

## **Avaliação da ecoeficiência logística na construção civil**

### *Evaluation of logistics eco-efficiency in civil construction*

**Eduarda Dutra de Souza, mestranda, Universidade Federal de Santa Catarina**

eduardadutradesouza@gmail.com

**Gabriela Hammes, mestranda, Universidade Federal de Santa Catarina**

gabihammes15@gmail.com

**Mariane Scheffer, mestranda, Universidade Federal de Santa Catarina**

marianescheffer@hotmail.com

**Carlos Manoel Taboada Rodriguez, mestranda, Universidade Federal de Santa Catarina**

carlos.taboada@ufsc.br

#### **Resumo**

A ecoeficiência busca produzir produtos de boa qualidade com baixo consumo de recursos e esta diretamente relacionada a esfera ambiental das empresas. Ao aplicar os conceitos da ecoeficiência a organização irá implementar práticas verdes conciliadas com seu viés financeiro nas diversas atividades por ela exercidas, entre elas a logística. Todas as atividades de fluxo de materiais e informações, armazenamento e estoques são de responsabilidade da logística, que agrega valor de tempo e espaço aos materiais. Geralmente a ecoeficiência está ligada somente as dimensões ambientais e econômicas, deixando de fora a dimensão social para abranger todas as 3 dimensões da sustentabilidade. Assim, este artigo propõe um modelo conceitual para a avaliação da ecoeficiência logística que abrange as 3 dimensões da sustentabilidade. O modelo foi proposto para empresas da construção civil, um setor de grande destaque no país, que não possui estudos neste caráter.

**Palavras-chave:** Ecoeficiência; Logística; Construção Civil

#### **Abstract**

*Eco-efficiency seeks to produce good quality products with low consumption of resources and is directly related to the environmental sphere of companies. In applying eco-efficiency concepts, the*

*organization will implement green practices reconciled with its financial bias in the various activities it carries out, including logistics. All material flow and information, storage and inventory activities are the responsibility of the logistics, which adds a value of time and space to the materials. Generally, eco-efficiency is linked only to environmental and economic dimensions, leaving out the social dimension to encompass all three dimensions of sustainability. Thus, this article proposes a conceptual model for the evaluation of logistics eco-efficiency that covers the three dimensions of sustainability. The model was proposed for construction companies, a sector of great importance in the country, which has no studies in this character.*

**Keywords:** *eco-efficiency; logistics; civil construction*

## 1. Introdução

A recente e progressiva preocupação da indústria, dos consumidores e do poder público com os impactos ambientais resultantes das atividades exercidas vem fazendo com que os investimentos na mensuração e minimização desses impactos nos produtos e serviços tenham maior representatividade. No decorrer dos últimos anos foi possível observar uma maior rigidez das leis ambientais, que agora engloba todo o ciclo-produtivo das indústrias.

Ao longo de toda a cadeia de suprimentos, seja na geração, transporte, utilização e descarte de produtos e serviços geram impactos ambientais que são de difícil mensuração (TSOUFLAS & PAPPIS, 2006). Estes impactos são gerados do “berço ao túmulo” destes produtos e serviços em função do material e energia consumidos e do descarte de resíduos. Para avaliar o real desempenho de um ciclo produtivo é necessário observar todos os fluxos de materiais e energias deste sistema, para que assim seja possível propor ações de redução e mitigação de impactos.

Desta forma, os processos logísticos têm papel fundamental na avaliação ambiental de sistemas. Ao longo dos últimos anos, foram observados a intensificação de leis que responsabilizam o produtor, como o Decreto nº 9.177 que regulamenta a logística reversa para alguns setores da indústria, a produção mais limpa e mais recentemente a Economia Circular (JI, 2008; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Entretanto, segundo Frota Neto et. al (2009), muitas dessas “soluções ambientais” são evasivas e não apresentam reduções efetivas nos impactos ambientais associados à produtos e sistemas. Dentre as principais barreiras destaca-se a viabilidade financeira dessas ações já que a mudança para práticas consideradas “limpas” geralmente vem acrescidas de custos. Isso se dá, principalmente, pela concepção original dos sistemas produtivos. As práticas limpas geralmente envolvem mudanças radicais nesses sistemas acarretando altos custos às corporações. Entretanto, há estudos que indicam que práticas limpas podem levar a economias para a corporação já que objetivam a economia de energia e recursos. Um exemplo dessa abordagem são as práticas *lean-green* (CAMPOS, 2016).

