desempenham que é a energia elétrica. Parte dos clientes manifestam que os galpões se localizam em áreas cujo acesso para a rede de energia elétrica é difícil e/ou quando conseguem este acesso, o fornecimento de energia é irregular, sofrendo com quedas de tensão e interrupções de fornecimento ao longo do dia. Neste sentido, uma solução que abranja a microgeração e minigeração de energia representaria uma solução para este problema, agregando maior valor para o negócio dos clientes.

Além disso, há um grande déficit de investimentos em infraestrutura no país. Apesar de a energia a partir de fontes renováveis representar cerca de 75% em termos de geração no Brasil, mais da metade da matriz energética brasileira é abastecida pela energia hidráulica (65,2%), segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (2020)ⁱ e da Empresa de Pesquisa Energética (2018)ⁱⁱ. Mesmo com o incremento na capacidade instalada que em 2019 atingiu 7.246,41 megawatts (MW), há estimativas que o consumo de energia deve crescer 2,2% ao ano até 2040 e a capacidade para produção de energia nas usinas hidrelétricas é limitada e a capacidade máxima de produção já está quase totalmente exploradaⁱⁱⁱ. Assim, o setor de energia pode representar um gargalo ao crescimento e à ampliação das áreas de cobertura, de forma que investimentos na geração autônoma de energia tornam-se relevantes.

O uso de energia fotovoltaica apresenta-se, portanto, como uma alternativa promissora no contexto nacional. Dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR – apontam que o Brasil instalou 1,2 GW em 2018, acumulando 2,4 GW e que é crescente o investimento em instalação de energia fotovoltaica. Na medida em que os investimentos em instalações de energia fotovoltaica crescem, a tecnologia se incrementa e o preço médio da fonte solar fotovoltaica em leilões de energia no mercado regulado.

Observa-se que a microgeração (potência instalada menor ou igual à 75KW) e a minigeração (potência instalada maior que 75KW e menor ou igual à 3MW para fontes hídricas ou menor ou igual à 5MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras) somam

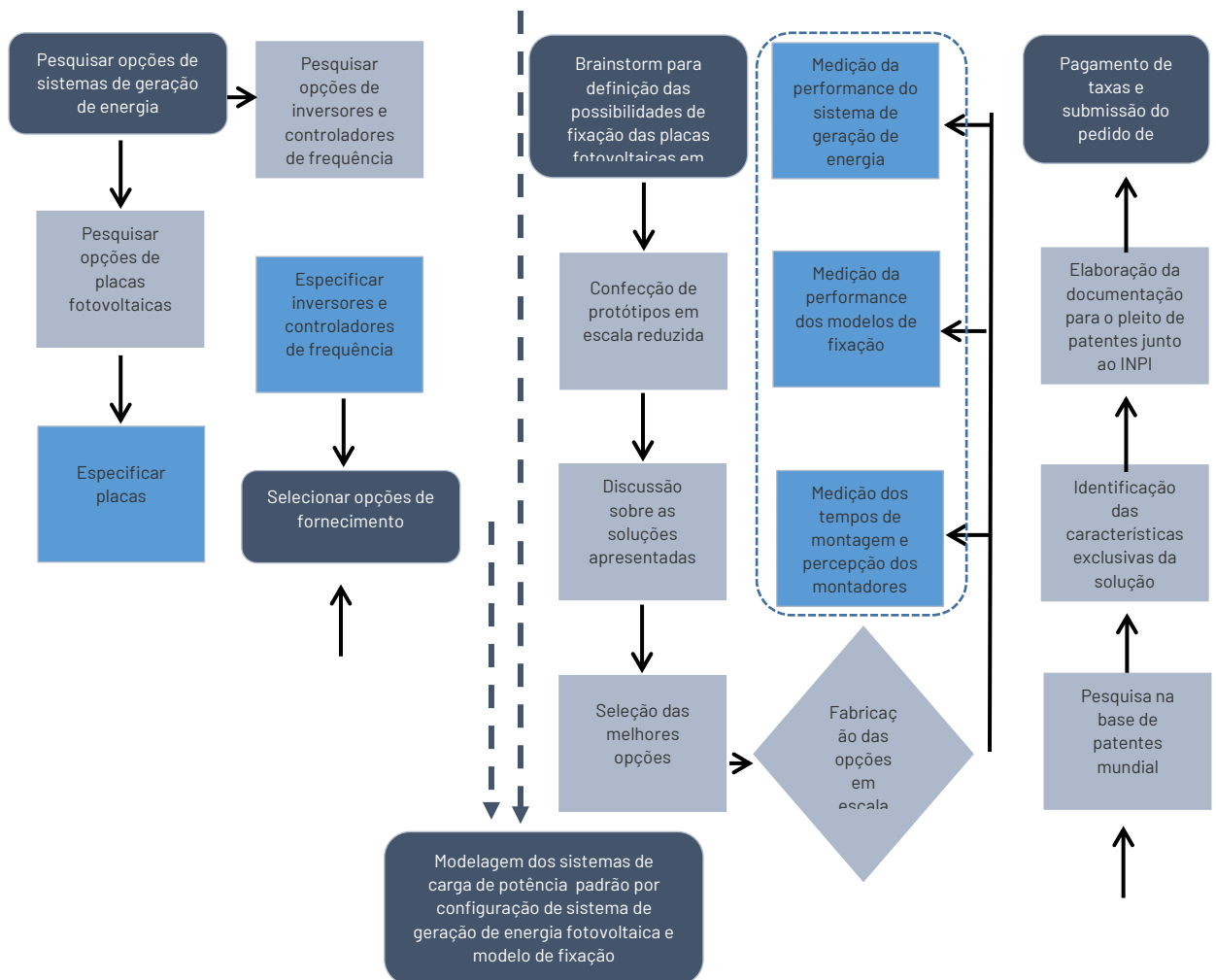
1.588,9MW enquanto que a geração centralizada é responsável por 2.453,9MW, totalizando-se portanto 4.042,8MW no Brasil (ABSOLAR, 2020).

