

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA

JONAS CARVALHO GOMES NOGUEIRA

DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL PARA AS FIRMAS EUROPEIAS

JUIZ DE FORA - MG
2023

JONAS CARVALHO GOMES NOGUEIRA

DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL PARA AS FIRMAS EUROPEIAS

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Profa. Dra. Rosa Livia Montenegro

JUIZ DE FORA - MG
2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Carvalho Gomes Nogueira, Jonas.

Determinantes da inovação ambiental para as firmas europeias /Jonas Carvalho Gomes Nogueira. -- 2023.
58 p.

Orientador: Rosa Livia Gonçalves Montenegro
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de
Economia, 2023.

1. Inovação ambiental. 2. Setores de atividade econômica. 3.
Análise Multivariada. I. Gonçalves Montenegro, Rosa Livia,
orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACECON - Depto. de Economia

FACULDADE DE ECONOMIA / UFJF

ATA DE APROVAÇÃO DE MONOGRAFIA II (MONO B)

Na data de 09/01/2023, a Banca Examinadora, composta pelos professores

- 1 – Profa Rosa Livia Gonçalves Montenegro - orientadora; e
- 2 – Prof. Wilson Luiz Rotatori Corrêa,

reuniu-se para avaliar a monografia do acadêmico Jonas Carvalho Gomes Nogueira, intitulada:
DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL PARA AS FIRMAS EUROPEIAS.

Após primeira avaliação, resolveu a Banca sugerir alterações ao texto apresentado. A Banca, delegando ao orientador a observância das alterações propostas, resolveu APROVAR (APROVAR / NÃO APROVAR) a referida monografia.



Documento assinado eletronicamente por **Rosa Livia Gonçalves Montenegro, Professor(a)**, em 09/01/2023, às 17:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wilson Luiz Rotatori Correa, Professor(a)**, em 09/01/2023, às 18:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1106167** e o código CRC **EB4F61BC**.

*Dedico esta monografia à memória
do meu avô Vantuil.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus pelo qual tudo é possível!

Aos meus avôs, Vantuil (*in memoriam*) e José Martins, pelos incentivos, ensinamentos e valores que contribuíram muito para minha formação pessoal e profissional. Aos meus pais, Márcia e Cosme, pela paciência com os períodos de estudo e trabalho. Aos meus irmãos, Janaína e Jackson (*in memoriam*), os quais sempre foram espelho ao irmão caçula, e que foram fonte de grande carinho e aprendizado de forma direta e indireta.

A minha orientadora, Profa. Dra. Rosa Lívya Montenegro, por toda atenção e compreensão, além das instruções dadas durante toda a minha formação, seja nas disciplinas que cursei, no projeto de Voluntário de Iniciação Científica (VIC Jr.) ou na tutoria da Monitoria de História do Pensamento Econômico II. Meu sincero, obrigado!

Ao meu orientador no estágio na Embrapa/Gado de Leite, Ph.D. Glauco Rodrigues Carvalho, por toda aprendizagem das funções que o economista exerce, além de toda instrução em métodos quantitativos e pela amizade construída durante todo o processo. A todos os outros profissionais dentro da instituição que me auxiliaram no processo de formação.

Ao meu orientador no projeto de extensão de Sistemas de Acompanhamento das Atividades dos Setores da Agropecuária e Indústria da Conjuntura Mercados e Consultoria (CMC Jr.), Prof. Dr. Weslem Rodrigues Faria, pela oportunidade que foi me dada no início da graduação de participar do projeto que contribuiu de forma significativa para minha formação.

A Profa Dra. Flaviane Santiago, que me orientou dentro da CMC Jr. cujo conhecimento adquirido foi de extremo valor. Aos professores que me orientaram de forma indireta dentro do projeto e auxiliaram na construção da minha formação, Profa Dra. Fernanda Finotti, Prof. Dr. Wilson Rotatori e Prof. Dr. Rafael Souza, o qual como coordenador do curso me auxiliou excepcionalmente.

Aos professores que contribuíram na minha formação profissional, como a Profa. Dra. Suzana Quinet, Prof. Dr. Eduardo Almeida, Prof. Dr. Rogério Mattos, Prof. Dr. Lourival Batista, Prof. Dr. Fernando Perobelli, entre outros.

A todos os amigos e amigas que contribuíram de forma direta ou indireta para elaboração desta monografia.

RESUMO

A investigação sobre a manutenção do alto grau de desenvolvimento em que consiste na complexidade da atividade econômica em conjunto ao combate às mudanças climáticas é uma diligência do trabalho em curso. Nesse caso, a inovação ambiental se apresenta como alicerce para auxiliar práticas eco-sustentáveis com o progresso econômico. Assim, o objetivo deste trabalho é deslindar aspectos que incentivem as empresas europeias a adotarem práticas sustentáveis, e diante disso, verificar o comportamento destas. Ademais, a presente monografia utiliza as ferramentas da análise multivariada (Análise em Cluster e Análise Fatorial) com o apoio de dados da *Community Innovation Survey (CIS)*, divulgados pela Eurostat, para o ano de 2014. Os resultados obtidos demonstraram que as firmas europeias possuem dois determinantes significativos às Ecoinovações, a saber: o Governo e os consumidores. Ademais, os setores que apresentam grande interação entre suas atividades inovativas tendem a ter o mesmo comportamento em relação à ecoinovação.

PALAVRAS-CHAVE: Inovação ambiental; Setores de atividade econômica; Análise Multivariada.

ABSTRACT

The maintaining to the high degree of development that provides a vast complexity of economic activity together with the fight against climate change that has been occurring on the planet is a diligence of the work in progress. In these terms, environmental innovation presents itself as a foundation for correlating eco-sustainable practices with economic progress. Thereby, the objective of this work is find aspects which encourage firms to adopt eco-sustainable practices in Europe, and before that, verify their behavior. Thus, the work uses the multivariate analysis (Cluster Analysis and Factorial Analysis) with the support of data from the Community Innovation Survey (CIS) released by Eurostat, to 2014. The results obtained demonstrate that firms have two major sources of incentive to adopt eco-innovation: the Government and consumers. The sectors that have great interaction tend to have the same behavior in relation to eco-innovation.

Keywords: Environmental innovation – Sectors of economic activity – Multivariate Analysis.

LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E QUADROS

FIGURA 1 – Representação da ligação simples (single linkage).....	30
FIGURA 2 – Representação da ligação completa (<i>complete linkage</i>)	31
FIGURA 3 – Representação da ligação média (average linkage)	31
FIGURA 4 – Representação da matriz de correlação	33
FIGURA 5 – Diagrama de declividade (Screen test).....	34
QUADRO 1 - Setores utilizados na pesquisa e suas siglas	38
QUADRO 2 - Indicadores de inovação utilizados na pesquisa e suas siglas.....	39
FIGURA 6 – Formação de <i>clusters</i>	41
GRÁFICO 1 - Screen plot para indicadores de relevância/importância das políticas ambientais	47

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – UNIDADES PERCENTUAIS POR SETOR E INDICADOR DE INOVAÇÃO	40
TABELA 2 – MATRIZ DE CORRELAÇÕES	45
TABELA 3 – MATRIZ DE CORRELAÇÕES PARA INDICADORES QUE EXPRESSAM IMPORTÂNCIA/RELEVÂNCIA DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS	46
TABELA 4 – VARIÂNCIA TOTAL EXPLICADA DO MODELO.....	46
TABELA 5 - MATRIZ DE COMPONENTE	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 A evolução do conceito deecoinovação sob a visão das firmas	14
2.2 Revisitando a ecoinovação no âmbito político: o contexto multidisciplinar.....	16
2.3 Ecoinovação e seus incentivos pela ótica do mercado	20
2.3.1 Pequenas e médias empresas: a organização das firmas em prol da transição tecnológica verde.....	23
2.4 Cenário Macroeconômico das ecoinovações.....	26
3. METODOLOGIA E BASE DE DADOS.....	28
3.1 Metodologia	28
3.1.1 Análise de Cluster.....	28
3.1.2 Análise Fatorial	32
3.2 BASE DE DADOS	37
4. RESULTADOS	41
4.1 Resultados da Análise de <i>Cluster</i>	41
4.2 Resultados da Análise Fatorial	44
5. CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

A atenção para com a sustentabilidade e o meio ambiente surgiu no início dos anos 1970 e as questões políticas ambientais apareceram de forma proeminente na agenda acadêmica na década de 1980, época em que o debate deste tema emergiu no âmbito econômico (VAN DEN BERGH, 1999).

Em virtude do caráter internacional dos problemas ambientais, as metas para um mundo com mais sustentabilidade são requeridas para todos os países e exigirão uma ampla difusão de novas tecnologias, apoio de instituições e novos paradigmas de produção, consumo e descarte de resíduos (MONTENEGRO, 2016). As discussões extrapolaram a questão do crescimento, e linhas de pesquisas que vêm ganhando espaço na literatura têm discutido em que medida é possível promover o desenvolvimento baseado nos padrões de produção e consumo atuais e quais seriam as alternativas existentes (KOELLER, MIRANDA, LUSTOSA, PODCAMENI, 2020).

Para a busca das respostas, a inovação é a palavra-chave para que os países encontrem soluções diante dos desafios ambientais, e promovam oportunidades que surjam destes mesmos desafios. Assim, a responsabilidade socioambiental corporativa é um processo contínuo e progressivo de envolvimento e desenvolvimento das competências de cidadania, com discussão de questões sociais e ambientais relacionados a todos os públicos, incluindo as empresas (GOMES, KRUGLIANSKAS, SCHERER, 2011). Dessa forma, a resolução de problemas tecnológicos nas firmas se dá por prescrições habituais que levam à focalização dos esforços em um conjunto de soluções possíveis (CONCEIÇÃO, FARIA, 2003).

Outrossim, os incentivos à inovação e ao progresso tecnológico em diversos setores da economia são os mais variados possíveis. Diante do maior impacto de recursos energéticos renováveis e não renováveis, as economias têm respondido com o desenvolvimento de tecnologias alternativas.

Portanto, o presente estudo busca analisar os efeitos ocasionados pelaecoinovação nas firmas europeias em diferentes setores, e com isso procura responder as seguintes questões: Como é possível caracterizar a adoção de ecoinovações por parte das firmas europeias?

Dessa forma, as análises examinadas nesse trabalho permitirão identificar quais setores têm maiores participações em processos ecoinovadores, bem como averiguar fatores determinantes a adoção de ecoinovação nas firmas europeias. Para compreensão maior, serão utilizados dados extraídos da *Community Innovation Survey* (CIS) de 2014, cuja pesquisa

disponibiliza 22 indicadores específicos deecoinovação para 26 países e 96 setores, em que a instituição desenvolveu um questionário padrão e enviou para os países.

Assim, a monografia busca contribuir com o entendimento acerca da ecoinovação desvendando os seus determinantes por uma análise setorial. Dessa forma, o trabalho poderá orientar as firmas que desejam adotar inovação ambiental bem como às políticas governamentais que objetivam um aumento da tomada de decisão eco-sustentável por parte das empresas.

Ademais, o trabalho será dividido em cinco seções: introdução, aqui desenvolvida;; referencial teórico, cuja fonte de informações sobre o assunto será sintetizada; metodologia e base de dados, que mostrará como os a análise dos dados será realizada e quais dados serão utilizados; resultados, que mostrará os resultados obtidos a partir da aplicação dos métodos na base de dados e terá uma interpretação acerca dos resultado logrados; conclusão, a qual trará uma discussão sobre as contribuições do trabalho bem como evidenciará as suas limitações, trazendo também uma abordagem de outros pontos que pesquisas futuras podem analisar.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A evolução do conceito de ecoinovação sob a visão das firmas

A partir do desenvolvimento das ecoinovações, a decisão das firmas em adotar tecnologias ambientais torna-se necessária tanto para o aumento quanto para a manutenção de sua competitividade. Nesse sentido, entender o conceito de ecoinovação ajudar a compreender tanto o processo de desenvolvimento tecnológico ambiental, quanto os incentivos e estratégias das firmas.

Nesse sentido, Rennings (2000) chegou à conclusão de que as ecoinovações reduzem o impacto ambiental causado pelas atividades de produção e consumo, sendo o resultado da interação entre as empresas, universidades e centros de pesquisa. Da mesma forma, as ecoinovações são capazes de desenvolver e aplicar novas ideias em produtos e processos que contribuam para a mitigação dos impactos ambientais. Nesse sentido, em direção às políticas ecoinovadoras, Kemp e Pearson (2007) destacam que a grande maioria das inovações resulta de processo de pesquisa e desenvolvimento, não de invenções. Assim, como destacado por Caetano, Araújo e Amaral (2012), o desenvolvimento tecnológico através da geração e transmissão de novos conhecimentos, desenvolvimento técnico de habilidades e de capital constituem fator fundamental na promoção de inovação dentro das empresas.

Nesse ponto de vista, as mudanças ocasionadas pelo fomento de políticas públicas em benefício da ciência e tecnologia podem conduzir a uma trajetória tecnológica ambientalmente sustentável. Além disso, os principais agentes envolvidos no processo de inovação sustentável seriam as agências governamentais, empresas, institutos de P&D que, de forma proativa, não deveriam medir esforços para a transição de tecnologias mais sustentáveis (MONTENEGRO, 2016).

Para, Kemp e Pearson (2007) a definição da ecoinovação representa um aspecto mais amplo no campo das firmas, cujo objetivo é viabilizar o crescimento sustentável. Para os autores, a ecoinovação pode ser entendida como uma novidade para a organização que a adota em aspectos como o processo produtivo, a utilização do produto, e o método de negócio, que resulta, considerando seu ciclo de vida como um todo, na redução do risco ambiental, da poluição e de outros impactos negativos do uso de recursos em comparação com alternativas vigentes. Assim os autores elaboraram uma taxonomia composta por quatro categorias de ecoinovadores: a) Ecoinovadores estratégicos: ativos nos setores de eco equipamentos e serviços. Desenvolvem ecoinovações para serem vendidas a outras empresas; b)

Ecoadotadores estratégicos: intencionalmente implementamecoinovações, tanto desenvolvendo internamente para as empresas quanto adquirindo de outras empresas, ou ambos; c) Ecoinovadores passivos: adotam inovações de produto, organizacionais, de processo etc., que resultam em benefícios ambientais, mas sem uma estratégia específica de natureza ambiental; d) Não ecoinovadores: não há atividades, nem intencionais nem não intencionais, para inovações com benefícios ambientais;

A inovação ecológica, segundo Barbieri *et al.* (2016) e Mavi e Mavi (2021), pode ser atribuída à uma inovação capaz de reduzir a poluição, aumentar a eficiência do uso e do compartilhamento de recursos e reduzir os riscos ambientais. Ademais, de acordo com Caetano, Araújo e Amaral (2012), o uso de modelos sobre processo de desenvolvimento de tecnologia pelas empresas pode contribuir para o controle de uso de recursos naturais de tecnologias antes ou depois de sua integração em produtos, serviços ou processos.

