



### **Fatores Determinantes da EcoInovação no Complexo Eletrônico Brasileiro**

*Stela Luiza de Mattos Ansanelli (UNESP)*

*Israel Guratti (ABINEE)*

*Matheus Gonçalves Cintrão (UNESP)*

*Alexandre Sartoris Neto (UNESP)*

#### **Resumo**

O objetivo deste artigo é investigar os fatores determinantes das EcoInovações no complexo eletrônico brasileiro, por meio de pesquisa de campo e análise estatística descritiva e estimação dos modelos Logit binomial e multinomial. Os resultados apontaram que, neste caso específico, o mercado, e não a regulação ambiental, tem sido o principal fator determinante das EcoInovações, pois outras variáveis precisam ser incorporadas no modelo (efetiva implementação da regulação, capacitação institucional e rigor/enforcement e tipo de impacto ambiental). As EcoInovações de produto dependem do mercado e as de processo, das regulações; firmas mais inovadoras também são Ecoinovadoras e o porte da empresa importa, mas não a origem do capital, pois muitas vezes a prática da filial não está vinculada à da matriz.

Palavras Chave: EcoInovação, complexo eletrônico, determinantes

#### **Abstract**

*The objective of this article is to investigate the determinants of Ecoinnovations in the Brazilian electronic complex, through field research and descriptive statistical analysis and estimation of binomial and multinomial Logit models. The results pointed out that, in this specific case, the market, rather than environmental regulation, has been the main determinant of Eco-innovations, since other variables need to be incorporated into the model (effective implementation of regulation, institutional capacity building and rigor / environmental impact). Product eco-innovations depend on the market and the processes of regulation; most innovative firms are also Eco-vendors and the size of the company matters, but not the origin of capital, since the practice of the affiliate is often not linked to that of the parent.*

*Key Words: Eco-innovation, electronic complex, determinants*

Área ABEIN: 5.3 Inovação, ecoInovação, desenvolvimento e sustentabilidade

JEL: Q56

## 1.Introdução

A Eco inovação, entendida de forma ampla como inovação que reduz impactos ambientais, tem tido uma importância crescente em diferentes dimensões. Devido ao cenário global de escassez de recursos e energia, as Eco inovações vêm sendo o foco de políticas ambientais e novas estratégias competitivas (HORBACH, OLTRA, BELIN, 2013). Diferentemente de outras inovações, Eco inovações podem gerar duplos benefícios, por causa dos transbordamentos econômicos positivos destas inovações somadas à internalização dos impactos ambientais (HORBACH, OLTRA, BELIN, 2013). Do ponto de vista das firmas, pode ser um meio de obter crescimento e lucratividade a partir da interação entre inovação e sustentabilidade (BOSSLE et al, 2016). Para os países, pode constituir um caminho para reduzir a poluição e estimular a eficiência dos recursos, visto que a poluição gera não só problemas públicos de saúde como também perdas econômicas (WU-GAN CAI; XIAO-LANG ZHOU, 2014). Embora considerado recente, o interesse no tema é crescente tanto do ponto de vista acadêmico quanto prático. As publicações de artigos científicos, em bases como ISI Web Knowledge, sobre Eco inovação vem aumentando desde 1994, intensificando-se sobretudo a partir de 2008 (BOSSLE, 2016).

Em face desta relevância, muitos estudos internacionais têm se voltado na investigação dos determinantes das Eco inovações, em especial na Europa a partir dos *Community Innovation Survey* (CIS), base de dados que fornece tais informações (CHIARVESIO, DE MARCHI, DI MARIA, 2015; BORGHESI, CAINELLI, MAZZANTI, 2015; HORBACH, OLTRA, BELIN, 2013; HORBACH, RAMMER, RENNINGS, 2012; HORBACH, 2016; CAINELLI, D'AMATO, MAZZANTI, 2015).

No Brasil alguns autores têm explorado o perfil das Eco inovações (QUEIROZ, POCADEMI, 2014; HOFF, AVELLAR, ANDRADE, 2016, RABÊLO, MELO, 2016). Contudo, como ressaltado nestes estudos, ainda falta uma análise dos seus determinantes, uma vez que a principal fonte de dados das Eco inovações é a Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica (PINTEC), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que não coleta essas informações.

O objetivo deste artigo é contribuir para essa discussão, investigando os fatores determinantes das Eco inovações, por meio de pesquisa de campo na busca de dados primários, no complexo eletrônico brasileiro, em função da sua representatividade no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, por ser o setor mais inovador e por causar impactos ambientais após o consumo final dos bens.

## 2.Fatores determinantes da Eco inovação: apontamentos da literatura

Eco inovação é um conceito recente que surgiu nos anos 1990 (KEMP, 2010). Não existe uma definição consensual sobre o termo, porém as mais utilizadas na literatura internacional são as de Kemp e Pearson (2008) e da OECD (2009 a e b) (BOSSLE, 2016).

Kemp e Pearson (2008, p. 7), a partir da denominação de inovação da OECD (2005)<sup>1</sup>, definem Eco inovação como:

a produção, aplicação ou exploração de um bem, serviço, processo de produção, estrutura organizacional ou gestão ou métodos de negócios que é novo para a firma (que desenvolveu ou adotou) e que resulta, através de seu ciclo de vida, na redução do risco ambiental, poluição e outros impactos negativos do uso dos recursos (inclusive uso de energia) comparado com alternativas relevantes.

---

<sup>1</sup> Inovação é a implementação de novos ou melhorados produtos (bens ou serviços), processos, métodos de marketing ou de organização (OECD, 2005).

Essa definição é ampla e apresenta três características (HORBACH, RAMMER, RENNINGS, 2012):

- está baseada em uma visão subjetiva, pois se trata de novidade para a firma, e está alinhada com o Manual de Oslo;
- considera inovações implementadas enfatizando os resultados ambientais;
- relaciona impacto ambiental ao estado da arte, por comparar com alternativas relevantes.

