

PROEMINÊNCIAS DA ECOEFICIÊNCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DAS PRODUÇÕES INTERNACIONAIS DE ALTO IMPACTO¹

Janaína Gabrielle Moreira Campos da Cunha Amarante²

Ubiratã Tortato³

RESUMO

A ascensão das preocupações quanto aos impactos ambientais atreladas à necessidade da continuidade da criação de valor das atividades econômicas organizacionais vêm colocando a temática ecoeficiência em evidência, apresentando-se na literatura com grande potencial de exploração. Apesar da relevância na área da sustentabilidade, sua definição e mensuração ainda não se apresentam consolidadas, sendo alvo de inúmeras discussões e interpretações. Por meio da utilização do método de revisão sistemática, o objetivo deste estudo é investigar a contribuição do que foi produzido acerca da temática ecoeficiência e quais as técnicas de mensuração mais utilizadas. Esta pesquisa examina a produção internacional no campo da Administração. Para tanto, foi realizado um levantamento dos últimos cinco anos dos periódicos com fator de impacto expressivo, sendo analisados 43 trabalhos. Foram identificados e categorizados nove eixos temáticos e mapeadas as contribuições teóricas e metodológicas da área. Os achados deste estudo possibilitam a determinação de rumos para novas pesquisas que possam avançar neste campo de estudo.

Palavras-chave: Ecoeficiência; Revisão sistemática; Eixos temáticos.

ABSTRACT

The rise of concerns about the environmental impacts linked to the need for further value creation of organizational economic activities are placing the theme eco-efficiency in evidence, presenting the literature with great exploration potential. Despite the relevance in the area of sustainability, its definition and measurement are still not consolidated, being the subject of numerous discussions and interpretations. By using the systematic review method, the aim of this study is to investigate the contribution of what was produced on the theme of eco-efficiency and what are the most commonly used measurement techniques. This research examines the international production in the field of Administration. For this, a survey was conducted in journals with impact factor for the last five years, which analyzed 43 studies. Nine themes were identified and categorized and the theoretical and methodological contributions of the area were mapped. The findings of this study make it possible to determine directions for further research that can advance this field of study.

¹ Recebido em 13/10/2016

² Pontifícia Universidade Católica do Paraná. gabrielle88@hotmail.com

³ Pontifícia Universidade Católica do Paraná. ubirata.tortato@pucpr.br

Keywords: Eco-efficiency; Systematic review; Main themes.

INTRODUÇÃO

Os estímulos aos debates às questões ambientais já avançaram mais de 60 anos, sobretudo, as últimas duas décadas são marcadas por discussões mais resolutas e consistentes, em virtude das preocupações com o crescimento populacional, consumo e conseqüentemente o atendimento às demandas de um modo geral. Nestas discussões inerentes à sustentabilidade, emerge como parte integrante deste contexto a ecoeficiência, a qual, segundo a *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) (2000), é a consolidação dos elementos primordiais para a evolução da prosperidade econômica, a prática eficiente de utilização de recursos e a redução de impactos negativos ao meio ambiente, isto é, consiste na integração da abordagem econômica e ambiental, empenhando-se em melhorias ambientais, proporcionando maior produtividade e conseqüentemente melhores resultados econômicos. Considerando a influência preponderante do pilar econômico, a integração da eficiência econômica à eficiência ambiental resulta na ecoeficiência (BLEISCHWITZ, 2003).

Neste âmbito, os últimos anos são marcados pelas crescentes pressões da sociedade e governos, as quais levaram as organizações a um posicionamento integrativo entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Esta demanda empresarial agrega aos gestores das organizações, antes focados na geração e distribuição de lucro ao acionista, a preocupação relacionada ao desenvolvimento sustentável ao nível estratégico organizacional (VAN MARREWIJK, 2003). Surgindo como um conceito essencial, a ecoeficiência vem se materializando em ações aderidas pelas organizações, as quais consideram a prática e interação com os aspectos ambientais e econômicos como um fator proeminente no cenário de negócios (VELLANI, 2011).

Os indicadores de ecoeficiência têm sido incorporados pelos gestores nas decisões empresariais à medida que estes se tornam conscientes que as práticas ecoeficientes não apenas reduzem o impacto nas atividades empresariais ao meio ambiente, mas maximizam a rentabilidade das organizações (TINOCO; KRAEMER, 2001). Salgado (2004) assevera que a ecoeficiência fornece ferramentas, por meio de

indicadores, para que se alcance a sustentabilidade. Contudo, devido à multidisciplinaridade do conceito, verifica-se a inexistência de uma metodologia linear e congruente para a mensuração e conceituação, de modo que as metodologias relacionadas aos estudos nesta área precisam ser mais aprofundadas e esclarecidas (HUPPES, ISHIKAWA, 2005; MICHELSEN; FET, 2010).

Ademais, a definição de ecoeficiência ainda apresenta diferentes significados e definições, observando-se a existência de muita imprecisão terminológica, sendo divulgada de muitas maneiras diferentes (BRAUNGART *et al.*, 2007; HAHN *et al.*, 2010; OGGIONI *et al.*, 2011, VERFAILLIE; BIDWELL, 2000). Huppés e Ishikawa (2005) asseveram que é um campo heterogêneo, o qual se configura como um instrumento para a revisão da sustentabilidade.

Decorre desta pluralidade de definições e métodos diversificados, o interesse da realização da presente pesquisa, a qual tem a intenção de realizar o levantamento do estado da arte da temática “ecoeficiência”, bem como as formas de mensuração e os principais eixos temáticos que norteiam o tema. O destaque deste estudo situa-se na temática proposta e o método de análise empregado. É importante salientar que um estudo de revisão sistemática já foi realizado no Brasil considerando os anos de 1999 a 2010 (COSTA *et al.*, 2012), contudo o roteiro metodológico de uma revisão sistemática não foi claramente empregado de acordo com a literatura, apresentando contestável fragilidade: (i) não avoca a contribuição seminal das discussões conceituais a respeito da temática; (ii) não evidencia as formas de mensuração abordadas por pesquisadores; e (iii) não contribui com a indicação de eixos temáticos. Assim, este estudo traz seu ineditismo e tem como principal objetivo investigar a produção acadêmica internacional acerca da temática “Ecoeficiência”, no âmbito da administração, dos últimos anos (2010 a 2015). Neste sentido, além de fornecer um mapeamento e descrição do campo estudado, verifica-se a possibilidade de um delineamento de novas propostas que possam evidenciar importantes contribuições teóricas e práticas, determinando rumos e descortinando novas possibilidades de pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção é apresentada a fundamentação teórico-empírica, a qual tem por função propiciar o respaldo teórico e a sustentação desta pesquisa, evidenciando os principais conceitos inerentes à abordagem em questão.