Para Oltra e Saint Jean (2009) as inovações ambientais são caracterizadas como sendo aquelas que incorporam um processo novo ou modificado, além de práticas organizacionais e produtos que minimizam o impacto do meio ambiente. Assim, tanto no trabalho de Kemp e Arundel (1998) quanto no de Rennings e Zwick (2003) as inovações ambientais também são denominadas como inovações sustentáveis, visto que de acordo com os autores, as inovações podem lidar com a dualidade entre a introdução de um novo produto, processo e/ou sistema que seja capaz de reduzir e evitar danos ambientais.

Adicionalmente, Schiederig, Tietze e Herstatt (2012) e Charter e Clark (2007) complementaram a definição de inovações sustentáveis posta por Kemp e Arundel (1998) e de Rennings e Zwick (2003). Para os autores, ecoinovação, inovação verde e inovação ambiental se referem somente aos aspectos relacionados ao meio ambiente, enquanto a inovação sustentável é mais abrangente e inclui, além da dimensão ambiental, a social e a institucional.

Destarte, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) ampliou o escopo de ecoinovação, adotando um conceito que sinalizava para alterações na sociedade necessárias para alcançar o desenvolvimento sustentável. Em Montenegro (2016), a relação entre ecoinovação e desenvolvimento sustentável ganha um incremento, cuja ecoinovação é também entendida como sistemas de inovação direcionados ao desenvolvimento sustentável, nos quais são desenvolvidos novos produtos e processos que contribuem para a redução de encargos ambientais e/ou objetivos ambientais específicos, além de contribuírem para a preservação do meio ambiente.

Quanto ao aspecto de processo e gestão, Wagner (2008) investigou se a hipótese de sistemas de gestão ambiental e atividades para reduzir os impactos no meio ambiente tem

influência positiva na tomada de decisão das firmas a adotarem práticas de inovação ambiental. Com base em modelos de escolha discreta binomial e multinomial, a relação de uma série de determinantes na ocorrência de inovações ambientais foi estudada usando dados coletados durante a pesquisa da “*European Business Environment Barometer, 2001*” na Bélgica, França, Alemanha, Hungria, Holanda, Noruega, Suécia, Suíça e Reino Unido. No entanto, o estudo não encontrou associação entre os sistemas de gestão ambiental e as inovações de produto. Para inovações de produtos, principalmente informações de consumidores e atividades de rotulagem ecológica mostram uma associação positiva. A pesquisa de mercado sobre o potencial das inovações ambientais se relaciona positivamente com as inovações de processo e produto. A pesquisa concluiu que o tamanho da empresa não tem qualquer efeito sobre a probabilidade de uma empresa realizar inovações ambientais de produto ou processo.

Na presente monografia será utilizado o conceito de inovações ambientais e ecoinovações como sinônimo, visto que as inovações ambientais são caracterizadas como sendo aquelas que incorporam um processo novo ou modificado (Oltra e Saint Jean), inerente ao processo de inovação, bem como a busca da ecoinovação ao desenvolvimento sustentável (OCDE).

2.2 Revisitando a ecoinovação no âmbito político: o contexto multidisciplinar

Analisando as ecoinovações num aspecto político, um dos primeiros trabalhos sobre o tema foi desenvolvido por Kemp e Soete (1992), em que se tinha o objetivo de investigar o crescimento tecnológico em uma perspectiva de transição para o desenvolvimento tecnológico sustentável, além de ações institucionais para a inovação ambiental. O estudo foi desenvolvido no início dos anos de 1990, e analisou o histórico de artigos e a evolução das questões ambientais até aquele momento, com a tentativa de construir uma linha de tempo. Naquela conjuntura, as instituições ainda não estavam preparadas para lidar com as inovações ecológicas necessárias.

Da mesma forma, na análise de Biscione, Caruso e Felice (2021) destacou-se os determinantes da adoção das ecoinovações nas firmas de manufatura de economias europeias que passam por uma transição de uma economia de planejamento central para uma economia de mercado no período entre 2012 e 2014. Os dados foram retirados da CIS 2014, em que foi empregado um modelo probit multivariado, a fim de estimar as ecoinovações em eco-produto, eco-processo e eco-organização. As descobertas destacam que a regulamentação influencia

todas as medidas deecoinovação, cuja interação entre volume de negócios e taxas de impostos está positivamente associada. Isto é, quando a taxa de impostos é elevada, as empresas preferem investir em inovação ambiental, ao invés de serem tributadas.

A demanda por ecoinovações apresentou uma associação positiva com o produto, mas não com o processo, ao mesmo tempo que a estratégia de eco-processo está fortemente associada aos fatores do lado da oferta, como economia de custos e cooperação. As empresas com foco no mercado nacional estão positivamente associadas à inovação de produtos ecológicos. Por outro lado, as empresas que exportam para a União Europeia estão propensas a adotarem inovação eco-organizacional porque precisam se adaptar às regulamentações europeias. A pesquisa concluiu que as ecoinovações foram desencadeadas muito mais por políticas públicas e incentivos do que fatores da demanda.

Em Horbach (2008) foram investigados os fatores que incentivam a ecoinovação nas firmas alemãs. O estudo tem como base dois bancos de dados, o painel oficial do “Institute for Employment Research” (IAB) e o “Mannheim Innovation Panel” (MIP) do Centro Europeu de Pesquisa Econômica, com o objetivo de explorar os determinantes das inovações ambientais. Foram coletados dados de 753 firmas nos anos de 2001 e 2004. As estimativas econométricas mostraram que a melhoria das capacidades tecnológicas (capital humano) por pesquisa e desenvolvimento (P&D) estimula as inovações ambientais. Da mesma forma, a regulação ambiental, as ferramentas de gestão ambiental e as mudanças organizacionais gerais também fomentam as ecoinovações.

Para Henmelskamp (1997) o impacto dos requisitos, taxas, autorizações, leis de responsabilidade e o regulamento de eco-auditoria no que diz respeito à geração de inovações ambientais foi alvo de investigação. A pesquisa foi feita na Europa, no ano de 1997, e mostrou que os efeitos dinâmicos dos instrumentos de política ambiental, na prática, diferem em parte dos instrumentos ideais analisados nos estudos teóricos. Isto é, a razão encontrada foi a hipótese da concepção real dos instrumentos ambientais ter sido influenciada pelo processo de política ambiental. Em outras palavras, a forma como as regulamentações ambientais são redigidas e introduzidas eram geralmente determinadas pela interação entre as empresas, a legislação, os sindicatos e o público com seus interesses correspondentes.

Na análise feita por Borghesi, Cainelli e Mazzanti (2015) foi investigado se a primeira fase da “European Emissions Trading Scheme” (EU ETS) exerceu algum efeito sobre as ecoinovações, na redução de CO₂, sobre variáveis internas e externas das empresas e sobre as regulamentações ambientais. O estudo utilizou dados do CIS investigando as ecoinovações da indústria de manufatura italiana e para testar os efeitos do comércio de emissões. Com o

objetivo de definir o indicador da política de comércio de emissões, foram utilizadas duas fontes de dados: a “National Accounting Matrix of Environmental Accounts” (NAMEA) e a alocação italiana de cotas de comércio de emissões por setor, extraídas de documentos do Ministério do Meio Ambiente Italiano. O estudo concluiu que asecoinovações estão associadas a fatores internos e externos das firmas. As forças externas, ou seja, a aquisição de conhecimento a partir de várias fontes de informação parece ter maior importância, com algumas diferenças entre eficiência energética e redução de CO₂.

Ademais, Stojčić (2021) investigou como quatro políticas públicas (regulação, taxação, subsídios e aquisição de inovações ecológicas) e duas políticas privadas (incentivo a demanda e a preocupação com a reputação da firma) contribuem para a criação de benefícios privados e sociais das inovações eco-sustentáveis que emergem das economias da Europa Central. O estudo tem como base de dados a CIS do ano de 2014. A pesquisa mostra que as medidas de políticas individuais são, em quase todos os casos, inferiores as políticas públicas e, exige-se uma abordagem multidimensional para a correção da falha de mercado deecoinovação. Desse modo, como destacado por Johnstone, Hascic e Ostertag (2008), um melhor entendimento dos formuladores de políticas do papel da inovação tecnológica no alcance dos objetivos ambientais é fundamental para granjeá-los.

Stojčić (2021) concluiu que a regulação nas empresas e os incentivos financeiros a adotarem inovação ambiental estão entre os efeitos instrumentais mais significativos na introdução deecoinovação com benefício para as empresas, junto a demanda dos consumidores por produtos mais sustentáveis e a reputação positiva adquirida pela firma, o que impacta positivamente toda a sociedade. Por fim, o estudo mostra que sem incentivos públicos, as firmas só introduzirão as inovações a partir de incentivos da demanda. Ao mesmo tempo, as firmas só introduzirão medidas que beneficiarão a sociedade quando as medidas as beneficiarem primeiro. Dessa maneira, como destacado por Faber e Frenken (2009), os investimentos em inovações ambientais são inibidos pelo fato de que o retorno privado em P&D ambiental é menor do que seu retorno social, e como não podem apropriar totalmente do retorno social, a firma acaba aumentando os preços, o que reflete uma condição de “dupla externalidade”¹.

Neste viés, Cainelli, D’Amato e Mazzanti (2020) buscaram evidenciar aspectos da União Europeia sobre política ambiental e os impulsos da demanda para a manutenção de

¹ Dupla externalidade: Dois efeitos colaterais de uma decisão sobre aqueles que não participaram dela.

ecoinovações. O estudo utiliza um conjunto de dados para o período entre 2006 e 2008 das empresas da União Europeia, analisando uma série de dados da CIS. Conclui-se que a política ambiental e os fatores do lado da demanda foram significativos para impulsionar a adoção de inovações que promovem a reciclagem, reduzem o desperdício e diminuem o uso de materiais.

No estudo conduzido por Eryigit e Özcüre (2015) comparou-se o comportamento das ecoinovações nas firmas entre a Turquia e a União Europeia, em que ambas mantêm fortes laços comerciais. O estudo fez uma análise do ambiente ecoinovador turco e a sua ligação com o bloco europeu. A pesquisa concluiu que a ecoinovação requer a coordenação de pesquisa e desenvolvimento, partes interessadas e tomadores de decisão política em todos os níveis da governança. A formação efetiva da consciência do consumidor leva à ecoinovação nas empresas. Para que os países incentivem a ecoinovação nas firmas, é fundamental aplicarem iniciativas além das políticas gerais de inovação, visto que se torna impossível criar estratégias ecoinovadoras nos países que possuem um ambiente não inovador, em razão de que países inovadores tendem a ter melhores soluções ecoinovadoras para o crescimento verde em todo o mundo. Nesse sentido, a Turquia precisaria construir sua base de recursos humanos, avançando seu sistema de educação e treinamento, necessitando criar ou renovar infraestruturas ambientais, como sistemas de água e esgoto, instalações de resíduos, infraestruturas de transporte etc.

Em Hashmi e Alam (2019) investigou-se os efeitos das regulações ambientais, das políticas de inovação e da redução de gás carbônico pelos países da OCDE entre os anos de 1999 e 2014. Foi adotado o método STIRPART, que acomoda tanto a regulação quanto os efeitos distintos da tecnologia ambiental. Os resultados indicaram que um aumento de 1% nas patentes ambientais reduz as emissões de carbono em 0,017%, e um aumento de 1% na receita tributária ambiental *per capita* reduz as emissões de carbono em 0,03% para os países da OCDE.

Em relação a Bolton, Lagendijk e Slivast (2019) foi desenvolvida uma análise histórica do sistema elétrico europeu, discutindo a relação entre o mercado interno de eletricidade e políticas nacionais dos mercados de energia ligadas a agenda de redução de carbono. Discutiu-se no estudo se a configuração tecnológica e institucional é compatível com o desejo contemporâneo de uma transição europeia de baixo carbono. Ademais, ressaltou-se a necessidade de uma análise mais detalhada sobre as dinâmicas do sistema para informar aos formuladores a política das transições tecnológicas. A pesquisa concluiu que o futuro da eletricidade na Europa tende a ser caracterizado por transições energéticas múltiplas e

diferenciadas, com os países movendo-se em velocidades diferentes e mantendo uma visão nacional à medida que é desenvolvido estratégias e políticas alinhadas com suas próprias prioridades e bases de recursos.

2.3 Ecoinovação e seus incentivos pela ótica do mercado

Em Marchi (2012) foi estudada a relação entre as estratégias de cooperação de pesquisa e desenvolvimento das firmas e suas propensões em introduzir ecoinovações na Espanha. Com base nos dados da “Community Innovation Survey on Spanish manufacturing firm” (PITEC), do “Spanish National Statistics Institute” (INE), que englobaram ao todo 6047 firmas no período entre 2005 e 2007, calculou-se a probabilidade de uma empresa se tornar inovadora de acordo com o seu tamanho. As estimativas econométricas, controlando o viés de seleção, sugeriram que as empresas cooperaram na inovação com parceiros externos em maior grau do que com outras empresas inovadoras. A cooperação com fornecedores e universidades foi mais relevante do que para outros inovadores, enquanto a cooperação com clientes não pareceu ser diferencialmente importante. Por fim, os resultados apontaram para um efeito substituição entre as atividades de cooperação e o trabalho interno de pesquisa e desenvolvimento.