Para OECD, Ecoinovação é uma inovação, não só em produtos, mas também em processos e métodos organizacionais, que trazem benefícios ao meio ambiente, ou ao menos reduz impactos ambientais (OECD, 2009a), sejam elas intencionais ou não. As Ecoinovações podem ser analisadas em três dimensões (OECD 2009b):

- objetivos: foco das Ecoinovações (produto, processo, métodos, mudanças organizacionais) entre outros;
- mecanismos: forma como as mudanças que geram Ecoinovações são introduzidas (modificações, *redesign*, alternativas e criação);
- impactos: efeito das Ecoinovações sobre o meio ambiente.

Para a OECD (2009b), as Ecoinovações em produto e processo estão relacionadas a mudanças tecnológicas, enquanto as outras não.

A Ecoinovação, para as duas fontes, está alinhada com o Manual de Oslo e não importa se os resultados ambientais foram intencionais ou não. A definição da OECD, no entanto, é um pouco mais estrita.

Quando se trata da abordagem dos determinantes da Ecoinovação não há divergências conceituais entre os autores, antes apenas pequenas variações na forma de classificação dos fatores. A metodologia utilizada pelos autores, no entanto, é diversa (HORBACH, OLTRA, BELIN, 2013; BOSSLE ET AL, 2016; ALOISE, NODARI, DORION, 2016)

A regulação ambiental é reconhecida na literatura como o principal fator determinante da Ecoinovação desde a formulação da Hipótese de Porter, segundo a qual as empresas, por meio da pressão para corrigir danos ambientais, realizam inovações que compensarão seus custos de adequação, gerando benefícios duplos (PORTER, VAN DER LINDE, 1995a e b; HORBACH, RAMMER, RENNINGS, 2012; WONG, 2013). A regulação é necessária para dirigir a Ecoinovação, pois, diferentemente das outras inovações, as firmas não são capazes de reconhecer sua potencial economia de custos, como energia e uso de materiais (HORBACH, OLTRA, BELIN, 2013).

Apesar da importância desse elemento, os autores entendem que as Ecoinovações não constituem uma resposta sistemática à regulação e chamam a atenção para outros elementos ligados ao mercado e à capacidade tecnológica das firmas.

Rennings (2000) construiu uma abordagem híbrida a partir da economia da inovação e da economia ambiental. Para o autor, as Ecoinovações enfrentam um tipo de externalidade dupla, pelo efeito transbordamento decorrente do processo de inovação e pela redução da externalidade ambiental causada pelo novo produto ou processo. Desse modo, a capacidade tecnológica e a demanda não conseguem, sozinhas, desencadear as Ecoinovações, o que exige um suporte regulatório. Com isso, os determinantes regulatórios da Ecoinovação ficaram conhecidos como fatores puxados/empurrados pela regulação (*regulatory push/pull effects*). No entanto, a regulação ambiental, exclusivamente, não fornece estímulos permanentes para a Ecoinovação, de modo que ações voltadas à redução das emissões desaparecem uma vez cumprida a adequação.

Assim, Rennings (2000) classifica os fatores determinantes das Ecoinovações em três grupos:

- empurrados pela tecnologia (*technology push*): como a eficiência de materiais e energética e a qualidade dos produtos;

- puxados pelo mercado (*market pull*), como a participação no mercado, a concorrência, a conquista de novos mercados, a imagem e a demanda dos consumidores;
- puxados/empurrados pela regulação (*regulatory push/pull effects*): como as leis e as normas de saúde e segurança.

De modo similar, Horbach, Rammer, Rennings (2012) apresentaram quatro conjuntos de fatores:

- regulação, seja existente ou anunciada;
- fatores puxados pelo mercado, que se referem aos benefícios percebidos pelo consumidor;
- fatores empurrados pela tecnologia, como atividades inovativas, P&D e inovações organizacionais;
- fatores específicos às firmas, como a presença de mecanismos de transferência de conhecimento, de envolvimento em redes de cooperação e habilidades ambientais.

Horbach, Oltra e Belin (2013) e Horbach (2016) classificaram os determinantes de outra forma. Com relação às segmentações anteriores, os autores especificaram os fatores e incluíram outros tipos de instrumentos e elementos políticos. Assim, os determinantes podem fazer parte:

- do lado da oferta: capacidades tecnológicas, que envolvem bases de conhecimento internas (P&D) e externas (redes de cooperação e institutos de pesquisa), recursos (físicos, humanos, financeiros e organizacionais), apropriabilidade (patentes) e características de mercado;
- do lado da demanda: consciência ambiental, preferência do consumidor por produtos ambientalmente amigáveis, busca por aumentar a participação no mercado ou penetrar em novos segmentos;
- da regulação e determinantes políticos: política ambiental (regulação e instrumentos de incentivos), infraestrutura institucional e *design* regulatório (rigor, flexibilidade e tempo de adequação).

Bossle et al (2016), por meio de uma profunda revisão bibliográfica, concluíram que os fatores determinantes das Ecoinovações podem ser apresentados como externos (pressão regulatória, pressão normativa e cooperação com atores externos) e internos (eficiência tecnológica e organizacional, capacidade de gestão ambiental e recursos humanos) às firmas.

Alguns autores sugerem a inclusão de variáveis de controle, como o tamanho da firma, a origem do capital e o setor (BOSSLE, ET AL, 2016; WONG, 2013; CLEFF, RENNINGS, 1999).

Evidências empíricas enfatizam o efeito de cada determinante sobre as Ecoinovações e sugerem a discussão dessas variáveis complementares.

Para Kemp (2010) os efeitos dos instrumentos de política ambiental dependem de como são utilizados. O autor observou que a regulação ambiental tende a gerar inovações radicais, exceto quando o regulador quer resultados rápidos. Taxas e mercado de emissões são mais flexíveis e bem vistos pelas firmas.

Cleff e Rennings (1999) observaram que a maioria das firmas inovadoras na Alemanha, em 1996, eram ecoinovadoras, em especial as grandes. As Ecoinovações de processo foram determinadas pela regulação, enquanto as de produto, pelo mercado. Isso pode ser explicado pelo fato de que Ecoinovações de processo configuram baixos benefícios ao consumidor, enquanto que de produto, adiciona.