Sustentabilidade

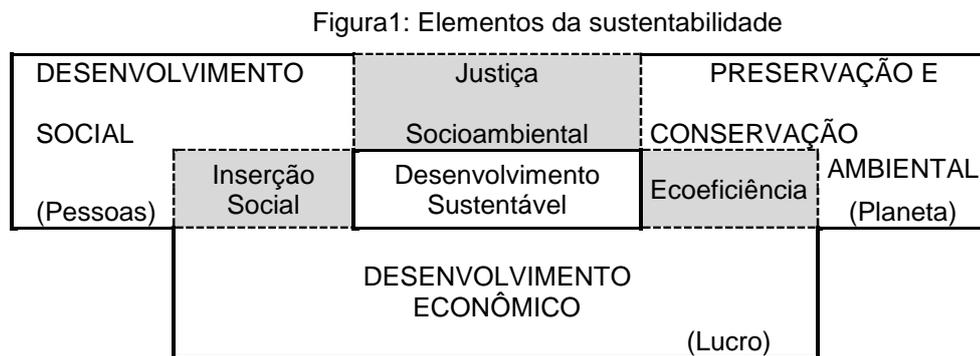
O termo desenvolvimento sustentável passou a conquistar maior evidência no ano de 1987, por meio da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a afamada e também conhecida como Comissão Brundtland, que constituiu a definição de desenvolvimento sustentável como o “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (WCED, 1987, p. 8).

Desde a disseminação do conceito de sustentabilidade, este tem sido empregado com vistas a múltiplos campos de pesquisa e atuação, isto é, uma mesma denominação abriga diferentes conceitos e práticas (CLARO, CLARO, AMÂNCIO, 2008). Contudo, de acordo com os autores todas as definições carregam a noção de que o desenvolvimento sustentável é composto de três dimensões: econômica, social e ambiental ou ecológica.

Sachs (1990) fundamenta o conceito de sustentabilidade em cinco pilares distintos: i) sustentabilidade social, inerente ao bem-estar social por meio da igualdade, bem como na promoção de qualidade de vida a sociedade; ii) sustentabilidade econômica; destina-se a compreensão da eficiência entre produção e consumo com a alocação de recursos naturais, este pilar cerne da sustentabilidade caracteriza o conceito responsabilidade social corporativa das organizações iii) sustentabilidade ambiental ou ecológica, é inerente a garantia dos recursos naturais e sua capacidade de resiliência na compatibilidade entre produção e ecossistema; iv) sustentabilidade geográfica direciona-se a busca ótima na configuração espacial urbana e rural; e por fim v) sustentabilidade cultural, intrínseca a identidade de uma determinada cultura local.

Desta forma, os três pilares da sustentabilidade passaram a fazer parte dos relatórios de comunicação e transparência das empresas perante o mercado, bem como de suas dinâmicas inter-relacionais (ISENMANN; BEY; WELTER, 2007). Em adição às discussões e estruturações da sustentabilidade, Elkington (2012) explora

os pilares de uma forma interessante, explicando suas interligações, afirmando que quando trabalhados de forma conexas o pilar social e ambiental resultam na justiça socioambiental, já a intersecção do pilar econômico e social resultam na ética empresarial, por último, a interação entre o aspecto econômico e ambiental geram a ecoeficiência, a qual é objeto da presente investigação. A figura 1 ilustra de uma forma sintetizada a exploração do *triple bottom line*.



Fonte: Savitz e Weber (2007)

Destaca-se, portanto, que a sustentabilidade se tornou uma área do conhecimento consideravelmente procurada e investigada no âmbito da pesquisa científica, tendo em vista as crescentes demandas e soluções imediatistas de resolver os problemas inerentes aos impactos ambientais e a necessidade de sobrevivência humana. A pauta principal de discussões políticas mundiais volta-se ao ponto de conciliar o crescimento econômico sem comprometer ou esgotar os recursos naturais insubstituíveis, preservando as riquezas naturais e os sistemas ecológicos, além de promover a redução das desigualdades sociais (DE SIMONE; POPOFF, 2000), tal desafio exige novas ferramentas e novas abordagens (HOFFREN; APAJALAHTI, 2009).

Portanto, o presente estudo permeará na sinergia das dimensões econômica e ambiental, isto é, a ecoeficiência, sendo correto afirmar que esta é parte integrante da sustentabilidade organizacional (SAVITZ; WEBER, 2007). Neste sentido, os interesses a respeito da ecoeficiência estendem-se ao mundo corporativo como uma importante ferramenta de equilíbrio entre a rentabilidade organizacional e o meio ambiente, em seus mais diversos segmentos.

Discussões conceituais e mensuração da ecoeficiência

O conceito de ecoeficiência está relacionado a um conjunto de indicadores, os quais possuem a capacidade de mensurar a utilização ótima dos recursos por meio da redução de impactos. Este conceito tem sido delineado antes dos anos 70, por meio do surgimento da compreensão da eficiência ambiental (FREEMAN *et al.*, 1973; MCINTYRE; THORNTON, 1978), entretanto a consolidação e efetiva definição da nomenclatura “ecoefficiência” ocorreu no ano de 1990, por Schaltegger e Sturm (1990), os quais trouxeram a referida definição e realizaram a conexão do desenvolvimento sustentável e os negócios empresariais, sendo então divulgado e difundido por meio do *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* (SCHMIDHEINY, 1992), propagando por todo o mundo dos negócios (JOLLANDSET *et al.*, 2004). Não obstante à grande quantidade de interpretações, Hinterbergeret *et al.* (2000) consideram que todas as conceituações e definições são comuns no seguinte ponto: todas estão voltadas a uma utilização mais eficiente dos recursos naturais. Neste sentido, o autor observa que a eficiência é um conceito multidimensional. Para Li *et al.* (2012) a ecoeficiência é uma ferramenta que viabiliza a criação de mais valor com menos impacto ambiental. Já para Huppés e Ishikawa (2008), a ecoeficiência é definida pela razão entre a redução dos impactos ambientais e o crescimento do valor da produção.

Nos últimos anos vários métodos de formação de indicadores e a respectiva medição de ecoeficiência nas empresas e regiões industriais foram desenvolvidos (VERFAILLIE; BIDWELI, 2000; STURM *et al.*, 2003). Neste sentido, o conceito é utilizado nas organizações como um instrumento para apoiar decisões de investimento alternativo e estratégias de produção para contribuir para o desenvolvimento sustentável porque ele se conecta a melhoria da competitividade e melhor ambiente desempenho (SALING *et al.*, 2002).

