

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

BRUNA PAULA BESSE MATIAS PINTO

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E ECO-EFICIÊNCIA
COMO ESTRATÉGIA EMPRESARIAL – ANÁLISE
DO SETOR ELETROELETRÔNICO**

CAMPINAS

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

BRUNA PAULA BESSE MATIAS PINTO

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E ECO-EFICIÊNCIA
COMO ESTRATÉGIA EMPRESARIAL – ANÁLISE
DO SETOR ELETROELETRÔNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Graduação do Instituto de Economia da
Universidade Estadual de Campinas para
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Econômicas, sob orientação do Prof. Dr.
Bastiaan Philip Reydon

CAMPINAS

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Dedicatória:

A todos aqueles que acreditam na relevância da adoção de práticas sustentáveis, para que as gerações futuras também possam usufruir dos recursos que a natureza nos possibilita no presente.

Agradecimentos:

À minha família e amigos, pelo apoio e confiança.

À minha mãe, em especial, pelo modelo de vida e de superação a ser seguido.

Ao meu namorado, Lucas, pelo amor e compreensão.

Aos meus educadores, que me auxiliaram em minha trajetória em busca do conhecimento.

PINTO, Bruna Paula Besse Matias. Inovação Tecnológica e Ecoeficiência como Estratégia Empresarial – Análise do Setor eletroeletrônico. 2012. 57 pp. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação – Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

RESUMO

O presente trabalho relaciona os conceitos de inovação tecnológica, eco-eficiência e estratégia empresarial, e demonstra como podem ser alinhados no cerne das decisões empresariais de forma a possibilitar resultados ambientalmente positivos associados a ganhos econômicos. Desta forma, são discutidos os principais motivadores desta decisão, com ênfase nas estratégias de geração de valor aos acionistas via diferenciação de produtos e redução de custos. O debate realizado entre duas vertentes da teoria econômica, a Economia Ambiental e a Economia Ecológica, demonstram os esforços no sentido de absorver a temática do desenvolvimento sustentável e, mais do que isso, creditam grande importância à tecnologia na mudança de paradigma de uma sociedade atualmente voltada ao consumismo irresponsável para uma sociedade eco-consciente. São ainda apresentados breves cases de sucesso de empresas do setor eletroeletrônico, as quais compreenderam as oportunidades de negócio oriundas da adoção de práticas ambientalmente amigáveis, destacando as diferentes frentes em que se é possível atuar no contexto da Análise de Ciclo de Vida de seus produtos e processos, dentre as quais o ecodesign, a logística reversa e a redução de consumo de energia.

Palavras-chave: Inovação Tecnológica; Eco-eficiência; Estratégia Empresarial; Eletroeletrônicos

ABSTRACT

The current work relates the concepts of technological innovation, eco-efficiency and corporate strategy, and demonstrates how they can be aligned in the heart of business decisions in order to achieve environmentally positive outcomes associated with economic earnings. Thus, we discuss the main drivers of this decision, emphasizing strategies as a way to generate value to stakeholders through product differentiation and cost reduction. The debate between two strands of economic theories, the Environmental Economy and the Ecological Economy, shows efforts to absorb the sustainable development theme and, furthermore, they give a huge importance to technology in the paradigm shift from a society currently focused in irresponsible consumerism for an eco-conscious society. It also presents brief success cases in the electro electronics sector, which realized the business opportunities arising from the adoption of friendly environmental practices, highlighting the diversity of fronts on which it is possible to act in the context of the Life Cycle Analysis, for example ecodesign, reverse logistics and reducing energy consumption.

Keywords: Technological Innovation; Eco-efficiency; Corporate Strategy; Electro electronics

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 INOVAÇÃO, ECO-EFICIÊNCIA E ESTRATÉGIA	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2 REVISÃO TEÓRICA DOS CONCEITOS	15
1.3 PRINCIPAIS MOTIVADORES PARA ADOÇÃO DE PRÁTICAS ECO- EFICIENTES.....	20
2 ECONOMIA ECOLÓGICA VS ECONOMIA AMBIENTAL, E A ESTRATÉGIA EMPRESARIAL PARA A SUSTENTABILIDADE	26
2.1 ECONOMIA AMBIENTAL.....	26
2.2 ECONOMIA ECOLÓGICA.....	28
2.3 O PAPEL DA ESTRATÉGIA EMPRESARIAL PARA A SUSTENTABILIDADE	35
3 O SETOR ELETROELETRÔNICO	39
3.1 DELIMITAÇÃO E ESPECIFICIDADES DO SETOR	39
3.2 PRINCIPAIS PRÁTICAS ECOEFICIENTES DO SETOR ELETROELETRÔNICO	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	55

INTRODUÇÃO

O debate acerca da rápida degradação do meio ambiente tem sido pauta de discussões de fóruns, conferências e encontros há mais de cinquenta anos, tendo por objetivo estabelecer medidas de controle e combate aos impactos negativos do processo de industrialização e globalização. É cada vez mais evidente que os modelos de industrialização adotados pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento devem ser repensados de maneira a absorver a problemática ambiental e oferecer, assim, soluções que possam harmonizar a produção e o consumo modernos às restrições inerentes ao ecossistema.

Sob esta ótica, a teoria econômica preocupou-se em incorporar este elemento aos seus modelos de desenvolvimento, de onde se originaram duas vertentes, quais sejam a Economia Ecológica e a Economia Ambiental. À luz destas contribuições, iremos analisar como cada uma delas compreende e fornece respostas às questões ambientais, dentre as quais a geração de resíduos, poluição e a superação da escassez de recursos naturais, com ênfase no papel assumido pela tecnologia na resolução deste gargalo.

Ainda que as duas correntes defendam posições distintas de destaque à inovação tecnológica no âmbito do desenvolvimento sustentável – em que na economia ambiental ela é protagonista na superação da finitude de recursos naturais, e na economia ecológica sua participação é complementar, já que contribui para atingir a Economia de Estado Estacionário –, é inegável seu papel relevante para o engajamento neste processo (Barbosa, 2011).

Além disso, a análise da tecnologia torna-se ainda mais fundamental tendo em vista seus impactos adversos ao ecossistema no mundo contemporâneo, sobretudo porque com a rápida obsolescência das tecnologias, com destaque para setores de ponta como o dos eletroeletrônicos, isto induz ao consumo desenfreado e uma imensa geração de resíduos oriundos da própria esfera técnica (Ansanelli, 2008).

Tendo em vista as observações supracitadas, surge o questionamento: as inovações tecnológicas podem propiciar um caminho de sustentabilidade para as empresas? Para tanto, este trabalho se propõe a analisar cases de empresas do setor eletroeletrônico em que foram possíveis a geração de inovações tecnológica voltadas a práticas eco-eficientes no contexto de suas estratégias empresariais, enfatizando tanto as possibilidades de negócios auferidas bem como seus resultados ambientalmente positivos ao ecossistema (Porter e Van der Linde, 1995).

Abordaremos, portanto, os principais motivadores da decisão da adoção das eco-inovações, quais sejam: redução de custos e melhoria da produtividade; diferenciação dos produtos possibilitando maiores níveis de preço e qualidade; abertura de novos mercados direcionados a produtos mais “verdes” ou adentrar mercados preexistentes; melhor exposição da empresa junto ao mercado, agregando valor à sua marca; e a presença da regulação governamental, com enfoque em antecipar-se a ela de forma a manter-se na vanguarda destes movimentos. Para tanto, iremos explorar as diferentes ferramentas corporativas e demais meios no mundo dos negócios encontrados por este setor, em particular, para o alinhamento entre preservação ambiental e lucratividade.

Nosso ponto de partida será dado com base em estudos anteriores que apontam os impactos competitivos de estratégias ambientais implementadas via inovações tecnológicas, para analisar os resultados ambientalmente eco-eficientes especificamente em empresas do setor eletroeletrônico.

A contribuição que este trabalho visa agregar diz respeito ao estudo do setor de eletroeletrônica à luz destes esforços, enfatizando o papel ímpar desta indústria em termos de geração ou melhoria incremental de seus produtos e processos tornando-os mais eco-eficientes, bem como o desdobramento destes empenhos na forma de ganhos de eficiência e redução de resíduos, tanto em âmbito intra-setorial, quanto seus desdobramentos para os demais setores industriais. Esperamos com isto disseminar o exemplo de como é possível alinhar conceitos que eram vistos, até pouco tempo, como antagônicos (*ecologia versus economia*).

No capítulo 1, faremos uma breve contextualização do surgimento da problemática ambiental no cerne das discussões sobre desenvolvimento econômico, como reflexo dos estudos acerca dos impactos nefastos do crescimento da atividade econômica industrial. Em seguida, trabalharemos os conceitos de inovação, eco-eficiência e estratégia empresarial, que serão cruciais para a condução da linha de pensamento deste trabalho nos capítulos precedentes. Ademais, faremos uma análise concisa das possíveis formas em que estes três conceitos se relacionam e são mutuamente induzíveis, com especial enfoque na motivação de ganhos econômicos advindos da adoção de produtos e processos mais ambientalmente amigáveis.

O capítulo 2 tratará sobre o debate acerca das contribuições da teoria econômica ao direcionamento do desenvolvimento sustentável. Trataremos individualmente a Economia Ambiental e a Economia Ecológica, ressaltando suas visões acerca de pontos cruciais como o entendimento acerca da escassez dos recursos naturais e a função da tecnologia na superação dos impactos nocivos ao meio ambiente. Por fim, tendo em vista as contribuições advindas destas duas abordagens, direcionaremos nosso estudo à análise

teórica de como as empresas podem utilizar-se da tecnologia para delinear práticas eco-eficientes no âmbito das estratégias corporativas de obtenção de valor aos seus acionistas.

Por fim, no capítulo 3 trataremos de caracterizar o setor de eletroeletrônica, tanto por sua contribuição preocupante no que diz respeito à geração de resíduos tecnológicos e descarte de materiais tóxicos aos seres humanos e ao meio ambiente, quanto no contexto de seu duplo papel no tripé inovação-sustentabilidade-estratégia, dado sua capacidade singular de promover inovações eco-eficientes visando reduzir os resíduos e custos de produção, melhorar a eficiência dos processos que ela mesma produz, gerar reaproveitamento de seus componentes etc., bem como de melhorar a eficiência produtiva e a produtividade dos demais setores da economia.

Por fim, faremos ainda a análise de dados e informações de práticas implementadas por empresas multinacionais do setor e que corroborem a relevância da adoção de estratégias pautadas no desenvolvimento de produtos e processos ambientalmente amigáveis, apontando questões como ganhos de produtividade, reduções de custos, ganhos na imagem da empresa junto aos seus clientes, posicionamento de benchmarking frente aos concorrentes, e observância das políticas governamentais do setor.

INOVAÇÃO, ECO-EFICIÊNCIA E ESTRATÉGIA

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

É notório que a partir da Revolução Industrial, ocorrida em meados do século XVIII, a degradação ambiental pela ação do homem foi ampliada, já que seu ímpeto de produção em larga escala sem precedentes ocorreu de maneira desprovida de preocupações ambientais, tais como o manejo e descarte dos resíduos industriais, os impactos da poluição causada pelas fábricas, e as consequências da implantação destas indústrias sobre o ecossistema. Este processo acentuou-se ainda mais com a globalização, iniciada ao final do século XX, tendo em vista a ampliação ainda maior da produção para atender o mercado mundial (Casagrande Jr, 2001).

Desta forma, cada vez mais a inclusão da questão ambiental na pauta das empresas, governos e consumidores tem se mostrado crucial para a sobrevivência do planeta, uma vez que a degradação ambiental poderá *“transformar-se rapidamente em instabilidade política e até em ameaça para a segurança”* (Myers apud Mazon, 1992:79).

Os questionamentos ambientais a partir da década de 60 lançaram luz sobre o modelo econômico vigente, sobretudo acerca dos reflexos nefastos dos modelos de desenvolvimento econômico adotados pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento – tendo como impactos o aquecimento global, desmatamento, poluição industrial, desperdício etc. –, os quais foram apontados como os principais responsáveis pela degradação ambiental, como consequência do consumo desenfreado dos recursos naturais (Meadows et al, 1978).

Messias (2011) reforça esta idéia ao elucidar a importância do design para contribuir com esta sociedade de consumo, mediante a elaboração de produtos baseados em duas premissas principais: “obsolescência programada”, em que o produto possui curto tempo de vida para que seja repostado e gere consumo num prazo relativamente mais curto; e a “obsolescência perceptiva”, que nada mais é do que induzir o consumo mediante geração de produtos cada vez mais arrojados, novos e sedutores.

Com base nestes levantamentos e com o intuito de mensurar e conscientizar a todos acerca do cenário destrutivo ao qual o planeta está sujeito, foi desenvolvido o conceito de “pegada ecológica” (*ecological footprint*), que consiste no cálculo da capacidade ecológica (terra, água e demais recursos naturais) necessária para sustentar determinado padrão de consumo (Wackernagel e Rees, 1995).

A superfície total da Terra necessária para sustentar o consumo de produtos, estilos de vida e atividade econômica da soma de toda a população, conforme o relatório do Fundo Mundial para a Natureza (WWF), atinge o índice médio de uso, para 1999, de 2,3 hectares por pessoa, comparado à capacidade biológica efetiva da Terra que é de 1,9 hectare por pessoa (WWF, 2002). Para 2050, estima-se que o uso médio dos recursos girará em torno de 3,9 hectare por pessoa, ou seja, será necessário pouco mais que o dobro da capacidade do planeta para atender a todo este consumo (Casagrande Jr., 2003).

Á partir desta constatação percebe-se a necessidade cada vez maior de um movimento em direção a mudança de paradigma na economia, via adoção de estratégias de desenvolvimento econômico com sustentabilidade, calcado numa educação voltada para a conservação ambiental. Conforme apontam Manzini & Vezzoli (2002:31):

Nos próximos decênios, deveremos ser capazes de passar de uma sociedade em que o bem estar e a saúde econômica, que hoje são medidos em termos de crescimento da produção e do consumo de matéria-prima, para uma sociedade em que seja possível viver melhor consumindo menos e desenvolver a economia reduzindo a produção de produtos materiais. [...]

Silveira (2011) reforça a importância da capacitação do capital humano nas organizações com o intuito de obter vantagens competitivas sustentáveis, mediante o uso adequado de capital intelectual via aumento da capacidade de geração de inovações e alinhamento das demandas dos *stakeholders*¹. Para tanto, é necessário que as organizações se engajem no processo de reestruturação organizacional, revisem suas estratégias empresariais e antecipem as pressões dos agentes em busca de produtos ambientalmente amigáveis, seja por pressões de demanda ou por possíveis mudanças institucionais.²

Desta forma, a inovação tecnológica norteadada pela conservação ambiental é apontada como elemento gerador de mudanças em direção à sustentabilidade. Contudo, é evidente que as empresas em geral, foco da análise do presente trabalho,

¹ Stakeholders são definidos como todos os agentes que realizem interface com a empresa, incluindo acionistas, clientes, fornecedores, mídia, governos, ONGs, órgãos regulatórios, comunidade.

