

INVESTIMENTO EM CONTROLE AMBIENTAL NO BRASIL: FATORES DETERMINANTES A PARTIR DA MODELAGEM ESTATÍSTICA *

Francisco de Souza Marta *
Paulo Gonzaga Mibielli de Carvalho **
Denise Britz do Nascimento Silva ***
Frederico Cavadas Barcellos ****

RESUMO

O objetivo deste artigo é identificar os determinantes do investimento em controle ambiental das indústrias brasileiras em 2007 com base num modelo de custos de conformidade e não-conformidade. O recorte analisado diz respeito às empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas, utilizando técnicas de modelagem estatística com dados *cross-sectional* através do uso de regressão logística, para estimar a probabilidade da empresa investir. As informações utilizadas são aquelas captadas pela Pesquisa Industrial Anual de Empresas – PIA Empresa, referentes a 2007 e pela Pesquisa de Inovação Tecnológica de 2005 – PINTEC (ambas do IBGE), dados de depósitos de pedidos de patentes nacionais, certificação ISO 14.001 (Inmetro), empresas que exportam (SECEX/MDIC) e de companhias abertas (CVM). Os resultados alcançados com a aplicação da modelagem estatística sugerem que empresas que pertençam aos setores industriais potencialmente mais poluentes têm maior chance de investir em controle ambiental. Observa-se ainda que as variáveis inovação em processo, gastos com propaganda, taxa de investimento, aquisições de máquinas e equipamentos industriais de terceiros e tempo de operação também estão relacionadas à menor ou maior probabilidade de investimento em controle ambiental no país em 2007.

Palavras-chave: investimento ambiental; gestão ambiental; inovação tecnológica; modelagem estatística.

ABSTRACT

This paper presents determinants on environmental control investment of Brazilian manufacturing firms with 30 or more employees in 2007 based on a model of compliance and non-compliance. Statistical modelling techniques for cross-sectional data such as logistic regression are to estimate the probability of investment. The data was obtained from the Annual Industry Survey 2007 and Technological Innovation Survey 2005, carried out by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). In addition, administrative data from national patent applications, International Organization for Standardization (ISO) 14001 certification (Inmetro), export orientation (SECEX/MDIC) and Joint-stock companies (CVM) was also used. The results suggest that companies belonging to the most polluting industries are more likely to invest in environmental control. In addition, there is evidence that variables related to process innovation, advertising expenditure, investment rate, years of operation, and purchases of machinery and industrial equipment of third parties are also related to the probability of investment in environmental control.

Key-words: environmental investment; environmental management; technological innovation; statistical modelling.

Área ANPEC 10 - Economia Agrícola e do Meio Ambiente

Classificação JEL: Q; Q5; Q57

* O IBGE está isento de qualquer responsabilidade pelas opiniões, informações, dados e conceitos emitidos neste artigo, que são de exclusiva responsabilidade dos autores.

* Engenheiro civil, Mestre em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais; Servidor do IBGE; francisco.marta@ibge.gov.br

** Economista, Doutor em Economia; Servidor do IBGE; paulomibielli@ibge.gov.br

*** Estatística, Doutora em Estatística; Servidora do IBGE; denise.silva@ibge.gov.br

**** Geógrafo, Mestre em Sistema de Gestão do Meio Ambiente; Servidor do IBGE; fredcavadas@ibge.gov.br

INTRODUÇÃO

A partir do final dos anos setenta, o crescimento industrial brasileiro ocorreu com o aumento da participação de indústrias intensivas em recursos naturais e de energia tornando-as potencialmente mais suja e com uma forte carga de impactos sobre o meio ambiente (BARCELLOS, 2001)

Em suas análises sobre a importância crescente das indústrias potencialmente mais sujas no Brasil, Torres (1996) e Young e Barbosa Filho (1998) identificam algumas razões que explicam o movimento da indústria nacional em direção aos setores que mais contribuem para a emissão de poluentes, são eles: i) oferta significativa de recursos naturais; ii) energia elétrica relativamente barata; iii) crescentes restrições ambientais nos países desenvolvidos; iv) elevados investimentos do Estado que incentivaram a criação de indústrias de grande porte e; v) menores custos de mão-de-obra.

Outro estudo, efetuado por Carvalho e Ferreira (1992), para os anos oitenta, mostra que a expansão das indústrias com alto potencial poluidor no Brasil foi nitidamente superior ao da média geral da indústria. Posteriormente, este estudo foi elaborado para o período entre 1981-1999 sugerindo a manutenção, ainda nos anos noventa, da preponderância das atividades mais poluentes.

Nos anos recentes, o aumento da preocupação mundial em relação aos efeitos causados pela acelerada degradação do meio ambiente e a constatação de que as mudanças climáticas tem uma forte componente associada às emissões industriais, parecem estar exercendo uma influência cada vez maior sobre a tomada de decisão no âmbito do setor industrial brasileiro no sentido de investir em soluções que reduzam a degradação, o desperdício e proteja o ambiente. Com isto, observa-se que o investimento ambiental no setor industrial brasileiro tem recebido crescente atenção de especialistas contribuindo, desta forma, para que novos estudos empíricos sejam focados especificamente nos determinantes de sua motivação e intensidade.

A literatura tem visto o investimento ambiental como um indicador que permite avaliar a conduta ambiental das organizações. Sendo assim, é de suma importância a exploração dos principais elementos que conduzam as indústrias a assumirem atitudes mais pró ativas com relação ao ambiente, frequentemente caracterizados através das pressões exercidas de diferentes origens, por exemplo, através das regulamentações ambientais (governo), da participação de agentes da comunidade ou pela própria demanda do mercado (AFSAH, LAPLANTE e WHEELER, 1996) e (FERRAZ e SEROA DA MOTTA, 2002).

Neste contexto, o objetivo deste artigo é fazer uma análise dos determinantes de investimento em controle ambiental das empresas industriais brasileiras com 30 ou mais pessoas ocupadas em 2007 com base num modelo de custos de conformidade e não-conformidade, utilizando as técnicas de modelagem estatística de regressão logística de dados *cross-sectional*. O uso dessa técnica permite identificar fatores econômicos e características das empresas associados à probabilidade de investimento em controle ambiental.

Além desta introdução, este estudo apresenta a seguinte organização: na seção 1 discute-se uma breve fundamentação teórica que embasa os pressupostos sobre os determinantes de investimento em controle ambiental das indústrias no Brasil. A partir da revisão bibliográfica busca-se evidenciar os principais elementos que influenciam a decisão de uma organização investir em controle ambiental. Na seção 2 apresenta-se a metodologia utilizada, compreendendo a origem e construção da base de dados, a definição das variáveis de interesse, bem como uma abordagem sobre o método de modelagem estatística utilizado neste estudo tendo em vista avaliar empiricamente como as variáveis explicativas influenciam a probabilidade de ocorrer investimento em controle ambiental. Na seção 3 trata-se da análise dos resultados obtidos como decorrência da aplicação do modelo. Por fim, a seção 4 é dedicada às considerações finais.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme exposto anteriormente, o desempenho ambiental de uma empresa, neste caso representado pelo investimento ambiental, é determinado pela interação entre diferentes tipos de agentes, representado por fatores internos e externos da empresa. (AFSAH, LAPLANTE e WHEELER, 1996) e (FERRAZ e SEROA DA MOTTA, 2002).

No que se refere aos fatores externos, diversos estudos reconhecem que o Estado, frequentemente associado como um fator externo de pressão formal, tem um papel importante no controle das emissões de poluentes, pois através de seus regulamentos torna-se um grande incentivador das empresas em melhorar a qualidade ambiental.

Geralmente, as justificativas que dão apoio à regulamentação ambiental são construídas com base no que é conhecida como a “hipótese de Porter”¹. Porter e Linde (1995) sugerem que, ao menos em alguns setores, uma regulamentação ambiental cuidadosamente concebida pode agir como um importante elemento da política industrial, incentivando investimentos em tecnologias voltadas especificamente para o meio ambiente. Com esta ação, o Estado conduz as empresas a incorrerem em despesas para se ajustarem às normas e regras estabelecidas. Por outro lado, estas empresas também tendem a usufruir dos benefícios pelo bom desempenho ambiental tais como: incentivos do mercado, redução dos custos operacionais, aumento da competitividade e acesso facilitado a subsídios (SEROA DA MOTTA, 2003).

A regulamentação formal pode ser classificada basicamente em duas categorias: i) comando e controle; e ii) instrumentos econômicos. O comando e controle são fundamentados sobre a pressão baseada nas normas regulamentares. Se não houver cumprimento por parte da indústria, utilizam-se determinados mecanismos para a aplicação das leis, sanções, multas ou encerramento (OLIVEIRA, 2010).

Já em um sistema que utiliza instrumentos econômicos, a indústria decide entre contaminar e pagar uma taxa ou cota de poluição, ou ainda pela não contaminação, tendo assim os custos dos investimentos aplicados na redução das emissões (ROMEIRO, 2003).

No entanto, as comparações do desempenho ambiental das empresas nos países industrializados e nas regiões em desenvolvimento têm mostrado que há empresas com alto desempenho ambiental em regiões como a América Latina e Ásia, onde muitas vezes, o regulador é institucionalmente ineficiente, ineficaz e fraco (paradoxo de *Harrington*²). Também têm encontrado empresas com fraco desempenho nos países industrializados como nos Estados Unidos e Europa, onde os regimes regulamentares são rigorosos e o regulador tem alta capacidade técnica, operacional e de gestão (HARTMAN, HUQ e WHEELER, 1995).

Tais diferenças no desempenho ambiental de uma empresa sob diferentes cenários de regulamentação em países desenvolvidos e em desenvolvimento levaram alguns pesquisadores a considerarem os novos intervenientes no problema da poluição. Neste caso, o mercado e as comunidades são considerados como os novos atores que afetam as decisões das organizações investirem na área ambiental (BANCO MUNDIAL, 2002). Atualmente estes atores têm chamado atenção dos pesquisadores capazes de criar uma forte pressão para uma resposta na melhoria da qualidade ambiental das empresas devido a maior conscientização ambiental da sociedade.