A orientação com vistas às práticas ecoeficientes, direcionam as organizações a obter vantagem competitiva consubstanciadas em três principais pilares: (i) a redução no consumo de recursos naturais; (ii) a diminuição no impacto no meio ambiente; e por fim, (iii) o aumento da produtividade ou no agregado do produto/serviço (SALGADO, 2004). De acordo com as diretrizes da WBCSD (2000), as quais permanecem até os dias de hoje, uma organização se tornaria ecoeficiente

por meio de sete práticas: (i) na redução da intensidade de materiais nos produtos e serviços; (ii) na minimização do grau de energia nos produtos e serviços; (iii) na redução da dispersão de qualquer tipo de material tóxico; (iv) na promoção da reciclagem; (v) na maximização do uso sustentável dos recursos renováveis; (vi) no acréscimo a durabilidade dos produtos da empresa; e (vii) na ampliação da intensidade de uso nos produtos e serviços. Neste sentido, estas práticas se configuram em um modelo de produção sustentável, com menos pressão ao meio ambiente. Ainda de acordo com Salgado (2004), o reconhecimento dos gestores na implementação de práticas ecoeficientes nas organizações não apenas minimiza os impactos ambientais, mas agrega valor ao processo produtivo desde a sua concepção até a ponta da cadeia produtiva, o cliente.

Neste sentido, verifica-se uma ascendência do interesse de desenvolvimento de indicadores de ecoeficiência (GLAUSER; MULLER, 1997; METTI, 1999), e embora existam diferentes instrumentos de mensuração desenvolvidos na literatura (TYTECA, 1996), os mesmos são limitados, simples, pois consideram poucos fatores que influenciam o processo produtivo (OGGIONI *et al.*, 2011), realizando uma abordagem da perspectiva da ecoeficiência muito restrita (KUOSMANEN; KORTELAJINEN, 2005). Sendo assim, a determinação do indicador ou cálculo mais preciso é, ainda, objeto de investigação internacional (SEPPÄLÄ *et al.*, 2005).

Contudo, para Zhang *et al.* (2008) a mensuração de ecoeficiência pode ser realizada entre a razão do valor agregado dos bens produzidos (renda, bens de alta qualidade e serviços, empregos, PIB, por exemplo) e os impactos ambientais dos produtos ou serviços produzidos (ZHANG *et al.*, 2008). Assim, à luz da literatura, considerando inúmeras pesquisas realizadas na área a respeito da temática “ecoefficiência”, é possível asseverar que não existe nenhum método devidamente alinhado e definitivo para sua avaliação e conceituação, de modo que as metodologias relacionadas aos estudos nesta área precisam ser mais aprofundadas e esclarecidas (HUPPES; ISHIKAWA, 2005; MICHELSEN; FET, 2010).

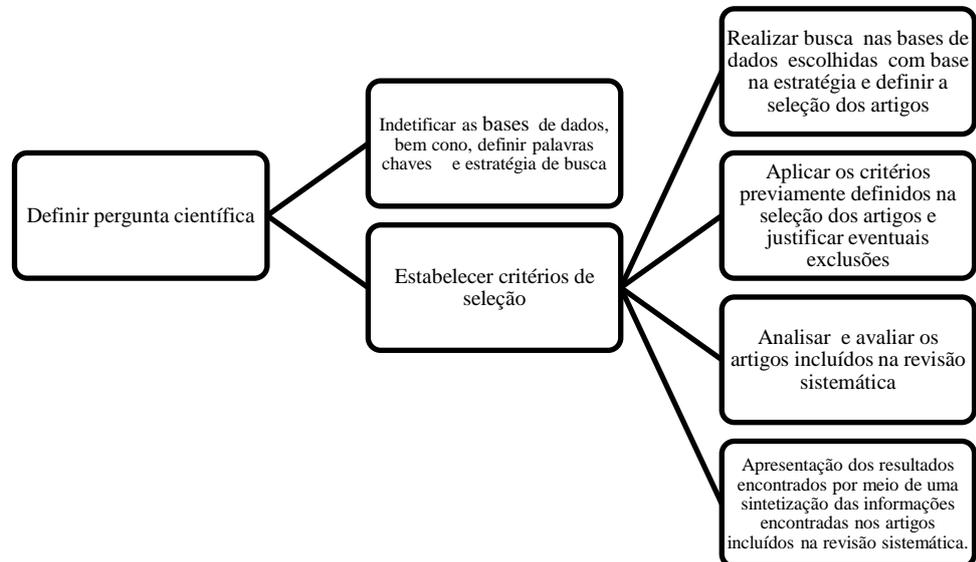
METODOLOGIA

A abordagem deste estudo configura-se como uma pesquisa descritiva, pois “observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos sem manipulá-los”,

(CERVO; BERVIAN, 2002, p. 66). Para a realização desta pesquisa foi utilizada a técnica de revisão sistemática que, segundo Castro (2010), trata-se de uma revisão que segue um planejamento para responder uma pergunta previamente definida e que se vale de métodos delineados sistematicamente para busca e avaliação de estudos de um dado assunto. Além disso, a revisão sistemática parte de uma pergunta clara, com uma definição apropriada para busca bibliográfica, adequação de critérios de inclusão e exclusão de trabalhos já desenvolvidos sobre o assunto. O objetivo de uma revisão sistemática é desenvolver uma análise crítica sobre um campo de estudo, mapeando-o em relação à teoria, em suas abordagens metodológicas e em seus resultados obtidos até um dado momento.