Tendo em vista este cenário, surgiu nos últimos anos o termo “ecoefficiência” que prevê a aplicação das práticas de sustentabilidade ambiental, social e econômica a todo o ciclo do produto (ALA-HARJA & HELO, 2015). Em outras palavras, a ecoeficiência envolve estratégias e habilidades para se produzir mais, melhor, com menor consumo de materiais, água e energia, em bases preço-competitivas, sem comprometer o gerenciamento das finanças e da qualidade, contribuindo para a qualidade de vida e, ao mesmo tempo, reduzindo a carga, ônus, dano e impactos ambientais causados por bens e serviços (VERFAILLIE & BIDWELL, 2000). Entretanto, não há registros de estudos que indicam quais indicadores ou metodologias são adequados para mensurar a ecoeficiência de sistemas logísticos de produtos e serviços.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar um panorama da ecoeficiência logística por meio de uma revisão da literatura acerca do tema. Uma pesquisa quanto a ecoeficiência logística na construção civil também foi realizada. A partir dos resultados da literatura é proposto um modelo conceitual para a avaliação da ecoeficiência logística na construção civil.

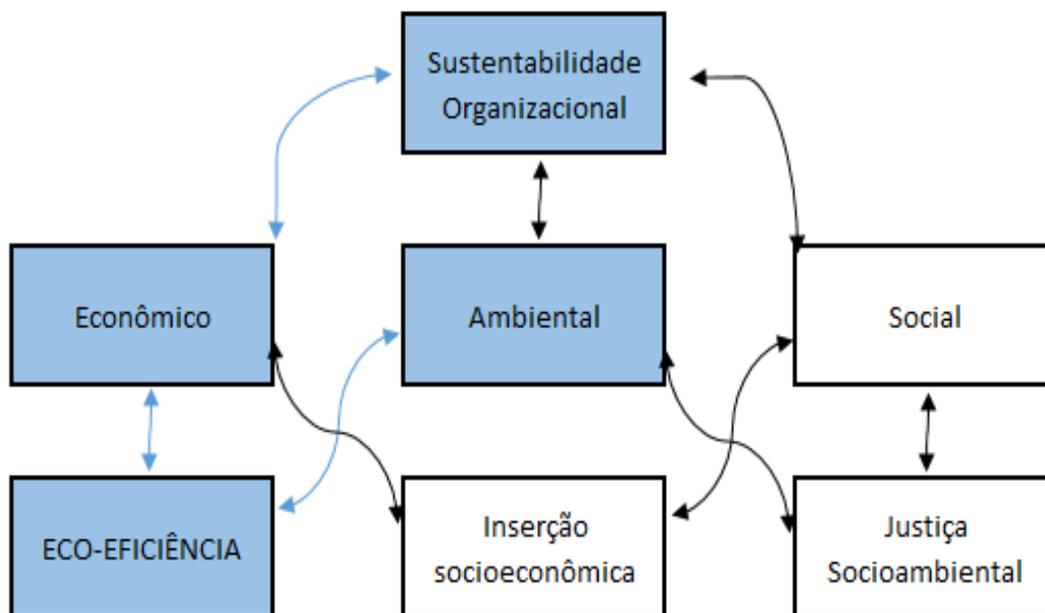
## 2. Referencial teórico

Este tópico aborda uma revisão da literatura a respeito da ecoeficiência e da logística na construção civil. Estes conceitos são considerados para a apresentação do modelo conceitual.

