



## **20 anos de Eco-eficiência no Brasil: de estratégia de negócios a princípio de Política Pública**

**Maria Isabel Lopes da Costa<sup>1</sup>**

**Elmo Rodrigues da Silva<sup>2</sup>**

**Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos<sup>3</sup>**

### **Resumo**

Nos últimos 20 anos os conceitos de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade tornaram possível a emergência de uma matriz conceitual na qual se elaboram, desenvolvem e reformulam estratégias, princípios, métodos e técnicas que passam a explicar, mediar e intervir na relação do homem com o meio natural. Nesta matriz insere-se o conceito de eco-eficiência. Inicialmente utilizado como estratégia empresarial corporativa, ele passa, posteriormente, a embasar políticas públicas e privadas voltadas para questões ambientais e do desenvolvimento. No âmbito da academia, este processo tem suscitado críticas face à sua linearidade e limitações conceituais e metodológicas. O objetivo deste artigo é identificar e avaliar como vem se dando a adoção do conceito de eco-eficiência nas políticas públicas e na pesquisa científica nacional e internacional,

---

*Recebimento: 30/09/2011 • Aceite: 10/12/2011*

<sup>1</sup> Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente – PPGMA da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. End: R. São Francisco Xavier, 524 - Maracanã - Rio de Janeiro – RJ, Brasil. E-mail: isabel.lcosta@oi.com.br

<sup>2</sup> Doutor em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz. Docente do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente – PPGMA da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. E-mail: elmorodrigues@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo. Docente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. E-mail: ubirajaraaluizio@yahoo.com.br

através de uma revisão sistemática realizada nas bases de dados bibliográficos nacionais e internacionais. A pesquisa possibilitou vislumbrar que, desde a sua origem, tal conceito vem sendo tensionado por diversas matrizes do conhecimento e tomadas de decisão, ao migrar do setor empresarial para ser adotado como princípio de políticas públicas, a exemplo da Política Nacional de Resíduos do Brasil.

**Palavras-chave:** Eco-eficiência; Desenvolvimento Sustentável; Sustentabilidade; Perspectiva Transdisciplinar

## **20 years of Brazil Eco-efficiency: from business strategy to principle of Public Policy**

### **Abstract**

Over the last 20 years the concept of sustainable development and sustainability became possible emerge a conceptual framework to elaborate, develop and reformulate concepts, strategies, principles, methods and techniques to explain, mediate and intervene in man's relationship with the natural environment. In this matrix fits the concept of eco-efficiency with an initial definition of corporate strategy evolved to principle and philosophy of corporate environmental management. The object of this article is present a summary of this process in public policies and scientific research based on a literature review. This study adopts a transdisciplinary perspective to show that in these 20 years this concept, stretched for several arrays of knowledge and decision making, jumping of Corporate Strategy to be adopted as a normative principle in a Brazilian National Public Policy.

**Keywords:** Eco-efficiency; Sustainable Development; Sustainability; Public Policy; Transdisciplinary Perspective

## Introdução

Nos últimos 20 anos, desde o seu surgimento, os conceitos de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade tornaram possível a emergência de uma matriz conceitual na qual se elaboram, desenvolvem e reformulam conceitos, estratégias, princípios, métodos e técnicas que passam a explicar, mediar e intervir na relação do homem com o meio natural. Neste sentido, o conceito de eco-eficiência surgiu, inicialmente, como uma estratégia corporativa, o qual evoluiu e ganhou contornos de princípio e filosofia de gestão ambiental empresarial passando, inclusive, a orientar políticas públicas ambientais e de desenvolvimento brasileiras. Um exemplo desta aplicação está presente na Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010). Dentre os 11 princípios vigentes nessa Lei, que são norteadores dos planos de gestão e gerenciamento de resíduos a serem construídos de forma integrada e participativa pelos governos estaduais e municipais, se encontram os princípios do desenvolvimento sustentável e o da eco-eficiência (EE), sendo este último definido como:

A compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta. (BRASIL, 2010).

Paralelo ao desenvolvimento e aplicação do conceito de Eco-eficiência emergem novas abordagens, fruto do desenvolvimento de pesquisas no campo da ecologia e análise de sistemas, resultando em críticas direcionadas ao conceito quando ao seu viés economicista e na sua incapacidade de representar a complexidade socioambiental da realidade quanto nas interações entre sociedade e natureza. Este artigo busca, através de uma revisão sistemática feita em bases de dados nacionais e internacionais, identificar e avaliar como vem se dando esse processo de adoção do conceito de eco-eficiência nas políticas públicas e na pesquisa científica nacional e internacional.

## Metodologia de Pesquisa

Para se conhecer a evolução e aplicação do conceito de eco-eficiência foi realizada uma revisão sistemática nas bases de dados

nacionais e internacionais do Portal Periódicos e Banco de Teses e Dissertações da Capes e *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*. No âmbito internacional a base utilizada para esta pesquisa foi a *Science Direct* que em seu novo sistema de busca, *Science Verse*, integra a base *Science Direct*, *Scopus* e bases externas, como a *Springer* e *Wiley*, que contém as principais revistas relacionadas ao tema.

A primeira etapa deste levantamento teve por critério elaborar buscas exclusivas no título, resumo e palavras-chaves das obras disponíveis nestas bases possibilitando avaliar as obras que tiveram o conceito como objeto central do estudo. As palavras-chave selecionadas foram *eco-eficiência* e *ecoeficiência*, nas bases nacionais, e *eco-efficiency* nas bases internacionais. Os dados tabulados no *software Reference Manager e Excel* possibilitaram a construção de três *Planos Cognitivos: Institucional, Conceitual e de Aplicação*. A primeira etapa, realizada nas bases nacionais, resultou em 53 dissertações de Mestrado, 25 dissertações de Mestrado Profissional, 14 Teses de Doutorado e 5 artigos científicos elaborados entre os anos de 1999 e 2010. O *Plano Institucional* contém dados relacionados à autoria e área de estudo, orientador, instituição, revista, e ano. Na construção deste *Plano* optou-se por não agregar as áreas em conjuntos homogêneos, como, por exemplo, “Ciências Naturais” ou “Engenharias”, conservando desta forma os métodos, técnicas, práticas e visões de mundo de suas Escolas de origem. A segunda etapa consistiu na avaliação do conteúdo dos artigos, teses e dissertações nos Bancos de Teses e Dissertações das Universidades e nas revistas científicas com o objetivo de avaliar o *Plano Conceitual* e o *Plano de Aplicação* do conceito. Buscou-se nesta etapa identificar o modelo de desenvolvimento sob a qual o conceito de Eco-eficiência estava sendo aplicado; se as unidades de análise se apresentavam diferenciadas das que usualmente são realizadas (o caso de empresa isolada do meio em que se insere); as áreas de conhecimento e se a aplicação resultava em perspectivas multi e transdisciplinares. Nesta etapa um total de 21 dissertações e 4 teses de doutorado não foram avaliadas por não estarem disponíveis nos bancos de teses e dissertações das universidades totalizando, assim, 57 dissertações e 10 teses de doutorado.