Para a elaboração do método de revisão sistemática empregado neste estudo, seguiu-se um roteiro metodológico, por meio de um planejamento das etapas do processo, conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2: Planejamento das etapas do processo de revisão sistemática



Fonte: Adaptado de Sampaio e Mancini (2007)

A pergunta de partida deste estudo é: Quais as contribuições da produção acadêmica internacional acerca da temática ecoeficiência nos anos de 2010 a 2015? Para tanto, é fundamental que seja investigado o fluxo de informação entre os pesquisadores e, neste sentido, Sampaio e Mancini (2007) reforçam que a produção de indicadores e a disseminação do conhecimento científico também figuram entre os objetivos dos estudos de revisão sistemática. A coleta e análise de dados seguiram as seguintes etapas, correspondentes à revisão sistemática:

- a) Definição das expressões a serem utilizadas nos mecanismos de busca. O termo “*Eco-efficiency*”, foi definido e inserido no mecanismo de busca das fontes consultadas;
- b) Seleção dos periódicos. A coleta neste método, consiste em dados secundários. Primeiramente foram selecionados os *journals* internacionais com maior fator de impacto. Assim, foram considerados os artigos com fator de impacto superior a 2,358, garantindo a qualidade e confiança das informações levantadas. Artigos apenas em língua inglesa;

- c) Levantamento nas bases internacionais (Portal de Periódicos da CAPES). Após classificados os periódicos, a busca na base da CAPES foi realizada com o seguinte filtro: Período: todos; Busca “*Eco-efficiency*”; refinado por: Periódicos revisados por pares; Refinar busca: Título do periódico. Apesar da alta confiabilidade nas buscas na base aqui mencionada, também foram feitas buscas diretamente nos principais periódicos, visando à coleta de artigos que possam estar de fora dos mecanismos de busca;
- d) Definição do período a ser considerado para o levantamento dos artigos. A partir do ano 2010, sendo este período considerado como o momento em que as organizações se depararam com o desafio de alinhar a ecoeficiência de uma maneira mais intensiva em suas pautas de decisões produtivas. O ano de 2015 foi o ano limite, em função de ser o ano de encerramento da pesquisa. Desta forma, serão considerados os artigos publicados nos últimos 5 anos, ou seja, no período de 2010 até 2015;
- e) Seleção dos artigos publicados;
- f) Indexação dos artigos que apresentam a expressão definida para busca;
- g) Análise dos resultados e contribuições dos artigos; e
- h) Representação das redes de autores

Cumprе evidenciar que a revisão sistemática contempla a leitura de vários trechos de um artigo, visando à categorização de seu conteúdo para trazer significados ao pesquisador interessado na investigação de um determinado campo de estudo. Desta forma, considera-se um artigo apropriado para os interesses da revisão sistemática após a análise de todas as partes e seções que compõem o artigo, ou até a sua leitura completa.

ANÁLISE DE RESULTADOS

Para realização do presente estudo as bases de periódicos acadêmicos internacionais válidas para a presente revisão sistemática foram: *Journal Of Cleaner Production, Energy Policy, Science of the Total Environment, Ecological Indicators, European Journal of Operational Research, Journal of Environmental Management, Waste Management, Clean Technologies and Environmental Policy, Ecological*

Economics, Water Resources Management, International Journal Of Life Cycle Assessment.

No processo de segregação dos artigos que foram considerados apropriados para a análise sistemática, foram inicialmente apontados 217 artigos conforme procedimento de filtragem descrita nos procedimentos metodológicos, entretanto muitos se apresentaram repetidos na base pesquisada. Após análise de todos os 217 artigos, considerando os títulos, resumo e palavras-chave, foram classificados apenas os artigos que realmente detinham no título a palavra “eficiência”, de modo que 47 apresentaram resultado positivo para a filtragem adotada. Após leitura deste total de artigos, quatro foram desconsiderados nesta fase de depuração pelo fato de não estarem relacionados à eficiência em seu sentido efetivo, com foco no contexto de administração e negócios. Por fim, foram considerados 43 artigos adequados para a realização da presente pesquisa.

Análise dos eixos temáticos

As linhas temáticas relacionadas à eficiência foram determinadas a partir das associações propostas pelos próprios autores dos 43 artigos aqui analisados. Ademais, foram consideradas as palavras-chave e as seções do referencial teórico de cada artigo analisado como fatores determinantes para configuração dos, doravante, denominados “eixos temáticos”. Obviamente que foram determinadas pela análise de conteúdo agrupado em cada artigo e pelo critério de semelhança temática conjunta por área temática para o estabelecimento das categorias de análise. A determinação dos eixos temáticos relacionados a um campo de estudo é essencial para seu melhor mapeamento, pois permite a compreensão da teoria de base que sustenta cada campo e das reflexões dos autores em relação às variáveis propostas em seus estudos. Percebe-se na produção acadêmica investigada a formação de nove eixos temáticos que compõem o campo de estudo da eficiência.

A partir da análise realizada foi possível configurar nove eixos temáticos que estão sendo abordados na área da eficiência. Na Tabela 1 são apontados os números de artigos e seus respectivos eixos temáticos.

Tabela 1: Total de artigos observados (2010-2015)

POSIÇÃO	LINHAS TEMÁTICAS	NÚMERO DE ARTIGOS
1º	Indicadores de ecoeficiência	10
1º	Ecoeficiência de segmentos	10
2º	Gestão de resíduos	5
2º	Avaliação do Ciclo de vida	5
3º	Desempenho eficiente regional	4
4º	Regulamentação ambiental	3
4º	Decoupling " Dissociação"	3
5º	Cadeia de Suprimentos - SCM	2
6º	Eco inovação	1
	Total	43

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

As temáticas “Indicadores de ecoeficiência” e “Ecoeficiência de segmentos” configuram-se como o principal foco de estudos nos artigos investigados nos últimos cinco anos, posicionando-se em primeiro lugar, representando 47% dos estudos levantados. O eixo temático “Indicadores de ecoeficiência” tem sido um campo muito investigado nos últimos tempos, entretanto ainda inconclusivo e não muito sólido. Segundo Wu *et al.* (2012), ao realizar uma análise de ecoeficiência, buscando mensurar do impacto ambiental, a escolha de aplicar um método com múltiplos indicadores passa a ser uma opção delicada.

O eixo temático “Ecoeficiência de segmentos”, foco de dez trabalhos, apresenta objetivos que partem da ideia da análise da eficiência de desempenho ambiental e econômico considerando as particularidades dos mais variados nichos de negócios, percebendo-se uma diversidade de utilização de dados para mensuração de acordo com o segmento estudado. Neste contexto, verifica-se uma tendência da avaliação do setor de construção, sendo um setor que nos últimos anos cresceu consideravelmente, ademais a construção de edifícios e outros criam valor do produto com a construção de espaço, entretanto provoca simultaneamente consideráveis impactos ambientais (LI *et al.*, 2011). Segmentos analisados também são as indústrias de celulose e papel, sendo que esta atenção é evidenciada pelo seu alto consumo de recursos e energia alinhado ao seu elevado potencial poluidor (WANG *et al.*, 2011). A indústria de aço também apresenta-se como alvo de investigações no que tange ao desempenho ambiental e econômico, uma vez que a produção de aço é realizada a

temperaturas elevadas, possui uma característica de emissão de CO₂ intensiva, sendo considerado um dos principais problemas ambientais nos dias de hoje para o aquecimento global (CANEGHEM *et al.*, 2010). Indústrias de embalagens eletrônicas, bem como a agricultura também são pontos de atenção nos estudos. Um ponto interessante a ser considerado no eixo temático “Ecoeficiência de segmentos”, está voltado aos fatores a serem considerados para o resultado da ecoeficiência, não podendo este ser um padrão para todos os segmentos, uma vez que cada nicho possui suas particularidades e possíveis impactos ambientais díspares.