Vários estudos realizados para a Europa se amparam nos *Community Innovation Survey* (CIS). Para Horbach, Rammer e Rennings (2012), a partir do CIS 2009, a regulação exerceu forte influência sobre as Ecoinovações, seguida da economia de custos, enquanto que os subsídios foram irrelevantes. Assim, como já observado, a regulação gerou

inovações de processo e a economia de custo, fator de mercado, foi predominante para o desenvolvimento de tecnologias mais limpas.

Horbach, Oltra e Belin (2013) compararam os determinantes da Eco inovação na França e na Alemanha a partir do 4º CIS, por meio de um estudo econométrico. Os resultados foram similares aos do estudo anterior para os dois países, com adição de dois aspectos: gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) internos se mostraram irrelevantes, mas fontes externas de conhecimento, como relações de cooperação com Institutos de Pesquisa, foram essenciais para Eco inovações.

Horbach (2016), refletindo sobre os diferentes níveis de desenvolvimento entre os países da Europa, comparou os determinantes da Eco inovação entre países do Ocidente e Oriente, a partir do CIS 2008. Em termos gerais, observou-se, novamente, que a regulação gerou Eco inovações mais paliativas, enquanto a demanda determinou Eco inovações de produto. As medidas regulatórias se mostraram mais importantes nos países da Europa Oriental devido sua alta intensidade de poluição, indicando um déficit de regulação nestes. Houve transferência de tecnologia dos países do ocidente para os do oriente, uma vez que as Eco inovações requerem uma ampla base de conhecimento, precária nesses países. Os subsídios do governo, ao contrário dos países mais ricos, é um fator crucial para as Eco inovações.

Wu e Xiao (2014) destacaram a necessidade de diferenciar conclusões de estudos realizados em regiões desenvolvidas daquelas de países em desenvolvimento. A partir de questionários aplicados em mais de 1.000 empresas na China em 2012, concluíram que fatores externos, como a regulação e a demanda de mercado, afetam o desenvolvimento das Eco inovações parcialmente por meio dos fatores internos às firmas (conhecimento, estoque de capital).

Wong (2013) investigou 203 projetos de P&D em Eco inovação na indústria eletrônica chinesa em 2011. Como resultados, observaram que há uma relação indireta entre requisitos ambientais e inovação de produto e processo, por meio da base de conhecimento da firma. Assim como o estudo anterior, este concluiu que houve inter-relação entre fatores externos e internos à firma. Ambos também consideraram a origem do capital da firma no perfil dos respondentes, característica presente em países em desenvolvimento, mas esta variável não foi incluída nos modelos.

No Brasil há escassez de estudos sobre os determinantes da Eco inovação. Antes sim, alguns exploram aspectos paralelos. Para Lustosa (2002 e 2010) empresas internacionalizadas têm maiores preocupações ambientais, seja por pressão da matriz ou do mercado externo; as empresas maiores acreditam que o meio ambiente influencia sua competitividade e empresas que realizam investimentos em P&D e inovam são mais aptas a adotar Eco inovações.

Outros estudos realizados com base na PINTEC (vários anos) parecem indicar resultados semelhantes. Queiroz e Pocademi (2014) constataram que o tamanho da firma e a origem do capital, bem como fatores associados à capacitação tecnológica, importam para a introdução das Eco inovações. Para Hoff, Avellar e Andrade (2016), qualquer tipo de atividade inovativa, mesmo com baixos gastos em P&D, é importante para realização das Eco inovações. Rabêlo e Melo (2016) também reconheceram uma relação positiva entre Eco inovações técnicas, associadas a produto e processo, e a performance das indústrias inovadoras brasileiras.

Desse modo, os apontamentos mais frequentes na literatura, sejam de ordem teórica ou empírica, com respeito aos fatores determinantes das Eco inovações (e suas implicações), permitem formular quatro Hipóteses:

H1: a regulação ambiental é o principal fator indutor da Eco inovação;

H2: a regulação ambiental exerce forte influência sobre Eco inovação de processo, enquanto o mercado exerce forte influência sobre Eco inovação de produto;

H3: firmas inovadoras também são Eco inovadoras;

H4: o tamanho da empresa e a origem do capital importam para o desenvolvimento da Eco inovação.

### 3. Metodologia

O setor de equipamentos eletroeletrônicos é composto, segundo Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2019), pelos segmentos de componentes elétricos e eletrônicos, dispositivos móveis de comunicação, telecomunicações, serviços de manufatura em eletrônica, informática, equipamentos de segurança eletrônica, utilidades domésticas eletroeletrônicas e automação industrial. O faturamento do setor, em relação ao PIB e em relação ao PIB Industrial, encontrou-se em torno de 2,1% e 9,8% respectivamente nos últimos anos (2016 - 2018). Seu saldo da balança comercial tem sido deficitário, tendo com principal destino das exportações países da América Latina e, como origem das importações, países da Ásia.

Este setor possui características tecnológicas e ambientais relevantes no refere ao estudo da Eco inovação e que justificam sua escolha. Ele é considerado um dos setores mais inovadores e de maior conteúdo tecnológico no Brasil, segundo a PINTEC 2014, realizada pelo IBGE (2016). Além do setor automobilístico, os segmentos que apresentaram as maiores taxas de inovação entre 2012-2014, foram: equipamentos de informática e periféricos (74,8%); fabricação de equipamentos de comunicação (73,7%); fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos (73,6%); e fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos, e equipamentos de irradiação (72,7%).

De acordo com estudos internacionais (LOW; YEATS, 1992; MANI; WHEELER, 1998; HETTIEGE ET. AL., 1995), o setor produtor de equipamentos eletroeletrônicos é classificado como limpo, segundo o critério de emissão de poluentes durante o processo produtivo, por apresentar menores gastos com redução e controle de poluentes do que outros setores, como químico, petroquímico, de petróleo e celulose e papel. No entanto, de acordo com o critério de pressão ambiental decorrente do consumo final do produto, o setor eletrônico se destaca por sua grande intensidade no uso de energia durante o consumo (UNEP, 2010) e pela crescente geração de resíduos perigosos pós-consumo (BALDÉ, 2017). Em 2017 foram geradas 44,7 milhões de toneladas de lixo eletrônico, o que equivale a 6,1 quilos por habitante (kg/hab)<sup>2</sup>. O Brasil é o segundo maior produtor de lixo eletrônico das Américas. Como os equipamentos eletrônicos possuem materiais como cádmio, cromo, mercúrio, chumbo, dentre outros, seu descarte inadequado pode causar danos irreversíveis à saúde humana, vegetal e ao meio ambiente (MMA, 2019).

