

Gestão sustentável do transporte de carga no apoio à prática da logística verde

RELATÓRIO FINAL DE BOLSA DE PRODUTIVIDADE



Processo 305039/2011-3 – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Pesquisador Bolsista: Márcio de Almeida D’Agosto

Período: Março de 2012 a Março de 2016

Instituição de Vínculo do Pesquisador (PET/COPPE/UFRJ)

Programa de Engenharia de Transporte (PET)

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa (COPPE)

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Equipe do Projeto (LTC/COPPE/UFRJ)

Márcio de Almeida D’Agosto – Professor – Bolsista de Produtividade e Coordenador das Atividades do Projeto

Lino Guimarães Marujo – Professor – Pesquisador

Cíntia Machado de Oliveira – Aluna de Doutorado – Pesquisadora

Cristiane Duarte Ribeiro de Souza – Aluna de Doutorado – Pesquisadora

Fábio Gonçalves dos Santos – Aluno de Doutorado – Pesquisador

Amanda Fernandes Ferreira – Aluna de Mestrado – Pesquisadora

Antonio Donizeti Cachiolo – Aluno de Mestrado – Pesquisador

Beatriz Lagnier Gil Ferreira - Aluna de Mestrado – Pesquisadora

Guilherme Anselmo Guimarães dos Santos – Aluno de Mestrado – Pesquisador

Leonardo Alencar de Oliveira – Aluno de Mestrado – Pesquisador

Luíza Santana Franca - Aluna de Mestrado – Pesquisadora

Maurício de Figueiredo Preger – Aluno de Mestrado – Pesquisador

Vicente Aprigliano Fernandes – Aluno de Mestrado – Pesquisador

Vito Longhi Rodrigues – Aluno de Mestrado – Pesquisador

Danielle Castelo Branco – Aluna de Graduação - Pesquisadora

Rafael Queiroz – Aluno de Graduação – Pesquisador

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela contribuição financeira para elaboração da pesquisa.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Objetivo	4
1.2. Conteúdo do Relatório	4
2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	4
2.1 Atividades no período de 2012 (março a dezembro).....	4
2.2 Atividades no período de 2013.....	6
2.3 Atividades no período de 2014.....	6
2.4 Atividades no período de 2015.....	7
2.5 Atividades no período de 2016 (janeiro a março)	8
3. PRINCIPAIS PRODUTOS	8
3.1 Artigos publicados	8
3.2 Artigos submetidos em fase de avaliação	9
3.3 Artigos em fase de aprimoramento	9
3.4 Livros publicados.....	9
3.5 Teses, dissertações e estudo de pós-doutorado	10
4 CONCLUSÕES.....	11
APÊNCIDE A	13
APÊNCIDE B	19
APÊNCIDE C	34
APÊNCIDE D	54

APRESENTAÇÃO

Este é o Relatório Final das atividades desenvolvidas dentro do escopo do projeto intitulado “Gestão sustentável do transporte de carga no apoio à prática da logística verde” elaborado com a finalidade de apresentar os resultados alcançados ao longo do período de Pesquisa de Produtividade do professor e pesquisador Márcio de Almeida D’Agosto do Programa de Engenharia de Transportes (PET) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

As pesquisas realizadas sob a orientação do professor Márcio D’Agosto no âmbito deste projeto contaram com participação de pesquisadores, alunos de graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado e professores que atuam no Laboratório de Transporte de Cargas (LTC), do Programa de Engenharia de Transporte (PET), pertencente ao Instituto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

1. INTRODUÇÃO

O conceito de logística está associado às atividades de planejamento, implantação e controle do fluxo de mercadorias, serviços e informações, do ponto de origem (suprimento de matérias primas, partes e componentes) até ao ponto de destino (cliente final), com objetivos voltados para redução de custos totais e ampliação do nível de serviço. (NOVAES, 2007).

Para Mckinnon *et al.* (2010), além da visão tradicional, com obtivo de reduzir custos e ampliar o nível de serviço, a logística deve objetivar também a redução dos impactos ambientais promovidos por suas atividades, principalmente no que diz respeito as atividades de transportes em função de ser uma de suas mais importantes atividades principais. Nesse contexto, termos como logística de baixo carbono, logística verde e logística sustentável, parecem acrescentar ao termo “logística” características relacionadas aos aspectos ambientais. No entanto, Bretzke e Barkawi (2013) e o próprio Mckinnon *et al.* (2010) apontam a necessidade de uma exposição mais clara a cerca destes conceitos e abrangências. Nesse contexto, uma revisão de literatura é oportuna para melhor entendimento desses termos, além de facilitar a análise e interpretação dos resultados de sua aplicação (ROWLEY E SLACK, 2004).

De forma sintética, pode-se dizer que um bom sistema de transporte é responsável por aumentar a competitividade do mercado na medida em que possibilita que bens e serviços sejam comercializados, a preço competitivo, em lugares distantes de onde foram produzidos (CHAABANE *et al.*, 2012). Portanto, o transporte de carga é uma atividade vital para o bom desempenho na locomoção de cargas e prestação de serviços, além de contribuir com a ampliação dos resultados econômicos e financeiros de uma empresa. (LINDHOLM e BEHENDS, 2012).

Por outro lado, a movimentação de carga realizada em uma cadeia de suprimentos prejudica a qualidade do ar local, gera ruído e vibração, provoca acidentes e contribui significativamente com o aquecimento global (MCKINNON *et al.*, 2010). O *Committee on Climate Change* (2015) aponta que o transporte pode vir a ser responsável por entre 15% e 30% do total de emissões de CO₂ até 2050, mesmo com uma melhoria entre 33% e 50% na eficiência energética dos veículos. Além disso, a energia consumida no

transporte rodoviário de carga aumenta em um ritmo muito maior do que a energia consumida por automóveis e ônibus (*EUROPEAN COMMISSION*, 2003).

Portanto, medidas que busquem conciliar a maximização dos lucros e o aumento do nível de serviço e a da competitividade das empresas, sem comprometer seu desempenho ambiental são prioritárias para o bom desempenho das atividades logísticas, em particular no que se refere ao transporte de carga, uma de suas principais funções.

1.1. Objetivo

Objetivou-se com este projeto investigar como a gestão do transporte de carga pode contribuir com a prática da logística verde. Para isso, buscou-se entender quais as peculiaridades, semelhanças e diferenças entre os conceitos de logística sustentável, logística verde e logística de baixo carbono e identificar um conjunto de práticas associadas à gestão sustentável do transporte de cargas relacionadas a estes conceitos com aplicação em diferentes cadeias de suprimento. Além disso, com a finalidade de complementar pesquisas que já estavam em desenvolvimento, buscou-se propor formas de aplicação da gestão sustentável do transporte de carga na cadeia de suprimentos de combustíveis fósseis, biocombustíveis e na cadeia de logística reversa dos pneus inservíveis, de forma a caracterizar a aplicação da logística verde.

1.2. Conteúdo do Relatório

A partir desta introdução, este relatório está dividido em quatro seções. Na seção dois, apresentam-se as atividades desenvolvidas durante os anos de 2012 (parcial), 2013, 2014, 2015 e 2016 (parcial), totalizando os 48 meses estabelecidos para o projeto. Na seção três encontra-se a descrição dos principais produtos obtidos a partir da realização deste projeto. Por fim, na seção quatro, apresentam-se as conclusões, limitações e sugestões para projetos futuros.

2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Nesta seção serão descritas todas as atividades desenvolvidas para o desenvolvimento do projeto.

2.1 Atividades no período de 2012 (março a dezembro)

As atividades 1 e 2 apresentadas a seguir, estão relacionadas com o cronograma inicial de atividades previstas na Etapa 1, fases 1 e 2 do projeto.

- ❖ Atividade 1 – Elaboração do procedimento de Revisão Bibliográfica Sistemática a fim de entender quais as peculiaridades, semelhanças e diferenças entre os conceitos de logística sustentável, logística verde e logística de baixo carbono e identificar um conjunto de práticas associadas à gestão sustentável do transporte de cargas.

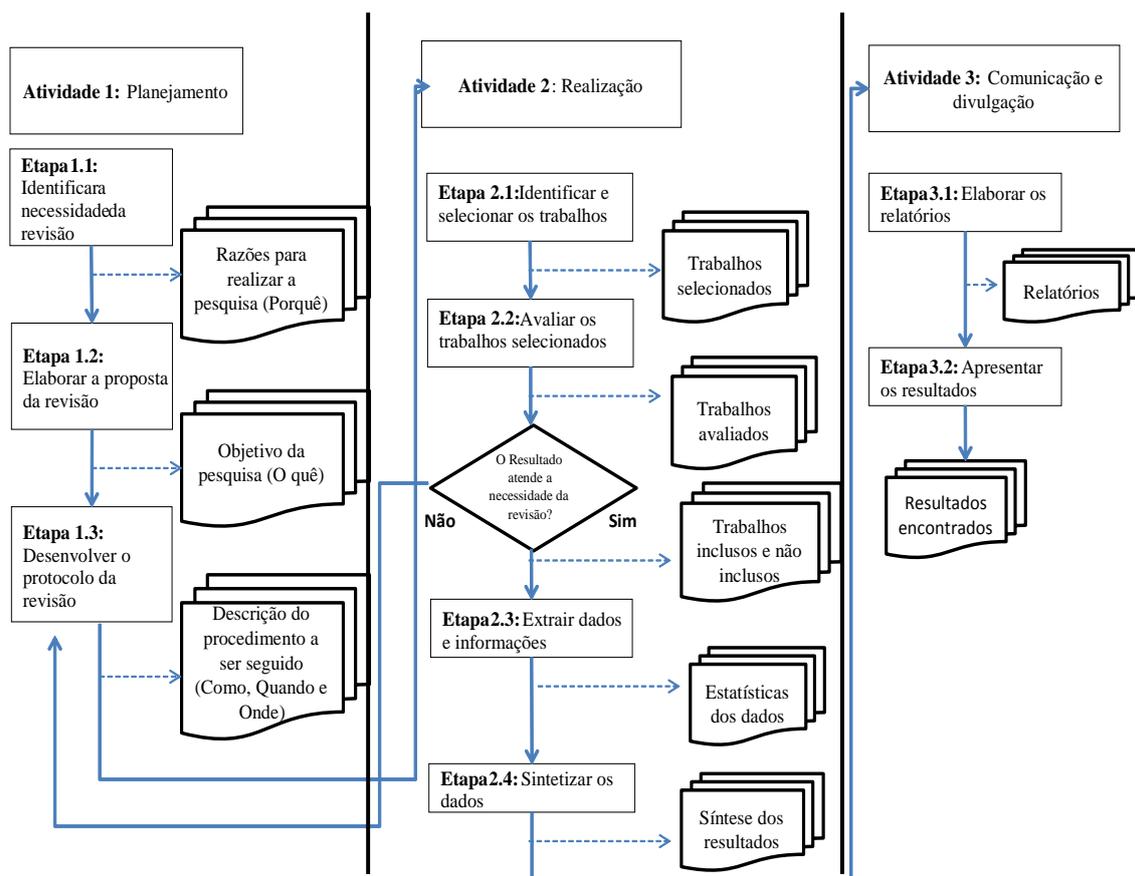
Optou-se por fazer uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), pois esta aumenta a confiabilidade dos resultados e diminui a possibilidade de erros (*COOK et al.*, 1997; *BERETON et al.*, 2007). Com o intuito de alcançar este fim e de acordo com Tranfield, Denyer e Smart (2003), a revisão bibliográfica sistemática é composta por três atividades: o planejamento, a realização e a comunicação e divulgação (Figura 1).

O procedimento para o planejamento da RBS consiste em três etapas: (1) Identificar a necessidade da revisão; (2) Elaborar a proposta da revisão; (3) Desenvolver o protocolo da revisão.

O procedimento para a realização da RBS consiste em quatro etapas: (1) Identificar e selecionar os trabalhos; (2) Avaliar os trabalhos selecionados; (3) Extrair dados e informações; (4) Sintetizar os dados.

O procedimento para comunicação e divulgação dos resultados da RBS consiste em duas etapas: (1) Elaborar os relatórios e (2) Apresentar os resultados.

A RBS é um estudo secundário que busca reunir, sintetizar e integrar resultados primários. Permite que se obtenha uma base de dados que justifique algum resultado ou conclusão. Para Becheikh *et al.* (2006), existem algumas diferenças entre a revisão narrativa tradicional e a RBS e a mais significativa delas é que a primeira não segue um procedimento para obtenção de dados e informações, já a segunda, utiliza um processo científico rigoroso e que pode ser replicado e aprimorado quantas vezes forem necessárias.



Fonte: Elaboração própria com base em Tranfield, Denyer e Smart (2003).

Figura 1: Procedimento de RBS adotado no estudo.

❖ Atividade 2 – Elaboração do Planejamento da RBS.

Como atividade inicial para realização da RBS, tem-se o planejamento da revisão e esta, divide-se em três etapas: (1) Identificar a necessidade da revisão; (2) Elaborar a proposta da revisão; (3) Desenvolver o protocolo da revisão.

Tendo em vista que o objetivo estabelecido para o projeto e descrito na atividade 1 deste relatório, optou-se por fazer duas RBS diferentes. A primeira teve por objetivo entender as peculiaridades, semelhanças e diferenças entre os conceitos de logística sustentável, logística verde e logística de baixo carbono (objetivo 1). A segunda revisão teve por objetivo identificar um conjunto de práticas associadas à gestão sustentável do transporte de cargas (objetivo 2).

A descrição completa do planejamento da RBS para atingir os objetivos 1 e 2 estabelecidos neste estudo, podem ser verificados no APÊNDICE A deste relatório.

2.2 Atividades no período de 2013

A atividade apresentada a seguir, está relacionada com o cronograma inicial de atividades previstas na Etapa 2, fase 1 do projeto.

❖ Realização, comunicação e divulgação da RBS.

Neste momento do projeto, fez-se a identificação, seleção, avaliação, extração e síntese dos dados, atividades que compreendem a realização da RBS.

Logo após, elaboraram-se os relatórios e apresentaram-se os resultados encontrados, atividade que compreende a comunicação e divulgação da RBS.

Os resultados relacionados ao objetivo 1, podem ser verificados no APÊNDICE B deste relatório.

2.3 Atividades no período de 2014

A atividade apresentada a seguir, está relacionada com o cronograma inicial de atividades previstas na Etapa 2, fase 2 do projeto.

❖ Realização, comunicação e divulgação da RBS.

Neste momento do projeto, fez-se a identificação, seleção, avaliação, extração e síntese dos dados, atividades que compreendem a realização da RBS.

Logo após, elaboraram-se os relatórios e apresentaram-se os resultados encontrados, atividade que compreende a comunicação e divulgação da revisão.

Os resultados relacionados ao objetivo 1, podem ser verificados no APÊNDICE C deste relatório.

Tais atividades, descritas nos subitens 2.2 e 2.3 desse relatório, proporcionam a consolidação conceitual e a elaboração da análise dos resultados obtidos na RBS. Dessa

forma, verificou-se como a gestão sustentável do transporte de carga pode contribuir para a prática da logística verde.

Como parte do projeto Gestão sustentável do transporte de carga no apoio à prática da logística verde em megacidades. O estudo de caso do Rio de Janeiro (Processo CNPq 457121/2012-2), que teve interface com as atividades deste projeto, em setembro de 2014, o professor da Escola Politécnica da UFRJ e pesquisador associado do LTC/PET/COPPE/UFRJ, Lino Guimarães Marujo, deu início a sua pesquisa de Pós-Doutorado no CTL/MIT (Projeto CNPq - PDE-248618/2013-0), com duração de 8 meses.

2.4 Atividades no período de 2015

As atividades 1 e 2 apresentadas a seguir, estão relacionadas com o cronograma ajustado (foram concedidos mais 12 meses para realização do projeto em função da mudança de classificação da Bolsa de Produtividade concedida pelo CNPq – a solicitação foi feita para como Pesquisador 2 e a concessão foi feita como pesquisador 1D, passando logo em seguida para 1B) de atividades previstas na Etapa 3 do projeto.

Nesta etapa objetivou-se verificar como a gestão sustentável do transporte de carga pode contribuir para a prática da logística verde de forma abrangente. Em paralelo foi feita a sua aplicação na cadeia de suprimentos dos combustíveis fósseis e dos biocombustíveis e na cadeia de logística reversa dos pneus inservíveis, dando continuidade a pesquisas que já estavam em andamento antes da concessão da bolsa.

Com base nas duas etapas de RBS realizadas neste estudo verificou-se que 33 boas práticas são capazes de contribuir com a prática da logística verde e que estas estão voltadas para promoção da redução da atividade de transporte (redução da distância dos percursos, melhoria do tráfego, aprimoramento do uso da capacidade dos veículos etc.), a diminuição da intensidade energética (melhoria do projeto do veículo¹ e do projeto do sistema de propulsão do veículo²), a maior oferta de infraestrutura (possibilidade de realização da transferência modal e da promoção de melhorias das condições de operação do modo convencional) e para a escolha de fontes de energia de baixo teor de carbono (utilização das fontes de energia convencionais - derivadas de petróleo e das fontes de energias alternativas).

- ❖ Atividade 1 – Aplicação na cadeia de suprimentos dos combustíveis fósseis e dos biocombustíveis.

Verificou-se que as boas práticas identificadas podem ser aplicadas de forma ilimitada nos sistemas logísticos e nas cadeias de suprimento. Isso também se aplica aos combustíveis fósseis e biocombustíveis, tanto no segmento de suprimentos quanto na distribuição física de produtos acabados. Os impactos de suas aplicações podem ser verificados por meio de técnicas como a Análise de Ciclo de Vida (ACV), escolhida para aplicação a cadeia de suprimento de combustíveis fósseis e biocombustíveis. Tais estudos foram realizados e disponibilizados por meio da publicação de artigos

¹ Redução da força de resistência ao movimento (resistência aerodinâmica, resistência ao rolamento e o peso do veículo).

² Melhoria do motor de combustão interna e melhoria do seu sistema de transmissão mecânico, utilização de motores híbridos e dos motores elétricos.

científicos e podem ser verificados na seção 3, deste relatório, onde se verificam os principais produtos do projeto.