Igualmente com uma abordagem considerável entre os estudos, posicionando-se em segundo lugar, a “gestão de resíduos”, refletindo no interesse de dez trabalhos, entra como uma fonte de preocupação dos pesquisadores quanto a redução global do impacto ambiental no que tange ao tratamento de resíduos sólidos urbanos, utilizando técnicas de baixo custo com o objetivo de otimizar os sistemas de eliminação de resíduos (YANG *et al.*, 2015).

No mesmo nível de artigos do contexto de gestão de resíduos, a “Avaliação do ciclo de vida (ACV)” tem sido utilizada para identificar soluções para a sustentabilidade durante o desenvolvimento de produtos. Embora se apresente como um método utilizado para análise da ecoeficiência, determinou-se também como eixo temático, em virtude da crescente busca por esta linha de estudo, uma vez que realizam a abordagem e respaldo das normas ABNT ISO 14000, abarcando a determinação de sistemas de gestão ambiental e políticas ambientais em todo o processo que envolve o ciclo de vida de um produto.

Os trabalhos direcionados ao “Desempenho eficiente regional” apresentam-se com a preocupação dos impactos ambientais gerados por determinada região ou país. Por meio do método de revisão sistemática, foi possível evidenciar a preocupação de estudos em diversificadas regiões, como Robaina-Alves e Moutinho (2015) que investigaram questões relacionadas a emissão de CO₂ de 27 países europeus. Observou-se, sobretudo, nos artigos analisados, que a China entra como principal destaque nos estudos de exploração regional (ZHANG *et al.*, 2008; HUANG *et al.*, 2014); WANG *et al.*, 2011), este fato deve justificar-se pela alterações do processo produtivo chinês a partir dos anos 80, o qual refletiu em um potencial desenvolvimento econômico e paralelamente a isso a poluição ambiental

acompanhou este desenvolvimento, além do aumento do consumo de recursos e energia. Cumpre ressaltar que a China é o maior emissor de CO₂ do mundo (OGGIONI *et al.*, 2011). Neste sentido, pesquisadores da área de sustentabilidade voltam seus olhares para China pelo desafio de buscar uma política audaciosa e o equilíbrio com o meio ambiente.

As investigações relacionadas à “Regulamentação ambiental” estão ligadas às discussões sobre se as regulamentações ambientais mais rigorosas promovem maior desempenho ambiental e desempenho econômico (ecoefficiência), como uma nova fonte a ser explorada ao se verificar a relação entre regulamentação ambiental e ecoeficiência, como este último é amplamente considerado como um instrumento de relevância ao considerar ecologia e economia juntas (WANG, 2011).

O eixo temático “*Decoupling* ou Dissociação” está sendo alvo de interesse de grandes pesquisadores da área de ecoeficiência, sendo uma linha em ascensão, uma vez que procura avaliar qual o momento ou onde ocorre a tendência do decrescimento do impacto ambiental ou aumento de uma maneira menor em relação ao desempenho econômico, buscando visualizar o nível ou o grau desta dissociação (VAN CANEGHEM *et al.*, 2011).

Os trabalhos voltados para “Cadeia de suprimentos” e “ecoinovação” não foram relativamente consideráveis nesta revisão sistemática. No caso da “Cadeia de suprimentos”, a maioria dos modelos de indicadores atuais de sistemas de logística reversa concentram-se principalmente em uma série de aspectos ambientais e econômicos. A “ecoinovação”, como eixo temático, também passa a ser uma nova abordagem entre os estudiosos da área. Os autores que vislumbram este nicho de pesquisa se voltam para a investigação das práticas inovadoras que aumentam a eficiência dos recursos através da combinação de valor econômico com desempenho ambiental (LEVIDOW *et al.*, 2015). A figura 3 demonstra de modo ilustrativo os eixos temáticos evidenciados pela realização da presente revisão sistemática.

Figura 3: Eixos temáticos da ecoeficiência



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da revisão sistemática (2016)

Proeminências quanto à definição de Ecoeficiência

A definição de ecoeficiência ainda apresenta diferentes significados e definições, observando-se a existência de muita imprecisão terminológica, sendo que a mesma é utilizada de muitas maneiras diferentes (HAHN *et al.*, 2010; OGGIONI *et al.*, 2011; VERFAILLIE; BIDWELL, 2000). Na literatura que abarca o desenvolvimento sustentável, o conceito de ecoeficiência tem chamado a atenção como uma ferramenta de análise da sustentabilidade (ZHANG *et al.*, 2008).

Pelo levantamento realizado neste estudo, percebe-se que as pesquisas a respeito de ecoeficiência voltam-se principalmente para pontos chave como produtos (CERUTTI *et al.*, 2013) para as empresas (FERNÁNDEZ-VINTÉ *et al.*, 2013) e para a indústria (OGGIONI *et al.*, 2011; WANG *et al.*, 2011). Percebe-se, entretanto, que recentemente foi ampliado com estudos para questões regionais também (KIELENNIVA *et al.*, 2012; YU *et al.*, 2013).

Após a realização da revisão sistemática, observou-se a predominância conceitual e não fragilizada pelo decorrer dos anos da definição de ecoeficiência pela *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* nos anos de 1990, permanecendo como conceituação basilar, sustentada pelo estudos atuais e

amplamente aceita entre pesquisadores, sendo a definição mais utilizada nos estudos analisados pela presente revisão sistemática. Para Sinkin *et al.* (2008) a proposição deste conceito foi propagada a partir da necessidade de avaliar a rentabilidade e responsabilidade ambiental das organizações.

Na visão de Charmondusit *et al.* (2011), a ecoeficiência é uma considerável ferramenta que fornece suporte e ajuda para os governos, empresas, organizações para alcançar eficiência econômica e ambiental. No quesito econômico, o crescimento deve estar alinhado com a utilização eficiente de recursos, já na questão ambiental, o ponto primordial é a redução das emissões de poluentes para o ambiente. Fernández-Vinté *et al.* (2013) asseveram que a ecoeficiência pode ser retratada como um importante mecanismo estratégico para a sustentabilidade industrial, o qual é apresentado ao mercado externo.