² Alguns estudos consideram necessária uma mudança institucional capaz de “alterar o comportamento dos agentes segundo valores que ultrapassam a racionalidade econômica e de impor limites à expansão econômica” (Ansanelli, 2003).

não visam realizar inovações tecnológicas puramente por preocupação com a disponibilidade de recursos naturais para as gerações futuras.

Apesar disso, conforme demonstraremos ao longo deste estudo, é possível conciliar inovações tecnológicas ambientalmente sustentáveis com desdobramentos positivos em termos de rentabilidade e ganhos econômicos para estas companhias, além dos benefícios sociais e ambientais que estão ali implícitos ao adotar tais práticas.

Isto porque as inovações tecnológicas que sejam capazes de elevar a eficiência do processamento dos recursos disponíveis, que economize energia e insumos, que evite desperdícios e retrabalho, e que sejam capazes de gerar produtos e serviços de qualidade contribuem tanto do ponto de vista da redução dos custos à empresa quanto para melhor utilização dos recursos naturais existentes.

1.2 REVISÃO TEÓRICA DOS CONCEITOS

Neste ponto, torna-se necessário explicar mais a fundo alguns dos principais conceitos a serem empregados ao longo do presente texto, sobretudo porque alguns deles possuem mais de uma conotação. Desta forma, serão discutidos os significados para os termos “estratégia”, “inovação tecnológica” e “eco-eficiência”, com base em terminologias amplamente aceitas no ambiente científico.

Estratégia é um conceito que vem sendo empregado de longa data – remonta à antiga civilização grega – e amplamente debatido entre inúmeros autores, cujo significado inicial retratava a “arte da liderança”. Evidentemente, este conceito tem sido desenvolvido e incrementado com o passar dos séculos, de forma a agregar idéias mais modernas para esta concepção, sobretudo extrapolando o ambiente militar e adentrando a esfera corporativa (Oliveira *et alli*, 2005).

A definição aqui empregada será a de Porter (1999a:52), na qual “*estratégia consiste em ser diferente*”, ou seja, “*escolher deliberadamente um conjunto diferente de atividades para fornecer um mix único de valores.*” Podemos ainda incrementar esta definição com o entendimento que Oliveira (2005) teve acerca dos escritos de Wright Kroll e Parnell (2000:2)³, que definem estratégia como “*a totalidade dos planos da Alta Administração para alcançar resultados empresariais consistentes com a missão e os objetivos da organização*”. Se extrapolarmos estas definições para

³ Administração Estratégica. São Paulo: Atlas.

o universo ecológico, podemos estabelecer que a estratégia empresarial seria a formulação de medidas no âmbito dos negócios que considerem os efeitos da sua atividade sobre o ecossistema, de forma a mitigar os prejuízos dela advindos e, além disso, visualizar oportunidades de obter vantagens comparativas em relação aos seus concorrentes (Oliveira *et alli*, 2005).

Logo, estratégia depende das escolhas das empresas levando em conta os esforços de seus concorrentes e as vantagens competitivas que a empresa apresenta e pode usufruir, de forma a manter-se no mercado em posição vantajosa (leia-se rentável). Acredita-se que existam, fundamentalmente, duas formas de obter vantagens competitivas: via custos relativamente mais baixos ou via diferenciação de seus produtos e/ou serviços. Se uma empresa conseguir aliar estas duas formas, é evidente que ela se encontrará numa situação extremamente confortável em termos de competição, pois produz a custos mais baixos e pode vendê-los a preços mais elevados, por conta da diferenciação, o que lhe dá margens de lucro mais expressivas (Porter *apud* Oliveira *et alli*, 2005).

Inovação tecnológica será entendida como, conforme determina a Lei do Bem, da legislação brasileira (art. 17, § 1, Lei nº 11.196/2005), a

[..] concepção de novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando maior competitividade no mercado [...]

A justificativa para tal escolha reside na particularidade que esta definição agrega em comparação com as usualmente empregadas. Abaixo ilustramos a célebre descrição de Schumpeter (1997:70), a qual concebe inovação de forma mais abrangente:

1) Introdução de um novo bem — ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiverem familiarizados — ou de uma nova qualidade de um bem. 2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria. 3) Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes, quer não. 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada. 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio.

Portanto, tal escolha está fundamentada na ênfase de que a inovação tecnológica deva ser compreendida como aquela que necessariamente implique em diferenciais competitivos (produtividade ou qualidade), o que está alinhado com as estratégias empresariais sugeridas por Porter (1999a), pois são aquelas que são capazes de conceder um posicionamento distinto dos demais competidores.

Deste modo, esta terminologia não vai de encontro ao que Schumpeter propunha, apenas sugere uma abordagem mais restrita do termo por ele proposto. Ademais, a inovação tecnológica, assim como a inovação mais geral, incorre em riscos, insegurança e mudanças, fato que só justifica uma ruptura caso seja possível auferir algum tipo de posição privilegiada⁴ por parte do agente inovador, principalmente se considerarmos que ela ocorre essencialmente no ambiente empresarial (Schumpeter, 1997).

Estudos mais recentes distinguem ainda, de maneira mais específica, o conceito de eco-inovação ou inovação ambiental. Barbosa (2011:43), em sua leitura sobre os principais autores sobre o tema, dos quais distinguem-se Rennings, Arundel e Kemp, ilustra de maneira bastante interessante que as eco-inovações podem ser entendidas como

[...] todas as medidas de atores relevantes [*empresas, governo, clientes, sociedade como um todo*] que levam ao desenvolvimento e aplicação de novas idéias, comportamentos, produtos e processos, que contribuam para a redução [*ou eliminação*] da degradação ambiental e para atingir metas ecológicas específicas.

Para se atingir este propósito, é importante que a eco-inovação tenha sido uma novidade – seja em produto ou serviço, em processos de produção e gestão de seus resíduos, em gestão organizacional ou em adoção de sistemas verdes – concebida para prevenir ou reduzir substancialmente seu risco ambiental, geração de resíduos, poluição e impactos negativos sobre a utilização de recursos durante todo seu ciclo de vida (Arundel & Kemp *apud* Barbosa, 2011).

Para estes mesmos autores, se a tecnologia empregada visa combater as causas da degradação ambiental, seja pela redução ou substituição de insumos, componentes e materiais empregados, seja otimizando processos para redução ou eliminação de resíduos, seja visando produtos, processos, serviços mais limpos, estas são denominadas *clean technology*. Caso a tecnologia utilizada seja meramente para

⁴ Segundo Schumpeter (1982), a motivação pode ser via: obtenção de lucros extraordinários, dada a novidade do produto, o que possibilita cobrar preços mais elevados; criação de novos mercados em que se tem posição pioneira na comercialização daquele dado produto; ou uma posição monopolística temporária, até que os concorrentes consigam alcançar o diferencial daquele produto, contornando patentes, propriedade intelectual etc.

tratamento dos resíduos oriundos da utilização destes produtos, processos, serviços, trata-se então de *cleaning technology*.

Evidentemente, em termos de ganhos ambientais, é preferível que os empenhos em inovação sejam direcionados ao primeiro grupo de tecnologias, já que combatem os impactos negativos em sua origem (González *apud* Barbosa, 2011). Para efeito de vantagens para as empresas, o primeiro grupo também é desejável, pois pode induzir à obtenção de diferenciais competitivos ao reduzir custos e gerar diferenciação frente aos concorrentes, ao passo que o segundo grupo geralmente incorre em elevação de custos para a empresa – dentre os quais recolha, armazenamento e tratamento de detritos.

Quanto à definição de eco-eficiência, cumpre primeiramente abordar a temática de uma visão mais ampla, pois este termo surge como desdobramento de um conceito mais abrangente, qual seja o Desenvolvimento Sustentável. Este é definido, segundo o relatório de Nosso Futuro Comum (1991), em linhas gerais, como o desenvolvimento⁵ que satisfaz as necessidades da geração presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades. Portanto, o desenvolvimento sustentável aborda tanto a questão do desenvolvimento econômico englobando questões de âmbito ambiental e social.⁶

Como ilustra Oliveira *et alli* (2005), a preocupação com este tema foi sendo trabalhada desde 1968, quando da criação do “Clube de Roma” – marcado pelo enfoque pessimista acerca do futuro da Terra caso se mantivesse o ritmo de crescimento do padrão de consumo da época, com consequências catastróficas como desastre ambiental, crise de abastecimento, elevação das taxas de mortalidade.

Outro marco relevante foi a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1987, que auxiliou não só com a definição de sustentabilidade que até então empregamos, mas colaborou com a junção de elementos que até então eram tratados de maneira isolada, quais sejam política, economia, meio-ambiente, sociedade e tecnologia, bem como sugere medidas mais práticas como ações e metas em âmbito nacional e internacional (Vinha 2010).

Por fim, os autores ainda destacam eventos como a Conferência da ONU para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) e o Protocolo de Kyoto, pelo fato de o primeiro ter sido pioneiro na preocupação com a gestão ambiental global e ter

⁵ Por conta da complexidade que o termo “desenvolvimento” possui na teoria econômica, em especial para este trabalho direcionado ao campo ambiental, iremos retratá-lo de maneira mais aprofundada no próximo capítulo.

⁶ No presente trabalho, iremos abordar meramente as questões do ponto de vista da relação da eficiência econômica com impactos sobre a preservação ambiental. Reconhecemos a importância da responsabilidade social no cerne das empresas, mas como seus efeitos econômicos são intangíveis e, portanto, de difícil mensuração, iremos nos ater apenas à sua menção.

inserido o empresariado nas discussões sobre esta temática, e o segundo pela aderência de grande número de países a metas de redução de emissões de carbono (141 países, sem contar com grandes emissores como China, Índia e EUA), pelas metas estabelecidas e, substancialmente, pelos mecanismos criados para atingir tal objetivo (destaque para o comércio de cotas de emissões).

Um desdobramento evidente da disseminação dos resultados obtidos destas conferências foi a constituição do *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), que consiste em uma das principais organizações empresariais interessadas em implementar o desenvolvimento sustentável. A absorção da problemática ambiental no âmbito das empresas surge então, de acordo com Vinha (2010:185) como

[...] uma crença difundida na sociedade de que a sustentabilidade ambiental é um imperativo para a sobrevivência do atual padrão de desenvolvimento econômico.

No entanto, é importante reforçar que a incorporação do desenvolvimento sustentável no cerne das empresas surge inicialmente de maneira “cosmética”, isto é, aparente, mediante aplicações superficiais do conceito em resposta às pressões governamentais e de demanda, com especial enfoque na gestão e tratamento dos resíduos. Em um segundo momento, a internalização do problema alteraria a visão estratégica da empresa e pautaria suas decisões de maneira mais aprofundada no longo prazo, direcionando seus esforços de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) a produtos e processos que minimizem ou mesmo cessem a produção de resíduos e poluentes (Hoffman *apud* Vinha 2010).

O obstáculo fundamental entre estes dois momentos reside na crença do empresariado de que a gestão ambiental incorre em maiores custos, impactando os lucros auferidos. E de fato isto pode ser constatado em situações em que a empresa não possui acesso a tecnologia e esta não se encontra aperfeiçoada, o que exige somas significativas de investimento até atingir este patamar. No entanto, existem evidências concretas de empresas que conseguiram aliar eficiência econômica com eficiência ecológica (Vinha 2010).

Assim, conforme o WBCSD (apud Vinha 2010) estabelece, a eco-eficiência deve ser compreendida como

[...] um processo de adicionar ainda mais valor enquanto reduz firmemente a utilização de recursos, desperdício e poluição.⁷

A partir das reflexões conceituais anteriormente apresentadas, cabe-nos analisar de que maneira podemos associá-los. Segundo Porter *et al* (1999b), é

⁷ Tradução do autor.

possível conciliar estes três elementos – estratégia, inovação e desenvolvimento sustentável – de forma a garantir que as empresas assumam uma posição competitiva mais favorável. A preocupação do autor reside justamente no fato de que ao estabelecer-se uma regulamentação rígida, mas de forma adequada e respeitando os limites de implementação das mesmas por parte das empresas, é possível que estas pressões induzam as empresas a introduzirem inovações que sejam capazes de responder a elas e, mais do que isso, auferir ganhos de produtividade e aproveitamento dos insumos que superem os dispêndios iniciais do mero cumprimento das regras.

Outra contribuição relevante sobre o tema diz respeito à leitura que Reydon et alli (2007) faz acerca do trabalho de Porter e Van der Linde (1995) sobre as diferentes maneiras que as empresas costumam reagir à regulamentação: via tratamento dos resíduos produzidos – conhecidos como métodos de empresas reativas – ou via inovações tecnológicas que visam melhorar a utilização dos insumos e, assim, inibir a geração de resíduos ou, pelo menos, o seu reaproveitamento – métodos estes utilizados pelas empresas proativas.

Evidentemente, Porter e Van der Linde (1995) pontuaram que, para se operar pela segunda via, é necessário não somente uma regulação que induza as empresas a inovarem, seja mediante imposições rígidas ou pela concessão de benefícios (fiscais, comercialização de créditos de carbono, por exemplo) para aqueles que a operam, mas também enraizar-se na cultura da alta gerência das empresas, de forma que *“o impacto ambiental [seja] incorporado ao processo mais amplo da melhoria da competitividade”* (Reydon et alli 2007:7).

Neste ponto, não se trata apenas de controle de resíduos e poluentes, mas de uma forma de se obter melhoria de produtividade dos insumos (baixos custos), características únicas frente aos produtos substitutos e o fortalecimento da imagem da empresa (elementos de diferenciação), o que está em linha com os anseios dos clientes, dos acionistas, da empresa e da sociedade como um todo.

1.3 PRINCIPAIS MOTIVADORES PARA ADOÇÃO DE PRÁTICAS ECO-EFICIENTES

Conforme antecipado anteriormente, a preocupação com as questões ambientais, suscitadas por meio de discussões acerca do futuro da humanidade caso mantenhamos o atual padrão de consumo, é fundamental para sensibilizar os agentes

e os governos da necessidade de revermos nossa posição. Contudo, como o escopo do presente trabalho é retratar a sustentabilidade ambiental no âmbito das decisões empresariais, torna-se relevante expor não somente os valores éticos envolvidos, mas, sobretudo, salientar os ganhos econômicos e financeiros advindos da adoção destas práticas.

Trataremos brevemente os principais motivadores sob a ótica empresarial, a saber: regulação governamental e instituições reguladoras, pressões de demanda e vantagens econômicas – via redução de custos e melhoria da produtividade, diferenciação de produtos, e fortalecimento da marca.

A forma mais discutida por autores (Ansanelli, 2003; Porter *et al*, 1995 e 1999b) preocupados com o fomento das inovações tecnológicas eco-eficientes reside no argumento da mudança institucional, com papel crucial do Estado em criar mecanismos que impulsionem as empresas em direção a adoção destas técnicas, seja influenciando o comportamento dos agentes de forma a torná-los mais preocupados com valores sustentáveis, seja instituindo ou reforçando regulações ambientais sobre estes agentes – via aplicação de sanções, tarifas e multas para os descumpridores e/ou estabelecendo privilégios mediante incentivos fiscais, subsídios, créditos de emissões e financiamento para os cumpridores (Gonzales *apud* Barbosa, 2011).

