

SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS PARA O ESTUDO DOS EFEITOS DA POLÍTICA AMBIENTAL SOBRE O PROCESSO DE INOVAÇÃO INDUSTRIAL: UMA ABORDAGEM EVOLUCIONÁRIA

Mayra Bezerra Rodrigues¹

Paulo Fernando de Moura Bezerra Cavalcanti Filho²

ÁREA: Economia Agrária e do Meio-Ambiente.

RESUMO

A partir de um modelo multisetorial micro-macrodinâmico, adaptado do modelo original desenvolvido por Cavalcanti Filho (2002), simulou-se três tipos de política ambiental, todas diferentes quanto ao grau de restrição, resultando em nove combinações diferentes. O objetivo principal é estudar a relação existente entre política e inovação ambiental. Testou-se a hipótese de Porter de que determinados tipos de política não causam perda de competitividade para a firma, mas sim as conduzem a uma trajetória tecnológica ambientalmente superior. Os resultados obtidos confirmaram a teoria de Porter quanto à superioridade dos resultados gerados por políticas mais restritivas. Estes resultados foram comparados com trabalhos apresentados na literatura especializada.

PALAVRAS-CHAVE: Inovação Ambiental; Política Ambiental; Simulação Computacional

ABSTRACT

Beginning from a multisectoral micro-macrodynamic model, adapted from a model developed by Cavalcanti Filho (2002), was simulated three types of environmental policy, all different about degree of restrictiveness, resulting in nine combinations. The main objective is to study the relation between policy and environmental innovation. Was tested the Porter hypothesis about some specifics policies not causing loss of competitiveness to the firm, but driving them to a “green” technology trajectory. The results confirmed what Porter said about the superiority of the results caused by more restrict policy. This was compared to the results presented by the specialized literature.

KEY-WORDS: Environmental Innovation; Environmental Policy; Computational Simulation

¹ Aluna do Doutorado em Economia da Indústria e Tecnologia – IE/ UFRJ.

² Doutor em economia IE/ UFRJ, professor da UFPB.

1) INTRODUÇÃO

Recentemente, a agenda de pesquisa da economia da inovação passou a abordar também o processo de inovação ambiental e os elementos formadores do ambiente seletivo dessas inovações. No âmbito da teoria evolucionária, a variável ambiental se torna elemento chave no desenvolvimento de ambientes seletivos que podem modificar as rotinas de buscas por inovações pelas empresas. A restrição ambiental, nesse contexto, adquire cada vez mais o conceito de oportunidade de ganho de vantagens competitivas através da criação de assimetrias tecnológicas, deixando de significar apenas custos (KEMP e ARUNDEL, 1998).

Teoricamente, a política ambiental pode gerar dois tipos de efeitos nos resultados financeiros e econômicos de uma firma: o primeiro seria um aumento de custos com a conseqüente perda de competitividade, advindo do cumprimento das exigências das regulamentações ambientais; o segundo efeito poderia ser a indução da firma pela busca por novas oportunidades de negócio através da inovação³.

A primeira hipótese retrata o *trade-off* neoclássico entre competitividade e desempenho ambiental. A segunda hipótese advém da crítica de Porter e van der Linde (1995a) à essa teoria, onde questiona-se a visão neoclássica de tecnologia estática, argumentando que as firmas, diante de uma regulamentação, sentem-se estimuladas à procurar novas oportunidades de lucro, defendendo portanto, que regulamentações ambientais podem induzir a geração de inovação.

Sabendo dessas discordâncias no debate acadêmico, sugere-se um novo ponto de vista sobre economia e meio ambiente, onde se trabalha com a idéia de que existem ambientes seletivos mais propícios à inovação que outros, sendo o ambiente econômico fator determinante do sucesso da estratégia empresarial de inovar. Considerando a multiplicidade de trajetórias tecnológicas que os agentes podem seguir (inovação ambiental sendo uma delas), busca-se caracterizar esse universo, via simulação computacional, identificando que formas de regulação produzem os melhores e os piores resultados no aspecto ambiental. Alguns estudos (relacionados na próxima seção) afirmam que uma política ambiental será mais eficaz quanto maior seu grau de restrição.

³ Na literatura não-neoclássica, o encarecimento de um insumo não leva à sua substituição “técnica” por outro (como na isoquanta) e sim na busca tecnológica por inovações que reduzam seu preço ou a necessidade de seu uso. Portanto, o “encarecimento” dos ativos ambientais deveria produzir o seu uso ou aumentar sua oferta, a depender da regulação a ser implantada (i.e. o aumento do preço do petróleo pode gerar a sua busca na Antártida ou na Amazônia, aumentando sua oferta, ou sua substituição por álcool ou outras fontes energéticas).

Outros estudos identificam em políticas moderadas, orientadas ao mercado, a melhor forma de conduzir as firmas a uma trajetória de inovação ambiental.

Assim, a partir de uma adaptação ao modelo multissetorial micro-macrodinâmico desenvolvido por Cavalcanti Filho (2002), simulou-se três tipos de política, que por ordem decrescente de restrição são: um imposto ambiental baseado no princípio do poluidor/usuário pagador; um subsídio para P&D em tecnologia ambiental; e por fim uma política de educação ambiental. Esta última se configura o caso mais moderado das políticas já que não incide diretamente sobre a firma.

A singularidade teórica dessa modelagem ampara-se na ruptura com os modelos tradicionais de competição oligopolista que têm como parâmetros de concorrência apenas as estratégias de preço ou de oferta. A competitividade da firma é um parâmetro seletivo que incorpora um conjunto de características operacionais (comportamentais) e técnicas das firmas (e/ou de seus produtos).

Este artigo está dividido em mais quatro seções, além desta. A segunda seção trata dos conceitos apresentados pela literatura especializada sobre inovação ambiental, eco-inovação e tecnologia ambiental. Discute-se também a hipótese de Porter e o tipo de política defendida pelo autor, que conduziria ao melhor resultado ambiental e econômico. Nesta mesma seção há ainda uma discussão sobre os trabalhos relacionados, a fim de se mostrar o estado da arte em que se encontram os estudos que tratam de política ambiental e inovação.

Na terceira seção é descrito brevemente a dinâmica do modelo MKS de Cavalcanti Filho (2002). Visto a complexidade deste modelo, nos restringimos aos aspectos essenciais ao entendimento da questão ambiental estudada aqui. Uma subseção descreve o modelo adaptado, chamado MKS “verde”, onde é desenvolvido um esquema que relaciona as variáveis que compõem as decisões de investimento da firma e a política ambiental.

Os resultados são apresentados na quarta seção, separados por dois blocos de análise, um macro e um micro. A partir da construção de um indicador ambiental, foi possível realizar uma análise do impacto agregado gerado pela produção e consumo da economia como um todo. O segundo bloco de resultados traz os impactos gerados pelas políticas ao nível de cada firma individual. Por fim, são apresentadas as conclusões.

2) INOVAÇÃO AMBIENTAL, ECO-INOVAÇÃO e TECNOLOGIA AMBIENTAL

Eco-inovação é um conceito recente, e apareceu pela primeira vez na literatura no livro de Claude Fussler e Peter James (1996). Em artigo subsequente, Peter James define eco-inovação como novo produto e processo que oferece valor aos usuários e empresários, mas com impacto ambiental significativamente inferior (JAMES, 1997 *apud* KEMP e FOXON, 2007).

O conceito de eco-inovação é freqüentemente usado como sinônimo para inovação ambiental ou para tecnologia ambiental (RENNINGS, 2000). Existem várias definições para inovação ambiental. Como definido por Kemp e Arundel (1998) e Rennings e Zwick (2003), inovação ambiental são processos, equipamentos, produtos, técnicas e sistemas de gestão que evitam ou reduzem os danos ambientais. Percebe-se que essa definição não se refere à novidade. O elemento característico é o ganho ambiental. As tecnologias ambientais, por sua vez, são decorrentes da inovação (que poderia ser chamada de eco-inovação, mas é comumente referida como uma inovação “normal”).

O termo eco-inovação é geralmente visto como um conjunto de soluções ambientais maior, sendo as tecnologias ambientais um subconjunto da eco-inovação (KEMP e FOXON, 2007).

É importante ressaltar que a difusão generalizada do uso de eco-inovações não garante o melhoramento da qualidade ambiental como um todo. Segundo Kemp e Foxon (2007), tecnologias mais eficientes, que reduzem custos, significam aumento de riqueza real que se traduz em aumento no consumo, e que está associado, por sua vez, ao aumento na utilização de recursos e emissões (*rebound effect*).

Dentro do campo da inovação ambiental é possível diferenciar tecnologias criadas com o propósito ambiental, daquelas cujo ganho ambiental seria um “efeito colateral”. A primeira categoria de tecnologia seria chamada de “inovação ambientalmente motivada” e a segunda seria “inovação normal com benefícios ambientais”.