Dado este contexto, a empresa compreendeu que o desenvolvimento de galpões que além de cumprirem a função primária de armazenagem também pudessem oferecer soluções para enfrentamento do problema do fornecimento de energia para as operações, se apresentava como uma oportunidade para garantir sua vantagem competitiva. Contudo, tratava-se de uma decisão que envolveria certo grau e diversificação no negócio da firma.

Diante disso, na etapa seguinte da DSR que é a sugestão, foram realizados estudos para desenvolver protótipos de galpões com estrutura para geração de energia fotovoltaica. A figura 3 ilustra o fluxo de atividades que foi desenhado para obter os protótipos dos produtos, mas este fluxo pode ser dividido em dois momentos distintos:

- momento 1: testar diferentes configurações de sistema fotovoltaico (quantidade de placas, baterias, controladores e inversores de potência) para dimensionamento eficiente de sistema de geração de energia elétrica a partir de configurações básicas de galpões padrão e cargas de potência requeridas.
- momento 2: testar diferentes configurações (corda – amarração; velcro, fita de fixação e zíper) de estruturas de fixação do sistema fotovoltaico nos galpões.

Figura 3: Fluxo para criação de protótipos

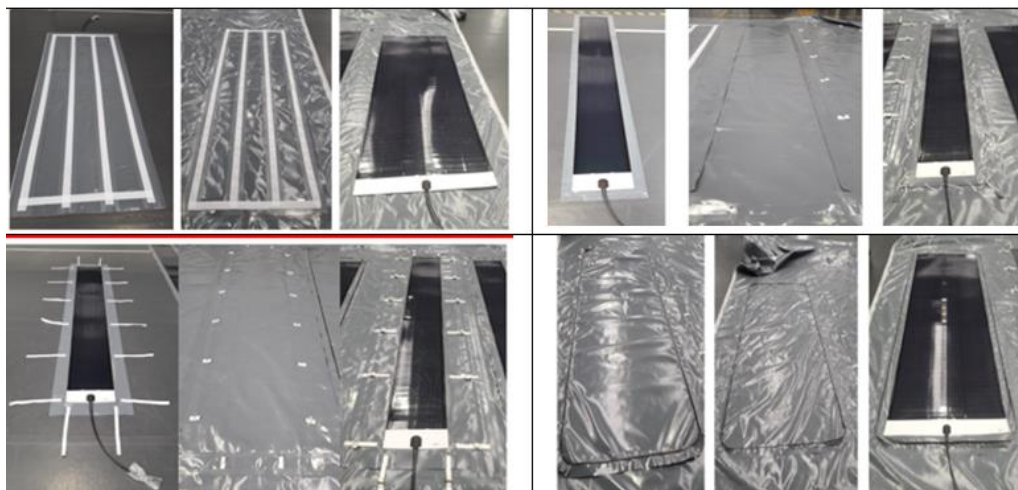


Fonte: elaboração própria (2020)

Na fase do desenvolvimento reuniu-se um grupo multidisciplinar – o pesquisador estava inserido neste grupo, uma vez que é funcionário da empresa estudada – contemplando representantes das áreas de produção, engenharia, qualidade e de processos com o propósito de propor tanto as configurações do sistema fotovoltaico quanto das formas de fixação do mesmo. Após uma rodada de *brainstorm*, dez alternativas foram propostas e em seguida cada uma delas foi analisada observando-se critérios para operacionalização da produção, complexidade para montagem em campo, resistência à intempéries e custos de matéria-prima e de execução.