Mas, mais do que isso, a regulação ambiental, se conduzida de maneira apropriada e relativamente flexível – principalmente no que tange aos prazos para o seu cumprimento para não incorrer em elevados custos de adaptação –, faz com que as empresas sejam estimuladas a gerar inovações tecnológicas para cumprir estas exigências, de forma a combater os sintomas do problema, tais como controle de resíduos, poluição, descarte, etc., ou mesmo as direciona a criar inovações disruptivas, atacando as causas dos problemas ambientais, como a melhoria na utilização dos recursos, substituição de produtos tóxicos por produtos que não agridem o meio ambiente, etc. (Porter *et al* 1995 e 1999b).

Almeida (*apud* Ansanelli, 2003) classifica os instrumentos de política ambiental em duas principais frentes. A primeira delas, conhecida como “políticas de comando e controle”, tem por premissa a idéia de que os agentes são “ecodeliqüentes” e precisam ter seu comportamento modificado mediante atuação intensiva de medidas regulamentares, dentre as quais podemos destacar: cotas de extração de recursos naturais, imposição de limites de emissões, licenciamentos ambientais, e controle de equipamentos, produtos e processos. É visível que estas políticas funcionam mediante fiscalizações intensivas e tem por efeito a mudança compulsória no comportamento dos agentes, o que enrijece as possibilidades de

contorno por parte das empresas e, muitas vezes, implica em custos, já que as empresas são obrigadas a se adaptarem conforme a legislação muda.

O segundo conjunto de medidas é intitulado de “instrumentos econômicos”, que tem por principal característica afetar as decisões dos agentes rumo a adoção de práticas mais sustentáveis, ao fornecer uma gama de possibilidades sobre as quais o agente pode avaliar o custo-benefício e optar por empregar aqueles que lhe forem mais convenientes. Como exemplos de práticas, podemos citar: licenças de poluição comercializáveis, de onde se compram e vendem cotas de acordo com os padrões de poluição de cada empresa – assim, o governo consegue limitar as emissões globais, sem enrijecer a tomada de decisões da empresa –; taxas e tarifas sobre a indústria poluidora; e concessão de subsídios para estimular a redução das emissões – tais como isenções fiscais para empresas que comprovarem a diminuição de suas emissões.

Barbosa (2011:59), assim como Ansanelli (2003), ao analisarem os pontos positivos e negativos entre “instrumentos de comando e controle”, conforme explicitado, caracterizados pela regulação restrita e cumprimento de padrões e procedimento, com aplicação de multas e penalidades aos infratores, em comparação com o uso de “instrumentos econômicos”, dentre os quais subsídios, cotas de emissão, conclui que

[...] o estímulo à inovação deve ser mais eficiente quando influenciado por um conjunto de ações que, por um lado, subsidie a pesquisa e crie condições institucionais para o desenvolvimento de novas tecnologias, e, por outro, adote mecanismos de controle e incentivo para que as empresas apliquem essas tecnologias e operem dentro dos limites ecológicos considerados adequados.

Evidentemente, o mecanismo anterior é o que menos agrada as empresas, ainda que seja de grande utilidade, pois a crença de que a regulação implica em custos para sua adoção é muito grande. De fato, este argumento se confirma se observarmos as firmas que são meramente reativas às pressões reguladoras, que apenas ajustam sua produção e seus processos de acordo com estas alterações – aumentando, assim seus custos decorrentes da mudança de um padrão de produção que já estava consolidado.

Mas, conforme pontuam Porter *et al* (1999b), as empresas proativas, que vão além do mero cumprimento das regras e internalizam esta gestão ambiental de produtos e processos, acabam desfrutando de vantagens, ainda que, num primeiro momento, existam sim os custos de mudança do processo de produção e os riscos que estão sempre envolvidos na adoção de inovações tecnológicas, mas que são

mais do que recompensados no eventual sucesso desta implementação. Falaremos mais adiante destas vantagens ao explanarmos sobre os demais motivadores.

Outra questão essencial para que as companhias passem a voltar sua atenção para produtos e processos ambientalmente elaborados diz respeito às pressões por parte da demanda⁸. Existe um mercado crescente que está engajado em garantir que os produtos que consome sejam de baixo impacto ambiental, de forma que as empresas que não quiserem perder espaço junto a estes clientes terão de responder a estes anseios mediante investimentos em pesquisa e desenvolvimento direcionados a gerar produtos e processos menos ou, no limite, não poluidores.

Ademais, é papel da sociedade civil se organizar e exigir que as normas sejam cumpridas, além de educar a população acerca da utilização de recursos e padrão de consumo destrutíveis que vêm sendo até então executados pela população mundial (Ansanelli, 2003). Esforços relevantes de organizações de consumidores para este controle, existentes nos Estados Unidos da América (EUA), serão apontados no terceiro capítulo deste trabalho especificamente para o setor de eletroeletrônicos (Consumer Electronics Association – CEA, Green Electronics Council – GEC e Freeform Dynamics).

No que concerne a vantagens econômicas como fator motivador, estes são vistos como os mais positivos para as empresas, uma vez que são capazes de conceder-lhes situação estratégica mais atraente e vantajosa em relação aos seus concorrentes. As principais contribuições acerca desta temática foram realizadas por Porter *et al* (1999b), as quais irão pautar os argumentos que seguem. Em primeiro lugar, destacaremos a questão da redução de custos e da melhoria da produtividade, ambas advindas da adoção de inovações tecnológicas eco-eficientes. Isto porque, como estes autores sugerem, a poluição e os demais causadores de degradação ambiental – tais como resíduos, descarte de peças, desperdício, componentes tóxicos etc. – devem ser encarados como sintomas de ineficiência produtiva. Assim, estes sintomas é que geram custos para as firmas, que se veem obrigadas a se desfazer deles de acordo com as normas regulatórias aplicáveis.

Se, ao invés, estas empresas agirem de forma a evitar que os resíduos sejam gerados desde o início, mediante o investimento em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos, o reflexo é que a adoção destas novas técnicas gera vantagens para a produção, que ganha em termos de

⁸ Não estamos remontando à teoria econômica ortodoxa acerca da visão “*demand-pull*” para justificar a inovação tecnológica de maneira sistêmica, com capacidade de gerar inovações disruptivas e até mesmo mudanças de paradigma, pressupondo conhecimento da mudança na preferência dos consumidores via alteração nas curvas de demanda e impacto na formação de preços (Barbosa 2011). Esta percepção a qual remontamos é mais simples e dada no âmbito de pesquisas de mercado feitas pelas empresas.

produtividade já que se reduz o desperdício via melhoria da eficiência do consumo dos insumos (que também passam a ser utilizados em menores quantidades, reduzindo os custos com matérias-primas).

Além disso, não haverá mais a necessidade de se estocar ou manejar produtos que foram adquiridos pelos clientes, os quais muitas vezes careciam de descarte especial, de forma que se reduzem também os custos de manejo e armazenamento. Neste último ponto, muitas empresas estão inovando de maneira que os produtos devolvidos pelos clientes sejam capazes de ser facilmente reciclados ou mesmo reutilizados na cadeia produtiva, sendo adquiridos por um preço mais baixo que os insumos ainda não utilizados, gerando economia de recursos para a empresa.

Em segundo lugar, ainda com base nos escritos de Porter *et al* (*op. cit.*), como consequência da posição conquistada pelas vantagens anteriores, as companhias que adotam estas medidas acabam obtendo vantagens também no campo de diferenciação de seus produtos e no fortalecimento de sua marca. Isto ocorre por uma série de motivos, sendo o de maior destaque o reconhecimento por parte da demanda, do governo e de outras entidades, tais como o CEA, que realiza relatórios sobre o setor eletroeletrônico, incluindo os esforços para obtenção de medidas mais eco-eficientes, e o United States *Environmental Protection Agency* (US EPA), que possui um certificado que assegura a eficiência energética dos produtos por ele aprovados (selo *Energy Star*). Deste modo, os consumidores preocupados com estas questões observam tais produtos e consideram que sejam diferenciados em relação aos demais, dispendo-se a pagar mais por eles – ainda que os custos de produção sejam menores para a empresa.

Outra questão que deve ser levada em conta é que, ao adotarem uma visão ambientalmente consciente, tais companhias tendem a gerar produtos de maior qualidade e maior tempo de vida, de modo a reduzir o sucateamento destas mercadorias, fato que também é perceptível pelos consumidores, que pagam mais para obter este diferencial. Em suma, as firmas que adotam tais medidas conseguem auferir lucros maiores se comparadas aos seus concorrentes que não as adotam, já que possuem custos menores e podem precificar seus produtos a valores mais elevados, além de atraírem uma posição mais fortalecida de sua marca ao ser reconhecida pelos agentes econômicos.

No próximo capítulo, iremos explorar as principais teorias econômicas acerca do desenvolvimento sustentável, quais sejam a Economia Ecológica e a Economia Ambiental, e analisaremos com mais profundidade a discussão do papel da tecnologia e a questão da disponibilidade dos fatores de produção para cada uma destas óticas. A partir deste arcabouço teórico, poderemos avaliar no último capítulo,

de maneira prática, algumas formas utilizadas pelas empresas para obter vantagens através do emprego de inovações tecnológicas.

ECONOMIA ECOLÓGICA VS ECONOMIA AMBIENTAL, E A ESTRATÉGIA EMPRESARIAL PARA A SUSTENTABILIDADE

2.1 ECONOMIA AMBIENTAL

Com os crescentes questionamentos acerca dos modelos de crescimento adotados pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento, conforme apresentado no capítulo anterior, estudiosos no campo da teoria econômica direcionaram seus esforços no sentido de absorver a problemática do meio ambiente em suas teorias sobre desenvolvimento econômico.

A Economia Ambiental, tendo seus primeiros ensaios datados em meados da década de 60 e 70, surge como resultado das crescentes reflexões acerca dos limites que o meio ambiente impõe ao crescimento econômico, e como este crescimento econômico tem gerado impactos negativos sobre o meio ambiente. Segundo Mueller (1998), a questão do agravamento da poluição nos países até então intitulados “Primeiro Mundo”, graças ao processo de industrialização e disseminação da indústria pesada (com destaque para a automobilística), a crise do petróleo na década de 70, que colocou em pauta a preocupação acerca dos limites à utilização desenfreada de recursos naturais sem alternativas renováveis e o próprio relatório do Clube de Roma realizado pelo MIT acerca dos rumos da humanidade e da economia no longo prazo, foram fundamentais para o surgimento desta corrente de pensamento.

Barbosa (2011:19), em sua descrição sobre a teoria neoclássica a partir da leitura de Cleveland, nos concede uma descrição interessante sobre a visão acerca da tratativa da economia, que nada mais era do que

[...] um sistema isolado, onde os valores são transacionados de forma circular entre famílias, firmas e governos. Esse fluxo não diz respeito à materialidade da economia, mas somente aos valores de troca, não havendo espaço para os limites ecossistêmicos.

Assim, a economia ambiental, pautada em princípios neoclássicos, concluiu que existe o que foi denominado “balanço dos materiais e da energia”, tendo por princípio que há conservação dos mesmos em uma economia fechada, havendo apenas alteração qualitativa durante os processos de produção e consumo – já que materiais de consumo empregados no sistema produtivo tornam-se resíduos que são depositados no meio ambiente (Mueller 1998).

Logo, a economia ambiental pauta sua estrutura nos princípios da física, em que há a semelhança tanto no que diz respeito ao “equilíbrio estável” da natureza e do mercado, bem como existe o princípio da “conservação da matéria”, só que na economia aplica-se à conservação dos fatores de produção (Loyola, 1997). Portanto, a problemática a ser trabalhada pelos estudiosos desta corrente diz respeito a dois aspectos: a questão da extração dos recursos naturais escassos e a capacidade de absorção por parte dos ecossistemas dos resíduos gerados pelo funcionamento da economia (Andrade, 2008).

Do ponto de vista do tratamento dos rejeitos, a impossibilidade até então enfrentada em controlar os impactos ambientais foi tida como oriunda de sua não internalização, na forma de custos ambientais. A solução seria utilizar a teoria das externalidades de Pigou⁹, aliada à definição correta dos direitos de propriedade, proposta por Coase, de tal forma que seria possível estabelecer um ponto ótimo de poluição, *“definido com base nas preferências dos indivíduos que a compõem, na dotação de recursos e nas alternativas tecnológicas a sua disposição”*. (Mueller, 1998:72).

No entanto, esta teoria é amplamente criticada, como demonstram os próprios autores referenciados, pois a teoria da propriedade pressupõe que os agentes transacionem de maneira não oportunista, não considera os custos inerentes a estas transações e, além disso, considera que existe um ponto ótimo de poluição, ao passo que tem sido amplamente discutido, conforme já indicado por Porter (1999b) que a poluição é sinal de ineficiência.

Quanto à questão da utilização dos recursos naturais, sejam eles renováveis ou não, esta pode ser ultrapassada de duas formas. A primeira delas pode ser resumida conforme explorado por Mueller (1998:73)

⁹ Em linhas gerais, Pigou trabalhou com a premissa da existência da teoria do bem-estar e tratou o meio ambiente como um bem público, este receptor dos rejeitos da atividade econômica, considerando-os como externalidades negativas. Com isto, existiram custos marginais sociais (meio ambiente) distintos dos custos privados marginais, desequilibrando as quantidades sociais ótimas das quantidades privadas ótimas. Assim, o mercado torna-se insuficiente para corrigir tal desvio, de forma que se faz necessária atuação regulamentar para taxar ou criar licenças ambientais para corrigir este desvio (Andrade, 2008).

[...] em economias de mercados livres, a internalização de externalidades e a cobrança de preços que reflitam os custos de oportunidade do emprego de todos os recursos produtivos [taxa de juros da economia] – e, em especial, dos recursos, renováveis ou não –, conduzirão a um uso ótimo dos recursos naturais.

Isto quer dizer que, ao inserir o conceito de custo de oportunidade, a análise acerca da extração dos recursos naturais deverá ser avaliada ao longo do tempo, considerando sua variação para que se maximize a extração à uma taxa ótima num determinado momento. Para determinar este valor, foi estabelecida a “Regra de Hotelling”, que segundo Andrade (2008:11), pode ser resumida como

[...] em equilíbrio, o valor de uma reserva de determinado recurso (minério, por exemplo) deve crescer a uma taxa igual à taxa de juros. Assim, o proprietário de uma reserva mineral deve esperar que o preço do minério (líquido dos custos de extração) cresça exponencialmente igual a uma taxa de juros, sendo o custo de oportunidade envolvido chamado de renda de escassez.

A segunda, diz respeito ao entendimento que os teóricos em economia ambiental têm acerca da tecnologia. Para eles, o progresso técnico e a elevação da produtividade dos recursos retiram os limites da escassez de recursos naturais ao crescimento do produto. Mais do que isso, para os casos em que há recursos não renováveis, a tecnologia cria condições de substituí-los por opções renováveis. (Barbosa, 2011; Mueller, 1998; Loyola, 1997).