Todavia, como sugerido por Kemp e Foxon (2007), propomos não realizar tal restrição, o que nos conduz à seguinte definição de eco-inovação:

Eco-Inovação é a produção, utilização ou exploração de um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional, ou gestão, que é novidade para a firma ou usuário e que seu resultado, ao longo do “ciclo de vida”, conduz a uma

redução dos riscos ambientais, da poluição e dos impactos negativos da utilização de recursos (incluindo o uso de energia), quando comparado às alternativas existentes.

A taxonomia tradicional de inovação ambiental divide dois tipos de inovação: *end-of-pipe* (EOP) e tecnologia limpa (ou *pollution prevention* – PP), sendo a segunda forma ambientalmente superior (KEMP, 1997; FRONDEL et al., 2007). Para um esquema mais elaborado de uma taxonomia para eco-inovação ver Kemp e Foxon (2007).

2.1) Política ambiental e a necessidade de regulamentação

Segundo Tigre (1994), a gestão ambiental por parte das empresas é uma atividade incorporada de forma gradativa ao quadro produtivo. As empresas “aprendem” e “evoluem” no que diz respeito à ecologia. O autor descreve hipoteticamente os estágios dessa evolução da seguinte forma: a princípio são formados pequenos grupos empresariais que simplesmente atendem às regulamentações governamentais. Em seguida, a questão ambiental assume uma dimensão corporativa, difundindo-se o surgimento de uma “consciência ecológica” através de cursos e campanhas de conscientização. Por último o meio ambiente passa a integrar o corpo das estratégias competitivas da empresa, tomando feições pró-ativas e preventivas.

Nesse primeiro estágio, o ambiente regulatório é de suma importância na determinação de um contexto propício à geração de inovação. O tipo e nível de regulação ambiental dependerão da atividade e da estrutura de mercado da firma, sendo diretamente relacionado com o grau de impacto ambiental de suas atividades.

Como os fatores de eficiência e custo dominam os objetivos da firma, a adoção de tecnologia limpa não é prioridade, mesmo com o avanço da consciência ambiental e da pressão social (KEMP e SOETE, 1990). Assim, atitudes voluntárias de redução de poluição mostram-se limitadas, sendo necessários controles e políticas ambientais regulatórias, principalmente para forçar os grandes poluidores a reduzirem seus níveis de emissão.

O argumento de que regulamentação ambiental não prejudica a competitividade das firmas, e na verdade até as tornam mais competitivas, foi originalmente apresentado em Porter (1991), e recebeu várias críticas como: Jaffe, Peterson, Portney e Stavins, (1993, 1994); Oates, Palmer e Portney, (1993); Palmer e Simpson, (1993); Simpson, (1993); Schmalensee, (1993).

A principal crítica advém da observação desses autores de que apesar de possível, a inovação ocorrida como resposta à uma regulamentação mostra pouca probabilidade de ocorrência. Porter discorda e argumenta que a poluição é a emissão de uma substância (prejudicial) ao meio-ambiente decorrente de um desperdício originado pela utilização desnecessária ou ineficiente de recursos.

Outra crítica advém de estudos que apontam os altos custos que as empresas incorrem pós-regulamentação ambiental, como evidência para a existência de *trade-off* entre regulamentação e competitividade. Contudo, para Porter (1995a), estes estudos ainda não representam resultados definitivos. Argumenta que estas estimativas de custos geralmente são declaradas pelas próprias indústrias (contrárias à regulamentação), e que terminam criando um viés inflacionário.

Estudos econométricos que mostram que regulamentação ambiental aumenta os custos e minam a competitividade estão sujeitas a um viés, porque os custos terminam sendo super estimados por não se considerar (nessas estimativas) os benefícios da inovação. Jorgenson e Wilcoxon (1990), por exemplo, afirmaram explicitamente que desconsideraram os benefícios tanto público quanto privado da inovação. Hazilla e Kopp (1990) e Gray (1987), estudos também bastante citados, têm seu foco apenas nos custos.

Alguns estudos têm falhado ao tentar demonstrar que regulamentação ambiental prejudica a competitividade industrial. Meyer (1992, 1993) testou e refutou a hipótese que o governo dos EUA com sua política ambiental restritiva terminou por prejudicar o crescimento econômico. Leonard (1988) mostrou-se incapaz de demonstrar estatisticamente movimentos significativos de perda de mercado das firmas norte-americanas intensivas em poluição. Wheeler e Mody (1992) também não conseguiram comprovar que a regulamentação ambiental afetou a decisão de investimentos externos das firmas norte-americanas.

Jaffe et al. (1993) catalogaram mais de 100 estudos e concluíram que existe apenas uma reduzida evidência que aponte que a regulamentação ambiental dos EUA tenha afetado negativamente a competitividade das empresas.

Contudo, Porter (1995a) ressalva que não é qualquer regulamentação ambiental que irá conduzir, inevitavelmente, à inovação, mas somente àquelas “boas” regulamentações. Essa regulamentação deve direcionar a firma a produzir de forma eco-

eficiente⁴. Porter e van der Linde (1995a e 1995b) destacaram alguns princípios para a formulação de uma boa regulamentação, todavia a mais importante diz respeito à sua restrição.

2.3) Trabalhos relacionados

O primeiro modelo publicado que incorpora a análise de incentivos dos efeitos da regulação sobre a inovação encontra-se em Ashford et al. (1979). Os autores desenvolveram um modelo comportamental que distingue inovação conduzida naturalmente por negócios daquelas conduzidas por cumprimento à regulamentação.

Milliman e Prince (1989) avaliaram e ordenaram, de acordo com a eficiência, alguns incentivos à inovação ambiental em PP para as firmas poluidoras e já inovadoras, para as firmas não-inovadoras, bem como para seus fornecedores, e que estivessem sob dois diferentes regimes de apropriabilidade tecnológica (com e sem proteção de patente). Os autores avaliaram estas firmas antes e após o controle do órgão regulador. Eles concluíram que, se comparado aos controles diretos (regulamentações proibitivas), os incentivos na forma de taxas sobre emissões e direitos transacionáveis, bem como as licenças e subsídios sobre redução de emissão, exercem mesmo impacto (ou até mesmo superior) sobre a decisão de inovar da firma. Além disso, apenas os impostos sobre emissão e direitos transacionáveis mostraram-se plenamente capaz de auferir ganhos para a indústria inovadora a partir da mudança tecnológica em todo seu processo de produção, proporcionando incentivos econômicos para a inovação contínua.

Foi realizado por Requate e Unold (2003) e Requate (2005) uma revisão bibliográfica sobre os trabalhos teóricos que avaliaram os incentivos para a adoção e desenvolvimento (incluindo P&D) de inovações impulsionadas por uma política ambiental. Requate (2005) examinou um total de 28 modelos diferentes e conclui que existe grande dificuldade em se definir a superioridade de alguns instrumentos de política sobre outros. Contudo, pode-se partir do ponto em que instrumentos que trabalham com mecanismos de incentivos financeiros apresentam melhores resultados do que as políticas de comando e controle. Requate também observou que alguns aspectos relevantes como inovação nos bens finais, e o conflito entre os incentivos de curto e o longo período, estão faltando nos modelos tradicionais e que precisam ser incorporados na análise.

⁴ Pode-se definir eco-eficiência a partir da seguinte equação:

$$\text{Eco-eficiência} = \frac{\text{valor do produto ou serviço}}{\text{impacto ambiental}}$$

É importante ressaltar que os resultados destes modelos teóricos são válidos sob certas condições restritivas, e por isso, sofrem limitações relativas à análise do processo inovativo e à formulação de políticas.

Em relatório da OECD (“Impacts of environmental policy instruments on technological change”) realizado por Vollebergh (2007), foi reunido resultados de diversos estudos empíricos recentes. O objetivo foi identificar evidências dos efeitos de diferentes instrumentos de política ambiental sobre a taxa e direção da mudança tecnológica. Como hipótese, trabalhou-se com a superioridade do impacto que os incentivos de mercado têm sobre a taxa e direção da inovação tecnológica se comparado com os incentivos associados aos instrumentos de comando e controle. A principal conclusão do estudo da OECD foi que a regulamentação ambiental realmente exerce grande impacto sobre a mudança tecnológica em geral. É claramente observável a influencia exercida sobre a invenção, inovação e difusão de tecnologias, contudo, a relação causal não é clara. Contudo, constata-se que existe grande dificuldade na comparação dos impactos de diferentes instrumentos, a distinção entre comando e controle e instrumentos baseados no mercado é muito geral e requer mais investigação (VOLLEBERGH, 2007).

Outra importante conclusão desse mesmo trabalho foi que os principais indutores para P&D ambiental mostrou ser políticas restritas (rígidas). Foram desenvolvidos diferentes modelos econométricos, alguns demonstrando evidência de uma relação positiva de instrumentos de política flexíveis, outros que política restritiva é o principal fator determinante de P&D ambiental, com os instrumentos de política tendo apenas uma influência indireta sobre o gasto ambiental.

