



## TRAJETÓRIA DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

*Trajectory of Sustainable Innovation in Brazil*

Ana Grazielle Lourenço Toledo<sup>1</sup>, Leonardo Augusto de Campos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) -CPAQ,

<sup>2</sup>Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS – São Paulo

E-mails: ana.graziele@ufms.br, leodecampos@gmail.com

### RESUMO

A trajetória natural identifica a direção percorrida pela inovação tecnológica que é influenciada por distintos fatores. No caso da inovação sustentável, não há estudos que analisem esta dimensão no contexto brasileiro e, desta forma, este estudo busca identificar as trajetórias naturais deste tipo de inovação a partir da base de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Foram analisados dados entre 2012 e 2017 que consideraram a relação entre patentes, produto interno bruto, regulação, políticas públicas, sistema educacional, mercado, paradigmas tecnológicos e catching-up. Identificou-se que mesmo em inovações caracterizadas como produtos específicos e que, portanto, tendem a exibir trajetórias tecnológicas distintas, as inovações registradas como patentes no Brasil, possuem trajetórias naturais semelhantes, ou seja, demonstram a utilização do mesmo conjunto de práticas, conhecimentos e experiências para serem produzidas. Neste sentido, o estudo abre possibilidades para se relacionar as trajetórias tecnológicas das patentes concedidas no país com o incrementalismo ou radicalismo na natureza das inovações que resultaram nos produtos ou processos analisados.

**Palavras-chave:** Inovação sustentável; Trajetória natural; Trajetória tecnológica.

**ACEITO EM:** 24/05/2021

**PUBLICADO:** 30/09/2021



## TRAJECTORY OF SUSTAINABLE INNOVATION IN BRAZIL

*Trajatória da Inovação Sustentável no Brasil*

Ana Graziele Lourenço Toledo<sup>1</sup>, Leonardo Augusto de Campos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso do Sul ( UFMS) -CPAQ,

<sup>2</sup>Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS – São Paulo

E-mails: ana.graziele@ufms.br, leodecampos@gmail.com

### ABSTRACT

The natural trajectory identifies the direction taken by technological innovation that is influenced by different factors. In the case of sustainable innovation, there are no studies that analyze this dimension in the Brazilian context and, therefore, this study seeks to identify the natural trajectories of this type of innovation based on the patent base of the National Institute of Industrial Property. Data between 2012 and 2017 were analyzed that considered the relationship between patents, gross domestic product, regulation, public policies, educational system, market, technological paradigms and catching-up. It was identified that even in innovations characterized as specific products and that, therefore, tend to exhibit different technological trajectories, the innovations registered as patents in Brazil, have similar natural trajectories, that is, they demonstrate the use of the same set of practices, knowledge and experiences to be produced. In this sense, the study opens possibilities to relate the technological trajectories of patents granted in the country with incrementalism or radicalism in the nature of the innovations that resulted in the analyzed products or processes.

**Keywords:** Sustainable Innovation; Natural Trajectory; Technological Trajectory.

## INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado no qual as práticas de gestão e de desenvolvimento tecnológico são rapidamente compartilhadas, o emprego de inovações torna-se elemento central à obtenção de vantagem competitiva. Mas a própria competitividade adquire contornos distintos dados às demandas globais que surgem em torno de soluções ambientalmente sustentáveis. A mudança climática global provoca preocupações que afetam a segurança ambiental e faz crescer as tensões sociais, conduzindo para a necessidade de se buscarem soluções mais sustentáveis para os problemas da sociedade. O crescimento populacional e a criação de ambientes artificiais demandam o uso de recursos naturais, contudo tanto o impacto das ações humanas quanto o uso racional destes recursos requerem uma discussão ampla envolvendo atores públicos e privados. É urgente buscar soluções que promovam o desenvolvimento sustentável (DRUCKER, 1998; O'LEAR, BRIGGS e DENMIG, 2013).

Empresas empregam esforços em desenvolver produtos verdes motivadas inicialmente pela pressão global por tecnologias sustentáveis e que, por sua vez, refletem-se na regulação governamental. Contudo, até o momento, os esforços têm sido considerados incrementais o que pode ser motivado pela baixa percepção sobre a existência de benefícios econômicos. Na medida em que as inovações acontecem, os demais competidores buscam aperfeiçoamento de produtos e processos e, portanto, tendem a implementar inovações incrementais àquelas que um dia fora disruptivas. Este comportamento competitivo é justificado pela relação custo-benefício que as inovações incrementais apresentam e também por representarem mudanças que são demandadas e perceptíveis ao nível do usuário. Assim, ao se efetivarem nos produtos, estes se tornam mais atrativos ao consumidor, aumentando as vendas e capturando ainda mais valor em suas respectivas ofertas, pois se diferenciam da concorrência (HART, 1996; GOUDA, JONNALAGEDDA E SARANGA, 2016).

Obter novas fontes de vantagem competitiva a partir do desenvolvimento sustentável garante os ganhos econômicos para as empresas e as estratégias para se conseguir isso pelo investimento em pesquisa e desenvolvimento passam por ações que abrangem prevenção da poluição, gestão do portfólio do produto e desenvolvimento sustentável. Por sua vez, a inovação sustentável depende da existência de recursos e capacidades na empresa para remodelar o ecossistema de negócios a partir da integração dos stakeholders e suas expectativas. Contudo, somente inovações radicais permitem que metas de sustentabilidade sejam alcançadas. Neste contexto, inovação sustentável e benefícios econômicos podem constituir-se como um trade-off para as empresas (HART, 1995; MOUSSAVI e BOSSINK, 2017).

Um dos recursos que afetam o desenvolvimento tecnológico é o conhecimento que, quando acumulado, resulta não só em inovações como atua como um bloco construtor para tecnologias posteriores. Gerado a partir de experiências anteriores com a mesma tecnologia, o conhecimento capacita o tomador de decisão a analisar em que medida produtos economicamente superiores são viáveis. Desta forma, surgem as trajetórias naturais que são os caminhos pelos quais a evolução tecnológica ocorre (NELSON e WINTER, 1982).

Considerando o caso da inovação sustentável que é aquela que resulta em produto, processo, serviço ou tecnologia que reduz o risco ambiental, a poluição e outros impactos negativos do uso de recursos, como o uso da energia (KEMP e PONTOGLIO, 2007), a literatura aponta que a trajetória natural conduz à inovações incrementais. No contexto brasileiro, não se identificam estudos que se dediquem a analisar a natureza das inovações sustentáveis que, em termos de propriedade intelectual, é relativamente nova em comparação a outras inovações que reconhecidas pela legislação patentearia nacional que data de 1996: o exame específico de inovações produzidas a partir de tecnologias verdes – adota-se esta denominação, pois é aquela utilizada pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial em suas regulamentações – foi regulamentada em 2012.