O *Plano Conceitual* teve por critérios avaliar os conceitos-chave sob o qual repousa a aplicação da eco-eficiência. Com este objetivo buscou-se identificar o modelo de desenvolvimento adotado, sua referência originária e a perspectiva adotada para a aplicação da

eco-eficiência. Os resultados foram categorizados e quantificados conforme se apresentavam nos estudos e, posteriormente, quantificados. O *Plano de Aplicação* buscou sistematizar os objetivos, métodos e técnicas, unidades de análise (se empresa isolada, setores, cadeias, aglomerados, municípios, regiões, estados, nacional), atividade econômica, a aplicação (processo, produto, tecnologia e gestão), entorno (se o estudo contempla variáveis sociais e ecológicas do ambiente localizado no entorno da atividade), local e resultados. Pretendeu-se, com a integração destes *Planos*, obter uma avaliação preliminar sob quais bases institucionais que os estudos foram desenvolvidos; se o conceito se apresenta para além de uma perspectiva única e disciplinar; se na prática ele ganha novos contornos e transcende aquele na qual o estudo tem como referência; se os métodos utilizados são originários da área de estudo ou se apresentam como modelos híbridos frente à multidimensionalidade da realidade como sugerem Huppés e Ishikawa (2009), e se os resultados de sua aplicação corresponderam ao objetivo inicial.

Para obter um cenário da aplicação do conceito de eco-eficiência como objeto de políticas públicas no Brasil foram feitos levantamentos em redes de conhecimento, em políticas, programas, planos governamentais e base de dados em portais públicos. Na base de dados do Sistema SIGA Brasil do Senado Federal que integra dados orçamentários da União do Sistema Integrado de Informação Financeira (SIAF), do Sistema Integrado de Dados Orçamentários (SIDOR) e do Sistema de Elaboração Orçamentária (SELOR) foi elaborado um levantamento de todos os programas que tinham como referência este conceito e os recursos que foram alocados, por ministério, para a sua implantação e desenvolvimento no âmbito dos Planos Plurianuais 2004-2007 e 2008-2011. (BRASIL, 2004a; 2009). No âmbito das Políticas Públicas, a Política Nacional de Resíduos Sólidos por ter a eco-eficiência como um princípio, será apresentada como um campo potencial para estudos, desenvolvimento de métodos e técnicas sob uma perspectiva transdisciplinar. (RITTO e NEFFA, 2010). Pela atividade de petróleo e gás ter obtido o maior número de estudos serão apresentados os resultados encontrados para os três Planos de forma discursiva.

## **O Plano Conceitual sobre Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade e Eco-eficiência: uma breve revisão histórica**

No século XX, com as emergências do mundo moderno e com o surgimento do movimento ambientalista na década 1960, que as questões ambientais passam a ganhar relevância estratégica para as nações. Neste período o conceito e o entendimento do termo “recursos naturais” evolui do fator terra, no qual as atividades econômicas eram baseadas na agricultura, e passa a abranger os recursos minerais, hídricos e florestais (CORAZZA, 1996).

Neste cenário, o entendimento e a abordagem adotada no trato das questões sócio-ambientais e ecológicas passam a ser planetárias. Na década seguinte surgem os primeiros modelos globais que apontam para a urgência na mudança do direcionamento dos modelos de produção, padrões de consumo e políticas de desenvolvimento. O processo que se inicia com as publicações dos relatórios *Limits to Growth*, em 1973, e Relatório Bruntland, *Our Common Future*, em 1987, culmina na realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), a Rio-92. A Rio-92 formaliza o conceito de Desenvolvimento Sustentável apresentado pelo Relatório Bruntland usando a mesma definição de sustentabilidade criada por Lester Brown e a estrutura do conceito de ecodesenvolvimento proposto por Maurice Strong e Ignacy Sachs, apresentando, desta forma, a noção de "Desenvolvimento Sustentável": "atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades". (MONTIBELLER-FILHO, 2008, p.2). A Agenda 21 constituiu um marco ao apresentar o planejamento e a gestão participativa como forma de sedimentar, em políticas e programas de desenvolvimento, o conceito de Desenvolvimento Sustentável, integrando os aspectos ambientais, sociais e econômicos, seja no âmbito público ou privado. Para Montibeller-Filho (2008) as dimensões da sustentabilidade do relatório Bruntland são insuficientes para explicar esta relação homem-natureza e apresenta o ecodesenvolvimento, desenvolvido por Ignacy Sachs, tendo por base a busca pela equidade e prudência na relação entre o meio ambiente, meio social e o crescimento econômico. Nesta concepção, o desenvolvimento é visto como endógeno, sem dependência externa e com o objetivo de melhoria da qualidade de vida de toda a população. O modelo de desenvolvimento de Sachs é, como cita o próprio autor, “ambientalmente sustentável, economicamente sustentado e socialmente incluyente” tendo como fundamento nove dimensões para

a sustentabilidade (social, cultural, econômica, ecológica, ambiental, territorial, econômica, político nacional e internacional), que o autor denomina de sustentabilidades parciais e o seu conjunto como sustentabilidade integral (SACHS, 2007). Para Ignacy Sachs (2004, p.13):

Todo desenvolvimento tem uma base eminentemente local. Embora os processos que resultam em desenvolvimento, ou na falta dele, transcendam o plano local, é no lugar que se manifesta sua presença ou ausência. É aí que se dá a participação e interação entre os atores, que se explicitam e negociam conflitos, que se forjam compromissos e sinergias. É no local que se iniciam os arranjos produtivos e se exercem os trade-offs entre as cinco eficiências – alocativa, inovativa, de pleno emprego dos recursos, social e eco-eficiência.

Na academia, a lógica reducionista dá lugar a uma matriz sistêmica e complexa que adota as funções, estruturas e relações observadas nos sistemas biológicos e energéticos como analogias e metáforas na construção de modelos conceituais para explicar e desenvolver ferramentas que mediam e otimizam as relações do homem e suas estruturas com o meio natural. Através da Ecologia surge uma base para novas racionalidades e princípios, na qual germinam novos ramos de conhecimento, não mais exclusivos ao campo das ciências biológicas: a ecologia da mente, a economia ecológica, a ecologia política, a ecologia humana, a ecologia cultural, a ecologia profunda, a ecologia urbana, a ecologia social e a ecologia industrial, para citar algumas de suas várias faces.

Nesta dimensão, apesar dos relatórios *Limits to Growth* e *Brunntland* terem posto na pauta de discussão global os impactos ambientais dos processos de produção, eles não questionaram o modelo econômico capitalista industrial como sendo a principal fonte de toda essa problemática.

No início deste século, cientistas de diversas áreas de conhecimento questionaram o caráter vago, amplo e fluído do conceito de Desenvolvimento Sustentável proposto pelo Relatório *Brunntland* e endossado pela Agenda 21 e quanto ao enfoque economicista de ferramentas de avaliação ambiental. Robert *et al.* (2000) consideraram a sustentabilidade como um sistema constituído por princípios ecológicos e sociais que denominaram de o “ Passo Natural” (*The*

*Natural Step* - TNS). Para o TNS, a sustentabilidade é a meta a ser alcançada através de um processo, a do Desenvolvimento Sustentável. No ano seguinte Kates *et al* (2001) assinalavam que uma boa parcela da comunidade científica ficou afastada do processo de elaboração do conceito de Desenvolvimento Sustentável. Neste artigo os autores propõem uma nova ciência, a da Sustentabilidade, a partir de uma abordagem de caráter multi e transdisciplinar, voltada para o entendimento das principais características resultantes da interação sociedade-natureza a partir dos processos globais e características ecológicas e sociais de determinados locais e setores.