❖ Atividade 2 – Aplicação na cadeia de logística reversa dos pneus inservíveis.

No que diz respeito à cadeia de logística reversa dos pneus inservíveis, desenvolveu-se um estudo a fim de avaliar o grau de sustentabilidade de cadeias de suprimento reversas. Para isso, elaborou-se um procedimento capaz de auxiliar o governo e tomadores de decisão na avaliação de diferentes alternativas de cadeias de suprimento reversas do pneu inservível, considerando aspectos econômicos, ambientais e sociais, com o intuito de verificar qual(is) os destino(s) mais adequado(s) para este resíduo sob o enfoque da sustentabilidade. Tal procedimento pode ser verificado no APÊNDICE D, deste relatório.

2.5 Atividades no período de 2016 (janeiro a março)

As atividades desenvolvidas neste período referem-se à elaboração e revisão deste relatório.

3. PRINCIPAIS PRODUTOS

Ao longo da execução do projeto “Gestão sustentável do transporte de carga no apoio à prática da logística verde” foi possível realizar estudos paralelos e totalmente afins com o escopo e objetivo do projeto. A escolha deste procedimento de trabalho busca integrar linhas de pesquisa e projetos desenvolvidos pelo pesquisador bolsista e sua equipe e permite obter uma melhor seleção de produtos, tais como artigos científicos, livros, teses e dissertações.

3.1 Artigos publicados

Nesta subseção, têm-se a lista dos artigos já publicados (7 artigos). Sob a orientação do professor Márcio D’Agosto, pesquisadores do LTC/PET/COPPE/UFRJ obtiveram a publicação de 2 artigos em periódico internacional (Qualis A1 - JCR: 1,937 e 3,280), 2 artigos em periódico Nacional (Qualis B2 e B4), 3 artigos em congresso internacional e 1 artigo em congresso nacional.

- Oliveira, L. A., D’Agosto, M. A., Fernandes, V. A., Oliveira, C. M. (2014) A financial and environmental evaluation for the introduction of diesel-hydraulic hybrid-drive system in urban waste collection. *Transportation Research Part D*, V. 31, pp. 100–109 (Qualis A1 - JCR: 1,937).
- Souza, C. D. R. de e D’Agosto, M. de A. (2013) Value chain analysis applied to the scrap tire reverse logistics chain: An applied study of co-processing in the cement industry. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 78, Pages 15-25 (Qualis A1 - JCR: 3,280).
- Fernandes, V. A., D’Agosto, M. A., Oliveira, C. M., Assumpção, F. C., Deveza, A. C. P. (2015) Eco-driving: uma ferramenta para aprimorar a sustentabilidade do transporte de resíduos urbanos. *Revista Transportes*, v. 23, n. 2, 2015. ISSN: 2237-1346 (online). DOI: 10.14295/transportes.v23i2.773 (Qualis B2).
- Cachiolo, A. D.; D'Agosto, M. A; Assumpção; Franca, L. S. (2013) O impacto do uso de biodiesel e diesel de cana de açúcar nos custos de uma empresa de

transporte urbano de cargas. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 5, p. 173-184, 2013 (Qualis B4).

- Ferreira, A. F.; Almeida D'Agosto, Márcio; Marujo, L. G. (2014) *Intermodalism in The Last Mile Distribution in Urban Centers: an Application in Beverages Distribution in Rio de Janeiro*. In: IX Scale Latin-America Workshop, Cambridge. MIT Global Scale Network - IX Scale Latin-America Workshop. Cambridge: MIT Global Scale Network, 2014. v. 1. p. 13-14.
- Oliveira, C. M.; D'Agosto, M.; Mello, A. L. D.; Gonçalves, F. S.; Gonçalves, D. N. S.; Assumpção, F. C. (2015). Identificando os desafios e as boas práticas para o transporte urbano de cargas, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática. In: XXIX ANPET (Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes).
- Oliveira, C. M.; D'Agosto, Preger, M. F.; Gonçalves, F. S.; Gonçalves, D. N. S.; Assumpção, F. C.; Marujo, L. G. (2016) Evaluation of best practices introduction for the managerial improvement in the urban freight transport. In: X Scale Latin-America, Boston, EUA.

3.2 Artigos submetidos em fase de avaliação

Nesta subseção, têm-se a lista dos artigos já submetidos e em fase de avaliação por parte dos editores de revistas. Realizou-se a submissão de 3 artigos em periódicos internacionais (Qualis A1).

- Oliveira, C. M., D'Agosto, M. A., Franca, L. S., Assumpção, F. C., Queiroz, R. C. (2015). Boas práticas para o transporte urbano de carga: Uma aplicação quanto à sustentabilidade socioambiental para a megacidade do Rio de Janeiro. Revista: *Journal of Physical Distribution nad Logistics Management*.
- Oliveira, C. M., D'Agosto, M. A., Franca, L. S., Assumpção, F. C. (2015). *Identificando práticas e atributos de sustentabilidades aplicados ao transporte de carga*. Revista: *Transport Review*.
- Souza, C. D. R. de e D'Agosto, M. de A. (2014) Assessment of reverse supply chains from a standpoint of sustainability: Review of the literature. *Resources, Conservation and Recycling*.

3.3 Artigos em fase de aprimoramento

Além dos artigos publicados e submetidos, ainda têm-se os artigos em fase de aprimoramento do texto. Pretende-se submeter ainda 1 artigo em revista internacional.

- Oliveira, C.M., D'Agosto, M. A., Rosa, R. A., Assumpção, F. C., Deveza, A. C. P., Franca, L. S. *Low carbon logistics, green logistics & sustainable logistics: establishing concepts and scope*. Revista: *Transport Review*.

3.4 Livros publicados

Com base nos resultados alcançados na pesquisa de campo, pesquisadores do LTC/PET/COPPE/UFRJ em parceria com pesquisadores do CTL/MIT produziram um capítulo do livro intitulado “*Reaching 50 million nanostores*”. Trata-se de um livro direcionado aos profissionais de varejo em mercados emergentes, com foco nas

megacidades. Os pesquisadores Amanda Ferreira, Lino Marujo e Márcio D'Agosto participarão com o capítulo *Intermodality in the Last Mile Distribution in Urban Centers: an application for the distribution of beverages in Rio de Janeiro, Brazil*.

3.5 Teses, dissertações e estudo de pós-doutorado

Nesta subseção, têm-se a apresentação de 6 dissertações e 2 teses de doutorado que foram elaboradas sob a orientação do professor Márcio D'Agosto a partir da execução do projeto “Gestão sustentável do transporte de carga no apoio à prática da logística verde”.

Faz-se também a apresentação da pesquisa de pós-doutorado do professor da Escola Politécnica da UFRJ e pesquisador associado do LTC/PET/COPPE/UFRJ, Lino Guimarães Marujo que embora não tenha sido orientada pelo professor Márcio D'Agosto teve relação com este projeto.

- **Dissertação de Mestrado:**

Autor: Antonio Donizeti Cachiolo. **Título:** Operação Eco-Eficiente como critério de sustentabilidade no transporte de suprimentos de supermercados. O caso da Replace Transportadora Ltda. **Conclusão:** Junho 2012.

Autor: Leonardo Alencar de Oliveira. **Título:** Avaliação da sustentabilidade operacional de veículo híbrido diesel-hidráulico. Uma aplicação à coleta de resíduos em área urbana. **Conclusão:** Dezembro 2012.

Autor: Guilherme Anselmo dos Santos. **Título:** Escolha de alternativas para o transporte de calcário siderúrgico sob o enfoque ambiental. **Conclusão:** Junho 2012

Autor: Vito Longhi Rodrigues. **Título:** Análise dos impactos ambientais da navegação de cabotagem no Brasil: o caso do transporte de minério de ferro para a siderúrgica do PECÉM. **Conclusão:** Maio 2013

Autor: Vicente Aprigliano Fernandes. **Título:** *Eco-driving*: uma ferramenta sustentável aplicado ao transporte de carga. **Conclusão:** Dezembro 2013.

Autora: Amanda Fernandes Ferreira. **Título:** Uma avaliação ambiental da unificação de caminhão e triciclo na distribuição física de bebidas na Cidade do Rio de Janeiro. **Conclusão:** Março 2015.

- **Tese de Doutorado**

Autora: Cintia Machado de Oliveira. **Título:** Aprimorando a sustentabilidade da logística por meio da gestão da operação do transporte de carga. **Previsão de conclusão:** Dezembro de 2016.

Autora: Cristiane Souza Duarte. **Título:** Avaliação de cadeias logísticas reversas sob o enfoque da sustentabilidade: o caso do pneu inservível. **Previsão de conclusão:** Maio de 2016.

- **Estudo de Pós-Doutorado**

Autor: Lino Marujo. **Título:** Modelagem de sistemas multimodais de distribuição de mercadorias em Megacidades. **Projeto:** PDE-248618/2013-0. **Conclusão:** Junho de 2015.

4 CONCLUSÕES

A oportunidade de exploração dos conceitos efetivos de sustentabilidade ambiental na cadeia logística, por meio da realização deste estudo, proporcionou o entendimento de quais as peculiaridades, semelhanças e/ou diferenças entre os conceitos de logística de baixo carbono, logística verde e logística sustentável. Os resultados alcançados permitiram o aprimoramento e a disseminação de conhecimento capaz de promover uma melhoria na prática do processo produtivo e oferecer uma contribuição inédita ao tema.

Após obter maior entendimento a cerca dos conceitos que nortearam este estudo, buscou-se investigar um conjunto de boas práticas associadas à gestão sustentável do transporte de cargas, que é uma das principais funções logísticas.

Refinando o entendimento quanto a aplicação e expandindo o escopo da proposta inicial, verificou-se que as boas práticas identificadas para o transporte de carga podem ser aplicadas a qualquer cadeias de logísticas, o que inclui a cadeia de suprimentos de combustíveis fósseis, biocombustíveis e cadeia logística reversa dos pneus inservíveis e demonstraram grande potencial em contribuir com a prática da logística sustentável, na medida em tem potencial de proporcionar melhorias dos aspectos ambientais, sociais e econômicos simultaneamente.

O estudo apontou que a decisão de adotá-las precisa ser tomada nos diferentes níveis de planejamento organizacional e deve ser seguida de ações, tais como o estabelecimento de um plano de ação estratégico que contemple os objetivos e as metas a serem alcançados, bem como os métodos a serem utilizados, os recursos humanos e financeiros disponíveis e os prazos e serem cumpridos. Adicionalmente, para a cadeia de logística reversa dos pneus inservíveis, foi possível propor um procedimento capaz de avaliar o grau de sustentabilidade de qualquer cadeia de suprimento reversa.

Verificou-se que, além da análise de desempenho de cada uma das boas práticas identificadas, é possível avaliá-las também por meio de ferramentas como a Análise de Ciclo de Vida (ACV) de forma a caracterizar a aplicação da logística verde nas empresas.

Quanto às sugestões para trabalhos futuros, têm-se estudos que sejam capazes de contribuir com o aprimoramento do transporte urbano de cargas, tendo em vista que a distribuição física se mostrou mais complexa e com grande flexibilidade para aplicação das boas práticas identificadas.

REFERÊNCIAS

BECHEIKH, N., LANDRY, R. e AMARA, N. “Lessons from innovation empirical studies in the manufacturing sector: A systematic review of the literature from 1993-2003”, *Technovation* v. 26, pp. 644-664, 2006. doi:10.1016/j.technovation.2005.06.016.

BERETON, P., KITCHENHAM, B. A., BUDGEN, D. et al “Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain”, *The Journal of System and Software* v. 80, pp. 571-583, 2007. Doi:10.1016/j.jss.2006.07.009

BRETZKE, W-R. e BARKAWI, K. "Sustainable Logistics. Response to a Global Change", Springer-Verlag Berlim Heidelberg, 2013. Doi:10.1007/978-3-642-34375-91

CHAABANE, A., RAMUDHIN, A. e PAQUET M. "Design of sustainable supply chains under the emission trading scheme", Int. J. Production Economics v.13, pp. 37-48, 2012. Doi:10.1016/j.ijpe.2010.10.025

COMMITTEE ON CLIMATE CHANGE, Meeting Carbon Budgets - Progress in reducing the UK's emissions, 2015.

COOK, D.J., MULROW, C.D. e HAYNES, R.B. "Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions", *Annals of Internal Medicine* v.126, n.5, pp. 376-380, 1997.

EUROPEAN COMMISSION, European energy and transport trends to 2003, DG TREN, Brussels, 2003.

LINDHOLM, M. "How local authority decision makers address freight transport in the urban area", *Procedia - Social and Behavioral Sciences* v. 39, pp. 134 – 145, 2012.

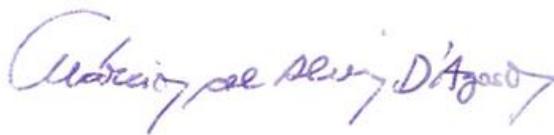
MCKINNON, A., CULLINANE, S., BROWNE, M. et al, Green logistics: improving the environmental sustainability of logistics. V.1 Londres, Philadelphia, Nova Delhi, Kogan Page, 2010.

NOVAES, A. G., Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2007.

ROWLEY, J. e SLACK, F. "Conducting a literature review", *Management Research News* v.27, n.6, pp. 31-39, 2004 Doi:10.1108/01409170410784185

TRANFIELD, D., DENYER, D. e SMART, P. "Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review", *British Journal of Management* v.14, pp. 207-222, 2003.

Acreditando ter atendido as expectativas do CNPq quanto a este projeto, subscreve;



Márcio de Almeida D'Agosto
Coordenador do Projeto

APÊNCIDE A

1. Planejamento da revisão bibliográfica sistemática - Objetivo 1

Como primeira atividade do método, se realiza o planejamento de revisão bibliográfica sistemática conforme descrito a seguir.

1.1 Etapa 1.1: Identificar a necessidade da revisão

Logística é um termo relacionado às atividades de transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos, a partir da extração de matéria-prima até o atendimento dos clientes finais. Dentro desse conceito, deve-se considerar, além do fluxo direto dos materiais, o seu fluxo inverso (logística reversa), que pode ter a finalidade de realizar pequenos reparos no material, de devolver o material, de retornar com as embalagens dos materiais ou para fins de reciclagem do material. Nos últimos 50 anos, vêm sendo considerada como um fator determinante para o desempenho dos negócios empresariais, para a formação de uma profissão e para o crescimento da área de pesquisa acadêmica e desde então, seu objetivo principal tem sido o de maximizar a rentabilidade, visando reduzir custos. Porém, nos últimos anos, surge o interesse da sociedade para com os impactos dessa atividade e, com isso, a consequente pressão para as empresas reduzirem os impactos ambientais de suas operações logísticas, sejam elas de fluxo direto ou reverso de materiais (MCKINNON *et al*, 2010).

Nesse contexto, termos como logística sustentável, logística verde e logística de baixo carbono, devem ser conceituados, entendidos e diferenciados entre si, de modo que se possa inserir efetivamente a questão socioambiental na prática da logística. Além disso, tem-se a necessidade de analisar como as atividades logísticas se relacionam com cada um dos termos acima referidos.

1.2 Etapa 1.2: Elaborar a proposta da revisão

Esta revisão bibliográfica sistemática tem como objetivo principal identificar os conceitos de logística sustentável, logística verde e logística de baixo carbono, as peculiaridades, semelhanças e/ou diferenças entre eles, para assim, disseminar o conhecimento e promover uma melhoria na prática do processo produtivo.

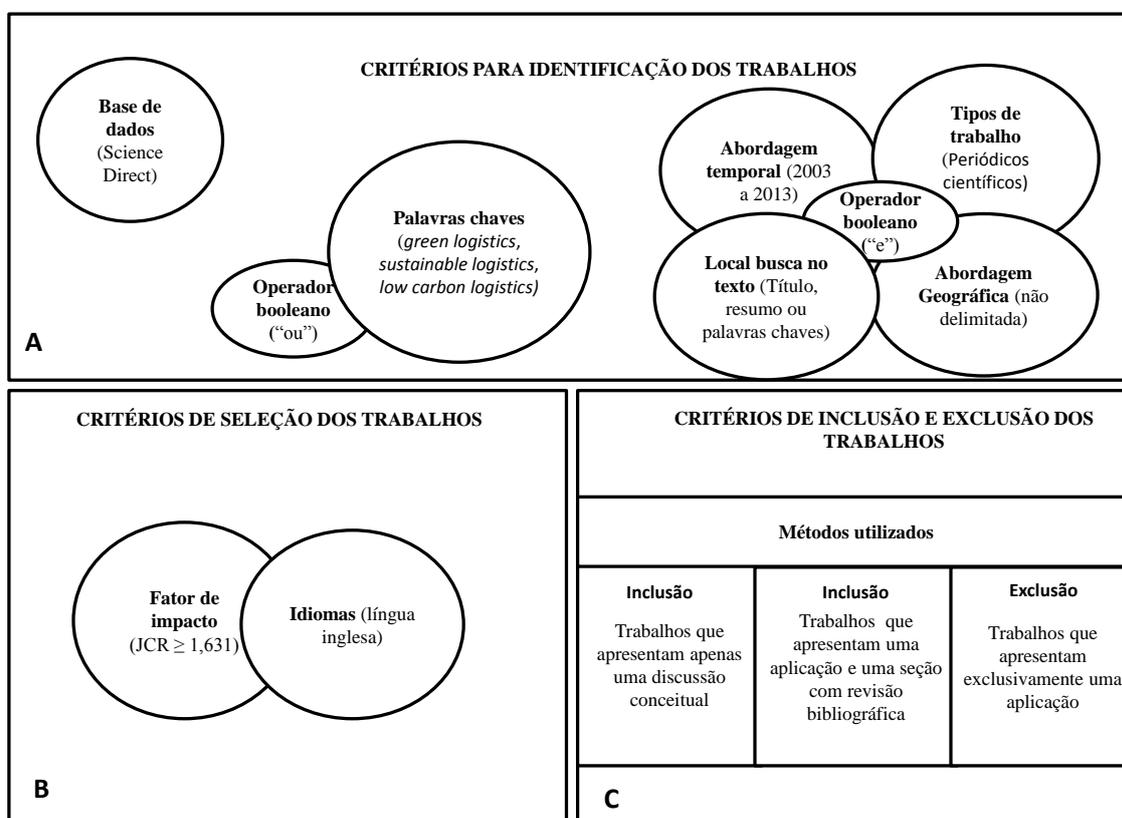
Como objetivos secundários pretende-se identificar outros termos que possam ser associados a práticas semelhantes e a abrangência da aplicação desses conceitos, contribuindo para uma melhor tomada de decisão nas empresas.