Quanto à forma de realização da pesquisa de campo, foi elaborado, e previamente testado, um questionário contemplando: as características das empresas (tamanho, origem do capital mercado de destino, segmento); os principais tipos (produto, processo) e fatores determinantes da Eco inovação revelados pela revisão da literatura (oferta, demanda, origem do capital); e as definições de inovação, atividades inovativas e Eco inovação em

---

<sup>2</sup> Entende-se por resíduo ou lixo eletrônico (e-waste) uma gama de produtos com circuitos ou componentes elétricos com fonte de energia ou bateria que abrangem seis categorias: equipamentos de resfriamento e congelamento (geladeiras, freezers); telas (TV, monitor, notebook); lâmpadas; grandes equipamentos (geladeiras, secadoras, lavadoras); pequenos equipamentos (microondas, torradeiras, calculadoras); e tecnologias de informação e equipamentos de telecomunicações (telefones, impressoras, celulares, computadores) (BALDÉ et al., 2017).

sintonia com as do Manual de Oslo (OECD) e PINTEC (Brasil) e de Kemp e Pearson (2008).

Em seguida, os questionários foram enviados a diretores das 411 empresas associadas da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINNE), por intermédio do Gerente de Tecnologia e Política Industrial da ABINEE, Israel Guratti, entre julho de 2016 e abril de 2017, por correio eletrônico. 52 empresas retornaram<sup>3</sup>, das quais 48 responderam ao questionário, o que correspondem a uma amostra de 12%.

Após esse período, as respostas dos questionários foram tabuladas e as hipóteses foram testadas por meio de estatística descritiva e estimativas dos modelos Logit, binomial ou multinomial, conforme o caso. Se a variável dependente pode ser resultado de múltiplas respostas, numeradas de 0 a  $k - 1$ , serão estimados  $k - 1$  vetores de coeficientes  $\beta_j$ , representando a probabilidade de se escolher as alternativas  $j = 1, 2, \dots, k - 1$ , probabilidade esta que será calculada pela função logística, isto é:

$$P(Y_i=j)=\frac{e^{\beta_j X_i}}{1+\sum_{j=1}^{k-1} e^{\beta_j X_i}}.$$

Sendo a escolha da resposta  $j = 0$  dada pela diferença entre 1 e a soma das demais, de modo que:

$$P(Y_i=0)=\frac{1}{1+\sum_{j=1}^{k-1} e^{\beta_j X_i}}.$$

Sendo que  $X_i$  é o vetor com as variáveis do modelo

A estimativa destes coeficientes será feita por máxima verossimilhança.

O logit binomial pode ser considerado um caso particular do multinomial, em que temos apenas duas escolhas,  $Y = 0$  ou 1, de tal forma que apenas um vetor é necessário para se estimarmos a probabilidade de se escolher uma das alternativas.

$$P(Y_i=1)=\frac{e^{\beta' X_i}}{1+e^{\beta' X_i}}.$$

$$P(Y_i=0)=\frac{1}{1+e^{\beta' X_i}}.$$

#### 4. Resultados

Conforme apresentado no Quadro 1, praticamente metade das empresas da amostra eram controladas por capital nacional (25 ou 52%) e metade por capital estrangeiro (23 ou 48 %). O principal mercado de destino declarado foi o nacional e, com relação ao tamanho, a maioria das empresas foi classificada como de porte grande e médio, de acordo com a receita operacional bruta anual, conforme critério do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Importante destacar que 69% das empresas da amostra declararam ter realizado algum tipo de inovação que gerou melhorias ambientais nos últimos 3 anos, o que significa que a maioria das empresas realizou Ecoinovações.

**Quadro 1** – Descrição das empresas da amostra

Tamanho		Origem do capital		Mercado de Destino		Ecoinovação	
Micro	3	Nacional	25	Nacional	43	Sim	33
Pequena	7	Estrangeiro	8	Internacional	5	Não	15
Média	15	Filial de Multinacional	15				
Grande	23						

<sup>3</sup> Diretores de quatro empresas responderam ao email disponibilizando-se a preencher o questionário, mas declararam não ser permitido por política interna da empresa.

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

A seguir, serão discutidos os resultados dos testes das hipóteses.

**H1: A regulação ambiental é o principal fator indutor da Eco inovação: não corroborada**

De todas as empresas que declararam ter realizado Eco inovação, entendida como algum tipo de inovação (novo ou melhorado produto, processo, organização, sistema de gestão, planta), que gerou melhorias ambientais nos últimos três (3) anos, o fator mais apontado foi o mercado, seguido da regulação ambiental (Tabela 1). Desse modo, a Hipótese 1 não foi corroborada.

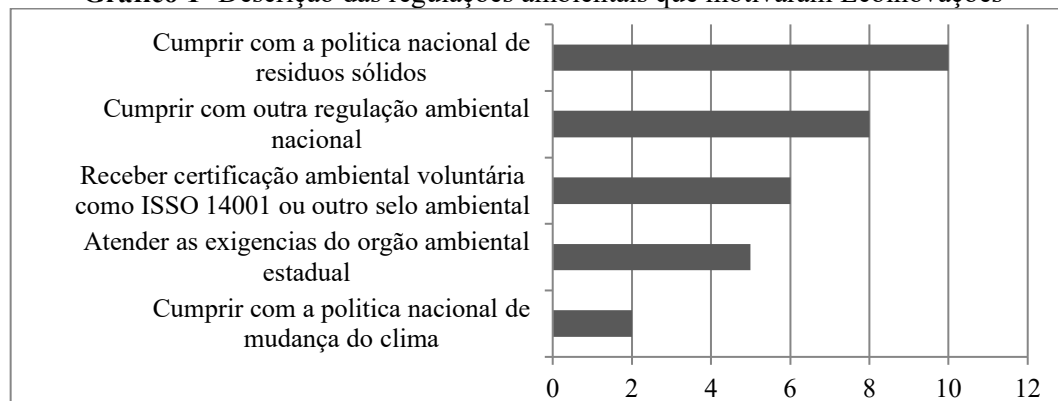
**Tabela 1-** Motivos que levaram as empresas a desenvolver Eco inovações