### 2.1. Ecoeficiência

Na década de 90, a ecoeficiência foi conceituada como o vínculo com o desenvolvimento sustentável (SCHALTEGGER; STURM, 1990). O World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2000) define a ecoeficiência pelo alcance na entrega de produtos com preços competitivos e serviços que satisfazem as necessidades humanas e trazem qualidade de vida, enquanto redução progressiva de impactos e intensidade de recursos ao longo do ciclo de vida. Isto é, exige que as empresas alcancem valores mais baixos de materiais, menores usos de energia e redução nas emissões (WBCSD, 2000).

Na busca por alcançar esses objetivos, a ecoeficiência se baseia nos seus recursos ambientais em relação à sua atividade econômica (FIGGE; HAHN, 2004). Segundo Rezende (2015, p.24) os “especialistas, acadêmicos e pessoas que operam na área designam a eco eficiência como a síntese da eficiência econômica e ambiental em paralelo”, conforme demonstrado na Figura 1.



**Figura 1: Diagrama síntese da eficiência econômica e ambiental. Fonte: Adaptado de Dias et al. (2011).**

A Figura 1 demonstra que o pilar econômico é voltado para a viabilidade financeira enquanto a parte de prevenção dos impactos gerados pelas organizações nos sistemas naturais é atribuída ao pilar ambiental (REZENDE, 2015). Percebe-se que a eficiência ambiental está relacionada a dois dos três pilares da sustentabilidade, faltando o foco no lado social. Afinal, Slaper e Hall (2011) afirmam que a *Triple Bottom Line* da sustentabilidade

incorpora três dimensões de desempenho: social, ambiental e financeira. Considerando-se está estreita relação entre ambiental e econômica, WBCSD (2000) elaborou sete elementos necessários para aplicabilidade da ecoeficiência, sendo eles:

1. Redução do uso de material;
2. Reduzir a intensidade do consumo de energia;
3. Reduzir a dispersão de compostos tóxicos;
4. Aumentar a reciclagem;
5. Maximizar o uso das energias renováveis;
6. Vida prolongada do produto; e
7. Aumento da intensidade do serviço.

Esses itens representam que a ecoeficiência é um conceito empresarial porque afirmam que, para se tornar mais eficiente, deve-se atingir maiores volumes de lucratividade utilizando menos materiais e energia, e reduzindo as emissões (REZENDE, 2015).

Além disso, a ecoeficiência desempenha um papel importante na relação entre a eficiência da atividade econômica e os bens e serviços da natureza, isto é, a ecoeficiência é medida como a relação entre o valor do que foi produzido (renda, bens e serviços de alta qualidade, empregos, PIB, etc.) e os impactos ambientais (adicionados) do produto ou serviço (ZHANG et al., 2008), conforme a Equação (1) do WBCSD (2000).

$$\text{Ecoeficiência} = \frac{\text{valor do produto ou serviço}}{\text{impacto ambiental}} \quad (1)$$

Entretanto essa não é a única medida da ecoeficiência proposta na literatura. O Quadro 1 apresenta algumas formas de medição pelas duas dimensões.

Dimensão	Indicador	Autor
Econômico	Valor do produto pelo serviço	WBCD (2000)
Econômico	Valor agregado como receita de vendas	Conferência das Nações Unidas do Comércio e Desenvolvimento
Econômico	Produto Interno Bruto	Seppälä et al. (2005)
Econômico	Valor agregado da produção	Seppälä et al. (2005)
Econômico	Preços	Seppälä et al. (2005)
Econômico	Agregação de valor e custo	Huppés e Ishikawa (2005)
Ambiental	Custo-Benefício	Huppés e Ishikawa (2005)
Ambiental	Ciclo de vida do produto	Huppés e Ishikawa (2005)
Ambiental	ISSO 14031	ISSO (1998)
Ambiental	Consumo de recursos naturais	Seppälä et al. (2005)

**Quadro 1 - Métodos de medidas de ecoeficiência presentes na literatura. Fonte: Adaptado de Zhang et. Al. (2008).**

Percebe-se que há indicadores das duas esferas principais: econômico e ambiental, como apresentado no Quadro 1. Isto é, a ecoeficiência é considerada uma medida para buscar a sustentabilidade porque se preocupa com as esferas ambiental e a econômica (MÜLLER et al., 2014). Entretanto para medir o parâmetro ambiental, existem outros indicadores na literatura, conforme Quadro 2.