Diante deste contexto e da ausência de estudos empíricos que analisem esta dimensão das inovações sustentáveis, o problema de pesquisa que orienta este estudo é: qual é a trajetória natural das inovações sustentáveis produzidas no Brasil? Para responder esta questão, utiliza-se de uma análise descritiva sobre os pedidos de patentes verdes encaminhados ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI – desde 2012, desempenhada com uma sequência de regressões não-lineares e testes de hipóteses sobre a base de dados analisada.

O objetivo do estudo é caracterizar a trajetória das inovações sustentáveis a partir do exame dos citados dados. De forma específica, objetiva-se identificar e testar o relacionamento entre variáveis que a literatura

associa com a inovação sustentável; analisar o relacionamento entre as variáveis identificadas e os produtos categorizados conforme a classificação do IPC Green Inventory; identificar as inovações que potencialmente podem ser classificadas como de trajetórias similares e analisar a relação das variáveis independentes com este número de pedidos.

Os resultados obtidos sugerem que a trajetória natural das inovações sustentáveis encaminhadas para o escritório de patentes brasileiro conduz para tecnologias verdes obtidas a partir de trajetórias naturais semelhantes, exibindo relacionamentos empíricos entre as variáveis condizentes com o que propõe a literatura. O estudo está organizado nas seguintes seções: fundamentação teórica, metodologia, análise dos resultados e conclusão.

## 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 Inovação Sustentável

Integrada à ideia de competitividade com base na performance social, está a discussão sobre fontes de vantagem competitiva que emergem da utilização eficiente de recursos naturais e da redução de impactos ambientais. Seja por políticas explícitas ou normas e regras práticas que são incorporadas ao negócio, a criação dos novos diferenciais competitivos a partir da responsabilidade social corporativa encontra no processo de inovação sustentável o instrumento para se viabilizar (MATTEN e MOON, 2020).

Para desempenhar estratégias de inovação sustentável observa-se uma dinâmica com interfaces interna e externa. Na externa estão a triple bottom line – instituições de ensino, empresas e governo – que envolve aspectos como legislação, competição no setor e pressões ambientais e sociais; ainda há os stakeholders e seus suportes. Na interface interna, tem-se as atividades corporativas que envolvem supply chain, investimentos e tipos de inovação; consideram-se, também, as características e habilidades que tem relação com recursos humanos, consciência e cultura ambiental, infraestrutura, capacidade e tecnologia ambiental (HE, MIAO, WONG e LEE, 2017).

Tecnologia empregada, impacto ambiental, custo e benefícios são os elementos que classificam as inovações sustentáveis em: a) inovações de processo, que incluem métodos de produção eco-eficientes na gestão de recursos naturais; b) de produto, que abrange ações de eco design e tecnologias sustentáveis; c) organizacional, que desenvolve metodologias de produção limpa e consumo sustentável (CHENG e SHIU, 2012; HORBACH, 2008, TRIGUERO, 2013).

Observa-se, também, que dependendo do estágio de inovação, há a influência de distintos determinantes da inovação sustentável: risco e incerteza econômicos, eficiência/produzividade agem no estágio de adoção/difusão; colaboração com parceiros externos é mais impactante no estágio do desenvolvimento/inovação (TRIGUEIRO, MORENO-MONDEJAR e DAVIA, 2013; PENG e LIU, 2016; HOJNIK e RUZZIER, 2016).

Estudos sobre o impacto da inovação sustentável nos resultados das empresas apresentam resultados conflitantes. Entretanto, no contexto brasileiro há evidências de que empresas que desenvolvem este tipo de inovação possuem desempenho financeiro superior àquelas que não tem uma estratégia de pesquisa e desenvolvimento voltada para a sustentabilidade (BRASIL, ABREU, FILHO e LEOCÁDIO 2016; CHENG, YANG e SHEU, 2014; TUMELERO, SBAGIA e EVANS, 2019; HOJNIK, RUZZIER e MANOLOVA, 2018; LIM, 2019).

Na medida em que as empresas geram mais valor, o desempenho do país onde se encontram também é potencializado. Considera-se que tanto os determinantes quanto os efeitos da inovação sustentável diferem entre os países dado o conjunto de políticas públicas que incentivam a inovação assim como as condições para se fazer negócios. Países emergentes contam com instabilidade política, insegurança jurídica e na política econômica como elementos que afetam diferenciais competitivos da nação, afastando a entrada de potenciais investimentos e afetando a dinâmica da inovação (BALKYTE e TVARONAVICIENE, 2010; BRASIL, ABREU, FILHO e LEOCÁDIO; 2016; CHENG, YANG e SHEU, 2014).

Neste ponto, insere-se a governança ambiental, compreendida como o esforço de um governo para tratar questões ambientais e que envolve o processo de elaboração e efetividade de políticas ambientais, a economia

política da crise ambiental, as ações para melhorar o meio ambiente, a construção do significado ambiental e a emergente cultura global do meio ambiente (DAVIDSON e FRICKEL, 2004).

A governança ambiental desenvolve-se por estratégias como a governança em escala cruzada que envolve a gestão compartilhada de recursos ambientais entre governo e comunidade, parcerias público-privadas e privadas-sociais. Contudo, estas estratégias podem aumentar o déficit na desigualdade da alocação dos recursos ambientais, porque as organizações que possuem mais capacidades para acessar os recursos e explorá-los tendem a usufruir de mais benefícios que outras em condições diferentes. De outra forma, na medida em que se observa maior eficiência na utilização dos recursos naturais, a extração dos mesmos pode ser potencializada (LEMOS e AGRAWAL, 2006).

Uma forma de exercer a governança ambiental é a regulação que pode ser direta, exercendo controle e conduzindo comportamentos ambientais das empresas ou indireta, dedicada às questões de mercado utilizando instrumentos que incentivam a inovação sustentável. Contudo, é controverso o efeito da regulação dado o custo do desenvolvimento de produtos que atendam normas cujo rigor é crescente. Empresas desenvolvem produtos, mas não alcançam lucro porque normas mudam e os produtos ficam obsoletos. Neste sentido, verifica-se a necessidade de desenvolver instrumentos governamentais mais efetivos para promover a inovação sustentável, oferecendo outros tipos de suporte para as empresas (GOUDA, JONNALAGEDDA e SARANGA, 2016; ZHANG, LIANQ, FENG, YUAN e JIANG, 2019).

A estratégia para desenvolver inovações sustentáveis na empresa é organizada em estágios que estão relacionados com fatores internos e externos, mas que evoluem de soluções que para prevenção da poluição, passam pela minimização do impacto associado como ciclo de vida do produto e chegam ao desenvolvimento de tecnologias limpas. Ainda, estas estratégias se comportam de forma reativa – como resposta a regulações – ou proativa – que buscam eficiência. Mas, seja qual for a motivação, a garantia do sucesso do produto está relacionada à decisão de investir na inovação sustentável e, neste sentido, observa-se que a disposição do consumidor em pagar pelo desempenho ambiental varia, o que também não motiva a empresa a fazer este tipo de investimento (HART, 1997; HAFEZI e ZOLFAGHARINIA, 2018).