O lado da demanda da questão ambiental, no que diz respeito à escolha do consumidor por produtos “verdes” foi estudado por Türpitz (2004), que desenvolveu um estudo de caso para seis empresas⁵, baseado em entrevistas e análises de documentos (relatórios ambientais, balanços ecológicos, etc.) que consideravam determinantes tecnológicos, políticos, mercadológicos entre outros, para a inovação ambiental. Türpitz concluiu que a regulamentação pareceu ser o principal indutor da inovação ambiental em produto e que o desejo dos consumidores de pagar por um produto “verde” mostrou ser baixo e fortemente dependente de uma consciência ecológica.

⁵ Siemens Medical Solutions, Toshiba Europe GmbH, Schott Glas AG, Continental, Ergo-Fit, Ensinger Mineral-Heilquellen.

Por fim, Cavalcanti Filho et al. (2000) se constitui no modelo mais próximo à modelagem proposta neste trabalho. Os autores, através de simulação computacional em um modelo de apenas um setor industrial, testou a hipótese apresentada pela literatura que as firmas maiores, com altos investimentos em P&D, alto nível de pessoal qualificado, e alto nível de informação, são mais propensas à adotarem tecnologias limpas. A variável determinante do comportamento das firmas é, nesse caso, a preferência do consumidor por um produto “ecologicamente correto” estando ele disposto a pagar um preço mais alto por aquele produto que tivesse sido produzido com tecnologias limpas. Cavalcanti Filho et al. (2000) procuraram verificar, através do parâmetro ‘preferência pela ecologia’ dos consumidores, como seria afetada a evolução do *market share*, os gastos com energia e a trajetória da demanda total do mercado. Os resultados corroboraram com a hipótese testada, a ‘preferência pela ecologia’ conduz à uma concentração industrial, pois as grandes firmas é que se mostraram mais capacitadas em adotar a questão ambiental como estratégia competitiva, gerando lucros de monopólio, e aumentando as assimetrias existentes entre elas e as firmas menores.

3) O modelo MKS

Em primeiro lugar, o modelo MKS possui como características básicas o método de simulação computacional, o caráter multissetorial em um sistema complexo e auto-organizativo. Trabalha-se com a integração teórica e formal da preferência pela liquidez de Keynes, com os processos de inovação tecnológica de Schumpeter, ambos os fatores muito influentes para as decisões de gasto financiadas por crédito, sendo este a principal fonte geradora de instabilidades macrodinâmicas. O modelo original formaliza e demonstra as hipóteses e os resultados da teoria através de um modelo matemático (de simulação computacional) constituído por uma indústria (com setores de bens de capital, matérias-primas, consumo básico e supérfluo), uma bolsa de valores onde se transacionam as quotas acionárias das firmas industriais, um sistema bancário (fornecendo crédito e emitindo títulos), e um setor público formado pelo Banco Central (determinando a taxa de juros básicas e negociando títulos do governo) e variáveis de gasto público (operacional e financeiro) e de receita tributária.

A base da modelagem do MKS encontra-se em Possas (1983), que apresenta uma abordagem multissetorial, cuja dinâmica obedece ao princípio da demanda efetiva. Nesse modelo é possível verificar como a trajetória da renda e do emprego, tanto setorial quanto agregadamente, são determinadas pelas decisões de produção e investimento. Contudo, por não incorporar mudança técnica endógena e por não tratar

sua microdinâmica em termos de firmas, mostrou-se insuficiente para responder as questões levantadas neste trabalho.

A economia do modelo é composta por duas classes sociais, a saber: proprietários dos meios de produção, ou capitalistas, e trabalhadores assalariados. Possui quatro setores industriais $j = 4$: bens de consumo básico e bens de consumo supérfluo – com 12 empresas em cada segmento; e bens de capital e matérias-primas – esses compostos por 8 empresas cada um.

3.2) O MKS “verde”

O modelo proposto aqui, doravante chamado MKS “verde”, é uma adaptação do modelo desenvolvido por Cavalcanti Filho (2002). Assim, as discussões realizadas se restringem às modificações realizadas, visto que bastam para se compreender a questão a que propomos estudar.

A discussão sobre impacto ambiental, causada por simplificação apenas no setor de bens de consumo básico⁶, será em torno da geração de resíduos, tanto em relação aos detritos industriais, quanto relativo aos resíduos gerados pelo consumo direto. Em ambas as formas a geração de resíduos é praticamente inevitável. Os resíduos são resultado de matéria-prima mal aproveitada, implicando em custos adicionais com perdas de recursos, custos para tratamento e disposição final. Significa uma baixa eficiência no aproveitamento dos recursos naturais. Segundo a definição da União Européia, os resíduos são todos aqueles materiais gerados nas atividades de produção, transformação ou consumo, que não alcançaram nenhum valor econômico e social imediato (BRAGA, 2000, apud KEMP e PONTOGLIO, 2008).

Temos então, dois focos de análise do impacto ambiental. Um pelo lado da demanda por bens de consumo básico, operando através da geração de lixo urbano e da indução ao aumento da produção. E outro pelo lado da oferta, cuja tecnologia de produção determina a intensidade do impacto. A demanda total do modelo é influenciada pela PEA, pelo emprego total (N_{total}), e pelo salário real (w_{real}). A oferta está relacionada com a função de produção da firma, e com as expectativas de demanda, que determina o quanto a firma irá produzir. Baseado em tais argumentos, construiu-se

⁶ Este setor representa a utilização de 65% da matéria-prima (produzida pelo setor de matéria-prima) da economia desse modelo, e único cujo produto é demandado por todos os agentes. Adicionalmente, estatísticas demonstram que em média, o setor de bens de consumo básico possui um potencial poluidor maior que as demais.

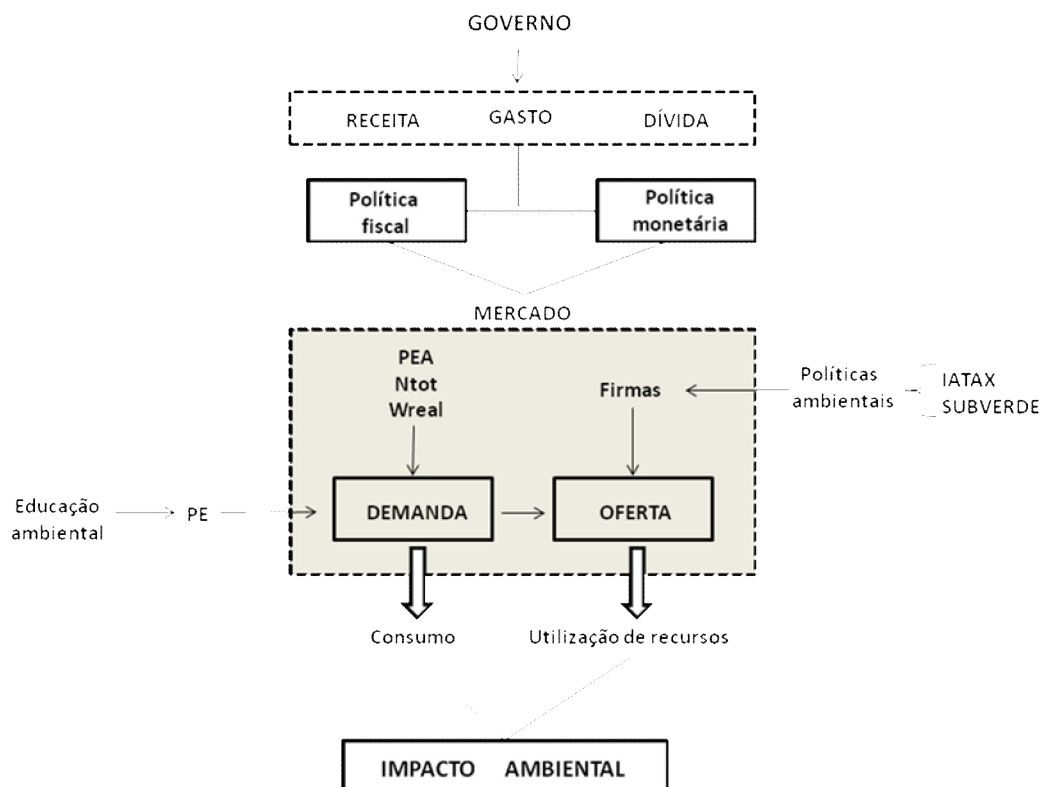
um indicador ambiental que representa o *trade-off* entre crescimento econômico e meio ambiente, e o progresso tecnológico como forma de resolução desse dilema.

$$i_{ambiental}_t = \frac{w_{real}_t}{\tau_{\tau_t}} * \frac{N_{tot}}{PEA}$$

A partir desse indicador vemos que aumentos no salário real e no emprego da economia aumentam o impacto ambiental através do aumento do consumo. De outro modo, momentos de recessão econômica, geralmente acompanhado por aumento do desemprego, exercem um impacto favorável ao meio ambiente pela redução do consumo e da produção industrial. Assim, a produtividade (tau) é a única variável capaz de contrabalançar os efeitos maléficos ao ambiente causados pelo crescimento econômico.