1.3 Etapa 1.3: Desenvolver protocolo de revisão

Para identificação dos artigos realizou-se uma busca, conforme Figura 1A, na base de dados *on-line Science Direct*, que além de ser uma base de consulta gratuita, disponibiliza estudos que passam por uma avaliação criteriosa de especialistas, garantindo dessa forma, a qualidade do material consultado. A seleção se deu por meio das palavras chaves *green logistics*, *sustainable logistics* e *low carbon logistics*, ou seja, logística verde, logística sustentável, e logística de baixo carbono. Também se utilizou os operadores booleanos “ou” e “e”, possibilitando assim, a combinação dos critérios de identificação dos trabalhos. A busca por meio das palavras-chaves foi realizada no título, no resumo e nas palavras-chaves dos artigos. O período alvo para realização dessa pesquisa foi de 2003 a 2013. Não se adotou uma delimitação geográfica específica, tendo em vista que este é um tema discutido por acadêmicos e profissionais de todos os continentes do planeta.

Ainda, para identificação dos trabalhos, excluíram-se livros, teses, dissertações, periódicos profissionais e conferências, pois, segundo Nord e Nord (1995) e Ngai e Wat, (2002), profissionais e pesquisadores utilizam periódicos científicos para adquirir informações e divulgar novos resultados o que justifica a limitação da pesquisa em periódicos científicos.

Para seleção dos trabalhos (Figura 1B) considerou-se periódicos científicos, escritos na língua inglesa (idioma). Além disso, adotou-se o critério do fator de impacto (*Journal Citation Report* – JCR) maior ou igual a 1,631 que, no Brasil, são classificados, segundo a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior (CAPES), como A1 e A2, quando classificados na área das Engenharias I, na qual este trabalho está inserido. Essa escolha pautou-se no objetivo de obter trabalhos de excelente qualidade nacional, atestada por meio da classificação da CAPES e a qualidade internacional atestada por meio da classificação JCR.



Fonte: Elaboração própria com base em Tranfield, Denyer e Smart (2003).

Figura 1: Critérios de identificação, seleção, inclusão e exclusão dos trabalhos.

Como critérios de inclusão e exclusão (Figura 1C), adotou-se a verificação da metodologia utilizada nos trabalhos selecionados. Artigos que apresentaram uma discussão conceitual dos termos selecionados para identificação dos artigos ou os que apresentaram uma aplicação dos conceitos com uma seção de revisão bibliográfica foram incluídos para realização desta revisão bibliográfica sistemática, já os trabalhos que apresentaram exclusivamente uma aplicação foram excluídos.

O registro dessa coleta foi feito por meio de um banco de dados, com o qual foi possível classificar, analisar e avaliar os artigos que foram empregados na revisão bibliográfica sistemática.

2. Planejamento da revisão bibliográfica sistemática - Objetivo 2

Como primeira atividade do método se realiza o planejamento da revisão bibliográfica sistemática conforme descrito a seguir.

2.1 Etapa 1.1: Identificar a necessidade da revisão

Ações que possibilitam a maximização dos lucros são condições indiscutíveis na atividade logística. Adicionalmente, uma gestão que promova a redução da intensidade de uso dos transportes, a adequada escolha de modos de transporte e de equipamentos de movimentação de carga, a otimização do seu regime operacional, a introdução de sistemas de gestão da eficiência ambiental, a introdução de novas tecnologias de propulsão e o uso de fontes alternativas de energia são ações que buscam melhorar a sustentabilidade das cadeias logísticas por meio da atividade de transportes e já estão ganhando prioridade nas empresas, diante da pressão social.

Nesse contexto, identificar possíveis boas práticas associadas à gestão do transporte de cargas, sob o ponto de vista da sustentabilidade, se faz necessário para o aprimoramento do desempenho das cadeias logísticas.

2.2 Etapa 1.2: Elaborar a proposta da revisão

A metodologia ASIF foi introduzida pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*) em seu primeiro relatório em 1991 e considera 4 linhas de atuação para reduzir o consumo de energia fóssil nos transportes, por conseguinte a emissão de CO₂ e, indiretamente, a emissão de poluentes atmosféricos, promovendo além de benefícios ambientais, benefícios sociais indiretos. Estas linhas de atuação são: redução da atividade de transporte (A - “*activity*”), oferta de infraestrutura (S - “*structure*”), diminuição da intensidade energética (I - “*intensity*”) e escolha de fontes de energia de baixo teor de carbono (F - “*fuel*”) (Schipper *et al.*, 2000). Tal método continua sendo utilizado pelo IPCC até a data presente e foi considerado no mais recente relatório de avaliação de impactos globais dos transportes (Sims, R *et al.*, 2014),

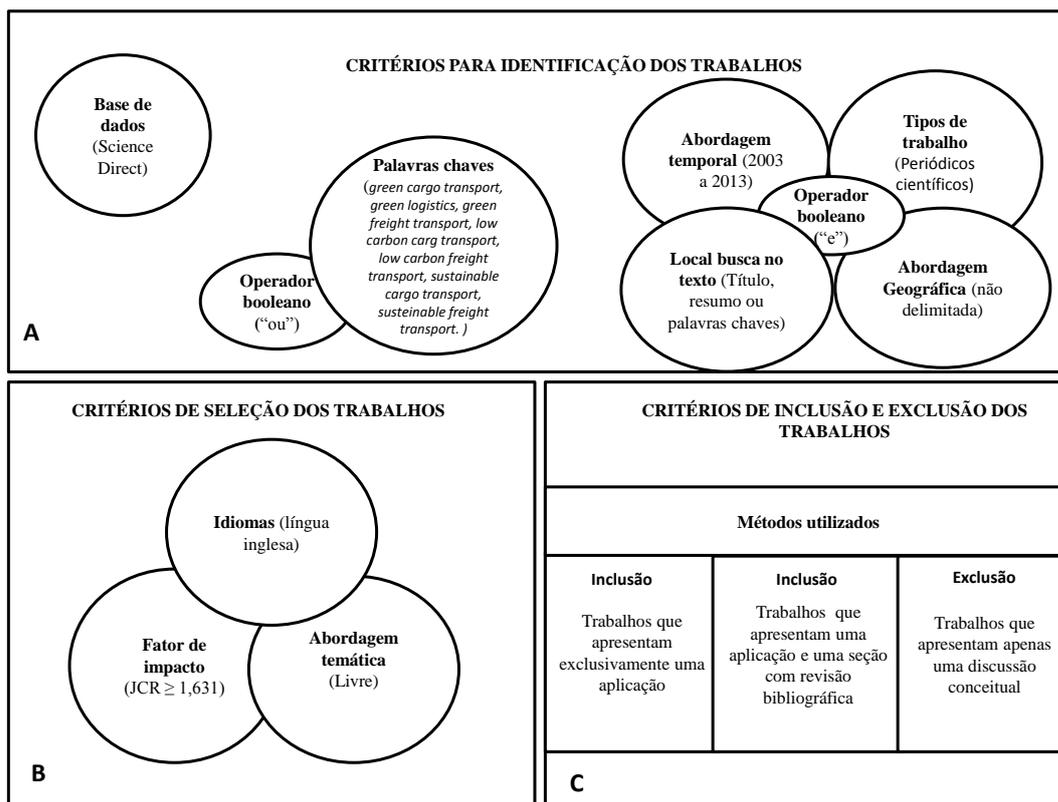
No projeto de uma cadeia logística, três níveis de planejamento para a tomada de decisão devem ser considerados: (1) o nível estratégico, onde se considera decisões de longo prazo, como por exemplo: a configuração das cadeias de suprimento, a identificação e localização de centros de distribuição (CD's), a escolha do modo de transporte e a integração das funções principais da logística; (2) o nível tático, onde se considera decisões de médio prazo, tais como: o dimensionamento das frotas, a seleção de fornecedores, os canais de distribuição, a otimização da frota e o sequenciamento de operações e (3) o nível operacional, onde se considera decisões de curto prazo que incluem atividades “rotineiras” da operação tais como: a roteirização e sequenciamento operacional, a alocação da frota e a consolidação de carga (MCKINNON, 2010). Além disso, segundo Sobral (2008), o nível estratégico deve assegurar que haverá recursos humanos e financeiros para seus projetos, enquanto o nível tático deve colocar em ação os projetos e garantir que estes, estarão alinhados às decisões estratégicas estabelecidas. Já o nível operacional deve colocar em prática todas as tarefas estabelecidas como prioritárias para o alcance dos objetivos estratégicos da organização.

Dessa forma, o objetivo principal desta revisão é identificar, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática, um conjunto de boas práticas associadas à gestão sustentável do transporte de cargas, os atributos de desempenho a elas associadas e os possíveis impactos de sua adoção. Além disso, pretende-se agrupar as boas práticas de acordo com a metodologia ASIF a fim de identificar o meio de intervenção para adoção das boas práticas, o agente de sua implantação e a qual nível de planejamento estão relacionadas.

2.3 Etapa 1.3: Desenvolver protocolo de revisão

Para identificação dos estudos a serem incluídos neste trabalho, realizou-se uma busca, na base de dados *on line Science Direct*, que além de ser uma base de consulta gratuita, disponibiliza estudos que passam por uma avaliação criteriosa de especialistas, garantindo dessa forma, a qualidade do material consultado. A identificação se deu por meio das palavras chaves *green cargo transport, green logistics, green freight transport, low carbon cargo transport, low carbon freight transport, sustainable cargo transport, sustainable freight transport*. A busca por meio das palavras chaves foi realizada no título, no resumo e nas palavras chaves dos artigos. O período alvo para realização dessa pesquisa foi, de 2004 a 2014 a fim de identificar a tendência observada na última década. Não se adotou uma delimitação geográfica específica, tendo em vista que este é um tema discutido por acadêmicos e profissionais de todos os continentes do planeta. Também se utilizou os operadores booleanos “ou” e “e”, possibilitando assim, a combinação dos critérios de identificação e seleção dos trabalhos. Ainda, para identificação dos trabalhos, em um primeiro momento, excluíram livros, teses, dissertações, periódicos não indexados, anais de congressos, conferências e seminários. Esses critérios para identificação dos trabalhos são apresentados da Figura 2A.

Para seleção dos trabalhos, conforme Figura 2B, considerou-se trabalhos escritos na língua inglesa (idioma) e adotou-se o critério do fator de impacto (*Journal Citation Report - JCR*) dos periódicos onde foram publicados ser maior ou igual a 1,631, que, no Brasil, são classificados, segundo a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior (CAPES), como A1 e A2, quando classificados na área das Engenharias I, na qual este trabalho está inserido. Essa escolha pautou-se no objetivo de obter trabalhos de excelente qualidade nacional, atestada por meio da classificação da CAPES e a qualidade internacional atestada por meio da classificação JCR.



Fonte: Elaboração própria com base em Tranfield, Denyer e Smart (2003).

Figura 2: Critérios de identificação, seleção, inclusão e exclusão dos trabalhos.

Como critérios de inclusão e exclusão, apresentados na Figura 2C, adotou-se a verificação da metodologia utilizada nos trabalhos selecionados. Artigos que apresentaram exclusivamente uma aplicação dos conceitos ou os que apresentaram uma aplicação com uma seção de revisão bibliográfica foram incluídos para realização desta revisão bibliográfica sistemática. Artigos que apresentaram apenas uma discussão conceitual dos termos selecionados para identificação dos estudos foram excluídos, pois esta revisão visa buscar exemplos de aplicação de boas práticas associadas à gestão do transporte de cargas.

O registro dessa coleta foi feito por meio de um banco de dados, com o qual foi possível classificar, analisar e avaliar os estudos que foram empregados na revisão bibliográfica sistemática.

REFERÊNCIAS

- MCKINNON, A., CULLINANE, S., BROWNE, M. et al, Green logistics: improving the environmental sustainability of logistics. V.1 Londres, Philadelphia, Nova Delhi, Kogan Page, 2010.
- NGAI, E. W. T. e WAT, F. K. T. "A literature review and classification of electronic commerce research", Information & Management v. 39, pp. 415- 429, 2002.
- NORD, J. H. e NORD, G. D. "MIS Research: Journal status assessment and analysis", Information & Management, v. 29, pp. 29-42, 1995.
- SCHIPPER, L., MARIE-LILLIU, C. e GORHAM, R., Flexing the Link Between Transport and Greenhouse Gas Emissions: A Path for the World Bank. International Energy Agency, 2000.
- SIMS, R., SCHAEFFER, R., CREUTZIG, F. et al, Transport. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.

SOBRAL, F. e PECCI, A., Administração: teoria e prática no contexto. Pearson, 2008.

TRANFIELD, D., DENYER, D. e SMART, P. "Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review", British Journal of Management v.14, pp. 207-222, 2003.

APÊNDICE B

1. Realização da revisão bibliográfica sistemática - Objetivo 1

Uma vez tendo realizado a atividade de planejamento, passa-se a realização da revisão bibliográfica sistemática.

1.1 Etapa 2.1: Identificar e selecionar trabalhos

A identificação e seleção dos trabalhos seguiram os critérios apresentados na subseção 1.2 do APÊNDICE A, deste relatório, resultando, inicialmente, na identificação de 22 artigos e, dentre esses, apenas 19 foram selecionados por meios do critério do fator de impacto $JCR \geq 1,631$. (Tabela 1)

Tabela1: Identificação e seleção dos trabalhos

Termo utilizado para identificação dos trabalhos	Resultado da 1ª Avaliação		Resultado da 2ª Avaliação	
	Trabalhos Identificados	Trabalhos Selecionados	Trabalhos Identificados	Trabalhos Selecionados
<i>green logistics</i>	16	14		
<i>sustainable logistics</i>	4	4		
<i>low carbon logistics</i>	2	1		
<i>green transportation</i>			1	0
<i>green corridor</i>			2	0
<i>sustainable transport</i>			6	6
<i>sustainable supply chain</i>			1	1
<i>green supply chain</i>			31	26
Sub total	22	19	41	33
Total de Trabalhos Identificados	63			
Total de Trabalhos Selecionados	52			

Fonte: Elaboração própria

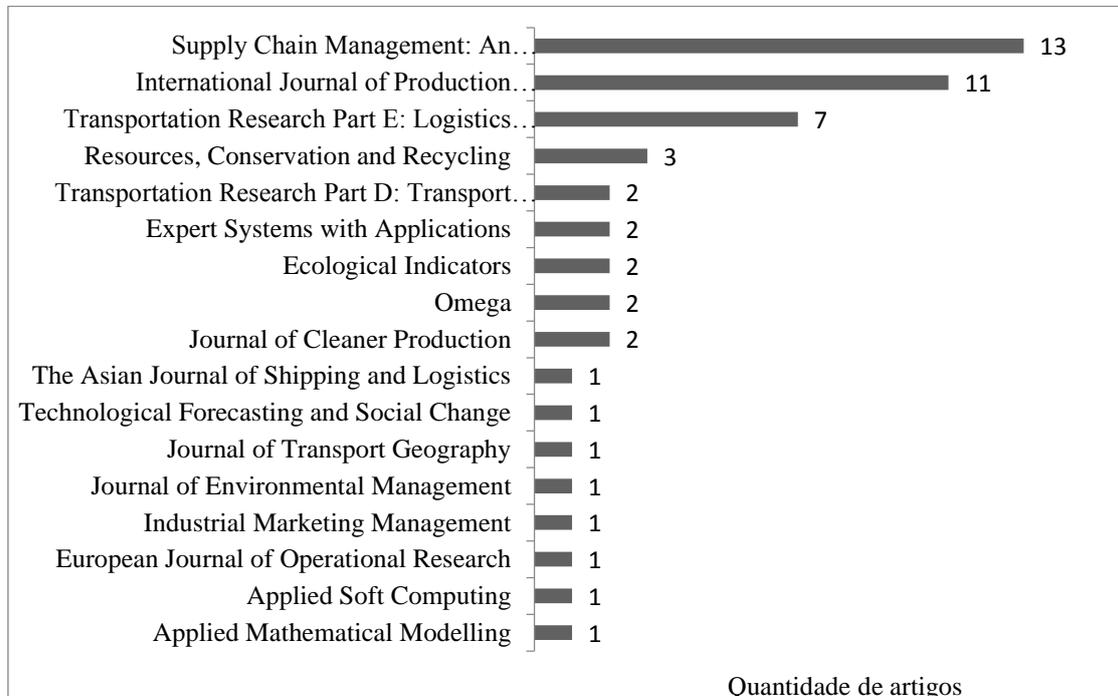
1.2 Etapa 2.2: Avaliar os trabalhos selecionados

Como somente artigos de periódicos referendados pela CAPES foram considerados, a avaliação da qualidade, inicialmente, foi feita através da leitura do *abstract* a fim de identificar se eles atendiam a necessidade da revisão. Entre os estudos incluídos nesta pesquisa, o número de artigos conceituais foi relativamente baixo. Apenas 21% tinham uma abordagem conceitual, na medida em que se tratavam exclusivamente uma revisão da literatura, causando alguma dificuldade em alcançar o propósito de conceituação deste trabalho. A falta de artigos que tiveram a preocupação de apresentar e analisar os conceitos considerados tornou necessária a ampliação do escopo da pesquisa.

Tendo em vista que termos semelhantes sugeriram ao longo dessa avaliação inicial, realizou-se uma alteração no protocolo e uma segunda busca foi realizada considerando mais cinco palavras chaves: *green transportation*, *green corridor*, *sustainable transport*, *sustainable supply chain* e *green supply chain*, ou seja, transporte verde, corredor verde, transporte sustentável, cadeia de suprimentos sustentável e cadeia de suprimentos verde. (Tabela 1).