<i>Grupo de Indicador</i>	<b>INDICADORES</b>
<i>1. Mudanças climáticas</i>	1.1 Emissões de GEE provenientes da produção
	1.2 Emissões de GEE provenientes dos transportes
<i>2. Água</i>	2.1 Intensidade da água
	2.2 Escassez de água
<i>3. Energia</i>	3.1 Intensidade energética do processamento
	3.2 Parte das energias renováveis e recuperadas
<i>4. Uso da Terra</i>	4.1 Intensidade do uso da terra
	4.2 Sinergia do uso da terra através dos serviços ecossistêmicos
	4.3 Impacto do uso da terra e mitigação de risco de minas
	4.4 Impacto do uso da terra e mitigação do risco de lagoas de retaguarda
<i>5. Riscos Químicos</i>	5.1 Intensidade química
	5.2 Uso químico perigoso para o meio ambiente
	5.3 Uso químico perigoso para a saúde
	5.4 Uso químico perigoso da segurança
<i>6. Depleção de recursos</i>	6.1 Intensidade fóssil
	6.2 Disponibilidade de minerais
	6.3 Substituidade mineral
<i>7. Eficiência Material</i>	7.1 Adequação a utilização de matéria-prima
	7.2 Eficiência de utilização do metal principal
	7.3 Preservação de resíduos
	7.4 Utilização e reutilização de resíduos
	7.5 Matéria-prima secundária / matéria-prima total
<i>8. Materiais não recuperados</i>	8.1 Absorvente aquoso
	8.2 Gases gasosos não recuperados
	8.3 Sólidos não recuperados
	8.4 Emissões fugitivas
<i>9. Impacto das emissões</i>	9.1 Potencial de eutrofização
	9.2 Potencial de acidificação
<i>10. Uso final e fim de vida</i>	10.1 Funcionalidade
	10.2 Riscos relacionados ao produto
	10.3 Design para reciclagem (DR)

**Quadro 2 - Métodos de medição da ecoeficiência. Fonte: Adaptado de Rönnlund et al (2016).**

Além do uso desses indicadores, Caiado et al (2017) ainda apresentam um modelo conceitual sobre a utilização dessas formas de medição e controle. O modelo apresenta a utilização da dimensão social como uma forma de melhorar a qualidade de vida e bem-estar; aumentar a motivação do empregado e da responsabilidade pessoal. Essa medição social, torna a prática da ecoeficiência um método de medição da sustentabilidade da organização.

## **2.2. Logística na construção civil**

A logística empresarial é um campo de estudo que busca a gestão integrada das áreas tradicionais de uma organização. Segundo Ballou (2006, p. 33) “trata da criação de valor - valor para os clientes e fornecedores da empresa”. Isto é, a logística agrega valor a produtos e serviços para alcançar a satisfação do consumidor e aumento da lucratividade.

Novaes (2007, p. 35) ainda complementa que a Logística Empresarial agrega “valor de lugar, de tempo, de qualidade e de informação à cadeia produtiva [...] procura também eliminar do processo tudo que não tenha valor para o cliente”. O valor de lugar é o ato de deslocar matérias-primas e produtos acabados entre dois pontos distintos. O valor de tempo, por sua vez, tem como finalidade diminuir a janela de tempo, isto é, menor *lead time*, que acarreta produtos com menores prazos de entrega e redução no número de estoque.

A logística na construção civil está presente dentro e fora do canteiro de obras. Silva e Cardoso (1998) definem a logística na construção civil como um processo multidisciplinar fim de garantir o abastecimento, armazenagem, processamento e disponibilização de recursos materiais, o dimensionamento de equipes de produção e a gestão dos fluxos físicos de produção dentro de uma obra. Isso só é possível devido a um planejamento e controle das atividades, principalmente através do fluxo de informações, antes e durante a execução da obra (SILVA & CARDOSO, 1998).