Performance ambiental, medidas operacionais, financeiras e outras baseadas em mercado podem compor o sistema de mensuração do desempenho da empresa. Mas, independente da métrica utilizada, trata-se da decisão corporativa de operacionalizar inovações sustentáveis reativas e proativas. Ao reagir a estímulos externos – inovação reativa –, a empresa preserva arranjos organizacionais e tecnológicos, produzindo inovação incremental; ao optar por impactar processos e explorar oportunidades como forma de alcançar a liderança de mercado e promover comportamentos proativos de sustentabilidade, observa-se a inovação radical. E para ambos os tipos, tem-se níveis distintos de performance (GOLICID e SMITH, 2013; HE, MIAO, WONG e LEE, 2017).

Apesar de relevante, a inovação incremental não é suficiente para atingir metas ambientais: precisa haver inovação radical. A inovação sustentável pode ser acelerada se forem criados nichos nos quais as empresas experimentem a coevolução da tecnologia com os objetivos sociais e ambientais. Muitas vezes a tecnologia verde falha porque compete com as tecnologias estabelecidas e que já estão enraizadas em regras que orientam o desenvolvimento tecnológico dentro e entre empresas (CILLO, PETRUZZELLI, ARDITO e GIUDICE, 2019).

As inovações sustentáveis radicais e incrementais nascem da habilidade organizacional que a empresa possui em estar operacionalmente alinhada e, ao mesmo tempo, ser adaptativa e flexível para responder à dinâmica ambiental. Ao compartilhar uma visão de sustentabilidade e possuir capacidade absorptiva, a empresa se defronta com dois caminhos: um no qual modifica produtos, serviços ou processos a partir da experiência ambiental que possui ou do desenvolvimento de tecnologias verdes; outro que aprimora produtos, serviços ou processos existentes pelo leve incremento nos conhecimentos ou tecnologias ambientais (SUBRAMANIAM e YOUNDT, 2005; CHEN, CHANG e LIN, 2014).

Ao criar uma estrutura específica para a inovação sustentável, a empresa assume o encargo de remodelá-la continuamente dado que, para a questão ambiental, emergem respostas de forma contínua e dinâmica. Desta forma, os gestores precisam desenvolver competências gerenciais responsivas que compreendem a melhoria da sustentabilidade ambiental a partir do reconhecimento e aquisição de conhecimento externo à empresa para desenvolver competências ambientais (SODERSTROM e WEBER, 2020).

De outra forma, o catching-up – processo de imitar tecnologias já existentes – também afeta o processo decisório que envolve o investimento em inovação. Embora a tecnologia tenha características de bem público, as

estruturas nas quais ela está embebida, dificultam e encarecem a transferência da mesma para outra realidade institucional, explicando, em parte, a diferença no Produto Interno Bruto entre os países. De outra forma, à medida que os insumos utilizados para a inovação são menores, isto também colabora para a elevação do PIB (TASKIM e ZAIM, 1997; VOLLRATH, 2009).

Mas, havendo a possibilidade de adotar as tecnologias de países que ocupam a liderança tecnológica – prática conhecida como *overtaking* –, países emergentes podem crescer rápido mesmo em um cenário de baixa produtividade e renda. A falta de capacidades tecnológicas de países emergentes é notória para estabelecer este comportamento: mesmo diante das possibilidades do estabelecimento de parcerias, o *benchmarking* sobre políticas de *catching-up* entre os países é notório (RADOSEVIC, 2020).

Em países que praticam o *eco-catching-up*, a capacidade de inovação é positivamente relacionada com o crescimento na produtividade sustentável e é conduzida pelas mudanças *eco-tecnológicas*. Países que se afastaram as fronteiras tecnológicas podem usar políticas *catching up* para o desenvolvimento sustentável (YU, WU, ZHANG e LIU, 2016; BELTRAN-ESTEVE e PICAZO-TADEO, 2017; SEMPERE-RIPOLL, ESTELLES-MIGUEL, ROJAS-ALVARADO e HERVAS-OLIVER, 2020).

## 1.2 Trajetória Tecnológica e Natureza da Inovação Sustentável

A tipificação da inovação sustentável como incremental ou radical é precedida pela caracterização da inovação de forma generalizada que está relacionada com a perspectiva cumulativa do progresso tecnológico. Trajetórias naturais determinam regimes tecnológicos distintos a partir do aumento de conhecimentos específicos de uma tecnologia, fazendo com que “velho” e “novo” mantenham uma relação de dependência entre si. Esta relação determina a natureza da inovação, a ascensão e queda de diferentes tecnologias (NELSON e WINTER, 1982).

A mudança tecnológica é influenciada por diferentes fatores. Comumente, os incentivos econômicos estão associados à inovação, mas também é comum que sejam difusos e ocorram de forma genérica. Então, mudanças ou interrupções na fonte de um recurso, no comportamento da mão de obra, desequilíbrios técnicos e pressão interna promovida pelas oportunidades latentes para inovação também costumam provocá-la (ROSENBERG, 1969).

Neste sentido, Nelson e Winter (1977) apontam a existência de uma heurística que conduz uma tecnologia em determinada direção e a motivação está nas recompensas obtidas a partir desta decisão. Esta heurística é denominada trajetória natural é específica para cada tecnologia ou regime tecnológico e relaciona a crença de que é viável tentar com a sensação de potencial, restrições e oportunidades não exploradas.

Avançando sobre as contribuições de Nelson e Winter, Dosi (1982) define trajetória tecnológica como a direção por onde avança determinado paradigma tecnológico que é um conjunto de práticas, definições de problemas e conhecimentos específicos utilizados para se chegar a uma solução. Neste sentido, existem várias possíveis direções e a definição ocorre pela natureza do paradigma tecnológico em si, ou seja, pela experiência com determinada tecnologia determinando, assim, se as inovações seguem um caminho incremental ou radical.

A criação de novos mercados é o que caracteriza a inovação radical ou disruptiva e geralmente ocorre quando empresas menores desafiam incumbentes utilizando-se, para isso, de modelos de negócio com propostas de valor distintas que capturam clientes e diminuem a participação das empresas estabelecidas, provocando uma ruptura de mercados (CHRISTENSEN et al 2000; CHRISTENSEN, RAYNOR, e MCDONALD, 2015).

Inovações radicais são capazes de enfraquecer ou substituir indústrias, empresas ou produtos e ocorrem em áreas com grande potencial tecnológico. Estas inovações podem levar melhores produtos ao mercado, atingir clientes com um modelo de negócio de baixo custo e competir com o não-consumo provocado pela falta ou dificuldade de acesso das pessoas às tecnologias (CHRISTENSEN, 2000; CHRISTENSEN e RAYNOR, 2013; CORTEZ, 2014).