Uma nova identificação foi realizada, resultando em 41 trabalhos, porém, 8 não foram selecionados para realização dessa pesquisa, pois não atendiam ao critério de seleção relacionado ao fator de impacto $JCR \geq 1,631$ (Tabela 1).

Após a nova seleção dos trabalhos, obteve-se então, uma relação de 52 artigos selecionados para o processo de revisão bibliográfica sistemática, distribuídos por 17 periódicos científicos diferentes, com maior concentração em: *Supply Chain Management: An International Journal* (25%), *International Journal of Production Economics* (21%) e *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* (13%) (Figura 1).



Fonte: Elaboração própria

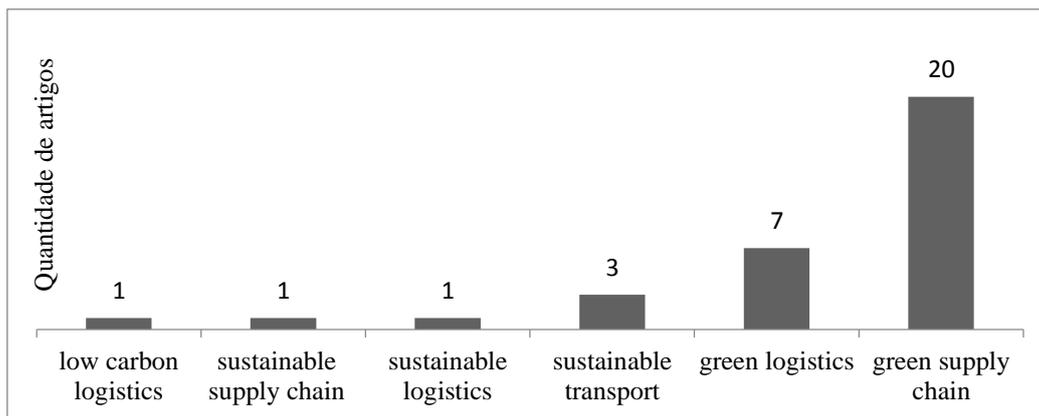
Figura 1: Distribuição dos trabalhos por periódico

Antes da finalização da avaliação de todos os trabalhos selecionados, foram adotados os critérios de inclusão e exclusão desses estudos. Esta atividade resultou na exclusão de 19 artigos, restando, então, 33 trabalhos para realização da revisão bibliográfica sistemática. Todos, na língua inglesa, pertencentes ou não, da área de logística e/ou transporte e classificados pela CAPES como A1 e A2 ($JCR \geq 1,631$). Após a leitura completa do texto de todos os trabalhos inclusos, fez-se então, a extração dos dados.

1.3 Etapa 2.3: Extrair dados e informações

Os dados estatísticos relacionados aos trabalhos inclusos na realização dessa revisão bibliográfica sistemática encontram-se apresentados nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

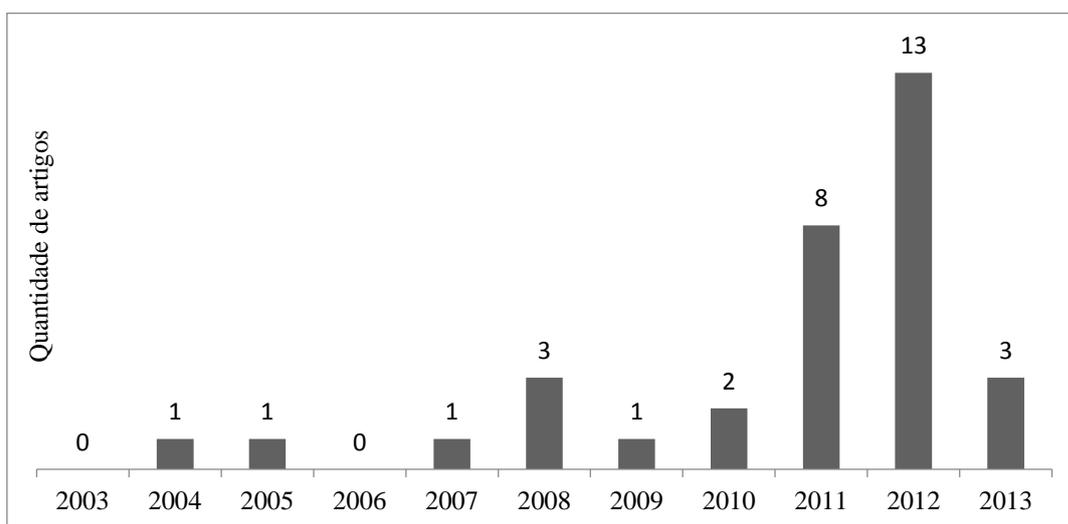
Em relação aos termos utilizados para identificação dos trabalhos, observa-se maior concentração (82%) dos artigos localizados por meio dos termos: *green supply chain* (20 artigos) e *green logistics* (7 artigos). Os artigos identificados por meio das palavras-chaves: *green transportation* e *green corridor* não foram incluídos pois se tratavam de artigos que apresentavam exclusivamente uma aplicação. (Figura 2).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2: Distribuição dos artigos em relação às palavras chaves utilizadas para sua seleção.

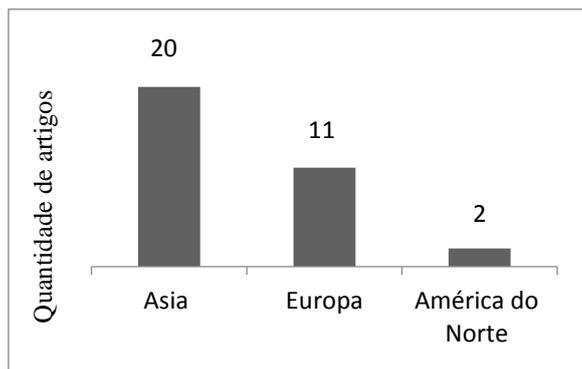
Em relação à abordagem temporal, verificou-se o aumento no número de publicações a partir de 2010, alcançando o seu pico em 2012 com queda de 23% em 2013. (Figura 3).



Fonte: Elaboração própria

Figura 3: Distribuição dos artigos em relação abordagem temporal.

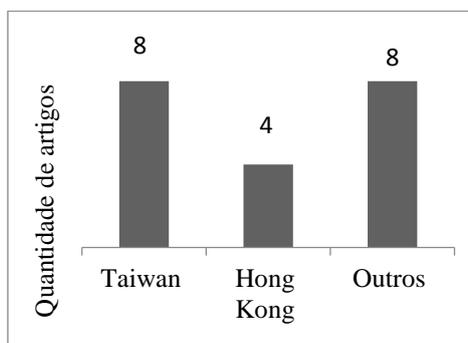
Em relação à abordagem regional, verificou-se que não foram selecionados, pois também não foram identificados, trabalhos com origem na África, América do Sul e Oceania. Portanto, não foram incluídos trabalhos oriundos dessas regiões. O que pode significar que países desses continentes ainda estão em fase de amadurecimento e concretização das discussões propostas nesta pesquisa e/ou que ainda não tiveram acesso a publicações no nível de qualidade especificado neste trabalho (Figura 4).



Fonte: Elaboração própria

Figura 4: Distribuição dos artigos em relação abordagem regional.

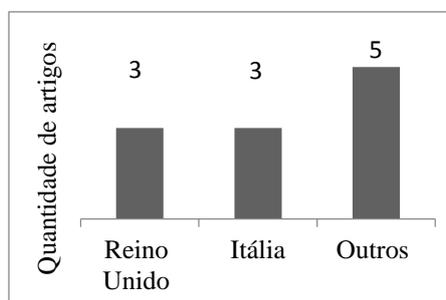
Verifica-se grande concentração de artigos oriundos do continente asiático (61%), com predominância para os países como Taiwan (8 artigos) e Hong Kong (4 artigos) (Figura 5). Sendo, os demais artigos desse continente (20 artigos), distribuídos entre os países: China, Emirados Árabes, Índia e Malásia.



Fonte: Elaboração própria

Figura 5: Distribuição dos artigos em relação aos países do continente Asiático.

Verifica-se que 33% dos artigos são oriundos do continente europeu, sendo a predominância para os países como a Itália (3 artigos) e Reino Unido (3 artigos). Sendo os demais artigos (46%), distribuídos entre os países: Espanha, França, Holanda e Suécia (Figura 6).

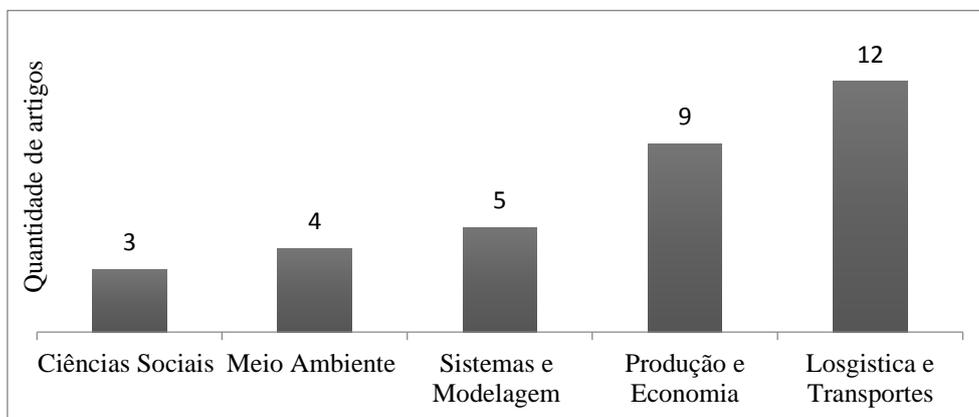


Fonte: Elaboração própria

Figura 6: Distribuição dos artigos em relação aos países do continente Europeu.

Os artigos oriundos do continente norte americano correspondem a 6% de todos os artigos e estão distribuídos entre os países: Estados Unidos e Canadá, ambos com um artigo cada.

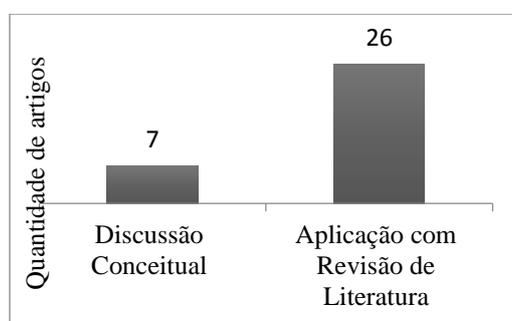
Nota-se grande concentração dos artigos em periódicos científicos relacionados aos temas: logística e/ou transporte (12 artigos), no entanto, ganha destaque a temática produção e economia (9 artigos), ficando a frente, inclusive, da temática meio ambiente (4 artigos). (Figura 7).



Fonte: Elaboração própria

Figura 7: Distribuição dos artigos em relação abordagem temática.

Em relação à abordagem metodológica dos trabalhos incluídos na pesquisa, verificou-se maior concentração para os trabalhos que realizaram uma aplicação dos conceitos pesquisados e apresentaram uma seção de revisão bibliográfica, com concentração de 79% dos trabalhos (26 artigos). Apenas oito artigos tratavam-se de uma pesquisa conceitual (Figura 8).



Fonte: Elaboração própria

Figura 8: Distribuição dos artigos em relação aos métodos utilizados nos trabalhos.

1.4 Etapa 2.4: Sintetizar os dados

A etapa 2.4 trata da síntese dos dados. Nesta etapa foi elaborada a Tabela 2 contendo uma relação de todos os trabalhos incluídos para realização desse estudo.

Tabela 2: Relação dos trabalhos incluídos na de revisão bibliográfica sistemática

Autor	Ano	País	Função Logística	Setor	Qual Conceito Declara que Aborda	Qual conceito efetivamente Aborda	Foco da Pesquisa	Atributos Econômicos	Atributos Ambientais	Atributos Sociais	Contribuiu com o conceito de:
Chaabane <i>et al</i>	2012	Canadá	Transporte	Metalúrgico	Cadeia de Suprimentos Sustentável	Cadeia de Suprimentos Verde - Baixo Carbono	Ambiental e Econômico	Custo de Transporte	Emissão de CO ₂	Não se Aplica	Logística Baixo Carbono
Ubeda <i>et al</i>	2011	Espanha	Transporte	Alimentos	Logística Verde	Logística de Baixo Carbono	Ambiental e Econômico	Custo de Transporte	Emissão de CO ₂	Não se Aplica	Logística Baixo Carbono
Lai e Wong	2012	Hong Kong	Não Identificado	Operador Logístico	Logística Verde	Logística Verde	Ambiental e Econômico	Custos Totais	Poluição Atmosférica e Consumo de Recursos Naturais	Não se Aplica	Logística Verde
Harris <i>et al</i>	2011	Reino Unido	Transporte e Manutenção de Estoque	Automobilístico	Logística Sustentável	Logística de Baixo Carbono	Ambiental e Econômico	Custo de Transporte e Custo de Manutenção de Estoque	Emissão de CO ₂	Não se Aplica	Logística Baixo Carbono
Dekker <i>et al</i>	2012	Holanda	Transporte e Manutenção de Estoque	Operador Logístico	Logística Verde	Logística Verde	Ambiental e Econômico	Custo de Transporte e Custo de Manutenção de Estoque	Emissão de CO ₂ , Outros Poluentes Atmosféricos e Recursos Naturais	Não se Aplica	Logística Verde
Lindholm e Behrends	2012	Suécia	Transporte	Operador Logístico	Transporte Sustentável	Logística Verde	Ambiental e Econômico	Custo de Transporte	Emissão de Poluentes Atmosféricos	Não se Aplica	Logística Verde
Sarkis <i>et al</i>	2004	USA	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Comércio Eletrônico	Logística verde	Logística Verde	Ambiental	Não se Aplica	Poluição Atmosférica e Consumo de Recursos Naturais (Descarte Resíduos)	Não se Aplica	Logística Verde
Rodrigues <i>et al</i>	2010	Reino Unido	Transporte	Operador Logístico	Transporte Sustentável	Logística de Baixo Carbono	Ambiental e Econômico	Custo de Transporte	Emissão de CO ₂	Não se Aplica	Logística Baixo Carbono
Khor e Udin	2013	Malásia	Transporte	Elétricos e Eletrônicos	Logística Verde	Logística Verde	Ambiental	Não se Aplica	Recursos Naturais	Não se Aplica	Logística Verde

Autor	Ano	País	Função Logística	Setor	Qual Conceito Declara que Aborda	Qual conceito efetivamente Aborda	Foco da Pesquisa	Atributos Econômicos	Atributos Ambientais	Atributos Sociais	Contribuiu com o conceito de:
									(Descarte/Coleta de Resíduos)		
Lai <i>et al</i>	2012	Hong Kong	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Operador Logístico	Logística Verde	Logística Verde	Ambiental	Não se Aplica	Poluição Atmosférica e Consumo de Recursos Naturais	Não se Aplica	Logística Verde
Yang <i>et al</i>	2013	China	Transporte	Operador Logístico	Logística de Baixo Carbono	Logística de Baixo Carbono	Ambiental e Econômico	Custo de Transporte	Emissão de CO ₂	Não se Aplica	Logística Baixo Carbono
Colicchia <i>et al</i>	2011	Itália	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Não Identificado	Logística verde	Logística Verde	Ambiental	Não se Aplica	Poluição Atmosférica e Consumo de Recursos Naturais	Não se Aplica	Logística Verde
Hitchcock	2012	Reino Unido	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Artigo Conceitual	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde - Baixo Carbono	Ambiental	Não se Aplica	Emissão de CO ₂	Não se Aplica	Logística Baixo Carbono
Giovanni e Vinzi	2012	França	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Não Identificado	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde	Ambiental e Econômico	Custos Totais	Poluição Atmosférica, Descarte/Coleta de Resíduos e Consumo de Recursos Naturais	Não se Aplica	Logística Verde
Sheu <i>et al</i>	2005	Taiwan	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Elétricos e Eletrônicos	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde	Ambiental e Econômico	Custos Totais	Descarte/Coleta de Resíduos	Não se Aplica	Logística Verde
Perotti <i>et al</i>	2012	Itália	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Não Identificado	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde	Ambiental e Econômico	Custos Totais	Poluição Atmosférica, Descarte/Coleta de Resíduos e Consumo de Recursos	Não se Aplica	Logística Verde

Autor	Ano	País	Função Logística	Setor	Qual Conceito Declara que Aborda	Qual conceito efetivamente Aborda	Foco da Pesquisa	Atributos Econômicos	Atributos Ambientais	Atributos Sociais	Contribuiu com o conceito de:
									Naturais		
Sarkis <i>et al</i>	2011	Hong Kong	Não Identificado	Artigo Conceitual	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Sustentável	Ambiental, Econômico e Social	Não Identificado	Não Identificado	Não Identificado	Logística Sustentável
Diabat e Govindan	2011	Emirados Árabes	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Artigo Conceitual	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde	Ambiental	Não se Aplica	Consumo de Recursos Naturais (Descarte Resíduos)	Não se Aplica	Logística Verde
Olugu <i>et al</i>	2011	Malásia	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Automobilístico	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde	Ambiental e Econômico	Custos Totais	Poluição Atmosférica, Descarte/Coleta de Resíduos e Consumo de Recursos Naturais	Não se Aplica	Logística Verde
Zhu <i>et a (a)</i>	2008	China	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Químico, Petroquímico, Elétrico e Eletrônicos e Automóveis	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde	Ambiental e Econômico	Custos Totais e Retorno de Investimentos	Coleta/Descarte de Resíduos e Recursos Naturais	Não se Aplica	Logística Verde
Tseng <i>et al</i>	2013	Taiwan	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Não Identificado	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Sustentável	Ambiental, Econômico e Social	Custos Totais	Poluição Atmosférica, Descarte/Coleta de Resíduos e Consumo de Recursos Naturais	Qualidade de Vida Trabalhadores e SST	Logística Sustentável
Barari <i>et al</i>	2012	Índia	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Não Identificado	Cadeia de Suprimentos verde	Não Identificado	Econômico	Custos Totais com Foco na Tributação	Não se Aplica	Não se Aplica	Não Identificado
Chen e Liang	2012	Taiwan	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Elétricos e Eletrônicos	Cadeia de Suprimentos verde	Não Identificado	Econômico	Custos Totais	Não se Aplica	Não se Aplica	Não Identificado