Motivos	Respostas
Mercado	28
Regulação	15
Origem do capital	10
Incentivo governamental	3

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

Apesar da importância do mercado, foi possível identificar o tipo de regulação ambiental mais apontada pelas empresas, conforme o Gráfico 1. Dentre estas, destacou-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

**Gráfico 1-** Descrição das regulações ambientais que motivaram Eco inovações



Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

A PNRS foi instituída em 2010, pela Lei 12.305/2010, prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

A PNRS estabelece a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, cidadãos e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor. Por obrigar os produtores e comercializadores de pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos e seus componentes a



realizar a logística reversa, espera-se que a PNRS tenha um potencial impacto sobre o complexo eletrônico.

De acordo com Horbach, Rammer, Rennings (2012), embasados nas evidências de países desenvolvidos, a regulação ambiental existente e anunciada por si só podem impulsionar as Eco inovações. No entanto, podemos observar que, no caso do Brasil, a mera existência da PNRS, promulgada em 2010, não foi capaz de exercer o efeito desejado sobre o setor.

Segundo Teodósio *et al* (2016) a PNRS encontra-se em procrastinação. Embora seja considerada uma das legislações ambientais mais modernas do mundo e ser fruto de demandas e debates entre sociedade civil, legisladores e grupos empresariais, seus objetivos não foram atingidos e sua efetiva implementação foi adiada mais de uma vez, com prazos e novas metas redefinidos para 2018 e 2021. Do ponto de vista das empresas, estas são responsabilizadas pela destinação e reaproveitamento dos resíduos derivados de seus produtos, o que exige mais do que ações pontuais das firmas para cumprir a legislação. São necessárias mudanças desde o *design*, produção, distribuição, coleta, etc.

De modo complementar, Mariello, Britto e Valle (2018), ressaltam a falta de capacidade institucional na implementação de metas e diretrizes, ou seja, destacam a falta de governança institucional dos atores envolvidos.

Ademais, conforme destacam institucionalistas (NORTH, 1990), as instituições são compostas de regras informais, formais e da capacidade de as fazerem cumprir (*enforcement*). Neste sentido, sendo a regulação ambiental uma regra formal, sua implementação efetiva necessita do *enforcement*. Ou seja, a falta de comprovação da Hipótese 1 pode levantar a necessidade de que outras variáveis qualitativas sejam incorporadas nos modelos de análise dos fatores determinantes das Eco inovações além da existência da regulação ambiental, como: a **vigência efetiva e o rigor (ou capacidade enforcement)** da regulação ambiental em países em desenvolvimento.

De modo complementar, ainda baseado em Horbach, Rammer, Rennings (2012), é possível associar fatores determinantes da Eco inovação às diferentes áreas de impacto ambiental. Segundo os autores, as exigências dos clientes são fontes importantes de Eco inovações, sobretudo relacionada a inovações de produto, que reduzem o consumo de energia e da geração de resíduos e do uso de substâncias perigosas. Por sua vez, regulações são mais importantes na redução de emissões atmosféricas (dióxido de carbono, CO<sub>2</sub> e dióxido de enxofre, SO<sub>2</sub>) e de efluentes líquidos. Desse modo, pode-se inferir que a influência dos fatores determinantes sobre as Eco inovações também **dependem do tipo de impacto ambiental**: mercado é relevante sobre Eco inovações que reduzem o consumo de energia e resíduos, uma vez que está vinculada ao consumo do produto, e regulação sobre eco inovações de processo, que enfatizam emissões durante o processo produtivo.

**H2: a regulação ambiental exerce forte influência sobre Eco inovação de processo, enquanto o mercado exerce forte influência sobre Eco inovação de produto:** corroborada

De acordo com a Tabela 2 abaixo, dentre os principais fatores determinantes da Eco inovação de produto, o mercado foi o único significativo. Desse modo, pode-se observar que a Hipótese 2 foi corroborada, no que trata da influência do mercado na Eco inovação de produto. Conforme a Tabela 3, Eco inovações de processo seriam insignificantes na ausência dos fatores regulação e mercado e a taxa de influência da regulação é superior à do mercado, como pode ser visto pela diferença entre os coeficientes e nível de significância estatística.

Tal resultado tem respaldo nas implicações que alterações de produto podem trazer

durante o processo produtivo. Por exemplo, a retirada do chumbo do equipamento eletrônico (por exemplo, pela utilização de solda sem chumbo) envolve não somente uma substituição de insumos, mas requer a utilização de novo maquinário e rotina de produção, afetando, portanto, também o processo produtivo (MORO, 2014).

**Tabela 2** – Fatores determinantes das Eco inovações de Produto  
Variável dependente: Eco inovação de Produto

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
Constante	-2,96086	1,02729	-2,882	0,0039	***
Mercado	3,23313	1,19270	2,711	0,0067	***
Origem do capital	-0,0388565	0,841922	-0,04615	0,9632	
Regulação	0,289988	0,774950	0,3742	0,7083	
Incentivo	0,327435	1,34057	0,2442	0,8070	

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

**Tabela 3** – Fatores determinantes das Eco inovações de Processo  
Variável dependente: Eco inovação de Processo

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
Constante	-2,38769	0,775198	-3,080	0,0021	***
Mercado	1,97926	0,979160	2,021	0,0432	**
Origem do capital	0,242175	0,965671	0,2508	0,8020	
Regulação	1,98969	0,842547	2,362	0,0182	**
Incentivo	-1,06336	1,48666	-0,7153	0,4744	

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

### H3: as firmas inovadoras também são Eco inovadoras: corroborada

Das 48 empresas que respondem aos questionários, 89,5% disseram ter realizado algum tipo de inovação (novo ou melhorado produto ou processo) nos últimos anos. Destas, conforme apresentado na Tabela 4, 77% também declararam ter desenvolvido Eco inovações no período. Assim, em termos de estatística descritiva, a Hipótese 3 é corroborada.