A pressão exercida pelo mercado nas organizações que operam regional, nacional ou internacionalmente pode ser caracterizada pelo perfil dos seus consumidores ou clientes, investidores, credores e fornecedores. A consciência ambiental de mercados demandantes de produtos “amigáveis” ao meio ambiente pode afetar as vendas de uma empresa atingindo diretamente seus lucros. Por exemplo, uma indústria que exporta para um mercado que demande produtos ambientalmente corretos, provavelmente precisará alcançar um bom desempenho ambiental. Desta forma, a reputação ambiental é importante para as empresas cujos custos esperados ou lucros podem ser afetados pelo juízo que os clientes façam sobre o seu desempenho ambiental (AFSAH, LAPLANTE e WHEELER, 1996).

Já a pressão da comunidade ou *stakeholders*³ é exercida por diversos grupos com interesse na preservação ambiental, tais como a população vizinha de uma indústria, por parlamentares, ONGs, etc (RUIZ-TAGLE, 2006). Evidências na Ásia, América do Norte e América Latina sugerem que as comunidades vizinhas ou adjacentes às empresas, receptoras diretas dos efeitos nocivos da poluição, podem apresentar influência significativa sobre as decisões sobre investimento ambiental (AFSAH, LAPLANTE e WHEELER, 1996).

Por trás disso está a idéia da regulação informal na qual as características da comunidade, tais como renda, educação e poder de barganha podem resolver a maior parte dos problemas ambientais urbanos (WORLD

¹ Esta hipótese foi inicialmente desenvolvida por Michael Porter (Porter, 1991; Porter e Linde, 1995a, b).

² O paradoxo de *Harrington* é um conceito utilizado em economia ambiental que trata do cumprimento das empresas às normas ambientais. De acordo com este paradoxo, as empresas em geral, cumprem as normas ambientais, apesar da baixa frequência de monitoramento e fiscalização nas firmas, da impunidade (no caso de detecção de violações) ou das multas de pequeno valor em comparação com o custo da conformidade (NYBORG e TELLE, 2004).

³ O termo *stakeholder*, consagrado na literatura especializada, incorpora, além das comunidades, as ONGs, setor público, outras firmas e formadores de opinião, em geral (VINHA, 2003).

BANK, 1999 apud, FERRAZ e SEROA DA MOTTA, 2002). Entende-se que em comunidades com melhor nível educacional e de maior renda, os cidadãos são melhor informados sobre o perigo potencial de poluição de uma indústria, permitindo-lhes explorar e encontrar mecanismos para exigir do governo e da indústria o cumprimento das suas responsabilidades para monitoramento e remediação de problemas de poluição industrial (WORLD BANK, 1999 apud, FERRAZ e SEROA DA MOTTA, 2002).

No entanto, dada as limitações da base de dados utilizadas nesse estudo, as variáveis independentes relacionadas à pressão da comunidade local não foram utilizadas⁴ limitando a abrangência desta investigação à variáveis preponderantemente relacionadas à regulação formal, mercado e as características das empresas.

1.1 Estudos no Brasil

Nesta última década, foram realizados no Brasil alguns estudos sobre o tema. Ferraz e Seroa da Motta (2002) utilizam uma amostra com 10.070 unidades produtivas industriais da Pesquisa de Atividade Econômica de São Paulo (Paep) e de outras fontes para explicar a probabilidade dos estabelecimentos da indústria no estado de São Paulo de realizarem investimentos ambientais no ano de 1996 utilizando um modelo Probit para estimar os efeitos de características da firma e da regulação formal e informal para explicar o padrão desse tipo de investimento.

Rodrigues (2003) utiliza a base de dados da Pesquisa Gestão Ambiental na Indústria Brasileira, realizada pela Confederação Nacional das Indústrias (CNI) em 1998 com 327 empresas, sendo 65% de médio porte e 35% de grande porte para avaliar a conduta ambiental das empresas através da identificação dos fatores determinantes do investimento ambiental nas indústrias brasileiras. Neste trabalho são utilizadas as seguintes variáveis: tamanho da empresa, setor de atividade intensiva em poluição, origem do capital, mercado de exportação (OECD), financiamentos, número de multas, fiscalizações e denúncias da comunidade e ONGs.

Barcellos, Oliveira e Carvalho (2009), em seu trabalho “Investimento ambiental em indústrias sujas e intensivas em recursos naturais e energia”, fazem uma análise sobre os investimentos da indústria no Brasil para o controle ambiental com base nos dados da PIA-Empresa do IBGE referente aos anos de 1997 e 2002. Os resultados sugerem a existência de relações entre o investimento ambiental e as exigências do comércio internacional, às pressões da sociedade organizada e de um maior rigor das agências de regulação ambiental, principalmente com relação a segmentos de atividades econômicas mais sujas e intensivas em recursos naturais e energia, como o caso da indústria de bens intermediários.

2 METODOLOGIA

Para a elaboração deste artigo foram utilizados dados provenientes das seguintes fontes: i) microdados⁵ da Pesquisa Industrial Anual de Empresas (PIA-Empresa) de 2007, e da ii) Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) de 2005⁶, ambas do IBGE; iii) base de depósitos de pedidos de patentes⁷ nacionais entre 1998-2007⁸; iv) base de dados de empresas certificadas com a norma ISO 14.001, em 2010, do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO); v) base de dados de empresas que realizaram exportação, em 2007, da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (SECEX/MDIC); e vi) base de dados das companhias de capital aberto, em 2009, da Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

⁴ A informação investimento ambiental obtida pela Pesquisa Industrial Anual, do IBGE, está organizada apenas no nível das empresas, portanto, com informações consolidadas que não permitem regionalização.

⁵ O acesso aos dados individualizados (micro-dados) não desidentificados, gerados pela PIA-Empresa 2007 e PINTEC 2005, ambas realizadas pela Coordenação de Indústria da Diretoria de Pesquisas do IBGE, foi realizado de acordo com a Norma de Serviço (NS) 001/2010 de 04 de outubro de 2010.

⁶ A justificativa para o uso da PINTEC referente ao ano de 2005 se dá pelo fato do cadastro básico de seleção da amostra ser o mesmo da PIA 2007 e apresentar o mesmo nível de desagregação, garantindo assim cerca de 87% de cobertura da população alvo.

⁷ Obtida através do servidor de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO).

⁸ Brunnermeier e Cohen (2003) também utilizam registros de patentes dos últimos 10 anos (1983-1992) em seu trabalho sobre os determinantes da inovação ambiental nos Estados Unidos.

2.1 Como a informação sobre investimento ambiental foi obtida

A Pesquisa Industrial Anual de Empresa (PIA-Empresa) é de base amostral e constitui-se na pesquisa de maior amplitude de investigação sobre a estrutura industrial brasileira. Nos anos bases de 1997, 2002 e 2007 a PIA levantou informações sobre a porcentagem do investimento realizado pela empresa com vistas a reduzir ou controlar a emissão de resíduos poluentes decorrentes do processo produtivo ou mesmo para atender as normas ambientais. Essa informação está associada ao total do valor das aquisições de ativos tangíveis (custo das aquisições de terceiros, da produção própria e de melhorias para o ativo imobilizado, sem os encargos financeiros decorrentes de financiamentos).

É importante ressaltar que a informação sobre investimento em controle ambiental foi obtida na sede da empresa de forma consolidada e se refere à principal atividade industrial por ela exercida, não permitindo identificar as unidades locais onde esses investimentos foram efetivamente alocados. Isso se aplica especialmente às empresas que atuam em mais de uma divisão da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE. Nesse contexto os resultados não permitem também alocar os investimentos pelo território.

Em outros países, os órgãos oficiais produtores de estatísticas também coletam informações sobre investimento ambiental. Por exemplo, na Espanha, desde 2000, realiza-se anualmente a “Encuesta del Gasto de las Empresas em Protección Ambiental” pelo INE⁹ da Espanha. Os conceitos desta pesquisa seguem as normas e definições estabelecidas pelo Escritório de Estatísticas da União Européia (Eurostat)¹⁰, e a informação sobre investimento em proteção ambiental compreende: i) o investimento em equipamentos integrados; e ii) o investimento em equipamentos e instalações independentes.

Na Alemanha, desde 1975, a pesquisa de investimento para proteção ambiental (*Erhebung der Investitionen für den Umweltschutz*) realizada pelo Instituto Nacional de Estatísticas da Alemanha (DESTATIS)¹¹ coleta informações anuais sobre o alcance, a estrutura e o comportamento de investimentos em proteção ambiental no setor industrial (DESTATIS/STATISTISCHES BUNDESAMT, 2009, p. 298, tradução nossa).

Já a Suécia realiza uma pesquisa sobre os gastos com proteção ambiental do setor industrial, “Environmental protection expenditure in industry”, desde 2001 pelo Instituto Estatístico da Suécia (SCB)¹². Segundo o SCB (2009), esta pesquisa segue as definições da Classificação de Atividades e Despesas voltadas à Proteção Ambiental (CEPA)¹³.

2.2 Construção da base de dados

Inicialmente, foi criada uma base de dados especialmente construída a partir do pareamento das informações, no nível de empresa, da PIA-Empresa 2007 com a PINTEC 2005. O resultado deste pareamento gerou uma amostra especial final com 8.218 empresas industriais com 30 ou mais pessoas ocupadas em 2007. A figura 1 apresenta um esquema resumido para ilustrar o processo de obtenção da amostra especial utilizada.

⁹ Instituto Nacional de Estadística de España.