A publicação do artigo de Frosh e Gallopoulos (1989), no qual definem o conceito de ecossistemas industriais, passa a ser adotado como um marco para o desenvolvimento do campo da Ecologia Industrial. Para os autores o ecossistema industrial é onde o consumo de energia e materiais é otimizado e os efluentes e resíduos de um processo servem como matéria prima para outros processos. A Ecologia Industrial (EI) insere a indústria na lógica ecológica na qual sua sustentabilidade será avaliada a partir da minimização de recursos naturais e energéticos. Ao inserir os sistemas industriais na biosfera, ela passa a tratar do design dos produtos e dos processos industriais a partir dos fluxos de materiais e energéticos, do reuso e reciclagem e avalia as relações existentes das indústrias com os outros sistemas na empresa, entre empresas e em espaços regionais e nacionais (LIFSET e GRAEDEL, 2002). Inseridas nesta lógica baseada no fluxo de matéria e energia em um ciclo fechado, se desenvolvem outros conceitos e técnicas, dentre eles, o de metabolismo e simbiose industrial, análises do ciclo de vida e de materiais, design para o ambiente (*ecodesign* ou *design for environment – def*), a eco-eficiência e a produção mais limpa (PmaisL). Cabe ressaltar que neste caminho várias ações convergiram para a emergência da Ecologia Industrial como um campo de pesquisa científica. Conforme descrevem Boons e Howard-Grenville (2009) pode-se considerar a Ecologia Industrial como um campo que emerge das práticas industriais, políticas públicas inovadoras e de desenvolvimentos teóricos na academia.

Em 1990 o termo Eco-eficiência foi apresentado pela primeira vez ao meio acadêmico e científico pelos pesquisadores Andreas Sturm e Stefan Schaltegger como uma *estratégia corporativa*. (WBCSD, 1996; HUPPES e ISHIKAWA, 2007; SCHALTEGGER *et al.*, 2008).

É neste contexto que surge o conceito de sustentabilidade corporativa que Almeida (2006) define como a sustentabilidade no contexto empresarial. A autora, após uma revisão da literatura,



apresenta a evolução do conceito, o desenvolvimento de modelos e técnicas culminando em uma abordagem na qual a sustentabilidade corporativa pressupõe uma reinterpretação do capital na qual a Eco-eficiência é um dos seus critérios em conjunto com a eco-efetividade, suficiência, socioeficiência, socioefetividade e equidade ecológica.

Schaltegger *et al.* (2008) elencam três estratégias voltadas para a sustentabilidade corporativa: a eficiência, a consistência e a suficiência. As estratégias de eficiência incluem tanto a eco-eficiência como a eficiência ecológica. As estratégias de eficiência ecológica têm por objetivo reduzir o dano ambiental associado com a produção e o uso de cada produto em todo o seu ciclo de vida. Esta estratégia é o resultado da relação entre a saída desejada do processo de produção e o impacto ambiental associado e requer um conhecimento dos fluxos de material do meio físico. As estratégias eco-eficientes ou estratégias econômico-ecológicas eficientes focam na relação entre o desempenho econômico e o impacto ambiental. As estratégias de consistência são baseadas na troca de substâncias perigosas por outras ambientalmente adequadas e nos fluxos de energia. Já as estratégias de suficiência são comportamentais e focam no padrão de consumo dos indivíduos reduzindo a demanda por produtos e por conseqüência o seu impacto ambiental.

Durante a Rio 92, um grupo de 50 grandes indústrias formalizou o conceito de eco-eficiência como sendo o denominador comum entre o crescimento econômico e a proteção ambiental e criaram o *Business Council for Sustainable Development* (BCSD), que se tornou, três anos mais tarde, no *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) (WBCSD, 1996). Frente à similaridade dos focos de atuação da eco-eficiência e da produção mais limpa (PmaisL), desenvolvida pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), estas instituições em uma publicação conjunta, apresentaram estes conceitos como sendo complementares (WBCSD, 1996). A eco-eficiência se torna uma estratégia na qual através das melhorias implantadas nas empresas, sejam estas de pequeno ou grande porte, e até mesmo de países, se traduz como uma linguagem empresarial. O conceito de eco-eficiência, proposto pelo WBCSD, visa criar mais valor econômico com menos impacto ambiental e oportunidades de novos negócios através da razão entre o valor, ou o custo de produção, ou do serviço, pelo seu impacto ambiental correspondente (WBCSD, 1996; 2000).

Huppes e Ishikawa (2007) demonstram a relevância da análise de Eco-eficiência como um instrumento de sustentabilidade a partir de

sua aplicação em três níveis de atuação: micro (empresa), macro (local, regional, ou nacional) e dinâmico. Tendo por foco a aplicação do conceito como medida de criação de valor para reduzir custos e obter melhorias ambientais, estes autores apresentam, a partir do posicionamento das variáveis ambientais e econômicas, no numerador e no denominador, a formulação de quatro tipos de eco-eficiência de acordo com a sua aplicação. Do domínio do valor de criação do produto ou da produção resultaria a produtividade ambiental que relaciona a produção ou consumo por unidade de impacto ambiental. O seu inverso, eles denominam de intensidade ambiental. No domínio das melhorias ambientais resultariam indicadores de custo de melhorias ambientais que relacionam o custo por unidade de melhoria ambiental e, o seu inverso denominam custo-eficácia ambiental. Propõem a construção de indicadores de forma que a sociedade por meio de participação efetiva definiria a trajetória tecnológica a ser adotada na conquista do bem-estar econômico e social e na escolha da medida de qualidade ambiental que desejariam obter.

Para Almeida (2002, p.45) a “ecoeficiência é uma filosofia de gestão empresarial que incorpora a gestão ambiental” e o seu principal objetivo “é fazer a economia crescer qualitativamente, não quantitativamente”. Para o autor, a sustentabilidade é resultado da combinação da eco-eficiência e da responsabilidade social das empresas na qual o conceito de resiliência antecede a sua aplicação. Como cita o autor, “para ser ecoeficiente, a empresa precisa, antes de mais nada, conhecer o sistema natural em que opera.[...] ignorar a resiliência dos sistemas em que opera e no qual interfere é um risco mortal”.

### **Plano Aplicação: uma (re) visão de mundo**

Os métodos e técnicas baseados na EE, construídos de forma a serem analisados sob a ótica do empreendedor, vêm recebendo críticas por se basearem nesta relação linear entre o meio ambiente e fatores de produção e econômicos, na ausência de dados relacionados ao meio físico e social, no qual as empresas estão localizadas, resultando ao final, em problemas de escala e de dimensão espaço-temporal (HUKKINEN; 2001; HUPPES e ISHIKAWA, 2007). Apesar de reconhecidamente necessários, os métodos e técnicas que integram a Ecologia Industrial, como a eco-eficiência e a PmaisL, não consideram, em sua abordagem, os aspectos intangíveis, tais como o conhecimento e a capacidade de aprendizado, passíveis de serem integrados aos seus conceitos e instrumentos, de forma a subsidiar métodos que integrem a

dimensão sócio-cultural da sustentabilidade (LIFSET; GRAEDEL, 2002). Tendo por base os conceitos de resiliência, vulnerabilidades sócio-ecológica e ciclos adaptativos, desenvolvidos no âmbito da ecologia e da economia ecológica, a eco-eficiência apresenta-se como uma técnica considerada insustentável (ADGER, 2006).

Hukkinen (2001) avaliou a EE nos níveis político, cognitivo, institucional e metodológico. No nível político assinalou que o universalismo deste conceito em políticas ambientais pode resultar na anulação dos ganhos em eficiência a partir de um aumento no consumo (efeito rebote); que a termodinâmica como único critério para o impacto ambiental torna o conceito insensível à qualidade dos problemas ambientais; e que o conceito desenha um limite artificial entre os ecossistemas naturais e os aspectos culturais. Para este autor a eco-eficiência opera contra as bases cognitivas e institucionais da interação sustentável entre homem-natureza. No nível cognitivo, o conceito assume uma preocupação do indivíduo com o ambiente, no caso o empresário, dissociado de sua dependência material dos serviços ecossistêmicos. No nível coletivo, dissocia a governança ambiental do contexto socioeconômico e cultural local. Propõe então que, para a EE fundamentar indicadores comprometidos com a sustentabilidade da interação sociedade-natureza, que a sua formulação deva ser elaborada sob bases conceituais e princípios a partir de uma abordagem multidisciplinar.