Em seguida definiram-se oito propostas que foram prototipadas em tamanho reduzido e realizada uma nova seção de discussões observando-se os mesmos critérios anteriores, mas observando-se as peças. Em uma nova rodada de discussões foram escolhidos quatro modelos compreendidos pelo grupo como mais promissores e produziram-se as soluções propostas em escala real com a finalidade de observar o sistema em uma aplicação real para que todo o processo pudesse ser criticado, avaliado e testado, inclusive em termos funcionais e de eficácia. A figura 4 mostra os modelos prontos para serem instalados nos galpões.

Figura 4: Placas fotovoltaicas instaladas em um galpão de escala real



Fonte: elaboração própria (2020)

Após a realização dos testes de aplicação, as quatro propostas escolhidas apresentaram-se eficientes nos critérios estabelecidos conforme a documentação dos registros dos ensaios e desenhos técnicos.

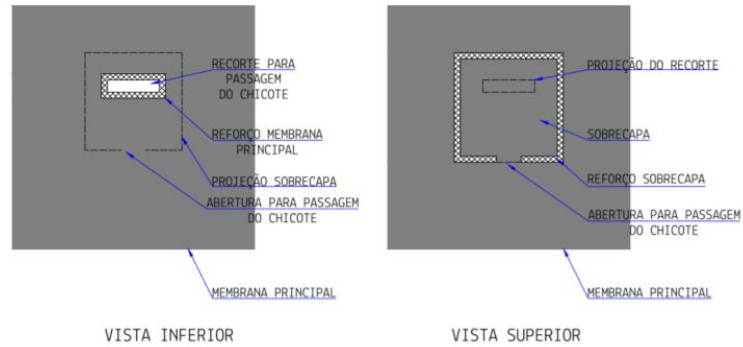
Na etapa da avaliação, observou-se que a fabricação das soluções propostas transcorreu sem nenhuma implicação significativa de variabilidade de processos, de qualidade ou de necessidade de inclusão de máquinas ou de sistemas adicionais para obtenção dos produtos projetados. Os processos de montagem das placas obtiveram resultados satisfatórios em termos de tempos de execução, não adicionando acréscimos significativos no tempo total de montagem de galpões.

O sistema de geração de energia elétrica por meio da instalação das placas e fotovoltaicas e respectivos sistemas de potência geraram a potência projetada de forma que o sistema pode ser validado.

Durante a realização do teste funcional das soluções propostas, identificou-se que os cabos elétricos das placas fotovoltaicas serviam como condutores de água à parte interna do galpão trazendo inconvenientes às aplicações internas, mas, também, ao sistema de potência. Este

problema gerou a necessidade do desenvolvimento de uma solução complementar para acessar os cabos elétricos das placas fotovoltaicas ao sistema de potência instalado na área interna do galpão. Esta solução foi denominada “protetor do módulo fotovoltaico” e é ilustrada na figura 5.

Figura 5: Método protetor do módulo fotovoltaico



Fonte: elaboração própria (2020)

Na etapa seguinte, denominada conclusão, após realização de todos os testes estabelecidos, as soluções foram aceitas pela empresa como satisfatórias e o produto foi incluído ao portfólio de negócios, representando a primeira diversificação no mix de produtos e que ocorreu mediante o desenvolvimento de uma solução ambientalmente sustentável.

Esta diversificação promoveu na empresa um movimento para garantir a exploração comercial do novo produto. Para tanto, encaminhou-se as soluções desenvolvidas – o módulo para geração de energia fotovoltaica, o método de fixação do sistema e a proteção do módulo fotovoltaico – para registro como patente junto ao Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Dada a característica de serem soluções sustentáveis, a empresa requereu o trâmite prioritário do pedido, utilizando-se da opção do registro como patente verde. Adicionalmente, desenvolveu-se uma outra marca para as campanhas de marketing cujo registro também foi solicitado ao INPI.