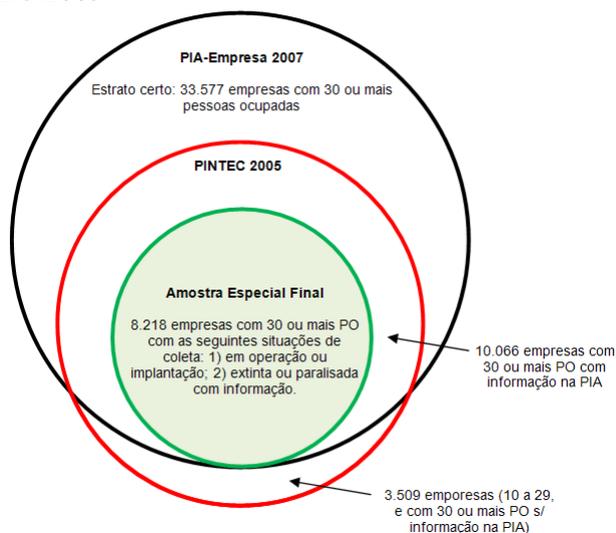
¹⁰ Manual SERIEE - *European System For The Collection Of Economic Information on the Environment* - Sistema Europeu para a Coleta de Dados Econômicos do Meio Ambiente de 1994, desenvolvido pelo Eurostat.

¹¹ Destatis - Statistisches Bundesamt.

¹² Statistiska Centralbyrån – Statistics Sweden.

¹³ A CEPA - *Classification of Environmental Protection Activities and Expenditure* - é uma classificação de atividades, produtos, despesas e outras operações cujo objetivo principal é a proteção ambiental, para fins de estatísticas ambientais e das contas ambientais. A CEPA 2000 é uma revisão simplificada da CEPA - 1994 (*Classification of Environmental Protection Activities*). O Escritório de Estatísticas da União Européia (Eurostat), responsável pela organização estatística oficial da União Européia, é quem realiza a gestão da CEPA.

Figura 1: Esquema ilustrativo do processo de obtenção da amostra especial final a partir da PIA-Empresa e PINTEC 2005.



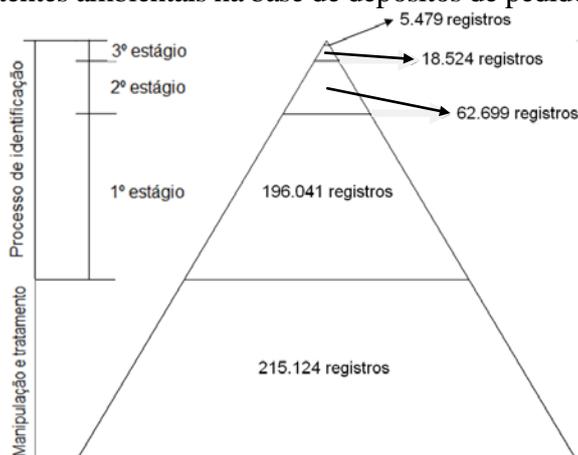
Fonte: Dissertação de mestrado (MARTA, 2011).

Cabe ressaltar que a expansão desta amostra é realizada considerando-se o plano amostral¹⁴ da PINTEC 2005, em que a população-alvo de empresas industriais com 30 ou mais pessoas ocupadas, representada por esta amostra é de 28.671 empresas.

Numa segunda etapa, esta base foi compatibilizada com as informações de patentes ambientais, certificação ISO 14.001, orientação à exportação e de companhias de capital aberto. O processo de identificação das patentes ambientais¹⁵ consistiu basicamente na: i) manipulação e tratamento da base de patentes obtida através do servidor do Escritório Europeu de Patentes (EPO); e ii) identificação de informações vinculadas à dimensão ambiental do registro de patente através de três estágios distintos a fim de considerar tais pedidos como “patentes ambientais”.

A figura 2 apresenta um esquema que ilustra os resultados obtidos em cada fase da análise da base de depósitos de pedidos de patentes até a identificação final dos 5.479 registros de patentes ambientais.

Figura 2: Esquema dos resultados obtidos nas fases de manipulação, tratamento e identificação das patentes ambientais na base de depósitos de pedidos de patentes.



Fonte: Dissertação de mestrado (MARTA, 2011).

¹⁴ Neste caso, mais de 80% das empresas compreendidas pela amostra especial, também estão presentes na base da PINTEC 2005 para a faixa de 30 ou mais pessoas ocupadas.

¹⁵ Maiores detalhes sobre este processo está descrito em Marta (2011).

O primeiro estágio caracteriza-se por uma crítica automática na base e constitui-se essencialmente na identificação de registros de patentes ambientais conforme proposto por Brunnermeier e Cohen (2003) que consiste em contar como patentes ambientais os registros que envolvam a destruição ou a disposição de resíduos perigosos ou tóxicos, reciclagem ou reutilização de resíduos, prevenção da chuva ácida, tratamento de resíduos sólidos, fontes alternativas de energia, prevenção da poluição atmosférica e da água. No segundo estágio é feita uma crítica semi-automática e consiste em um refinamento das informações previamente identificadas no primeiro estágio através da utilização de uma lista de termos incompatíveis¹⁶, no título ou no quadro resumo do pedido de patente, com a finalidade de melhoria ambiental. Por fim, no terceiro estágio realiza-se uma crítica manual que consiste na análise e validação manual de cada um dos registros identificados nos dois estágios anteriores como patentes relacionadas com a qualidade ambiental.

2.3 Identificação do modelo econométrico e modelagem estatística

Segundo Seroa da Motta (2004), uma empresa poluidora irá minimizar os custos de produção equalizando os custos de conformidade e os de não-conformidade. Os custos de conformidade podem ser medidos através dos esforços que uma empresa empreende para cumprir com a regulação. Neste caso, os custos de conformidade são dados pelo custo marginal de controle de poluição, refletindo a sua capacidade de cumprimento, relacionado às características da empresa, tais como tamanho, origem de capital, etc, dada pelo vetor de características da empresa (CE).

Já os custos de não-conformidade estão associados preponderantemente às sanções e à perda de benefícios de mercado associados com alto desempenho ambiental da empresa. Desta forma, a não-conformidade enfrenta tanto os custos devido às sanções aplicadas pelos órgãos reguladores, ou seja, os custos marginais relacionados às sanções decorrentes da fiscalização dado pelo vetor de pressão formal (PF), quanto pelos incentivos de mercado (exportação com restrições ambientais mais rigorosas ou pela certificação ambiental, dadas por um vetor de pressão informal (PI) (SEROA DA MOTTA, 2004).

Assim, a probabilidade de investimento em controle ambiental (DEC_InvCTRL_AMB) pode ser representada, de forma reduzida, como uma função das características da empresa (CE), pressão informal (PI) e pressão formal (PF) que reflete os custos de conformidade e de não conformidade, a saber:

$$DEC_InvCTRL_AMB = f(CE, PF, PI)$$

Através da modelagem estatística das características da empresa (CE), pressão informal (PI) e pressão formal (PF) é possível analisar como a interação dessas variáveis afeta o investimento em controle ambiental e de como a influência de cada uma está condicionada à existência dos demais efeitos.

O método de modelagem estatística utilizado neste artigo está baseado em um modelo de regressão logística. Tal método permite identificar os possíveis efeitos exercidos pelas variáveis independentes (ou explicativas) na resposta do investimento em controle ambiental da população-alvo compreendida por este estudo.

O desenvolvimento da modelagem estatística dos dados incorporou a estrutura do plano amostral da PINTEC 2005, para tanto foi utilizado o módulo *Complex Samples* do *software* estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 17.0.

2.4 Variável dependente

Para modelar a probabilidade de uma organização investir em controle ambiental utilizou-se uma variável do tipo binária¹⁷ que reflete a condição da empresa ter ou não ter realizado investimento em controle ambiental em 2007 de modo que para as empresas que tenham declarado algum valor

¹⁶ Maiores detalhes consultar Marta (2011) - Apêndice A.

¹⁷ Ou variável dicotômica.

percentual em investimento em controle ambiental é atribuído o valor 1. Caso contrário, esta variável assume valor igual a 0. A construção dessa variável foi possível a partir das informações obtidas na PIA-empresa com relação ao valor percentual dos investimentos realizados com vistas a reduzir ou controlar a emissão de resíduos poluentes decorrentes do processo produtivo ou para atender normas ambientais.

2.5 Variáveis independentes

O critério adotado para a escolha e construção das variáveis independentes considerou: i) estudos anteriores que identificavam algumas variáveis que podem explicar o investimento ambiental; e ii) as limitações da base de dados.

Sendo assim, as variáveis independentes selecionadas¹⁸, segundo a tipologia utilizada neste artigo são:

1. *Característica da empresa (CE)*: tamanho da empresa (ln_TAMANHO), produtividade do trabalho (ln_PRODUTIVIDADE), atividade inovadora em processo (INOVA_PROCESSO), salário médio (ln_SALÁRIO), tamanho relativo da empresa no mercado (MERCADO), participação das aquisições de terceiros nos investimentos totais da empresa¹⁹ (TERCEIROS), tempo de operação da empresa (IDADE), número de patentes ambientais (PATENTES), técnicas avançadas de gestão ambiental (GESTÃO), possuir mais de uma unidade local (UL) e taxa de investimento (INVESTIMENTO);
2. *Pressão Informal (PI)*: gastos com propaganda (PROPAGANDA), orientação para a exportação (EXPORTA), origem do capital controlador (NACIONAL, ESTRANGEIRO, NAC_EST), companhias de capital aberto (CIA_ABERTA) e certificação ISO 14.001 (ISO);
3. *Pressão Formal (PF)*: classificação das empresas segundo setores industriais mais ou menos intensivos em poluição²⁰ (VERMELHO, MARROM e VERDE).

3 ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente, foi elaborado um modelo com todas as variáveis independentes, tendo como variável dependente a ocorrência ou não de investimento em controle ambiental (DEC_InvCTRL_AMB). Progressivamente, foram excluídas as variáveis independentes com menor valor para o teste de *Wald*. Desta maneira chegou-se a um modelo reduzido, que possui 11 variáveis independentes e estatisticamente significativas ao nível de 0,01 e 0,05. O poder explicativo²¹ deste modelo final é da ordem de 27% (*Nagelkerke R*²). A seguir são apresentadas as informações mais detalhadas sobre o modelo escolhido para estimar a razão de chance de investimento em controle ambiental das empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas em 2007.