Entretanto, a inovação exhibe diferentes padrões e aspectos nos setores o que, em parte, é causado pela emergência e difusão de paradigmas tecnológicos que determinam distintas trajetórias, como ocorre entre manufatura e serviços. A adoção de tecnologias 4.0 exemplifica as diferentes trajetórias na medida em que existe a percepção de que algumas podem proporcionar ganhos em produtos e processos, mas as condições da indústria

podem impedir que a implementação destas tecnologias ocorra de forma completa (CASTELLACCI, 2008; DALENOGARE, BENITEZ, AYLA e FRANK, 2018).

De outra forma, a inovação incremental é caracterizada por possuir uma orientação voltada para as necessidades manifestas do consumidor geralmente acessadas por pesquisas de mercado. O próprio catching-up induz ao desenvolvimento de inovações com esta característica. Sendo incremental, a inovação faz alterações para aprimorar competências e os sistemas de produção já existentes objetivando a sustentabilidade da criação de valor. Contudo, mesmo sendo orientada para o cliente, uma empresa também pode estar aberta para o desenvolvimento de inovações radicais se considerar a importância destas para a sustentabilidade da performance a longo prazo (CHRISTENSEN e RAYNOR, 2003; YU & HANG, 2010; RUAN, HANG e WANG, 2014; MOUSSAVI e BOSSINK, 2017).

No caso da inovação sustentável, observa-se que a trajetória afeta, inclusive, a difusão tecnológica: empresas adquirem capital e acumulam know-how em uma tecnologia específica buscando aumentar sua eficiência. Desta forma, o estoque de conhecimento não se diversifica e diminui o nível da difusão tecnológica (HOTTE, 2020).

Nas pequenas empresas e nas startups é possível notar a influência da trajetória natural na inovação sustentável (SAEZ-MARTINEZ, DIAS-GARCIA e GONZALES-MORENO, 2019). Startups que colocam mais ênfase na criação de valor ambiental do que no valor econômico são mais inovadoras, tanto em produto quanto em processo (HOOGENDOORN, ZWAN e THURIK, 2020). Contudo, em determinadas tecnologias, não só a trajetória das empresas está envolvida: países desenvolvidos performam melhor no desenvolvimento de algumas tecnologias ambientais do que países em desenvolvimento (BARRAGÁN-OCAÑA, SILVA-BORJAS e OLMOS-PEÑA, 2020)

## 2. METODOLOGIA

O estudo utiliza-se de dados secundários coletados na Revista de Propriedade Intelectual – RPI – e no INPI. A RPI foi utilizada para obter os números dos pedidos de patente caracterizados como tecnologias verdes, conforme denominação utilizada nas regulamentações e aqui utilizada como proxy para mensurar a inovação sustentável. A partir destes números de patentes, identificaram-se 815 pedidos cujos dados (código IPC, nome do depositante, do inventor e do procurador, origem geográfica e situação atual do pedido) foram coletados no site do INPI, gerando uma planilha em excel. Neste momento, identificou-se que 2 pedidos não atenderam formalmente aos requisitos legais verificados no exame preliminar formal feito pelo órgão, sendo descartados da base de dados analisada neste estudo. Assim, inicialmente foram considerados para a análise, 813 pedidos interpostos no período entre 17/02/2012 e 31/12/2019.

Este recorte temporal se justifica na legislação que regulamenta o exame de pedidos de patente de tecnologias verdes que foi integrado à prática do INPI pela Resolução nº 175 de 5 de novembro de 2016, mas cujas primeiras iniciativas surgiram em 2012 a partir de um programa piloto instituído pela Resolução nº 283/2012. Estas tecnologias abrangem fontes de energia limpa e renovável, produtos e serviços que alteram os hábitos de consumo, produtos, materiais de construção e procedimentos de manufatura e agricultura sustentáveis, entre outros (CHU, 2012). A relação de tecnologias verdes do INPI se baseia no IPC Green Inventory que relaciona as invenções com potencial benefício ambiental.

As tecnologias são identificadas por códigos previstos na Classificação Internacional de Patentes – IPC – e que são utilizados pelo INPI nos documentos de patentes. Na versão 2020.01, esta identificação é composta por 8 categorias denominadas como (WIPO, 2020<sup>1</sup>):

1. A – necessidades humanas
2. B – operações de processamento; transporte
3. C – química; metalurgia
4. D – têxteis; papel
5. E – construções fixas
6. F – engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas; explosão

<sup>1</sup> Disponível em [pc.inpi.gov.br/classifications](http://pc.inpi.gov.br/classifications). Acesso em 01 de julho de 2020.

7. G – física
8. H – eletricidade

As variáveis analisadas estão identificadas no quadro 1, com os respectivos autores de referência. Exceto para a variável PIB per capita cujos dados foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, foram utilizadas proxies para a observação da natureza das inovações sustentáveis. Contudo, a disponibilidade dos dados das variáveis apresentou-se como uma restrição, pois estavam disponíveis somente até 2017. Assim, o horizonte temporal abrangido pela análise contempla o período entre 2012 e 2017.

**Quadro 1: Variáveis Observadas**

Variável/tipo	Autor	Proxy
Inovação sustentável/dependente	Kemp e Pontoglio (2007)	Número de pedidos de patentes
PIB/independente	Taskim e Zaim (1997); Vollrath (2009)	-
Regulação/independente	Wang, Wijen, Heugens (2018); Gouda, Jonnalagedda e Saranga (2016)	Índice de qualidade regulatória (Fonte: Banco Mundial)
Políticas públicas/independente	Ruan et al (2014)	Índice de políticas para empreendedorismo do Global Entrepreneurship Monitor (Fonte: Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade)
Sistema educacional/independente	He, Miao, Wong e Lee (2017)	Índice de qualidade do sistema educacional (Fonte: Banco Mundial)
Mercado/independente	Christensen e Raynor, 2003; Yu & Hang, 2010; Hafezi e Zolfagharinia, 2018	Índice de Consumo das Famílias (Fonte: Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo)
Paradigmas tecnológicos/independente	Nelson e Winter (1982); Castellacci, 2008; Dalenogare, Benitez, Ayala e Frank, 2018	Disponibilidade de tecnologias avançadas (Fonte: Banco Mundial)
Catching up/independente	Ruan et al (2014); Yu, Wu, Zhang e Liu, 2016; Beltran-Esteve e Picazo-Tadeo, 2017; Sempere-Ripoll, Estelles-Miguel, Rojas-Alvarado e Hervas-Oliver, 2020	Capacidade para inovação (Fonte: Banco Mundial)

Fonte: elaboração própria (2020)

Os dados foram submetidos à análises de regressão realizadas pelo software Stata.



### 3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A tabela 1 apresenta a frequência absoluta de pedidos de acordo com as classificações IPC, o total de pedidos por classificação e por ano, assim como o total de pedidos no período de 2012 a 2019. Observa-se que a classificação C é que possui mais pedidos identificados, seguida pelas classificações B, F e A.