Autor	Ano	País	Função Logística	Setor	Qual Conceito Declara que Aborda	Qual conceito efetivamente Aborda	Foco da Pesquisa	Atributos Econômicos	Atributos Ambientais	Atributos Sociais	Contribuiu com o conceito de:
Abdallah <i>et al</i>	2012	Emirados Árabes	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Artigo Conceitual	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde - Baixo Carbono	Ambiental e Econômico	Custos Totais	Emissão de CO ₂	Não se Aplica	Logística Baixo Carbono
Chan <i>et al</i>	2012	Hong Kong	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Não Identificado	Cadeia de Suprimentos verde	Não Identificado	Econômico	Custos Totais e Imagem da Empresa	Não se Aplica	Não se Aplica	Não Identificado
Tseng	2011	Taiwan	Processamento de Pedidos	Não Identificado	Cadeia de Suprimentos verde	Não Identificado	Econômico	Custos Totais	Não se Aplica	Não se Aplica	Não Identificado
Sheu e Chen	2012	Taiwan	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Artigo Conceitual	Cadeia de Suprimentos verde	Não Identificado	Econômico	Custos Totais	Não se Aplica	Não se Aplica	Não Identificado
Azevedo <i>et al</i>	2011	Portugal	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Automobilístico	Cadeia de Suprimentos verde	Não Identificado	Econômico	Custos Totais	Não se Aplica	Não se Aplica	Não Identificado
Ciliberti <i>et al</i>	2007	Itália	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Artigo Conceitual	Transporte Sustentável	Logística Sustentável	Ambiental e Social	Não se Aplica	Recursos Naturais	Distribuição de Renda, Melhores Condições de Trabalho, Melhor Qualidade de Vida para os Trabalhadores	Logística Sustentável
Sheu	2008	Taiwan	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Energia	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde	Ambiental e Econômico	Custos Totais	Poluição Atmosférica, Descarte/Coleta de Resíduos e Consumo de Recursos	Não se Aplica	Logística Verde

Autor	Ano	País	Função Logística	Setor	Qual Conceito Declara que Aborda	Qual conceito efetivamente Aborda	Foco da Pesquisa	Atributos Econômicos	Atributos Ambientais	Atributos Sociais	Contribuiu com o conceito de:
Shang <i>et al</i>	2010	Taiwan	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Artigo Conceitual	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde	Ambiental e Econômico	Custos Totais	Naturais Poluição Atmosférica, Descarte/Coleta de Resíduos e Consumo de Recursos Naturais	Não se Aplica	Logística Verde
Sheu e Talley	2009	Taiwan	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Serviços Públicos	Cadeia de Suprimentos verde	Não Identificado	Econômico	Custos Totais	Não se Aplica	Não se Aplica	Não Identificado
Zhu <i>et al</i> (b)	2008	China	Processamento de Pedidos, Transportes e Manutenção de Estoques	Não Identificado	Cadeia de Suprimentos verde	Cadeia de Suprimentos Verde	Ambiental	Não se Aplica	Poluição Atmosférica e Consumo de Recursos Naturais (Descarte Resíduos)	Não se Aplica	Logística Verde

Fonte: Elaboração própria

2. Comunicação e divulgação da revisão bibliográfica sistemática - Objetivo 1

Optou por realizar a comunicação e divulgação dos resultados da revisão bibliográfica sistemática por meio da elaboração de um artigo, que foi submetido em Janeiro de 2015, na Revista *Journal of Cleaner Production* que sintetiza as Etapas 1 (elaborar relatório) e 2 (apresentar resultados) estabelecidas no procedimento adotado no estudo. Em março de 2016 a revista se mostrou contrária a sua publicação considerando o conteúdo submetido e apresentou uma lista de sugestões para seu aprimoramento. Portanto, no momento atual, o artigo está em fase de revisão de seu conteúdo para uma nova submissão, agora para a Revista *Transport Review*.

3. Análise dos resultados

Atingindo os objetivos propostos neste trabalho, com base nos trabalhos de Chaabane *et al.* (2012); Ubeda *et al.*, (2011); Harris *et al.* (2011); Rodrigues *et al.* (2010); Yang *et al.* (2013); Hitchcock (2012) e Abdallah *et al.* (2012), é possível definir logística de baixo carbono como sendo uma prática de gestão que visa, de forma prioritária, a adoção de medidas que promovam a redução da emissão de CO₂, sendo esta questão, usualmente associada à atividade de transportes, tendo em vista a sua dependência do uso de combustíveis fósseis. Sendo assim, do total de trabalhos inclusos nesta pesquisa, 21% teve, efetivamente, uma abordagem de baixo carbono.

Tomando como referência os trabalhos de Lai e Wong (2012); Dekker *et al.* (2012); Lindholm e Behrends (2012); Sarkis *et al.* (2004); Khor e Udin (2013); Lai *et al.* (2012); Colicchia *et al.* (2011); Giovanni e Vinzi (2012); Zhu *et al.* (a) (2008); Sheu *et al.* (2005); Perotti *et al.* (2012); Diabat e Govindan (2011); Olugu *et al.* (2011); Shang *et al.* (2010); Zhu *et al.* (b) (2008) e Sheu (2008) conclui-se que logística verde é uma prática de gestão que promove a adoção de medidas que visem à redução dos impactos ambientais. Dentre esses impactos, é possível citar, além da redução de CO₂, outros poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis, a utilização dos recursos naturais de forma inadequada e o descarte inadequado de resíduos. Do total de trabalhos inclusos nesta pesquisa, 49% teve, efetivamente, uma abordagem verde.

Baseando-se nos trabalhos de Sarkis *et al.* (2011); Tseng *et al.* (2013) e Ciliberti *et al.* (2007), conclui-se que a logística sustentável é aquela que promove a adoção de medidas que visem à redução de impactos relacionados aos aspectos ambientais, sociais e econômicos, simultaneamente. Neste caso, os aspectos sociais devem enfatizar uma proposta ampla, que promova mudanças nas escolhas institucionais, além de mudanças políticas e econômicas que promovam uma melhor distribuição de renda, melhores condições de trabalho, melhor qualidade de vida para os trabalhadores e a sociedade com um todo. Do total de trabalhos inclusos nesta pesquisa, apenas 9% teve, efetivamente, uma abordagem sustentável.

Algumas peculiaridades foram encontradas ao analisar os textos inclusos nesta revisão bibliográfica sistemática. Em relação às funções logísticas enfatizadas nos artigos é importante destacar que o transporte foi abordado em 90% dos trabalhos onde se pôde identificar a função logística abordada. Isso demonstra o grande potencial que o planejamento dessa função possui para a prática da logística, seja ela, de baixo carbono, verde ou sustentável e, principalmente, na contribuição para a obtenção de uma cadeia de suprimentos sustentável, no entanto, apenas 18% dos trabalhos abordaram a função transporte com exclusividade. A maioria dos trabalhos (67%) abordaram as três funções principais da logística, o que demonstra uma preocupação em considerar a visão

integrada na aplicação dos conceitos. As funções transporte e manutenção de estoque foram consideradas conjuntamente em 6% dos trabalhos e em 3% deles se considerou apenas a função processamento de pedido. Em 6% dos trabalhos não foi possível identificar a função abordada nas pesquisas.

Dos artigos que consideram com exclusividade a função transporte 67% consideram apenas a emissão de CO₂, caracterizando, de fato, uma prática de logística de baixo carbono, embora apenas o trabalho de Yang *et al.* (2013) declare esta limitação da abordagem. Metade dos trabalhos que consideram apenas a função transporte declaram abordar equivocadamente práticas sustentáveis e um terço, práticas verdes. De fato, apenas os trabalhos de Khor e Udin (2013) e Lindholm e Behrend (2012) consideram uma abordagem verde ao avaliar o uso de recursos naturais (descarte de resíduos) e outros poluentes atmosféricos, respectivamente.

Dos artigos que consideram a visão integrada das funções logísticas, 97% declaram acertadamente a prática de logística verde ou de cadeia de suprimentos verde. Os trabalhos de Hitchcok (2012) e Abdallah (2012) propõem abordar o conceito de cadeia de suprimento verde, mas se limitam na consideração das emissões de CO₂. Por outro lado, em 27% dos trabalhos não foi possível identificar, de fato, o que se pratica. O trabalho de Tseng *et al.* (2013) aborda de fato a prática de cadeia de suprimentos sustentável, uma vez que considera atributos relacionados a qualidade de vida dos trabalhadores, embora se declare como uma abordagem de cadeia logística verde.

Considerando os 25 trabalhos (76% do total), nos quais foi possível identificar o setor onde os artigos realizaram a aplicação dos conceitos, esta apresentou maior concentração nos setores: operadores logísticos (24%), automobilístico (12%) e elétricos e eletrônicos (12%). Outros setores apresentaram ocorrência pontual (um trabalho), como alimentos, comércio eletrônico, química e petroquímica, energia e serviço público. Não se encontrou trabalhos com aplicação ao setor de bebidas, mesmo sendo a logística considerada como a última fronteira para obter e manter vantagens competitivas nesse setor (MANGINA e VLACHOS, 2005). Em 24% dos trabalhos que proponham aplicação, não foi possível identificar o setor estudado.

Dos trabalhos que consideram o setor de operadores logísticos, 50% abordou somente a função transporte. O trabalho de Dekker *et al.* (2012) considera as funções transporte e processamento de pedido e apenas o trabalho de Lai *et al.* (2012) abordou a visão sistêmica, considerando as três funções principais da logística. Este resultado pode demonstrar que, diferentemente do que se poderia esperar, a visão dos operadores logísticos parece ser ainda limitada à função transporte, quando deveria ser sistêmica.

Chaabane *et al.* (2012); Harris *et al.* (2011); Lindholm e Behrends (2012) e Rodrigues *et al.* (2010) e Ciliberti *et al.* (2007) consideraram que seus trabalhos faziam uma abordagem sustentável. Porém apenas o trabalho de Ciliberti *et al.* (2007) pode ser considerado, de fato, sustentável pois considerou os aspectos ambientais e sociais em sua pesquisa. Dos trabalhos que consideraram uma abordagem verde em suas pesquisas (82%), apenas 55% tratava de uma abordagem efetivamente verde, 12% tratava de uma abordagem de baixo carbono e os trabalhos de Tseng *et al.* (2013) e Sarkis *et al.* (2011) tem uma abordagem sustentável, apresentando um alcance maior do que o declarado. O trabalho de Sarkis *et al.* (2011), aborda a questão da sustentabilidade, embora se declare verde, no entanto não é possível identificar os atributos econômicos considerados em

seu estudo. Tais análises demonstram a percepção de certa confusão em relação ao reconhecimento e a prática destes conceitos, demonstrando assim a contribuição inovadora desse estudo.

O trabalho de Khor e Udin (2013) apresenta uma possibilidade de aprimoramento, tendo em vista que o conceito de logística reversa foi considerado como sendo uma prática verde. De fato, o fluxo reverso dos materiais é uma atitude que tem por consequência a redução de impactos ambientais, podendo ser considerado como verde e em alguns casos, até sustentável, na medida em que promove a geração de empregos e distribuição de renda. No entanto, de acordo com a definição de logística, que engloba o conceito de logística reversa, apresentada por Mckinnon *et al.* (2010), na subseção 3.2.1.1, desse capítulo, verifica-se que a adoção dessa medida não torna a prática da logística “verde” ou “sustentável”, somente por considerar o fluxo reverso dos matéria, pois este já embutido no conceito da logística, sendo assim, necessita-se considerar outros atributos ambientais e sociais em sua abordagem.

Trabalhos como os de Barari *et al.* (2012); Chen e Liang (2012); Chan *et al.* 2012; Tseng 2011; Sheu e Chen (2012); Azevedo *et al.* (2011); Sheu e Talley (2009) que correspondem a 21% do total, declaram que suas pesquisas faziam uma abordagem verde, no entanto, enfocam com exclusividade os aspectos econômicos, tais como: custos do produto, custos totais, carga tributária, imagem da empresa e nível de serviço. Embora o discurso dos trabalhos inclusos nesta revisão bibliográfica sistemática seja a preocupação com questões ambientais e sociais, os aspectos econômicos foram considerados em 69% dos artigos. Sendo possível concluir que a grande preocupação permanece sendo com custos e nível de serviço e que a consideração do aspecto econômico é condição *sine qua non* para que as empresas adotem práticas sustentáveis.

Quando se trata da consideração de aspectos econômicos, os custos totais foram considerados em 52% dos trabalhos, coerentemente com a consideração sistêmica das funções logísticas. A consideração de apenas custos de transporte é observada em 15% dos trabalhos, sendo os mesmos que se limitaram a função transporte em sua abordagem. Harris *et al.* (2011) e Dekker *et al.* (2012) consideram os custos de transporte e estoque de forma coerente com a sua limitação de abordagem destas duas funções logísticas. Isso demonstra que parece não haver dúvidas sobre a relação entre os aspectos econômicos e a abordagem das funções logísticas, o que parece não ser válido para os aspectos ambientais e sociais.

Os aspectos ambientais foram abordados em 79% dos artigos. Dentre eles, 27% apresenta preocupação específica em relação à emissão de CO₂, dos quais 57% se limita a considerar apenas a função transporte e 14% consideram as funções transporte e manutenção de estoque e 29% consideraram as três funções logísticas em sua abordagem.

A poluição ambiental é considerada em 36% dos trabalhos avaliados, na maioria das vezes (33%) associada à consideração da redução do consumo de recursos naturais por meio da gestão adequada do descarte de resíduos. Apenas a gestão adequada de resíduos é considerada em 12% dos artigos contemplados, refletindo de alguma forma a integração da logística reversa na gestão das cadeias de suprimento como forma de abordagem verde.

Já os aspectos sociais foram abordados em apenas 9% dos artigos. Este resultado mostra o extenso campo para exploração dos conceitos de sustentabilidade na cadeia logística, abrindo um amplo campo de pesquisa nessa área.

REFERÊNCIAS

- Abdallah, T., Farhat, A., Diabat, A., Kennedy, S. Green supply chains with carbon trading and environmental sourcing: Formulation and life cycle assessment. *Applied Mathematical Modelling*, V.36, PP. 4271–4285, 2012. Doi:10.1016/j.apm.2011.11.056
- Azevedo, S. G., Carvalho, H., Machado, V. C. The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach. *Transportation Research Part E*, V. 47, PP. 850–871, 2011. Doi:10.1016/j.tre.2011.05.017
- Barari, S., Agarwal, G., Zhang, W.J., Mahanty, B., Tiwari, M. K. A decision framework for the analysis of green supply chain contracts: An evolutionary game approach. *Expert Systems with Applications*. V. 39, PP. 2965–2976, 2012. Doi:10.1016/j.eswa.2011.08.158
- Bretzke, W-R and Barkawi, K. *Sustainable Logistics. Response to a Global Change*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. Doi:10.1007/978-3.642-34375-91
- Chaabane, A., Ramudhin, A., Paquet M. Design of sustainable supply chains under the emission trading scheme. *Int. J. Production Economics*, v.13, pp. 37-48, 2012. Doi:10.1016/j.ijpe.2010.10.025
- Chan, R. Y. K., He, H., Chan, H. K., Wang, W. Y. C. Environmental orientation and corporate performance: The mediation mechanism of green supply chain management and moderating effect of competitive intensity. *Industrial Marketing Management*, V. 41, PP. 621–630, 2012. Doi:10.1016/j.indmarman.2012.04.009
- Chen, D. e Liang, S. Evaluation of Internal Costs and Benefits for Taiwanese Computer Manufacturers Adopting Green Supply Chains. *The Asian Journal of shopping and logistics*. V. 8, pp. 083-104. 2012. Doi:10.1016/j.ajsl.2012.04.005
- Ciliberti, F., Pontrandolfo, P., Scozzi, B. Logistics social responsibility: Standard adoption and practices in Italian companies. *Int. J. Production Economics*, V. 113, pp. 88–106, 2008. Doi:10.1016/j.ijpe.2007.02.049
- Colicchia, C., Melacini, M. e Perotti, S. Benchmarking supply chain sustainability: insights from a field study. *Benchmarking: An International Journal* Vol. 18 No. 5, pp. 705-732, 2011. Doi:10.1108/14635771111166839
- Dekker, R. Bloemhof, J. Mallidis, I. Operations Research for green logistics – An overview of aspects, issues, contributions and challenges. *European Journal of Operational Research*. V. 219, pp.671–679, 2012. Doi:10.1016/j.ejor.2011.11.010
- Diabat, A., Govindan, K. An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management. *Resources, Conservation and Recycling*. V 55 pp., 659–667, 2011. Doi:10.1016/j.resconrec.2010.12.002
- Giovanni, P., Vinzi, V. E. Covariance versus component-based estimations of performance in green supply chain management. *Int. J. Production Economics*, V. 135, PP. 907–916, 2012. Doi:10.1016/j.ijpe.2011.11.001
- Harris, I., Naim, M, Palmer, A., Potter, A., Mumford, C. Assessing the impact of cost optimization based on infrastructure modeling on CO2 emissions. *Int. J. Production Economics*, V. 131, PP. 313–321, 2011. Doi:10.1016/j.ijpe.2010.03.005
- Hitchcock, T. Low carbon and green supply chains: the legal drivers and commercial pressures. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 17 Iss: 1 pp. 98 – 101, 2012. Doi:10.1108/13598541211212249
- Khor, K. S., Udin, Z. M. Reverse logistics in Malaysia: Investigating the effect of green product design and resource commitment. *Resources, Conservation and Recycling*, V. 81, pp. 71– 80, 2013.
- Lai, K., Wong, C. Green logistics management and performance: Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters. *Omega*, v. 40, pp. 267–282, 2012. Doi:10.1016/j.omega.2011.07.002
- Lai, K., Wong, C. W. Y., Cheng, T. C. E. Ecological modernization of Chinese export manufacturing via green logistics management and its regional implications. *Technological Forecasting & Social Change*. V. 79, pp. 766–770, 2012. Doi:10.1016/j.techfore.2011.10.004
- Lindholm, M. Behrends, S. Challenges in urban freight transport planning – a review in the Baltic Sea Region. *Journal of Transport Geography*, v. 22, pp.129–136, 2012. Doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.01.001
- McKinnon, A., Cullinane, S., Browne, M., Whiteing, A. *Green logistics: improving the environmental sustainability of logistics*. Londres, Philadelphia, Nova Delhi. Kogan Page, 2010. V. 1, pp. 372.