A razão de chances ou Odds Ratio é calculada pela probabilidade de uma empresa realizar investimento em controle ambiental tendo, por exemplo, certificação ISO 14.001, sobre a probabilidade de uma empresa realizar investimento em controle ambiental não tendo este tipo de certificação.

A tabela 1 apresenta as estimativas dos parâmetros β_i e correspondentes erros-padrão.

¹⁸ As variáveis independentes UL, CIA_ABERTA, NACIONAL, ESTRANGEIRO, NAC_EST, PATENTES, ln_SALÁRIO, MERCADO e EXPORTA foram testadas mas não foram selecionadas pois não se mostraram estatisticamente significativas.

¹⁹ Esta variável é construída a partir da relação entre o valor da aquisição de máquinas e equipamentos industriais de terceiros, dividida pelo total das aquisições de ativos tangíveis. (ver nota metodológica da PIA-Empresa 2007, IBGE, 2004)

²⁰ No Brasil, o estudo de Ferraz e Seroa da Motta (2002) intitulado “*Regulação, mercado ou pressão social? os determinantes do investimento ambiental na indústria*” propõe agrupamentos por setores de atividades industriais, mais ou menos poluidoras. A proposta dos autores é que haja setores industriais mais poluentes, denominados meramente por setor VERMELHO; setores intermediários, ou setor MARROM; e setores relativamente mais limpos, ou setor VERDE.

²¹ Obtidos através das estatísticas de Pseudo R² (*Nagelkerke R*²).

Tabela 1: Parâmetros do modelo de regressão logística múltipla para a chance da empresa investir em controle ambiental

DEC_InvCTRL_AMB	Parâmetro	β	Std. Error	95% Intervalo de confiança		Teste de hipótese			Exp(β) Odds Ratio	95% Intervalo de confiança para Exp(β)	
				Min	Máx	t	df	Sig.		Min	Máx
	(Intercepto)	-7,305	0,655	-8,590	-6,020	-11,147	8,053	0,00	0,001	0,000	0,002
	[ISO=1]	1,001	0,263	0,486	1,516	3,810	8,053	0,00	2,721	1,626	4,554
	[INOVA_PROCESSO=1]	0,216	0,099	0,021	0,411	2,174	8,053	0,03	1,241	1,021	1,508
	[GESTÃO=1]	0,345	0,107	0,135	0,554	3,223	8,053	0,00	1,412	1,145	1,741
	[MARRROM=1]	-0,384	0,106	-0,591	-0,177	-3,632	8,053	0,00	0,681	0,554	0,838
Investe em controle ambiental (1)	[VERDE=1]	-0,467	0,126	-0,714	-0,219	-3,694	8,053	0,00	0,627	0,490	0,803
	ln_TAMANHO	0,239	0,043	0,154	0,323	5,541	8,053	0,00	1,270	1,167	1,382
	IDADE	0,007	0,004	0,000	0,014	2,046	8,053	0,04	1,007	1,000	1,015
	TERCEIROS	0,026	0,001	0,023	0,029	18,433	8,053	0,00	1,026	1,023	1,029
	INVESTIMENTO	0,045	0,012	0,021	0,069	3,649	8,053	0,00	1,046	1,021	1,071
	ln_PRODUTIVIDADE	0,261	0,046	0,170	0,351	5,626	8,053	0,00	1,298	1,185	1,421
	PROPAGANDA	-0,052	0,019	-0,090	-0,014	-2,683	8,053	0,01	0,949	0,914	0,986

Variável Dependente: DEC_InvCTRL_AMB (Categoria de referência = Não investe em controle ambiental)

Fonte: IBGE e INMETRO. Elaboração do autor com base no tratamento estatístico dos micro-dados da PIA-Empresa 2007, PINTEC 2005, e de outras fontes.

Com os resultados obtidos na tabela 1, pode-se escrever a formulação para um modelo de regressão logística múltipla de investimento em controle ambiental da seguinte forma:

$$\ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = -7,305 + 0,026 * x_{1i} + 0,045 * x_{2i} + 0,239 * x_{3i} + 0,261 * x_{4i} + 1,001 * x_{5i} - 0,467 * x_{6i} + \\ -0,384 * x_{7i} + 0,345 * x_{8i} - 0,052 * x_{9i} + 0,216 * x_{10i} + 0,007 * x_{11i}$$

onde:

π_i é a probabilidade das empresas terem investido em controle ambiental em 2007 (DEC_InvCTRL_AMB); $i = 1, 2, \dots, k$

x_{1i} valor percentual das aquisições de máquinas e equipamentos de terceiros sobre o total de ativos tangíveis adquiridos em 2007 (TERCEIROS);

x_{2i} valor percentual da taxa de investimentos em 2007 (INVESTIMENTO);

x_{3i} logaritmo natural do número médio de pessoas ocupadas ligadas às atividades produtivas em 2007 (ln_TAMANHO);

x_{4i} logaritmo natural da produtividade do trabalho em 2007 (ln_PRODUTIVIDADE);

x_{5i} possuir ou não certificação ISO 14.001 (ISO);

x_{6i} pertencer ou não a setores menos intensivos em poluição em 2007 (VERDE);

x_{7i} pertencer ou não a setores intermediários em poluição em 2007 (MARRROM);

x_{8i} possuir ou não técnicas avançadas de gestão ambiental entre 2003 e 2005 (GESTÃO);

x_{9i} valor percentual dos gastos em propaganda sobre a RLV em 2007 (PROPAGANDA);

x_{10i} ter ou não realizado inovação preponderantemente em processo entre 2003 e 2005 (INOVA_PROCESSO);

x_{11i} idade da empresa em 2007 (IDADE);

A tabela 2 apresenta as razões de chance (*Odds Ratio*) estimadas com base nos resultados obtidos na tabela 1. Com relação às variáveis binárias, verifica-se que para uma empresa que esteja certificada com a norma ISO 14.001, a chance de investir em controle ambiental é 172,1% maior quando comparada a uma empresa que não possua este tipo de certificação.

Tabela 2: Estimativas das razões de chance (*odds ratio*) obtidas através do modelo de regressão logística múltipla de investimento em controle ambiental

Variável independente	Categoria de referência / Unidade de mudança	exp(β_i)	Razão de chance (Odds Ratio)		
			(exp(β_i) - 1) x 100%	Intervalo de confiança (95%)	
				Min.	Máx.
ISO	Possui ISO 14.001 vs. Não possui ISO 14.001	2,721	172,1	62,6	355,4
INOVA_PROCESSO	Inova em processo ou em processo e produto vs. Não inova ou inova somente em produto	1,241	24,1	2,1	50,8
GESTÃO	Possui técnicas avançadas de gestão ambiental vs. Não possui técnicas avançadas de gestão ambiental	1,412	41,2	14,5	74,1
SETOR	MARROM vs. VERMELHO	0,681	-31,9	-44,6	-16,2
	VERDE vs. VERMELHO	0,627	-37,3	-51,0	-19,7
ln TAMANHO	1	1,270	27,0	16,7	38,2
IDADE	1	1,007	0,7	0,0	1,5
TERCEIROS	1	1,026	2,6	2,3	2,9
INVESTIMENTO	1	1,046	4,6	2,1	7,1
ln PRODUTIVIDADE	1	1,298	29,8	18,5	42,1
PROPAGANDA	1	0,949	-5,1	-8,6	-1,4

Variável Dependente: DEC_InvCRTL_AMB (categoria de referência = Não investe em controle ambiental)

Fonte: IBGE e INMETRO. Elaboração do autor com base no tratamento estatístico dos micro-dados da PIA-Empresa 2007, PINTEC 2005 e de outras fontes.

O resultado positivo encontrado está de acordo com a hipótese inicial de que a certificação de uma empresa com a ISO 14.001 pode estar relacionada às pressões ou incentivos do mercado (consumidores, investidores e empresas concorrentes) (CAPORALE, RAULT, SOVA e SOVA, 2009) e (SEROA DA MOTTA, 2004).

Um número expressivo das organizações certificadas com ISO 14.001 corresponde às grandes empresas, já que estas são mais sensíveis aos problemas sociais, tal como a conservação do meio ambiente (Uchida e Goto, 2003). Neste caso, a maior probabilidade de uma empresa certificada investir em controle ambiental é explicada devido a esse tipo de pressão que recai justamente sobre essas organizações para mostrar um alto desempenho ambiental ao mercado, implementam sistemas de gestão ambiental, tais como a norma ISO 14.001. (DASGUPTA, HETTIGE e WHEELER, 1999).

Cabe lembrar que o fato de uma empresa estar certificada com a ISO 14.001 pode não resultar necessariamente num melhor desempenho ambiental, pois outras variáveis devem ser consideradas. Na verdade, observa-se que as empresas que atendem aos requisitos de certificação desta norma são, em geral, mais informadas, organizadas e motivadas, principalmente nas questões relacionadas ao meio ambiente, e é isso que as distingue das demais produzindo um efeito global com melhor desempenho ambiental. (DASGUPTA, HETTIGE e WHEELER, 1999).

A constatação de que empresas certificadas com a norma ISO 14.001 têm maior chance de investirem em controle ambiental parece ser confirmada pela variável GESTÃO, que estima o efeito da implementação de técnicas avançadas de gestão ambiental no período entre 2003 a 2005, que pode compreender tanto empresas certificadas como aquelas não certificadas na probabilidade de uma empresa de investir em controle ambiental.