Huppés e Ishikawa (2009), ao definirem a EE como uma medida para criação de valor, apresentam o conceito como um instrumento que auxilia a tomada de decisão tendo por foco os aspectos econômicos e ambientais. Inserindo-a em um plano que denominam de tecnosfera, sendo esta a resultante da interação entre a sociedade e os sistemas naturais, elaboram um arcabouço metodológico para que seja aplicada como medida de sustentabilidade tecnológica. Esta é vista como uma das dimensões da sustentabilidade. Para os autores não há um modelo único que possa incorporar a dinâmica do desenvolvimento societal. Para uma tomada de decisão tendo por objeto a sustentabilidade, propõem uma abordagem transdisciplinar para um tratamento aberto do objeto de pesquisa reconhecendo que há um conhecimento considerável em vários domínios, tanto em termos de modelos especializados, como em conhecimentos gerais. Ressaltam que esta tomada de decisão não é exclusivamente técnica, pois ela é modelada pela cultura em termos de conhecimento, valores e por decisões políticas, diretamente e através dos domínios da Cultura e Institucional. O último direcionador é a Cultura, sendo que a tecnologia

é, sem dúvida, essencial, mas não pode resolver sozinha o problema. (HUPPES E ISHIKAWA, 2009).

### **Plano Institucional: a Eco-eficiência como objeto de políticas públicas no Brasil e no Mundo**

A eco-eficiência, de estratégia de negócios passou a atuar como idéia-motriz em planos e políticas públicas e privadas no qual o conceito de Desenvolvimento Sustentável e de sustentabilidade passam a ser avaliados sob a sua ótica. Com este objetivo foram criados por diversas organizações internacionais, os indicadores de eco-eficiência voltados para a sustentabilidade e uso das nações e setor privado. (OCDE, 2005; UNCTAD, 2004; WBCSD, 2000; NRTEE, 2001). A PmaisL, sistemas de gestão e certificação ambiental e a análise do ciclo de vida passam, assim, a ser os principais instrumentos operacionais da eco-eficiência. (WBCSD, 2006, ALMEIDA, 2002). As ações institucionais no Brasil se iniciam na metade da década de 1990, através de cooperações e ações conjuntas entre o poder público e órgãos internacionais. Como parte do programa do PNUMA, ONUDI e o WBCSD, em 1995, foi criado o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), no âmbito do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Em 1997, fruto da ação global do WBCSD, foi criado o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), que, em 2007, era composto por cerca de 50 grandes empresas nacionais e multinacionais, que respondiam por mais de 40% do PIB nacional (CEBDS, 2007). Em 1999, estas organizações, em conjunto com o SEBRAE, passam a integrar a Rede Brasileira de Produção mais Limpa e Eco-eficiência e desenvolvem uma metodologia baseada na adaptação dos programas da ONUDI, PNUMA e Projeto ECOPROFIT desenvolvido pela Consultoria Stenum, da cidade de Graz, na Áustria. (HENNICKE, 1998).

Orientado pela Agenda 21 Global, a Agenda 21 brasileira, adotou a eco-eficiência como estratégia para ser adotada pelas empresas com o objetivo de reduzir custos e gastos ambientais e aumentar sua competitividade e produtividade para a conquista de novos mercados. (BRASIL, 2004b). Este documento observa que as micro e pequenas empresas apresentam “dificuldades” na adoção de práticas centradas no conceito de eco-eficiência e aponta a atuação em Arranjos Produtivos Locais (APLs) como forma de solucionar estas limitações. Como forma de ampliar a aplicação do instrumento em cadeias produtivas estratégicas e em APL's, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) instituiu o Comitê Gestor de Produção mais Limpa

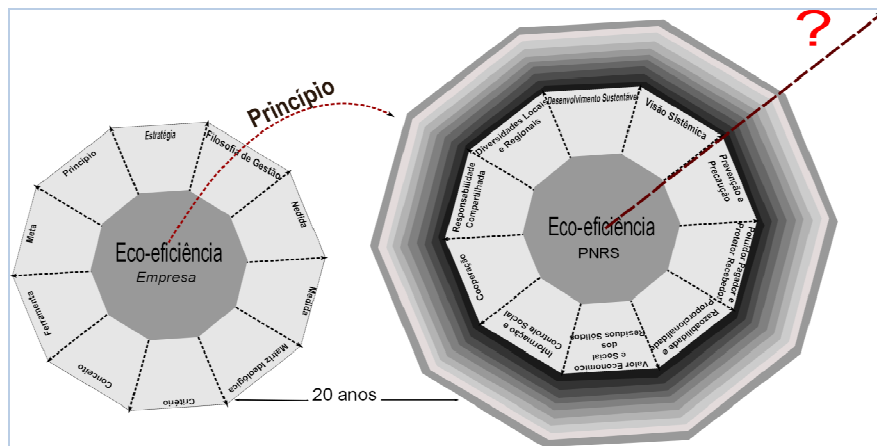
(CGPL) e criou, no âmbito do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais da Secretaria de Qualidade Ambiental, a Unidade de Produção Mais Limpa, tendo como um de seus objetivos, induzir ao uso e fomentar estudos, métodos e técnicas de PmaisL e Eco-eficiência, ampliar a disseminação dos conceitos, incentivar a sua aplicação e fundamentar a Política Nacional de Produção mais Limpa e Eco-eficiência. (BRASIL, 2003). Esta ação contava com o apoio do Projeto MERCOSUL/GTZ, Competitividade e Meio Ambiente: Fomento a Gestão Ambiental e a Produção mais Limpa para PeMES (CyMA), voltado para estabelecer uma metodologia de implantação da Produção mais limpa e Eco-eficiência para cadeias de negócios e arranjos produtivos locais de forma estratégica. (MERCOSUL, 2004).

Para internalizar estes conceitos no sistema de comando e controle, em especial nos modelos para licenciamento para micro e pequenas empresas, ao final de 2005, esta unidade iniciou um trabalho de sensibilização e capacitação junto aos órgãos estaduais de meio ambiente através da implantação de fóruns estaduais de PmaisL em oito estados da federação. No Estado do Rio de Janeiro, o fórum se encontrava sob a coordenação conjunta do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), Núcleo de Eco-Negócios do SEBRAE-RJ e o Núcleo de Produção mais Limpa da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN). (BRASIL, 2007). No ano de 2008, como parte do Processo de Marrakesh, realizado em Joanesburgo-2002, o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA) criou o Comitê Gestor de Produção e Consumo Sustentável e, por entender que a técnica de PmaisL atendia exclusivamente ao setor industrial, revogou a Portaria que criou o Comitê. Com a reconfiguração das Diretorias do Ministério de Meio Ambiente, estas ações se voltam para a implantação do Programa de Produção e Consumo Sustentável, na qual se inserem a PmaisL e a eco-eficiência, e passam a ser coordenadas pelo Departamento de Economia e Meio Ambiente (DEMA), vinculado a Secretaria Executiva (SECEX) do MMA. Neste cenário a Confederação Nacional das Indústrias (CNI) passa a atuar em conjunto com o MMA e propôs a criação da Rede CNI de Produção mais Limpa, na qual traz para a ação as Federações das Indústrias.

