

TRAJETÓRIA NATURAL DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

ANA GRAZIELE LOURENÇO TOLEDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL (UFMS)

LEONARDO AUGUSTO DE CAMPOS

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA - CEETEPS

Agradecimento à órgão de fomento:

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

TRAJETÓRIA NATURAL DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

1 Introdução

Em um mundo globalizado do qual as práticas de gestão e de desenvolvimento tecnológico são rapidamente espalhadas pelo mundo, o emprego de inovações torna-se elemento central à obtenção de vantagem competitiva. Mas a própria competitividade adquire contornos distintos dadas as demandas globais que surgem em torno de soluções ambientalmente amigáveis.

Na medida em que as mudanças sociais são rápidas e novos problemas surgem, a inovação torna-se necessária. 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 humanos na medida em que ambiente artificiais emergem (DRUCKER, 1998; O'LEAR, BRIGGS e DENMIG, 2013).

Empresas empregam esforços em desenvolver produtos verdes motivadas inicialmente pela pressão global por tecnologias ambientalmente amigáveis. Contudo, até o momento os esforços têm sido considerados incrementais o que pode ser motivado pela baixa percepção sobre a existência de benefícios econômicos. Ainda, 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 capturando ainda mais valor em suas respectivas ofertas além de diferenciarem-se da concorrência. (HART, 1996; GOUDA, JONNALAGEDDA E SARANGA, 2016).

Desenvolver novas fontes de vantagem competitiva garante os ganhos econômicos para as empresas e as estratégias para se conseguir isso pelo investimento em pesquisa e o desenvolvimento passa por estratégias interconectadas que abranjam 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 de um modelo que integre stakeholders e suas expectativas. Contudo, somente inovações radicais permitem que metas de sustentabilidade sejam alcançadas (HART, 1995; MOUSSAVI e BOSSINK, 2017).

Um dos recursos que afetam o desenvolvimento tecnológicos é o conhecimento que quando acumulado resulta não só em novas 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 identificou estudos que se dedicaram a analisar a natureza das inovações sustentáveis que, em termos de propriedade intelectual que garante os direitos de comercialização dos produtos, é relativamente nova em comparação à legislação patentária nacional que data de 1996: o exame específico de inovações produzidas a partir de tecnologias verdes foi regulamentado em 2012.

Diante deste contexto e da ausência de estudos empíricos que analisem a complexidade das inovações sustentáveis, o problema de pesquisa que orienta este estudo é: qual é a natureza das inovações sustentáveis produzidas no Brasil? Para responder esta questão, utilizou-se de uma análise descritiva sobre os pedidos de patentes verdes encaminhados ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial 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 natureza das inovações sustentáveis a partir do exame dos citados dados secundários. 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 e serviços categorizados conforme a classificação do IPC Green Inventory; identificar as inovações que potencialmente podem ser classificadas como incrementais e analisar a relação das variáveis independentes com este número de pedidos.

Os resultados obtidos sugerem que a trajetória natural das inovações sustentáveis produzidas no contexto brasileiro conduz para tecnologias verdes de natureza incremental, 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.

2 Fundamentação Teórica

2.1 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; considera-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 diferenciam as inovações sustentáveis em inovações de processo, que incluem métodos de produção eco-eficientes na gestão de recursos naturais; de produto, que abrange ações de eco design e tecnologias sustentáveis; e a 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/produktividade 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 eco inovações 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, SBRAGIA 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 *drivers* 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 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 à questões de mercado utilizando instrumentos que incentivam a inovação sustentável. Contudo, é controverso o efeito da regulação sobre a inovação sustentável que é motivado pelo 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 desenvolver instrumentos governamentais mais efetivos para promover a inovação sustentável, oferecendo suporte governamental 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 o consumidor em pagar pelo desempenho ambiental varia, não motivando a empresa a fazer este tipo de investimento (HART, 1997; HAFEZI e ZOLFAGHARINIA, 2018).