Neste sentido, segundo os resultados obtidos no modelo, empresas que tenham implementado algum tipo de sistema avançado de gestão ambiental têm 41,2% mais chance de investir em controle ambiental quando comparadas àquelas em que não tenham implementado tais técnicas. Isto mostra que apesar do impacto na variação da chance muito menor, quando comparado ao resultado anterior para a certificação ISO, ainda assim é um resultado expressivo, pois demonstra que o esforço de caminhar no sentido de um bom desempenho ambiental não está concentrado apenas nas grandes organizações, mais visíveis à sociedade, mas também em empresas de menor porte.

Uma empresa que tenha realizado atividade de inovação, preponderantemente em processo, tem 24,1% a mais de chance de investir do que uma empresa que não tenha inovado ou que tenha inovado apenas em produto. Este resultado parece confirmar a hipótese de que empresas que tenham recursos e capacidade de inovação, especialmente em processo, não estão apenas em busca da redução dos custos de produção, produzindo uma maior eficiência produtiva e competitiva (FERRAZ e SEROA DA MOTTA, 2002), estas também podem estar preocupadas em utilizar métodos produtivos mais eficientes do ponto de vista ambiental. Por exemplo, devido a

uma regulamentação ambiental mais rígida as empresas podem desenvolver e investir mais processos voltados à defesa do meio ambiente, evitando assim os danos ambientais gerados por suas operações industriais, através da diminuição da produção de resíduos e do reaproveitamento de materiais. Por esta razão, as empresas que inovam preponderantemente em processos têm maior probabilidade de fazer investimento em controle ambiental voltado à preservação do meio ambiente.

Quanto aos setores industriais mais e menos poluentes, o que se verifica é que tanto para o setor intermediário em poluição (MARROM) quanto para o setor menos poluente (VERDE), as chances de realizarem investimento em controle ambiental são menores quando comparados ao setor mais intensivo em poluição (VERMELHO). No primeiro caso, a chance de uma empresa compreendida pelo setor MARROM de investir em controle ambiental é 31,9% menor que a de uma empresa que pertença ao setor VERMELHO. Já uma empresa que pertença ao setor VERDE tem 37,3% menos chance de investir em controle ambiental quando comparada a uma empresa do setor VERMELHO.

Isto demonstra a validade da hipótese de que empresas que pertençam a setores que têm mais potencial de poluição empreendem mais investimento em controle ambiental. Possivelmente, isto se deve ao nível de pressão formal exercida pelo governo, uma vez que empresas que pertençam a atividades industriais ambientalmente sensíveis encarem regulações mais rígidas porque elas são mais propensas a causar algum tipo de dano ao meio ambiente. (FERRAZ e SEROA DA MOTTA, 2002), (UCHIDA e GOTO, 2003), (BARCELLOS, OLIVEIRA e CARVALHO, 2009) e (LIU e ANBUMOZHI, 2009).

A análise do efeito das variáveis independentes quantitativas na razão de chance de investir em controle ambiental é apresentada a seguir, com base na variação de 1 unidade na variável em questão. Observa-se que a variação a mais de uma unidade no logaritmo natural do número de pessoas ocupadas ligadas às atividades produtivas²² ($\ln_TAMANHO$), o que equivale a aproximadamente a uma variação a mais de 2,7 pessoas ocupadas ligadas à produção²³, aumenta em 27% a chance de uma empresa realizar investimento em controle ambiental. Este resultado ratifica a idéia de Ferraz e Seroa da Motta (2002) de que o tamanho da empresa determina de forma positiva a probabilidade de realizar investimento ambiental. Para Bufoni (2009), “grandes empresas” recebem altos níveis de atenção do público em geral, encorajando essas organizações a terem um nível maior de performance ambiental, e conseqüentemente, investindo mais em controle ambiental.

O tempo de operação da empresa também exerce um efeito positivo na probabilidade das mesmas investirem em controle ambiental. Resultados do modelo apontam que a variação de um ano a mais no tempo de operação da empresa aumenta a chance em 0,7% de investir nessa área. Este resultado está de acordo com os estudos realizados por Ferraz e Seroa da Motta (2002) que testaram essa variável para a hipótese de que as empresas mais antigas têm maior probabilidade de efetuar investimento ambiental a fim de renovar mais suas tecnologias.

Com relação a chance da empresa industrial efetuar aquisição de máquinas e equipamentos industriais de terceiros (TERCEIROS), observa-se que cada acréscimo de 1% de participação neste tipo de investimento aumenta a probabilidade em 2,6% da mesma realizar investimento em controle ambiental. Ou seja, é válida a hipótese de que é maior a probabilidade de empresas investirem em controle ambiental quando suas máquinas e equipamentos “vêm de fora”. Isto ocorre, possivelmente, por serem tecnologicamente mais avançados tanto no aspecto produtivo quanto ambiental do que aqueles que são desenvolvidos ou aperfeiçoados (melhorados) pela própria empresa.

Nesta mesma linha, pode-se dizer que o incremento em uma unidade na taxa de investimento, ou seja, na relação entre o investimento bruto total e o valor da transformação industrial (VTI), aumenta em 4,6% a chance de uma empresa investir em controle ambiental. A fim de explicar este efeito, Uchida e Goto (2003) sugerem que empresas que fazem muitos investimentos produtivos, possivelmente devido à execução de um grande número de projetos e, simultaneamente, estejam realizando investimentos na área ambiental, demonstram um comportamento ambiental ativo e positivo para a empresa, evitando assim os altos custos relacionados à paralisação da empresa ou da planta industrial devido às pressões externas para ter ações mais responsáveis nas

²² Esta variável tem a limitação de ser influenciada pelo nível de produtividade da empresa. Por exemplo: uma empresa pode ter um grande faturamento mas ter poucos funcionários.

²³ $\ln(TAMANHO) = 1 \Rightarrow TAMANHO = e^1 \Rightarrow TAMANHO = 2,7182818$.

questões ambientais.

Empresas produtivas também têm maior chance de investir em controle ambiental. Segundo as estimativas produzidas já apresentadas na tabela 2, o aumento em 1 unidade no logaritmo da produtividade do trabalho ($\ln_PRODUTIVIDADE$), que equivale a um aumento de R\$ 2,71 por pessoa ocupada na empresa²⁴, eleva em 29,8% a chance da empresa investir nesta área.

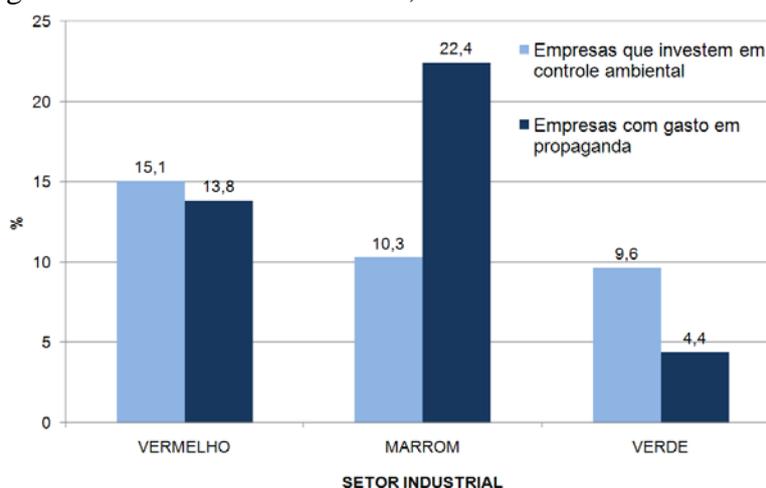
Portanto, é válida a hipótese de que empresas que têm uma produtividade mais elevada têm maior probabilidade de investirem em controle ambiental, pois tendem a ser mais modernas, tanto no aspecto tecnológico quanto na capacitação da sua mão-de-obra, do que as menos produtivas. Além disso, outros indicadores freqüentemente associados com a produtividade do trabalho, tais como certificação ISO 14.001, implementação de técnicas avançadas de gestão, inovação em processo e tamanho da empresa, que também são significativos para o investimento em controle ambiental, comprovando assim a existência de relação entre a produtividade e o investimento ambiental.

Outra informação interessante é que empresas que gastam mais em propaganda têm menor chance de investir em controle ambiental, ou seja, segundo o resultado apresentado na tabela 2, o incremento de 1% nos gastos com propaganda reduz em 5,1% a chance de uma empresa realizar investimentos em controle ambiental.

Os resultados obtidos por Uchida e Goto (2003) também comprovam que o efeito do gasto com publicidade é negativo em relação ao investimento ambiental. Isto sugere que não é válida a hipótese inicial de que empresas que tenham maior contato com os consumidores finais investem na área ambiental a fim de aumentar a sua reputação.

No gráfico 1, observa-se que os setores MARROM e VERDE são os setores em que o percentual de empresas que investem em controle ambiental são inferiores quando comparados ao setor VERMELHO (mais intensivos em poluição). Neste caso, verifica-se que enquanto 15,1% das empresas compreendidas pelo setor VERMELHO realizaram investimento em controle ambiental em 2007, 10,3% das empresas do setor MARROM e 9,6% do setor VERDE realizaram este mesmo tipo de investimento. Por outro lado, observa-se que as empresas que possuem maior probabilidade de investir em controle ambiental, compreendidas pelo setor VERMELHO, correspondem a 13,8% daquelas que realizam gastos em propaganda em 2007. Já nos setores MARROM e VERDE 27% das empresas reportam gasto em propaganda em 2007, ou seja, um percentual que é praticamente o dobro do observado nas empresas do setor VERMELHO.

Gráfico 1: Percentual de empresas que realizam investimento em controle ambiental e gastos totais com propaganda, segundo os setores VERMELHO, MARROM e VERDE – 2007 - (%).



Fonte: IBGE. Elaboração do autor com base no tratamento estatístico dos micro-dados da PIA-Empresa 2007, PINTEC 2005, e de outras fontes.