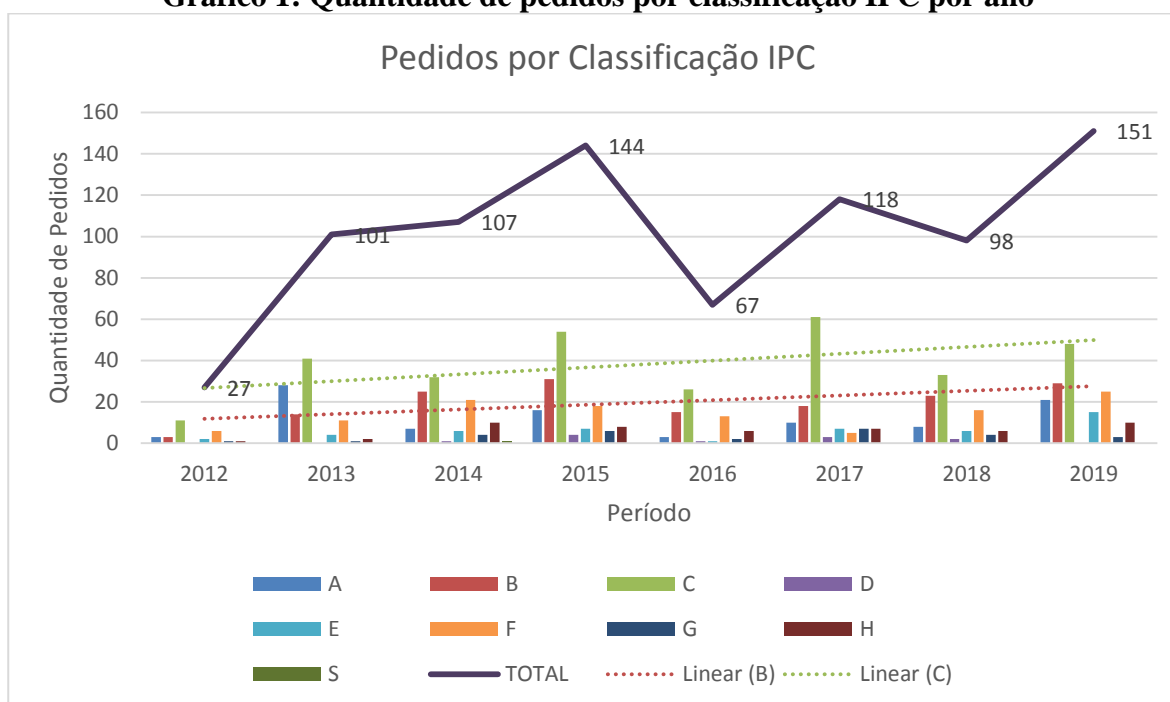
**Tabela 1: Quantidade de Pedidos por Classificação IPC**

ANO	A	B	C	D	E	F	G	H	TOTAL
2012	3	3	11	0	2	6	1	1	27
2013	28	14	41	0	4	11	1	2	101
2014	7	25	33	1	6	21	4	10	107
2015	16	31	54	4	7	18	6	8	144
2016	3	15	26	1	1	13	2	6	67
2017	10	18	61	3	7	5	7	7	118
2018	8	23	33	2	6	16	4	6	98
2019	21	29	48	0	15	25	3	10	151
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>158</b>	<b>307</b>	<b>11</b>	<b>48</b>	<b>115</b>	<b>28</b>	<b>50</b>	<b>813</b>

Fonte: elaboração própria (2020)

O gráfico 1 mostra a quantidade de pedidos por classificação IPC por ano, com destaque para as linhas de tendência das classificações B e C que exibem as maiores frequências.

**Gráfico 1: Quantidade de pedidos por classificação IPC por ano**



Fonte: elaboração própria (2020)

Considerando as observações do período entre 2012 e 2017, inicialmente estimou-se uma regressão linear múltipla. Conforme o modelo preditivo que contém as variáveis identificadas no Quadro 1, a equação preditiva é dada por:

$$\text{pedidos de patente} = \alpha + \beta \text{PIB} + \beta \text{regulação} + \beta \text{políticas públicas} + \beta \text{sistema educacional} + \beta \text{mercado} + \beta \text{paradigmas tecnológicos} + \beta \text{catching-up} + e$$

A estatística VIF mostrou valores acima de 10 para sistema educacional (11.5) e regulação (22.70), demonstrando multicolinearidade entre as variáveis. A tabela 2 mostra os resultados da análise: o modelo 1 apresenta os resultados do R2 e p-valor quando se excluiu a variável regulação; o modelo 2 apresenta o resultado após a exclusão da variável educação observando-se p-valores não significativos para todas as variáveis nestes modelos. Mesmo utilizando bootstrap, os resultados permaneceram inalterados, sugerindo a existência de relação não linear entre as variáveis.

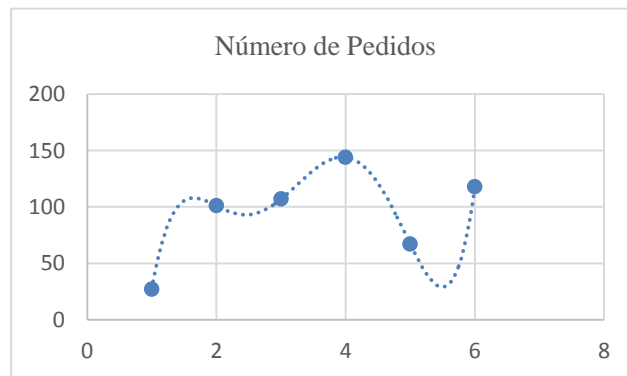
**Tabela 2: Resultados da regressão linear**

Índices	Modelo 1	Modelo 2
R2	0.7954	0.5290
Prob F	0.6322	0.9649

Fonte: elaboração própria (2020)

Em uma análise gráfica do número de pedidos – gráfico 2, verificou-se a distribuição dos dados distinta da normal. Desta forma, optou-se por um modelo de regressão não linear com distribuição de Poisson. A multicolinearidade da variável tecnologia a excluiu dos modelos analisados: o modelo 1, exibiu pseudo R<sup>2</sup> de 74% com x<sup>2</sup> de 0,00, sendo que a variável políticas públicas apresentou p-valor não significativo; no modelo 2 no qual não constavam as políticas públicas, o pseudo R<sup>2</sup> é de 73% com x<sup>2</sup> de 0,00.

**Gráfico 2: Gráfico de Dispersão do Número de Pedidos**



Fonte: elaboração própria (2020)

Ambos os modelos foram considerados significativos e com poder explicativo superior a 70%. Este resultado é uma evidência de que a inovação sustentável não está relacionada exclusivamente à ação corporativa, mas abrange todos os participantes do processo inovador (MOUSSAVI e BOSSINK, 2017). A exclusão das políticas públicas do modelo pode ser explicada pelo índice utilizado que reflete, prioritariamente, políticas para empreendedorismo que apesar de guardar associação com a inovação, trata-se de uma perspectiva diferente. De acordo com o modelo 2, a equação que explica o número de pedidos considerando as variáveis analisadas é:

$$\text{pedidos de patente} = -25,8863 + 0,2082 * \text{sistema educacional} + 8,1516 * \text{regulação} + 1,5939 * \text{paradigmas tecnológicos} - 0,0127 * \text{mercado} + e$$

Apesar de controversa, existe a associação entre regulação e inovação sustentável. Os resultados confirmam a relação entre os conceitos, confirmando que a introdução de produtos originados de inovação

sustentável depende de políticas regulatórias (GOUDA, JONNALAGEDDA e SARANGA, 2016; WANG, WIJEN e HEUGENS, 2018).