A eco-eficiência e a PmaisL tornam-se objetos de programas dos Planos Plurianual (PPA) 2004-2007 e 2008-2011. De acordo com a base de dados do Sistema SIGA Brasil do Senado Federal, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, foram alocados R\$150.000, no ano de

2005, na ação Capacitação para Produção Mais Limpa e Ecoeficiência do Programa Viver sem Contaminação. Já no âmbito do MDIC, esta inserção se deu através do Programa Competitividade das Cadeias Produtivas, através da ação denominada Fomento à Eco-eficiência nas Cadeias Produtivas do Setor Industrial. Conforme seu objetivo, esta ação visava à qualidade ambiental e a eficiência produtiva a partir do uso racional dos recursos, redução de resíduos e emissões de gases de efeito estufa e o aproveitamento das oportunidades de negócios com a geração de créditos de carbono procurando facilitar a adaptação da indústria brasileira às conseqüências econômicas da mudança global do clima (DIAS, 2009).

Nesse sentido, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ao adotar a Eco-eficiência como um de seus princípios, abre um campo potencial para a análise e aplicação deste conceito sob uma perspectiva transdisciplinar. A PNRS através de seus 11 princípios que irão fundamentar planos e projetos de gestão e gerenciamento integrado de resíduos sólidos sob a forma participativa e, tendo como um de seus principais objetivos a integração e a inclusão social de catadores matérias recicláveis, faz com que este sistema possa ser analisado como um sistema aberto, integrativo, com potencial de desenvolvimento de estudos, métodos e técnicas sob a perspectiva transdisciplinar. Desta forma, cada princípio interage e é transformado pelo outro. Neste sistema dinâmico e complexo o conceito (vivo) transforma e é transformado, podendo então romper a própria estrutura na qual ele se originou ou está sendo avaliado, e saltar para outros sistemas. (RITTO e NEFFA, 2010). A Figura 1 apresenta um modelo mental ideal e plano desta perspectiva transdisciplinar para a eco-eficiência. A idéia é demonstrar a Eco-eficiência (EE) interagindo de forma dinâmica com os planos dos outros princípios. Este modelo demonstra que a EE no Brasil, inicialmente aplicada no âmbito empresarial, em 20 anos, é tensionada por diferentes perspectivas e realidades e se desloca para ser adotada como princípio em uma Política Pública.

**Figura 1: Modelo Mental (elaboração própria)**

### A evolução e aplicação do conceito de Eco-eficiência nas pesquisas acadêmicas nacionais e sua aplicação no setor de Petróleo e Gás

Em levantamento realizado nos títulos, resumos e palavras-chave na base *ScienceDirect*, em maio de 2011, obteve-se 409 artigos científicos, o que demonstra uma pequena apropriação deste conceito como objeto de pesquisa científica. Em contrapartida, quando a busca é feita sob a forma de *Full-Text*, onde não há restrição quanto a ser objeto central da pesquisa, obteve-se 26.198 artigos. Os 5 artigos científicos encontrados na Base *Scielo Brasil*, que tiveram como objeto de pesquisa a eco-eficiência, foram aplicados em sistemas de gestão ambiental para o setor de saúde, administração pública, materiais para o processo produtivo, apropriação de tecnologia e contabilidade ambiental. Deste total dois artigos não adotaram como referência um modelo ou proposta de desenvolvimento específico e um artigo não apresentou uma referência para o conceito de EE. Todos os resultados se mostraram satisfatórios e centrados na unidade de análise. Apesar dos quatro artigos adotarem como referência o conceito desenvolvido pelo WBCSD, as perspectivas em sua aplicação são diversas. O Quadro 1 relaciona os artigos encontrados nos três Planos propostos pela pesquisa.

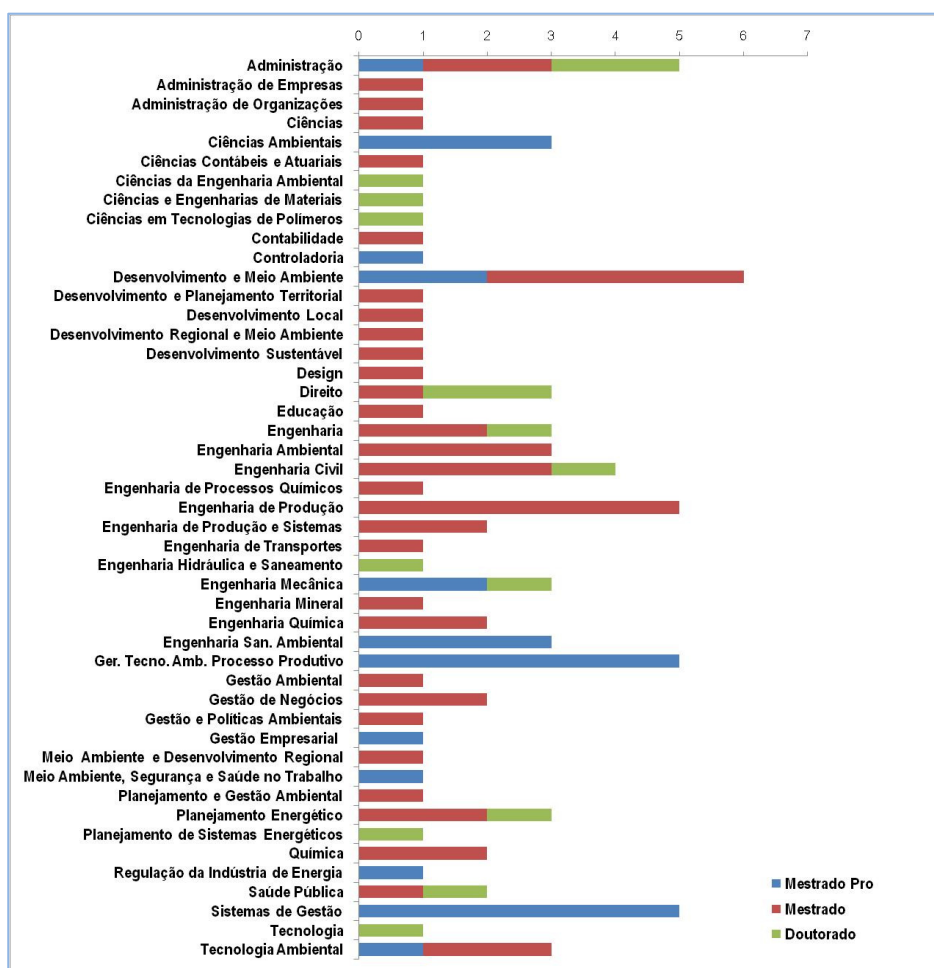
### Quadro 1: Planos Institucional, Conceitual e Aplicação para os artigos da Base Scielo Brasil (elaboração própria)