Na última etapa da DSR, as comunicações dos resultados do estudo foram realizadas de três formas:

- a divulgação dos pedidos de patente protocolados no INPI relacionados à tecnologias verdes, nos canais de comunicação internos da empresa;
- a divulgação em veículos de mídia impressa e digital dos novos segmentos de atuação da empresa, conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6: Publicação de matéria na Revista Tecnologia



Fonte: Revista Tecnologia (2020)

- a divulgação acadêmica dos resultados mediante artigos que estão submetidos à eventos científicos e periódicos da área.

Nesta concepção, o desenvolvimento de novos produtos captura valor e atraem novos clientes interessados em soluções mais abrangentes e completas. A adição desse novo produto está aderente à teoria de Porter (1989); Hitt, Ireland e Hoskisson (2015) que argumenta a necessidade de criar condições favoráveis para concorrer e se defender dos movimentos de mercado dos demais players.

O desenvolvimento desse produto proporcionou o alcance de novos mercados e de objetivos estratégicos corroborando com o argumento de Hooley, Percy e Nicouland (2011). Com a diversificação no mix de produtos, a empresa aumentou sua visibilidade no setor e atraiu o interesse de clientes que buscam por soluções de armazenamento integradas ao fornecimento de energia. Este desfecho coaduna com o planejamento estratégico idealizado pela organização que previa o crescimento em setores ainda não acessados pela empresa. Dado que a inovação se concretizou em 2020, ainda não há dados que demonstrem o retorno do investimento feito no desenvolvimento, contudo, há informações que consultas que foram recebidas sobre o novo produto.

A estas consultas atribui-se o interesse por parte de clientes e fornecedores nas novas possibilidades de atendimento de suas necessidades econômicas, pois a microgeração diminui a dependência da empresa pelo recurso da energia fornecida pela distribuidora convencional. Também se verifica que o interesse nas consultas é congruente com o objetivo destas organizações de inserir a sustentabilidade ambiental em suas operações, o que é aderente aos argumentos de Wicki (2015).

A diversificação causada pela adição de inovação sustentável provocou aprendizagem corporativa na medida em que fez com que os profissionais se debruçassem em conhecimento técnico específico ao desenvolvimento do produto, bem como para a testagem das soluções propostas. Adicionalmente, os profissionais estavam atentos à regulação, ao potencial de desenvolvimento de soluções voltadas à energias renováveis e às opções tecnológicas com seus parceiros e fornecedores, enfatizando a necessidade de considerar fatores internos e externos da empresa para maximização dos resultados e obtenção de vantagem competitiva argumentadas por He *et. al.* (2018).

Outro fator relevante está relacionado à necessidade de inovação no modelo de negócios de forma a torná-lo mais aderente à captura de valor e ao aproveitamento das oportunidades de mercado tal qual argumentado por Yang *et. al.* (2017). Ao fazê-lo, objetivou-se não somente atender à demanda de mercado, mas também gerar ganhos financeiros e não financeiros a partir do atendimento das expectativas dos demais stakeholders, como o governo, fornecedores, comunidade e acionistas, reforçando assim a proposição de Geissdoerfer, Vladimirova e Evans (2018).

5 CONCLUSÃO

O ambiente competitivo fez com que empresas pensassem em novas formas de atender às crescentes exigências e expectativas do usuário final. Eficiência, custo e qualidade originalmente são elementos centrais à obtenção de vantagem competitiva, contudo, exigências do cliente por produtos e serviços que utilizem tecnologias ambientalmente corretas introduzem mais um elemento na dinâmica competitiva que é a sustentabilidade.

A inserção de padrões ambientais pode provocar inovações que proporcionem custos menores e aumento do valor agregado do produto. Benefícios ambientais reais como treinamento da mão de obra, redução de estoque e mapeamento de valor também são notados (PORTER; LINDE, 1999; SOBRAL; JABBOUR; JABBOUR, 2013).

O potencial das inovações sustentáveis para promover a vantagem competitiva e viabilizarem uma diversificação de produtos foi notório no estudo realizado. Além dos produtos desenvolvidos, foi possível identificar falhas nos processos, a partir de um mapeamento que os redefiniu para viabilizar a inovação sustentável. Eliminação de etapas de processos, economia de tempo, realocação de mão-de-obra e melhores fluxos de trabalho também foram ganhos notados com a redefinição do modelo de negócio (BOJNEC E PAPLER, 2011; HERCIU E OGREAN, 2014). Portanto, tem-se um indicativo que as organizações podem obter ganhos inovando nos produtos e processos produtivos de forma ambientalmente sustentável (PORTER; LINDE, 1999; AGUADO; ALVAREZ; DOMINGO, 2013).