Em relação ao mercado, a expectativa teórica do relacionamento com a inovação sustentável se confirma. Contudo, por ser identificada uma relação negativa, sugere-se que as inovações analisadas possam ser inovações incrementais, na medida em que inovações radicais não são produzidas com base em demandas do cliente expressas por pesquisas de mercado (GOUDA, JONNALAGEDDA e SARANGA, 2016; HAFEZI e ZOEFAGHARINIA, 2018). A fim de investigar este achado, estimaram-se novas regressões com distribuição de Poisson, utilizando como variável dependente o número de pedidos por classe do IPC. Os resultados encontram-se na tabela 3.

**Tabela 3: Resultados da Regressão Não-Linear por Classificação IPC**

Resultados	A	B	C	D	E	F	G	H
Pseudo R <sup>2</sup>	0.6153	0.4991	0.5965	-	0.1568	0.3473	0.3428	0.2006
Prob x <sup>2</sup>	0.0000	0.0000	0.0000	-	0.1428	0.0006	0.0092	0.0100

Fonte: elaboração própria (2020)

Dado a menor quantidade de pedidos em relação às demais classificações, não se obteve resultados para a estimação da classificação D. Observa-se na tabela 3, o baixo poder explicativo com o melhor ajuste considerando o x<sup>2</sup> e p-valor das variáveis. Somente para as classificações C e A, o poder explicativo do modelo é superior a 60%. Apesar de as classificações B, F e H exibirem significância inferior a 0,05, considera-se que o modelo não é adequado para explicar o efeito das variáveis sobre o número de pedidos. As equações resultantes dos modelos são:

- pedidos de patente classificação A= -50.76234+0.4716531\* sistema educacional+27.1734\*regulação-0.0377749\* mercado +e
- pedidos de patente classificação B=-21.4101+0.1245067\* sistema educacional +2.17728\*paradigmas tecnológicos+e
- pedidos de patente classificação C = -27.45576+0.2317907\* sistema educacional +11.79135\*regulação+1.46882\*paradigmas tecnológicos-0.0273923\* mercado +e
- pedidos de patente classificação E= -10.96653+ 8.0817525\* sistema educacional +0.1025861\*políticas públicas+e
- pedidos de patente classificação F=-1.505684-7.752199\*regulação+.0318389\* mercado +e
- pedidos de patente classificação G=-20.17921+0.1476994\* sistema educacional +.1305898\*políticas públicas+e
- pedidos de patente classificação H=1.329752-4.145751\*regulação+e

Observa-se que tanto para o modelo preditivo que considerou o número absoluto de pedidos de inovação sustentável por ano tanto quanto para os modelos que estratificaram a análise por classificações IPC, a variável PIB não obteve significância estatística em nenhum modelo. A revisão da literatura aponta a relação entre PIB e inovação, contudo reconhece que é à medida em que a inovação se consolida é que recursos são liberados provocando aumento no PIB (VOLLRATH, 2009).

Considera-se que a classificação IPC exibe uma estrutura hierárquica composta por seções primárias – representadas pelas letras A, B, C, D, E, F, G e H – e cada qual possui respectivas subseções secundárias – como A01, por exemplo – subseções terciárias – como A01C – subseções quaternárias – A01C 1/00 – e subseção quinária – como A01C 1/02. Observa-se que até a subseção terciária, as classificações apontadas nos pedidos de patente referem-se à produtos e processos genéricos; na subseção quaternária ainda são relacionados à produtos e processos relacionados a um tipo de produto genérico e somente a partir da classificação quinária, surgem elementos constitutivos deste produto. Exemplifica-se esta observação a partir da classificação A, como:

A – Necessidades humanas

- ↳ A01 – agricultura; silvicultura; pecuária; caça; captura em armadilhas; pesca
  - ↳ A01C – plantio; semeadura; fertilização

↳ A01C 1/00 – aparelhos, ou métodos de seu uso, para experimentar ou beneficiar sementes, raízes ou similares antes de semear ou plantar  
 ↳ A01C 1/02 – aparelhos de germinação

Desta forma, a classificação IPC pode ser utilizada para identificar a trajetória natural das inovações: quanto maior for o número de pedidos de patente codificados como A01C 1/02, maior será a prevalência deste tipo de tecnologia nos processos de inovação que resultam em potenciais patentes verdes.

Para analisar a trajetória, os pedidos de patente foram categorizados em dois grupos: o grupo 00 do qual pertenciam todos os pedidos com classificação até a subseção terciária, pois, até esta classificação, são identificadas as finalidades das inovações, mas não se especifica o tipo de produto do que trata o pedido; o grupo N00 contendo pedidos classificados com subseções quaternária e quinary, ou seja, aqueles que caracterizam produtos com possíveis trajetórias naturais mais próximas uma da outra. Efetuou-se um teste de hipóteses para checar a existência de diferença entre os grupos de cada classificação. O resultado está na tabela 4 e de acordo com os p-valores, se não verificou diferenças na classificação A.

**Tabela 4: Resultado dos Testes de Hipóteses**

Grupos	p-valor	Grupos	p-valor
A00/AN00	0,11	E00/EN00	0,01
B00/BN00	0,00	F00/FN00	0,00
C00/CN00	0,00	G00/GN00	0,02
D00/DN00	0,04	H00/HN00	0,00

Fonte: elaboração própria (2020)

Com base nos resultados dos testes de hipóteses, executou-se novas regressões com distribuição de Poisson considerando os grupos N00. Os resultados podem ser observados na tabela 5.