No estudo conduzido por Borghesi, Cainelli e Mazzanti (2012) foram analisados os impulsos à adoção de inovações ecológicas e o impacto do comércio de emissões sobre as ecoinovações na Itália. Foram testados um conjunto de fatores internos e externos das firmas, como a cooperação entre as empresas, entre os anos de 2006 e 2008. As estimativas mostraram que as forças externas e a complementariedade com outras práticas de gestão são determinantes para aumentar a adoção de novas tecnologias, como relações com outras empresas e instituições, treinamento interno e financiamento público local. O papel do comércio de emissões na inovação verde não teve um impacto relevante, mas foi significativo para inovações de eficiência energética e para reduções de emissões atmosféricas e hídricas. A pesquisa ressaltou que a crise de 2008 não afetou o cenário das ecoinovações.

No estudo conduzido por Aldieri, Carlucci, Cirà, Ioppolo e Vinci (2019) foram abordados os incentivos a ecoinovação para empresas europeias, japonesas e americanas. A pesquisa utilizou dados da “Mahalanobis Environmental Industry Weight matrix” (MEIW-matrix) entre os anos de 2002 e 2010, empregando métodos econométricos para lidar com os dados. Foi introduzido um quadro teórico e uma análise empírica com base em um conjunto de dados composto de empresas globais para discutir o papel dos fertilizantes terrestres e

patentes de reciclagem de resíduos na variação de emprego no nível da empresa. Os resultados mostraram um impacto positivo significativo das repercussões ambientais nos níveis de emprego das empresas. Ações como subsídios diretos, financiando pesquisa e desenvolvimento em tecnologia verde, ou subsídios indiretos à pesquisa, como a isenção tributária de investimentos industriais na produção verde, têm efeitos positivos nos níveis de emprego e no sistema econômico.

No trabalho desenvolvido por Mazzanti e Zoboli (2006) foi investigada a influência dos instrumentos econômicos baseados no princípio de responsabilidade produtiva em situações pelas quais políticas ambientais impactam processos produtivos complexos. Desenvolvida a pesquisa na Europa, com dados do início de 2005, foi analisada a lei de fim da vida dos veículos (*end-of-life vehicles* [ELV]), como políticas de descarte e reutilização em processos produtivos. Foi concluído que asecoinovações e sua formulação não foram neutras no que diz respeito à eficácia da política. A eficiência dinâmica das inovações ecosustentáveis depende de onde, ao longo da cadeia de produção para resíduos, e como, em termos de alocação de custo, o incentivo específico é introduzido.

Ainda sobre o setor automobilístico, o trabalho desenvolvido por Gerrard e Kandilar (2007) analisou a política europeia de fim da vida dos veículos. O estudo apresentou um quadro de avaliação com base em alterações previstas que poderiam resultar da política, em que estão relacionadas nas áreas de projeto do veículo, no nível de recuperação e no fornecimento de informações, avaliando até que ponto os resultados esperados se materializaram desde o estabelecimento da norma. O estudo concluiu que fatores legislativos e forças de mercado levaram à inovação na reciclagem, aumentaram a remoção de substâncias perigosas e melhoraram a disseminação de informações. Essas ações poderiam ser suficientes para atingir os objetivos da política e podem ter benefícios indiretos para outras indústrias. Contudo, o movimento em direção a reutilização e remanufatura mostrou-se limitado, exigindo-se ações essenciais para a mudança em direção à produção de veículos sustentáveis.

No sentido de analisar a produção de veículos sustentáveis, o trabalho desenvolvido por X. Lin, B. Sovacool (2020) investigou os benefícios e as barreiras dos veículos com bateria elétrica (BEV), discutindo o que pode levar ao crescimento do mercado e porque no momento se concentra em um nicho, quais as oportunidades para o desenvolvimento dos carros a bateria e sua possibilidade de ser a solução para o aproveitamento de energias renováveis produzidas na Islândia. Os dados foram coletados a partir de entrevistas com 29 especialistas do setor, os quais disseram que o BEV tem como ponto positivo a redução do transtorno sonoro do trânsito. Contudo, 70% dos entrevistados alegam que os preços dos

carros elétricos são elevados e o tempo gasto para recarregar a bateria é longo. Assim, foi concluído que os BEVs podem seguir a via de desalinhamento e realinhamento ou via de reconfiguração, dependendo dos modos de interação da tecnologia. Nesse sentido em que o carro elétrico se apresenta como uma saída aos estigmas do século XXI, e em consonância do trabalho de Kaebernick (2008), a identificação e transição da tecnologia e do consumidor podem ser construídas como a voz da sociedade do futuro, com as tecnologias sendo desenvolvidas para auxiliar numa produção menos poluente, considerando a escassez dos recursos naturais e adotando estratégias para redução da poluição, além de incrementar a reciclagem e o reuso dos recursos naturais afim de não comprometer o futuro das próximas gerações, enfatizando o conceito de economia circular.

Na linha de estudos sobre energias renováveis, Bergek (2020), investigou as características e atividades dos intermediários na difusão dasecoinovações e, consequentemente, que aceleram a transição de energias limpas na Suécia. Baseado num registro sueco de firmas intermediárias, a pesquisa utilizou 1.079 empresas as separando em grupos que continham informações como em qual tipo de inovação a empresa está envolvida, em qual setor ela atua, em qual parte da cadeia de suprimento está presente e como suas atividades de intermediação se relacionam com outros tipos de atividade comercial, sendo toda a abrangência das 1079 firmas em tecnologia de inovação na área de energia elétrica. O estudo concluiu que os intermediários estavam envolvidos em três categorias de intermediação: consultoria, vendas e desenvolvimento de projetos, em que parte dos intermediários contribuem mais para a distribuição do que propriamente para difusão. Ademais, compreender o comportamento dos intermediários, pode ser útil para a organização do processo de desenvolvimento deecoinovações, além de orientar os atores políticas de melhor maneira para aplicação de políticas destinadas ao setor.

Sobre a energia eólica, a análise de Bento e Fontes (2014) investigou como as tecnologias energéticas difundem espacialmente a partir do exame de crescimento eólico na Dinamarca e em Portugal. Na pesquisa, que aborda o período entre 1977 e 2012, mostra como a Dinamarca iniciou a implementação de fontes de energia mais limpas, se tornando um centro de inovação, e como Portugal desenvolveu a produção de energia renovável mesmo sendo um país que iniciou a implementação de energias limpas após a relevância que a Dinamarca adquiriu no mercado europeu. A conclusão da pesquisa foi que uma difusão de energias renováveis pode gerar dois efeitos na sociedade: o desenvolvimento econômico local para tornar viável a implementação e o crescimento do capital humano para tornar possível o desenvolvimento das tecnologias. Assim, como posto por Caetano, Araújo e Amaral (2012), o

processo de desenvolvimento de tecnologias pode ser definido como atividades ou decisões que convertem conhecimento e ideias em artefatos tangíveis, como processos práticos, que tornam possível o desenvolvimento dos produtos.

Para Constatini, Crespi e Marin (2017) foi destacado o papel dos vínculos intersetoriais na definição da influência das ecoinovações no desempenho ambiental dos setores. A pesquisa foi realizada em 27 países europeus no período entre 1995 e 2007, com 14 setores selecionados, cuja medição da dinâmica tecnológica baseou-se nos dados do pedido de patentes retirados da base de dados da OCDE que cobre todas as inovações registradas no “European Patent Office” (EPO). Foram identificados dois canais principais através dos quais a geração e difusão de tecnologias verdes afetam o desempenho ambiental. Do mesmo modo, os autores acreditam que as ecoinovações reduzem diretamente o impacto ambiental da produção nos setores de onde se originam, e moldam positivamente o desempenho ambiental de outros setores por meio de transações de mercado. Nesse sentido, as cadeias de suprimentos sustentáveis aparecem como um mecanismo crucial por meio do qual as tecnologias ambientais se espalham pela economia e possibilitam o desempenho ambiental. Do ponto de vista das políticas públicas, ações ligadas aos setores industriais, especificamente para a proteção ambiental revelou-se uma forma eficaz de melhorar o desempenho nos setores a níveis sustentáveis.

2.3.1 Pequenas e médias empresas: a organização das firmas em prol da transição tecnológica verde

Em Singh, Giudice, Chierici e Graciano (2020) foi abordado os incentivos de inovação ambiental para pequenas, médias e grandes empresas que já estiveram envolvidas em atividades inovadoras. Como destacado por Caetano, Araújo e Amaral (2012), um dos desafios da inovação nas empresas é prever os impactos ambientais que podem ser causados pelas tecnologias e, nesse sentido, como escolher entre as tecnologias para gerar resultados mais eco-eficientes. Os resultados da pesquisa de Singh, Giudice, Chierici e Graciano (2020) mostraram que empresas de grande porte tem uma preocupação maior do que as empresas de pequeno e médio porte em reduzir os impactos ambientais quando decidem por adotar práticas inovadoras, o que, no entanto, revela-se também que uma redução de custos é um fator mais estimulante para inovarem.

Outrossim, Triguero, Moreno-Mondejár e Davia (2016) analisaram os fatores que influenciam na intensidade das ecoinovações nas pequenas e médias empresas europeias.

Com base no "modelo do triângulo da inovação", as competências empresariais, a orientação ambiental e o envolvimento na rede são considerados os principais determinantes do "negócio verde" da inovação em uma amostra de 3.852 firmas. Os resultados demonstraram que a crescente demanda por produtos verdes e a adoção de inovação eco-organizacional afetam positivamente o nível de inovação ambiental. As pequenas empresas e aquelas que dão importância às restrições financeiras tendem a não atingir as categorias superiores de intensidadeecoinovadora, enquanto a valorização das capacidades tecnológicas, o poder de mercado e as redes são determinantes para ocuparem categorias mais relevantes.

Na análise de Antonioli, Macinelli e Mazzanti (2013) investigou-se se a implementação conjunta de inovação organizacional e treinamento pelas empresas pode promover a adoção de inovação ambiental, e se essa correlação se enquadra na estrutura da hipótese de Porter ("A estratégia se manifesta na forma como as atividades são configuradas e interligadas" [Porter, 2010]). Foi utilizado um conjunto de dados de 555 empresas italianas da pesquisa da CIS, no intervalo entre os anos de 2006 a 2008. A pesquisa concluiu que firmas que praticamecoinovação localizadas em uma região densamente industrial da União Europeia e altamente exposta à competição internacional, raramente tem complementaridade. O estudo demonstrou uma falta de capacidade de inovação sistêmica, que é um dos "freios" por trás da fraca competitividade e desempenho ambiental de alguns países da União Europeia. As empresas que estão na fronteira dos desafios tecnológicos ambientais (empresas mais poluentes, empresas mais regulamentadas), em vez disso, apresentaram algumas evidências que não rejeitam a "hipótese de Porter", em que pode haver complementaridade, a qual surge para a redução do CO₂ por meio da integração da cobertura de treinamentos e da organização das estratégias de produção.

Na correlação entre desenvolvimento eecoinovação, Horback e Reinnings (2013) analisou-se o impacto das inovações ecosustentáveis na criação de empregos. O estudo foi feito na Alemanha com dados do ano de 2009, com conversas feitas com 7.061 empresas por telefone, utilizando uma análise econométrica para interpretação dos dados. O estudo concluiu que as empresas que praticam inovações são caracterizadas por uma dinâmica de emprego muito mais elevada. As inovações nos processos de economia de materiais e energia induzem economias de custos que levam a uma maior competitividade e a uma maior demanda, resultando em um aumento do emprego, mostrando que as empresas inovadoras são caracterizadas por um desenvolvimento de emprego significativamente mais dinâmico em comparação com as empresas não inovadoras. Além disso, a dinâmica do emprego e a

capacidade de inovação de uma empresa estão positivamente correlacionadas ao seu desempenho e ao nível de qualificação médio dos funcionários.

Assim, Triguero, Moreno-Mondéjar e Davia (2013) investigaram quais são os incentivos para pequenas e médias empresas adotarem ecoinovações na Europa. Foi utilizado o Banco de dados da "*Flash Eurobarometer survey*" de 27 países usando estimação pelo método "probit trivial". A pesquisa mostrou que empreendedores que colaboram com institutos de pesquisa, agências e universidades, além de demandarem produtos verdes no mercado, são mais ativos em todos os tipos de ecoinovação. Fatores do lado da oferta parecem ser um impulsionador mais importante para processos ambientais e inovações organizacionais do que para inovações de produtos ambientais. Por fim, concluiu-se que priorizar as regulamentações existentes incentiva as inovações eco-organizacionais e de produtos ecológicos, enquanto o acesso a subsídios e incentivos fiscais não têm nenhum efeito significativo na decisão de ecoinnovar na Europa no nível da empresa.

Por conseguinte, Arraz, Arroyabe e Molina García (2019) investigaram fatores que expandem e reduzem a capacidade de desenvolvimento de inovação ecológica das firmas, realizando estudos nas empresas da Espanha, pela "Spanish Innovation Survey" (PITEC, 2013), a qual forneceu dados de 5461 firmas. No estudo, analisou-se como a gestão do processo de inovações ecológicas afeta na decisão das empresas de as adotarem, depois estudou como diferentes políticas e ações com o meio ambiente estão afetando os objetivos das firmas com inovações ecológicas, e, por último, pesquisaram elementos como a facilidade de acesso a sistemas de informação, a possibilidade de existência de acordos para cooperação e a viabilidade de financiamento público. Assim, evidenciaram que 63% das empresas alegam ter pelo menos um objetivo de inovação ecológica, com o percentual de firmas que desenvolvem ecoinovação no setor manufatureiro sendo maior do que no setor de serviços (70,1% e 61,7%, respectivamente), além disso, entre 60 e 70% das pequenas, médias e grandes empresas têm um objetivo de inovação ecológica. A pesquisa concluiu que a falta de recursos das firmas e os altos custos da inovação são grande obstáculo para o desenvolvimento de ações mais sustentáveis.

Com o intuito de analisar os incentivos a ecoinovações, Ghisetti e Rennings (2014) diferenciaram os tipos de inovações ambientais, entre as que visam reduzir as externalidades negativas e aquelas que permitem aumentos de eficiência e redução de custos. A pesquisa foi baseada em uma amostra de empresas alemãs e fez uso de uma fusão de duas pesquisas do "*Mannheim Innovation Panel*", de 2009 e 2011, sendo 1063 firmas participantes, cuja análise se concentrou, primeiramente, no limite do impacto das duas divisões de inovação na

lucratividade das empresas, e, em segundo lugar, se as motivações que impulsionam a adoção dessas inovações fazem a diferença em termos de ganhos econômicos. Foram encontradas evidências de que a adoção de ecoinovações afeta a relação entre competitividade e desempenho ambiental. As inovações que levam a uma redução no uso de energia ou materiais afetam positivamente a competitividade das empresas, e ao contrário, as inovações que reduzem as externalidades dificultam a competitividade das firmas.