Evidentemente, à partir da análise das duas vertentes componentes da Economia Ambiental, inúmeras são às críticas levantadas, sobretudo porque, conforme frisa Andrade (2008:12), as questões ambientais são tratadas de maneira superficial pelos seus teóricos, não considerando efetivamente os “impactos que o sistema econômico tem sobre o meio ambiente em termos de retirada de recursos e despejo de rejeitos”. Ao utilizar critérios como taxa de desconto, valoração de externalidades, princípio da conservação da matéria, desconsidera-se completamente a questão dos interesses das gerações futuras e limita-se em demasia a compreensão do meio ambiente.

2.2 ECONOMIA ECOLÓGICA

Conforme exposto por Andrade (2008), esta teoria ainda é recente no campo da ciência, tendo sido organizada de modo mais estruturado em 1989, com a fundação da *International Society for Ecological Economics (ISEE)* e com o periódico *Ecological Economics*. Ao contrário da visão anteriormente exposta, o ponto de partida

da Economia Ecológica é a de que o sistema econômico é um subsistema do meio ambiente, existindo inter-relações entre eles (Loyola 1997) e, mais do que isso, de acordo com Constanza (*apud* Andrade 2008:18)

[...] a economia ecológica é uma nova abordagem transdisciplinar, que contempla toda a gama de inter-relacionamentos entre os sistemas econômico e ecológico. [...] engloba e transcende esses limites disciplinares e vê a economia humana como parte de um todo superior. Seu domínio é a totalidade da rede de interações entre os setores econômico e ecológico.

Uma das idéias difundidas para compreender a nova interação entre meio ambiente e sociedade foi o paradigma da espaçonave, proposta por Keneth Boulding. Mueller (1998), em sua explanação resumida da teoria, elucida que, utilizando o princípio do balanço dos materiais e energia, proposto pelos neoclássicos, a econosfera – a parte econômica da sociedade – deve ser interpretada como um sistema aberto inserido em um sistema fechado com dimensões limitadas, que é o meio ambiente.

Portanto, a econosfera utiliza-se dos recursos naturais disponíveis em quantidades fixas no meio ambiente e as retorna ao sistema de maneira dissipada ou degradada, que por sua vez também possui capacidade limitada de absorção destes resíduos. Desta forma, as interações entre econosfera e meio ambiente devem ser entendidas de maneira similar a astronautas (econosfera) viajando numa espaçonave com recursos limitados (meio ambiente) em uma longa jornada, com capacidade reduzida de reciclagem, absorção e tratamento de seus rejeitos.

Assim, a economia ecológica, ao reconhecer a importância dos fluxos materiais e energéticos e ao encarar a economia como um processo físico, absorveu as leis da termodinâmica para ilustrar o funcionamento da dinâmica econômica (Andrade 2008). Os princípios podem ser resumidos conforme exposto por Barbosa (2011:20)

- Primeira lei (da conservação), no universo, a energia total existente sob diversas formas é invariável. Pode ser transformada de uma forma em outra, mas sob a constância do total existente.
- Segunda lei, a energia disponível (que pode ser convertida em trabalho) tende a diminuir, ou seja, a entropia do universo não para de crescer, tendendo para um máximo (a posição de equilíbrio termodinâmico).

Logo, podemos depreender que a primeira lei resume em si a própria finitude dos recursos disponíveis na natureza, posto que é regida pelo princípio de que “nada se cria e nada se perde”. No entanto, é evidente que por si só este princípio não restringe a questão da utilização dos recursos, pois como já pregavam os economistas ambientalistas, a tecnologia seria capaz de contornar esta problemática através da

criação de fontes alternativas de recursos ou mesmo pela reciclagem e reutilização dos recursos disponíveis (Andrade 2008)

A respeito da aplicação da segunda lei no campo da economia, as contribuições mais contundentes foram de Georgescu-Roegen e Boulding. Mueller (1998:77), em sua leitura dos autores, explicita de maneira bastante clara sua compreensão destes fenômenos:

[...] o sistema econômico funciona por intermédio de processos materiais que, num extremo, retiram matéria de fora do sistema e, no outro, devolvem efluentes (materiais degradados) a reservatórios fora da econosfera [*isto é, no meio ambiente*]. E, para que possam operar, esses processos materiais requerem energia ordenada e disponível (ou seja, de baixa entropia) – oriundos do [*meio ambiente*]. A energia entra na econosfera com baixa entropia e a deixa com entropia elevada – dissipada na forma de calor.

Além disso, na continuidade de sua explanação, Mueller (1998) é enfático ao elucidar que os processos antientrópicos desenvolvidos pelo homem e os meios disponíveis no próprio meio ambiente (via decomposição) são insuficientes para absorver toda a energia liberada pelo funcionamento atual da economia, o que coloca em risco a sobrevivência das gerações futuras. Evidentemente, a crítica fundamental dos economistas ecológicos reside no consumo irresponsável dos recursos energéticos desconsiderando que se tratam de recursos escassos, já que é inevitável o consumo dos mesmos para sobrevivência (Andrade 2008).

A questão da escassez de recursos torna-se então fundamental para o delineamento de modelos de desenvolvimento econômico sustentáveis, que devem levar em conta considerações como tamanho do sistema econômico e escala¹⁰. A definição da escala ótima ou escala desejável passa a ser o objetivo, juntamente com a sustentabilidade social, em detrimento da alocação ótima, que desconsidera completamente as capacidades do sistema (Daly, 1997; Daly *apud* Andrade, 2008).

Assim, em uma sociedade sustentável, o nível de fluxos energéticos e de recursos (“*throughput*”) deve estar inserido nos limites impostos pelo meio ambiente, limites estes evidenciados por fenômenos observáveis na natureza, dentre os quais aquecimento global, chuva ácida, assoreamento de rios (Veiga *apud* Barbosa 2011).

Portanto, deve haver um descolamento entre crescimento econômico, entendido aqui como incremento quantitativo da atividade econômica de bens e serviços agregados, e desenvolvimento econômico calcado nos princípios da

¹⁰ Escala aqui deve ser entendida como “a escala física ou o tamanho da presença humana no ecossistema, medido como o tamanho da população multiplicado pelo uso dos recursos per capita” (Daly 1997). Além disso, o autor argumenta que não necessariamente a escala ótima seja igual à escala máxima possível pelo ecossistema, já que a primeira irá depender de sua capacidade regenerativa e de absorção de rejeitos.

sustentabilidade, que prioriza o incremento qualitativo do *throughput* (Daly, 1997). Ao distanciar os conceitos de crescimento econômico e desenvolvimento econômico, o autor vai contra os princípios da teoria econômica convencional, que apregoa que a solução dos problemas ambientais está justamente fundamentada na falta de crescimento do produto interno bruto (PIB)¹¹.

A crítica de Daly (1997) aos economistas ambientalistas baseia-se no fato de que para eles, no horizonte microeconômico, é completamente factível a existência de uma escala ótima em que a empresa deva crescer e, a partir daquele ponto, os custos marginais do investimento superam seus ganhos marginais, de modo que não é desejável ultrapassá-lo. No entanto, ao tratarem da questão do desenvolvimento econômico, estes teóricos não enxergam limites ao crescimento, já que a macroeconomia é encarada como o somatório destas firmas e dos demais agentes, que podem adentrar em maior número no setor independentemente de terem restrições ao crescimento no âmbito interno.

Mas se a macroeconomia deve ser vista como subsistema do meio ambiente, este caracterizado por ser finito, sem possibilidade de crescimento e fechado, então as restrições ao seu crescimento quantitativo são dadas pelos limites ecossistêmicos, rumo ao que se convencionou chamar Economia Estacionária (*Steady State Economy*). Deste modo, em estado de Economia Estacionária, a economia atinge um nível de escala ótimo de *throughput* que, nem por isso, é estático.

A dinâmica do processo consiste justamente na alteração dos componentes da economia, mediante produção e depreciação, nascimento e morte, e pela ação do progresso tecnológico, que afeta questões como produtividade dos recursos e sua durabilidade (Daly 1997). Barbosa (2011) resume em poucas palavras a contribuição da tecnologia, de acordo com sua leitura de Jackson, "*Prosperity without Growth*"

[...] [ela] pode contribuir para a construção de um Estado Estacionário, ou seja, crescimento zero de *throughput*, ampliando a eficiência da utilização desse fluxo de matéria e energia. Diferentemente do que defendem alguns economistas, o capital natural deverá permanecer constante e não há possibilidade da economia se deslocar de sua base material.

Do entendimento do papel da tecnologia no desenvolvimento econômico surge mais um ponto de divergência em relação aos economistas ambientalistas. Para

¹¹ Segundo Grossman & Krueger (apud Cechin et al Pacini, 2012), no estágio inicial de crescimento econômico dos países existe uma tendência de elevação nos índices de poluição e emissão de rejeitos, que cairia gradativamente conforme os países forem se desenvolvendo e enriquecendo. Logo, para estes autores, o crescimento econômico leva ao desenvolvimento e soluciona a problemática da poluição. Este modelo é conhecido como Curva de Kuznets Ambiental.

os economistas ecológicos, a tecnologia é relevante ao melhorar a produtividade, durabilidade dos recursos, possibilidade de reutilização e tratamento de resíduos, mas consideram extremo argumentar que esta seria capaz de crescer exponencialmente e gerar possibilidades infinitas numa combinação de substituição dos recursos entre si, reciclagem plena dos mesmos e a elevação da produtividade a um ponto tão elevado que ocorreria descolamento absoluto (*decoupling*) entre aumento da utilização de materiais e energia com incremento da atividade econômica graças aos efeitos da elevação da produtividade (Daly 1997, Barbosa 2011).

Com relação ao princípio da reciclagem plena dos recursos naturais, sua base de argumento consiste no entendimento da teoria do valor adicionado e o consumo. Para os neoclássicos, a criação de valor é dada pela aplicação de capital e trabalho aos recursos naturais, sendo apenas este valor adicionado absorvido durante o processo de consumo. Assim, o resíduo do consumo pode ser novamente inserido no processo de adição de capital e trabalho, podendo ser novamente consumido pela sociedade.

Daly (1997) contra argumenta que, segundo a lei da entropia, ao consumir um produto, há um rearranjo daquela matéria com liberação de energia, e esta é incapaz de ser reciclada ou reabsorvida no processo, o que inviabiliza o reaproveitamento pleno dos recursos. A capacidade do recurso natural (“valor adicionado pela natureza”) de transformar-se em uma gama de produtos limita-se quando o homem o transforma para sua utilização, além de perder sua funcionalidade dentro da própria natureza¹². Há ainda que mencionar a própria distinção que Daly e Farley (2004) realizam sobre a classificação dos recursos, dos quais existem bióticos e abióticos.

Os abióticos são assim classificados mais pela sua diferença em relação aos bióticos do que por sua semelhança entre si. Podem ser tanto não renováveis (combustíveis fósseis e minerais) como virtualmente indestrutíveis (água, terra, energia solar) (Daly & Farley, 2004). Do primeiro conjunto, apenas os minerais possuem propriedades que os capacitam a reutilização, ainda que parcial; desta forma, a tecnologia pode atuar sobre eles de maneira mais significativa lidando com os resíduos oriundos da sua utilização, gerando equipamentos e materiais que os utilizem

¹² O exemplo empregado foi o de uma árvore utilizada para produzir mesas. No ato de sua utilização deverá ser considerado o benefício em adicionar mais mesas à economia, dada a demanda da sociedade, em comparação com o custo que isto irá causar ao meio ambiente, já que as árvores tem a capacidade de absorver CO₂, diminuem os efeitos da erosão, protegem o ambiente da ação intensiva do sol, etc. Além disso, uma árvore que foi convertida em madeira para mobiliário encontrará obstáculos para converter-se em papel, por exemplo.

de maneira mais eficiente e assim reduzam a emissão de poluentes, ou criando fontes alternativas renováveis, tais como o bioetanol (Barbosa, 2011).

Os bióticos possuem a propriedade de serem renováveis, complexos e cercados pela incerteza, já que se tratam de seres vivos. São fundamentais para a sobrevivência humana porque nos fornecem tanto insumos para serem utilizados com o intuito de atender as necessidades humanas, como tem propriedades relevantes como capacidade de absorção de rejeitos, controles climáticos (Daly & Farley 2004). É evidente que a manutenção de níveis consideráveis de recursos bióticos seja de extrema importância ao ser humano, portanto, a tecnologia adquire importância ao disponibilizar formas de elevar sua produtividade, aprimorar métodos de controle de pragas, criar condições para ampliar a eficiência das colheitas, minimizar os impactos da operação industrial sobre os ecossistemas, etc. (Barbosa, 2011).

Sobre a questão da substitutibilidade dos recursos pela ação da tecnologia, Muller (1998:83-84) nos dá uma visão bastante interessante sobre o tema em sua leitura do *“Equilibrium, entropy, development and autopoiesis”*, de Boulding

[...] o fato de que é inexorável o esgotamento do capital de recursos energéticos, e que ainda não surgiram fontes alternativas viáveis de energia para substituir, nos montantes necessários, à energia que se esgota, não significa que no futuro isso não venha a ocorrer. Com o tempo poderão surgir formas de recriar o potencial que vai se esgotando. Contudo, há que lembrar que o princípio da autopoiese pressupõe a passagem de um período de tempo o suficientemente longo para [que] ocorra. Mas, se demorar muito para que se dê a recriação de potencial, quando isso acontecer pode deixar de ter sentido, dada a decadência atingida pela humanidade em decorrência da aceleração antrópica.

Para Ayeres (*apud* Mueller, 1998:84), a preocupação fundamental não está na substitutibilidade dos recursos naturais, já que acredita que o pressuposto do livre mercado e o potencial tecnológico criam condições de efetuar esta reposição. Sua maior preocupação no que tange à sobrevivência da humanidade reside na capacidade do ecossistema em “assimilar os rejeitos [oriundos da atividade humana], [...] estabilizar o clima e reciclar nutrientes essenciais [...] [bem como] neutralizar rejeitos químicos”¹³. Portanto, sua preocupação reside no fato de que esta superação não está circunscrita no horizonte de atuação dos mercados, posto que está diretamente ligada às respostas do ecossistema aos impactos da ação antrópica, o que por si significa que não há como ser substituída mediante novas tecnologias.

¹³ No ambiente científico estabeleceu-se o conceito de “resiliência”, que segundo Santos (2010:32) pode ser compreendida como a “capacidade de suportar [...] perturbações e crises sem colapsar.” Sob esta ótica, a resiliência, do ponto de vista do meio ambiente, reflete seus limites de absorção da atividade antrópica sem se alterar, considerando sua possibilidade de auto-organização e sua adaptabilidade frente à mudanças.

Por fim, cabe analisarmos a questão do descolamento (ou desmaterialização) absoluto proposto pelos economistas da tradição neoclássica, que é fortemente contestada pelos economistas ecológicos. Barbosa (2011:32), em sua leitura de *“Prosperity without Growth”* de Jackson, resume em poucas palavras o assunto:

Descolamento relativo significa produzir mais com menos, ou seja, aumentar a eficiência do uso *throughput* ou aumentar a atividade econômica reduzindo danos ambientais. Esse descolamento é relativo porque diz respeito à redução da intensidade energética e material da sociedade em relação ao PIB, movimento previsto no modelo do estado estacionário de Daly. No entanto, o descolamento absoluto consistiria em uma redução absoluta na utilização de energia e materiais provenientes da natureza.