Proeminências dos procedimentos metodológicos e a mensuração de ecoeficiência

Além da discussão a respeito do método ideal de mensuração da ecoeficiência, abordado no referencial teórico deste estudo, foi possível evidenciar a dificuldade de desenvolvimento de estudos nesta temática ao considerar empresas de diversos segmentos, uma vez que emerge certa dificuldade de levantamento dos dados de impactos ambientais, não sendo dados fáceis de serem levantados em função da restrição de disponibilização deste tipo de informação pelas empresas. Esta afirmação pode ser corroborada pelo estudo realizado por Van Caneghem *et al.* (2010, p. 1349), os quais alegam que “apesar dos numerosos indicadores de ecoeficiência, existe considerável ausência de documentos e relatórios com as demonstrações dos dados de emissões, produção ou dados financeiros realistas”.

Os procedimentos de mensuração de ecoeficiência mais abordados nos estudos levantados podem ser classificados em três categorias: (i) Pelo tradicional modelo disseminado pela *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2000), da razão entre a produção econômica e os impactos ambientais, de modo que o referido modelo é comumente utilizado para a análise de ecoeficiência do produto (CERUTTI *et al.*, 2013); (ii) O segundo modelo substitui o numerador com um conjunto de indicadores que representam todo o envolvimento ecológico, tais como indicadores de energia (LI *et al.*, 2011), os indicadores da pegada ecológica (CERUTTI

et al., 2013) e indicadores de análise de fluxo de materiais (SEPPÄLÄ *et al.*, 2005); (iii) Por fim, como terceira categoria, percebe-se a crescente utilização de modelos para calcular a ecoeficiência, como análise fatorial (SINGH *et al.*, 2012) e um maior destaque para o modelo de análise envoltória de dados (DEA). Segundo Huang *et al.* (2014), para obter resultados mais apurados, muitos pesquisadores tentaram aplicar e melhorar os modelos DEA para medir a ecoeficiência ou conceitos semelhantes. Neste sentido, no que tange ao desenvolvimento de indicadores de ecoeficiência, Korhonen e Luptacik (2004) asseveram que a ausência de medidas como preços de mercado para os resíduos e emissões (ou para outras saídas indesejáveis) sendo um métodos utilizado o DEA e aplicação do mesmo em diferentes escalas uma eficiente alternativa para mensuração (PICAZO-TADEO *et al.*, 2011; OGGIONI *et al.*, 2011). O DEA é mais aplicável às medições de nível empresarial (WANG *et al.*, 2011).

O problema do modelo DEA é a necessidade de grandes quantidades de dados, missão esta que é geralmente difícil de obter para um setor de indústria regional (BARBA-GUTIERREZ *et al.*, 2009, WANG *et al.*, 2011).

Constata-se também, a partir do exaustivo levantamento deste estudo, que existem diferentes modelos e metodologias para investigação da ecoeficiência, aplicado em vários cenários e perspectivas (NG *et al.*, 2014; NG *et al.*, 2015; WINTER; HERRMANN, 2014). Ademais, alguns autores asseveram que não existe uma representação padronizada para ecoeficiência (NG *et al.*, 2014; NG *et al.*, 2015; VERCALSTEREN *et al.*, 2006)

Alguns autores utilizam-se também do LCA (*Life Cycle Assessment*) ou ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) para avaliar o desempenho ambiental de produtos, combinado com o LCC (*Life Cycle Cost*) que é uma medida e avaliação do ciclo de desempenho ambiental da atividade de cada empresa (MICHELSEN; FET, 2010).

Outro método que também vem sendo utilizado recentemente para análise da ecoeficiência é o método Delphi (KOSKELA, 2015), o qual busca reunir opiniões ou julgamentos de especialistas no que tange às previsões futuras de uma determinada pauta, considerando a probabilidade de realização e conveniência.

Apesar das técnicas supracitadas, verifica-se também uma grande utilização de estudos qualitativos com aplicação de estudo de caso, por meio da utilização de entrevistas e observações. Considerando ainda a análise metodológica, grande parte

dos estudos apresentam cortes longitudinais na seleção de dados para avaliação da ecoeficiência com as diversas outras variáveis estudadas. As abordagens metodológicas constituintes dos 43 estudos são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Total de artigos observados (2010-2015)

PERIÓDICOS	QUALITATIVO	QUANTITATIVO	QUANTITATIVO E QUALITATIVO
Clean Technologies and Environmental Policy		2	1
Ecological Economics		1	
Ecological Indicators		3	1
Energy Policy		1	1
European Journal Of Operational Research	1	1	1
International Journal Of Life Cycle Assessment		1	
Journal Of Cleaner Production	4	14	2
Journal of Environmental Management		3	
Science of the Total Environment		1	
Waste Management	2	1	
Water Resources Management	2		
Total	9	29	5

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

Na análise metodológica dos estudos, a partir do levantamento dos periódicos, é possível observar que há uma prevalência de estudos com viés epistemológico positivista, com a aplicação de métodos e análises quantitativas, representando 67% de todos os estudos observados. Nota-se no periódico cujo número de produções é o maior neste estudo, o *Journal Of Cleaner Production*, a predominância de estudos quantitativos (14 estudos de um total de 20). A abordagem qualitativa representa 21% dos estudos considerados na presente revisão, e as duas abordagens quantitativa e qualitativa são tendências de apenas 12%. Assim, não há um equilíbrio de abordagens epistemológicas, trazendo a carência de estudos qualitativos na área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma significativa quantidade de estudos empíricos que buscam elucidar e trazer novas contribuições sobre a temática ecoeficiência vem eclodindo na comunidade científica. Neste sentido, delinear novos rumos e eixos temáticos torna-

se fundamental para assegurar o correto alinhamento das pesquisas na área. Em decorrência de tal assertiva, o presente estudo realizou uma aprofundada revisão sistemática do termo, considerando os periódicos internacionais de maior fator de impacto dos últimos 5 anos (2010 a 2015), sendo o primeiro realizado no Brasil abordando este período e abrangendo o contexto internacional, além do processo metodológico estruturado e as contribuições voltadas às definições mais utilizadas na área e suas métricas de mensuração, os quais ainda são fontes de consideráveis inquietações acadêmicas.