2.4 Cenário Macroeconômico das ecoinovações

Na pesquisa conduzida por Jo, Roh, Kim (2015) analisou-se o impacto das ecoinovações nos aspectos econômicos e sociais, além de comparar em pontuações as iniciativas ambientais de cada país. Quarenta e nove membros da “Asia-Europe Meeting” (ASEM) participaram do estudo no ano de 2011, sendo todos da Ásia e da Europa, e foram considerados aspectos como o Produto Interno Bruto (PIB) e o PIB per capita. A pesquisa utilizou as pontuações do Fórum Econômico Mundial, o qual em cada ano divulga a pontuação dos países, mensurando o aumento da qualidade de vida da população, a felicidade da sociedade, saúde e segurança.

No estudo consideraram aspectos como a capacidade de regulação ambiental e o nível de energia sustentável. Foi desenvolvido um índice de eco-inovações dos países, e a partir deste índice a pesquisa chegou a três resultados principais: a mudança em mensurar as ecoinovações, visto que a partir desse estudo a análise passou a dimensionar as inter-relações do processo; as ecoinovações passaram a serem medidas na perspectiva de sustentabilidade; algumas nações europeias e asiáticas apresentaram desenvolvimento desequilibrado das inovações. Assim, o estudo tenta auxiliar os países no desenvolvimento de ecoinovações, pelo seu índice na medida em que auxilia no equilíbrio do desenvolvimento sustentável ao passo que compara países em situações semelhantes. Por fim, há um reconhecimento da limitação do estudo porque em certos países existiu a dificuldade de acesso aos dados, e por muitos aspectos serem mensurados pelo PIB e pelo PIB per capita, os quais podem falhar em determinar uma série de fatores como distribuição de renda e preservação ambiental.

Os autores Martinez Conesa, Soto-Acosta e Palacios Manzano (2017) analisaram a relação entre entidades filantrópicas e a inovação ecosustentável na Espanha. O estudo foi feito entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2011, coletados do “CSA Consultants Company”. As informações sobre as variáveis coletadas foram preenchidas por questionários enviados a firmas de manufatura, comercial, de serviço e construção com mais de 20 empregados, num

total de 552 empresas. Os resultados encontrados mostram que as firmas que mais foram proativas em suas atividades de ecoinovações foram as empresas com melhor desempenho. Nesse contexto, em um ambiente de negócios com metas crescentes de maximização dos lucros de uma empresa, a pesquisa mostra que a inovação pode auxiliar em garantir a sustentabilidade dos negócios, resultando em soluções responsáveis e lucrativas. Assim, o foco das firmas deve ser a integração das diferentes atividades e articulá-las. Nesse sentido, como descrito por Faber e Frenken (2009), a atividade inovadora pode ser considerada como um processo de busca em que as empresas tentam melhorar a qualidade de seus produtos ou reduzir os custos de produção.

Desta forma, ao analisar o referencial teórico e verificar os incentivos pela ótica do mercado às ecoinovações, o trabalho de Constatini, Crespi e Marin (2017) foi investigado o papel intersetorial da adoção de inovação ambiental. O trabalho destaca a importância das políticas ambientais para o setor industrial. A importância do estudo no âmbito das firmas é evidenciada tanto na subseção dos “incentivos pela ótica de mercado” quanto na da “organização das firmas em prol da transição tecnológica verde”. Nesse sentido, a análise no âmbito político evidencia a importância das políticas governamentais no debate acerca das inovações sustentáveis.

Ademais, com base na revisão da literatura a monografia analisará dados intersetoriais europeus, de forma a apurar fatores que incentivam a adoção de ecoinovações pelas firmas.

3. METODOLOGIA E BASE DE DADOS

3.1 Metodologia

Estabelecer relações, encontrar, ou propor, explicações, é papel da ciência. Para isso, é necessário controlar e mensurar as variáveis que são consideradas relevantes ao entendimento do fenômeno analisado. Nesse caso, as dificuldades consistem em traduzir as informações obtidas em conhecimento, principalmente quando se trata da avaliação estatística das informações. Os métodos estatísticos, para analisar variáveis, estão dispostos em dois grupos: um que trata da estatística, que olha as variáveis de maneira isolada, a estatística univariada. O outro grupo observa as variáveis de forma conjunta, a estatística multivariada (VICINI, SOUZA, 2005).

Quando um fenômeno depende de muitas variáveis, geralmente a análise univariada falha, pois não basta conhecer informações estatísticas isoladas, mas é necessário, também, conhecer a totalidade dessas informações fornecidas pelo conjunto das variáveis e suas relações. Do mesmo modo, quando as relações existentes entre as variáveis não são percebidas, existe a dificuldade na interpretação do fenômeno a partir das variáveis consideradas (VICINI, SOUZA, 2005).

Os métodos multivariados são escolhidos de acordo com os objetivos da pesquisa, pois se sabe que a análise multivariada é uma análise exploratória de dados. Portanto, a estatística multivariada, com os seus diferentes métodos, difere de uma prateleira de supermercado abarrotada de produtos com a mesma função, pois cada método tem sua fundamentação teórica e sua aplicabilidade. Quando o interesse é verificar como as amostras se relacionam, ou seja, o quanto estas são semelhantes, segundo as variáveis utilizadas no trabalho, destacam-se dois métodos que podem ser utilizados: a análise de agrupamento (análise de cluster) e a análise fatorial de componentes principais (VICINI, SOUZA, 2005).

Assim, no estudo conduzido serão utilizados os dois métodos de análise multivariada destacados anteriormente: Análise Cluster e Análise Fatorial, que serão explicadas a seguir.

3.1.1 Análise de Cluster

As técnicas de análise multivariada consistem em procedimentos estatísticos que buscam estabelecer relações entre duas ou mais variáveis, determinando, a partir dessas relações, parâmetros que permitam a construção de resultados agregados (MANLY, 1986). A

análise cluster é uma técnica de interdependência que busca agrupar elementos conforme sua estrutura natural, executando uma tarefa inata a todos os indivíduos, de reconhecimento de padrões e agrupamento (HAIR *et al.*, 2009), reunindo objetos de acordo com suas similaridades (CORRAR, FILHO, 2007).

Em outras palavras, a análise de cluster ou análise de aglomerados é uma técnica de análise multivariada que permite reunir objetos e/ou variáveis de acordo com suas características comuns (taxonomia). O objetivo desta técnica é reduzir o número de objetos, que estão dispostas em uma matriz de observação, agrupando-os em clusters (GUSBERTI, DORNELES, DEWES, CUNHA, 2014). O desejável é que esses agrupamentos congreguem o maior número possível de informações similares que, conjuntamente, se diferenciem das observações integrantes de outros clusters (CAMPOS, RUIZ, 2008).

Quando os itens são agrupados, a proximidade é usualmente indicada por uma espécie de distância, que é medida tanto para variáveis quantitativas quanto para qualitativas. Por outro lado, as variáveis são usualmente agrupadas com base nos coeficientes de correlação ou outras medidas de associação (MARQUES, NETO, 2010):

- Similaridade: quanto maior o valor observado, mais parecidos são os objetos. Ex.: o coeficiente de correlação (MARQUES, NETO, 2010);

- Dissimilaridade: quanto maior o valor observado, menos parecidos ou mais dissimilares serão os objetos. Ex.: distância euclidiana (MARQUES, NETO, 2010);

No mundo da análise multivariada, qualquer medida de distância usada para variáveis quantitativas pode ser transformada em um coeficiente de similaridade (BETARELLI JUNIOR, 2016). Para criar uma transformação de variáveis quantitativas em um coeficiente de dissimilaridade, existem algumas medidas de distância. No entanto, esse presente trabalho sintetizará a compreensão da distância euclidiana, já citada anteriormente.

Dada a fórmula da distância de Minkowski:

$$D_{ij} = \left[\sum_{k=1}^p (|X_{ik} - X_{jk}|)^n \right]^{1/n} \quad (1)$$

em que $n = 1, 2, \dots, \infty$, cujo vetor aleatório, $X_j = [X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jk}]$, é composto por p variáveis para cada elemento j das n observações da amostra (BETARELLI JUNIOR, 2016). Para $n = 2$, obtém-se a distância euclidiana (L^2), a qual é a medida de distância mais utilizada (NASCIMENTO, GUARDANI, 2007):

$$D_{ij} = \left[\sum_{k=1}^p (|X_{ik} - X_{jk}|)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

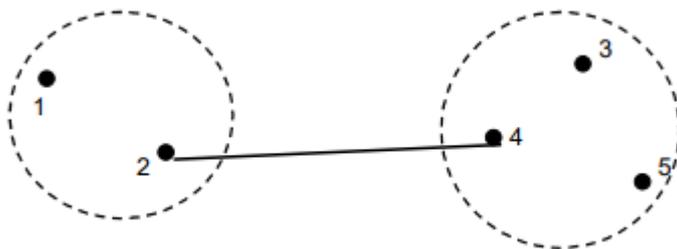
isto é, dois elementos são comparados em cada variável k até p (BETARELLI JUNIOR, 2016).

Destarte, as técnicas para construção dos clusters em que o cálculo da distância será empregado podem ser divididas em hierárquicas e não hierárquicas. Nas técnicas não hierárquicas, o número de grupos (g) já deve ser pré-especificado. Já as hierárquicas procuram identificar agrupamentos e o provável número g , por prosseguir por uma série de fusões sucessivas (aglomerativas), cujos elementos se “organizam” de maior similaridade para menor, ou uma série de sucessivas divisões (divisas), em que os elementos se dividem das menores dissimilaridades até as maiores (BETARELLI JUNIOR, 2016).

Os resultados de ambos os métodos podem ser observados em um diagrama de duas dimensões: o dendograma. O dendograma ilustra as fusões ou divisões que têm sido feitas em níveis sucessivos (BETARELLI JUNIOR, 2016). O agrupamento sucessivo das variáveis é feito de diferentes técnicas. Os diferentes critérios adotados são apresentados a seguir (NASCIMENTO, GUARDANI, 2007):

(1) Ligação simples (single linkage): Baseia-se na menor distância entre quaisquer dois objetos dos dois grupos, o que equivale à distância entre os objetos mais próximos (NASCIMENTO, GUARDANI, 2007).

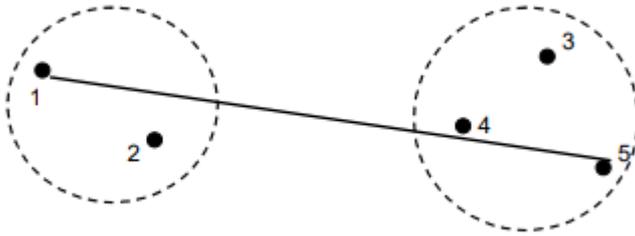
Figura 1 – Representação da ligação simples (single linkage)



Fonte: Nascimento e Guardani (2007).

- Ligação completa (*complete linkage*): Baseia-se na maior distância entre quaisquer dois objetos dos dois grupos, o que equivale à distância entre os objetos mais distantes dos dois grupos (NASCIMENTO, GUARDANI, 2007).

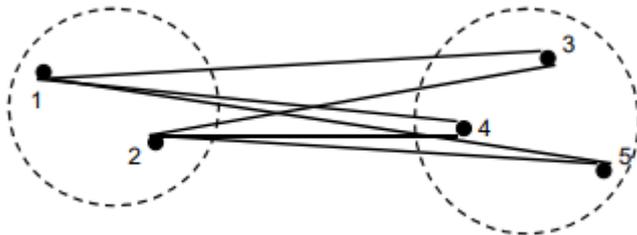
Figura 2 – Representação da ligação completa (*complete linkage*)



Fonte: Nascimento e Guardani (2007).

Já a ligação média (*average linkage*), baseia-se na distância entre objetos como sendo a média das distâncias entre pares de todos os componentes de cada objeto (NASCIMENTO, GUARDANI, 2007).

Figura 3 – Representação da ligação média (*average linkage*)



Fonte: Nascimento e Guardani (2007).

Assim, posteriormente a apresentação dos métodos hierárquicos mais usuais, podemos compará-los:

- a) single linkage: pode gerar estruturas geométricas diferentes, mas é incapaz de delinear grupos pouco separados (BETARELLI JUNIOR, 2016);
- b) complete linkage: tende a gerar clusters de mesmo diâmetro e isolar os outliers nos primeiros passos (BETARELLI JUNIOR, 2016);
- c) average linkage: tende a gerar clusters de mesma variância interna, produzindo melhores partições (BETARELLI JUNIOR, 2016);

3.1.2 Análise Fatorial

A técnica de análise fatorial busca extrair um conjunto de fatores que permitam agrupar indicadores utilizados, reduzindo as dimensões da análise e, simultaneamente, preservando um mínimo de conteúdo informacional nos fatores, de tal forma que expressem algumas características inerentes à análise proposta (STALLIVIERI, BRITTO, CAMPOS, VARGAS, 2010).

Além disso, a análise fatorial é diferente de métodos de dependência, como a regressão múltipla, nos quais uma variável é considerada como dependente (resposta) e as outras independentes (explicativas). A análise de fatores é um método de interdependência, no qual todas as variáveis são consideradas simultaneamente. Cada variável é prevista por todas as outras (MATOS, RODRIGUES, 2019).

Assim, para o início da aplicação do método a coleta de dados é feita por meio de levantamento *survey*, o qual é utilizado quando o projeto de pesquisa envolve a coleta de informações de uma grande amostra de indivíduos (H. JR *et al.*, 1995). Uma vez que as variáveis sejam especificadas e a matriz seja preparada, o pesquisador está pronto para aplicar a análise fatorial para identificar a estrutura de relações. Nisso, as decisões devem ser tomadas com relação ao método de extração dos fatores (análise de fatores comuns versus análise de componentes) e ao número de fatores selecionados para explicar a estrutura dos dados (PEREIRA, PALUDO, VIEIRA, CERBARO, 2019).