**Tabela 5: Resultados da Regressão Não-Linear por Classificação IPC nos Grupos com Inovação Incremental**

Resultados	AN00	BN00	CN00	EN00	FN00	GN00	HN00
Pseu r2	0.4958	0.3981	0.5800	0.1568	0.2001	0.1712	0.2131
Prob v2	0.0001	0.0000	0.0000	0.1428	0.0375	0.0396	0.0076

Fonte: elaboração própria (2020)

Assim como ocorreu na análise que considerou somente a subseção secundária exposta na tabela 3, não se obteve resultados para a estimação da classificação D. Observa-se o baixo poder explicativo com melhor ajuste considerando o  $x^2$  e p-valor das variáveis para todos os grupos com trajetórias naturais mais próximas, exceto para a classificação C (o modelo explica aproximadamente 60% da relação entre as variáveis). As equações resultantes dos modelos que analisaram as inovações são:

- pedidos de patente AN00=  $-48.58215+25.55551*\text{regulação}+0.4491573*\text{sistema educacional} -0.0368042*\text{mercado}+ e$
- pedidos de patente BN00=  $-10.60013+0.1041365*\text{sistema educacional} + e$
- pedidos de patente CN00=  $-29.14957+0.0003139*\text{PIB}+ 10.47756*\text{regulação}+ 0.1938126*\text{sistema educacional} + e$
- pedidos de patente EN00=  $-10.01293+0.0912584*\text{políticas públicas}+ 0.0741826*\text{sistema educacional} + e$
- pedidos de patente FN00=  $-0.741242-6.008145*\text{regulação}+ .0231785*\text{mercado} + e$
- pedidos de patente GN00=  $-5.84366+0.0002335*\text{PIB} + e$
- pedidos de patente HN00=  $1.143319-4.641422*\text{regulação}+ e$

De acordo com os resultados, quando as invenções dentro de cada classificação são separadas em grupos caracterizados por trajetórias naturais distintas, as variáveis analisadas apresentam baixo poder explicativo para sustentar a existência de tais trajetórias. Assim, se a inovação representada pelo pedido de patente é mais genérica (foi classificada com código correspondente às três primeiras categorias IPC) ou se trata de produtos mais específicos (classificada como as duas últimas categorias IPC), as trajetórias naturais são semelhantes, exceto quando se trata de construções físicas (grupo E00) e com menor força na predição em produtos relacionados à aplicações de engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas, explosão e física.

Diante da revisão da literatura, para as inovações nas quais as variáveis foram consideradas estatisticamente significantes, os resultados que previam relações positivas entre as variáveis se confirmaram (PIB, sistema educacional, regulação, políticas públicas, paradigmas tecnológicos e catching-up) assim como a relação negativa estimada para a variável mercado. Neste caso, tem-se que empresas investem em produtos verdes para obter rendas a partir da satisfação do desejo do consumidor que, no geral, ocupa-se de melhorias discretas nos produtos (HAFEZI e ZOEFAGHARINIA, 2018).

## CONCLUSÃO

A demanda por tecnologias verdes gerada pela necessidade de transpor barreiras impostas em acordos comerciais coexiste com a falta de capacidade tecnológica e os custos de desenvolvimento. Áreas como saúde, infraestrutura e educação não recebem investimentos públicos para estimular o desenvolvimento de tecnologia verde e quando recebem estes investimentos ocorrem em dimensões e valores igualmente distintos. É necessária a construção de políticas públicas mais efetivas de proteção ambiental, proteção social e desenvolvimento econômico (CANCINO, PAZ, RAMAPRASAD e SYN, 2018; HASPER, 2009; ELKINGTON, 1994).

Os resultados obtidos nas análises permitem responder ao problema de pesquisa que trata sobre a natureza das inovações sustentáveis produzidas no Brasil e que constam no banco de dados do INPI. As tecnologias verdes para as quais foi requerido o registro de patente são consideradas de trajetórias naturais semelhantes, caracterizando a principal contribuição da pesquisa. Os objetivos do estudo foram atingidos mediante a revisão da literatura que permitiu a identificação das variáveis que conduzem à classificação de uma inovação como radical ou incremental; com a análise dos dados empíricos, foi possível determinar o relacionamento das variáveis independentes identificadas com a inovação sustentável, confirmando os pressupostos teóricos e sugerindo estudos futuros a partir dos resultados obtidos.

A principal limitação deste trabalho está na quantidade de observações analisadas. O pequeno contingente amostral pode estar relacionado com a não significância estatística de algumas variáveis. Entretanto, ao realizar uma previsão de eventos futuros utilizando uma simulação de monte carlo feita a partir do número de pedidos da classificação A no período de 2012 e 2017, mostrou com 93,8% de confiança que os resultados da simulação estavam aderentes aos resultados reais registrados nos anos subsequentes – 2018 e 2019. A simulação considerou a geração de 1000 valores aleatórios. Assim, tem-se um argumento para não refutar os resultados obtidos com as regressões.

Pesquisas futuras possam analisar os efeitos de dependência de trajetória para o desenvolvimento de inovações sustentáveis. Outra possibilidade é desenvolver estudos que demonstrem a relação entre natureza da inovação sustentável, startups e ambientes de inovação. Contudo, ao se identificar a relação entre trajetórias tecnológicas semelhantes e inovação, abre-se uma possibilidade para se identificar o quanto as inovações sustentáveis registradas como patentes no Brasil são incrementais ou radicais.

## REFERÊNCIAS

BALKYTE, A.; TVARONAVIČIENE, M. Perception of competitiveness in the context of sustainable development: facets of “sustainable competitiveness”. *Journal of business economics and management*, v. 11, n. 2, p. 341-365, 2010.

BARRAGÁN-OCAÑA, Alejandro; SILVA-BORJAS, Paz; OLMOS-PEÑA, Samuel. Scientific and technological trajectory in the recovery of value-added products from wastewater: A general approach. *Journal of Water Process Engineering*, p. 101692, 2020.

BELTRÁN-ESTEVE, Mercedes; PICAZO-TADEO, Andrés J. Assessing environmental performance in the European Union: Eco-innovation versus catching-up. *Energy Policy*, v. 104, p. 240-252, 2017.

CARRILLO-HERMOSILLA, Javier; DEL GONZÁLEZ, Pablo Río; KÖNNÖLÄ, Totti. What is eco-innovation? In: *Eco-innovation*. Palgrave Macmillan, London, 2009. p. 6-27.

CASTELLACCI, Fulvio. Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research Policy*, v. 37, n. 6-7, p. 978-994, 2008.

CHEN, Yu-Shan; CHANG, Ching-Hsun; LIN, Yu-Hsien. The determinants of green radical and incremental innovation performance: Green shared vision, green absorptive capacity, and green organizational ambidexterity. *Sustainability*, v. 6, n. 11, p. 7787-7806, 2014.

CHENG, Colin CJ; YANG, Chen-lung; SHEU, Chwen. The link between eco-innovation and business performance: a Taiwanese industry context. *Journal of Cleaner Production*, v. 64, p. 81-90, 2014.

CHENG, Colin C.; SHIU, Eric C. Validation of a proposed instrument for measuring eco-innovation: An implementation perspective. *Technovation*, v. 32, n. 6, p. 329-344, 2012.

CHRISTENSEN, Clayton M.; OVERDORF, Michael. Meeting the challenge of disruptive change. *Harvard business review*, v. 78, n. 2, p. 66-77, 2000.

CHRISTENSEN, Clayton M.; RAYNOR, Michael E. Why hard-nosed executives should care about management theory. *Harvard business review*, v. 81, n. 9, p. 66-75, 2003.

CHRISTENSEN, Clayton M.; RAYNOR, Michael E.; MCDONALD, Rory. What is disruptive innovation. *Harvard business review*, v. 93, n. 12, p. 44-53, 2015.

CHRISTENSEN, Clayton; RAYNOR, Michael. *The innovator's solution: Creating and sustaining successful growth*. Harvard Business Review Press, 2013.