**Tabela 4** – Empresas que declaram ter inovado e ter realizado Eco inovação

	Realizou Eco inovação	Não Realizou Eco inovação
Realizou inovação	33	10
Não realizou inovação	0	5

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

### H4: o tamanho da empresa e a origem do capital importam para o desenvolvimento da Eco inovação: corroborada parcialmente

De acordo com as Tabelas 5 e 6 pode-se observar que as empresas de porte médio (com faturamento R\$10,5 milhões até R\$60,0 milhões) tem menos chance de investir de 0% a 2,5% do gasto total em P&D do que as grandes empresas, mas uma chance maior de investir de 2,5% a 5% do que as maiores. Estimativas das empresas de porte pequeno e micro foram prejudicadas pelo tamanho reduzido da amostra para estas empresas.

Como a Tabela 5 exige a omissão de uma das variáveis (no caso, de 0 a 2,5% de gasto com P&D/Gasto total em P&D), foi produzida uma regressão binomial especificamente para esta variável a fim de explicitar seu comportamento, como ressalta a

Tabela 6.

**Tabela 5** – Porte das empresas e gastos com P&D necessários para realizar Eco inovações/gasto se total com P&D

Variável dependente: Gasto com P&D necessários para realizar Eco inovação				
<i>Porte</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
P&D de 2,5% a 5% <sup>1</sup>				
Const	-0,916291	0,591608	-1,549	0,1214
Micro	-17,9292	8744,40	-0,002050	0,9984
Pequena	0,223144	1,36015	0,1641	0,8697
Média	2,30259	1,26491	1,820	0,0687 *
P&D mais de 5% <sup>2</sup>				
Const	-0,510826	0,516398	-0,9892	0,3226
Micro	-18,4524	9274,84	-0,001990	0,9984
Pequena	-17,6558	6227,46	-0,002835	0,9977
Média	1,20397	1,32916	0,9058	0,3650

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

- 1) Por um problema de independência linear dos dados, os gastos com P&D até 2,5% foram omitidos e os coeficientes dos gastos com P&D estão apresentados com relação a variável omitida.
- 2) O número reduzido de empresas de pequeno e médio porte faz com que cada combinação de dados (P&D e Tamanho) tenha poucos representantes, desta forma os gastos de 5% a 10% e mais de 10% foram agrupados.

**Tabela 6** – Porte das empresas e parcela dos gastos com P&D Eco inovações/Gasto total P&D

Variável dependente: menos de 2,5% dos gastos totais com P&D				
	<i>coeficiente</i>	<i>erro padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
Const	-0,262364	0,420622	-0,6238	0,5328
Micro	-0,430783	1,29496	-0,3327	0,7394
Pequena	-0,653926	0,936442	-0,6983	0,4850
Média	-2,37669	1,11730	-2,127	0,0334 **

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

Apesar de o resultado ter sido significativo para estas faixas de investimento em P&D para médias empresas, é possível observar também que as firmas grandes tem a maior probabilidade de investir acima de 5% do gasto total com P&D em Eco inovações. Tais resultados são representados pelas probabilidades estimadas do modelo e constam na Tabela 7.

**Tabela 7-** Tamanho das empresas e parcela dos gastos com P&D Eco inovações/Gasto total P&D (método das probabilidades estimadas)

Porte	Gasto com P&D /Faturamento para Eco inovações		
	Menos de 2,5%	Entre 2,5% e 5%	>5%
Micro	1,0	0,0	0,0
Pequena	0,67	0,33	0,0
Média	0,15	0,57	0,28
Grande	0,50	0,20	0,30

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

No que trata do controle do capital das empresas, conforme Tabela 8, o teste

econométrico relacionou a parcela do gasto em P&D em Ecoinoações (variável dependente) com a origem do capital das empresas. Como apenas as constantes foram significativas, não é possível afirmar que a origem do capital exerça influência no investimento em P&D. Não houve resultados estatisticamente significativos, logo, não há, estatisticamente, diferença entre os investimentos em P&D para empresas nacionais e estrangeiras.

**Tabela 8** – Origem do Capital e parcela do gasto com P&D em Ecoinoação

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
P&D 2,5% a 5% <sup>1</sup>					
Const	-1,38629	0,790569	-1,754	0,0795	*
Capital nacional <sup>2</sup>	1,38629	0,954314	1,453	0,1463	
P&D 5% a 10%					
Const	-0,693147	0,612372	-1,132	0,2577	
Capital nacional	-18,6174	5897,85	-0,003157	0,9975	
P&D mais de 10%					
Const	-2,07944	1,06066	-1,961	0,0499	**
Capital nacional	1,23214	1,26538	0,9737	0,3302	

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

- 1) Por um problema de independência linear dos dados, os gastos com P&D até 2,5% foram omitidos e os coeficientes dos gastos com P&D estão apresentados com relação à variável omitida.
- 2) Por um problema de independência linear dos dados, empresas de capital estrangeiro foram omitidos e os coeficientes dos gastos com P&D estão apresentados com relação à variável omitida.

Uma possível explicação para a não corroboração desta parte da Hipótese 4 pode estar associada ao vínculo da estratégia de gestão ambiental da filial com a da matriz. Segundo Hansen (1999), matrizes estão localizadas em países com regulações ambientais mais rígidas e, as filiais, em países em desenvolvimento com regulações mais frouxas. Se há centralização com as práticas da matriz, a gestão está vinculada ao marco regulatório do país de origem e pode trazer a transferência de tecnologias ambientais avançadas; caso o modo de gestão esteja adaptado ao marco local, não há esse efeito. Ou seja, os resultados no caso da relação entre origem do capital e Ecoinoação não apontam para centralização das filiais com a matriz.