O governo dessa economia hipotética faz política ambiental de modo a gerar um incentivo à firma aumentar sua produtividade. Todavia, é importante perceber que políticas econômicas expansivas possuem um efeito colateral perverso, pois aumentam o impacto ambiental via aumento da produção e do consumo.

É proposto três tipos de política, que variam quanto ao grau de restrição. Duas são incidentes sobre a oferta (um imposto – iatax, e um subsídio - subverde), e uma sobre a demanda (educação ambiental – parâmetro PE). Podemos representar essa cadeia de relações da seguinte forma:



Fonte: Elaboração Própria

A produtividade do período corrente da firma (τ_{it}) é função da sua produtividade do período anterior (τ_{it-1}) e do ganho de produtividade do período corrente obtido a partir da inovação. O que determina o sucesso inovativo da firma é seu gasto em P&D, que só ocorre caso haja lucro positivo, de modo que se constitua um percentual do faturamento. Quanto maior o gasto em P&D maior a chance de sucesso.

A partir desse ponto, da determinação do faturamento da firma, que está inteiramente correlacionado com uma série de variáveis expectativas, iniciamos nossa discussão de como a variável ambiental afeta a competitividade e a decisão de investimento da firma.

A decisão de investimento em capital fixo⁷ depende das expectativas relativas à taxa de lucro, que é estimada a partir da extrapolação da trajetória observada do preço médio do setor e dos custos. Esse preço médio é considerado o preço “desejado” da firma estabelecendo um patamar limite em que preços acima desse nível podem representar perda de *market-share*, e preços abaixo significam perda de lucratividade. Para que o investimento de fato se concretize, é necessário que o cálculo dessa taxa de lucro⁸ seja, no mínimo, igual à taxa alternativa de mercado, e adicionado a taxa de “risco de iliquidez”.

A firma forma seu preço corrente (P_t) como uma média ponderada entre seu preço desejado (P_t^d) e o preço médio esperado ($epmédto_t$), de modo a cobrir seu custo direto de produção e obter o lucro esperado. Mas como o preço médio esperado é calculado a partir da média entre o preço desejado da firma e o preço médio de suas rivais do período anterior, temos que quanto maior o *market-share* da firma, maior sua capacidade de fixar seu preço corrente próximo do desejado.

$$P_t = m_t * P_t^d + n_t * epmédto_t$$

O preço desejado é determinado a partir da decisão de investimento da firma, que está relacionada à taxa esperada de lucro, e que depende do preço médio esperado e

⁷ A firma pode decidir por investir em ativos de capital apenas como reposição ao capital sucateado, ou pode investir em ativos financeiros.

⁸ Esta taxa de lucro determinará o volume máximo de capital monetário (materializado no investimento) que a firma pode investir com “segurança”, em termos financeiros. Sobre esta magnitude de capital atuam duas restrições: uma de natureza tecnoeconômica, dada pela capacidade de absorção do mercado para a produção futura da firma (pós-investimento), a outra de natureza monetária, dada pela disponibilidade de crédito bancário para financiamento do investimento (CAVALCANTI FILHO, 2002).

dos custos. Geralmente, esse preço é inferior ao preço médio corrente⁹, que tende ao patamar do preço desejado no decorrer do tempo. O preço médio “esperado” para o período seguinte considera como dado os preços dos rivais no período anterior, e regulados às mudanças dos *market-shares*.

$$P_t^d = (1 + MK_t^d) C d v_t$$

Sendo a competitividade (Ei) da firma igual ao inverso do seu preço, quanto maior a sua capacidade de estabelecer um preço abaixo do preço médio do mercado, mais competitiva é a firma. A competitividade da firma determina a expectativa de market-share do mercado.

Caso o preço de suas rivais se mantenha constante, e se o custo indireto se mantiver inalterado, apenas é possível a firma reduzir seu preço caso alcance uma redução no seu custo direto (custo com matéria-prima). Isto nos conduz novamente à variável indicadora da produtividade da firma (tau). Assim, a firma encontra um incentivo em decidir por inovar. Veremos agora como esse mecanismo funciona ao inserirmos a política ambiental. A seguir apresentaremos as políticas estudadas.

a) IATAX

O iatx é determinado a partir dos custos que incorre o governo, na gestão dos resíduos derivados da produção industrial e do consumo. O custo de limpeza de cada firma é então dado por:

$$CLtmp_t = \left(\frac{Q_{t-1}}{\tau_{t-1}} * tmp \right) * 15$$

O primeiro termo dessa equação indica a quantidade de resíduos gerados calculado como proporção da produção total da firma. Considerando que 2% do produto final da firma sejam resíduos (equivalente a um $tmp = 0,02$), e sabendo das condições iniciais do modelo (de produção e produtividade da firma¹⁰), temos inicialmente nessa economia, uma quantidade de 5 unidades de resíduos por firma. Cada unidade de resíduos, custa ao governo 15 unidades monetárias para o seu tratamento¹¹, que representa 1,8% do faturamento da firma. Foi estabelecido o imposto ambiental (iatx)

⁹ A estrutura do modelo, com progresso técnico redutor de custos, apresenta trajetórias declinantes para os preços médios nos vários setores da indústria. Uma vez que o preço desejado é igualado ao preço médio ‘esperado’ ao final da vida útil dos bens de capital adquiridos, por implicação, deve ser inferior ao preço médio corrente.

¹⁰ $Q_b = 12.000$ e $\tau_{ab} = 4$.

¹¹ Este número foi calculado com base no gasto médio com meio-ambiente dos países da OECD, que apresentaram estatísticas entre 0,2% e 0,5% do PIB. Aqui, supôs-se gasto equivalente a 2% do PIB dessa economia. A partir da participação inicial de cada setor no uso de matéria-prima total da economia, rateou-se esse custo por setor e o dividiu pelo número de firmas.

para a firma equivalente à esse custo de limpeza dividido por um denominador que equilibrasse a receita e o gasto do governo, a fim de neutralizar outras políticas do governo sobre as variáveis em análise¹².

$$iatax = CLimp$$

Como esse imposto é retirado do lucro líquido da firma, a firma encontra um incentivo adicional a investir em inovação, a fim de aumentar sua produtividade e reduzir o imposto pago.

b) Subverde

O subsídio verde constitui uma restituição do imposto por parte das firmas, para gasto em P&D. Será igual ao imposto pago pela firma (lucro líquido menos serviços financeiros e mais receitas financeiras – LL, menos lucro líquido dos encargos e receitas financeiras e do imposto – LLtax) ao governo, multiplicado por um parâmetro verde (PV), que determina o montante do subsídio, e por uma relação que indica a magnitude da inovação ambiental obtida no período anterior. Essa inovação ambiental é representada pela razão da variação da produtividade do período anterior (decorrente do sucesso da inovação, assim as firmas que não obtiveram sucesso estão automaticamente excluídas da concessão do subsídio) e a produtividade (tau) de dois períodos antes.

$$subverde = (LL_t - LLtax_t) * PV * \frac{varPRODverde_{t-1}}{tau_{t-2}}$$

$$VarPRODverde = (tau_t - tau_{t-1})$$

Posteriormente, esse subverde obtido pela firma é adicionado aos gastos de P&D formando o investimento em inovação, aumentando a chance da firma continuar obtendo sucesso no aumento de sua produtividade.

c) Educação Ambiental - Preferência pela Ecologia (PE)