- Olugu, E. U., Wong, K. Y., Shaharoun A. M. Development of key performance measures for the automobile green supply chain. *Resources, Conservation and Recycling*. V. 55, pp. 567–579, 2011. Doi:10.1016/j.resconrec.2010.06.003
- Perotti, S., Zorzini, M., Cagno, E., Micheli, G. J. L. Green supply chain practices and company performance: the case of 3PLs in Italy. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 42 Iss: 7 pp. 640 – 672, 2012. Doi:10.1108/09600031211258138.
- Sanchez-Rodrigues, V., Potter, A., Naim, M. M. The impact of logistics uncertainty on sustainable transport operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* Vol. 40 No. 1/2, 2010 pp. 61-83. Doi:10.1108/09600031011018046
- Sarkis, J., Meade, L. M., Talluri, S. E-logistics and the natural environment. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 9 Iss: 4 pp. 303 – 312, 2004. Doi:10.1108/13598540410550055
- Sarkis, J., Zhu, Q., Lai, K., An organizational theoretic review of green supply chain management literature. *Int. J. Production Economics* , V. 130, pp. 1–15, 2011. Doi:10.1016/j.ijpe.2010.11.010
- Shang, K., Lu, C., Li, S. A taxonomy of green supply chain management capability among electronics-related manufacturing firms in Taiwan. *Journal of Environmental Management* V. 91, pp. 1218–1226, 2010. Doi:10.1016/j.jenvman.2010.01.016
- Sheu, J. Green supply chain management, reverse logistics and nuclear power generation. . *Transportation Research Part E*, v. 44, pp. 19–46, 2008. Doi:10.1016/j.tre.2006.06.001
- Sheu, J., Chen, Y. J. Impact of government financial intervention on competition among green supply chains. *Int. J. Production Economics*, V. 138 , PP. 201–213. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.024>
- Sheu, J., Chou, Y., Hu, C. An integrated logistics operational model for green-supply chain management. *Transportation Research Part E*, V. 41, PP. 287–313, 2005. Doi:10.1016/j.tre.2004.07.001
- Sheu, J., Talley, W. K. Green Supply Chain Management: Trends, Challenges, and Solutions. *Transportation Research Part E*, v. 47, pp.791–792, 2019. Doi:10.1016/j.tre.2011.05.014
- Tseng, M., Green supply chain management with linguistic preferences and incomplete information. *Applied Soft Computing*, v. 11, pp. 4894–4903, 2011. Doi:10.1016/j.asoc.2011.06.010
- Tseng, M., Lin, R., Lin, Y., Chen, R., Tan, K. Close-loop or open hierarchical structures in green supply chain management under uncertainty. *Expert Systems with Applications*, V. 41, PP. 3250–3260, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.10.062>
- Ubeda, S., Arcelus, F. J., Faulin, J. Green logistics at Eroski: A case study. *Int. J. Production Economics*, V. 131, PP. 44–51, 2011. Doi:10.1016/j.ijpe.2010.04.041
- Xuezhong, C., Linlin, J. e Chengbo, W. (2011). Business process analysis and implementation strategies of greening logistics in appliances retail industry. *Energy Procedia* 5, 332–336. Doi:10.1016/j.egypro.2011.03.056
- Yang, J., et al., Low-carbon city logistics distribution network design with resource deployment, *Journal of Cleaner Production* (2013). Doi:10.1016/j.jclepro.2013.11.011
- Zhu, Q., Sarkis, J., Cordeiro, J.J., Lai, K. Firm-level correlates of emergent green supply chain management practices in the Chinese context. *Omega*, v. 36, pp. 577 – 591, 2008. Doi:10.1016/j.omega.2006.11.009
- Zhu, Q., Sarkis, J., Lai, K. Green supply chain management implications for “closing the loop”. *Transportation Research Part E*, V. 44, PP. 1–18, 2008. Doi:10.1016/j.tre.2006.06.003

APÊNDICE C

1. Realização da revisão bibliográfica sistemática - Objetivo 2

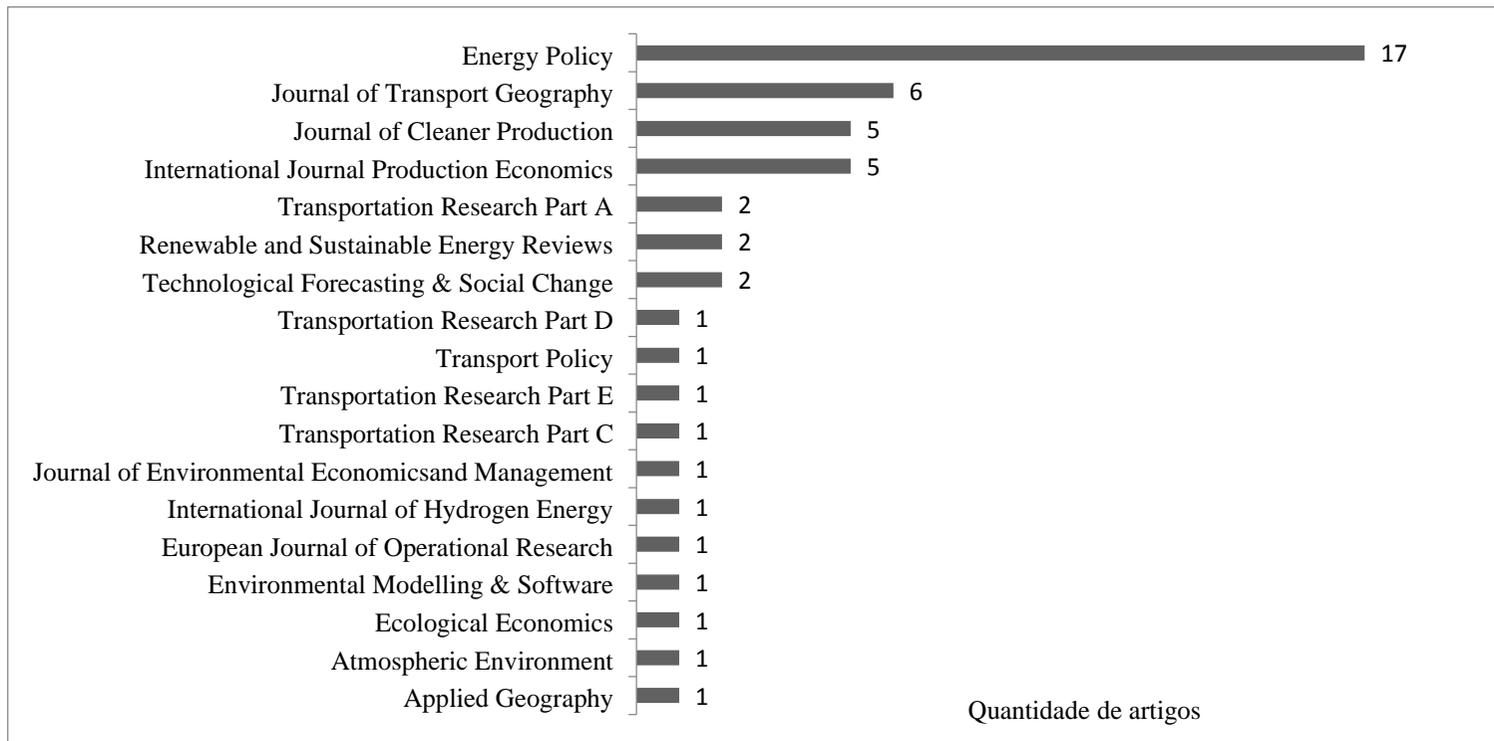
1.1 Etapa 2.1: Identificar e selecionar trabalhos

A identificação e seleção dos trabalhos seguiram os critérios apresentados na subseção 1.2 do APÊNDICE A, deste relatório, resultando na identificação de 89 artigos e, dentre esses, 50 foram selecionados por meio do critério do fator de impacto JCR $\geq 1,631$ (Tabela 1), distribuídos por 18 periódicos científicos diferentes, com maior concentração em: *Energy Police* (17 artigos), *Journal of Transport Geography* (6 artigos), *Journal of Cleaner Production* e *International Journal Production Economics* com cinco artigos cada (Figura 1).

Tabela 1: Identificação e seleção dos trabalhos

Termo utilizado para identificação dos trabalhos	Resultados		
	Trabalhos Identificados	Trabalhos Selecionados	Trabalhos Incluídos
<i>green cargo transport</i>	1	0	0
<i>green freight transport</i>	22	11	9
<i>green logistics</i>	6	2	2
<i>low carbon cargo transport</i>	10	9	9
<i>low carbon freight transport</i>	27	18	18
<i>sustainable cargo transport</i>	12	7	6
<i>sustainable freight transport</i>	11	3	3
Total	89	50	47

Fonte: Elaboração própria



Fonte: Elaboração própria

Figura 1: Distribuição dos trabalhos, por periódicos, obtidos por meio da revisão bibliográfica sistemática.

1.2 Etapa 2.2: Avaliar os trabalhos selecionados

Inicialmente a avaliação da qualidade foi feita por meio da leitura do *abstract* a fim de identificar se eles atendiam a necessidade da revisão.

Tendo em vista que a revisão bibliográfica sistemática, até este momento do estudo, considerou apenas artigos científicos referendados, no Brasil pela CAPES e que isso representa apenas a visão acadêmica das boas práticas, optou-se por realizar uma revisão bibliográfica narrativa complementar. Sendo assim, realizou-se uma alteração no protocolo e uma segunda busca foram realizadas, a fim de garantir que uma visão empresarial e referências que pudessem refletir a realidade brasileira, seriam incluídas.

Para esta revisão, o único critério adotado foi quanto ao tipo de trabalho. Buscou-se identificar guias de boas práticas internacionais e livros sobre logística de baixo carbono, verde ou sustentável. Além disso, buscaram-se também revistas nacionais relacionadas à temática transporte, com enfoque empresarial, que em seu conteúdo, abordassem boas práticas para o transporte de cargas. Essa decisão foi tomada tendo em vista que se pretende direcionar os resultados desse estudo para o Brasil e que este, não foi identificado por meio da revisão bibliográfica sistemática.

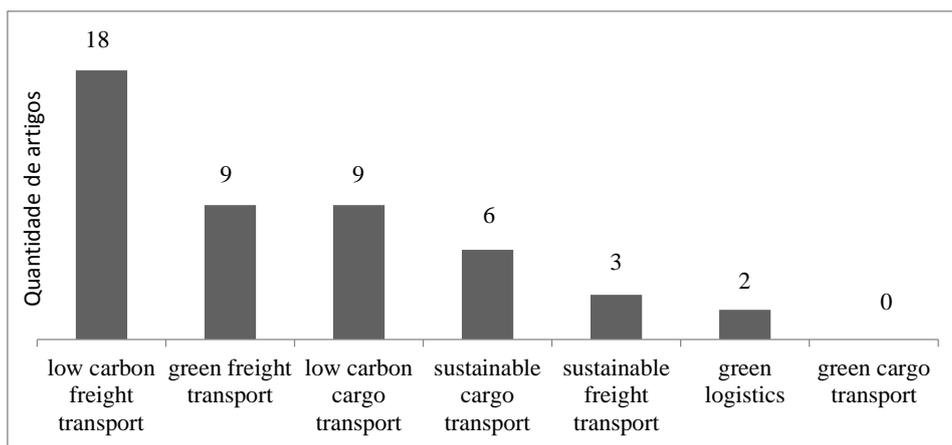
Antes da finalização da avaliação de todos os trabalhos selecionados, foram adotados os critérios de inclusão e exclusão, que resultou na exclusão de 3 artigos científicos, restando os 47 artigos que foram incluídos na revisão bibliográfica sistemática. Todos na língua inglesa, classificados pela CAPES como A1 e A2 ($JCR \geq 1,631$), quando pertencentes à Engenharia II. Além disso, foram incluídos também 14 relatórios de instituições internacionais (guias de boas práticas), 2 livros, também internacionais, com enfoque empresarial, 19 exemplares de revistas brasileiras, sendo 17 exemplares da revista Transporte Moderno, 1 exemplar da revista CNT (Confederação Nacional dos Transportes) - Transporte Atual e 1 Exemplar da Revista Negócios em Transporte.

Após a leitura completa do texto de todos os trabalhos inclusos, fez-se então, a extração dos dados, conforme apresentado a seguir.

1.3 Etapa 2.3: Extrair dados e informações

Os dados estatísticos relacionados aos trabalhos inclusos na realização da revisão bibliográfica sistemática encontram-se sintetizados nas Figuras 2, 3 e 4. Para informações demonstradas nas figuras 3, 4 e 5 possível incluir, também, as estatísticas relacionadas à revisão narrativa complementar.

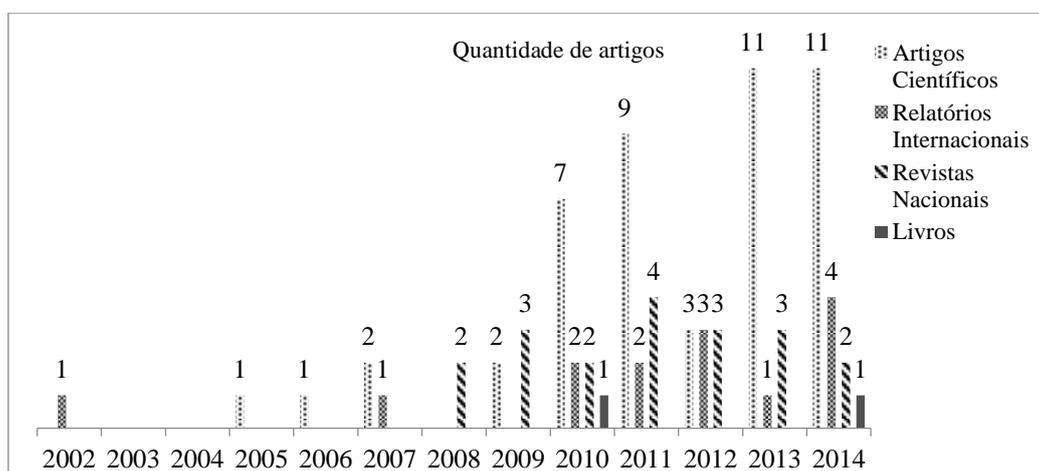
Em relação aos termos utilizados para identificação dos trabalhos, observa-se maior concentração (18) dos artigos localizados por meio do termo: *low carbon freight transport*. (Figura 2).



Fonte: Elaboração própria

Figura 2: Distribuição dos estudos (revisão bibliográfica sistemática) em relação às palavras chaves utilizada para seleção dos trabalhos.

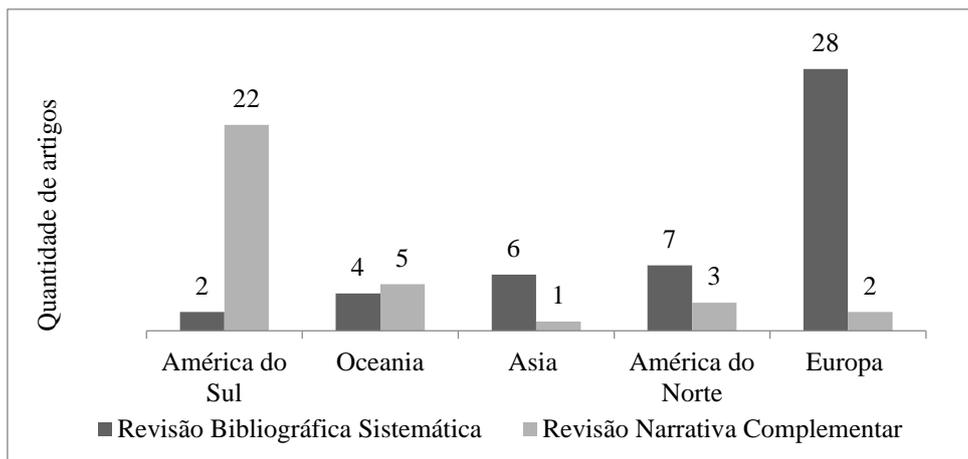
Quanto à abordagem temporal, em relação aos artigos científicos oriundos da revisão bibliográfica sistemática, verificou-se o aumento no número de publicações a partir de 2010. No entanto, verifica-se uma queda de 32% do ano de 2011 para o ano de 2012 (6 artigos). A partir de então, o número de publicações retoma seu crescimento, alcançando seu pico em 2013, com 11 artigos e mantendo este resultado no ano de 2014. Em relação aos estudos oriundos da revisão narrativa complementar (relatórios, revistas e livros), verificou-se que as revistas brasileiras estão distribuídas entre os anos de 2008 a 2013. Quanto aos livros, um refere-se ao ano 2010 e o outro ao ano de 2014. Quanto aos relatórios internacionais, têm-se relatório de 2002, 2007 e entre os anos de 2010 a 2014 (Figura 3).



Fonte: Elaboração própria

Figura 3: Distribuição dos estudos (revisão bibliográfica sistemática e revisão narrativa complementar) em relação abordagem temporal dos trabalhos incluídos na pesquisa.

Quanto à abordagem regional, verificou-se que os estudos selecionados (revisão bibliográfica sistemática e revisão narrativa complementar) são pertencentes a quase todos os continentes do planeta. Nota-se maior concentração das pesquisas no continente Europeu (28 artigos científicos), no continente Sul Americano (revistas nacionais) (Figura 4).



Fonte: Elaboração própria

Figura 4: Distribuição dos estudos (revisão bibliográfica sistemática e revisão narrativa complementar) em relação abordagem regional dos trabalhos incluídos na pesquisa.