A logística interna está relacionada ao fluxo e armazenamento de materiais dentro da obra. A logística externa é responsável pelos suprimentos. Outra atividade logística presente atualmente é a logística reversa, que faz o caminho inverso, levando os produtos de volta para o ciclo produtivo, para que possam ser reaproveitados com o objetivo de fechar seu ciclo de vida (LEITE, 2009). Assim, os resíduos provenientes da construção civil devem ser reaproveitados e/ou retornados para os seus fabricantes.

## **3. Procedimentos metodológicos**

Este presente trabalho iniciou-se com a definição de palavras-chaves para a pesquisa bibliográfica sobre o assunto. Essas palavras foram utilizadas junto com a lógica booleana criando-se a seguinte fórmula de pesquisa para utilizar na base de dados Scopus: ("*eco-efficiency*" OR "*green efficiency*") AND ("*logistic\**" OR "*supply chain*"). A busca resultou em 113 documentos restritos em artigos científicos na língua inglesa.

Uma segunda busca foi realizada, também na base de dados *scopus*, desta vez com a construção civil como um terceiro eixo de pesquisa. A fórmula de pesquisa utilizada foi a seguinte: ("*eco-efficiency*" OR "*green efficiency*") AND ("*logistic\**" OR "*supply chain*")

AND (“*construction industry*” OR “*building*” OR “*civil construction*”). A busca resultou em 13 publicações, onde o Reino Unido é o território com maior contribuição, com 3 trabalhos. O Brasil não possui nenhuma publicação neste tema, que começou a ser tratado em 2004 e não possui muitas publicações ao longo do tempo, com 2 publicações em 2016, nenhuma em 2017 e uma já aprovada para 2018.

Analisando estas publicações a partir de seus títulos e resumos, 9 se mostraram relevantes para o assunto abordado neste artigo. Apenas 6 artigos foram encontrados na íntegra, mas nenhum deles aborda a ecoeficiência da logística na construção civil. Alguns falam apenas da ecoeficiência logística, outros abordam apenas a ecoeficiência. Assim, percebe-se uma lacuna de pesquisa dentro da logística na construção civil e a sua ecoeficiência.

A partir dos trabalhos encontrados nas buscas foi realizada uma revisão da literatura, exposta no tópico anterior, e elaborado um modelo conceitual para a avaliação da ecoeficiência logística na construção civil, apresentado no tópico que segue. O modelo é teórico e tem embasamento puramente teórico.

#### 4. Proposta de modelo conceitual

A medição do desempenho da cadeia de suprimentos tornou-se o *hot topic* para os pesquisadores, fazendo que estes começassem a medir e melhorar o desempenho da cadeia de suprimentos (SINGH; ACHARYA, 2014). A logística está relacionada à funcionalidade da cadeia de suprimentos, como uma forma de interligar todos os elos da cadeia. A ecoeficiência está diretamente inter-relacionada com o desempenho logístico. Afinal, é um método de medição da eficiência ambiental das empresas. Uma das formas de buscar essa melhora no desempenho logístico é por meio da busca da ecoeficiência na logística brasileira.

Assim, é possível definir a ecoeficiência na logística como a realização da logística verde primando em determinar o nível de economia na aplicabilidade de práticas ambientalmente corretas, como biocombustíveis, logística reversa de pós consumo e emissões de gases do efeito estufa. Partindo deste ponto, elaborou-se uma proposta de medição do desempenho da ecoeficiência logística.

Devido à importância da construção civil no cenário nacional e pela lacuna de pesquisa quanto à ecoeficiência logística neste setor, o modelo proposto, apresentado no Quadro 3, apresenta conceitos e indicadores encontrados na literatura voltados para a construção civil. O modelo é conceitual e aborda as dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômico) na logística.