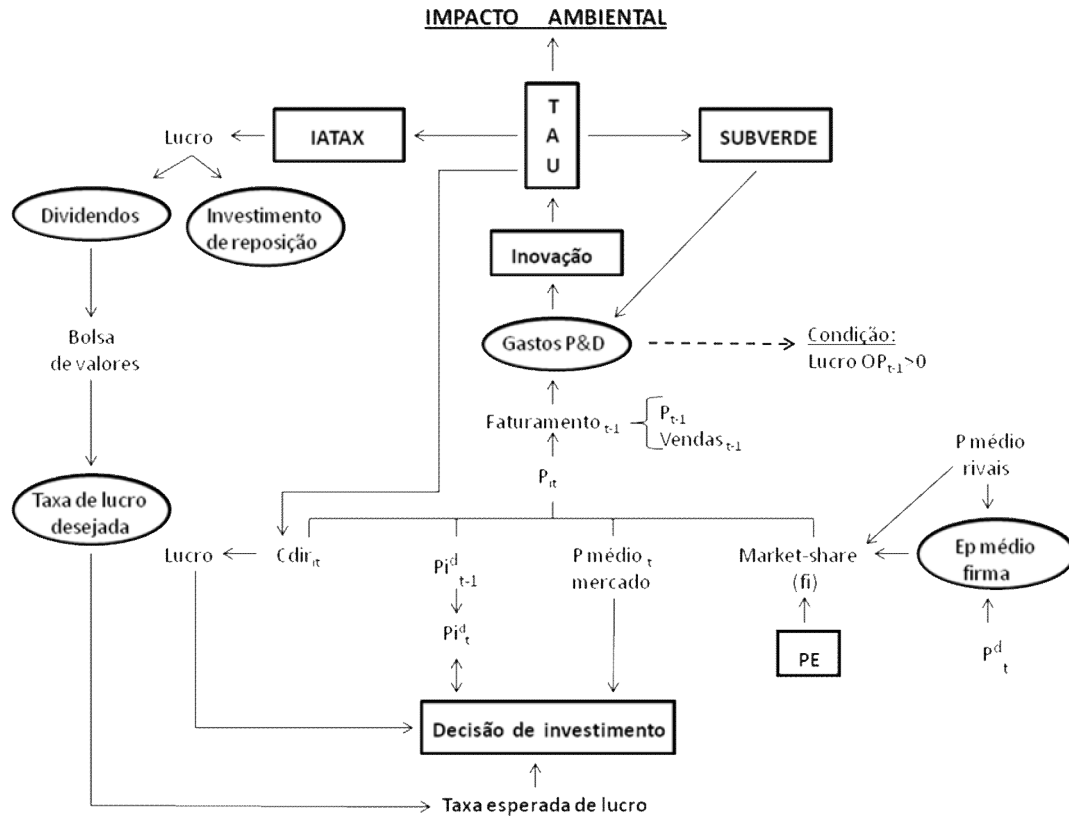
Por fim, o governo dessa economia também realiza uma política incidente sobre a demanda, representada por um parâmetro que reflete a preferência do consumidor por obter produtos daquelas firmas que apresentarem uma produção ecoeficiente em relação às demais. Este parâmetro influencia a competitividade da firma da seguinte forma:

$$E = \frac{1}{P_t} + (PE * tau_t)/100$$

A equação de competitividade da firma original do modelo MKS possui apenas o primeiro termo. Com o intuito de preservar o preço como determinante mais importante da competitividade, dividiu-se o segundo termo por 100 para que a

¹² Simulações teste demonstraram uma dívida do governo explosiva quando o imposto ambiental é determinado igual ao custo de limpeza integral.

preferência pela ecologia corresponda uma fração menor que o preço na determinação da competitividade¹³. Assim, mantendo os demais fatores constante, quanto mais produtiva, mais competitiva é a firma. A representação de toda essa dinâmica segue abaixo.



Fonte: Elaboração Própria

4) RESULTADOS

Enquanto exercício de simulação testou-se diferentes valores de parâmetros para as políticas ambientais formuladas com o intuito de verificar a sensibilidade do comportamento das variáveis, o que resultou em nove combinações diferentes de políticas, a saber:

- i) Subverde com o parâmetro PV igual a 20, PV igual a 50 (que serão chamadas PV20 e PV50 de agora em diante), e PV igual a 35 quando política conjunta com o imposto e a educação ambiental;

¹³ A partir das condições iniciais ($P=4$, $\tau=4$), temos uma competitividade inicial igual a 0,25 por firma. Ao inserir a preferência pela ecologia, considerando PE igual a 2, por exemplo, temos uma competitividade inicial igual a 0,33.

- ii) Educação ambiental com o Parâmetro de Preferência pela Ecologia, PE, igual a 2, e outra com o PE igual a 5 (PE5 e PE2);
- iii) Imposto ambiental com a alíquota igual a $1/6$ do custo de limpeza do governo, chamada $iatax/6$, e outra com alíquota referente à $1/4$ dos custos de limpeza, chamada $iatax/4$;
- iv) E combinações dessas políticas: subverde com PV35 mais $iatax/6$; subverde PV35 mais PE2; e por fim PE2 mais $iatax/6$.

Todos os resultados gerados pelas políticas são comparados com o caso da simulação sob ausência de política ambiental. Sendo uma economia hipotética, valores absolutos perdem significância, pois o modelo não foi “calibrado” para reproduzir as séries de nenhuma economia real (brasileira ou de qualquer outro país). Trata-se de um experimento puramente teórico e, desta forma, avalia-se os resultados qualitativos¹⁴, concentrando, assim, a análise em termos de diferença percentual relacionado ao caso sem política:

- a. percentuais positivos indicarão que, em média, aquela variável eleva-se por efeito das políticas;
- b. percentuais negativos, portanto, indicarão reduções na magnitude da variável, também por efeito das políticas.

Para a análise dos resultados, a fim de realizar uma apresentação mais sucinta, serão apresentados primeiramente os gráficos das simulações, com os comentários em seguida.

4.1) Análise macroeconômica

A partir das condições iniciais do MKS, em que a economia se encontra com uma taxa de desemprego de 7%, temos um indicador ambiental igual a 0,92. Caso a economia estivesse operando em pleno emprego, este indicador assumiria valor igual a 1. Temos então que valores maiores que esse indicam aumento da pressão do consumo sobre o ambiente, e valores menores indicam que houve redução do impacto. A seguir, apresentamos o gráfico da trajetória dos 100 períodos.

¹⁴ O mesmo tipo de análise quando se investiga as propriedades de uma função de produção genérica $F(K,L)$: sabe-se que a maximização de lucros exige que $F' > 0$ e $F'' < 0$, mas não é necessário saber o valor específico, apenas o sinal das derivadas.