Este estudo contribuiu para aumentar a compreensão sobre o potencial que a inovação sustentável possui para conceber novos produtos, diversificar o negócio e possibilitar explorar novas oportunidades para a empresa. Considera-se, ainda, que a diversificação por meio de inovações sustentáveis agrega valor às organizações por meio do desenvolvimento de competências organizacionais necessárias ao desenvolvimento de novas soluções. Além disso, amplia o seu potencial de participação de mercado a medida em que oferece soluções que atendam de forma mais ampla as necessidades dinâmicas do mercado.

Identifica-se como limitações deste estudo o fato de que a aplicação do desenvolvimento de inovação sustentável, embora tenha se apresentado como eficiente e promissor, se restringiu à uma única empresa do setor de infraestrutura flexível e ao fato da aplicação ter sido empregada a um único produto com características sustentáveis. É necessário ressaltar que ainda não há dados que permitam inferir sobre o aumento da participação de mercado da empresa a partir do novo mix de produtos e como os concorrentes reagiram em relação a este movimento competitivo.

Nesse sentido, sugere-se o emprego de inovações sustentáveis por meio de diversificações relacionadas e a possível captura de valor inerentes à esse processo como oportunidades de pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUADO, Sergio; ALVAREZ, Roberto; DOMINGO, Rosario. Model of efficient and sustainable improvements in a lean production system through processes of environmental innovation. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 141-148, 2013.
- ALYRIO, Rovigati Danilo. Métodos e técnicas de pesquisa em administração. Rio de Janeiro: **Fundação CECIERJ**, 2009. 281p.
- ARGYRES, Nicholas; MAHONEY, Joseph; NICKERSON, Jackson, Strategic responses to shocks: Comparative adjustment costs, transaction costs, and opportunity costs. **Strategic Management**, 2019.
- BARNEY, J. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.
- BAYAZIT, N. Investigating Design: A Review of Forty Years of Design Research, Massachusetts Institute of Technology. **Design Issues**, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004.
- BESANKO, D. et al. Economics of strategy. New York: **Wiley**, 2004.
- BOJNEC, Š.; PAPLER, D. Economic efficiency, energy consumption and sustainable development. **Journal of Business Economics and Management**, v. 12, n. 2, p. 353-374, 2011.
- CARRILLO-HERMOSILLA, Javier; DEL GONZÁLEZ, Pablo Ríó; KÖNNÖLÄ, Totti. What is eco-innovation?. In: **Eco-innovation**. Palgrave Macmillan, London, 2009. p. 6-27.
- CARVALHO, H.; GOVINDAN, K.; AZEVEDO, S. G.; CRUZ-MACHADO, V. Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. **Resources, conservation na Recycling**, 2017.

ÇAĞDAŞ, V.; STUBKJÆR, E. Design research for cadastral systems. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 35, p. 77-87, 2011.

CHEN, Mo; KAUL, Assem; WU, Brian, Adaption across multiple landscape: relatedness, complexity, and the long run effects of cordination in diversified firms. **Strategic Management**, 2019.

COLLIS, David J.; MONTGOMERY, Cynthia A. Competing on resources. *Harvard business review*, v. 86, n. 7/8, p. 140, 2008.

DIAZ-ELSAIED, Nancy et al. Assessment of lean and green strategies by simulation of manufacturing systems in discrete production environments. **CIRP Annals**, v. 62, n. 1, p. 475-478, 2013.

DRUCKER, P.F. The discipline of innovation. **Harvard Business Review**, 76(6), 1998.p.149-157

EISENHARDT, Kathleen M.; SANTOS, Filipe M. Knowledge-based view: A new theory of strategy. **Handbook of strategy and management**, v. 1, n. 1, p. 139-164, 2002.

ELKINGTON, John. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. **California management review**, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994.

FERCOQ, A.; LAMOURI, S.; CARBONE, V. Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. **Journal of Cleaner Production**, 2016.

HERCIU, M.; OGREAN, C. An overview on European Union sustainable competitiveness. **Procedia Economics and Finance**, v. 16, p. 651-656, 2014.