A partir de dados empíricos dos países da OCDE, Jackson conclui que de fato existiu elevação da produtividade com conseqüente redução de intensidade energética e de materiais por unidade de produto gerado entre os anos de 1975-2000. Mas ao analisar dados consolidados de emissões em relação ao PIB, observou que ainda assim houve contínuo crescimento, o que evidencia a tese do descolamento relativo, mas não o absoluto.

Cechin e Pacini (2012) também discutem a hipótese ao analisarem dados do International Energy Agency (IEA) em seu relatório “CO2 emission from fuel combustion highlights” de 2010. A partir de sua leitura, constatou-se que nos últimos cinquenta anos, a quantidade de energia necessária para produzir uma unidade de produção mundial tem caído continuamente, sendo a intensidade energética global para produção de uma unidade no ano de 2010 33% inferior à necessária em 1970. Contudo, como apontam Pollimeni et al (*apud* Cechin et al Pacini, 2012:7), o fato de os países em geral continuarem crescendo acima das taxas de redução da intensidade energética por unidade, implica que os *“ganhos de eficiência trazidos pelas tecnologias foram compensados negativamente pelo aumento da escala do crescimento econômico”*.

Em suma, com base nos argumentos anteriores, a economia ecológica, ao contrário do proposto pelos economistas ambientalistas, não visualiza a tecnologia como recurso capaz de romper plenamente com a escassez dos recursos naturais e, assim, garantir que a possibilidade crescer indefinidamente (Barbosa, 2011). Ainda assim, a tecnologia pode contribuir de diversas formas ao propósito do desenvolvimento sustentável, as quais serão resumidas abaixo, enfatizando aquelas relacionadas à questão da eco-eficiência:

1. Elevando a produtividade e eficiência na utilização dos recursos, que tem por efeito também reduzir a quantidade de rejeito produzido de seu uso;

2. Obtendo fontes alternativas de insumos, preferencialmente os renováveis;
3. Criando técnicas avançadas de reciclagem e reutilização, sobretudo dos próprios resquícios da tecnologia (que geralmente são extremamente difíceis de serem absorvidos pelo meio ambiente);
4. Pesquisando formas de maximizar o aproveitamento do uso da terra, para evitar esgotamento;
5. Elaborando novas formas de organização das corporações modernas, sempre em consonância com os esforços de redução do impacto ambiental.

Tendo em vista estas contribuições, analisaremos no tópico seguinte como as empresas podem absorver a preocupação crescente com a sustentabilidade e utilizá-la de maneira estratégica para se desenvolverem.

2.3 O PAPEL DA ESTRATÉGIA EMPRESARIAL PARA A SUSTENTABILIDADE

Como reflexo das crescentes discussões acerca dos impactos nocivos da ação antrópica sobre o meio ambiente, é cada vez maior o número de empresas, governantes e representantes da sociedade civil engajados em discutir e aplicar medidas para preservação ambiental e direcionar os esforços da economia rumo ao desenvolvimento sustentável (Oliveira, 2011). No âmbito das empresas, para serem consideradas sustentáveis, é necessário que forneçam concomitantemente resultados positivos nas esferas ambiental, social e econômica, no que se convencionou chamar de *triple bottom line* (Hart & Milstein, 2003).

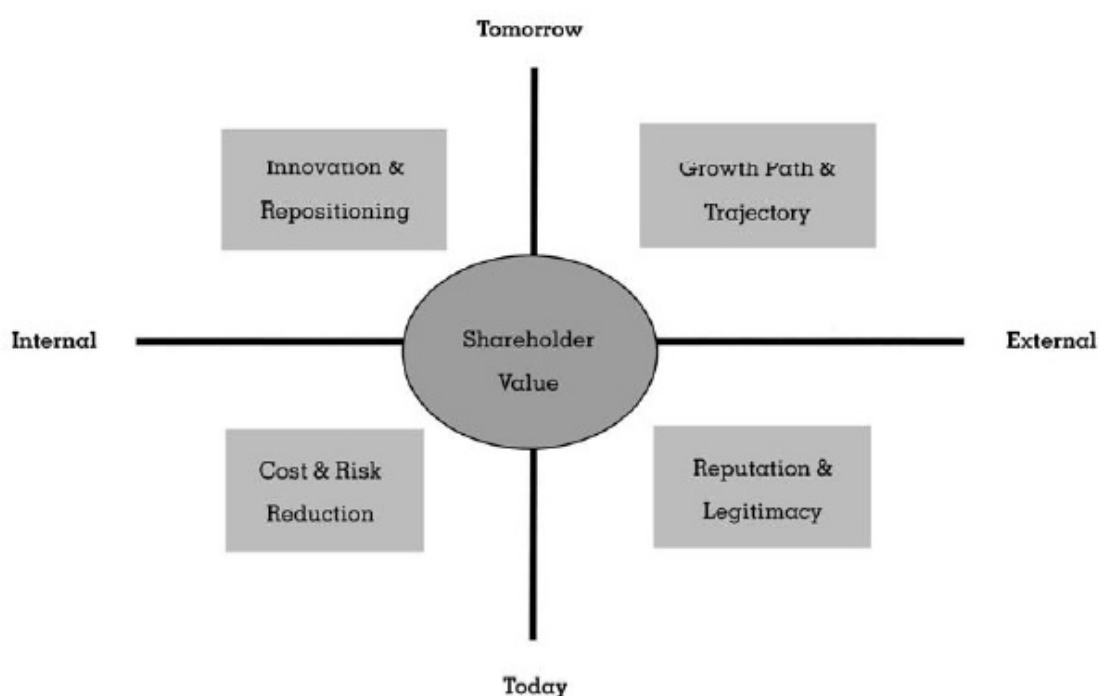
Evidentemente, o campo dos negócios e a competitividade empresarial têm sido cada vez mais impactados por esta mudança de valores, do qual podemos observar o crescente desenvolvimento de novas tecnologias para geração de produtos e serviços mais “verdes”, sobretudo com ênfase naqueles capazes de proporcionar aumento de eficiência na utilização de recursos, redução de rejeitos, desperdício e emissão de poluentes e que tragam diferenciais competitivos à empresa (Oliveira 2011).

Neste contexto, a inovação tecnológica assume papel protagonista, seja realizando melhorias incrementais nos produtos, processos ou serviços, ou mediante a criação de algo completamente novo, mas que, em ambos os casos, está direcionada

a atender os novos anseios da sociedade. O processo de criação de inovações aqui deve ser entendido de maneira integrada, ao contrário do que se acreditava anteriormente¹⁴, como resultado da interação entre diversos agentes – clientes, fornecedores, empresas, pesquisadores – e instituições – universidades, centros de pesquisa, governo, agências de fomento e desenvolvimento – no que se convencionou denominar Sistemas Nacionais de Inovação (Barbosa 2011; Oliveira 2011).

Assim, do ponto de vista das empresas, cujo principal objetivo é gerar valor a seus acionistas mediante o atendimento das necessidades de seus clientes, é crucial o entendimento da dinâmica do ambiente em que está inserida, este último sujeito a mudanças, considerando ainda suas interações com os demais agentes (Oliveira 2011). Segundo Hart e Milstein (2003), a criação de valor aos acionistas deve considerar os seguintes componentes:

Figura 1: Fatores chave do valor ao acionista



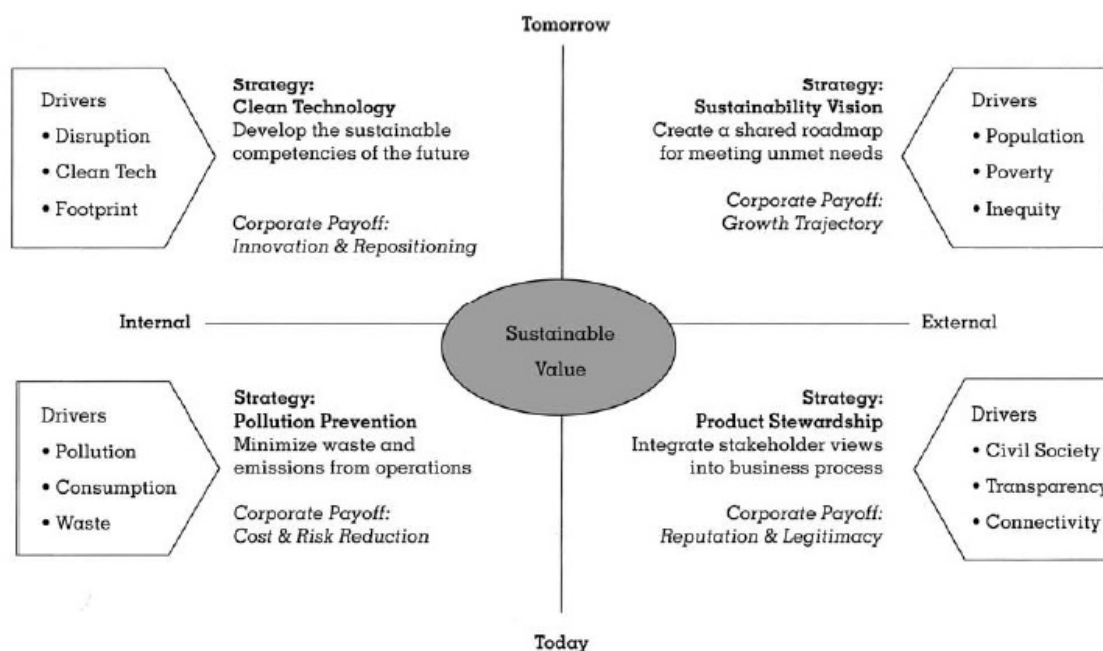
Da sua análise, podemos depreender que a corporação deve considerar em sua estratégia decisões de curto e longo prazo, considerando o máximo possível de resultados nas quatro dimensões apresentadas: reduzindo custos e riscos internos, mediante controle dos resultados financeiros e gestão da estrutura patrimonial, por exemplo; fortalecendo sua posição no mercado junto a seus fornecedores, clientes, comunidades, meios de comunicação e governo; gerando produtos, serviços e

¹⁴ O processo de inovação era tido, para os autores da vertente neoclássica, como resultado da pesquisa acadêmica no cerne das universidades e da pesquisa tecnológica no âmbito das empresas, no que se convencionou chamar de abordagem linear e sequencial da inovação (Oliveira 2011, Barbosa, 2011).

processos inovadores, antecipando tendências de longo prazo, bem como projetando seu posicionamento no mercado e visualizando oportunidades em novas frentes ou mesmo abandonando aquelas em declínio; por fim, analisando as trajetórias do futuro (da economia, do mercado, da demanda, das regulamentações existentes etc.) e adaptando as condições da empresa de forma a estar em consonância com esta expectativa.

De maneira análoga, o desenvolvimento sustentável deve ser encarado em sua interface multidimensional no cerne da empresa, considerando também sua contribuição estratégica (Hart e Milstein 2003):

Figura 2: Fatores chave do valor Sustentável



Podemos assim estabelecer quatro frentes sobre as quais a empresa focada em desenvolvimento sustentável deve adotar para atingir sustentabilidade global mantendo os critérios de valor ao acionista, a saber: 1) prevenção da poluição e redução dos desperdícios oriundos do processo produtivo e consumo, mediante pesquisa e desenvolvimento de tecnologias direcionadas a melhoria da eficiência de processos e substituição de insumos perigosos, por exemplo, o que evidentemente reduz custos e mitiga riscos internos; 2) aproximação com ONGs e representantes da sociedade civil de maneira transparente na tentativa de estabelecer um canal de troca de experiências e possibilitar absorver idéias para auxiliar no posicionamento da empresa, o que implicará em melhora da visibilidade da empresa junto às partes interessadas (clientes, fornecedores, governo etc.); 3) pesquisa e desenvolvimento

aplicados em tecnologias de ponta, capazes de revolucionar a base tecnológica da sociedade atual e modificar a maneira como utilizamos os recursos materiais da natureza, como por exemplo biotecnologia e nanotecnologia, o que estaria alinhado com o desejo do acionista em direcionar a empresa rumo à inovação e possibilidade de novos mercados pouco explorados; 4) a trajetória da economia e da sociedade apontam para tendência de rápido aumento populacional, agravamento das desigualdades sociais e elevação dos índices de pobreza, portanto, o desenvolvimento sustentável já pode ser encarado como uma necessidade para reduzir os riscos de comprometimento das gerações futuras.

Hart (apud Vinha 2010) complementa a questão da estratégia pautada no desenvolvimento sustentável atribuindo papel protagonista aos *stakeholders* neste processo. Para o autor, existem três fases fundamentais. A primeira consiste na disseminação da estratégia mediante pressão dos stakeholders, através da busca pela transparência e ética empresarial, que podem ser reforçadas por certificações e auditorias externas. A segunda corresponde à inclusão dos stakeholders no processo de definição do design do produto e de novos processos, o que demanda mecanismos eficientes de comunicação internos e externos. Quanto à terceira, trata-se da alteração da própria missão da empresa englobando os resultados das etapas anteriores, de forma que as estratégias empresariais de longo prazo absorvam os anseios do desenvolvimento sustentável.

No capítulo seguinte serão apresentados exemplos concretos de frentes de atuação de empresas do setor eletroeletrônico que conseguiram internalizar a problemática da ecoeficiência e, assim, auferiram resultados mais amigáveis ao meio ambiente e conseguiram da mesma forma obter vantagens estratégicas no âmbito dos negócios.

O SETOR ELETROELETRÔNICO

3.1 DELIMITAÇÃO E ESPECIFICIDADES DO SETOR

De acordo com Gonçalves (1997), o complexo eletroeletrônico é composto basicamente por quatro segmentos fundamentais, quais sejam telecomunicações – equipamentos para transmissões de dados por satélite, rádio, fibra ótica –, equipamentos de informática – por exemplo computadores, impressoras, scanners –, bens eletrônicos de consumo – dos quais ainda podem ser classificados como produtos de áudio (rádios, players de música), vídeo (televisores, câmeras de vídeo, videocassetes) e outros (tais como calculadoras, microondas, telefones) e equipamentos de automação.

Desde a década de 70, o setor eletroeletrônico tem sido foco de críticas no que se refere ao seu papel danoso ao meio ambiente, como resultado da crescente geração de sucata em razão da difusão dessas mercadorias e demanda em larga escala dos agentes – haja vista sua diversidade de funcionalidades e a cada vez maior acessibilidade a todas as camadas de consumidores pelo seu barateamento–, bem como do dinamismo tecnológico característico e a conseqüente rápida obsolescência de tecnologias e produtos. De acordo com dados da Comissão of the European Communities - CEC (2000), na década de 60 o tempo de vida dos computadores era em torno de 10 anos, em 2000 era de 4,3 anos, o que evidencia a tendência de encurtamento dos ciclos de vida dos equipamentos ao longo dos anos.