Gráfico 1
Indicador Ambiental

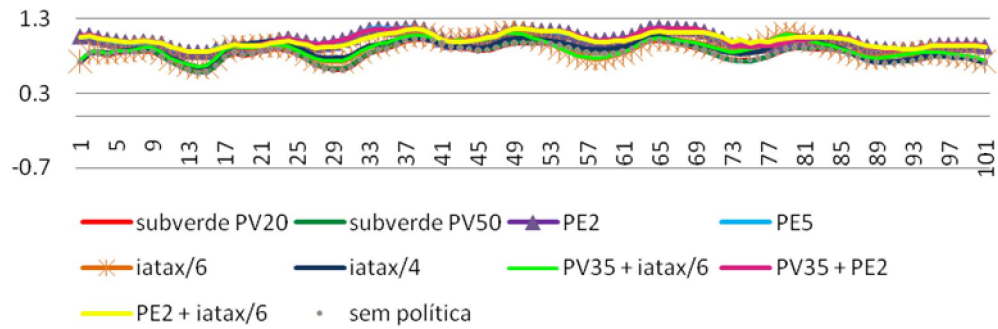


Gráfico 2
Produção Total do Setor B

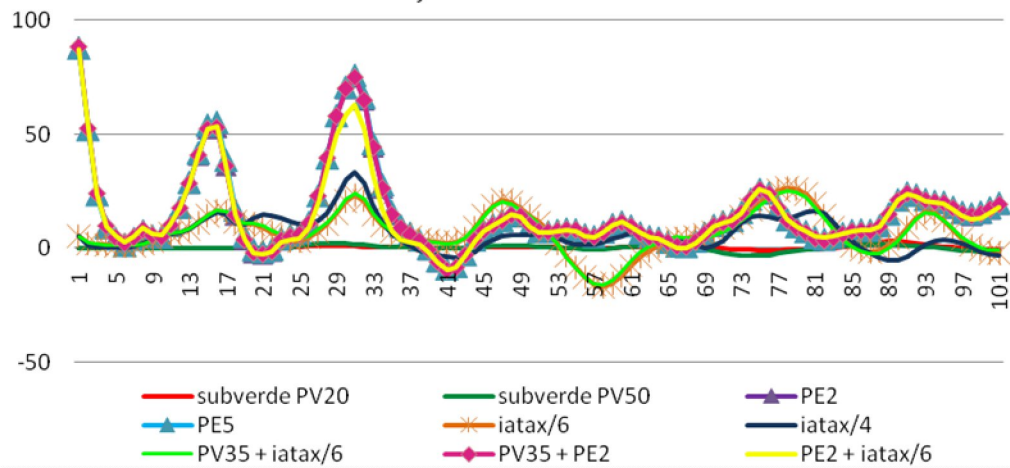
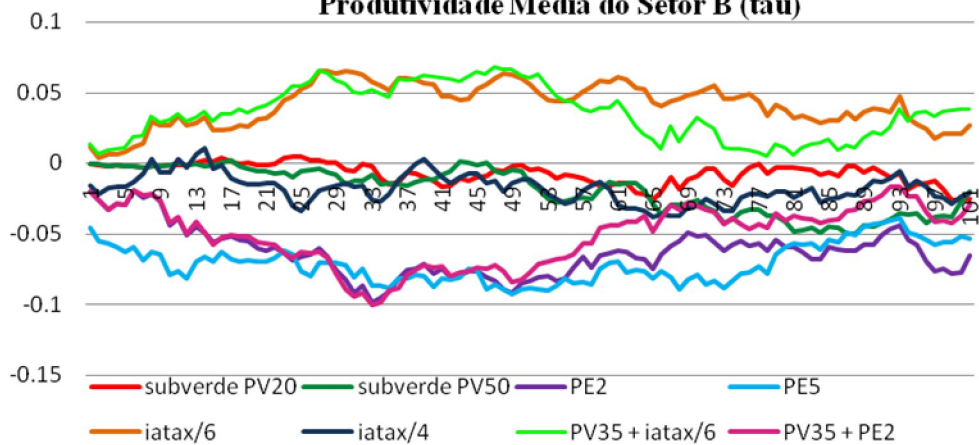
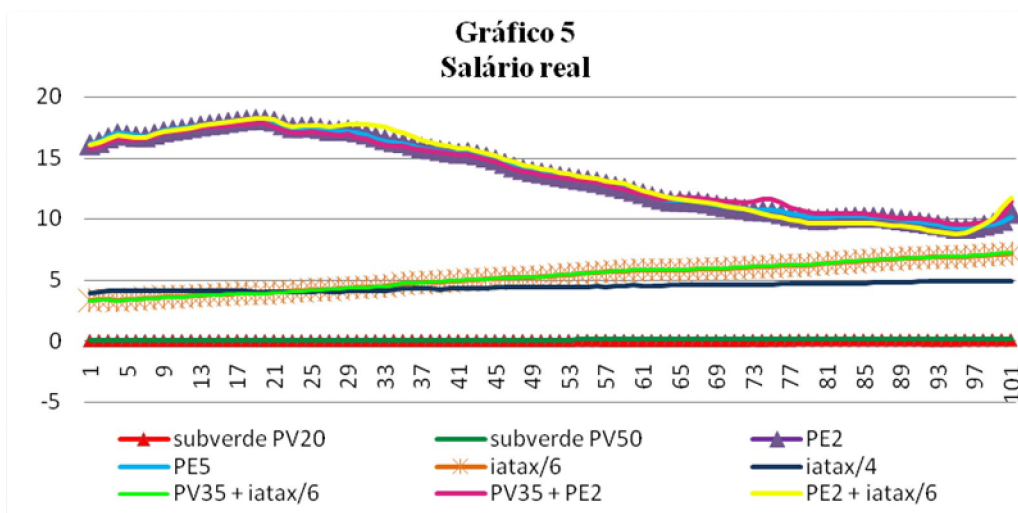
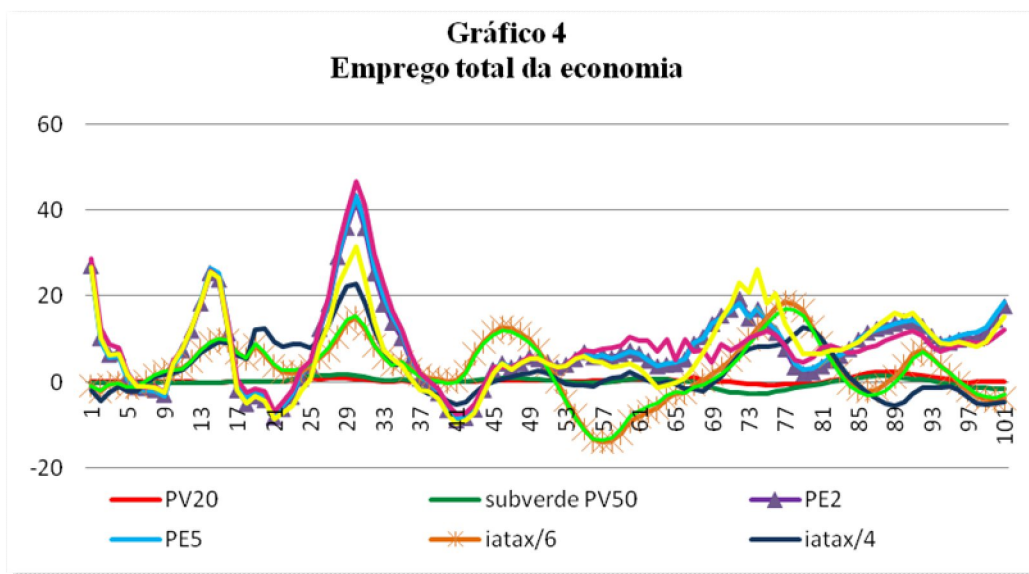


Gráfico 3
Produtividade Média do Setor B (tau)





Sobre as variáveis agregadas analisadas destacamos os seguintes resultados:

- i) Observamos padrões de comportamento para quatro grupos de períodos, todos relacionados a picos no crescimento do produto industrial do setor B.
- ii) Políticas conjuntas não geraram efeito maior que os resultados obtidos por políticas isoladas. A magnitude do impacto dessas políticas conjuntas é determinado por aquela política que gerou o maior efeito. Por exemplo: as políticas de educação ambiental (PE2 e PE5) foram as que obtiveram maior efeito sobre as variáveis até agora estudadas, e as políticas conjuntas que incluem educação ambiental (PE2+PV35 e PE2+iatax/6) demonstraram efeito semelhante.

iii) Temos a seguinte ordem decrescente de impacto sobre a economia: educação ambiental, imposto ambiental, e subsídio à P&D “verde”.

iv) Para os períodos de crescimento do produto industrial observou-se aumento no emprego, aumento do salário real, queda do indicador ambiental, mas com exceção das políticas iatax/6 e PV35+iatax/6 (únicas que demonstraram resultados ambientais melhores em relação ao caso sem política), não verificou-se aumento na produtividade da indústria, nem movimentos ascendentes ao longo da trajetória, nem em relação à média do período total.

Dessa forma, as políticas que demonstraram os resultados esperados foram as políticas iatax/6 e PV35+iatax/6, as únicas que surtiram efeito sobre a produtividade média do setor. Contudo, apesar desse aumento de produtividade, verificou aumento do indicador ambiental.

4.2. Análise Microeconômica

Para evitar a exposição de um número muito grande de gráficos, esta seção aborda os principais resultados baseado em tabela onde consta a média das variáveis microeconômicas de cada firma (em apêndice).

- v) Continuando a investigação sobre a produtividade das firmas (tau), averiguamos que não houve aumento na produtividade individual das firmas como decorrência das políticas ambientais, nem para as firmas maiores (onde se esperava haver inovação), nem para as firmas menores. Apenas as políticas iatax/4, iatax/6 e PV35+iatax/6 obtiveram sucesso no incentivo à firma adotar processo produtivo ecoeficiente. As políticas PV20 e PV50, não surtiram efeito. Haja vista a invalidade destas últimas políticas, elas serão excluídas por hora da nossa arguição.
- vi) A competitividade média de todas as firmas apresentaram aumento para todos os casos de políticas, sendo as maiores diferenças para as políticas de educação ambiental e suas combinações. Contudo, este aumento de competitividade apenas se transformou em aumento de market share para os casos do imposto ambiental (iatax/4, iatax/6 e PV35+iatax/6). Para uma alíquota mais elevada desse imposto (iatax/4), observamos aumento do market-share das firmas maiores e redução das menores.
- vii) Todos os casos das políticas geraram um preço médio menor para todas as firmas, corroborando com o aumento do salário real apresentado. As políticas de educação ambiental geraram a maior queda no preço médio, em

relação ao caso sem política. Como consequência, verificamos também queda no lucro médio para todos os casos. Contudo, esta queda no lucro foi muito maior para os casos da política de educação, pois não foi acompanhado de aumento na produtividade da firma.

- viii) Com esta exposição, constatamos que para as políticas do imposto ambiental que corroboraram com o objetivo ambiental do governo de promover uma produção ecoeficiente, foi observado conjuntamente ao aumento da produtividade a redução dos preços, decorrente da redução do custo do produto (obtido pela redução da quantidade de insumo necessário), aumentando por sua vez a competitividade da firma e seu market-share.
- ix) As políticas incidentes sobre a demanda, que envolvem a educação ambiental, em vez de gerar um estímulo à inovação, terminaram gerando um incentivo perverso: para não perder competitividade, as firmas abriram mão de sua lucratividade a fim de oferecer um produto a preço menor.

5) CONCLUSÃO

O novo paradigma ambiental estabelece a necessidade da busca por tecnologias limpas. Os *trade-offs* definidos por este paradigma são formados pelos elementos que compõem o desenvolvimento sustentável: economia, sociedade e meio-ambiente. Esta relação foi representada aqui através da construção de um indicador ambiental, que traduz o impacto ambiental exercido pela utilização de recursos (via oferta de produtos), e pela pressão do consumo.