Com o resultado da análise de 43 artigos, considerando os parâmetros estabelecidos para a realização da revisão sistemática, foram configurados nove eixos temáticos que constituem-se como categorias que permeiam a área da ecoeficiência. Dentre estas linhas encontradas, ressaltam-se “Indicadores de ecoeficiência” e “Ecoeficiência de segmentos” como os campos mais visados pelos pesquisadores da área, representando 47% dos estudos levantados. Na sequência, na segunda posição, os eixos temáticos “Gestão de resíduos” (5 artigos) e “Avaliação do Ciclo de vida” (5 artigos) também recebem destaque dos estudos no âmbito da investigação aqui desenvolvida. Outros eixos temáticos como “Desempenho eficiente regional”, “Regulamentação ambiental”, “Regulamentação ambiental”, “*Decoupling - Dissociação*”, “Cadeia de Suprimentos – SCM” e “Eco inovação” também são evidenciados como áreas que estão sendo exploradas e possuem potencial de novas investigações.

Na análise geral dos artigos, no que tange à definição conceitual da ecoeficiência, percebe-se a pluralidade de definições, contudo concentram-se em abordagens que se aproximam a um direcionamento comum, apontando, sobretudo, como referência seminal a WBCSD. Ademais, verifica-se que as pesquisas se voltam principalmente para pontos chave como produtos (CERUTTI *et al.*, 2013), para as empresas (FERNÁNDEZ-VINTÉ *et al.*, 2013) e para a indústria.

No que tange à abordagem metodológica, o viés epistemológico identificado com maior expressividade é o quantitativo, todavia, a exploração do método qualitativo por meio de estudos de casos com a aplicação de entrevistas também são utilizados de forma constante. As métricas para mensuração do equilíbrio do desempenho ambiental e econômico (ecoefficiência) mais abordadas nos estudos levantados

podem ser classificados em três categorias: (i) Pelo tradicional modelo disseminado pela *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2000), da razão entre a produção econômica e os impactos ambientais, de modo que o referido modelo é comumente utilizado para a análise de ecoeficiência do produto (CERUTTI *et al.*, 2013); (ii) O segundo modelo substitui o numerador com um conjunto de indicadores que representam todo o envolvimento ecológico, tais como indicadores de energia (LI *et al.*, 2011), os indicadores da pegada ecológica (CERUTTI *et al.*, 2013) e indicadores de análise de fluxo de materiais (SEPPÄLÄ *et al.*, 2005); (iii) Por fim, como terceira categoria, percebe-se a crescente utilização de modelos para calcular a ecoeficiência, como análise fatorial (SINGH *et al.*, 2012) e um maior destaque para o modelo de análise envoltória de dados (DEA) e LCA (*Life Cycle Assessment*) ou ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) para avaliar o desempenho ambiental de produtos.

Por meio do método de revisão sistemática empregado, foi possível evidenciar uma melhor compreensão do campo investigado, das suas variáveis relacionais (eixos temáticos) e metodologias implementadas, bem como das contribuições de cada estudo investigado. Com este cenário, é possível determinar rumos para novas pesquisas que possam avançar no campo de estudo da ecoeficiência.

REFERÊNCIAS

Barba-Gutierrez, Y., ADENSO-DIAZ, B., & LOZANO, S. 2009. Eco-efficiency of electric and electronic appliances: a Data Envelopment Analysis (DEA). *Environmental Modeling & Assessment*, 14, 439 e 447.

Barbieri, J.C. 2010. *Gestão Ambiental Empresarial*. 2ª ed. São Paulo: Saraiva.

Bleischwitz, R. 2003. Cognitive and institutional perspectives of eco-efficiency. *Ecological Economics*. n. 46, p. 453-467.

Castro, A.A. *Revisão sistemática e meta-análise* [site da internet]. Disponível em <http://metodologia.org/wp-content/uploads/2010/08/meta1.PDF> (acesso em outubro de 2014).

Cervo, A. L.; Bervian, P. A. *Metodologia científica*. 2002. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall.

Charmondusit K, & Keartpakpraek K. 2011. Eco-efficiency evaluation of the petroleum and petrochemical group in the Map Ta Phut industrial estate, Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 19:241–252.

Claro, P.B.O; Claro, D.P., & Amâncio, R. 2008. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. *RAUSP*, v. 43, n.4, out/nov/dez.

Cerutti, A.K., Beccaro, G.L., Bagliani, M., Donno, D., & Bounous, G. 2013. Multifunctionalecological footprint analysis for assessing eco-efficiency: a case study of fruitproduction systems in Northern Italy. *Journal of Cleaner Production*, 40, 108–117.

Costa, M. I. L., Silva, E. R., & Mattos, U. A. 2012. 20 anos de Eco-eficiência no Brasil: de estratégia de negócios a princípio de Política Pública. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 8, n. 1.

Elkington, J. 2001. *Canibais com garfo e faca*. São Paulo: Makron Books.

Freeman, M.A., R.H., H., & A.V., K. 1973. *The Economics of Environmental Policy*. John Wiley & Sons, New York.

Fernández-Vinté, M.B., Gómez-Navarro, T., & Capuz-Rizo, S.F. 2013. Assessment of thepublic administration tools for the improvement of the eco-efficiency of smalland medium sized enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 47, 265–273.

Jollands, N., Lermitt, J., & Patterson, M. 2004. Aggregate eco-efficiency indices forNew Zealand – a principal components analysis. *Journal of Environmental Management*, 73 (4),293–305.

Li, D., Zhu, J., Hui, E.C.M., Leung, B.Y.P., & Li, Q. An emergy analysis-basedmethodology for eco-efficiency evaluation of building manufacturing. *Ecol. Indicator*, 11 (5), 1419–1425.

Glauser, M., & Muller, P. 1997. Eco-efficiency: a prerequisite for future success. *Chimia* 51, 201–206.

Hahn, T., Figge, F., Liesen, A., & Barkemeye, R. 2010. Opportunity cost based analysis of corporate eco-efficiency: a methodology and its application to the CO 2-efficiency of German companies. *Journal of Environmental Management*, 91(10), 1997-2007.

Hinterberger, F., Bamberger, K., Manstein, C., Schepelmann, P., Schneider, F., & Psanger-Berg, J. 2000. Eco-efficiency of Regions. Sustainable Europe Research. Institute Publishing, Wien.

Huang, J., Yang, X., Cheng, G., & Wang, S. 2014. A comprehensive eco-efficiency model and dynamics of regional eco-efficiency in China. *Journal of Cleaner Production*, 67, 228–238.

Huppes, G., & Ishikawa, M. 2005. A framework for quantifies eco-efficiency analysis. *Journal of Industrial Ecology*, v. 9, n. 4, p. 25-41,.