CHU, Jonathan MWW. Developing and Diffusing Green Technologies: The Impact of Intellectual Property Rights and their Justification. *Washington and Lee Journal of Energy, Climate, and the Environment*, v. 4, n. 1, p. 53, 2012.

CILLO, Valentina et al. Understanding sustainable innovation: A systematic literature review. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, v. 26, n. 5, p. 1012-1025, 2019.

CORTEZ, Nathan. Regulating disruptive innovation. *Berkeley Tech. LJ*, v. 29, p. 175, 2014.

DALENOGARE, Lucas Santos et al. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, v. 204, p. 383-394, 2018.

DAVIDSON, Debra J.; FRICKEL, Scott. Understanding environmental governance: a critical review. *Organization & Environment*, v. 17, n. 4, p. 471-492, 2004.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

DRUCKER, Peter F. The discipline of innovation. *Harvard business review*, v. 76, n. 6, p. 149-157, 1998.

DZHENGIZ, Tulin; NIESTEN, Eva. Competences for environmental sustainability: A systematic review on the impact of absorptive capacity and capabilities. *Journal of Business Ethics*, v. 162, n. 4, p. 881-906, 2020.

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.

GOLICIC, Susan L.; SMITH, Carlo D. A meta-analysis of environmentally sustainable supply chain management practices and firm performance. *Journal of supply chain management*, v. 49, n. 2, p. 78-95, 2013.

GOUDA, Sirish Kumar; JONNALAGEDDA, Sreelata; SARANGA, Haritha. Design for the environment: Impact of regulatory policies on product development. *European Journal of Operational Research*, v. 248, n. 2, p. 558-570, 2016.

HAFEZI, Maryam; ZOLFAGHARINIA, Hossein. Green product development and environmental performance: Investigating the role of government regulations. *International Journal of Production Economics*, v. 204, p. 395-410, 2018.

HART, Stuart L. A natural-resource-based view of the firm. *Academy of management review*, v. 20, n. 4, p. 986-1014, 1995.

HART, Stuart L. Beyond greening: strategies for a sustainable world. *Harvard business review*, v. 75, n. 1, p. 66-77, 1997.

HE, Fang et al. Contemporary corporate eco-innovation research: A systematic review. *Journal of cleaner production*, v. 174, p. 502-526, 2018.

HOJNIK, Jana; RUZZIER, Mitja ; MANOLOVA, Tatiana S. Internationalization and economic performance: The mediating role of eco-innovation. *Journal of cleaner production*, v. 171, p. 1312-1323, 2018.

HOJNIK, Jana; RUZZIER, Mitja; MANOLOVA, Tatiana S. Internationalization and economic performance: The mediating role of eco-innovation. *Journal of cleaner production*, v. 171, p. 1312-1323, 2018.

HOOGENDOORN, Brigitte; VAN DER ZWAN, Peter; THURIK, Roy. Goal heterogeneity at start-up: are greener start-ups more innovative? *Research Policy*, v. 49, n. 10, p. 104061, 2020.

HORBACH, Jens. Determinants of environmental innovation—New evidence from German panel data sources. *Research policy*, v. 37, n. 1, p. 163-173, 2008.

HORBACH, Jens. Determinants of environmental innovation—New evidence from German panel data sources. *Research policy*, v. 37, n. 1, p. 163-173, 2008

HÖTTE, Kerstin. How to accelerate green technology diffusion? Directed technological change in the presence of coevolving absorptive capacity. *Energy Economics*, v. 85, p. 104565, 2020.

KEMP, R., PONTOGLIO, S., (2007). Workshop Conclusions on Typology and Frame-work. Measuring Ecoinnovation (MEI) Project. UNU MERIT, Maastricht.

LEMOS, Maria Carmen; AGRAWAL, Arun. Environmental governance. *Annual review of environment and resources*, v. 31, 2006.

MATTEN, Dirk; MOON, Jeremy. Reflections on the 2018-decade award: The meaning and dynamics of corporate social responsibility. *Academy of management Review*, v. 45, n. 1, p. 7-28, 2020.

MOUSAVI, Seyedesmaeil; BOSSINK, Bart AG. Firms' capabilities for sustainable innovation: The case of biofuel for aviation. *Journal of Cleaner Production*, v. 167, p. 1263-1275, 2017.

NELSON, R.; WINTER, S. *An Evolutionary Theory of Economic Change* (1982) Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. In search of a useful theory of innovation. In: *Innovation, economic change and technology policies*. Birkhäuser, Basel, 1977. p. 215-245.

O'LEAR, Shannon; BRIGGS, Chad M.; DENNING, G. Michael. Environmental security, military planning, and civilian research: The case of water. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v. 55, n. 5, p. 3-13, 2013.

RADOSEVIC, S. Benchmarking innovation policy in catching up and emerging economies: methodology for innovation policy index. 2020. WORKING PAPER. UCL CENTRE FOR COMPARATIVE STUDIES OF EMERGENTI ECONOMIES.

RUAN, Yi; HANG, Chang Chieh; WANG, Yan Min. Government' s role in disruptive innovation and industry emergence: The case of the electric bike in China. *Technovation*, v. 34, n. 12, p. 785-796, 2014.

SODERSTROM, Sara B.; WEBER, Klaus. Organizational structure from interaction: Evidence from corporate sustainability efforts. *Administrative Science Quarterly*, v. 65, n. 1, p. 226-271, 2020.

SUBRAMANIAM, Mohan; YOUNDT, Mark A. The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities. *Academy of Management journal*, v. 48, n. 3, p. 450-463, 2005.

TASKIN, Fatma; ZAIM, Osman. Catching-up and innovation in high-and low-income countries. *Economics letters*, v. 54, n. 1, p. 93-100, 1997.

TRIGUERO, Angela; MORENO-MONDÉJAR, Lourdes; DAVIA, María A. Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. *Ecological economics*, v. 92, p. 25-33, 2013.

TUMELERO, Cleonir ; SBRAGIA, Roberto; EVANS, Steve. Cooperation in R&D and ecoinnovations: The role in companies' socioeconomic performance. *Journal of Cleaner Production* , v. 207, p. 1138-1149, 2019.

VOLLRATH, Dietrich. How important are dual economy effects for aggregate productivity?. *Journal of development economics*, v. 88, n. 2, p. 325-334, 2009.

Wang, R., Wijen, F., & Heugens, P. P. M. A. R. (2018). Government's green grip: Multifaceted state influence on corporate environmental actions in China. *Strategic Management Journal*, 39(2), 403–428. <https://doi.org/10.1002/smj.2714>

YU, Yanni et al. Environmental catching-up, eco-innovation, and technological leadership in China's pilot ecological civilization zones. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 112, p. 228-236, 2016.



ZHANG, Jianming et al. Green innovation to respond to environmental regulation: How external knowledge adoption and green absorptive capacity matter?. *Business Strategy and the Environment*, v. 29, n. 1, p. 39-53, 2020.