Como retratado pela economia evolucionária, este trabalho abordou a firma como agente gerador da inovação ambiental, e a sociedade, que no mercado, exerce o papel de agente seletor dessas inovações. Contudo, em um ambiente de incertezas, a política ambiental, enquanto instituição, é indispensável no seu papel de modificar o comportamento das firmas, levando-as a uma trajetória de tecnologia limpa.

As políticas ambientais apresentadas no modelo MKS objetivaram conduzir as firmas à tecnologia PP, e tiveram como objeto de ação a produtividade da firma. Este trabalho testou o resultado apresentado pela literatura na seção dos trabalhos relacionados, quanto a superioridade da rigidez da política ambiental. Foram simulados 3 tipos de política, com diferentes graus de rigidez, formando 9 combinações diferentes.

O resultado ambiental agregado de todas as políticas foi de um aumento no indicador, exceto para os períodos 53 a 61, mas que mostrou estar relacionado à queda na produção industrial nesse intervalo. Isto aponta para o fato, como ressaltado por

Kemp e Foxon (2007), de que a propagação de eco-inovações não significa aumento da qualidade do meio-ambiente como um todo. As tecnologias baseadas na eco-eficiência, que reduzem custos, geram aumento de riqueza real, aumentando o consumo, que pressiona a oferta, terminando esta cadeia na maior utilização de recursos e emissões. Esse argumento corrobora também com o aumento no emprego e no salário real apresentado em todas as simulações¹⁵.

Todavia, a análise microeconômica dos dados aponta que apenas a política referente ao imposto ambiental surtiu o efeito desejado, gerando aumento na produtividade de todas as firmas. Isto condiz com o que Porter considera como “boa regulamentação ambiental”: quanto mais restritiva for a política, maior a capacidade de indução à inovação ambiental.

Quanto a ineficácia das duas outras políticas infere-se: o subsídio falhou no incentivo ao desenvolvimento de P&D “verde”, devido à sua excessiva moderação, pois é concedido apenas as firmas que apresentarem aumento na produtividade no período anterior. Não incorrendo em penalidade alguma, as firmas deveriam optar primeiramente por investir em P&D numa magnitude razoável para que se aumente sua probabilidade de sucesso em se obter uma inovação, para obter o subsídio na etapa seguinte, mas não como substituição ao seu investimento em P&D e sim como um acréscimo. Esse incentivo mostrou-se insuficiente, estando de acordo com o resultado encontrado pela OECD (2007), de que os principais indutores para P&D ambiental são políticas restritivas. A política de educação ambiental também não gerou o resultado esperado devido à ponderação dada pelos consumidores à preferência pela ecologia, no momento da sua escolha por produtos. Supôs-se, no MKS verde, que os consumidores atribuem um grau de importância maior ao preço do produto do que ao impacto ambiental associado à sua produção. Dessa forma, a firma optou por renunciar à uma parte de seu lucro para que pudesse oferecer ao consumidor um produto à um preço reduzido, de modo que fosse satisfatório ao consumidor substituir sua preferência pela ecologia pela preferência ao menor preço. Quanto à esta relação entre consumidor e ecologia, Turpitz (2004) afirma em seu estudo de caso que o desejo dos consumidores de pagar por um produto “verde” mostrou ser baixo e dependente de uma consciência ecológica. Além disso, segundo Kemp e Soete (1990), mesmo que haja avanço da

¹⁵ Exceto para os períodos 53 a 61, mas que está relacionado à queda no produto industrial, e que relaciona-se, por sua vez, ao ciclo econômico.

consciência ambiental e da pressão social, a adoção de tecnologia ainda não se constitui prioridade nos objetivos da firma.

6) REFERÊNCIAS

ASHFORD, N.A., HEATON, G.R. e PRIEST, W.C. (1979), Environmental, Health and Safety Regulations and Technological Innovation, in "Technological Innovation for a Dynamic Economy", Hill, C.T. and Utterback, J.M. (eds.), Pergamon Press, Inc., NY, 1979, pp. 161-221. Disponível em <http://hdl.handle.net/1721.1/1554>

CAVALCANTI FILHO, Paulo F.M.B; LUSTOSA, M.C.; YOUNG, C. E. F. Environmental Innovation and Evolutionary Economics: A Theoretical Model. XXVIII Encontro Nacional de Economia - ANPEC - Campinas, Dez 2000.

CAVALCANTI FILHO, Paulo F.M.B. (2002). Ciclo Econômico e Instabilidade Estrutural. Um modelo evolucionário multissetorial Minsky-Keynes-Schumpeteriano. Tese de Doutorado, Instituto de Economia – UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

FRONDEL, M., HORBACH, J., e RENNINGS, K. (2007), End-of-pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries, *Business Strategy and the Environment* 16: 571-584.

FUSSLER, C.; e JAMES, P. 1996; *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*, Pitman Publishing: London, 364 p.

GRAY, Wayne B., "The Cost of Regulation: OSHA, EPA, and the Productivity Slowdown," *American Economic Review*, 1987, 77:5, 998-1006.

HAZILLA, M., e KOPP, R. J. "Social Cost of Environmental Quality Regulations: A General Equilibrium Analysis," *Journal of Political Economy*, 1990, 98:4, 853-73.

JAFFE, A. B., S.; PORTNEY, P; e STAVINS, R.N. "Environmental Regulations and the Competitiveness of U.S. Industry," *Economics Resource Group*, Cambridge, Mass., 1993.

_____. "Environmental Regulation and International Competitiveness: What Does the Evidence Tell Us," draft, January 13, 1994.

JORGENSEN, D. W., e WILCOXEN, P. J. "Environmental Regulation and U.S. Economic Growth," *Rand Journal of Economics*, Summer 1990, 21:2, 314-40.

KEMP, R.; PONTOGLIO, S., 2008. The innovation effects of environmental policy instruments – a typical case of the blind men and the elephant. Paper for DIME WP 2.5 Workshop on Empirical Analyses of Environmental Innovations, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI), Karlsruhe, January, 17th-18th, 2008.

KEMP, R. ARUNDEL, A. **Survey Indicators for Environmental Innovation**. IDEA. Paper Serie.8. 1998. , STEP Group, Oslo.

KEMP, R.; FOXON, T., 2007. Typology of Eco-Innovation. In: MEI project – Measuring Eco-Innovation. Disponível em: <http://www.merito.unu.edu>. Acessado em 08/12/2008.

KEMP, R., e SOETE, L. (1990). Inside the 'Green Box': on the Economics of Technological Change and the Environment. In: . FREEMAN, C. and SOETE, L. (eds.). *New Explorations in the Economics of Technological Change*. London:Pinter.

LEONARD, H. Jeffrey, Pollution and the Struggle for World Product. Cambridge, U.K: Cambridge University Press, 1988.

MEYER, S. M., *Environmentalism and Economic Prosperity: Testing the Environmental Impact Hypothesis*. Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology, 1992.

MEYER, S. M., *Environmentalism and Economic Prosperity: An Update*. Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology, 1993.

MILLIMAN, S.R.; PRINCE, R. (1989), Firm Incentives to Promote Technical Change in Pollution Control, *Journal of Environmental Economics and Management*, 17, pp. 247-265.

OATES, W., PALMER, K. L., e PORTNEY, P. "Environmental Regulation and Inter-national Competitiveness: Thinking About the Porter Hypothesis." Resources for the Future Working Paper 94-02, 1993.

PALMER, K. L., e SIMPSON, R. D. "Environmental Policy as Industrial Policy," Resources, Summer 1993, 112, 17-21.

PORTER, Michael E., "America's Green Strategy," Scientific American, April 1991, 264, 168.

PORTER, Michel E., LINDE, Class van der (1995a). Toward a new conception of the environment - competitiveness relationship. **Journal of Economic Perspectives**, v. 9, n. 4, p. 97- 118.

_____. (1995b). Green and competitive: ending the stalemate. **Harvard Business Review**, v. 73, n. 5, p. 120- 134.

POSSAS, M.L. Dinâmica e ciclo econômico em oligopólio. Tese de doutoramento. São Paulo, Depe-Unicamp, 1983.

RENNINGS, K., KEMP, R., BARTOLOMEO, M., HEMMELSKAMP, J. e HITCHENS, D. (2003), Blueprints for an Integration of Science, Technology and Environmental Policy (BLUEPRINT), Final Report of 5th Framework Strata project, disponível em: <http://www.insme.info/documenti/blueprint.pdf>

RENNINGS, K. (2000), 'Redefining Innovation-Eco-innovation Research and the Contribution from Ecological Economics, *Ecological Economics*, 32, 319-322.

REQUATE, T. (2005), Dynamic incentives by environmental policy instruments – a survey, *Ecological Economics*, 54(2-3), 175-195.