DIMENSÃO: FINANCEIRA			
Custos logísticos	Receita de vendas	Roteirização	Consumo de materiais

**DIMENSÃO: AMBIENTAL**

Ciclo de Vida do Produto	Transporte	Embalagens	Armazém e Estoques	Logística Interna
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eco design</li> <li>2. Logística reversa</li> <li>3. Fechamento da cadeia</li> <li>4. Avaliação do ciclo de vida</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Emissões de gases do efeito estufa</li> <li>2. Combustíveis</li> <li>3. Roteirização</li> <li>4. Consumo de recursos naturais</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilização de materiais reutilizados, reciclados ou remanufaturados</li> <li>2. Consumo de recursos naturais</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Consumo de energia</li> <li>2. Utilização de materiais que causam danos ao meio ambiente</li> <li>3. Utilização de materiais reutilizados, reciclados ou remanufaturados</li> <li>4. Consumo de recursos naturais</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Emissões de gases por deslocamento de mercadoria</li> <li>2. Consumo de energia e combustíveis</li> <li>3. Utilização de materiais e embalagens</li> <li>4. Consumo de recursos naturais</li> </ol>

**DIMENSÃO: SOCIAL**

INTERNO	EXTERNO
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clima da empresa</li> <li>2. Satisfação dos acionistas e colaboradores</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Satisfação fornecedores e clientes</li> </ol>

**Quadro 3: Proposta de modelo conceitual. Fonte: Elaborado pelos autores.**

O modelo apresentou a ecoeficiência subdividida em três dimensões. A primeira é a financeira com 4 indicadores, as métricas para mensurar cada indicador não foram realizadas. A dimensão ambiental, por sua vez, ganhou maior número de indicadores por ser a área que possui maior impacto pela ecoeficiência. Por fim, acrescentou-se a dimensão social, pois a busca pela ecoeficiência impacta a sociedade, os stakeholders e os colaboradores. Elaborou-se ainda uma fórmula global para avaliar se determinada prática da organização é ou não eficiente, conforme demonstrado na Equação (2), que é uma adaptação da equação (1), apresentada no referencial teórico, desta vez incluindo os três pilares da sustentabilidade.

$$\text{Ecoeficiência} = \frac{\text{Dimensão 1}(\text{valor financeiro}) + \text{Dimensão 3}(\text{investimento social})}{\text{Dimensão 2}(\text{impacto ambiental})} \quad (2)$$

Na prática, a fórmula é usada para avaliar se a prática X é ou não ecoeficiente. Um exemplo é a utilização do combustível de biomassa, que tem um valor financeiro de investimento em frota e gasto para aquisição do combustível (dimensão 1). Essa mudança para outro tipo de combustível resulta em uma satisfação dos stakeholders da empresa como clientes, colaboradores e fornecedores, devido a uma logística mais verde (dimensão 3). A dimensão 2 irá avaliar o impacto ambiental da troca desta frota e da emissão causada por esse novo combustível, o que gera um valor correspondente a ecoeficiência da prática de mudança de combustível na frota.

## 5. Conclusão

A ecoeficiência é uma prática dentro dos pilares econômico e ambiental, afim de proporcionar a sustentabilidade dentro das organizações, por meio da redução do consumo de materiais, energia, água, tratamento dos resíduos e melhoramento das ações ambientais com a busca da eficiência dessas atividades em relação ao financeiro da empresa. A eficiência é a determinação do nível da economia dos recursos, isto é, fazer certo as atividades ambientais. Pode ser aplicada em diversas áreas da empresa, incluindo a logística.

A preocupação com a questão ambiental e com a ecoeficiência é resultado das legislações ambientais e pressões dos consumidores. A grande barreira para essa questão é superar as questões econômicas frente as questões ambientais.

Os estudos que buscam estabelecer a relação entre a ecoeficiência e a avaliação de desempenho logístico ainda são incipientes. Muitos dos indicadores encontrados fazem uma relação entre indicadores logísticos com indicadores ambientais, mas não foi encontrado um indicador único, capaz de abranger todas as esferas desse assunto.

Como forma de contribuir com os estudos nesse tema, o presente trabalho realizou a proposição de um modelo que engloba indicadores considerados chaves na avaliação da ecoeficiência, na busca por abranger os três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental. O modelo propõe indicadores tanto para a logística interna quanto para a logística externa das empresas.