De outra forma, o catching-up também afeta o processo decisório que envolve o investimento 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 – 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 e o benchmarking políticas 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 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)

2.2 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 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 diminuindo a participação das empresas estabelecidas, provocando uma ruptura de mercados (CHRISTENSEN et al 2000; CHRISTENSEN, RAYNOR, e MCDONAL, 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 mais forte para as necessidades manifestas do consumidor geralmente acessadas por pesquisas de mercado. O próprio processo catching-up induz ao desenvolvimento de inovações com esta característica. Sendo incremental, a inovação faz alterações para aprimorar competências e os sistema 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).

Considerando a performance ambiental, medidas operacionais, financeira e baseadas em mercado diversificam a mensuração do desempenho da empresa. Mas, independente da métrica utilizada, trata-se da decisão corporativa de operacionalizar inovações sustentáveis reativas e proativas. Se ao reagir a estímulos externos, a empresa preserva arranjos organizacionais e tecnológicos, produz inovação incremental; se voluntariamente opta 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 eficiente e, ao mesmo tempo, ser adaptativa e flexível para responder a dinâmica ambiental. Ao compartilhar uma visão de sustentabilidade e possui capacidade absorviva, a empresa se defronta com dois caminhos: um no qual modifica produtos, serviços ou processos 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 competência 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).

3 Metodologia

O estudo utilizou-se de dados secundários coletados na Revista de Propriedade Intelectual – RPI – e no Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI. A RPI foi utilizada para obter os números dos pedidos de patente cuja caracterização inicial era de uma inovação sustentável. A partir destes números de patentes, identificou-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 análise. 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 que em 2012 desenvolveu-se a partir de um programa piloto de instituído pela Resolução nº 283/2012, acolhendo pedidos caracterizados como objeto de inovação sustentável a partir desta data. Estes objetos 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).

As inovações sustentáveis são identificadas por códigos previstos no IPC Green Inventory e que é utilizado pelo INPI nos documentos de patentes. Na versão 2020.01, esta classificação é composta por 8 categorias denominadas como (WIPO, 2020ⁱ):

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
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.

4 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.

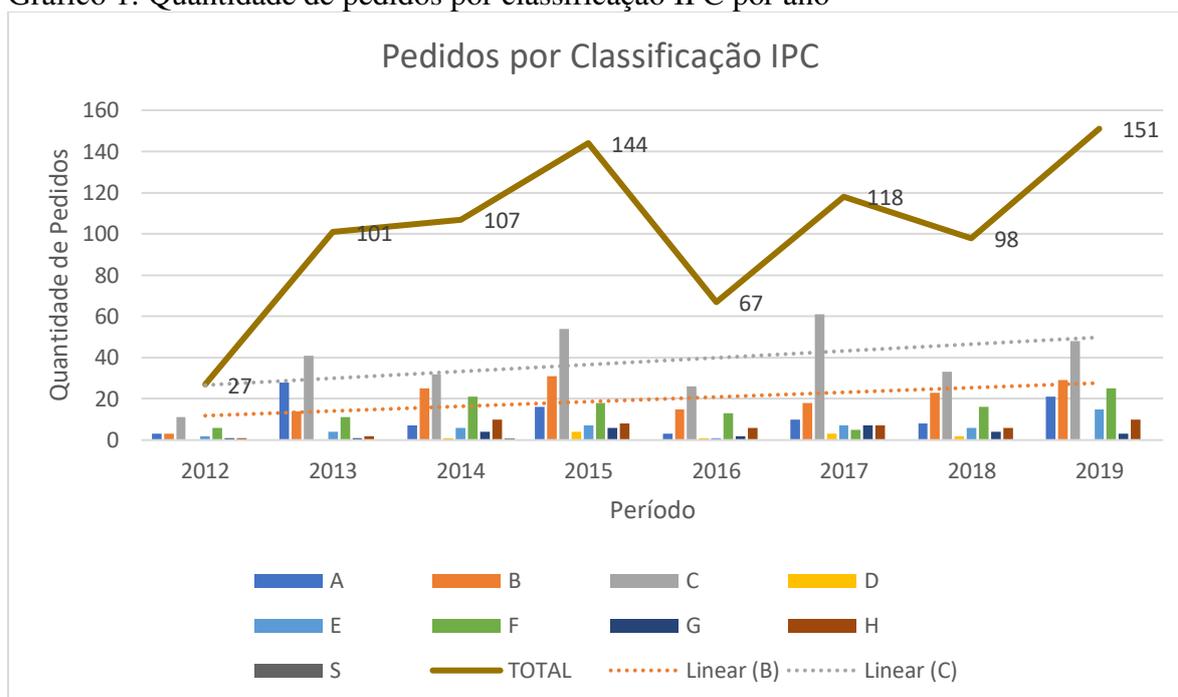
Tabela 1: Quantidade de Pedidos por Classificação IPC