Plano Institucional				
Cod	Autor	Ano	Área de Estudo	Revista
1	Vellani, CL; Ribeiro, MS	2009	Contabilidade	<i>Revista Contabilidade &amp; Finanças</i>
2	Sisino, CLS; Moreira, JC	2005	Saúde Pública	<i>Cad. Saúde Pública</i>
3	Carvalho, FPA; Gomes, JMA	2008	Economia	<i>Revista de Economia e Sociologia Rural</i>
4	Barata, MML; Kligerman, DC; Minayo-Gomez, C	2007	Administração Pública	<i>Ciênc. Saúde coletiva</i>
5	Bastos, SS; Brochado, MR	2009	Tecnologia e Inovação	<i>Gestão &amp; Produção</i>
Plano Conceitual				
Cod	Matriz Desenvolvimento	Matriz EE	Perspectiva Aplicação	Unidade de Análise
1	Sustentabilidade Empresarial	WBCSD	Integração do desempenho econômico e	Múltiplos casos
2	Sem referência	CEBDS	Benefícios econômicos e ambientais	Setor de Saúde
3	Des. Sustentável	WBCSD	Princípio de Gestão	Indústria de cera
4	Sem referência	WBCSD	Economia Ecológica	Administração Pública
5	Desus	não define	não define	Aglomerado industrial
Plano de Aplicação				
Cod	Aplicação	Objetivo	Método Técnica	Resultados
1	Contabilidade da Gestão Ambiental	Categorizar ações ecológicas	Análise de conteúdo	Satisfatório
2	Geral	Difusão do conceito	Cenário do setor	Satisfatório
3	Tecnologia de Materiais	Indicadores	Indicadores WBCSD	Satisfatório
4	Gestão Ambiental	SGA	Análise de custos	Satisfatório
5	Apropriação de tecnologia	Apropriação sustentável da tecnologia	Medida de Nível Tecnológico	Satisfatório

Dos 67 estudos, entre 25 dissertações de Mestrado Profissional (MP), 28 dissertações de Mestrado e 14 Teses de Doutorado, elaborados entre os anos de 2000 e 2010, as áreas de pesquisa com maior incidência de estudos, tendo por foco o conceito de eco-eficiência, foram Engenharia de Produção com 7 dissertações de mestrado pelas universidades UFRGS, UFRJ, UFSC, USP, UFTPR, PUC-PR e UNISINOS; Desenvolvimento e Meio Ambiente, com 6 dissertações de Mestrado pela UFS (2), UFPI (2), UFAL (1) e UFPE (1); Administração, com 2 dissertações de mestrado pela UFSC e UCS, uma dissertação de Mestrado Profissional pela FGV e duas teses de doutorado pela UFBA e USP; Gerenciamento de Tecnologias Ambientais dos Processos Produtivos com 5 dissertações de Mestrado Profissional pela UFBA; e Sistemas de Gestão com 5 dissertações de Mestrado Profissional pela UFF. Na divisão por grande área, a Engenharia se apresenta com a maior diversidade, com 11 diferentes áreas de atuação, resultando em 29 estudos entre 5 dissertações de mestrado profissional, 20 mestrados e 4 teses de doutorados. O Gráfico 1 relaciona o total de dissertações e teses por áreas de estudo:



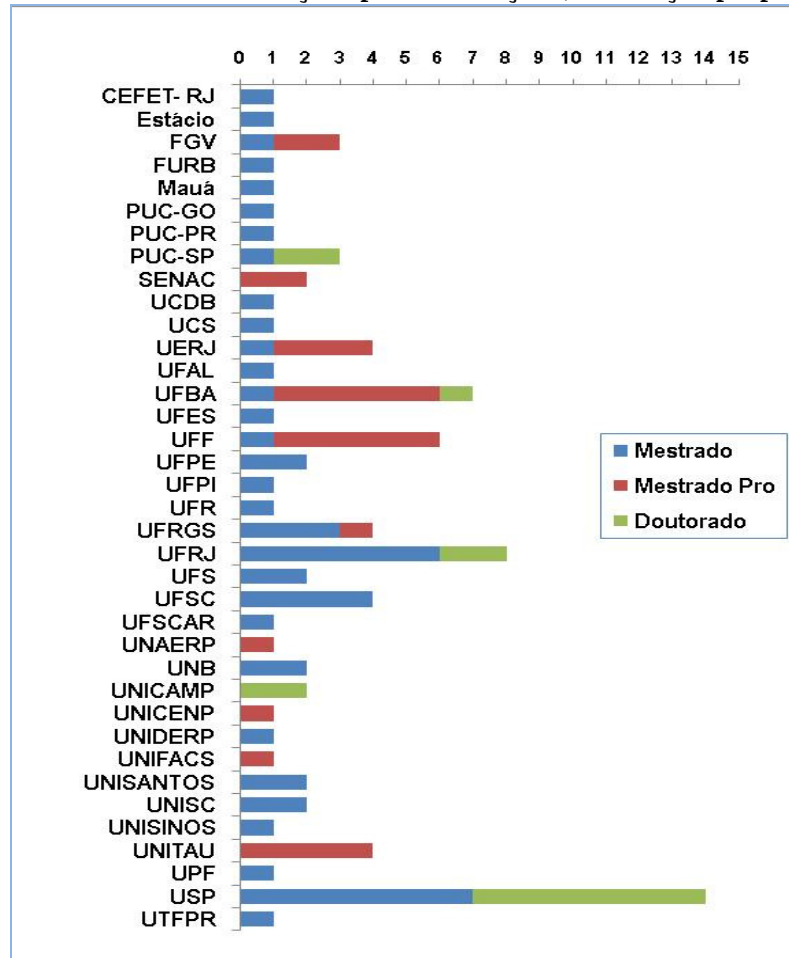
**Gráfico 1: Teses e Dissertações por Área de Estudo (elaboração própria)**



A instituição com maior número de estudos é a Universidade de São Paulo (14) seguida pela UFRJ (8), UFBA (7) e UFF (6). A USP também se configura com a instituição com maior diversidade de áreas na aplicação do conceito: Administração (Doutorado), Administração de Organizações (Mestrado), Contabilidade (Mestrado), Engenharia (Doutorado e Mestrado), Engenharia de Produção (Mestrado), Engenharia Mineral (Mestrado), Engenharia Química (Mestrado), Saúde Pública ((Doutorado e Mestrado), Ciência e Engenharia de

Materiais (Doutorado), Ciências da Engenharia Ambiental (Doutorado), Engenharia Hidráulica e Saneamento (Doutorado) e Engenharia Mecânica (Doutorado). As universidades que apresentaram maior número de estudos por área foram a UFBA em Gerenciamento de Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo (5), UFF em Sistemas de Gestão (4), UERJ em Engenharia Sanitária e Ambiental (3), todas em Mestrado Profissional, e a UFRJ com duas dissertações de Mestrado e uma tese de Doutorado em Planejamento Energético. O Gráfico 2 relaciona o total de dissertações de Mestrado e Doutorado por instituição:

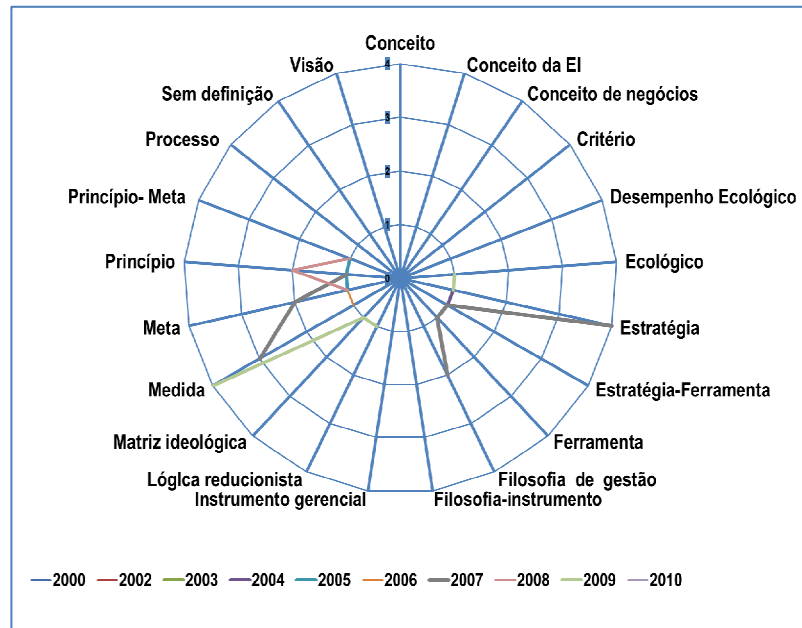
**Gráfico 2:** Teses e Dissertações por Instituição (elaboração própria)