REQUATE, T. e UNOLD, W. (2003), Environmental policy incentives to adopt advanced abatement technology: Will the true ranking please stand up?, *European Economic Review*, 47 (2003), pp. 125-146.

SIMPSON, Ralph David, "Taxing Variable Cost: Environmental Regulation as Industrial Policy." Resources for the Future Working Paper ENR93-12, 1993

SCHMALENSEE, R. "The Costs of Environmental Regulation." Massachusetts Institute of Technology, Center for Energy and Environmental Policy Research Working Paper 93-015, 1993.

TIGRE, P. B. (Org.) **Tecnologia e meio ambiente: oportunidades para a indústria**. Rio de Janeiro. UFRJ, 1994.

TURPITZ, K. (2004), The determinants and effects of environmental Product innovations – An Analysis on the base of case studies, Zew Discussion Paper 04-02.

VOLLEBERGH, H. (2007), Impacts of environmental policy instruments on technological change, OECD Report, 07-Feb-2007.

WHEELER, D. e MODY, A. (1992). "International Investment Location Decisions: The Case of U.S. Firms," **Journal of International Economics**, 33, 57-76.

APÊNDICE

TAUB MÉDIO

	sem política	PV20	PV50	iatax/4	iatax/6	PE2	PE5	PE2+PV35	PV35+iatax/6	PE2+iatax/6
firma 1	4.3399	4.340	4.339	4.339	4.342	4.337	4.337	4.337	4.341	4.338
firma 2	4.3398	4.340	4.339	4.339	4.341	4.337	4.337	4.336	4.341	4.338
firma 3	4.3393	4.340	4.339	4.339	4.342	4.337	4.337	4.338	4.342	4.338
firma 4	4.3400	4.340	4.339	4.339	4.342	4.337	4.337	4.335	4.342	4.338
firma 5	4.3400	4.340	4.339	4.339	4.342	4.337	4.337	4.336	4.342	4.338
firma 6	4.3398	4.340	4.339	4.339	4.342	4.337	4.337	4.336	4.341	4.338
firma 7	4.3401	4.340	4.339	4.339	4.342	4.337	4.337	4.337	4.341	4.338
firma 8	4.3399	4.340	4.336	4.339	4.342	4.337	4.337	4.338	4.341	4.338
firma 9	4.3401	4.340	4.336	4.339	4.342	4.337	4.337	4.337	4.341	4.338
firma 10	4.3402	4.340	4.339	4.339	4.342	4.337	4.337	4.335	4.342	4.338
firma 11	4.3400	4.340	4.339	4.339	4.342	4.337	4.337	4.336	4.342	4.338
firma 12	4.3398	4.339	4.339	4.339	4.342	4.337	4.337	4.338	4.342	4.337

COMPETITIVIDADE MÉDIA

	sem política	PV20	PV50	iatax/4	iatax/6	PE2	PE5	PE2+PV35	PV35+iatax/6	PE2+iatax/6
firma 1	0.2992	0.299	0.299	0.313	0.315	0.425	0.555	0.424	0.315	0.425
firma 2	0.2992	0.299	0.299	0.313	0.315	0.425	0.555	0.424	0.315	0.425
firma 3	0.2992	0.299	0.299	0.313	0.315	0.425	0.555	0.424	0.315	0.425
firma 4	0.2992	0.299	0.299	0.313	0.315	0.425	0.554	0.424	0.315	0.425
firma 5	0.2992	0.299	0.299	0.313	0.315	0.424	0.554	0.424	0.315	0.425
firma 6	0.2991	0.299	0.299	0.312	0.315	0.425	0.555	0.424	0.315	0.425
firma 7	0.2991	0.299	0.299	0.313	0.315	0.426	0.556	0.425	0.315	0.427
firma 8	0.2992	0.299	0.299	0.313	0.315	0.424	0.554	0.424	0.315	0.425
firma 9	0.2991	0.299	0.299	0.313	0.315	0.426	0.556	0.425	0.315	0.426
firma 10	0.2991	0.299	0.299	0.313	0.315	0.425	0.555	0.425	0.315	0.426
firma 11	0.2991	0.299	0.299	0.313	0.315	0.425	0.555	0.425	0.315	0.426
firma 12	0.2991	0.299	0.299	0.313	0.315	0.425	0.555	0.426	0.315	0.425

MARKET-SHARE MÉDIO

	sem política	PV20	PV50	iatax/4	iatax/6	PE2	PE5	PE2+PV35	PV35+iatax/6	PE2+iatax/6
firma 1	0.0935	0.094	0.094	0.096	0.094	0.093	0.092	0.093	0.094	0.093
firma 2	0.0935	0.094	0.094	0.096	0.094	0.093	0.093	0.093	0.094	0.094
firma 3	0.0905	0.090	0.090	0.088	0.089	0.095	0.094	0.095	0.089	0.095
firma 4	0.0754	0.075	0.075	0.074	0.070	0.095	0.081	0.080	0.070	0.081
firma 5	0.0806	0.081	0.081	0.079	0.078	0.095	0.075	0.074	0.078	0.075
firma 6	0.0778	0.078	0.078	0.076	0.077	0.095	0.069	0.068	0.077	0.067
firma 7	0.0832	0.083	0.083	0.084	0.086	0.095	0.083	0.083	0.086	0.082
firma 8	0.0775	0.077	0.077	0.076	0.075	0.095	0.076	0.075	0.075	0.076
firma 9	0.0833	0.083	0.083	0.084	0.086	0.095	0.082	0.083	0.086	0.081
firma 10	0.0859	0.086	0.086	0.087	0.091	0.095	0.086	0.086	0.091	0.087

firma 11	0.0770	0.077	0.077	0.078	0.075	0.095	0.086	0.086	0.075	0.086
firma 12	0.0831	0.083	0.083	0.084	0.086	0.095	0.087	0.087	0.086	0.088

PREÇO MÉDIO

	sem política	PV20	PV50	iatax/4	iatax/6	PE2	PE5	PE2+PV35	PV35+iatax/6	PE2+iatax/6
firma 1	3.3636	3.363	3.362	3.210	3.192	2.961	2.963	2.965	3.192	2.955
firma 2	3.3636	3.363	3.362	3.210	3.192	2.960	2.962	2.965	3.192	2.955
firma 3	3.3636	3.363	3.362	3.210	3.192	2.961	2.962	2.966	3.192	2.955
firma 4	3.3635	3.363	3.362	3.210	3.192	2.961	2.964	2.968	3.192	2.956
firma 5	3.3635	3.363	3.362	3.210	3.192	2.967	2.972	2.971	3.192	2.961
firma 6	3.3639	3.363	3.362	3.210	3.193	2.960	2.961	2.964	3.192	2.954
firma 7	3.3639	3.363	3.362	3.210	3.193	2.951	2.952	2.957	3.192	2.945
firma 8	3.3636	3.363	3.362	3.210	3.192	2.966	2.970	2.970	3.192	2.960
firma 9	3.3639	3.363	3.362	3.210	3.193	2.952	2.953	2.957	3.192	2.946
firma 10	3.3640	3.363	3.362	3.210	3.192	2.955	2.956	2.961	3.192	2.949
firma 11	3.3641	3.363	3.362	3.210	3.193	2.955	2.956	2.960	3.192	2.949
firma 12	3.3639	3.363	3.362	3.210	3.193	2.955	2.956	2.949	3.192	2.961

LUCRO MÉDIO

	sem política	PV20	PV50	iatax/4	iatax/6	PE2	PE5	PE2+PV35	PV35+iatax/6	PE2+iatax/6
firma 1	1053.8456	1057.583	1053.702	956.700	915.486	645.914	646.625	650.684	912.347	634.356
firma 2	1053.1085	1058.022	1053.994	957.048	913.748	643.981	645.462	648.128	911.027	632.414
firma 3	1024.4280	1029.060	1024.167	882.233	863.296	649.233	647.489	654.148	860.278	639.897
firma 4	862.2457	866.212	861.369	741.989	682.635	553.418	556.432	554.505	680.407	543.222
firma 5	913.6404	918.000	913.487	786.584	761.724	492.757	497.110	497.206	758.923	486.595
firma 6	880.2945	884.164	880.597	756.191	742.552	445.960	457.254	449.465	740.196	433.924
firma 7	932.5204	936.688	932.605	833.498	828.481	594.008	595.496	599.043	826.110	572.161
firma 8	877.7515	880.933	877.789	755.482	731.505	487.822	491.678	492.307	729.106	483.035
firma 9	933.0982	936.514	932.178	833.797	828.330	581.611	583.732	587.495	826.245	563.934
firma 10	955.9078	959.978	956.573	866.466	880.075	605.401	607.433	607.670	877.873	592.219
firma 11	870.6574	874.968	870.959	774.702	729.340	601.426	604.135	605.534	726.631	588.015
firma 12	931.8507	934.766	930.598	833.904	829.653	612.189	613.833	596.739	826.527	612.183