HITT, M. A.; IRELAND, R. D.; HOSKISSON, R. E. Strategic management: Concepts: Competitiveness and globalization, chapter 3-The internal organization: Resources, capabilities, core competencies and competitive advantages. South Melbourne: South-Western **Cengage Learning**, 2015.

HOOLEY, Graham; PIERCY, Nigel F.; NICOULAND; TRADUÇÃO Luicane Pauleti e Sonia MIdouri, 4° ed. São Paulo: **Pearson Prentice Hall**, 2011.

HOSKISSON, Robert E.; HITT, Michael A.; IRELAND, r. Duane; HARRISON, Jeffrey S. Estratégia Competitiva 2° ed. **Cengage Learnig**, 2009.

HU, Die; WANG, Yuandi; YANG, Xue. Trading Your Diversification Strategy for a Green One: How Do Firms in Emerging Economies Get on the Green Train?. **Organization & Environment**, v. 32, n. 4, p. 391-415, 2019.

JAKHARA,S. K.; RATHOREB, H.; MANGLAC, S. K. Is lean synergistic with sustainable supply chain? An empirical investigation from emerging economy. **Resources, Conservation & Recycling**, 2018.

KOTLER, Philip – Administração de Marketing – 10ª Edição. São Paulo: **Prentice Hall**, 2000.

KRIELOW, Anderson; SANTOS, Moacir R. A definição do posicionamento estratégico sob a perspectiva das competências organizacionais para obtenção de vantagem competitiva. **Enanpad**, 2014.

Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A., & Antunes Júnior, J. A. V. (2013). Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, 20(4), 741–761.

MECALUX. Logismarket. Galpão em lona (Alternativa Coberturas), 15 Abril 2017. Disponível em: logismarket.ind.br/alternativa-coberturas

PORTER, Michael E. Competitive advantage: creating and sustaining superior performance. New York: **Free Press**, 1985

PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

PORTER, Michael E. et al. What is strategy?. **Harvard business review**, v. 74, n. 6, p. 61-78, 1996.

PORTER, Michael E.; LINDE, Claas van der. Green and competitive: ending the stalemate. **Journal of Business Administration and Policy Analysis**, p. 215, 1999.

PRODANOV, Cleber Cristiano. FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SCHUMPETER, J., & BACKHAUS, U. (2003). The theory of economic development. In Joseph Alois Schumpeter (pp. 61-116). **Springer**, Boston, MA.

SEVERO, E. A.; GUIMARÃES, J. C. F. de; DORION, E. C. H. Cleaner production and environmental management as sustainable product innovation antecedents: A survey in Brazilian industries. **Journal of Cleaner Production**, 2016.

SOBRAL, Máira Clara; SOUSA JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de; CHIAPPETTA JABBOUR, Charbel José. Green benefits from adopting lean manufacturing: a case study from the automotive sector. **Environmental Quality Management**, v. 22, n. 3, p. 65-72, 2013.

STATSENKO, L., & CORRAL DE ZUBIELQUI, G. (2019). Customer collaboration, service firms' diversification and innovation performance. **Industrial Marketing Management**.

THANKI, Shashank; GOVINDAN, Kannan; THAKKAR, Jitesh. An investigation on lean-green implementation practices in Indian SMEs using analytical hierarchy process (AHP) approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 284-298, 2016.

VERRIER, B.; ROSE, B.; CAILLAUD, E. Lean and Green strategy: The Lean and Green House and Maturity deployment model. **Journal of Cleaner Production**, 2015.

WICKI, S. (2015). Diversification through green innovations. **Uwf UmweltWirtschaftsForum**, 23(4), 197–203.

WINDRUM, Paul; BIRCHENHALL, Chris. Is product life cycle theory a special case? Dominant designs and the emergence of market niches through coevolutionary-learning. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 9, n. 1, p. 109-134, 1998.

<http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html> (acesso em 05/01/2020)

ⁱ Disponível em https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/brasil-alcanca-170-mil-megawatts-de-capacidade-instalada-em-2019/656877?inheritRedirect=false#:~:text=A%20atua%C3%A7%C3%A3o%20da%20Ag%C3%Aancia%20Nacional,a%20meta%20de%205.781%20MW. Acesso em 20/09/2020.

ⁱⁱ Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em 20/09/2020.

ⁱⁱⁱ Disponível em

https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/02/14/internas_economia,1030618/consumo-total-de-energia-no-brasil-deve-crescer-2-2-ao-ano-ate-2040.shtml. Acesso em 05/01/2020.