1.4 Etapa 2.4: Síntese dos dados

A Etapa 5 trata da síntese dos dados. Nesta etapa foi elaborada uma tabela contendo um conjunto de boas práticas associadas à gestão sustentável da operação do transporte de cargas (Tabela 2). Tendo em vista que não se identificou qualquer atributo relacionado ao aspecto exclusivamente social (promovem impactos diretos no ambiente social), elaborou-se uma tabela contendo a relação dos atributos de desempenho que são predominantemente vinculados aos aspectos ambientais e econômicos. Além disso, identificou-se uma relação de indicadores de desempenho que podem ser relacionados a qualquer um dos atributos de desempenho (econômicos e ambientais) e que combinados, são capazes de formar as medidas de desempenho (Tabela 3). Tendo em vista que foram identificados 35 indicadores, dezenas de medidas de desempenho podem ser elaboradas. Tal combinação deve ocorrer conforme objetivo estabelecido para cada aplicação.

Tabela 2: Boas práticas associadas à gestão sustentável do transporte de carga

Linhas de Atuação - ASIF	Boas práticas Identificadas	Frequência Boa Prática	Modo Transporte	Cadeia de Suprimentos	Operação	Agente	Nível Organizacional	Investimento Inicial	Custo	Segurança	Confiabilidade	Tempo	Flexibilidade	Capacidade	Consumo de energia	Emissão de CO ₂	Poluição Atmosférica
								↑	↓	X	X	X	X	X	↓	↓	↓
Intensidade	Utilização de veículos com maior eficiência energética	30	Rodoviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↓	X	X	X	X	X	↓	↓	↓
Atividade	Utilização de sistemas de informação para rastreamento e acompanhamento da frota	9	Rodoviário e Aquaviário	Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↓	↑	↑	↓	X	X	X	X	X
Intensidade	Utilização de pneus de base mais larga, reduzindo o número de pneus no caminhão	3	Rodoviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição, Coleta e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↓	↓	X	X	X	X	↓	↓	↓
Intensidade	Utilização de sistemas de propulsão alternativos	38	Áereo, Rodoviário, Ferroviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição, Coleta e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↑	X	X	X	X	X	↓	↓	↓
Intensidade	Utilização de pneus de baixa resistência ao rolamento	11	Rodoviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição, Coleta e Transferência	Iniciativa privada	Operacional e Tático	↑	↓	↑	X	X	X	X	↓	↓	↓
Intensidade	Utilização de óleos lubrificantes sintéticos de nova geração	1	Rodoviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Iniciativa privada	Operacional	↑	↓	X	X	X	X	X	↓	↓	↓
Atividade	Utilização de faixas exclusivas para veículos de carga	4	Rodoviário	Distribuição Física	Distribuição	Poder público	Estratégico	↑	↓	↑	X	↓	X	X	↓	↓	↓

Linhas de Atuação - ASIF	Boas práticas Identificadas	Frequência Boa Prática	Modo Transporte	Cadeia de Suprimentos	Operação	Agente	Nível Organizacional	Investimento Inicial	Custo	Segurança	Confiabilidade	Tempo	Flexibilidade	Capacidade	Consumo de energia	Emissão de CO₂	Poluição Atmosférica
Energia	Utilização de fontes de energia mais limpas	32	Áereo, Rodoviário, Ferroviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Iniciativa privada	Operacional, Tático ou Estratégico	↑	↑	X	X	X	X	X	↓	↓	↓
Energia	Utilização de aditivos para melhorar a eficiência energética dos combustíveis	4	Áereo, Rodoviário, Ferroviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição	Iniciativa privada	Operacional	↑	↓	X	X	X	X	X	↓	↓	↓
Atividade	Treinamento de motoristas (<i>Eco-driving</i>)	10	Rodoviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Iniciativa privada	Operacional	↑	↓	↑	X	X	X	X	↓	↓	↓
Infraestrutura	Realização de transferência do transporte de carga para modos mais limpos (transferência modal)	22	Áereo, Rodoviário, Ferroviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Atuação conjunta	Estratégico	↑	↓	X	X	X	X	X	↓	↓	↓
Atividade	Otimização das rotas	19	Rodoviário e Aquaviário	Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Iniciativa privada	Operacional	↑	↓	X	X	↓	X	X	↓	↓	↓
Infraestrutura	Revitalização, conservação e manutenção preventiva regular das rodovias e vias urbanas	2	Rodoviário	Distribuição Física	Distribuição	Poder público	Estratégico	↑	↓	↑	X	↓	X	X	↓	↓	↓

Linhas de Atuação - ASIF	Boas práticas Identificadas	Frequência Boa Prática	Modo Transporte	Cadeia de Suprimentos	Operação	Agente	Nível Organizacional	Investimento Inicial	Custo	Segurança	Confiabilidade	Tempo	Flexibilidade	Capacidade	Consumo de energia	Emissão de CO₂	Poluição Atmosférica
Atividade	Restrição do tráfego de veículos pesados em área urbana	5	Rodoviário	Distribuição Física	Distribuição	Poder público	Estratégico	↑	↑↓	X	X	↓	↓	↓	↑↓	↑↓	↑↓
Intensidade	Renovação e modernização da frota	4	Rodoviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição, Coleta e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↓	↑	X	X	X	X	↓	↓	↓
Intensidade	Redução do peso dos veículos	6	Rodoviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição, Coleta e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↓	X	X	X	X	X	↓	↓	↓
Atividade	Redução da velocidade de deslocamento	1	Rodoviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Atuação conjunta	Operacional	X	↓	↑	↑	↑	X	X	↓	↓	↓
Infraestrutura	Preservação de áreas verdes em centros urbanos	1	Rodoviário	Distribuição Física	Distribuição	Poder público	Estratégico	↑	↑	X	X	X	X	X	X	X	X
Atividade	Otimização da operação de carga e descarga com utilização de equipamentos motorizados	1	Rodoviário	Distribuição física	Distribuição	Iniciativa privada	Operacional	↑	↑	X	X	↓	X	X	↑	↑	↑
Atividade	Otimização da ocupação do veículo	9	Rodoviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico, Tático e Operacional	X	↓	X	X	↑	↑	X	↓	↓	↓
Infraestrutura	Promoção de uma melhor gestão de tráfego	3	Rodoviário e Aéreo	Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Poder público	Estratégico	↑	↓	↑	X	↓	X	X	↓	↓	↓

Linhas de Atuação - ASIF	Boas práticas Identificadas	Frequência Boa Prática	Modo Transporte	Cadeia de Suprimentos	Operação	Agente	Nível Organizacional	Investimento Inicial	Custo	Segurança	Confiabilidade	Tempo	Flexibilidade	Capacidade	Consumo de energia	Emissão de CO₂	Poluição Atmosférica
Intensidade	Promoção de melhoria da aerodinâmica dos veículos	29	Áéreo, Rodoviário, Ferroviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Distribuição, Coleta e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↓	↑	X	X	X	X	↓	↓	↓
Intensidade	Manutenção preventiva dos veículos	6	Rodoviário	Distribuição Física	Distribuição	Iniciativa privada	Tático	↑	↓	↑	↑	X	X	X	↓	↓	↓
Energia	Implantação de equipamento de controle das emissões dos veículos	2	Rodoviário	Suprimento e Distribuição Física	Coleta, distribuição e transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↑	X	X	X	X	X	X	↓	↓
Energia	Implementação da rede de monitoramento nacional das emissões veiculares	1	Rodoviário	Suprimento e Distribuição Física	Coleta, distribuição e transferência	Poder público	Estratégico	↑	↑	X	X	X	X	X	X	↓	↓
Atividade	Implantação de sistema integrado dos modos de transporte	1	Áéreo, Rodoviário, Ferroviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Coleta, Distribuição e Transferência	Atuação conjunta	Estratégico	↑	↑↓	↑	X	↓	↑	↑	↓	↓	↓
Atividade	Implantação de centros de distribuição em áreas urbanas	1	Áéreo, Rodoviário, Ferroviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Coleta, Distribuição e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↓	↑	X	↓	↑	↑	↓	↓	↓
Atividade	Implantação de centros de consolidação de	7	Rodoviário	Distribuição Física	Distribuição e Transferência	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↓	↑	X	↓	↑	↑	↓	↓	↓

Linhas de Atuação - ASIF	Boas práticas Identificadas	Frequência Boa Prática	Modo Transporte	Cadeia de Suprimentos	Operação	Agente	Nível Organizacional	Investimento Inicial	Custo	Segurança	Confiabilidade	Tempo	Flexibilidade	Capacidade	Consumo de energia	Emissão de CO ₂	Poluição Atmosférica
	carga em áreas urbanas																
Atividade	Fiscalização física e eletrônica de estacionamentos de carga e descarga	1	Rodoviário	Distribuição física	Distribuição	Poder público	Tático	↑	↑	↑	X	↓	X	X	X	X	X
Atividade	Realização de coleta e distribuição noturna	3	Rodoviário	Distribuição Física	Coleta e distribuição	Iniciativa privada	Tático	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓
Atividade	Utilização de diferentes tipos de veículos para realização de entregas e coletas	1	Rodoviário	Distribuição Física	Coleta e distribuição	Iniciativa privada	Estratégico	↑	↑↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑↓	↑↓	↑↓
Atividade	Aumento do preço de combustíveis e taxação para emissões de CO ₂	1	Áéreo, Rodoviário, Ferroviário e Aquaviário	Suprimento e Distribuição Física	Coleta, distribuição e transferência	Poder público	Estratégico	X	↑	X	X	X	X	X	X	↓	↓
Infraestrutura	Ampliação da rede ferroviária	1	Ferroviário	Distribuição Física	Transferência	Poder público	Estratégico	↑	↓	↑	X	↓	↑	↑	↓	↓	↓

Legenda: ↑: aumento de determinado atributo que impacta negativamente; ↑: aumento de determinado atributo que impacta positivamente; ↓: diminuição de determinado atributo que impacta negativamente; ↓: diminuição de determinado atributo que impacta positivamente, X: não influência.

Fonte: Elaboração própria com base em Andersen *et al.* (2010), Arvidsson (2013), BESTFACT (2004), BESTUFS (2007), CAI-Asia. (2011), Clean Cities (2013), Clean Cities (2014), CNT (2015a), CNT (2015b), CNT (2015c), CNT Transporte Atual - ano 2014, nº 227, agosto/14 (2014), Dinwoodie (2006), Fenley *et al.* (2007), Figliozzi (2011), Gilpin *et al.* (2014), Hickman *et al.* (2010), Hyard (2013), Jin *et al.* (2013), Kamakaté e Schipper (2009), Leonardi *et al.* (2014), Li *et al.* (2013), Liimatainen *et al.* (2014), Mattila e Antikainen (2011), McKinnon e Piecyk. (2009), Mendiluce e Schipper (2011), Mihic *et al.* (2011), Negócios em Transporte (2014), Olsson e Woxenius (2014), Ozen e Tuydes-Yaman (2013), Pan *et al.* (2013), Ramanathan *et al.* (2014), Richardson (2005), Sathaye *et al.* (2010), Shafiei *et al.* (2014), Standing Council on Transport and Infrastructure (2012), The World Bank (2010), Transporte Moderno - ano 45, nº 428 (2008),

Transporte Moderno - ano 45, n° 429 (2008), Transporte Moderno - ano 46, n° 433 (2009), Transporte Moderno - ano 46, n° 437 (2009), Transporte Moderno - ano 46, n° 438 (2009), Transporte Moderno - ano 47, n° 439 (2010), Transporte Moderno - ano 46, n° 440 (2010), Transporte Moderno - ano 48, n° 443 (2010), Transporte Moderno - ano 48, n° 444 (2010), Transporte Moderno - ano 48, n° 445 (2011), Transporte Moderno - ano 48, n° 447 (2011), Transporte Moderno - ano 49, n° 451 (2012), Transporte Moderno - ano 49, n° 453, 2012, Transporte Moderno - ano 49, n° 454 (2012), Transporte Moderno - ano 50, n° 458 (2013), Transporte Moderno - ano 50, n° 461 (2009), Turgut e Rosen (2010), Ubeda *et al.* (2011), Walker e Manson (2014), Woodhead Publishing Series in Energy (2014), Zanni e Bristow (2010), Vergara (2012).

Tabela 3: Atributos de desempenho do transporte de carga

Aspectos	Ambiental		Econômico	
Atributos	Consumo de Energia		Custo	
	Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)		Segurança	
	Poluição Atmosférica		Confiabilidade	
			Tempo	
			Flexibilidade	
			Capacidade	
Indicadores / Unidades	Autonomia do veículo	km	Emissão de CO _{2eq}	t
	Capacidade de carga do modo	t	Emissão de COV	g
	Capacidade de carga do veículo	kg ou m ³	Emissão de MP	g
	Comprimento das rotas disponíveis	km	Emissão de NO _x	g
	Despesa anual com manutenção do veículo	\$/ano	Emissão de SO _x	g
	Despesa com aquisição do veículo	\$	Emissões de HCNM	g
	Despesa com combustível	\$/km	Energia gasta pelo veículo elétrico	kW
	Despesa com substituição da bateria ⁽¹⁾	\$	Frequência do uso de combustível	%
	Despesa total de operação por modo	£	Massa de carga transportada	kg
	Despesa total de operação por veículo	\$	Número de acidentes com a carga transportada	und
			Número de veículos disponíveis em operação	veículo
	Distância entre paradas	km	Número de viagens realizadas	und
	Distância percorrida total	km	Tara do veículo	t
	Eficiência do motor	%	Tempo de utilização do veículo	anos
	Emissão de benzeno	g	Tempo de utilização do veículo	h
	Emissão de CO	g	Tempo entre paradas	h
	Emissão de CO ₂	g, kg, t, Mt ou %		Tempo total de entrega
			Volume de carga transportada	m ³
			Volume de combustível	l

Nota: (1) Específico para veículos elétricos.

Legenda: CO – monóxido de carbono, CO₂ – dióxido de carbono, CO_{2eq} – dióxido de carbono equivalente, COV compostos orgânicos voláteis, MP – Material Particulado, NO_x – Óxidos de Nitrogênio, SO_x – Óxidos de Enxofre, HCNM – Hidrocarbonetos não metano.

Fonte: Elaboração própria com base em Zanni e Bristow (2010), Liimatainen *et al.* (2014), Ozen e Tuydes-Yaman (2013), Dinwoodie (2006), Mendiluce e Schipper (2011), Shafiei *et al.* (2014), Soysal *et al.* (2014), Walker e Manson (2014), Richardson (2005), Hickman *et al.* (2010), Kamakaté e Schipper (2009), Olsson e Woxenius (2014) e Mihic *et al.* (2011), Gilpin *et al.* (2014), Hyard (2013), Sathaye *et al.* (2010), Marquez e Salim (2007), Shafiei *et al.* (2014), Mattila e Antikainen (2011), Arvidsson (2013), Mihic *et al.* (2011), Mendiluce e Schipper (2011), Olsson e Woxenius (2014), Konur (2014), Lin e Ng (2012), Mc Kinnon e Piecyk (2009), Turgut e Rosen (2010), Figliozzi (2011), Hyard (2013), Li *et al.* (2013), Pan *et al.* (2013), Ramanathan *et al.* (2014), Shafiei *et al.* (2014), Soysal *et al.* (2014), Ubeda *et al.* (2011), Vergara (2012), Walker e Manson (2014), Andersen *et al.* (2010) e Liu *et al.* (2013a).

2. Comunicação e divulgação da revisão bibliográfica sistemática - Objetivo 2

Optou por realizar a comunicação e divulgação dos resultados por meio da elaboração de um artigo, que foi submetido em Março de 2016, na Revista *Transport Review*, que sintetiza as Etapas 1 (Elaborar relatório) e 2 (Apresentar resultados), estabelecidas no procedimento adotado. Até o momento atual a revista ainda não se pronunciou em relação ao estudo submetido (consulta realizada em 31/03/16).

3. Análise dos resultados

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho, identificou-se um conjunto de 269 boas práticas associadas à gestão sustentável do transporte de cargas a partir da revisão bibliográfica sistemática e da revisão narrativa complementar.

Das quatro linhas de atuação citadas pelo método ASIF, a mais explorada foi a diminuição da intensidade energética (48% - 128 boas práticas), seguida pela redução de atividade de transporte (27% - 73 boas práticas), depois a escolha de fontes de energia de baixo teor de carbono (15% - 39 boas práticas) e por último a oferta de infraestrutura (11% - 29 boas práticas).

Após uma apreciação aprofundada dessas 269 boas práticas verificou-se que estas, se resumem em apenas 33 boas práticas efetivamente diferentes, resultando assim em 9 boas práticas ligadas a diminuição da intensidade energética (27%), 15 boas práticas ligadas a redução de atividade de transporte (46%), 5 boas práticas ligadas a oferta de infraestrutura (15%) e 4 boas práticas ligadas a escolha de fontes de energia de baixo teor de carbono (12%), apresentando uma variação em relação à participação das boas práticas por linhas de atuação.

Para as boas práticas relacionadas às linhas de atuação que consistem na diminuição da intensidade energética e na escolha de fontes de energia de baixo teor de carbono, verificou-se muitas boas práticas iguais, isso fez com que a participação dessas linhas de atuação fosse reduzida em relação ao total de boas práticas efetivamente diferentes. Sendo assim, houve uma redução de 48% para 27% em relação à linha de atuação que consiste na diminuição da intensidade energética e de 15% para 12%, em relação à linha de atuação que consiste na escolha de fontes de energia de baixo teor de carbono. O contrário foi verificado para as boas práticas relacionadas às linhas de atuação que consistem na redução de atividade de transporte e na oferta de infraestrutura. Verificou-se que se tratavam de muitas boas práticas diferentes, isso fez com que a participação dessas linhas de atuação aumentasse em relação ao total de boas práticas efetivamente diferentes. Sendo assim, houve um aumento de 27% para 46% em relação à linha de atuação que consiste na redução de atividade de transporte e de 11% para 15%, em relação à linha de atuação que consiste na oferta de infraestrutura.

Em relação às práticas que exploraram a possibilidade de diminuição da intensidade energética, identificaram-se nove boas práticas diferentes (27%), sendo que a utilização de sistemas de propulsão alternativos, a utilização de veículos com maior eficiência energética e a promoção de melhoria da aerodinâmica dos veículos foram as boas práticas mais observadas (76%). Todas estão associadas prioritariamente a atuação da iniciativa privada e 67% foram consideradas como provenientes de decisões a serem tomadas no nível estratégico das organizações.