Além disso, o artigo apresentou a limitação de ser conceitual e sugere, para futuras pesquisas, a aplicação deste modelo em empresas da construção civil. O modelo pode ser aplicado em empresas de outros setores, para ver quais são as barreiras da implementação da ecoeficiência e a situação atual das empresas brasileiras.

## Referências

ALA-HARJA, H.; HELO, P. Reprint of “Green supply chain decisions – Case-based performance analysis from the food industry”. **Transportation Research Part E:**

**Logistics and Transportation Review**, Green Supply Chain Collaboration and Incentives. v. 74, p. 11–21, fev. 2015.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: logística empresarial. 5ªed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmão et al. Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency - A systematic literature review. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 165, p.890-904, nov. 2017. Elsevier BV.

CAMPOS, Lucila MS; VAZQUEZ-BRUST, Diego A. Lean and green synergies in supply chain management. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 21, n. 5, p. 627-641, 2016.

DIAS, B. G.; MUNCK, L.; BANSI, A. C.; CELLA-DE-OLIVEIRA, F. A. Bases Compreensivas da Sustentabilidade Organizacional: a Proposição de uma Estrutura Conceitual (Framework). XIV SEMEAD - FEA-USP, 2011.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards a circular economy - Opportunities for the consumer goods sector. Isle of Wight, UK. 2014.

FIGGE, Frank; HAHN, Tobias. Sustainable Value Added—measuring corporate contributions to sustainability beyond eco-efficiency. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 48, n. 2, p.173-187, fev. 2004. Elsevier BV.

FROTA NETO, J. Q. et al. A methodology for assessing eco-efficiency in logistics networks. *European Journal of Operational Research*, v. 193, n. 3, p. 670–682, 16 mar. 2009.

SLAPER, Timothy F.; HALL, Tanya J. The triple bottom line: what is it and how does it work?. **Indiana business review**, v. 86, n. 1, p. 4, 2011.

Jl, G. Closed-loop supply chains based on by-product exchange. IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, 2008. IEEE/SOLI 2008. Anais...In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE OPERATIONS AND LOGISTICS, AND INFORMATICS, 2008. IEEE/SOLI 2008. out. 2008.

LEITE, P.R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MÜLLER, Karin et al. Eco-efficiency as a sustainability measure for kiwifruit production in New Zealand. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, p. 333-342, 2014.

NOVAES, A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**: Estratégia, Aplicação e Avaliação. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2007

REZENDE, Angela Maria. **Eco-eficiência: um instrumento para enfrentar as exigências da Escrituração Fiscal Digital (EFD)**. 112 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<http://tede.ufsc.br/teses/PGEA-P0029-D.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

RÖNNLUND, Ida et al. Eco-efficiency indicator framework implemented in the metallurgical industry: part 1—a comprehensive view and benchmark. **The International Journal Of Life Cycle Assessment**, [s.l.], v. 21, n. 10, p.1473-1500, 6 maio 2016. Springer Nature.

SCHALTEGGER, S., STURM, A. Öologische Rationalität (German/in English: Environmental rationality) Die Unternehmung, pp. 117-131. 1990.

SILVA, Fred Borges da, CARDOSO, Francisco Ferreira. A importância da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios. VII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído – qualidade no processo construtivo. Florianópolis, 1998.

SINGH, Rohit Kumar; ACHARYA, Padmanav. Performance evaluation of supply chain management systems: a critical review of literature. **International Journal of Procurement Management**, v. 7, n. 2, p. 201-218, 2014.

TSOUFLAS, G. T.; PAPPIS, C. P. Environmental principles applicable to supply chains design and operation. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 18, p. 1593–1602, 2006.

VERFAILLIE, H. A., BIDWELL, R. Measuring eco-efficiency. A guide to reporting company performance, 37 pp. World Business Council for Sustainable Development <<http://www.wbcsd.org/printpdf/measuring.pdf>>. 2000.

ZHANG, Bing et al. Eco-efficiency analysis of industrial system in China: A data envelopment analysis approach. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 68, n. 1-2, p.306-316, dez. 2008. Elsevier BV.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD); WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Measuring eco-efficiency: a guide to reporting company performance**. World Resources Inst, 2000.