Outro fator que suscitou preocupações acerca do setor diz respeito ao emprego de substâncias químicas nocivas à saúde humana, animal e ambiental, com destaque para metais pesados tais como mercúrio, chumbo, cádmio, lítio. Conforme apontado pela CEC (2000), no ano de 1998 foram gerados seis milhões de toneladas de resíduos eletroeletrônicos pelos países da União Européia, contendo substâncias perigosas em sua composição e sendo descartadas de maneira inadequada nos aterros comuns, gerando contaminação de água, solo e ar. Segundo consta no relatório da CEC (2000:4)

“[...] estima-se que mais de 90% dos resíduos eletroeletrônicos sejam descartados em aterros, incinerados ou recuperados sem qualquer

pré-tratamento, e uma proporção de vários poluentes encontrados nos depósitos municipais são provenientes deste setor”¹⁵.

Graças aos esforços da União Européia em regulamentar e reduzir o impacto ambiental causado por este setor, foram elaboradas duas Diretivas fundamentais para o controle dos resíduos e proibição de uso de substâncias perigosas, a saber: Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (WEEE) e a Restrição de Equipamentos Eletrônicos (RoHS)¹⁶. Em linhas gerais, a WEEE estabelece o “princípio de responsabilidade” que o fabricante tem sobre a mercadoria que gera e que perdura durante todo seu ciclo de vida, sendo responsável em pelo tratamento dos resíduos mediante recolha, reutilização, reciclagem e descarte final. Quanto ao RoHS, seu enfoque é determinar a proibição ou restrição no uso de determinadas substâncias químicas na composição dos produtos, com destaque para o corte de cádmio, mercúrio, cromo hexavalente e chumbo.

Ainda que a questão da regulamentação não seja o escopo do presente trabalho, reconhecemos que ainda se constitua como instrumento de maior impacto sobre as empresas no que tange ao direcionamento das estratégias empresariais rumo a inovações tecnológicas ambientalmente eco-eficientes. No entanto, nosso escopo é analisar a postura de empresas que agem antecipando-se a estes movimentos, atuando de maneira proativa.

Tebutt (2008) identificou em seu artigo que, para as empresas do setor entrevistadas¹⁷, a motivação em investir em ações ambientais resulta em primeiro lugar por pressões regulatórias (40%), seguida por redução de custos (30%) e imagem da empresa (20%). Portanto, é importante destacar o papel crucial de ambas as diretivas para a difusão da necessidade de repensar a constituição dos produtos, seu tratamento após o fim de sua vida útil, e conscientizar a demanda acerca dos impactos gerados pelo setor. Além disso, como os dados a serem analisados no próximo tópico constituem levantamentos realizados sobre multinacionais com sedes ou filiais na União Européia, é evidente que estas tenham internalizado a essência dos dois regulamentos para pautar suas decisões inovativas.

Apesar dos dados preocupantes anteriormente expostos, estratégias empresariais mais recentes têm demonstrado que o setor eletroeletrônico possui

¹⁵ Tradução do autor. De acordo com dados da ONG Planeta Sustentável, é gerado 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico por ano, sendo que a União Européia contribui com cerca de 9 milhões. A consultoria GBI Research estima que 21 bilhões de dólares seja o potencial de receita do mercado global com reciclagem até 2020.

¹⁶ Restriction of Certain Hazardous Substances e Waste from Electrical and Electronic Equipment.

¹⁷ A pesquisa foi promovida pelo site *Freeform Dynamics*, site popular a respeito de TI, logo se espera que os respondentes sejam em sua maioria ou participantes deste setor ou intimamente interessados por ele.

condições de substituir seu papel antagonista no processo de adoção de práticas sustentáveis e passar a ser o setor promotor da mudança de paradigma capaz de orientar os agentes em direção à preocupação com o meio ambiente. Acredita-se que o dinamismo do setor e seu perfil altamente inovador são características positivas para a adoção de inovações tecnológicas disruptivas, capazes de mitigar ou até mesmo inibir a geração de resíduos e poluentes. Gonçalves (1997:1) resume as características do setor ao estabelecer que:

O complexo eletrônico encontra-se entre os segmentos mais intensamente beneficiados pela recente onda de inovações que alterou os padrões gerenciais, produtivos e concorrenciais em nível mundial. Isto ocorreu por conta da rápida incorporação de insumos e processos com elevado conteúdo tecnológico, simultaneamente apoiados e direcionados para o processamento, transmissão e recepção de informações digitalizadas, em escala e velocidade crescentes.

Para a adoção deste novo modelo, Casagrande (2003:3) destaca a necessidade de passar pela “*Educação e Inovação Tecnológica norteadas pela conservação ambiental*”. Mazon (1992), em sua pesquisa bibliográfica, também credita papel protagonista ao Estado e aos consumidores no que tange ao movimento verde e seus impactos positivos sobre o direcionamento dos negócios, mediante cobranças e controles cada vez mais rígidos, de forma a orientar as empresas para atender às pressões do mercado.

Segundo artigo do *Consumer Electronics Association* – CEA (2008), associação norte-americana composta por empresas do setor eletroeletrônico e responsável por direcionar e dar suporte aos seus membros em direção às melhores práticas sustentáveis, a realização de inovações ecoeficientes neste setor estão mudando a maneira como o mundo se comunica e podem ser sentidas nos demais setores da economia, sobretudo porque é cada vez mais evidente o uso da tecnologia da informação por toda a parte, por exemplo, via adoção das videoconferências ao invés de realizar reuniões presenciais – as quais geram poluição por emissão de gases pela queima de combustíveis dos carros, aviões, além de impactarem em elevados custos de transporte e acomodação.

Tebutt (2008) vai mais além ao discutir o duplo papel do setor eletroeletrônico, posto que as inovações tecnológicas ambientalmente orientadas não impactam a sociedade somente de maneira intra-setorial, mas também difunde os ganhos de forma inter-setorial, já que são mercadorias amplamente difundidas e utilizadas pelas famílias, governos e os mais variados ambientes de negócios.

Outra evidência relevante diz respeito às novas tendências tecnológicas do setor, direcionadas para adoção de práticas como a virtualização e o *cloud computing*,

que além de elevarem a segurança dos dados, eficiência energética e a melhoria da produtividade do hardware, terceiriza estes custos e reduz os gastos das empresas com a reposição destes ativos.

No tópico seguinte, iremos explorar de maneira mais aprofundada os principais meios pelos quais o setor eletroeletrônico pode inovar e contribuir com a redução dos impactos ao meio ambiente.

3.2 PRINCIPAIS PRÁTICAS ECOEFICIENTES DO SETOR ELETROELETRÔNICO

Os levantamentos realizados pelo CEA e evidenciados em seu relatório “*Environmental Sustainability and Innovation in the Consumer Electronics Industry*” (2008) foram de enorme contribuição para este assunto, sobretudo por terem analisado companhias do setor eletroeletrônico produtoras de mercadorias populares, amplamente utilizadas (tais como computadores, TVs, celulares), sendo este grupo¹⁸ composto por 20 empresas abrangendo 16 categorias distintas de produtos e com *market-share* aproximado de metade dos consumidores de eletrônicos no mundo, empregando cerca de 2 milhões de pessoas ao redor do globo e com uma receita combinada de 700 bilhões de dólares. Conforme apontaremos ao longo deste capítulo, a conclusão obtida é a de que não existe necessariamente *trade-off* entre preservação ambiental e lucratividade, podendo haver alinhamento entre ambos.

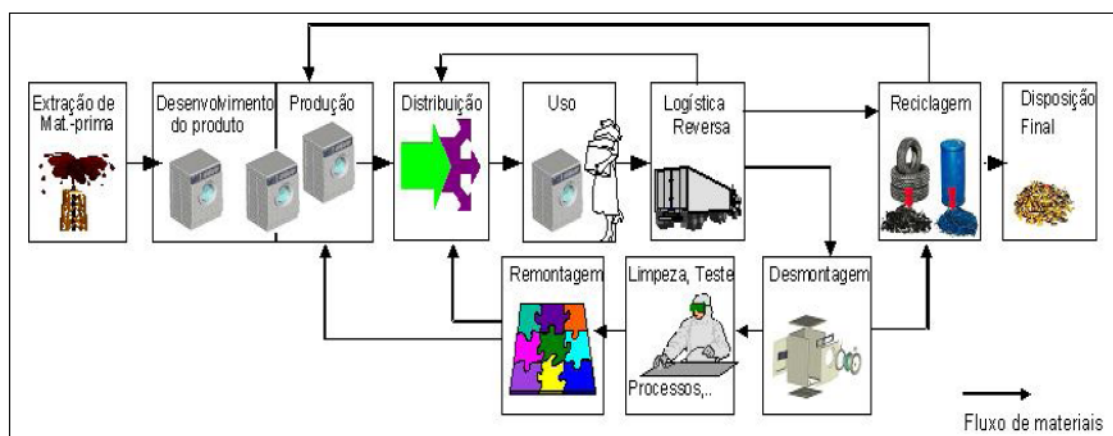
Para estruturarmos nossa análise acerca da aplicação das práticas ecoeficientes propriamente ditas neste setor, devemos primeiramente introduzir o conceito de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Esta trata-se de uma metodologia direcionada à compreensão dos impactos ao meio ambiente advindos da atividade empresarial quanto ao uso de energia, insumos e emissões, através da geração de seus produtos e processos produtivos. Sob este ponto de vista, são analisadas todas as fases pertinentes, nomeadamente extração e processamento de insumos, design e fabricação, logística, manutenção e reciclagem, e a fase de descarte (Hinz *et alli*, 2007).

Desta forma, podemos destacar quatro principais contribuições no sentido de implementar inovações ecoeficientes e que contribuam significativamente com a

¹⁸ No estudo, foram analisadas 31 empresas do setor, sendo que 20 delas possuíam rastreamento e reporte de seus dados ambientais.

preservação ambiental, quais sejam: *ecodesign*, redução de consumo de energia/eletricidade, *“lean manufacturing”*, eficiência na cadeia de suprimentos (*supply chain*) via *“clean delivery”* e *“logística reversa”*.¹⁹

Figura 3: Análise do Ciclo de Vida



Fonte: Collaborative Research Center 281, apud AMA, 2004

O *ecodesign*²⁰ pode ser entendido como direcionamento da produção para a geração de produtos mais eco-eficientes desde sua concepção – sem prejuízo sobre suas funcionalidades, performance, estética, qualidade, custos – mediante a incorporação das seguintes medidas: redução do tamanho do produto ou embalagem; emprego de insumos reutilizáveis e política de descarte durante ciclo de vida do produto; extensão do tempo de vida útil das mercadorias; redução ou mesmo corte no uso de substâncias químicas nocivas.

Estima-se que de 60 a 90% dos atributos ambientais de um produto são definidos por seu design (Graedel, Allenby *apud* Filho & Ometto 2011; GEC 2008), já que este impacta nos materiais a serem utilizados, como ele será montado, de que modo será transportado, como este será coletado ao fim do seu ciclo de vida, fatores

¹⁹ É importante salientar que todas estas contribuições constituem-se como formas complexas de tratamento dos produtos e processos e, desta forma, demandam trabalhos científicos específicos aprofundados sobre as formas efetivas de condução dos trabalhos de engenharia, produção, suprimentos, logística, manutenção etc. no âmbito da aplicação empresarial. O escopo do presente trabalho é apresentar, de maneira superficial, alguns dados interessantes que motivem as empresas do setor em pauta a buscarem aprofundamento com o intuito de sua posterior aplicação. Para além disto, todos estes mecanismos não devem ser compreendidos de maneira isolada, apesar de serem assim apresentados neste trabalho, tendo em vista que constituem-se como formas complementares e muitas vezes simultâneas de aplicação da ecoeficiência no cerne da empresa.

²⁰ É notório que até mesmo o conceito de *Design* vem sendo questionado no meio científico, como demonstra Casagrande (2001). Abandona-se o conceito de estilo e imagem para retornar ao originalmente proposto, que é atender à sensibilidade do consumidor. Nos dias atuais, tal premissa envolve responder à crescente demanda pela geração de produtos ecocompatíveis.

estes que evidenciam a importância da fase inicial do projeto. Ademais, conforme apontam Filho e Ometto (2011),

[...] os [aspectos] financeiros são amplamente definidos durante as fases iniciais do processo de desenvolvimento de produto, onde se estima que 85% do custo final do produto seja determinado.

Com a redução do tamanho do produto/embalagem, é evidente que se minimiza a utilização de recursos produtivos por unidade, reduzem-se os custos unitários em energia e eletricidade necessárias para a montagem deste material, as despesas de armazenamento e transporte para insumos, componentes e produtos acabados são encolhidas, e menores serão as quantidades de resíduos gerados ao final do ciclo de vida do produto dado seu tamanho diminuto.

Já o emprego de insumos reutilizáveis aliado a uma política de descarte atuante junto aos consumidores torna-se uma estratégia interessante para as empresas. Neste caso, há redução dos custos de produção, tendo em vista a economia em termos de aquisição de matérias-primas, pois o consumidor irá se desfazer do material obsoleto entregando-o a reciclagem livre de custos. Da mesma forma, fica assegurado que a sucata gerada ao final do ciclo de vida do produto não seja descartada de maneira inapropriada no meio ambiente.

Além disso, conforme exposto no tópico anterior, é tempestivo que as empresas do setor eletroeletrônico adotem a postura de empregarem materiais, peças e componentes recicláveis em seus produtos, tendo em vista que suas mercadorias estão sujeitas à obsolescência consideravelmente rápida por fatores tecnológicos, o que implica em geração de sucata em percentual crescente se comparado a outros setores da economia.

A Lenovo, multinacional fabricante de computadores e recursos informáticos de uso geral, possui como uma de suas práticas o emprego de materiais reciclados, incluindo a reutilização de plásticos, peças, componentes eletrônicos e metais como ouro e prata, estes últimos obtidos de produtos recolhidos ao final de seu ciclo de vida junto aos seus clientes. Estima-se que 25% dos materiais empregados nos *Gold Monitors* da Lenovo sejam provenientes de materiais reciclados, de acordo com dados obtidos a partir do relatório do CEA (2008).

Quanto à redução ou corte no uso de substâncias químicas nocivas, estas tem sido mais amplamente atribuídas à atuação das políticas regulamentadoras do setor, com destaque para a Restrição de Substâncias Perigosas (*RoHS*). Neste contexto, a Nokia decidiu, proativamente, não só acatar as diretrizes da legislação vigente, mas também investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) direcionado à redução da utilização de outros elementos que fossem prejudiciais ao ser humano e

ao meio ambiente. Foram eliminadas cerca de 225 substâncias adicionais, o que implica em menores custos de descarte e armazenamento destes resíduos ao final do ciclo de vida dos seus produtos.

Atualmente, o *ecodesign* constitui-se como medida mais difundida de aplicação da eco-eficiência nas empresas, sobretudo multinacionais tais como a Hewlett-Packard e a Philips, que desenvolvem programas específicos de integração entre preservação ambiental e concepção de seus produtos. Acredita-se que existam atualmente dois métodos fundamentais de implementação do *ecodesign* no âmbito das empresas. Num primeiro momento mediante diversificação de produtos, com uma linha específica de produtos com menor impacto ambiental, direcionados à mercados mais ambientalmente conscientes; e num segundo momento, a empresa absorve tais medidas de maneira integrada, de forma que todas as linhas de produtos passam a ser direcionadas de forma ecoeficiente (Tingström & Karlson *apud* Filho et al Ometto 2011).