Embora não esteja descrito na hipótese, a internacionalização das empresas também pode ser entendida como acesso ao mercado externo e é uma variável que merece ser investigada na determinação das Ecoinoações. Das empresas da amostra, o mercado nacional foi apontado como o principal destino para a maioria das empresas. No entanto, das que declararam ter o mercado estrangeiro como principal destino, 80% realizaram Ecoinoação, conforme Tabela 9. Apesar desse indício, como há poucas empresas cujo principal mercado é o estrangeiro, acredita-se que não haja evidências suficientes para confirmar a relação entre as variáveis.

**Tabela 9** – Mercado de destino e Ecoinoações

Principal mercado	Ecoinoação	Não realizou Ecoinoação	% Ecoinoação
Nacional	29	14	67%
Estrangeiro	4	1	80%

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados dos questionários.

## 5. Considerações finais

Este artigo teve como objetivo investigar os fatores determinantes das Eco inovações no complexo eletrônico brasileiro, por meio de pesquisa de campo na busca de dados primários. A relevância do setor recai sobre sua importância econômica, tecnológica (por ser um dos setores com maiores taxas de inovação no Brasil) e ambiental, pois apesar de ser grande gerador de resíduos após o consumo final dos produtos eletrônicos, tem sido considerado um setor limpo pelo critério de emissão de poluentes ao longo do processo produtivo.

Com base na revisão da literatura, quatro hipóteses foram testadas, por estatística descritiva e estimativas dos modelos Logit (binomial ou multinomial):

H1: a regulação ambiental é o principal fator indutor da Eco inovação;

H2: a regulação ambiental exerce forte influência sobre Eco inovação de processo, enquanto o mercado exerce forte influência sobre Eco inovação de produto;

H3: firmas inovadoras também são Eco inovadoras;

H4: o tamanho da empresa e a origem do capital importam para o desenvolvimento da Eco inovação.

A não corroboração da Hipótese 1 pode explicitar outras variáveis qualitativas que merecem ser incorporadas no modelo, sobretudo em países em desenvolvimento: a efetiva vigência da regulação ambiental, sua capacitação institucional (rigor e/ou *enforcement*), e a relação entre fator determinante de Eco inovação e área de impacto ambiental.

As Hipóteses 2 e 3 foram corroboradas pelo modelo, demonstrando a forte relação entre o fator e o tipo de Eco inovação, a entre a capacidade inovativa das empresas do setor e o desenvolvimento das Eco inovações. Com relação à Hipótese 4, o porte da empresa teve importância destacada nos gastos com P&D voltados à eco inovação, mas a origem do capital não, mostrando que não há um vínculo entre as matrizes e filiais no que trata da gestão ambiental.

## Referências

- ALOISE, P. G.; NODARI, C. H.; DORION, E. C. H. Eco inovações: um ensaio teórico sobre conceituação, determinantes e achados na literatura. *Interações*, Campo Grande, MS, v. 17, n. 2, p. 278-289, abr./jun. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA NACIONAL ELÉTRICA E ELETRÔNICA – ABINEE. Panorama Econômico, 2019.
- BALDÉ, C. P. et al. The Global E-waste Monitor 2017: Quantities, Flows, and Resources. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna, 2017.
- BORGHESI, S.; CAINELLI, G.; MAZZANTI, M. Linking emission trading to environmental innovation: evidence from the italian manufacturing industry. *Research Policy*, v. 44, p. 669-683, 2015.
- BOSSLE, M. B.; BARCELLOS, M. D.; VIEIRA, L. M.; SAUVÉE, L. The drivers for adoption of eco-innovation. *Journal of Cleaner Production*, v. 113, p. 861-872, 2016.
- CAINELLI, G.; D'AMATO, A.; MAZZANTI, M. Adoption of waste-reducing technology in manufacturing: regional factors and policy issues. *Resource and Energy Economics*, v. 39, p. 53-67, 2015.
- CHIARVESIO, M.; DE MARCHI, V.; DI MARIA, E. Environmental innovations and internationalization: theory and practices. *Business Strategy and the Environment*, v. 24, p. 790-801, 2015.
- CLEFF, T.; RENNINGS, K. Determinants of environmental product and process innovation. *European Environment*, v. 9, p. 191-201, 1999.

- HANSEM, M. W. Cross border environmental management in transnational corporations: as analytical framework. Occasional Paper n. 5. Report as parto f Unctad/CBS Project: Cross border environmental management in transnational corporations, 1999.
- HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGH, M.; WHEELER, D. IPPS – The Industrial Pollution Projection System. Worldbank, 1995.
- HOFF, D. N.; AVELLAR, A. P.; ANDRADE, D. C. Eco-inovação nas empresas brasileiras: investigação empírica a partir da PINTEC. *Revista Iberoamericana de Economia Ecológica*, v. 26, p. 73-87, 2016.
- HORBACH, J.; RAMMER, C.; RENNINGS, K. D. Determinants of eco-innovation by type of environmental impact – The role of regulatory push/pull, technology push and Market pull. *Ecological Economics*, v. 78, p. 112-122, 2012.
- HORBACH, J.; OLTRA, V.; BELIN, J. Determinants and specificities of eco-innovations compared to other innovations – An econometric analysis for the French and German industry based on the Community Innovation Survey. *Industry and Innovation*, v. 20, n. 6, p. 523-543, 2013.
- HORBACH, J. Empirical determinantsof eco-innovation in European countries using the community innovation survey. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 19, p. 1-14, 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – IBGE. Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica – 2012-2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- KEMP, R.; PEARSON, P. Final repostof the M EI Project measuring eco innovation. *Uno Merit Maastricht* (The Netherlands), 2008, 119 p. Disponível em: <<https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2015.
- KEMP, R. Eco-innovation: definition, measuremet and open research issues. *Economia Política*, Itália, v. XXVII, n. 3, p. 397-419, 2010.
- LOW, P.; YEATS, A. Do Dirty Industries Migrate? In: LOW, P. (Ed.). *International Trade and the Environment*. Washington, DC: The World Bank, 1992. p. 89-104. Discussion Paper 159.
- MANI, M.; WHEELER, D. In Search Of Pollution Havens? Dirty Industry In the World Economy, 1960-1995. *Journal of Environment & Development*, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 215-247, sep. 1998.
- LUSTOSA, M. C. J. *Meio ambiente, inovação e competitividade na indústria brasileira: a cadeia produtiva do petróleo*, 2002, 267 f. (Tese de Doutorado em Economia) Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro.
- LUSTOSA, M. C. Industrialização, meio ambiente, inovação e competitividade. In: MAY, P. H. (org.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MARIELLO, A.; BRITTO, A. L. P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Revista de Administração Pública*, RJ, 52 (1): 24-51, jan-fev. 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA, 2019.
- MORO, M. A. Inovações Tecnológicas ambientais: uma análise para o setor de microeletrônica. 2014 126f. Dissertação (Pós Graduação em Economia), Faculdade de Ciências e Letras, UNESP, São Paulo, 2014.
- NORTH, D. *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge : University Press, 1990.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. *Sustainable manufacturing and eco-innovation: framework, practices and measurement – Synthesis Report*. Paris: OECD, 2009a.
- \_\_\_\_\_. *Eco-innovation in indsutry: enabling green growth*. Paris: OECD, 2009b.