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
TOTAL	96	158	307	11	48	115	28	50	813

Fonte: elaboração própria (2020)

O gráfico 1 mostra a quantidade de pedidos por classificação IPC por ano, com as linhas de tendência para as classificações C e B.

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 cuja 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.

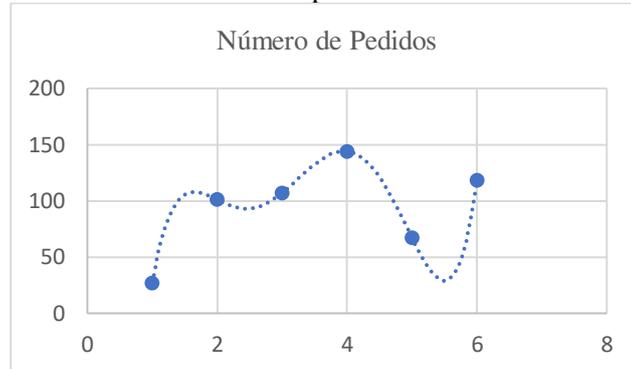
Tabela 2: Resultados da regressão linear

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 não normal dos dados. 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^2 de 74% com x^2 de 0,00, sendo que variável políticas públicas apresentou p-valor não significativo; no modelo 2 no qual não constavam as políticas públicas, o pseudo R^2 é de 73% com x^2 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, estimou-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 ²	0.6153	0.4991	0.5965	-	0.1568	0.3473	0.3428	0.2006
Prob x ²	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 x² 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

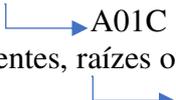
Observa-se que tanto para o modelo preditivo que considerou o número absoluto de pedidos de inovação sustentável por ano tanto quanto para os modelos que estratificaram a análise por classificações IPC, a variável PIB não obteve significância estatística em nenhum modelo. A revisão da literatura aponta 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 quinaría – 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 produtos e processos relacionados a um tipo de produto genérico e somente a partir da classificação quinaría, 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

Organizada desta forma, compreende-se que a classificação IPC permite acessar as inovações mais próximas do que se entende por incremental, a partir da subseção quaternária na qual são classificadas as inovações que lidam com melhorias estruturais em produtos já existentes. Desta forma, os pedidos de patente foram categorizados em dois grupos: o grupo 00 do qual pertenciam todos os pedidos com classificação até a subseção terciária; o grupo N00 contendo pedidos classificados com subseções quaternária e quinária. Assim, assume-se que AN00 representa as inovações incrementais relacionadas a produtos e serviços relacionados à necessidades humanas, por exemplo. Sobre estes grupos, 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 de inovação incremental, exceto para a classificação C (o modelo explica aproximadamente 60% da relação entre as variáveis). Mesmo com significância inferior a 0,05, considera-se que os demais modelos não são adequados para explicar o efeito das variáveis sobre o número de pedidos. As equações resultantes dos modelos que analisaram as inovações incrementais 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= $1.143319-4.641422*\text{regulação}+ e$

Diante da revisão da literatura, para as inovações incrementais 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).

5 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 incrementais e esta caracterização é 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 (a análise considerou 6 observações) 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.

Referências Bibliográficas

- 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.
- 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, C. C. J., Yang, C., & Sheu, C. (2014). The link between eco-innovation and business performance: A Taiwanese industry context. **Journal of Cleaner Production**, 64, 81–90

Cheng, C. C., & Shiu, E. C. (2012). Validation of a proposed instrument for measuring eco-innovation: An implementation perspective. **Technovation**, 32, 329–344.

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.

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.

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

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

LEMOIS, 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**.

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 EMERGENT 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.

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

ⁱ Disponível em pc.inpi.gov.br/classifications. Acesso em 01 de julho de 2020.