No quesito certificação em *ecodesign*, foi desenvolvido pela GEC em 2006 o sistema *Electronic Product Environmental Assessment Tool* (EPEAT), que tem como principal objetivo gerar uma ferramenta para servir como referência para consumidores e fabricantes avaliarem o andamento das tecnologias verdes para hardwares de TI e, assim, pautarem suas decisões de compra, direcionarem seus esforços em P&D a partir da comparação dos empenhos de seus concorrentes, e receberem *feedbacks* das tecnologias mais bem aceitas no mercado. O EPEAT funciona como uma certificação, possuindo 51 critérios²¹ que são avaliados durante o ciclo de vida dos produtos registrados. No ano de 2007, o sistema abrangia 27 fabricantes e 580 produtos, estes últimos correspondendo a cerca de 22% do *market-share* global em *laptops* e *desktops*.

De acordo com cálculos realizados a partir das exigências estabelecidas pelo EPEAT, estima-se que os produtos certificados terão os seguintes resultados ao longo de seu ciclo de vida: economia de 42,2 bilhões de kWh de eletricidade, suficiente para abastecer 3,7 milhões de residências americanas durante um ano; eliminação da emissão de 174 milhões de toneladas métricas de gases, incluindo gás do efeito estufa; redução de 3,31 milhões de toneladas métricas de gás do efeito estufa equivalente do carbono, o que equivale a remover 2,6 milhões de carros das estradas durante um ano.

²¹ Um dos critérios adicionais do sistema EPEAT diz respeito ao cumprimento das mesmas exigências impostas pela certificação *Energy Star*, que certifica os produtos de acordo com critérios de economia energética. Esta certificação será tratada de maneira mais aprofundada ao tratarmos sobre o fator economia energética.

No que tange especificamente ao aumento da eficiência energética dos produtos, sem comprometer sua performance e funcionalidades, este tem sido um dos principais objetivos dos consumidores de produtos eletroeletrônicos, o que implica em preocupação igualmente relevante para as companhias responsáveis por sua fabricação. Desta forma, investimentos em P&D direcionados à produção de baterias com maior durabilidade, com reduzido tempo de carregamento ou mesmo capazes de utilizar fontes alternativas de energia, equipamentos que possuam maior eficiência energética, são considerados prioritários.

Para elucidar o anteriormente exposto, a Intel, empresa especializada em produção de processadores, tem fabricado seus produtos voltados justamente para a redução no consumo de energia. Se compararmos os processadores Core 2 Duo com a geração anterior, conforme dados do CEA (2008), verificamos economia de cerca de 40% em consumo de energia, ao passo que o ganho em termos de funcionamento do equipamento é 40% maior. A Intel ainda possui um produto denominado *Eco-Rack*, que é empregado em *data centers* visando a utilização mais eficiente dos componentes e processadores. A economia energética obtida com este produto, em 2007, era estimada em 17%, e calcula-se que, se esta tecnologia fosse empregada em todos os *data centers* nos Estados Unidos, a energia economizada seria suficiente para abastecer cerca de 980 mil residências americanas pelo período de um ano.

Objetivando monitorar e regulamentar o quesito eficiência energética de produtos, foi desenvolvido, em um programa conjunto entre a Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos (US *Environmental Protection Agency* ou US EPA) e o Departamento de Energia Americano, o certificado “*Energy Star*”, que é cedido a empresas que passam por processo de avaliação em termos de consumo energético de seus produtos.

Para se compreender a importância do selo em termos de volume de vendas, em 2007 a empresa Best Buy afirma ter vendido cerca de sete milhões de produtos certificados. Segundo o US EPA, os ganhos dos consumidores em termos de redução do uso de energia chegam à faixa de 100 milhões de dólares, tendo sido ainda reduzido o consumo em torno de 1,4 bilhões de libras de carbono, o que equivale à emissão de 128 mil carros na estrada durante um ano.

Evidentemente, as empresas têm se empenhado em melhorar as condições de consumo de energia também do ponto de vista do processo de fabricação, utilizando recursos simples como, por exemplo, o controle do consumo de energia elétrica via sensores de movimento, a utilização de lâmpadas de LED em substituição às fluorescentes, por serem mais econômicas, possuem mesma performance e não possuem mercúrio em sua composição, que é altamente tóxico.

Sob a ótica da implementação de recursos no âmbito da empresa, podemos destacar ainda o emprego do conceito de “*lean manufacturing*” nas indústrias, que consiste em práticas como Gestão da Qualidade Total, melhoria contínua de processos, reaproveitamento de insumos – incluindo sistemas de tratamento de água para reutilização no processo produtivo –, redução do uso de produtos químicos, e a redução no consumo de papéis. Estas medidas visam reduzir a geração de resíduos comuns e perigosos, agrega em termos de eficiência produtiva e qualidade do produto, reduz o uso de insumos, diminuem as despesas administrativas (água e energia) bem como de estocagem, armazenamento e tratamento de produtos perigosos, além de reduzirem as emissões de carbono.

Conforme dados do relatório do CEA (2007), de 2004 a 2007, as 11 maiores companhias de eletroeletrônicos reduziram o consumo de eletricidade em 12,3% na média. Das 10 maiores companhias do setor que reportaram o volume liberado de gás do efeito estufa, 7 delas conseguiram reduzir suas emissões sem comprometer sua produção, sendo que duas delas conseguiram reduzir em cerca de 30% o seu consumo no período de 2004-2007.

A NEC *Electronics America*, empresa cuja carteira é composta por inúmeras soluções em Tecnologia da Informação, incluindo *cloud computing*, segurança e otimização de dados, e inteligência de negócios (*Business Intelligence*), constitui exemplo sólido no que tange à preocupação com a geração de sucata e resíduos. Com base no levantamento do CEA (2007), estima-se que 87% do que seria considerado lixo é reutilizado e reciclado pela empresa, incluindo o lixo orgânico gerado pelo seu restaurante. O lixo é recolhido e misturado com a grama, mediante técnica de compostagem, e o resultado final é empregado para realização de paisagismo ou mesmo para revenda a empresas agrícolas. Calcula-se que, num período de dois anos, a NEC deixou de enviar aos aterros cerca de 1,3 milhões de libras de lixo, gerando uma economia de 500 mil dólares que deixaram de ser consumidos em manuseio, transporte e descarte.

Quanto à questão da eficiência na cadeia de suprimentos, uma prática que vem sendo implementada pelas empresas do setor eletroeletrônico recebe a nomenclatura de “*clean delivery*”, que pode ser compreendida como alterações nas práticas do *supply chain* da empresa, junto aos seus fornecedores, clientes e representantes. Basicamente, as empresas aplicam este conceito ao realizar a coordenação mais eficiente da logística entre os agentes, por exemplo, ao explorar as melhores rotas com os meios de transporte mais eficientes, ao determinar o local mais adequado para realizar a montagem dos equipamentos considerando espaço de estocagem antes e depois da montagem, ao utilizar o e-commerce como ferramenta

de vendas, evitando assim o deslocamento de produtos da fábrica até o revendedor. O resultado destas medidas é a redução dos custos de transporte, estocagem, descarte de embalagens e das emissões de carbono.

O “*clean delivery*” ainda pode ser implementado mediante o uso de ferramentas da Tecnologia da Informação (TI) para substituir as usuais viagens de negócios ou mesmo a alocação física do funcionário na empresa. Tem sido relativamente comum as empresas multinacionais substituírem as viagens de negócios por teleconferências, vídeo conferência, web conferencias, *home offices* e suas demais variantes, em substituição às caras viagens ao redor do globo, o que implica em redução da poluição gerada pela abolição no uso dos meios de transportes (aviões, carros etc.).

A *Cisco Systems*, multinacional norte-americana que trabalha com fornecimento de soluções para redes e comunicações, é um exemplo interessante a respeito da aplicação prática do conceito de “*clean delivery*”. Juntamente com um de seus fornecedores responsáveis pelo empacotamento de suas mercadorias e com o apoio de seus clientes, foi possível estruturar um modelo de multi-empacotamento (diversos produtos empacotados juntos) de forma a restringir o número de pacotes, tornando-o 77% mais leve do que se comparado com o empacotamento individual, e ocupando 84% menos espaço, gerando menos material de descarte, já que usa menos embalagens, e gera menos custos de transporte, visto que é possível carregar mais itens de uma vez.

Outra prática que vem sendo difundida para obtenção de eficiência na cadeia de suprimentos é conhecida como “logística reversa”, definida conforme segue (Leite *apud* Gardesani & Tapetti 2011):

[...] planejamento, operação e controle de fluxo e das informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meios dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Para efeito de aplicação da eco-eficiência no âmbito das empresas, interessa-nos explorar com mais cuidado os produtos de pós-consumo, pois “são caracterizados pela sua utilização, porém, podem ser reutilizados para outros fins” (Gardesani & Tapetti 2011), e seu tratamento pelas empresas tem o intuito de descartá-los de maneira adequada – por questões regulatórias presentes e futuras ou mesmo para beneficiar seus clientes – ou reintegrá-los, totalmente ou em partes, ao processo produtivo.

Evidentemente, o fechamento da cadeia de suprimentos, se bem estruturado pela empresa, a beneficia de maneira competitiva (Lacerda *apud* Shibao *et ali* 2010): ao propiciar facilidades para seus clientes e fornecedores, já que recolhe e descarta adequadamente os produtos ao final de seu ciclo de vida, gerando diferenciação de serviço em relação aos concorrentes que não adotam tal prática; disponibiliza recursos a serem reutilizados para a empresa, conforme já mencionado no tópico acerca do *ecodesign*, reduzindo custos de produção com insumos; atua em conformidade com a legislação ambiental²² ou, no melhor dos casos, antecipa-se à essa tendência e reduz riscos inerentes à sua adequação em um curto espaço de tempo; auxilia na reformulação dos produtos ao identificar quais componentes e peças devem ser reduzidas ou modificadas, levando em consideração os custos de descarte e as possibilidades de reciclagem de materiais.

De forma similar ao “*clean delivery*”, a “logística reversa” também se beneficia amplamente das facilidades fornecidas pelas ferramentas de TI, conforme ilustrado por Gardesani & Tapetti (2011), em especial porque oferece suporte tanto às operações, tomada de decisão gerencial e vantagem competitiva estratégica. Isto se deve, em demasia, à possibilidade de geração de dados e informações precisas e em tempo real, softwares de análise de dados para simplificar a compreensão do andamento do negócio, gestão de entradas e saídas do armazém, etc. Como exemplos de instrumentos empregados, podemos destacar o código de barras, para monitoramento e registro da localidade dos produtos; e os identificadores de rádio frequência, com capacidade de rastreamento e monitoramento dos produtos durante seu deslocamento.

A Itautec, empresa multinacional brasileira especializada no desenvolvimento de produtos e soluções em informática e automação, possui um programa reconhecido de logística reversa no Brasil. De acordo com dados divulgados pela própria empresa em seu website²³, seu programa de reciclagem de equipamentos de informática obsoletos atingiu a expressiva marca de 4.134 toneladas de materiais, um acréscimo de 8% em relação ao ano de 2010, crescimento este creditado à aproximação com seus clientes e pela maior atuação da Lei dos Resíduos Sólidos no Brasil (Lei 12.305/10) que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), que normatiza a obrigatoriedade da logística reversa em seis linhas de produtos, incluindo eletroeletrônicos.

²² A legislação alemã já exige esta prática em termos de cumprimento da legislação ambiental.

²³ Fonte <http://www.itautec.com.br/pt-br/noticias/2012/02/14/programa-de-reciclagem-de-residuos-eletronicos-da-itautec-encerra-2011-com-resultado-recorde>

Ainda com base nestes dados, estima-se que o volume reciclado destes materiais possua equivalência a 122 mil desktops (1.118 toneladas de materiais de computação) e 3,5 mil ATMs (3.016 toneladas de materiais de autoatendimento). Apenas as placas eletrônicas tiveram de ser recicladas no exterior, pois o Brasil ainda não possui esta tecnologia, cujo montante em 2011 foi de 50 toneladas. Com base no relatório Anual e de Sustentabilidade de 2011 da Itautec²⁴, a receita com comercialização de produtos recicláveis atingiu 64% dos custos com a operação.

Em suma, com base nos levantamentos anteriores, é indubitável que as empresas do setor eletroeletrônico que agiram de maneira proativa em direção ao desenvolvimento de inovações eco-eficientes obtiveram retornos tanto no âmbito da redução de seus custos produtivos e administrativos, como melhoraram a eficiência de seus processos, adentraram um mercado em ascensão, e impactaram positivamente a sua marca mediante diferenciação de seus produtos. Se retomarmos o conceito de vantagem competitiva aplicado no capítulo 1, veremos que tanto pela redução dos custos quanto pelo fator diferenciação, é extremamente vantajoso investir em inovações tecnológicas eco-eficientes.

Em termos dos benefícios auferidos pelo meio ambiente, conforme apontado pelo estudo do CEA (2007), podemos destacar os seguintes números: cerca de 600 milhões de toneladas de produtos eletrônicos usados foram reciclados pelas 20 empresas de maior *market-share* no setor; reduções significativas no consumo de energia em algumas dessas empresas, com duas indústrias tendo atingido a marca impressionante de cerca de 50% de redução do consumo por empregado – ainda que as empresas tenham aumentado seu efetivo e elevado sua receita com vendas –, representando a economia de 223 mil toneladas de gás carbônico na atmosfera (equivalente a retirar 51 mil carros da estrada por um ano); conforme dados do GEC (2008) para o ano de 2007, os produtos com certificado EPEAT reduziram o uso de materiais primários em 75,5 milhões de toneladas métricas (cerca de 585 milhões de refrigeradores) e de produtos tóxicos em cerca de 3,22 mil toneladas métricas (equivalente a 1,6 milhões de tijolos), além de impedirem o descarte de 124 mil toneladas métricas de lixo perigoso (equivalente a 62 milhões de tijolos).

²⁴ Fonte http://www.itautec.com.br/media/713969/itautec_relatorio_anual_e_de_sustentabilidade_2011.pdf

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalidade deste trabalho foi elucidar a problemática do desenvolvimento sustentável sob os preceitos da teoria econômica e direcionado às empresa quanto a internalização destas medidas como forma alternativa de estratégia competitiva no cenário atual, em especial direcionado à decisão das firmas do setor eletroeletrônico.

Para atingirmos este objetivo, foi necessário esclarecer os conceitos de estratégia, eco-eficiência e inovação, para entendermos elementos como “competitividade verde” e suas motivações, analisar mais a fundo o debate teórico entre as duas principais vertentes que incorporaram a questão da problemática ambiental em seu cerne, com especial atenção ao papel da inovação neste processo, e, por fim, ceder esclarecimentos sobre as especificidades do setor de eletroeletrônicos, fator decisivo para escolha da análise deste setor neste trabalho, e exemplificar de maneira concreta medidas tomadas por grandes *players* do setor rumo às eco-inovações, destacando os ganhos econômicos delas advindos.