A determinação sobre o método a ser empregado deve combinar os objetivos da análise fatorial com o conhecimento sobre algumas características básicas das relações entre variáveis (HAIR *et al.*, 2009). A escolha de um método em vez do outro é baseada em dois critérios: os objetivos da análise fatorial e o montante de conhecimento prévio sobre a variância nas variáveis (PEREIRA, PALUDO, VIEIRA, CERBARO, 2019). A análise de componentes é usada quando o objetivo é resumir a maior parte da informação original a um número mínimo de fatores. Em contraste, análise de fatores comuns é usada prioritariamente para identificar fatores ou dimensões que refletem o que as variáveis têm em comum (HAIR *et al.*, 2009).

Em síntese, podemos considerar que se o interesse for numa solução teórica não contaminada por variabilidade de erro, a análise fatorial deve ser escolhida. Se o interesse do pesquisador for um resumo empírico do conjunto de dados, a análise de componentes principais é uma escolha melhor (MATOS, RODRIGUES, 2019).

No que tange ao número de fatores a extrair, ambos os métodos de análise fatorial estão interessados na melhor combinação linear de variáveis. Logo, o primeiro fator pode ser visto

como o melhor resumo de relações lineares exibidas nos dados. O segundo fator é definido como a segunda melhor combinação linear das variáveis, sujeita à restrição de que é ortogonal ao primeiro fator. Uma base quantitativa exata para decidir o número de fatores a extrair ainda não foi desenvolvida. No entanto, os seguintes critérios de parada têm sido utilizados (HAIR *et al.*, 2009):

- (1) Verificação da adequação dos dados à análise fatorial, através da análise da matriz de correlação (R): Quando medimos um conjunto de variáveis, as correlações entre os pares de variáveis podem ser organizadas em uma matriz de correlações, que é uma tabela de coeficientes de correlação. O fato de existirem alguns coeficientes de correlação altos entre subconjuntos de variáveis sugere que elas podem estar medindo uma mesma dimensão subjacente, que é denominada como fator ou variável latente (MATOS, RODRIGUES, 2019). Na matriz, cada indicador deve apresentar correlação elevada com pelo menos alguns indicadores, não necessariamente com todos. Isto significa que este grupo de indicadores correlacionados tem um constructo em comum, capturado pelo fator comum. Se a correlação de um determinado indicador for baixa com todos os outros, isto quer dizer que ele não traduz, juntamente com qualquer outro indicador, qualquer ideia em comum. Um valor de correlação pode ser considerado aceitável acima de 0,4 (RODRIGUES, 2002);

Figura 4 – Representação da matriz de correlação

	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7
Item1	1	0,626	0,574	0,16	0,213	0,176	0,145
Item2	0,626	1	0,542	0,222	0,269	0,32	0,058
Item3	0,574	0,542	1	0,247	0,272	0,302	0,14
Item4	0,16	0,222	0,247	1	0,754	0,593	0,063
Item5	0,213	0,269	0,272	0,754	1	0,62	-0,034
Item6	0,176	0,32	0,302	0,593	0,62	1	0,014
Item7	0,145	0,058	0,14	0,063	-0,034	0,014	1

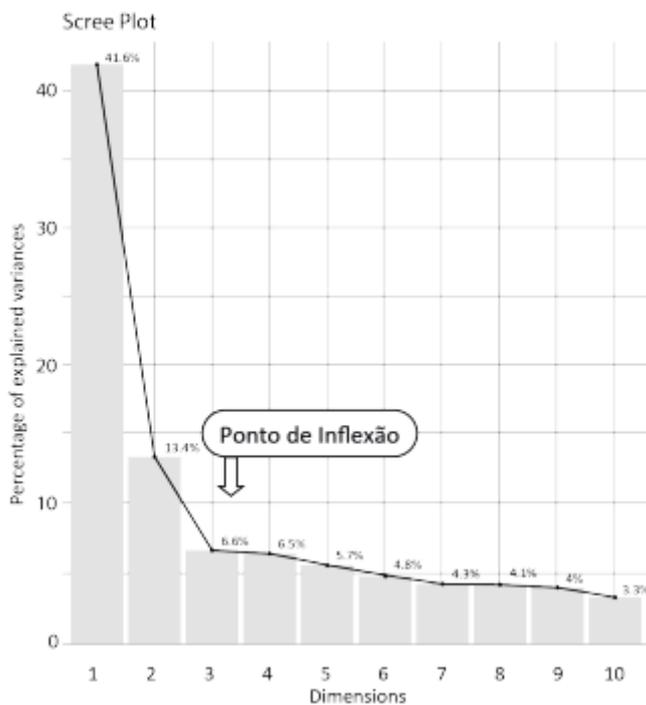
Fator 1

Fator 2

Fonte: Matos e Rodrigues (2019).

- (2) Determinação do número de fatores latente através dos autovalores: Os fatores que possuem autovalores (L), associados à matriz de associação, maiores do que 1 (RODRIGUES, 2002);
- (3) A “regra do cotovelo” no scree plot: Podemos obter um fator para cada uma das variáveis existentes, e cada uma tem um autovalor associado. Se representarmos em um gráfico os autovalores, a importância de cada um deles fica bastante evidente. Nesse sentido, sempre temos alguns fatores com autovalores bastante altos e muitos fatores com autovalores considerados baixos. Portanto, esse gráfico tem um formato bem característico: uma inclinação bastante acentuada na curva seguida de uma cauda praticamente horizontal. O número de fatores deve ser no ponto de inflexão dessa curva. Ou seja: a curva da variância individual de cada fator se torna horizontal ou então sofre uma queda abrupta (Figura 5) (MATOS, RODRIGUES, 2019);

Figura 5 – Diagrama de declividade (Screen test)



Fonte: Matos e Rodrigues (2019).

- (4) Critério da porcentagem da variância acumulada: Nesse método, a extração dos fatores continua até que um patamar específico seja obtido. Sugere-se que a variância acumulada esteja igual ou acima de 70% (RODRIGUES, 2002);

Ademais, ao executar a Análise Fatorial tem-se uma importante ferramenta: a medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). O parâmetro testa a adequação da amostra quanto ao grau de correlação parcial entre as variáveis, que deve ser pequeno. Se isto ocorre, significa que os fatores latentes explicam grande parte da associação entre as variáveis, e os resíduos estão pouco associados entre si. Valores para o teste KMO iguais ou inferiores a 0,7 indicam que a análise fatorial pode ser inadequada (RODRIGUES, 2002).

Outrossim, também existe o teste de esfericidade de Bartlett, cuja hipótese inicial (H_0) é que a matriz de correlação é uma matriz-identidade, indicando que o modelo é inadequado. Se por exemplo, para um nível de significância definido em 0,05, a significância (α) encontrada for menor do que 0,05 deve-se rejeitar H_0 , concluindo-se, portanto, que o modelo é adequado em função das associações verificadas (RODRIGUES, 2002);

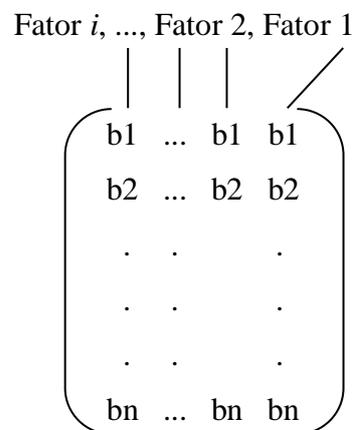
Nesse cenário, posteriormente a formação dos fatores e a aprovação nos testes de averiguação, para auxiliar na interpretação dos fatores sugere-se a rotação nos eixos. Normalmente, o que acontece é que a maior parte das variáveis tem cargas altas no fator mais importante e cargas baixas nos outros fatores. Isso torna a interpretação mais difícil. Dessa forma, a técnica de rotação de fatores é utilizada para atingir uma melhor distinção entre os fatores (MATOS, RODRIGUES, 2019).

Cabe ressaltar que sua utilização se dá quando o resultado da análise retorna mais de um fator. Em síntese, o principal objetivo da rotação dos fatores é tornar o resultado empírico encontrado mais facilmente interpretável, conservando as suas propriedades estatísticas. Assim, o valor dos autovalores e a porcentagem de variância explicada por eles são distribuídos de uma maneira mais equilibrada na solução rotacionada. (MATOS; RODRIGUES, 2019).

Os métodos de rotação mais utilizados são: (1) Varimax, em que se faz uma rotação ortogonal dos eixos; e (2) Oblimin, em que se promove uma rotação oblíqua nos eixos. A ideia é verificar qual o método de rotação que propicia a interpretação mais plausível para os fatores. Pode ocorrer também que nenhum dos métodos facilite a interpretação; neste caso, deve-se repensar se o desenho da análise fatorial, que se está utilizando, é um procedimento metodológico válido para os dados em questão (RODRIGUES, 2002).

Dessa forma, as cargas fatoriais podem ser inseridas em uma matriz onde as colunas representam cada fator e as linhas representam as cargas fatoriais (b_1, b_2, \dots, b_n), de tal forma que os n parâmetros b do Fator 1 são diferentes dos n parâmetros b do Fator 2, que são diferentes dos n parâmetros b do Fator 3 e assim por diante até o Fator i . Essa matriz é denominada matriz fatorial ou **matriz de componentes**, no caso da análise de componentes principais (MATOS, RODRIGUES, 2019).

Representação da Matriz Fatorial (F):



3.2 BASE DE DADOS

Em primeiro lugar, realizou-se a extração dos dados da *Community Innovation Survey* (CIS) 2016. Entretanto, ao analisar os dados divulgados pela pesquisa, não foram encontrados dados específicos deecoinovação, o que direcionou o trabalho à coleta de dados da CIS 2014. A pesquisa de 2014 tem objetivos similares a de 2016, contudo disponibiliza 22 indicadores específicos deecoinovação, cuja perquisição utiliza como metodologia de pesquisa o Manual Oslo (2005), desenvolvendo um questionário padrão e enviando aos países.

Assim, além dos 22 indicadores deecoinovação (em unidade percentual), a pesquisa oferece dados de 96 setores de 26 países, acompanhados de 3 subitens de inovação: empresas inovadoras (incluindo empresas com atividades de inovação abandonadas/suspensas ou em andamento), empresas não inovadoras e empresas que introduziram alguma inovação (todos os tipos). Os setores dentro da pesquisa são divididos 7 seções: Mineração e Extração; Fabricação; Fornecimento de eletricidade, gás, vapor e ar-condicionado; Abastecimento de água, esgoto, gestão de resíduos e atividades de remediação; Transporte e armazenagem; Informação e comunicação; Atividades financeiras e seguros; e Atividades profissionais científicas e técnicas.

Outrossim, para melhor compreensão dos dados e aplicação dos métodos de análise, serão utilizados 18 indicadores deecoinovação², sendo disposto apenas o subitem de empresas que introduziram alguma inovação (todos os tipos). Desse modo, está sendo incluso somente as empresas que introduziram alguma inovação a fim de investigar pelo seu indicador os determinantes para que as firmas representadas em seus respectivos setores as adotem.

Ainda, decorreu-se da redução do número de setores, sendo analisados os setores que estão incluídos na seção de Fabricação e Atividades profissionais científicas e técnicas, com um total de 18 setores. Como visto no trabalho de Constatini, Crespi e Marin (2017), a amostra foi setores ligados à indústria cuja propensão a geração de poluição é maior (TOURINHO, MOTTA, ALVES, 2003), e como consequência, a fim de estudar o impacto das inovações ambientais para resolução do *trade off*³ que a sociedade a sociedade enfrenta, os setores industriais serão analisados.

² Quatro dos 22 indicadores de inovação da Pesquisa não continham dados para nenhum país e setor, de tal forma que torna-se inviável utilizá-los, levando o estudo a trabalhar com 18 indicadores.

³ Trade off pode ser entendido como uma situação em que o indivíduo tem de tomar uma ação em detrimento a outra. Nesse sentido, a inovação ambiental é a “chave” dos estigmas vividos desde o final do século XX, visto que apresenta a alternativa para o desenvolvimento econômico sustentável [vide referencial teórico].

Com isso, foram extraídas primeiramente 18 tabelas, cada uma representando um indicador de inovação, as quais continham a unidade percentual de cada um dos 18 setores para os 26 países, formando uma matriz 18x26. Ademais, com a redução no número de setores, a análise se limitará a explicar os determinantes àecoinovação somente para os setores industriais e científicos, tendo pouco poder explicativo sobre outros setores da economia.

Dessa forma, a fim de resumir os dados e aplicar os métodos, foi feita uma média de cada setor, ou seja, foram somadas todas as unidades percentuais e a somatória foi dividida por 26, cujo número representa a quantidade de países. Assim, cada setor teve um valor expresso para cada indicador de inovação, formando ao final uma matriz 18x18.