PORTER, M.; VAN DER LINDE, C. Green and competitive: engind the stalemate. *Harvard Business Review*, p. 120-134, set./out 1995a.

\_\_\_\_\_. Toward a new conception of environment-competitiveness relationship. *Journal of Economia Perspectives*, v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995b.

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

RABÊLO, O. S.; MELO, A. S. A. Ecoinovação técnica aumenta a performance das indústrias inovadoras? In: 44º Encontro Nacional de Economia- ANPEC, 2016, Foz do Iguaçu/PR. *Anais...* Foz do Iguaçu/PR, 2016.

QUEIROZ, J. M.; POCADEMI, M. G. von B. Estratégia inovativa das firmas brasileiras: convergência ou divergência com as questões ambientais? *Revista Brasileira de Inovação*, v. 13, n. 1, p. 187-224, 2014.

TEODÓSIO, D. ET AL. Procastinação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: catadores, governo e empresas na governança urbana. *Ciência e Cultura*, v. 18, n. 4, oct./dec. 2016.

UNEP. Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials. A Report of the Working Group on the Environmental Impacts of Products and Materials to the International Panel for Sustainable Resource Management. Hertwich, E., van der Voet, E., Suh, S., Tukker, A., Huijbregts M., Kazmierczyk, P., Lenzen, M., McNeely, J., Moriguchi, Y., 2010.

WONG, S. K. S. Environmental requirements, knowledge sharing and green innovation: empirical evidence from the electronics industry in China. *Business Strategy and the Environment*, v. 22, p. 321-338, 2013.

WU, G. C.; XIAO, L. Z. On the drivers of eco-innovation: empirical evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, v. 79, p. 239-248, 2014.

### ANEXO: Parâmetros das Regressões de Tabelas Específicas

Tabela 2 - Modelo Logit Binomial Variável dependente: Ecoinovação de Produto  
Erros padrão baseados na hessiana,

Média var. dependente	0,375000	D.P. var. dependente	0,489246
R-quadrado de McFadden	0,287198	R-quadrado ajustado	0,129742
Log da verossimilhança	-22,63506	Crítério de Akaike	55,27012
Crítério de Schwarz	64,62612	Crítério Hannan-Quinn	58,80577

Número de casos 'corretamente previstos' = 36 (75,0%)

f(beta'x) na média das variáveis independentes = 0,489

Teste de razão de verossimilhança: Qui-quadrado(4) = 18,24 [0,0011]

Tabela 3 - Modelo logit binomial Variável dependente: Ecoinovação de Processo  
Erros padrão baseados na hessiana

Média var. dependente	0,395833	D.P. var. dependente	0,494204
R-quadrado de McFadden	0,331495	R-quadrado ajustado	0,176320
Log da verossimilhança	-21,54038	Crítério de Akaike	53,08076
Crítério de Schwarz	62,43677	Crítério Hannan-Quinn	56,61641

Número de casos 'corretamente previstos' = 39 (81,2%)

f(beta'x) na média das variáveis independentes = 0,494

Teste de razão de verossimilhança: Qui-quadrado(4) = 21,3627 [0,0003]

Tabela 5 - Modelo Logit Multinomial Variável dependente: Gasto com P&D necessários para realizar Ecoinovação

Erros padrão baseados na hessiana

Média var. dependente	1,781250	D.P. var. dependente	0,832190
-----------------------	----------	----------------------	----------

Log da verossimilhança	-29,19250	Critério de Akaike	74,38500
Critério de Schwarz	86,11089	Critério Hannan-Quinn	78,27180

Número de casos 'corretamente previstos' = 18 (56,2%)

Teste de razão de verossimilhança: Qui-quadrado(6) = 9,35948 [0,1543]

Tabela 6: Modelo: Logit, usando as observações 1-48

Variável dependente: menos de 2,5% dos gastos totais com P&D

Erros padrão baseados na hessiana

Média var. dependente	0,291667	D.P. var. dependente	0,459340
R-quadrado de McFadden	0,119313	R-quadrado ajustado	-0,018739
Log da verossimilhança	-25,51755	Critério de Akaike	59,03511
Critério de Schwarz	66,51991	Critério Hannan-Quinn	61,86363

Número de casos 'corretamente previstos' = 34 (70,8%)

f(beta'x) na média das variáveis independentes = 0,185

Teste de razão de verossimilhança: Qui-quadrado(3) = 6,91407 [0,0747]

Tabela 8 - Modelo: Logit Multinomial, usando as observações 1-32

Variável dependente: Gasto com P&D para EcoInovação

Erros padrão baseados na hessiana

Média var. dependente	1,906250	D.P. var. dependente	1,058281
Log da verossimilhança	-34,67980	Critério de Akaike	81,35959
Critério de Schwarz	90,15401	Critério Hannan-Quinn	84,27469

Número de casos 'corretamente previstos' = 15 (46,9%)

Teste de razão de verossimilhança: Qui-quadrado(3) = 9,47525 [0,0236]