_____.2005 Why eco-efficiency? *Journal of Industrial Ecology*, 9:2–5.

_____.2008 Eco-efficiency and its terminology. *Journal of Industrial Ecology*, 9, 43–46.

Korhonen, P. J., & Luptacik, M. 2004. Eco-efficiency analysis of power plants: an extension of data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, v. 154, n. 2, p. 437-446.

Koskela, M. 2015. Measuring eco-efficiency in the Finnish forest industry using public data. *Journal of Cleaner Production*, 316-327.

Kuosmanen, T., & Kortelainen, M. 2005. Measuring eco-efficiency of production with data envelopment analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 9, 59 – 72.

Li, W., Winter, M., Kara, S., Herrmann, C. 2012. Eco-efficiency of manufacturing processes: a grinding case. *CIRP Ann. e Manufacturing Technol.* 61 (1), 59-62.

Mickwitz, P., Melanen, M., Rosenström, U., & Seppälä, J. 2006. Regional eco-efficiency indicators e a participatory approach. *Journal of Cleaner Production*, 14, 1603-1611.

Michelsen, O., & Fet, A. M. 2010. Using eco-efficiency in sustainable supply chain management; a case study of furniture production. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 12, n. 5, p. 561-570.

Mcintyre, R.J., & Thornton, J.R. 1978. On the environmental efficiency of economic systems. *Soviet Studies*, 30, 173-192.

Metti, G.1999. *Global environmental factors and eco-efficiency*. Beverage World, pp. 82–83.

Oggioni, G., Riccardi, R., & Toninelli, R. 2011. Eco-efficiency of the world cement industry: a data envelopment analysis. *Energy Policy*, v. 39, n. 5, p. 2842-2854.

Ng, R.; *et al.* 2014. Comparative eco-efficiency analyses of copper to copper bonding technologies. *Procedia CIRP*, 15, 96-104. 2014

Ng, R.; *et al.* 2015. A method for relative eco-efficiency analysis and improvement: case study of bonding technologies. *Journal of Cleaner Production*, v. 99, p. 320-332.

Picazo-Tadeo, A.J., Gómez-Limón, J.A., & Reig-Martínez, E. 2011. Assessing farming eco-efficiency: a data envelopment analysis approach. *Journal of Environmental Management*, 92 (4), 1154–1164.

Sachs, I. 2007. *Rumo à socioeconomia – teoria e prática do desenvolvimento*. São Paulo: Cortez.

Saling, P., Kicherer, A., Dittrich-Krämer, B., Wittlinger, R., Zombik, W., Schmidt, I., Schrott, W., & Schmidt, S. 2002. Eco-efficiency analysis by BASF: the method. The International. *Journal of Life Cycle Assessment*, 7 (4), 203–218, 2002.

Salgado, V. G. *Proposta de indicadores de ecoeficiência para o transporte de gás natural*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências do Planejamento Energético)-Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Sampaio, R.; Mancini, M. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para a síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 11, n. 1, p. 83-89.

Seppälä, J., Melanen, M., Mäenpää, I., Koskela, S., Tenhunen, J., & Hiltunen, M.-R. 2005. How can the eco-efficiency of a region be measured and monitored? *Journal of Industrial Ecology*, 9, 117 –130.

Schaltegger, S., & Sturm, A 1990.Öologische Rationalität (German/in English: Environmental rationality). *Die Unternehmung*, 4, 117 – 131.

Schmidheiny, S. 1992. *Changing course: a global business perspective on development and the environment*. MIT Press. Cambridge, MA.

Sinkin, C., Wright, C.J., & Burnett, R.D. 2008. Eco-efficiency and firm value. *J. Account. Public Policy*, 27, 167-176.

Tinoco, J.E.P., & Kraemer, M.E.P. 2011. *Contabilidade e gestão ambiental*. 3. ed. São Paulo: Atlas.

Tyteca, D. 1996. On the measurement of the environmental performance of firms. A literature review and a productive efficiency perspective. *Journal of Environmental Management*, 46 (3), 281–308.

Vellani, C. L. Passivo ambiental e a ecoeficiência. *FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão*, v. 11, n. 3, 2010.

Van Caneghem, J., Block, C., Van Hooste, H., & Vandecasteele, C. 2010. Eco-efficiency trends of the Flemish industry: decoupling of environmental impact from economic growth. *Journal of Cleaner Production*, 18(14), 1349-1357.

Van Marrewijk, M. 2003. Concepts and definitions of CSR and corporate sustainability: between agency and communion. *Journal of Business Ethics*, v. 44, p. 95-105.

Vercalsteren, A., Spirinckx, C., & Sarlée, W. 2006. 4 types of Drinking Cups Used on Events: Life Cycle Assessment and Eco-efficiency Analysis. Levun (s.n),

Verfaillie, H.A., & Bidwell, R. 2000. Measuring eco-efficiency e a guide to reporting company performance. *World Business Council for Sustainable Development*.

Yin, K, *et al.* 2014. Using eco-efficiency as an indicator for sustainable urban development: A case study of Chinese provincial capital cities. *Ecological Indicators*, v. 36, p. 665-671.

Yang, Z., Zhou, X., & Xu, L. 2015. Eco-efficiency optimization for municipal solid waste management. *Journal of Cleaner Production*, 104, 242-249

Zhang, B., Bi, J., Fan, Z., Yuan, Z., & Ge, J. 2008. Eco-efficiency analysis of industrial system in China: A data envelopment analysis approach. *Ecol. Econ*, 68, 306 e 316.

Wang, Y., Liu, J., Hansson, L., Zhang, K., & Wang, R. 2011. Implementing stricter environmental regulation to enhance eco-efficiency and sustainability: a case study of Shandong Province's pulp and paper industry, China. *Journal of Cleaner Production*, 19 (4), 303–310.

Winter, M., & Herrmann, C. 2014. Eco-Efficiency of alternative and conventional cutting fluids in external cylindrical grinding. *Procedia CIRP*, 15, 68e73.

World Business Council For Sustainable Development – WBCSD. 2000. *A eco-eficiência: criar mais valor com menos impacto*. Lisboa: WBCSD.

Wu, J., Wu, Z., & Holländer, R. 2012. The application of Positive Matrix Factorization (PMF) to eco-efficiency analysis. *Journal of environmental management*, v. 98, p. 11-14.

Wursthorn, S., Poganietz, W. R., & Schebek, L. 2011. Economic–environmental monitoring indicators for European countries: A disaggregated sector-based approach for monitoring eco-efficiency. *Ecological Economics*, 70(3), 487-496.