Destarte, os setores escolhidos, os indicadores de inovação e a matriz de dados estão expressos abaixo no Quadro 1 e no Quadro 2:

Quadro 1 - Setores utilizados na pesquisa e suas siglas

Sigla (número)	Setores
1	Atividades principais de inovação (Com. Reg. 995/2012)
2	Indústria (exceto Construção)
3	Manufatura
4	Fabricação de papel e produtos derivados
5	Impressão e reprodução de mídia gravada
6	Fabricação de produtos petrolíferos, químicos, farmacêuticos, de borracha e plásticos
7	Fabricação de produtos químicos
8	Fabricação de produtos farmacêuticos básicos e preparações farmacêuticas
9	Fabricação de produtos de borracha e plástico
10	Fabricação de outros produtos minerais não metálicos
11	Fabricação de produtos metálicos fabricados, exceto máquinas e equipamentos
12	Fabricação de produtos metálicos fabricados, informática, produtos eletrônicos e óticos, equipamentos elétricos, máquinas, veículos motorizados e outros equipamentos de transporte
13	Fabricação de produtos de informática, eletrônicos e óticos

14	Fabricação de equipamentos elétricos
15	Fabricação de máquinas e equipamentos
16	Fabricação de automóveis, reboques e semi-reboques
17	Fabricação de outros equipamentos de transporte
18	Pesquisa e Desenvolvimento Científico

Quadro 2 - Indicadores de inovação utilizados na pesquisa e suas siglas

Sigla	Indicadores de inovação
a	Empresas para as quais as regulamentações ambientais existentes eram um fator muito importante.
b	Empresas para as quais as regulamentações ambientais existentes não eram um fator relevante.
c	Empresas para as quais os impostos, encargos ou taxas ambientais existentes eram um fator muito importante.
d	Empresas para as quais os impostos, encargos ou taxas ambientais existentes não eram um fator relevante.
e	Empresas para as quais as regulamentações ambientais ou impostos esperados no futuro foram um fator altamente importante.
f	Empresas para as quais as regulamentações ambientais ou impostos esperados no futuro não foram um fator altamente importante.
g	Empresas para as quais subsídios ou outros incentivos financeiros do governo para inovações ambientais foram um fator altamente importante.
h	Empresas para as quais subsídios ou outros incentivos financeiros do governo para inovações ambientais não foram um fator altamente importante.
i	Empresas para as quais a demanda de mercado atual ou esperada por inovações ambientais foi um fator altamente importante.
j	Empresas para as quais a demanda de mercado atual ou esperada por inovações ambientais não foi um fator altamente importante.
k	Empresas para as quais melhorar a reputação da firma foi um fator altamente importante.
l	Empresas para as quais melhorar a reputação da firma não foi um fator altamente importante.
m	Empresas para as quais ações voluntárias ou iniciativas de boas práticas ambientais

	no setor foram um fator muito importante.
n	Empresas para as quais ações voluntárias ou iniciativas de boas práticas ambientais no setor não foram um fator muito importante.
o	Empresas para as quais o alto custo de energia, água ou materiais foi um fator altamente importante.
p	Empresas para as quais o alto custo de energia, água ou materiais não foi um fator altamente importante.
q	Empresas para as quais a necessidade do conhecimento dos requisitos dos contratos públicos foi um fator de grande importância.
r	Empresas para as quais a necessidade do conhecimento dos requisitos dos contratos públicos não foi um fator de grande importância.

Para facilitar a formação de tabelas e gráficos, bem como a sintetização dos dados, a partir desta seção os setores serão classificados por números especificados acima e os indicadores de inovação pelas letras.

Tabela 1 – Unidades percentuais por setor e indicador de inovação

Setores	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
1	13,1	13,2	7,9	16,3	7,7	16,4	5,4	23,2	7,4	17,0	16,6	11,6	10,7	14,0	14,4	13,1	6,2	22,3
2	17,0	12,4	10,2	16,5	10,0	16,4	7,3	24,7	9,2	17,5	20,2	11,5	13,0	14,5	19,2	12,1	7,0	25,6
3	15,2	12,0	9,2	16,0	8,9	15,9	6,0	24,0	8,7	17,0	18,4	11,2	11,6	14,3	17,8	11,8	5,9	24,7
4	12,1	10,6	6,6	13,4	4,5	13,6	2,0	17,3	6,1	9,8	14,6	7,9	8,9	10,6	16,0	8,2	3,8	18,5
5	15,2	11,0	9,6	15,4	6,9	14,1	5,7	20,2	10,3	11,2	17,3	8,6	13,1	10,7	14,1	9,4	7,6	15,5
6	24,0	11,0	13,6	15,9	14,7	15,4	9,1	29,0	13,2	17,3	27,3	11,1	17,5	14,0	25,1	11,2	7,9	33,3
7	25,5	9,7	11,1	13,9	15,3	14,2	6,7	28,7	11,5	18,5	28,0	10,5	16,4	16,9	15,5	16,9	6,0	31,0
8	14,8	9,0	9,1	9,6	10,2	9,5	4,9	16,2	7,0	13,8	13,7	8,4	12,1	7,0	13,7	5,3	4,9	17,6
9	17,9	10,8	10,0	15,6	10,2	14,7	8,2	26,7	11,3	16,0	22,8	10,4	13,2	13,4	23,9	9,7	6,0	30,4
10	18,0	12,5	12,3	18,1	9,8	18,7	6,6	25,2	10,3	15,2	22,8	9,8	11,8	14,0	21,6	10,5	6,3	25,6
11	13,2	12,9	7,9	15,9	7,8	16,5	5,2	23,2	6,7	16,9	16,9	10,7	10,2	14,1	17,4	11,1	4,8	23,7
12	16,5	12,5	8,4	17,2	9,1	16,8	7,0	25,5	9,8	17,6	18,5	10,9	11,6	14,5	18,3	12,1	5,7	26,8
13	9,5	12,7	5,6	15,0	4,3	15,3	5,1	21,1	7,3	14,6	12,6	8,9	9,5	11,7	11,5	11,2	3,6	22,2
14	20,5	10,3	6,3	21,3	10,2	16,8	6,7	25,4	10,7	16,8	22,7	8,2	9,6	15,2	18,7	12,4	6,8	25,0
14	17,2	10,9	9,8	15,2	10,8	15,0	6,8	22,8	10,6	15,2	18,0	10,4	12,3	13,6	16,1	10,6	5,0	24,6
16	16,2	9,4	8,3	11,3	7,7	12,1	3,5	19,2	5,2	12,8	15,6	10,1	8,0	11,1	14,3	10,9	4,6	21,3
17	16,4	7,8	6,8	10,0	4,9	10,3	3,5	19,0	6,9	17,5	10,1	7,4	7,1	12,1	12,3	11,3	3,2	18,6
18	6,7	13,2	1,7	16,7	3,4	13,5	4,1	17,6	5,7	15,3	10,5	12,1	6,7	11,9	5,8	12,6	4,1	16,5

Fonte: Elaboração própria com base na CIS (2014).

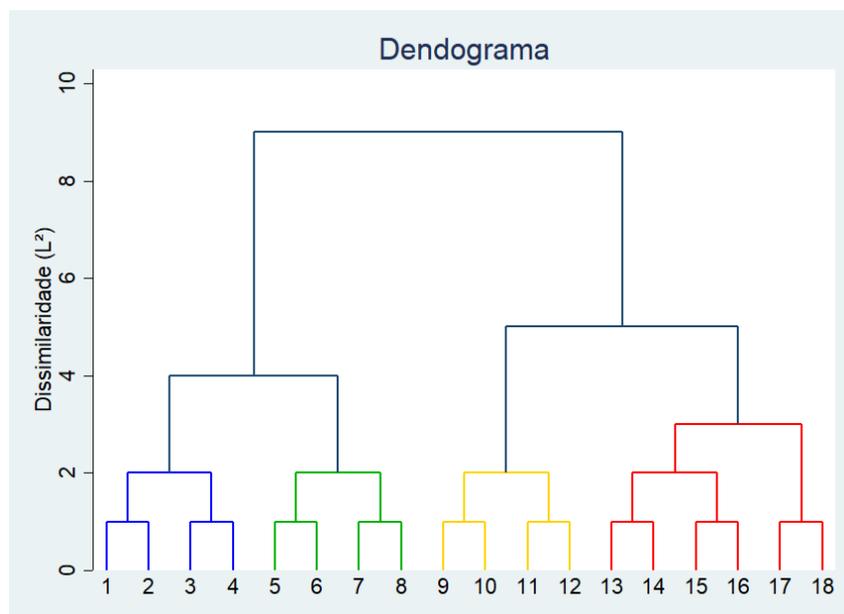
4. Resultados

Para empregar os métodos de análise multivariada, foram utilizados os *softwares* Stata, SPSS e PSPP, o qual gerou os resultados apresentados nas subseções 4.1 e 4.2. Foram utilizadas as metodologias de análise multivariada pela estrutura dos dados, visto a vasta quantidade de variáveis de tal forma que métodos de análise univariada poderiam gerar resultados distorcidos.

4.1 Resultados da Análise de *Cluster*

Para a melhor averiguação dos dados, foi utilizado o cálculo de distância euclidiana, com o método hierárquico de ligação média. Como posto por Betarelli Junior (2016), o método de ligação média gera um cluster de mesma variância interna, que pode ser verificado na Figura 6.

Figura 6 – Formação de *clusters*



Fonte: Elaboração própria.

O dendrograma (Figura 6) demonstra a formação de quatro clusters evidenciados pelas cores: azul, verde, dourado e vermelho. Os três primeiros aglomerados (da esquerda para direita) têm a mesma quantidade de setores, cada um tendo quatro em sua formação. O último cluster, destacado de vermelho é o com maior número de setores, totalizando seis.

Ao analisar o primeiro aglomerado, o qual está expresso pela cor azul no dendograma, é perceptível a presença de Atividades de Inovação (1), Indústria (exceto Construção) (2), Manufatura (3) e Fabricação de papel e produtos derivados (4). Atividades de Inovação e Indústria apresentam baixa dissimilaridade, ao passo que ambas apresentam uma dissimilaridade um pouco maior com Manufatura e Fabricação de papel, as quais tem entre si uma dissimilaridade baixa. O resultado evidencia que a Indústria por estar em constante inovação, bem como aderindo a processos inovativos com uma aceitação àecoinovação, sendo semelhante a Atividades de Inovação, são pouco distantes entre si, tendo ambas uma distância mais alta para setores da indústria de transformação, como Manufatura e Fabricação de papeis.

No segundo cluster, representado pela cor verde, os setores de Impressão e reprodução de mídia gravada (5), Fabricação de produtos petrolíferos, químicos, farmacêuticos, de borracha e plásticos (6), Fabricação de produtos químicos (7) e Fabricação de produtos farmacêuticos básicos (8) estão agrupados. Impressão e reprodução de mídia gravada e Fabricação de produtos petrolíferos têm uma baixa dissimilaridade, a qual tem o mesmo valor expresso para Fabricação de produtos químicos e Fabricação de produtos farmacêuticos. Os setores 5 e 6 são um pouco mais dissimilares em relação ao 7 e 8, mas ainda apresentam uma baixa dissimilaridade visto que formam o mesmo cluster.

Destarte, o setor de Impressão e reprodução de mídia gravada não tem unidades percentuais muito distintas de Fabricação de produtos petrolíferos, localizando-se próxima à Fabricação de produtos químicos e Fabricação de produtos farmacêuticos básicos. Essa proximidade de setores, que, a primeira vista parecem não ser muito comuns é explicada pela abrangência do setor 5. A área engloba desde a impressão de jornais e revistas impressões de placas e produtos envolvidos no processo industrial, como a impressão flexográfica. Dada à magnitude do setor e as constantes mudanças as quais vêm passando nas últimas décadas para se adequar a políticas ambientais, Impressão e reprodução de mídia gravada têm indicadores para ecoinovação parecido com indústrias de alto cunho tecnológico da indústria de transformação, como os setores 6, 7 e 8, visto a demanda por capital humano desses setores como exposto no trabalho de Raiher (2012).

É interessante analisar também o descompasso dos setores de Fabricação de papel e produtos derivados e Impressão e reprodução de mídia gravada, as quais se localizam nos clusters 1 e 2, respectivamente. Mesmo suas atividades estando associadas em parte, as duas áreas apresentam uma dissimilaridade mais elevada, o que evidencia uma distorção dos setores para ecoinovações. Esse desalinhamento é evidenciado pelas atividades do setor como

um todo: de acordo com a NACE, enquanto o setor 5 tem uma gama de abrangência, o setor 4 aborda somente a produção de papel, o que evidencia que os dois setores não interagem entre si de forma completa.

O terceiro cluster, destacado em dourado, é formado pela Fabricação de produtos de borracha e plástico (9), por Fabricação de outros produtos minerais não metálicos (10), pela Fabricação de produtos metálicos fabricados, exceto máquinas e equipamentos (11) e pela Fabricação de produtos metálicos fabricados, informática, produtos eletrônicos e óticos, equipamentos elétricos, máquinas, veículos motorizados e outros equipamentos de transporte (12). Os setores 9 e 10 têm uma baixa dissimilaridade, e apresentam uma dissimilaridade um pouco mais alta para os setores 11 e 12, os quais têm uma baixa dissimilaridade entre si.

Em conformidade com a NACE, a área 9 é caracterizada pelo uso de borracha e plástico no processo de produção, enquanto o setor 10 é compreendido pela fabricação de produtos de origem mineral, que inclui fabricação de vidro e seus derivados, cerâmica, azulejos, etc. Dessa forma, os dois setores apresentaram coeficientes ecoinovadores semelhantes, o que evidencia que têm uma linha parecida para políticas ambientais. Os setores 11 e 12 têm uma formação muito parecida, o que indica a razão de terem uma dissimilaridade baixa.

No último cluster, o qual tem mais setores, estão inclusas as áreas de Fabricação de produtos de informática, eletrônicos e óticos (13), Fabricação de equipamentos elétricos (14), Fabricação de máquinas e equipamentos (15), Fabricação de automóveis, reboques e semi-reboques (16), Fabricação de outros equipamentos de transporte (17) e Pesquisa e Desenvolvimento Científico (18). Ademais, os setores 13 e 14 apresentam baixa dissimilaridade, cujo indicador também é baixo para os pares 15 e 16 e 17 e 18. Fabricação de informática e Fabricação de equipamentos elétricos apresentam uma dissimilaridade um pouco mais alta com Fabricação de máquinas e equipamentos e Fabricação de automóveis, de tal forma que os 4 setores apresentam uma dissimilaridade maior ainda com Fabricação de outros equipamentos de transporte e Pesquisa e Desenvolvimento Científico.

Nesse sentido, o setor 13 engloba a fabricação de computadores, equipamentos de comunicação e componentes informáticos, enquanto que o setor 14 abrange a produção de produtos de geração e distribuição de energia. Dessa forma, a clusterização demonstra que os dois setores têm indicadores ecoinovadores semelhantes, indicando uma semelhança para políticas ambientais. O setor 15 engloba a fabricação de maquinário para construção civil, agronegócio e aparelhos domésticos, enquanto o setor 16 inclui a fabricação de veículos de transporte de passageiros ou para frete, cuja fabricação de partes do veículo também é inclusa. Com isso, o método de aglomerados demonstra que a indústria de bens de capital tem uma

semelhança para ecoinovação com parte da indústria automobilística, revelando um alto grau de absorção de capital humano para os dois setores que convergem na adoção de políticas ambientais, como demonstrado no dendograma e exposto no estudo de Horbach (2008).