Os setores MARROM e VERDE concentram empresas ligadas aos segmentos de alimentos, bebidas, veículos, móveis, fumo e eletrônicos. Segundo Conceição e Almeida (2005), são estes segmentos que justamente

²⁴ Ver nota 23.

têm a sua imagem e de seus produtos mais exposta ao consumidor final, necessitando assim realizar gastos mais elevados com publicidade. Os autores justificam que os gastos com propaganda são bastante elevados nesses segmentos industriais, pois são estes os que mais realizam inovação em produto e, portanto, necessitam estabelecer um contato maior com o consumidor final.

3.1 Estudo das probabilidades estimadas de ocorrência de investimento em controle ambiental

Com o ajuste final do modelo de regressão logística múltipla é possível obter as probabilidades estimadas de ocorrência de investimento em controle ambiental das empresas industriais com 30 ou mais pessoas ocupadas em 2007. Neste sentido, a fim de uma melhor visualização, são elaborados alguns gráficos que representam a probabilidade estimada de uma empresa fazer investimento em controle ambiental, segundo os setores industriais mais e menos poluentes de acordo com 4 tipos de perfis²⁵ (SETOR, ISO e SETOR, GESTÃO e SETOR, INOVA_PROCESSO e SETOR), condicionados a variações no tamanho da empresa medido em pessoas ocupadas ligadas às atividades de produção, idade da empresa, participação das aquisições de terceiros sobre o total de ativos, a taxa de investimento, a produtividade do trabalho e as despesas com propaganda.

De acordo com o quadro 1, o perfil SETOR é caracterizado apenas pelo setor industrial mais e menos poluente que as empresas pertencem, condicionados a variações no tamanho da empresa, idade, participação das aquisições de terceiros sobre o total de ativos, taxa de investimento, produtividade do trabalho e despesas com propaganda. Já os perfis ISO/SETOR, GESTÃO/SETOR e INOVA-PROCESSO/SETOR compreendem as empresas que pertencem a setores industriais mais e menos poluentes, e respectivamente tenham: i) certificação ISO 14.001; ii) implementado técnicas avançadas de gestão ambiental entre 2003 e 2005; e iii) inovado em processo ou em processo e produto entre 2003 e 2005; condicionados às mesmas variações definidas no perfil SETOR.

O perfil SETOR, identificado pelas cores vermelha, marrom e verde apresentadas no quadro 1, caracteriza respectivamente os setores VERMELHO, MARROM e VERDE. Este perfil é utilizado para fins de comparação com os perfis ISO/SETOR, GESTÃO/SETOR e INOVA_PROCESSO/SETOR, por compreender o atributo relacionado ao tipo de setor que a empresa pertence no caso em que os demais (ISO, GESTÃO, e INOVA_PROCESSO) não estão presentes.

Quadro 1: Perfis considerados para análise das probabilidades estimadas de investimento em controle ambiental.

Variáveis categóricas	PERFIL SETOR			Perfil ISO/SETOR			Perfil GESTÃO/SETOR			Perfil INOVA_PROCESSO/SETOR		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
VERMELHO												
MARROM												
VERDE												
ISO = 1												
GESTÃO = 1												
PROCESSO = 1												

Fonte: Dissertação de mestrado (MARTA, 2011).

O gráfico 2 apresenta as probabilidades estimadas para os perfis SETOR e ISO/SETOR. A não ser as variáveis quantitativas condicionadas a variações²⁶, representadas cada uma delas pelo seu eixo horizontal, as demais são mantidas fixas com valores correspondentes às médias encontradas para a população-alvo.

Pode-se observar no gráfico 2 que as probabilidades estimadas de investimento em controle ambiental das empresas que possuem certificação ISO 14.001, condicionadas às mudanças em todas as situações, são mais elevadas nos três setores quando se compara com o status “não ter ISO”.

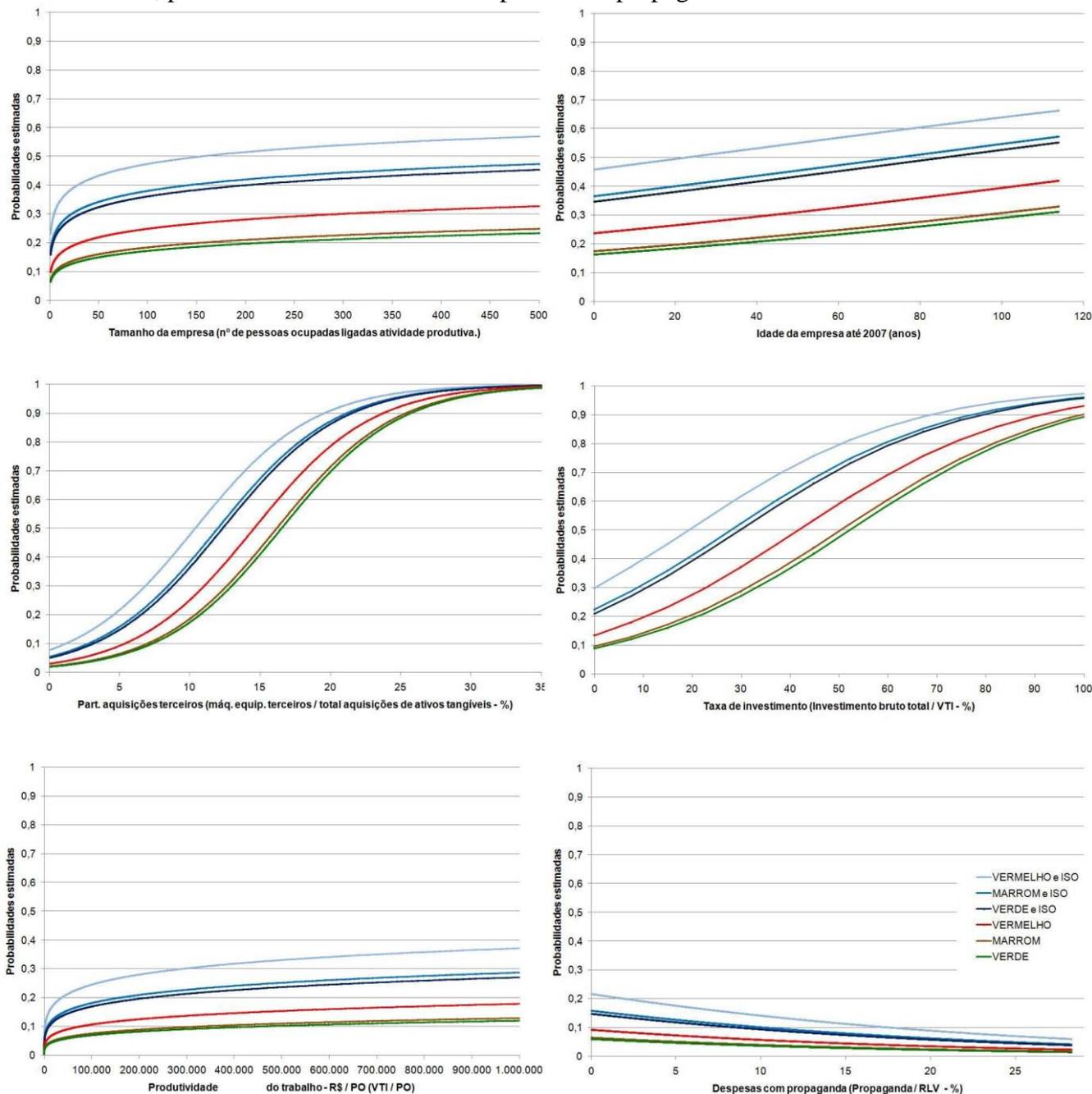
A taxa de crescimento das probabilidades estimadas relacionadas aos setores e ao tamanho, idade e

²⁵ Os quatro perfis são construídos a partir das variáveis binárias existentes no modelo logístico que definem: o setor industrial mais e menos poluente, ter ISO 14.001, possuir técnicas avançadas de gestão ambiental, e ter inovado em processo.

²⁶ A fim de facilitar a interpretação dos resultados apresentados nos gráficos, as variações para as variáveis $\ln_TAMANHO$ e $\ln_PRODUTIVIDADE$, estão representadas nos eixos horizontais em escala não logarítmica.

produtividade do trabalho são praticamente constantes para os diferentes perfis. No entanto, esse efeito não ocorre para o caso de empresas que possuem um baixo ou um elevado nível de aquisição de equipamentos de terceiros ou que têm uma alta participação destes no total dos seus ativos, pois a curva se afasta do formato linear aproximando-se da forma típica da função logística.

Gráfico 2: Probabilidades estimadas para os perfis SETOR e ISO/SETOR, condicionados a variações no tamanho da empresa, idade, participação das aquisições de terceiros sobre o total de ativos, taxa de investimento, produtividade do trabalho e despesas com propaganda.