A análise dos estudos possibilitou estabelecer categorias para o entendimento do modelo de desenvolvimento e dimensões da sustentabilidade. O conceito de Desenvolvimento Sustentável apresentado pelo Relatório Brundtland combinado ao conceito de Sustentabilidade Corporativa (SustCorp) foi a base para 10 estudos. Este mesmo modelo, sem a referência para as dimensões de sustentabilidade, foi aplicado em 8 estudos. Em contrapartida os conceitos de Sustentabilidade Corporativa (7) e Sustentabilidade Empresarial (6) foram apresentados sem referência ao modelo de desenvolvimento adotado.

O conceito de eco-eficiência apresentado pelo WBCSD foi aplicado em 46 estudos, mas sob diferentes perspectivas. Esta abordagem obteve as perspectivas de Estratégia (8), Ferramenta (8), Princípio (5) Medida (5), Princípio e Meta (4) e Filosofia de Gestão (4) com maior incidência. Em geral a Eco-eficiência é entendida como estratégia (11), Princípio (10), Ferramenta (8) e Medida (8). Estes estudos apontam, a partir do ano de 2006, uma concentração de trabalhos realizados sob as perspectivas de Estratégia e Medida. O Gráfico 3 apresenta os dados agregados de cada perspectiva adotada nestes estudos no período entre os anos de 2000 e 2010.

**Gráfico 3:** Gráfico Radar aplicado às Perspectivas (2002-2010)  
(elaboração própria)



A atividade econômica com maior incidência de estudos, tendo a eco-eficiência como objeto de análise, foi a de Petróleo e Gás realizados na Petrobrás. Desta forma, frente ao espaço reduzido deste artigo, será apresentada uma análise da evolução e aplicação deste conceito no setor de Petróleo e Gás realizados na Petrobrás. O Quadro 3 apresenta o Plano Institucional para os estudos desenvolvidos no setor:

**Quadro 2:** Plano Institucional para os Estudos em Petróleo e Gás (elaboração própria)

Cod	Autor	Área de Estudo	Instituição	Ano	Tipo
4	Alves, MRFV	Desenvolvimento e Meio Ambiente	UFS	2003	M
19	Chinen, CM	Gestão de Negócios	UNISANTOS	2008	M
21	Corradi, SR	Gestão Empresarial	FGV	2008	MP
32	Júnior, ACS	Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo	UFBA	2007	MP
38	Leyen, BC	Planejamento Energético	UFRJ	2008	M
15	Camaz, FR	Sistemas de Gestão	UFF	2008	MP
43	Mirre, RC	Ciências	UFRJ	2007	M
81	Amaral, S P	Planejamento energético	UFRJ	2003	D
88	Mello, MA	Ciências em Tecnologia e Polímeros	UFRJ	2008	D

Foram identificados 9 estudos (4 dissertações de mestrado, 3 dissertações de Mestrado Profissional e 2 teses de Doutorado) desenvolvidos entre os anos de 2003 e 2008 nas universidades UFRJ (duas dissertações de mestrado e duas teses de doutorado), UFF (mestrado profissional), UFBA (mestrado profissional), FGV, UFS e UNISANTOS. As áreas de estudo revelam uma tendência para estudos em Sistemas de Gestão e Planejamento que têm como referência o modelo apresentado pelo Relatório *Bruntland* em duas dissertações. As demais adotam conceitos de sustentabilidade com o foco na empresa voltada para a gestão ambiental empresarial ou corporativa. Neste grupo somente um estudo não apresentou uma referência para o conceito as demais adotaram o do WBCSD, sendo que uma apresenta o conceito como uma combinação do WBCSD com o desenvolvido por Huppés e Ishikawa (2007). As perspectivas adotadas diferem: o desenvolvido na área de Sistemas de Gestão com o objetivo de formular e aplicar indicadores utiliza a Eco-eficiência com uma Meta. O desenvolvido na área de Gestão de Negócios, e que tem por objetivo avaliar o SGA, adota a eco-eficiência como Princípio; o desenvolvido na área Gestão Empresarial visa divulgar o conceito como uma Estratégia; o estudo da área de Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo visa criar um modelo de compras verdes considerando a eco-eficiência como Filosofia de Gestão. Os dois estudos na área de Planejamento Energético propõem a construção de indicadores sendo que na dissertação de Mestrado, para esta construção revisa todo o modelo operacional da Unidade levando em conta os aspectos socioambientais e ecológicos da região e propõem indicadores tendo a EE como *Critério*. Já a tese de doutorado visa a construção de indicadores para o setor como um todo, faz uma revisão

sistemática dos indicadores para o setor de Petróleo e Gás e gera um modelo híbrido considerando a EE como um Princípio-Meta.

A dissertação de mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente tem como conceitos-chave para o modelo de desenvolvimento e sustentabilidade, os apresentados pelo Relatório *Bruntland*. Tendo por referência o conceito desenvolvido pelo WBCSD, o aplica sob a perspectiva de uma Filosofia de Gestão. Sua aplicação levou em conta o entorno da atividade pelo impacto potencial dos resíduos e os resultados foram satisfatórios.

Entre estes estudos uma dissertação de mestrado em Ciência e uma tese de Doutorado em Ciências em Tecnologia e Polímeros saem deste escopo da Eco-eficiência voltada para sistemas de Gestão. A dissertação toma como base o conceito de sustentabilidade ambiental e a tese de doutorado o conceito de Desenvolvimento Sustentável. Ambas não apresentam referência para o conceito de EE. A dissertação adota para a perspectiva de EE como Meta (e a tese apenas cita o conceito sem uma definição. Tendo por foco a melhoria do processo produtivo pelo desenvolvimento de tecnologias utilizam métodos específicos de suas escolas de origem. Os resultados foram satisfatórios frente aos objetivos apresentados. Estes dois estudos, tendo por objetivo o desenvolvimento de tecnologia, encaixam-se na abordagem dada por Huppel e Ishikawa (2009) onde a EE é vista como medida para a Sustentabilidade Tecnológica e, ao definirem a EE, apresentam-na como aquela dada pela WBCSD, ou seja, a “definição formal e normativa do conceito”.

### **Considerações Finais**

Este artigo buscou identificar e avaliar como vem se dando esse processo de adoção do conceito de eco-eficiência nas políticas públicas e na pesquisa científica nacional e internacional. Neste período, que em 2012 completa 20 anos, a Eco-eficiência como Estratégia de Negócios utilizada em empresas de forma isolada, em setores ou cadeias produtivas nos limites das operações industriais, e também utilizada como critério, meta ou medida da sustentabilidade, passou a ser incorporada como promotora do desenvolvimento sustentável, chegando a tornar-se princípio normativo como se observa na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os resultados desta revisão demonstram que, durante o período estudado, a referência do conceito nas variadas áreas de aplicação não sofreu modificação em sua forma e estrutura, mas, sobretudo, em sua perspectiva de aplicação e se apresenta como uma matriz interdisciplinar. Observa-se que, na maior parte dos

estudos, dependendo do seu objetivo, os mesmos já iniciam com a premissa básica, ou a perspectiva, de se tornarem eco-eficientes. A adoção de uma perspectiva, agora sob a matriz transdisciplinar, possibilitaria um campo de diálogo entre saberes, que podem ser complementares, como no caso dos conceitos de Eco-eficiência e da Resiliência Sócio-Ecológica.