Para o setor 17, é inclusa a fabricação de equipamentos e/ou peças de transporte hidroviário, ferroviário, rodoviário e aeroespacial, e o setor 18 engloba três tipos de pesquisa: pesquisa básica (trabalho experimental ou teórico); pesquisa aplicada (direcionada para um objetivo práticos); e desenvolvimento experimental (pesquisa de experiência prática com cunho de promover novos processos, sistemas, serviços e produtos). Assim, segundo a formação de cluster, os dois setores têm baixa dissimilaridade quanto a indicadores de ecoinovação, o que aponta grande semelhança quanto a políticas ambientais, de tal forma que ambos os setores possuem grande presença de capital humano como posto na pesquisa de Raiher (2012). Dessa forma, nota-se que o último *cluster* tem a presença de setores cuja formação conta com alto grau de capital humano, evidenciando que áreas que demandam um grau maior de formação e têm envolvimento de tecnologia tendem a ter coeficientes de inovação ambiental similares, ao passo que setores com formações parecidas e grande interação entre si também tendem a ter expressos indicadores ecoinovadores semelhantes.

4.2 Resultados da Análise Fatorial

Para a realização da análise fatorial, foi escolhido o método de componentes a fim de sintetizar com maior acurácia os dados. A matriz de valores foi composta pelas medidas de indicadores de inovação que foram selecionados para averiguação. Para a análise, foi posto que o valor de correlação teria que ser maior que 0,4, e os dados foram subjugados aos testes de KMO e de Bartlett. Dessa forma, a matriz não passou pelos testes, que pode ser visualizada na Tabela 2. Desse modo, ao defrontar os dados dos indicadores de inovação é possível notar na Tabela 3 valores altos próximos a 1, assim como, valores baixos. Destarte, a não aceitação pelos testes de adequação da amostra comprovaram que não é possível a criação de fatores. Uma saída proposta por Rodrigues (2002) é reduzir o número de indicadores a fim de ajustar melhor os dados e conseguir uma representação fatorial.

Tabela 2 – Matriz de correlações

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
a	1	-0,4	0,8	0,1	0,9	0,1	0,6	0,7	0,8	0,4	0,9	0,0	0,7	0,5	0,7	0,3	0,6	0,7
b	-0,4	1	-0,2	0,6	-0,2	0,7	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,3	0,0	0,2	0,2	0,1
c	0,8	-0,2	1	0,0	0,8	0,2	0,7	0,6	0,7	0,2	0,8	0,1	0,8	0,3	0,8	0,0	0,7	0,6
d	0,1	0,6	0,0	1	0,2	0,9	0,5	0,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,1	0,6	0,3	0,4	0,5	0,4
e	0,9	-0,2	0,8	0,2	1	0,2	0,8	0,8	0,8	0,5	0,9	0,3	0,9	0,5	0,7	0,3	0,7	0,8
f	0,1	0,7	0,2	0,9	0,2	1	0,5	0,7	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,7	0,5	0,4	0,5	0,5
g	0,6	0,2	0,7	0,5	0,8	0,5	1	0,9	0,9	0,6	0,8	0,4	0,8	0,6	0,7	0,3	0,8	0,8
h	0,7	0,2	0,6	0,6	0,8	0,7	0,9	1	0,8	0,7	0,9	0,4	0,7	0,9	0,7	0,6	0,7	0,9
i	0,8	0,0	0,7	0,5	0,8	0,4	0,9	0,8	1	0,4	0,9	0,1	0,8	0,6	0,7	0,3	0,8	0,7
j	0,4	0,1	0,2	0,3	0,5	0,3	0,6	0,7	0,4	1	0,4	0,5	0,3	0,7	0,3	0,7	0,2	0,6
k	0,9	0,0	0,8	0,4	0,9	0,5	0,8	0,9	0,9	0,4	1	0,3	0,8	0,7	0,8	0,4	0,8	0,9
l	0,0	0,6	0,1	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,1	0,5	0,3	1	0,3	0,5	0,1	0,5	0,3	0,4
m	0,7	0,0	0,8	0,1	0,9	0,3	0,8	0,7	0,8	0,3	0,8	0,3	1	0,4	0,7	0,2	0,7	0,7
n	0,5	0,3	0,3	0,6	0,5	0,7	0,6	0,9	0,6	0,7	0,7	0,5	0,4	1	0,4	0,8	0,4	0,7
o	0,7	0,0	0,8	0,3	0,7	0,5	0,7	0,7	0,7	0,3	0,8	0,1	0,7	0,4	1	-0,1	0,6	0,8
p	0,3	0,2	0,0	0,4	0,3	0,4	0,3	0,6	0,9	0,7	0,4	0,5	0,2	0,8	-0,1	1	0,2	0,5
q	0,6	0,2	0,7	0,5	0,7	0,5	0,8	0,7	0,8	0,2	0,8	0,3	0,7	0,4	0,6	0,2	1	0,5
r	0,7	0,1	0,6	0,4	0,8	0,5	0,8	0,9	0,7	0,6	0,9	0,4	0,7	0,7	0,8	0,5	0,5	1

Fonte: Elaboração própria.

Nesse sentido, ao avaliar os indicadores na seção 3.1, é evidente a classificação de dois grupos: os que as políticas ambientais foram um fator importante/relevante e as que não foram. Ademais, realizou-se o mesmo procedimento para os indicadores que consideravam as políticas ambientais um fator importante/relevante, cuja matriz de correlações e o resultado dos testes KMO e Bartlett estão expressos na Tabela 3. Dessa forma, ao analisar a matriz de correlações nota-se altos valores de correlações expressos, todos iguais ou maiores que 0,6.

Tabela 3 – Matriz de correlações que expressam relevância das políticas ambientais

	a	c	e	g	i	k	m	o	q
a	1	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,7	0,6
c	0,8	1	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7
e	0,9	0,8	1	0,8	0,8	0,9	0,9	0,7	0,7
g	0,6	0,7	0,8	1	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8
i	0,8	0,7	0,8	0,9	1	0,9	0,8	0,7	0,8
k	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	1	0,8	0,8	0,8
m	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,7	0,7
o	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	1	0,6
q	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	1

Fonte: Elaboração própria.

Nesse sentido, ao analisar a matriz, acusa-se que existe um fator explicativo para indicadores que expressam a importância/relevância de políticas ambientais.

Tabela 4 – Variância total explicada do modelo

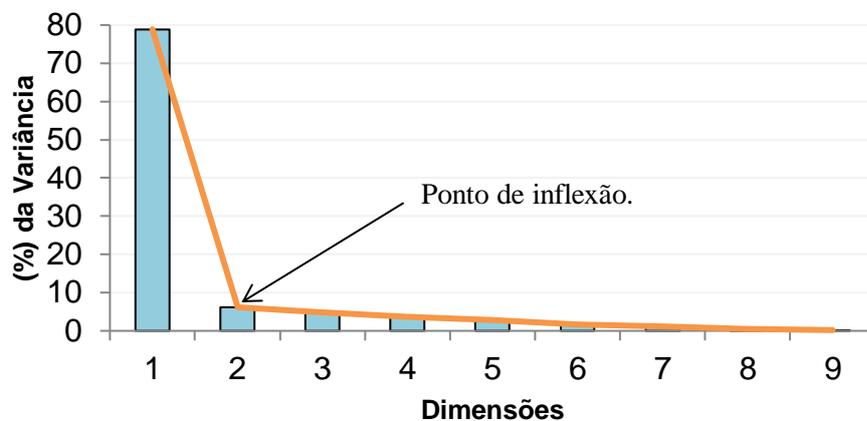
Componente	Valores próprios iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	7,100	78,890	78,890	7,100	78,890	78,890
2	,562	6,245	85,135			
3	,431	4,794	89,930			
4	,331	3,682	93,611			
5	,258	2,862	96,473			
6	,147	1,635	98,108			
7	,111	1,239	99,347			
8	,040	,449	99,796			
9	,018	,204	100,000			

Método de extração: análise do componente principal. Fonte: Elaboração própria.

Ao deparar com os resultados gerados, é possível notar que o primeiro componente explica 78,89% da variância do modelo, enquanto os outros componentes têm um baixo percentual de explicação. Dessa forma, utilizando o método de variância acumulada podemos auferir também a presença de um fator na análise, visto que o lado direito da Tabela 4 indica

que a porcentagem de variância explicada é igual a 78,89, e de acordo com Freitas, Paz e Nicola (2007) opta-se por componentes que conseguem sintetizar uma variância média em torno de 70%. Pela análise do autovalor maior do que 1, percebemos que o modelo também cria somente 1 fator, visto que o autovalor do primeiro fator é igual a 7,1 e o restante dos fatores tem autovalor menor do que 1. Destarte, fazemos também a análise da “regra de cotovelo”, isto é, analisamos o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Screen plot para indicadores de relevância/importância das políticas ambientais



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico exibe o ponto de inflexão na dimensão 2, indicando a existência de dois fatores. Desse modo, como três métodos indicaram a existência de um fator, sendo que a variância acumulada registrou valor expressivo, opta-se pela utilização de um fator. Dessa forma, o resultado dos testes KMO é superior a 0,7 e o teste de Bartlett tem um nível de significância aceitável⁴, o que indica que o modelo é adequado para criação de fatores. Desse modo, o fator é exibido na Tabela 5. Isto posto, com a geração de um único fator podemos classificá-lo como “políticas ambientais importantes”. O indicador de maior carga fatorial pode ser representado por “empresas para as quais melhorar a reputação da firma foi um fator altamente importante” (k). Tal resultado indica que as mudanças nos processos produtivos, bem como a opinião dos consumidores ante as mudanças climáticas, fazem com que as preocupações com a imagem da firma europeia seja um fator a ser considerado por ela. Em seguida, os indicadores (e) e (i) possuem os maiores coeficientes, os quais representam “empresas para as quais as regulamentações ambientais ou impostos esperados no futuro

⁴ O teste KMO registrou valor de 0,773 e o teste de Bartlett sinalou significância próxima de 0,000.

foram um fator altamente importante” e “empresas para as quais a demanda de mercado atual ou esperada por inovações ambientais foi um fator altamente importante”, respectivamente.

Tabela 5 - Matriz de componente⁵

	Componente
	1
a	,873
c	,873
e	,923
g	,880
i	,920
k	,945
m	,915
o	,829
q	,828

Fonte: Elaboração própria.

Nesse caso, o resultado evidencia que a opinião do consumidor é um fator altamente relevante para as firmas, acrescido da importância do Governo no fomento à adoção deecoinovações como Stojčić (2021) relatou em sua pesquisa.

Diante disso, ao analisarmos com os resultados obtidos na seção 4.1 e os obtidos nesta seção, é possível verificar uma caracterização dos resultados. Como visto no trabalho de Tourinho *et al* (2003), as firmas industriais tendem a ter uma propensão maior a geração de poluição, nesse sentido, uma melhora em sua reputação é algo de suma importância para a empresa. Aliado a isso, os setores com atividades interligadas ou com grau parecido de capital humano na formação de sua mão de obra estiveram nos mesmos *clusters* como elucidado pelo dendograma, o que apresenta uma baixa dissimilaridade intersetorial para ecoinovação e consequentemente uma alta carga fatorial para as políticas ambientais, revelando uma grande semelhança entre os setores agrupados.

Desta forma, o indicador de inovação (q) é o que apresenta menor carga fatorial, o qual simboliza “empresas para as quais a necessidade do conhecimento dos requisitos dos contratos públicos foi um fator de grande importância”. Nesse sentido, as empresas tendem a reconhecer a importância do Estado no fomento à inovações ambientais, entretanto, não dimensionam da mesma maneira a importância de conhecer o processo burocrático por trás

⁵ Método de extração: Análise do Componente principal. Um componente extraído.

das políticas públicas, embora há de ressaltar que todos os indicadores apresentaram altas cargas dentro do fator, o que indica que mesmo não tendo o mesmo grau de importância dos outros indicadores, o fator (q) também é de grande importância para as empresas. Desse modo, o próximo passo é obter a matriz rotacionada a fim de equilibrar as cargas no fator. No entanto, como visto na seção de metodologia, para extrair a matriz rotacionada é necessário que o modelo tenha gerado ao menos dois fatores, tendo o modelo de “políticas ambientais importantes” gerado somente um fator. Destarte, ao reduzir o número de fatores, os indicadores de “não importância” de políticas ambientais também foram analisados, mas não teve aprovação no teste KMO⁶.

⁶ O teste KMO do modelo resultou em 0,651 cujo valor é menor que 0,7. Como destacado por Rodrigues (2002), testes resultantes menores que 0,7 indicam que a Análise Fatorial não é adequada.

5. Conclusão

As inovações ambientais têm se apresentado como palavra-chave para os desafios que defrontam a humanidade desde o século XX e ganham um caráter de urgência com o passar do tempo. Nesse sentido, a monografia identificou que para as firmas adotarem processos ecoinovadores, é necessário um conjunto de determinantes, especialmente os direcionados aos incentivos dos consumidores e os do Governo. Nesse sentido, a promoção de políticas públicas por parte do Estado, como por exemplo os subsídios às empresas europeias a adotarem processos ligados às inovações ambientais, as regulamentações de mercado e a isenção de impostos sinalizaram de forma positiva às respostas das empresas, que tendem a adotar processos deecoinovação.

Pelo lado da demanda, as firmas respondem a um grau de importância alto para fatores que envolvam a sua reputação. Tal resultado parece indicar que se o consumidor expressar positivamente com atitudes sustentáveis das empresas, maior será o incentivo a adoção de inovações ambientais por parte das firmas. Outrossim, questões quanto a expectativa de um retorno positivo por parte da demanda à implementação de produtos ecossustentáveis, também influenciam as firmas a adotarem processos ecoinovativos.

Ademais, a interação das empresas é um ponto importante a ser destacado. Em outras palavras, os setores que interagiram entre si tendem a ter o mesmo grau de adoção a processos que envolvam inovação ambiental, exercendo influência entre si. Dessa forma, o nível de capital humano empregado dentro dos setores também foi algo determinante a adoção de ecoinovação, isto é: setores que apresentaram o mesmo nível de formação profissional tendem a ter indicadores de inovação ambiental parecidos.

Em suma, os resultados da monografia apresentaram, de maneira estática, o comportamento das firmas quanto aos seus determinantes intersetoriais, com base em indicadores de inovação, por intermédio da pesquisa CIS. É válido ressaltar que a pesquisa não elucidou diferenças de adoção de inovação ambiental para os diferentes países europeus, bem como fez um apanhado geral dos setores. Da mesma forma, observou-se que o comportamento setorial se alinha às políticas ambientais, como observado por setores como o de “Impressão e reprodução de mídia gravada” e os de da indústria de transformação (“Fabricação de produtos petrolíferos, químicos, farmacêuticos, de borracha e plásticos”; “Fabricação de produtos químicos” e “Fabricação de produtos farmacêuticos básicos e preparações farmacêuticas”).