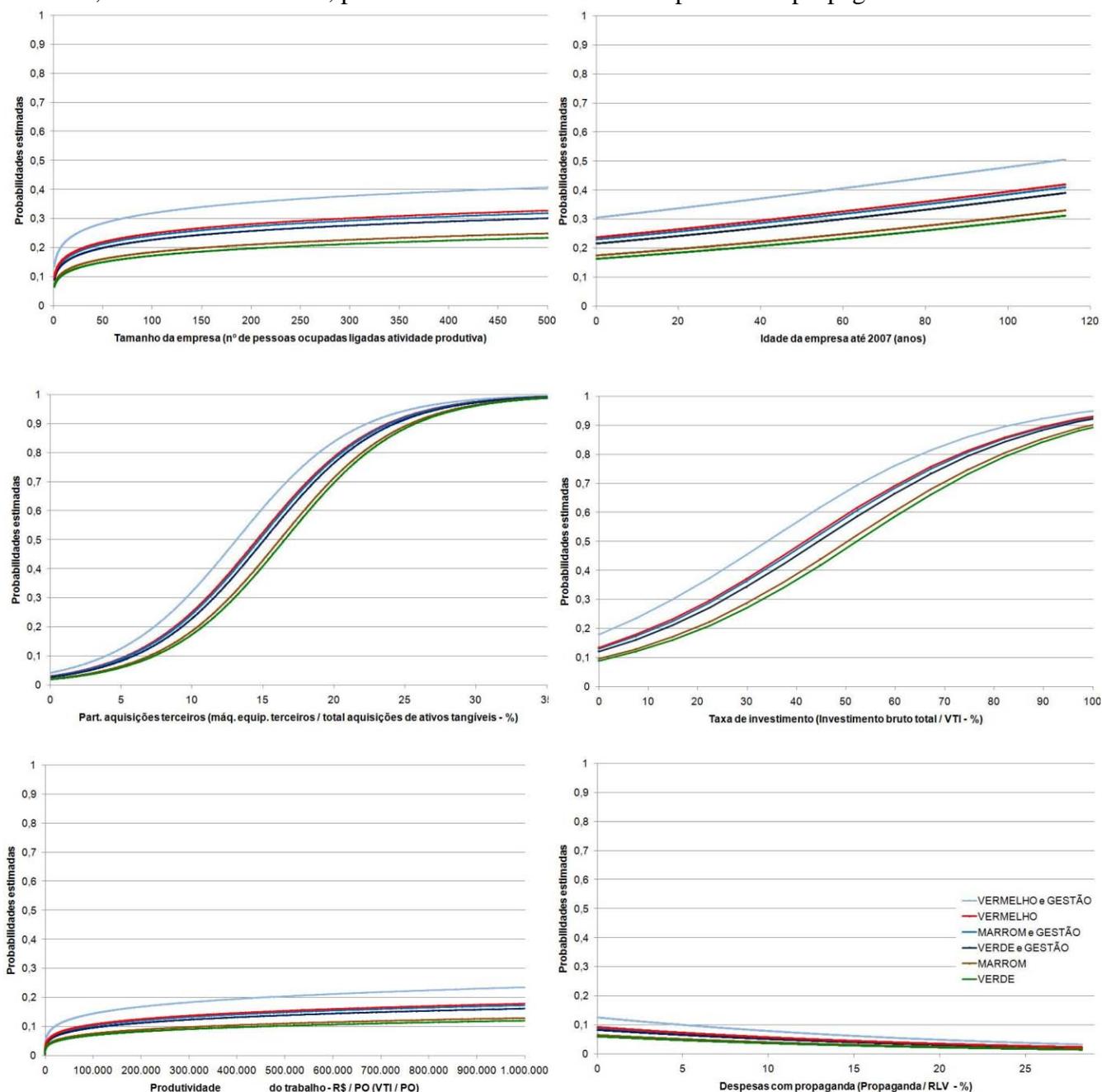
Fonte: IBGE e INMETRO. Elaboração do autor com base no tratamento estatístico dos micro-dados da PIA-Empresa 2007, PINTEC 2005, e de outras fontes.

Por exemplo, uma empresa do setor VERMELHO que possua apenas 5% de participação de equipamentos adquiridos de terceiros e que tenha a certificação ISO 14.001 têm aproximadamente 0,12 (12%) a mais de probabilidade de investir em controle ambiental do que uma do mesmo setor que não tenha esta certificação. Da mesma forma ocorre no nível mais alto, o fato de uma empresa ter 25% de participação de equipamentos de terceiros e que tenha certificação ISO 14.001 têm, aproximadamente, apenas 0,05 (5%) a mais

de probabilidade de investir em controle ambiental quando se compara a uma do mesmo setor que não tenha esta certificação. Em média, empresas que pertençam a qualquer setor e que tenham entre 10% e 20% de participação de equipamentos de terceiros com certificação têm aproximadamente 0,20 (20%) a mais de probabilidade de realizarem investimentos ambientais.

Empresas que pertençam ao setor VERMELHO com ISO 14.001 são as que têm maior probabilidade de investir, enquanto que empresas que pertençam apenas ao setor VERDE sem ISO 14.001 são as que aparecem nos patamares mais baixos em termos de probabilidades estimadas. Outro aspecto interessante deste perfil é o fato de que as empresas que pertencem aos setores mais poluentes (VERMELHO), tendo ou não certificação ISO 14.001 são as que têm maior probabilidade de investir quando comparadas aos setores MARROM e VERDE com mesmo “status” de ISO.

Gráfico 3: Probabilidades estimadas para os perfis SETOR e GESTÃO/SETOR, condicionados a variações no tamanho da empresa, idade, participação das aquisições de terceiros sobre o total de ativos, taxa de investimento, produtividade do trabalho e despesas com propaganda.



Fonte: IBGE e INMETRO. Elaboração do autor com base no tratamento estatístico dos micro-dados da PIA-Empresa 2007, PINTEC 2005, e de outras fontes.

O gráfico 3 apresenta as probabilidades estimadas para os perfis SETOR e GESTÃO/SETOR. Neste gráfico se observa que as probabilidades estimadas de investimento em controle ambiental das empresas que implementaram técnicas avançadas de gestão ambiental entre 2003 e 2005, condicionadas variações em todas as situações, são um pouco menos expressivas nos três setores quando se compara com o status “não ter implementado”.

A forma das curvas, ou seja, a taxa de crescimento das probabilidades estimadas não mudam muito em comparação com os respectivos gráficos mostrados no perfil ISO/SETOR. Observa-se apenas uma aproximação maior das curvas indicando que as diferenças entre setores com e sem “GESTÃO” são menos intensas. Isto pode significar que o comportamento das probabilidades estimadas das empresas investirem não é muito afetado neste tipo de perfil quando comparadas com o status oposto.

No entanto, desta vez o fato curioso relacionado a este perfil é que empresas que pertencem ao setor VERMELHO e que não tenham implementado técnicas avançadas de gestão ambiental têm maior probabilidade de investir do que empresas dos setores MARRON e VERDE com “GESTÃO”; ou seja, com ou sem a implementação de técnicas avançadas de gestão ambiental, são as empresas pertencentes ao setor VERMELHO que têm maior probabilidade de investirem.

No aspecto da inovação preponderantemente relacionada ao processo (perfil PROCESSO/SETOR), as probabilidades estimadas de investimento em controle ambiental das empresas são bastante semelhantes ao perfil das empresas que implementaram técnicas avançadas de gestão ambiental entre 2003 e 2005. Portanto são válidas as mesmas observações feitas anteriormente para o perfil GESTÃO/SETOR.

De modo geral, verifica-se que uma empresa de qualquer setor industrial e que tenha certificação ISO 14.001, apresenta maior probabilidade de que tenha investido em controle ambiental em 2007. Um outro aspecto geral observado nos três perfis é que pequenas variações no valor percentual das aquisições de terceiros ou na taxa de investimento já são suficientes para elevar de forma substancial a probabilidade das empresas realizarem investimento em controle ambiental em qualquer setor industrial. Na outra ponta estão a produtividade do trabalho e o tamanho da empresa em que grandes variações não significam em si uma elevação muito importante desta probabilidade.

O aumento da idade da empresa também não exerce uma rápida influência na probabilidade de investimento em controle ambiental. Neste caso, qualquer que seja o setor e perfil, em média, há uma elevação desta probabilidade de aproximadamente 0,01 (1%) para cada dez anos de funcionamento da empresa.

Por outro lado, estão os gastos com propaganda que contribuem para a diminuição da probabilidade das empresas investirem em controle ambiental. Em média, 5% a mais de despesas com propaganda sobre a sua RLV significam um recuo de 0,01 (1%) na probabilidade das empresas realizarem este tipo de investimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo buscou identificar os principais fatores que determinam a probabilidade de investimento em controle ambiental nas empresas, com vistas a minimizar os danos ambientais causados por suas atividades produtivas.

A captação dos efeitos exercidos pelas variáveis explicativas que representam tais fatores foi realizada utilizando-se técnicas de modelagem estatística (regressão logística). Cabe lembrar que o principal critério adotado para a seleção e construção das variáveis explicativas buscou seguir as proposições apresentadas em estudos similares, convergindo em direção às variáveis que pudessem exercer alguma influência para explicar o comportamento ambiental das empresas industriais, particularmente através dos investimentos nesta área.

Desta forma, a partir da análise dos resultados obtidos no modelo é possível concluir que:

- ✓ Implementar técnicas avançadas de gestão ambiental ou estar certificada com a norma ISO 14.001 aumenta a chance de uma empresa investir em controle ambiental. Isto demonstra que empresas motivadas nas questões relacionadas ao meio ambiente estão mais atentas às pressões dos consumidores, investidores e de empresas concorrentes no sentido de terem um bom desempenho ambiental

- ✓ Setores industriais mais intensivos em poluição têm maior chance de investir em controle ambiental. Possivelmente isto se deve ao nível de pressão formal exercido pelo governo, uma vez que empresas que pertençam a atividades industriais ambientalmente sensíveis encarem regulações mais rígidas, porque elas são mais propensas a danificar o meio ambiente;
- ✓ Empresas industriais de maior porte têm maior chance de investir em controle ambiental. Em geral, elas recebem maior atenção do público, encorajando-as a terem um nível melhor desempenho ambiental, conseqüentemente investindo mais em controle ambiental;
- ✓ Empresas com elevada produtividade também têm maior probabilidade de investir em controle ambiental, já que tendem a ser mais modernas, tanto no aspecto tecnológico quanto na capacitação da sua mão-de-obra;
- ✓ A inovação, preponderantemente em processo, aumenta a chance de investir em controle ambiental. Empresas que tenham capacidade de inovação ambiental, e possivelmente em processo, estão mais preocupadas em utilizar métodos produtivos mais eficientes do ponto de vista ambiental, evitando assim o desperdício e os danos ambientais causados por suas operações;
- ✓ Gastos maiores em propaganda não significam, necessariamente, maior chance de investimento em controle ambiental. Curiosamente, empresas que apresentam maiores despesas com propaganda estão concentradas nos setores menos intensivos em poluição. São estes os setores que têm sua imagem e de seus produtos mais expostos ao consumidor final, necessitando gastar mais com publicidade, como é o caso dos segmentos de alimentos e de bebidas;
- ✓ Elevadas taxas de investimento na produção aumentam a chance das empresas investirem em controle ambiental. Empresas que realizam investimentos produtivos e, simultaneamente, fazem investimento em controle ambiental, demonstram um comportamento ambiental pró-ativo;
- ✓ Empresas mais antigas têm mais chances de investir em controle ambiental a fim de renovar suas tecnologias.