A eco-eficiência, ao ser adotada como princípio de políticas públicas, demonstra ser um grande desafio. Contudo, ela pode se tornar fértil para o desenvolvimento de modelos, métodos e técnicas que não fiquem restritos a sua forma original de aplicação de forma linear, pouco integrativa e participativa, mas que venha a contemplar toda a sua potencialidade conforme nos mostra Huppés e Ishikawa (2009). Neste sentido, uma nova abordagem deveria envolver pelo menos os cinco “Es” em sua estrutura, a saber: a Eficiência, a Eficácia, a Efetividade, a Equidade e a Ética nas tomadas de decisão. Norgaard (1992, p. 21) apropriadamente diz que o “verdadeiro desafio da sustentabilidade é o de reformular o desafio” e, reforça-se que o seu enfrentamento dependerá da aceitação da perspectiva transdisciplinar como base para esse empreendimento.

### Referências

ADGER, W. Neil. **Vulnerability**. *Global Environmental Change*, 16, p. 268-281, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378006000422>>

ALMEIDA, F. **O Bom negócio da Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002. 208p, ISBN 8520912664.

ALMEIDA, M. F. L., 2006. **Sustentabilidade corporativa, inovação tecnológica e planejamento adaptativo: Dos princípios à ação**. Tese de D.Sc., PUC-RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <<http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br>>

BOONS, F.; HOWARD-GRENVILL E. J. **The Social Embeddedness of Industrial Ecology**. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, 2009. ISBN 978-1-84720-782-1.

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO (MPOG). **Plano de Gestão do PPA 2004-2007**. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Brasília: DF, 2004a.

\_\_\_\_\_. **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Agenda 21 Brasileira: ações prioritárias.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004b.

\_\_\_\_\_. **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria nº. 454 de 28 de Novembro de 2003.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003.

\_\_\_\_\_. **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Capacitação em Políticas Públicas Ambientais: Fundamentos, conceitos e metodologia da Produção mais Limpa e as MPEs.** Brasília: MMA/GTZ/SEBRAE/IBAMA/FEEMA, 2007. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: 2010

\_\_\_\_\_. **Banco de dados SIGA.** Orçamento da União. Brasil: Senado Federal, 2009b. Disponível em: <[http://www9.senado.gov.br/portal/page/portal/orcamento\\_senado/LOA/](http://www9.senado.gov.br/portal/page/portal/orcamento_senado/LOA/)>

\_\_\_\_\_. **Portal Periódicos CAPES.** Brasil. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDES). **Uma década construindo a sobrevivência: CEBDS 10 anos.** Relatório de Sustentabilidade Empresarial. CEBDS, 2007. Disponível em: <<http://www.cebds.org.br/cebds/>>.

CORAZZA, R. I. **Inovação tecnológica e demandas ambientais: notas sobre o caso da indústria brasileira de papel e celulose.** São Paulo, 1996. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica). UNICAMP, São Paulo, 1996.

DIAS, M. R. F. Programa 8922: **Fomento à Ecoeficiência nas Cadeias Produtivas do Setor Industrial.** [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida em 30/01/2009.

FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. Strategies for Manufacturing. **Scientific American**, v. 261, n. 3 p. 144, sep. 1989.

HENNICKE, P.(Coord.). **Ecoprofit: Interdisciplinary Analysis of Successful Implementation of Energy Efficiency in the Industrial, Commercial and Service Sector.** Final Report. VOL. I, 1998. Disponível em: <<http://www.energyagency.at/publ/pdf/intersee.pdf>>



HUKKINEN, J. Eco-Efficiency as abandonment of nature. **Ecological Economics**, v. 38, n.3 p.311-315, 2001. [doi:10.1016/S0921-8009(01)00217-8].

HUPPES, G.; ISHIKAWA, M. An introduction to quantified eco-efficiency analysis. In: HUPPES, G.; ISHIKAWA, M. (Eds.). **Quantified Eco-Efficiency An introduction with applications**. Eco-efficiency in Industry and Science Series, v.. 22. Netherlands: Springer, 2007. p. 1-38. [doi: 10.1007/1-4020-5399-1\_1].

----- Eco-efficiency guiding micro-level actions towards sustainability: Ten basic steps for analysis. **Ecological Economics**, 68, p. 1687-1700, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800909000068>>

KATES, R. W. et al. **Environment and Development: Sustainability Science**. Science, v. 292, n. 5517 p. 641, apr. 2001. [doi: 10.1126/science.1059386].

LIFSET, R.; GRAEDEL, T. **Industrial ecology: goals and definitions**. In: AYRES, R. U.; AYRES, L. W. (Eds). **Handbook of Industrial Ecology**. USA: Edward Elgar Publishing, 2002. p. 3-15.

MERCOSUL. **Elementos de Política y herramientas de Gestión Ambiental y Producción más Limpia en el MERCOSUR**. Proyecto Competitividad y Medio Ambiente (CyMA). Mercosul/GTZ, 2004. Disponível em: <<http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=992>>

MONTIBELLER-FILHO, G. **O mito do Desenvolvimento Sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

NATIONAL ROUND TABLE ON THE ENVIRONMENT AND THE ECONOMY (NRTEE). **Calculating Eco-efficiency Indicators: A Workbook for Industry**. 2001. Disponível em: <<http://www.nrtee-trnee.ca>>

NORGAARD, R. **Development Betrayed: The End of Progress and a Co-Evolutionary Revisioning of the Future**. London: Routledge, 1994. ISBN 978-0415068628.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO (OCDE). **Manual de Oslo – Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3a.ed. Tradução da Financiadora de Estudos e Projetos. Paris: OCDE, 2005. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>

RITTO, A.C.D.A.; NEFFA, E. Transdisciplinaridade-as várias verdades, as diferentes lógicas. In: **Percepção Transdisciplinar-Uma Construção Coletiva**. EDUERJ, 2010.p.23-42.

ROBERT, K.H.et al. Tools and concepts for sustainable development, how do they relate to a general framework for sustainable development, and to each other? **Journal of Cleaner Production**, v. 3, n.10 p. 243, 2000. [doi:10.1016/S0959-6526(00)00011-1].

SACHS, I. **Inclusão social pelo trabalho decente**: oportunidades, obstáculos, políticas públicas. Estudos Avançados, São Paulo, v.18, n. 51, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>

\_\_\_\_\_. **Rumo à Ecossocioeconomia: Teoria e Prática Do Desenvolvimento**.São Paulo: Cortez, 2007. ISBN 978-85-249-1153-8.

SCHALTEGGER, S. et al. **Environmental Management Accounting for Cleaner Production**. Eco-efficiency in Industry an Science, v. 24. Netherlands: Springer, 2008.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **A Manual for the Preparers and Users of Eco-efficiency Indicators**. 2004 Disponível em: <<http://www.unctad.org> >

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). **Eco-efficiency and cleaner production: Charting the course to sustainability**. WBCSD, 1996. Disponível em: <<http://www.wbcsd.org> >

\_\_\_\_\_. **Medir a Eco-eficiência:um guia para comunicar o desempenho da empresa**.WBCSD, 2000. Disponível em:< <http://www.wbcsd.org> >

### **Agradecimentos**

Este estudo foi elaborado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).