Por outro lado, a análise de cluster revelou que além do alinhamento das políticas ambientais, os setores “Fabricação de maquinário para construção civil, agronegócio e aparelhos domésticos” e “Fabricação de automóveis, reboques e semi-reboques” convergem para um alto grau de absorção de capital humano. O resultado observado reforça a importância das pesquisas na área, sejam elas: pesquisa básica (trabalho experimental ou teórico); pesquisa aplicada (direcionada para um objetivo prático); e desenvolvimento experimental (pesquisa de experiência prática com intuito de promover novos processos, sistemas, serviços e produtos).

Logo, as firmas europeias se destacam pelos investimentos feitos ao longo do tempo em capital humano e na capacidade de implementar políticas ambientais atreladas às políticas tecnológicas. A interação supracitada foi observada nos resultados mediante ao conjunto de fatores associados ao desempenho das firmas ecoinovadoras. Com destaque, grande parte destas firmas europeias reforçam a importância da reputação da firma quanto ao atendimento das mudanças de seus processos produtivos em prol do atendimento aos consumidores e do meio ambiente. Assim, a contribuição da monografia foi reforçar a abordagem teórica e empírica no qual afirma que firmas que se destacam em prol do meio ambiente são aquelas que:

- consideram a melhora da sua reputação quando agem em prol de ações ambientais;
- acreditam que a opinião dos consumidores ante às mudanças climáticas, afeta a imagem da firma;
- admitem que as regulamentações ambientais ou impostos esperados no futuro e a demanda de mercado atual ou esperada por inovações ambientais sejam elementos importantes ao sucesso do desenvolvimento das Ecoinovações;
- reconhecem a importância do Governo no fomento à adoção de ecoinovações.

Logo, trabalhos futuros são almejados com o objetivo de investigar como os processos de ecoinovação se caracterizam entre os diferentes países, com especial enfoque aos países em desenvolvimento. Ademais, pretende-se analisar como as inovações ambientais são distribuídas em relação os diferentes tamanhos de firmas, isto é, como ocorre o desenvolvimento de ecoinovações em firmas com maior ou menor número de empregados.

REFERÊNCIAS

ALDIERI, L.; CARLUCCI, F.; CIRÀ, A; IOPPOLO, G.; VINCI, C. P. **Is green innovation an opportunity or a threat to employment? An empirical analysis of three main industrialized areas: The USA, Japan and Europe**, *Journal of Cleaner Production*, v. 214, pp. 758-766, 2019.

ANTONIOLI, D.; MACINELLI, S.; MAZZANTI, M. **Is environmental innovation embedded within high-performance organisational changes? the role of human resource management and complementarity in green business strategies**, *Journal Research Policy*, v. 42, pp. 975-988, 2013.

ARRAZ, N.; ARROYABE, M.; MOLINA-GARCÍA, A. ET AL. **Incentives and inhibiting factors of eco-innovation in the Spanish firm**. *Journal of Cleaner Production*, v. 220, pp. 167-176, 2019.

BENTO, N.; FONTES, M. **Spatial diffusion and the formation of a technological innovation system in the receiving country: The case of wind energy in Portugal**. *Journal Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 15, pp. 158-179, 2015.

BERGEK, A. **Diffusion intermediaries: A taxonomy based on renewable electricity technology in Sweden**, *Journal Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 36, pp. 378-392, 2020.

BETARELLI JUNIOR, A. A. **Apostila de Análise Multivariada I**, UFJF, 2016.

BISCIONE, A.; CARUSO, R.; DE FELICE, A. **Environmental innovation in European transition countries**, *Journal Applied Economics*, v. 53, pp. 521-535, 2021.

BOLTON, R.; LAGENDIJK, V.; SILVAST, A. **Grand visions and pragmatic integration: Exploring the evolution of Europe's electricity regime**, *Journal Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 32, pp. 55-68, 2019.

BORGHESI, S.; CAINELLI, G.; MAZZANTI, M. **European Emission Trading Scheme and environmental innovation: an empirical analysis using CIS data for Italy**, *Journal Giornale degli Economisti*, v. 71, pp. 71-97, 2012.

BORGHESI, S.; CAINELLI, G.; MAZZANTI, M. **Linking emission trading to environmental innovation: Evidence from the Italian manufacturing industry**, *Journal Research Policy*, v. 44, pp. 669-683, 2015.

BRITTO, J.; STALLIVIERI, F.; CAMPOS, R.; VARGAS, M. **Padrões de aprendizagem, cooperação e inovação em aglomerações produtivas no Brasil: uma análise multivariada explanatória**, Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia (ANPEC), v. 11, pp. 125-154, 2010.

CAETANO, M.; DE ARAUJO, J. B.; AMARAL, D. C. **A Framework for the Application of Eco-efficiency to the Technology Development Process**, *Journal of Technology Management & Innovation*, v. 7, pp. 28-38, 2012.

CAINELLI, G.; D'AMATO, A.; MAZZANTI, M. **Resource efficient eco-innovations for a circular economy: Evidence from EU firms**, *Journal Research Policy*, v. 49, 2020.

CAMPOS, B.; RUIZ, A. U. **Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira**, *Revista Brasileira de Inovação*, pp. 167-210, 2009.

CHARTER, M.; CLARK, T. **Sustainable innovation key conclusions from sustainable innovation conferences 2003-2006 organised by The Centre for Sustainable Design**, London: University College for the Creative Arts, 2007.

CONCEIÇÃO, C. S.; FARIA, L. A. E. **Padrões históricos da mudança tecnológica e ondas longas do desenvolvimento capitalista**, Editora da UFRGS, pp. 223-255, 2003.

CORRAR, P.; FILHO, D. **Análise Multivariada**, São Paulo: Atlas, p. 541, 2007.

COSTANTINI, V.; CRESPI, F.; MARIN, G. ET AL. **Eco-innovation, sustainable supply chains and environmental performance in European industries**, Journal of Cleaner Production, v. 155, pp. 141-154, 2017.

DE MARCHI, V. **Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms**, Journal Research Policy, v. 41, pp. 614-623, 2012.

ERYIGIT, N.; ÖZCÜRE, G. **Eco-Innovation as Modern Era Strategy of Companies in Developing Countries: Comparison Between Turkey and European Union**, Journal Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 195, pp. 1216-1225, 2015.

FABER, A.; FRENKEN, K. **Models in evolutionary economics and environmental policy: Towards an evolutionary environmental economics**, Technological Forecasting & Social Change, v. 76, pp.462-470, 2009.

FREEMAN, C.; LOUÇÃ, F. **As time goes by: from the Industrial Revolution to the Information Revolution**, New York: Oxford University Press, 2001.

FREITAS, C. A.; PAZ, M. V.; NICOLA, D. S. **Analisando a modernização da agropecuária gaúcha: uma aplicação da análise fatorial e cluster**, Análise Econômica, pp. 121-149, 2007.

GERRARD, J.; KANDILAR, M. **Is European end-of-life vehicle legislation living up to expectations? Assessing the impact of the ELV Directive on 'green' innovation and vehicle recovery**, Journal of Cleaner Production, v. 15, pp. 17-27, 2007.

GHISETTI, C.; RENNINGS, K. **Environmental innovations and profitability: How does it pay to be green? An empirical analysis on the German innovation survey**, v. 75, pp. 106-117, 2014.

GOMES, C. M.; KRUGLIANSKAS, I.; SCHERER, F. L. **Innovation Management for Sustainable Development Practices in the Internalization Context**, Journal of Technology Management & Innovation, v. 6, pp. 110-127, 2011.

GUSBERTI, T. D. H.; DORNELES, C.; DEWES, M. F.; CUNHA, L. S. **Monitoramento da multidisciplinaridade no processo de tecnologia em uma universidade: proposta de análise em cluster**, Revista de Administração e Inovação, v. 11, pp. 309-322, 2014.

HAIR, J. G.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate Data Analysis**, 5a. Edição, Prentice Hall: New Jersey, 1995.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. **Overview of Multivariate Methods**, 7a. ed., p. 758, 2009.

HASHMI, R.; ALAM, K. **Dynamic relationship among environmental regulation, innovation, CO2 emissions, population, and economic growth in OECD countries: A panel investigation**, Journal of Cleaner Production, v. 231, pp. 1100-1109, 2019.

HEMMELSKAMP, J. **Environmental policy instruments and their effects on innovation**, Journal European Planning Studies, v. 5, pp. 177-194, 1997.

HORBACH, J. **Determinants of environmental innovation-New evidence from German panel data sources**, Journal Research Policy, v. 37, pp. 163-173, 2008.

HORBACH, J.; RENNINGS, K. **Environmental innovation and employment dynamics in different technology fields - An analysis based on the German Community Innovation Survey 2009**, Journal of Cleaner Production, v. 57, pp. 158-165, 2013.

JO, J.; ROH, T.; KIM, S. ET AL. **Eco-Innovation for sustainability: Evidence from 49 countries in Asia and Europe**, Journal Sustainability (Switzerland), v. 7, pp. 16820-16835, 2015.

JOHNSTONE, N.; HAŠČIČ, I.; OSTERTAG, K. **Environmental Policy, Technological Innovation and Patent Activity**, OECD Studies on Environmental Innovation, 2008.

KEMP, R.; ARUNDEL, A. **Survey indicators for environmental innovation**, IDEA Paper, Series 8, 1998.

KEMP, R.; PEARSON, P. **Final report of the MEI project measuring eco innovation**, Maastricht: UM Merit, 2007.

KEMP, R.; SOETE, L. **The greening of technological progress. An evolutionary perspective**, Journal Futures, v. 24, pp. 437-457, 1992.

KOELLER, P.; MIRANDA, P.; LUSTOSA, M. C.; PODCAMENI, M. G. **EcoInovação: revisitando o conceito**, Ipea, 2020.

LIN, X.; SOVACOOOL, B. **Inter-niche competition on ice? Socio-technical drivers, benefits and barriers of the electric vehicle transition in Iceland**, Journal Environmental Innovation and Societal Transitions, v. 35, pp. 1-20, 2020

MANLY, F. J. B. **Multivariate statistical methods: a primer**, Londres: Chapman and Hall, 1986.

MARQUES, J. M.; NETO, A. C. **Notas de Aula de Análise Multivariada – Análise de Agrupamentos**, UFPR, 2010.

MARTINEZ CONESA, I; SOTO-ACOSTA, P.; PALACIOS MANZANO, M. **Corporate social responsibility and its effect on innovation and firm performance: An empirical research in SMEs**, Journal of Cleaner Production, v. 142, pp. 2374-2383, 2017.

MATOS, D. A. S. M.; RODRIGUES, E. C. **Análise Fatorial**, Enap, 2019.

MAZZANTI, M.; ZOBOLI, R. **Economic instruments and induced innovation: The European policies on end-of-life vehicles**, Journal Ecological Economics, v. 58, pp. 318-337, 2006.

MONTENEGRO, R. L. G. **Inovações Ambientais e Sistemas Nacionais de Inovação: caracterizações para o período 1990-2010**, UFMG, 2016.

NASCIMENTO, C. A. O.; GUARDANI, R. **Análise Estatística multivariada aplicada a processos químicos**, USP, 2007.

NELSON, R. **Technology, institutions, and economic development**, Techno-economic paradigms: essays in honour of Carlota Perez, pp. 269-286, 2011.

OLTRA, V.; SAINT JEAN, M. **Sectoral systems of environmental innovation: an application to the French automotive industry**, Technological Forecasting and Social Change, v. 76, n. 4, pp. 567-583, 2009.

PEREIRA, A. S.; PALUDO, B.; VIEIRA, M.; CERBARO, R. H. **Texto para discussão: Apostila Análise Fatorial**, UPF, 2019.

RAIHER, A. P. **Os Determinantes da Localização Industrial por Nível Tecnológico no Paraná: Ênfase no Capital Humano**, Informe GEPEC, v. 15, n. 2, pp. 18-35, 2012.

RENNINGS, K. **Redefining innovation - eco-innovation research and the contribution from ecological economics**, Ecological Economics, v. 32, n.2, p. 319-332, 2000.

RENNINGS, K.; ZWICK, T. **Employment impacts of cleaner production**, ZEW Economics Studies, v. 21, 2003.

RODRIGUES, M. C. P. **Potencial de Desenvolvimento dos Municípios Fluminenses: uma Metodologia Alternativa ao IQM, com Base em Análise Fatorial Exploratória e Análise de Clusters**, Caderno de Pesquisas em Administração, v. 9, pp. 75-89, 2002.

SCHIEDERIG, T.; TIETZE, F.; HERSTATT, C. **Green innovation in technology and innovation management – an exploratory literature review**, ReD Management, v. 42, n. 2, pp. 180-192, 2012.

SINGH, S. K.; GIUDICE, M. D.; CHIERICI, R.; GRACIANO, D. **Green innovation and environmental performance**, Journal of International Business Research, v.14, 2020.

STOJČIĆ, N. **Social and private outcomes of green innovation incentives in European advancing economies**, Journal Technovation, v. 104, 2021.

TOURINHO, O. A. F.; MOTTA, R. S.; ALVES, Y. B. **Uma aplicação ambiental de um modelo de equilíbrio geral**, IPEA, 2003.

TRIGUERO, A.; MORENO-MONDÉJAR, L.; DAVIA, M. **Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs**, Journal Ecological Economics, v. 92, pp. 25-33, 2013.

TRIGUERO, A.; MORENO-MONDÉJAR, L.; DAVIA, M. **Leaders and Laggards in Environmental Innovation: An Empirical Analysis of SMEs in Europe**, Journal Business Strategy and the Environment, v. 25, pp. 28-39, 2016.

VAN DER BERGH, J. **Handbook of Environmental and Resource Economics**. Cheltenham and Northampton: Edward Elgar, 1999.

VICINI, L.; SOUZA, A. M. **Análise Multivariada: da teoria à prática**, UFSM, 2005.

WAGNER, M. **Empirical influence of environmental management on innovation: Evidence from Europe**, Journal Ecological Economics, v. 66, pp. 392-402, 2008.