Apesar de algumas variáveis não terem se mostrado significativas para explicar a probabilidade de investimento em controle ambiental, isso não significa que estas não devam ser consideradas em outros trabalhos sobre o comportamento do investimento ambiental das empresas industriais.

O ajuste do modelo de regressão linear múltipla foi realizado levando-se em consideração o efeito do plano amostral das pesquisas utilizadas neste estudo, que são provenientes de amostras complexas. Cabe ressaltar que foi importante incorporar o efeito do plano amostral no processo de estimação, já que a sua descon sideração levaria à sub ou superestimação das variâncias dos coeficientes, distorcendo as inferências resultantes dos modelos, prejudicando então a análise dos resultados.

No que se refere ao poder explicativo do modelo de regressão logística de investimento em controle ambiental desenvolvido neste artigo, cabe ressaltar que o baixo coeficiente de determinação encontrado indica que este modelo não conseguiu capturar uma grande proporção da variação deste fenômeno. Possivelmente, isto se deve à necessidade de que outras variáveis explicativas devam ser incluídas na modelagem estatística, permitindo a identificação de outras fontes de variação para as variáveis relacionadas ao investimento em controle ambiental. Neste caso sugere-se, por exemplo, que trabalhos futuros considerem variáveis explicativas relacionadas com a pressão da comunidade local a fim de obter modelos mais robustos para o investimento em controle ambiental, não incluídos neste artigo por questões metodológicas. Vale ressaltar, no entanto, que regressões com dados *cross-sectional* tradicionalmente não apresentam coeficientes de determinação elevados²⁷ (KENNEDY, 2003).

Por fim, entende-se que os resultados aqui alcançados, considerando a metodologia e os procedimentos adotados, bem como a utilização de uma base de dados que reúne um grande número de informações sobre a indústria brasileira, possam contribuir para a análise e conhecimento da temática investimento ambiental no país.

²⁷ “What is a high R^2 ? There is no generally accepted answer to this question. [...]. For cross-sectional data, typical R^2 s are not nearly so high.” (KENNEDY, 2003, p. 26).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFSAH, S.; LAPLANTE, B.; WHEELER, D. Controlling Industrial Pollution: A New Paradigm. Policy Research Department Working Paper, World Bank. 1996.
- BANCO MUNDIAL. Armonización de la Actividad Industrial con el Medio Ambiente: Nuevas Funciones de la Comunidad, el Mercado y el Gobierno. Coedición con Alfaomega Colombiana S. A., mayo, 2002
- BARCELLOS, F.C. A Indústria Nacional e seu potencial Poluidor. In: IV Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Belém, PA. 2001
- BARCELLOS, F.C.; OLIVEIRA, J.C.; CARVALHO, P.G.M. Investimento ambiental em indústrias sujas e intensivas em recursos naturais e energia. Revista Ibero Americana de Economia Ecológica, vol. 12, 2009.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Industrial Anual de Empresas (PIA-Empresa). Série Relatórios Metodológicos. Volume 26. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 85 p.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Industrial Anual de Empresas (PIA-Empresa) 2007. V. 26, nº 1. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 198 p.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC 2005). Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 156 p.
- BRUNNERMEIER, S.B., COHEN, M.A. Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries. *Journal of Environmental Economics and Management* 45 (2003) 278–293
- BUFONI, A. L. A relação entre performance financeira e ambiental nos países em desenvolvimento: O caso do Brasil. In: 1st South American on Social and Environmental Accounting Research, 2009, Rio de Janeiro. CSEAR 2009, 2009
- CAPORALE, G. M.; RAULT, C.; SOVA, A. M.; SOVA, R. A. Determinants of pollution abatement and control expenditure: evidence from Romania. Discussion Papers Institute for the Study of Labor (IZA) No 3787. Alemanha. 2009
- CONCEIÇÃO, J. C. P. R. da; ALMEIDA, M. Inovação na indústria de alimentos no Brasil: identificação dos principais fatores determinantes. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (Orgs.). Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: Ipea, 2005.
- CARVALHO, P.G.M; FERREIRA, M.T. Poluição e Crescimento na Década Perdida – Políticas Governamentais 80 (Mai./Jun.). 1992, p.10-12.
- DASGUPTA, S., HETTIGE, H., WHEELER, D. What Improves Environmental Performance? Evidence from Mexican Industry. *Journal of Environmental Economics and Management* 39, p. 39-66, 2000.
- FERRAZ, C., SEROA DA MOTTA, R. Regulação, mercado ou pressão social? Os determinantes do investimento ambiental na indústria. IPEA, Texto para discussão nº 863. Rio de Janeiro, março de 2002.
- HARTMAN, R.; HUQ, M.; WHEELER, D. Why paper mills clean up: Results from a four-country survey in Asia. Policy Research Department. Working Paper. Washington, DC. The World Bank, 1995.
- LIU, X.; ANBUMOZHI, V. Determinant factors of corporate environmental information disclosure: an empirical study of Chinese listed companies. *Journal of Cleaner Production* 17(6):593-600. 2009
- MARTA, F.S Determinantes do Investimento em Controle Ambiental das empresas industriais Brasileiras em 2007. 231p. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais) ENCE, 2011; 220p.
- OLIVEIRA, C.R. Gestão ambiental empresarial e responsabilidade social e de sustentabilidade: os desafios e os benefícios de sua implementação. Faculdade Brasileira de Educação e Cultura. Revista científica: Educação e Cultura. vol. 1. Goiânia: FABEC, out/2010. 132 p.
- PESSOA, D. G. C. e NASCIMENTO SILVA, P. L. Análise de dados amostrais complexos. Associação Brasileira de Estatística, São Paulo. 1998.
- PORTER, M.E., LINDE, C. Van Der. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, no 4, 1995, pp. 97-118.

- RODRIGUES, A.O. que determina o investimento ambiental na indústria brasileira?. *Jornal dos economistas*. n° 172. Corecon-RJ, IERJ e Sindecon-RJ. 2003
- ROMEIRO, A.R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. *Economia do meio ambiente*. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- RUIZ-TAGLE, M.T. What are the Determinants of Environmental Compliance in the Chilean Manufacturing Industry? A Case Study. *Environmental Economy and Policy Research Discussion Paper Series Number 17*, Department of Land Economy, University of Cambridge, 2006.
- SCB. Statistiska Centralbyrån. Environmental protection expenditure in industry 2008. *Statistics Sweden*. Utkom. Suécia. 2009
- SEROA DA MOTTA, R. Determinants of Environmental Performance in the Brazilian Industrial Sector. *IPEA, Working Paper Series*, Rio de Janeiro. 2003
- SEROA DA MOTTA, R. Os impactos ambientais industriais da Alca no Brasil. *IPEA, texto para discussão n° 962*. Rio de Janeiro, julho de 2003.
- SEROA DA MOTTA, R. Analyzing the environmental performance of the Brazilian industrial sector. *IPEA, Texto para discussão n. ° 1053*. Rio de Janeiro, novembro, 2004.
- TORRES, H.G. Indústrias Sujas e Intensivas em Recursos Naturais: importância crescente no cenário industrial brasileiro. In: MARTINE, G (org.) *População, Meio Ambiente e Desenvolvimento – verdades e cocntradições*. Campinas, UNICAMP, 1996, p.43-53.
- UCHIDA, K.; GOTO, U. The determinants of environmental investments by Japanese manufacturing firms. *Working Paper Series No. 5*. University of Kitakyushu. Kitakyushu. Japão. 2003.
- VINHA, V. Regulação e Auto-Regulação no Contexto do Desenvolvimento Sustentável e da Responsabilidade Social Empresarial: o caso do setor de petróleo & gás. *III Seminário de Economia do Meio Ambiente: Regulação Estatal e Auto-regulação Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável*. IE/UNICAMP. Maio de 2003
- YOUNG, C.E.F. e BARBOSA FILHO, H. Comércio internacional, política econômica e poluição no Brasil. *Anais do XXVI Encontro Nacional de Economia*. Vitória, 1998, p. 1573-1584.

APÊNDICE

Quadro resumo das variáveis independentes binárias e quantitativas, hierarquizadas segundo o tipo de pressão ou características que exercem como resposta para desempenho ambiental das empresas industriais

Variáveis independentes					
Binárias					
	FATOR	Tipo de pressão ou característica da empresa		Fonte / Origem da pressão	Detalhamento
VERMELHO					
MARROM		PF	Formal	Regulação (Comando e controle)	Regulamentação setorial
VERDE					
ISO					Consumidores, investidores e empresas concorrentes
CIA_ABERTA	EXTERNO				
NACIONAL		PI	Informal	Mercado	Investidores
ESTRANGEIRO					
NAC_EST					
EXPORTA					Consumidor
UL				Tamanho	
INNOVA_PROCESSO	INTERNO	CE	Características da empresa	Comprometimento com a área ambiental	Capacidade técnica
GESTÃO					
Quantitativas					
ENERGIA	EXTERNO	PF	Formal	Regulação (Instrumento econômico ou de mercado)	Tarifas
PROPAGANDA		PI	Informal	Mercado	Consumidor final
In_TAMANHO				Tamanho	
MERCADO					
IDADE				Idade	
In_PRODUTIVIDADE	INTERNO	CE	Características da empresa	Desempenho econômico	
In_SALÁRIO				Funcionários	Incentivos e nível de escolaridade
TERCEIROS					
INVESTIMENTO				Comprometimento com a área ambiental	Investimentos
PATENTES					Capacidade técnica