Desta forma, o primeiro capítulo é enfático ao apontar que o atual modelo de desenvolvimento econômico adotado por países desenvolvidos e em desenvolvimento vem cada vez mais apontando sinais de esgotamento, graças aos efeitos abusivos do uso irresponsável dos recursos do ecossistema, e isto é observável mediante evidências empíricas tais como os números assombrosos do consumo calculado pela pegada ecológica, estudo realizado pela WWF.

Para além disso, ao discutir os conceitos de inovação, estratégia e eco-eficiência, pudemos observar que é possível alinhá-los de forma que possibilitem a convergência dos interesse de todos os agentes envolvidos, seja da sociedade civil e do governo, exigindo e obtendo resultados em medidas sustentáveis mediante pressões via demanda e regulamentações de controle, armazenamento e tratamento de rejeitos, seja para as empresas, que ao absorverem a questão ambiental de maneira estratégica, conseguem produzir inovações para combater os causadores das ineficiências do processo produtivo – ineficiências estas que resultam em poluição –, implicando de maneira mais imediata em ganhos de produtividade e redução no uso de insumos.

No que diz respeito aos motivadores da decisão empresarial acerca da adoção de medidas eco-eficientes, concluímos que a política ambiental ainda se constitui como a forma mais influente sobre as empresas, dado que impulsiona todas (ou todas de um determinado setor) compulsoriamente em direção à mudança. Tais

empresas são classificadas como reativas, e tendem a internalizar a problemática ambiental apenas neste contexto, de forma que normalmente sua implementação incorre em custos de adaptação. Em contrapartida, demonstramos que as empresas tidas como proativas, as quais visam adotar práticas eco-eficientes não só pela existência de um arcabouço regulatório, mas por antecipação de interesses de um mercado em ascensão (“mercados verdes”) e por medidas de estratégia, conseguem auferir resultados positivos tanto na esfera ambiental quanto econômico-financeira, mediante aumento da eficiência produtiva, obtendo redução de custos, diminuição no consumo de recursos, diferenciação de seus produtos, e fortalecimento da marca junto aos demais agentes – clientes, fornecedores e governo.

Tendo em vista o questionamento aos modelos de desenvolvimento calcados no crescimento contínuo do PIB, conforme fundamentado no capítulo um, retratamos no segundo capítulo teorias alternativas propostas pelo campo da economia, as quais buscaram contemplar em seu interior o prisma da sustentabilidade.

Como demonstramos, a Economia Ambiental é oriunda da escola neoclássica e incorpora a questão do meio ambiente de maneira bastante simplificada, já que preocupa-se substancialmente com a questão da alocação ótima. Ela tenta solucionar os principais problemas ecológicos atuais por meio de mecanismos de mercado, sendo a escassez de recursos naturais combatida pela atuação da tecnologia, capaz de elevar a produtividade a ponto de criar um descolamento entre os recursos naturais e o crescimento do PIB, e criar substitutos para os recursos não renováveis de maneira irrestrita. Quanto à geração de poluição, sua solução é internalizá-la no princípio das externalidades de Pigou, de forma que esta seria contida por mecanismos de precificação adequados.

No que tange à Economia Ecológica, esta adota premissas mais complexas, em que interagem conceitos advindos da teoria biofísica, com destaque para a primeira e segunda leis da termodinâmica, e das ciências sociais, em especial economia e política. Sua visão pré-analítica acerca da economia como subconjunto do meio ambiente, e este inerentemente limitado e fechado, juntamente com os conceitos de conservação da massa e entropia são fundamentais para compreender o desenvolvimento sustentável, que deve ser atingido num ponto em que o fluxo de energia e matéria é constante, estado este denominado de Estado Estacionário. Assim, o desenvolvimento sustentável será dado pela alteração qualitativa dos componentes da economia, em especial em favor dos serviços, e não mais a partir do crescimento econômico via incremento do PIB.

A tecnologia assume aqui papel complementar para atingir-se o Estado Estacionário, contribuindo com a elevação da produtividade dos recursos, criando mecanismos de reutilização e reciclagem – ainda que os autores acreditem que sempre será parcial, dado o princípio da entropia –, produzindo formas alternativas de cultivo e conservação dos solos, e alterando a gestão organizacional para assimilar cada vez mais a sustentabilidade.

Ao final do capítulo, retomamos nosso enfoque no papel das empresas para contribuir na construção do desenvolvimento sustentável, via investimento em tecnologias inovadoras. Para tanto, apresentamos uma série de frentes em que as firmas podem atuar, respeitando os princípios da estratégica corporativa direcionada à geração de valor a seus acionistas, quais sejam: redução de perdas e prevenção da poluição (redução de custos e riscos), aproximação com ONGs e sociedade civil (potencialização da marca), no curto prazo; inovações em setores de ponta (obtenção de tecnologias emergentes e criação de novos mercados) e combate ao futuro pessimista no que tange a pobreza, desigualdades sociais e disponibilidade de recursos (compreensão das tendências do futuro), no longo prazo.

No terceiro capítulo, voltamos nossos esforços para analisar o setor eletroeletrônico, tendo em vista dados controversos sobre este setor nas últimas décadas. Conforme demonstrado, trata-se de uma indústria em visível crescimento, dadas suas funcionalidades e facilidades à vida humana, no entanto, a rápida obsolescência de seus produtos, pelo encurtamento de seu ciclo de vida, e a geração de sucata dele advinda o colocam numa posição de distanciamento dos ideários sustentáveis. Outro agravante é a própria composição destes equipamentos, que geralmente envolve substâncias químicas perigosas e danosas ao meio ambiente e à saúde humana. Neste âmbito, a União Européia tem agido de forma contundente, através de dois instrumentos regulamentares: Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (WEEE) e a Restrição de Equipamentos Eletrônicos (RoHS).

Embora os dados sobre o setor sejam alarmantes, demonstramos que ele possui características relevantes para assumir papel fundamental na mudança rumo ao paradigma do desenvolvimento sustentável. Seu elevado dinamismo e teor altamente inovador são propriedades que o capacitam como impulsionador tecnologias capazes de mitigar ou até mesmo inibir a geração de resíduos e poluentes; acresce-se a isso o fato de que se trata de um setor com atuação transversal na economia, já que muitas de suas tecnologias podem ser utilizadas pelos demais setores (teleconferências, *e-commerce* etc.)

Por fim, apontamos as principais frentes de atuação do setor eletroeletrônico com vistas à implementação de práticas eco-eficientes e capazes de

proporcionar efetivos ganhos competitivos sob a ótica da Análise do Ciclo de Vida, quais sejam: *ecodesign*, redução de consumo de energia/eletricidade, “*lean manufacturing*”, eficiência na cadeia de suprimentos e investimentos ambientais com retorno para as comunidades.

Como demonstramos, os principais motivadores da decisão da adoção de eco-inovações foram atendidos em maior ou menor grau em cada uma das frentes de atuação, seja pela redução de custos e melhoria da produtividade, pela diferenciação dos produtos, pela abertura de novos mercados ou entrada nos “mercados verdes”, seja agregando valor à sua marca, seja antecipando a regulação governamental. Além disso, com base nos dados dos levantamentos utilizados, podemos identificar números significativos tanto do ponto de vista da redução do impacto ambiental, quanto dos próprios resultados econômicos em si para as empresas, o que serve como evidência e uma referência tanto para o setor em pauta, quanto para os demais setores da economia.

Em suma, ainda que nossa análise tenha sido fundamentada num conjunto limitado de empresas, de um setor específico, de maior porte, buscamos demonstrar uma série de oportunidades de mercado oriundas do engajamento no que se pode denominar eco-indústria, e esperamos ter contribuído não só com o esclarecimento de que é possível empregar um modelo de estratégia empresarial capaz de conciliar ecologia e economia, como também para servir de estímulo para estudos mais aprofundados nessa área, dentre os quais sugerimos:

- análise do arcabouço tributário e institucional europeu para aplicabilidade do modelo no Brasil;

- estudo acerca da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e sua importância para o direcionamento das políticas ambientais brasileiras ao modelo europeu (ROHS e WEEE).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. C. *Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica*. Artigo in: Leituras de Economia Política. Campinas, 2008.

ANSANELLI, S.L.M. *Mudança institucional, política ambiental e inovação tecnológica: caminho para o desenvolvimento sustentável?* In: VIII Encontro Nacional de Economia Política, 2003, Florianópolis. Anais do VIII Encontro Nacional de Economia Política, 2003.

----- *Os impactos das exigências ambientais européias para equipamentos eletroeletrônicos sobre o Brasil*. Tese defendida em 26/02/2008. 221 pp. Tese de Doutorado – Instituto de Economia UNICAMP.

BARBOSA, R. K. *Eco-Inovação na Universidade: uma análise das patentes da Universidade Estadual de Campinas*. Tese defendida em 2011. 119 pp. Tese de Mestrado – Instituto de Economia UNICAMP.

CASAGRANDE JR. E.F. *Inovação tecnológica e sustentabilidade: possíveis ferramentas para uma necessária interface*. Artigo, 2001.

----- *Inovação tecnológica e sustentabilidade: integrando as partes para proteger o todo*. Artigo, 2003.

CECHIN, Andrei; PACINI, Henrique. *Economia verde: por que o otimismo deve ser aliado ao ceticismo da razão*. Estudos Avançados vol. 26, n 74. São Paulo, 2012.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *Proposal for a directive of the european parliament and of the council on waste electrical and electronic equipment and on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment*. COM (2000) 347 final. Brussels, 13/06/2000.

CONSUMER ELECTRONICS ASSOCIATION - CEA. *Environmental Sustainability and Innovation in the Consumer Electronics Industry*. Artigo, 2008. Disponível em: <http://www.ce.org/GovernmentAffairs/2267.asp>

DALY, H. E. *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. 1. ed. Boston: Beacon Press, 1997.

DALY, H. E.; FARLEY, J. *Ecological Economics: Principles and application*. Washington: Island Press, 2004.

ECO, Umberto. *Como se faz uma tese*. 15.ed. São Paulo: Perspectiva, 1999.

FILHO, A. G; OMETTO, A. R. *Integrando o Ecodesign ao desenvolvimento de produtos*. Artigo in Gestão da Sustentabilidade Organizacional. 1. ed. vol. 2. Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, 2011.

GARDESANI, R.; TAPETTI, M. C. *Sistemas de Informação e logística reversa*. Artigo in Gestão da Sustentabilidade Organizacional. 1. ed. vol. 2. Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, 2011.

GONÇALVES, R. R. *Setor de Bens de Eletrônicos de Consumo no Brasil: Uma Análise de seu Desempenho Recente e Perspectivas de Evolução Futura*. Texto para Discussão nº 476. IPEA. Rio de Janeiro, 1997.

GREEN ELECTRONICS COUNCIL – GEC. *Environmental Benefits of 2007 EPEAT Purchasing*. Artigo, 2008. Disponível em: <http://epeat.net/documents/manufacture-resources/epeatebreport2007.execsumm.pdf>

HART, S. L.; MILSTEIN, M. B. *Creating Sustainable Value*. Artigo In: Academy of Management Executive. Vol. 17. Nr. 2. 2003. Disponível em: http://e4sw.org/papers/Hart_Milstein.pdf

ITAUTEC. *Relatório Anual de Sustentabilidade*. Acessado em 13 de Junho de 2012. Vide website: http://www.itaute.com.br/media/713969/itaute_relatorio_anual_e_de_sustentabilidade_e_2011.pdf

LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. *Metodologia do trabalho científico*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LEI FEDERAL nº 11.196 de 21 de Novembro de 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/lei/L11196.htm

LOYOLA G., R. *A economia ambiental e a Economia Ecológica: Uma Discussão Teórica*. In: II Encontro Nacional da ECOECO. Disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ii_en/mesa2/4.pdf, São Paulo, 1997.

MAZON, R. *Em direção a um novo paradigma de gestão ambiental – tecnologias limpas ou prevenção de poluição*. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, 32 (2): 78-98, abr/jun, 1992.

MANZINI, E.; VEZZOLLI, C. *O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MEADOWS, H.D. et al. *Os limites do crescimento*. São Paulo: Perspectiva, 1978.

MESSIAS, F. B. *A inovação e o design no atual ponto de inflexão*. Artigo in Gestão da Sustentabilidade Organizacional. 1. ed. vol. 2. Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, 2011.

MUELLER, C.C. *Avaliação de duas correntes da economia ambiental: a escola neoclássica e a economia da sobrevivência*. Artigo In: Revista de Economia Política. Vol. 18. Nr. 2. Disponível em: <http://www.rep.org.br/pdf/70-5.pdf>, 1998.

OLIVEIRA, J.G. et alli. *O impacto competitivo da estratégia ambiental: uma abordagem teórica*. Artigo. Disponível em: http://www1.sp.senac.br/hotsites/arquivos_materias/sigas2005/res_15.pdf.2005.

OLIVEIRA, L. H. *Gestão de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) para sustentabilidade*. Artigo in Gestão da Sustentabilidade Organizacional. 1. ed. vol. 2. Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, 2011.

PORTER, M. E. *O que é estratégia?* Artigo. in: Competição: estratégias competitivas essenciais. 10. ed. São Paulo: Campus, 1999a.

PORTER, M. E. et al. *Verde e Competitivo*. Artigo. in: *Competição: estratégias competitivas essenciais*. 10. ed. São Paulo: Campus, 1999b.

PORTER, Michael E.; VAN DER LINDE, C. *Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship*. *Journal of Economics Perspectives*, Boston, v. 9, n. 4, p. 97-118, fall 1995.

RELATÓRIO ONU. *Nosso Futuro Comum*. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

REYDON, B. P.; CAVINI R. A.; ESCOBAR H. E.; FARIA. H. M. *A competitividade verde enquanto estratégia empresarial resolve o problema ambiental?* Texto para Discussão. IE/UNICAMP b. 125, Junho de 2007.

SANTOS, F. *Resiliência estratégica para um desenvolvimento regional sustentável*. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*. Nº20. 2010.

SCHUMPETER, J. A. *Teoria do Desenvolvimento Econômico. Uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. Tradução de Maria Sílvia Possas. Coleção Os Economistas. São Paulo: Nova Cultural Ltda., 1997.

SILVEIRA, M. A. *Gestão estratégica para a sustentabilidade organizacional: capital humano e os processos de inovação e aprendizagem*. Artigo in *Gestão da Sustentabilidade Organizacional*. 1. ed. vol. 2. Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, 2011.

SHIBAO, F. Y. et. alli. *A logística reversa e a sustentabilidade empresarial*. In: XIII SemeAd – Sustentabilidade Ambiental nas Organizações. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/semead/13semead/resultado/trabalhosPDF/521.pdf>. São Paulo, 2010.

TEBBUTT, David. *Green Computing – The role of IT in the push towards environmental sustainability*. Business Community Research Report. Disponível em www.freeformdynamics.com. Junho de 2008.

VINHA, V. *As empresas e o desenvolvimento sustentável: a trajetória da construção de uma convenção*. Artigo in *Economia do Meio Ambiente*. 2. e.d. Editora Elsevier. Rio de Janeiro, 2010.

WACKERNAGEL, M. e REES, W. *Our ecological footprint: reducing human impact on the planet*. B.C. Canada: New Society Publishers, Gabriol Island, 1995.

WWF – Fundo Mundial para a Natureza. *Living Planet report 2002*. Londres: WWF, 2002.