Deve-se considerar que, embora prioritariamente relacionadas à atuação da iniciativa privada, a adoção de duas boas práticas apresentadas na Tabela 4.3 pode depender de incentivo do poder público, no caso específico do Brasil, em suas diferentes esferas (federal, estadual e municipal). Tal incentivo está associado a um aumento significativo dos investimentos iniciais em ativos (veículos e equipamentos) com perspectiva de algum tipo de retorno financeiro ao longo da operação do transporte de carga. São elas: utilização de sistemas de propulsão alternativos e renovação e modernização da frota.

Das 33 diferentes boas práticas identificadas, 46% (15 práticas) exploraram a possibilidade de redução da atividade de transporte. As boas práticas que consistem na otimização das rotas, no treinamento de motoristas (*Eco-driving*), na utilização de sistemas de informação para rastreamento e acompanhamento da frota e na otimização da ocupação do veículo foram as mais observadas (64%) e 60% estão relacionadas à iniciativa privada, sendo que 33% delas podem ser implantadas no nível operacional das organizações. Das boas práticas que estão relacionadas ao poder público (33%), 75% delas, são consideradas de nível estratégico. Verificou-se também que para esta linha de atuação, a prática que consiste na redução da velocidade de deslocamento pode ser implantada de forma conjunta, no nível operacional, tanto do poder público quanto da iniciativa privada.

Deve-se destacar que a realização de coleta e distribuição noturna depende que um conjunto de aspectos associados à segurança pública e patrimonial, o que envolve necessariamente a atuação do poder público. Por outro lado, boas práticas como a restrição de tráfego de veículos pesados em áreas urbanas e o aumento do preço de combustíveis e taxaço para emissões de CO₂ impactam nos custos operacionais do transporte de carga e tendem ser consideradas com certa antipatia pela iniciativa privada.

Para as boas práticas que exploraram a possibilidade de escolha de fontes de energia de baixo teor de carbono, identificaram-se quatro boas práticas diferentes (12%). Três estão relacionadas à iniciativa privada, sendo que a utilização de aditivos para melhorar a eficiência energética dos combustíveis pode ser implementada no nível operacional e a utilização de fontes de energia mais limpas é uma decisão a ser avaliada nos níveis operacional, tático e estratégico das organizações em função da abrangência das modificações que podem ser impostas a frota. A prática que consiste na implantação de equipamento de controle das emissões dos veículos foi considerada de nível estratégico. Quanto à prática que está relacionada ao poder público (implementação da rede de monitoramento nacional das emissões veiculares), esta foi associada ao nível estratégico.

A utilização de fontes de energia mais limpas pela iniciativa privada pode depender da intervenção e de algum apoio do poder público, em particular no que se refere à garantia de fornecimento dos produtos, fiscalização de sua qualidade e adequação de preço de comercialização.

Quanto às boas práticas que exploraram a oferta de infraestrutura, identificaram-se cinco boas práticas diferentes. A boa prática mais frequente trata-se da realização de transferência do transporte de carga para modos mais limpos (transferência modal) (76%). Uma boa prática está associada a uma atuação conjunta entre a iniciativa privada e o poder público e as demais estão ligadas ao poder público. Todas as boas práticas referentes a essa linha de atuação foram consideradas decisões de nível estratégico.

A realização da transferência do transporte de carga para modos mais limpos (transferência modal) como atribuição exclusiva da iniciativa privada só será possível se houver a disponibilidade de modos de transporte mais limpos que os usuais. Neste sentido, pode haver necessidade de atuação do poder público no sentido de promover a oferta de infraestrutura. Isso é comum no caso da substituição do modo rodoviário pelos modos ferroviário e aquaviário.

Em relação aos agentes de implementação das práticas, verificou-se que 27% estão relacionadas ao poder público, nos níveis estratégico e tático. A iniciativa privada está relacionada a 64% das boas práticas, nos três níveis organizacionais. A atuação conjunta do poder público e a iniciativa privada está relacionada a 9% das boas práticas e estas estão associadas aos níveis estratégico e operacional.

Quanto aos agentes de implantação e aos níveis organizacionais às quais as boas práticas estão relacionadas, verificou-se que tanto para o poder público, a iniciativa privada ou para uma atuação conjunta, a maior parte das boas práticas está relacionada ao nível estratégico, 89%, 52% e 67%, respectivamente. Verificou-se que o poder público não atua isoladamente no nível tático, este, somente é considerado, quanto há uma atuação conjunta com a iniciativa privada. A iniciativa privada apresenta maior flexibilidade em relação aos níveis organizacionais, pois apresenta possibilidade de atuação nos três níveis de forma isolada ou combinada. Na atuação conjunta, têm-se os níveis estratégico e operacional.

Quanto às linhas de atuação e os agentes de implantação das boas práticas, verificou-se que a iniciativa privada pode atuar de forma predominante sobre as linhas de atuação que consistem na redução da atividade de transporte (60%), na diminuição da intensidade energética (100%) e na escolha de fontes de energia de baixo teor de carbono (75%). No entanto verificou-se que o poder público é o indutor predominante da oferta de infraestrutura, podendo atuar em 75% das boas práticas relacionadas à oferta de infraestrutura (Figura 4.10). Uma atuação conjunta foi identificada para as linhas de atuação que consistem na redução da atividade de transporte (13%) e na oferta de infraestrutura (20%).

Quanto às linhas de atuação e aos níveis de planejamento as quais as boas práticas estão relacionadas, verificou-se que apesar do nível estratégico ser predominante em todas as linhas de atuação, as linhas que consistem na redução da atividade de transporte, na diminuição da intensidade energética e na escolha de fontes de energia de baixo teor de carbono também estão relacionadas a boas práticas que podem ser implementadas no nível operacional, 27%, 11% e 25%, respectivamente e isso pode representar agilidade e baixo custo para os agentes de implantação (poder público ou iniciativa privada).

No que diz respeito à cadeia de suprimentos, esta se divide em dois segmentos, sendo o primeiro de suprimento (desde o fornecedor de matéria prima até o fabricante principal) e o segundo, a distribuição física (desde o fabricante principal até o consumidor final) (BALLOU, 2001). Verificou-se que 42% das boas práticas identificadas estão relacionadas exclusivamente ao segmento de distribuição física. Isso demonstra que esta atividade possui maior flexibilidade para promoção de boas práticas que colaborem para a sustentabilidade da gestão logística, tendo em vista que as demais boas práticas (58%) consideram o segmento de suprimento e distribuição física, simultaneamente.

O modo rodoviário foi considerado em 97% das boas práticas identificadas. Isso ocorre porque além de ser o dominante nos estudos, é o que mais apresenta flexibilidade para melhorias tendo em vista que 31% dessas boas práticas podem ser implantadas no nível tático e/ou operacional das organizações.

Quanto aos atributos identificou-se: custo, segurança, confiabilidade, tempo,

flexibilidade e capacidade para o aspecto econômico. Consumo de energia, emissão de CO₂ e emissão de poluentes atmosféricos para o aspecto ambiental. No entanto, para o aspecto social não foi identificado qualquer atributo.

Nem todos os estudos quantificam os impactos econômicos e ambientais considerando a aplicação das boas práticas identificadas. Em relação ao aspecto econômico, somente o atributo custo foi quantificado nos estudos inclusos nesta revisão bibliográfica sistemática. Quanto ao aspecto ambiental, foi possível identificar reduções em relação aos atributos: consumo de energia, emissões de CO₂ e de poluição atmosférica.

As boas práticas que consistem no treinamento de motoristas e na utilização de veículos com maior eficiência energética foram às que apresentaram maior possibilidade de redução de custos (entre 5% e 20%).

Quanto à redução do consumo de energia, as boas práticas que consistem na utilização de fontes de energia mais limpas e utilização de veículos com maior eficiência energética foram as que apresentaram maior potencial de redução de consumo de energia, aproximadamente 70%. A promoção da melhoria da aerodinâmica dos veículos e a utilização de sistemas de propulsão alternativos, a implantação de sistema de gestão integrado dos modos de transportes e a redução da velocidade de deslocamento apresentaram reduções de até 50% do consumo de energia.

Em relação à emissão de CO₂, a boa prática que consiste na utilização de sistemas de propulsão alternativos pode proporcionar uma redução de até 100% considerando apenas a operação de transporte. Para as boas práticas que consistem na utilização de fontes de energia mais limpas e utilização de veículos com maior eficiência energética verificou-se uma redução de até 90% das emissões de CO₂.

Desta forma, as boas práticas identificadas permitem a avaliação da redução dos impactos ambientais causados pelo transporte de carga ao promoverem a redução do consumo de energia fóssil e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade do ar e a redução da emissão de gases de efeito estufa. Como consequência dessas boas práticas, aspectos sociais podem ser observados, de forma indireta tais como problemas fisiológicos de saúde (bronquite, asma, intoxicação, hipertensão, câncer) e problemas psicológicos (estresse etc.), o que torna difícil a sua precisa identificação e quantificação.

Verificou-se que boas práticas, como a promoção de treinamento de motoristas, a realização de distribuição noturna, a promoção da melhoria da gestão de tráfego, a otimização das rotas e a utilização de sistemas de informação de rastreamento e acompanhamento de frota promovem benefícios sociais diretos, na medida em que promovem a melhoria da qualidade de vida das pessoas e a melhoria da qualificação profissional dos motoristas, no entanto, estes benefícios não foram quantificados.

Portanto, a gestão da operação do transporte de carga pode apoiar a boa prática da logística sustentável na medida em que práticas que visem a melhoria dos aspectos ambientais, sociais e econômicos são implementadas, simultaneamente, na cadeia de suprimentos. Para que isso aconteça, decisões precisam ser tomadas nos diferentes níveis de planejamento organizacional e devem ser seguidas de ações, tais como o estabelecimento de um plano de ação estratégico que contemple os objetivos e as metas a serem alcançados, bem como os métodos a serem utilizados, os recursos humanos e financeiros disponíveis e os prazos e serem cumpridos.

Levando em consideração as atribuições de cada nível de planejamento, ao nível estratégico cabe pensar nos valores organizacionais a serem partilhados por toda a organização e tomar as providências para isso aconteça. Ao nível tático cabe a execução do plano de ação, por meio do detalhamento e definição de metas, e por fim ao nível operacional cabe à implementação das boas práticas.

REFERÊNCIAS

- Andersen, O., Peeters, P., Gossling, S., Simonsen, M., Neiberger, C. and Walnum, H. J. CO2 emissions from the transport of China's exported goods. *Energy Policy*, v. 38, pp. 5790–5798, 2010. doi:10.1016/j.enpol.2010.05.030
- Arvidsson, N. The milk run revisited: A load factor paradox with economic and environmental implications for urban freight transport. *Transportation Research Part A*, v. 51, pp. 56–62, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2013.04.001>
- Ballou, Ronald H. *Supply chain management: planning, organization and business logistics*. 4th edition. Porto Alegre, Bookman, 2001.
- Becheikh, N., Landry, R.; Amara, N. Lessons from innovation empirical studies in the manufacturing sector: A systematic review of the literature from 1993-2003. *Technovation*. Volume 26, p. 644-664, 2006. doi:10.1016/j.technovation.2005.06.016
- Bereton, Pearl; Kitchenham, Barbara A.; Budgen, David; Turner, Mark; Khalil, Mohamed. 2007. Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain. *The Journal of System and Software*, v. 80, p.571-583. Doi:10.1016/j.jss.2006.07.009
- BESTFACT. *Towards a competitive and sustainable European Freight Transport*, European Commission, 2004.
- BESTUFS. *Good Practice Guide on Urban Freight Transport*. European Commission, 2007.
- Business in Transport - year 12*, n 118, 2014
- Cadarso, M. A., López, L. A., Gómez, N. and Tobarra, M. A. CO2 emissions of international freight transport and offshoring: Measurement and allocation. *Ecological Economics*, v. 69, pp. 1682-1694, 2010. doi:10.1016/j.ecolecon.2010.03.019
- CAI-Asia. *Design of Green Freight China Program: Program Design Report*, Clean Air Initiative for Asian Cities (CAI-Asia) Center, 2011
- Chaabane, A., Ramudhin A., Paquet M. Design of sustainable supply chains under the emission trading scheme. *Int. J. Production Economics*, v.13, pp. 37-48, 2012 Doi:10.1016/j.ijpe.2010.10.025
- Chang, C. C. and Lai, T. C. Carbon allowance allocation in the transportation industry. *Energy Policy*, v. 63, pp.1091–1097, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.093>
- Chen, K., Yang, Z. and Notteboom, T. The design of coastal shipping services subject to carbon emission reduction targets and state subsidy levels *Transportation Research Part E*, v. 61, pp.192–211, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2013.11.004>
- Clean Cities. *Building Partnerships to Cut*, 2014.
- Clean Cities. *Guide to Alternative Fuel and Advanced Medium and Heavy-Duty Vehicles*, U.S. Department of Energy, 2013
- CNT Current Transport - ano 2014, n 227, agosto/2014.
- CNT, *Despoluir - Programa Ambiental do Transporte*, Confederação Nacional do Transporte. Disponível em: <<http://www.cntdespoluir.org.br/Paginas/Inicio.aspx>> Acesso em: 02/2015 (a).
- CNT, *Relatório Síntese de Informações Ambientais*, Confederação Nacional do Transporte. Disponível em: <http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/Relatorio_Sintese_de_Informacoes_Ambientais.pdf>. Acesso em: 02/2015 (b).

CNT, Sondagem Ambiental do Transporte - Relatório de Pesquisa, Confederação Nacional do Transporte. Disponível em: <<http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/proj%20sondagem%20final.pdf>>. Acesso em: 02/2015 (c).

Cristea, A., Hummels, D., Puzello, L. and Avetisyan, M. Trade and the greenhouse gas emissions from international freight transport. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vv. 65, pp. 153–173, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeem.2012.06.002>

Dinwoodie, J. Rail freight and sustainable urban distribution: Potential and practice. *Journal of Transport Geography*, v. 14, pp. 309–320, 2006. doi:10.1016/j.jtrangeo.2005.06.001

Fenley, C. A., Machado, W. V. e Fernandes, E. Air transport and sustainability: Lessons from Amazonas. *Applied Geography*, v. 27, pp. 63–77, 2007. doi:10.1016/j.apgeog.2006.12.002

Figliozzi, M. A. The impacts of congestion on time-definitive urban freight distribution networks CO₂ emission levels: Results from a case study in Portland, Oregon. *Transportation Research Part C*, v. 19, pp. 766–778, 2011. doi:10.1016/j.trc.2010.11.002

Fitzgerald, W. B., Howitt, O. J. A. and Smith, I. J. Greenhouse gas emissions from the international maritime transport of New Zealand's imports and exports. *Energy Policy*, v. 39, pp. 1521–1531, 2011. doi:10.1016/j.enpol.2010.12.026

Fitzgerald, W. B., Howitt, O. J. A., Smith, I. J. and Hume, A. Energy use of integral refrigerated containers in maritime transportation. *Energy Policy*, v 39, pp. 1885–1896, 2011. doi:10.1016/j.enpol.2010.12.015

Fürst, E. and Oberhofer, P. Greening road freight transport: evidence from an empirical project in Austria. *Journal of Cleaner Production*, v. 33, pp. 67-73, 2012 doi:10.1016/j.jclepro.2012.05.027

Gibbs, D., Muller, P. R., Mangan, J. and Lalwani, C. The role of sea ports in end-to-end maritime transport chain emissions. *Energy Policy*, v. 64, pp. 337–348, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.024>

Gilpin, G., Ole, J. H. and Czerwinski, J. Biodiesel's and advanced exhaust aftertreatment's combined effect on global warming and air pollution in EU road-freight transport. *Journal of Cleaner Production*, pp. 1-10, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.011>

Hickman, R., Ashiru, O. and Banister, D. Transport and climate change: Simulating the options for carbon reduction in London. *Transport Policy*, v. 17, pp. 110–125, 2010. doi:10.1016/j.tranpol.2009.12.002

Howitt, O. J. A., Carruthers, M., Smith, I. J. and Rodger, C. J. Carbon dioxide emissions from international air freight. *Atmospheric Environment*, v. 45, pp. 7036-7045, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2013.03.001>

Hyard, A. Non-technological innovations for sustainable transport. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 80, pp. 1375–1386, 2013. doi:10.1016/j.apgeog.2006.12.002

Industry Steering Committee of the Freight Transport Logistics Industry Action Agenda. *Freight logistics in Australia an agenda for action*, 2002.

Jin, M., Granda-Marulanda, N. A. and Down, I. The impact of carbon policies on supply chain design and logistics of a major retailer. *Journal of Cleaner Production*, pp.1-9, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.042>

Kamakaté, F. and Schipper, L. Trends in truck freight energy use and carbon emissions in selected OECD countries from 1973 to 2005. *Energy Policy*, v. 37, pp. 3743–3751, 2009. doi:10.1016/j.enpol.2009.07.029

Konur, D. Carbon constrained integrated inventory control and truckload transportation with heterogeneous freight trucks. *Int. J. Production Economics*, v.153, pp; 268–279, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.03.009>

Leonardi, J., Browne, M., Allen, J., Bohne, S. and Ruesch, M. Best Practice Factory for Freight Transport in Europe: Demonstrating How 'Good' Urban Freight Cases are Improving Business Profit and Public Sectors Benefits. 8th International Conference on City Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, V. 125, PP. 84 – 98, 2014. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.1458

Liao, C. H., Lu, C. S., Tseng, P. H. Carbon dioxide emissions and inland container transport in Taiwan. *Journal of Transport Geography*, v. 19, v. 722–728, 2011. doi:10.1016/j.jtrangeo.2010.08.013

Liimatainen, H., Jensen, T. C., Nykänen, L., Østli, V., Arvidsson, N. and Hovi, I. B. Energy efficiency of road freight hauliers—A Nordic comparison. *Energy Policy*, v. 67, pp. 378–387, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.074>

Lin, D. Y. and Ng, K. H. The impact of collaborative backhaul routing on carbon reduction in the freight industry. *Transportation Research Part D*, v.17, pp. 626–628, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2012.08.002>

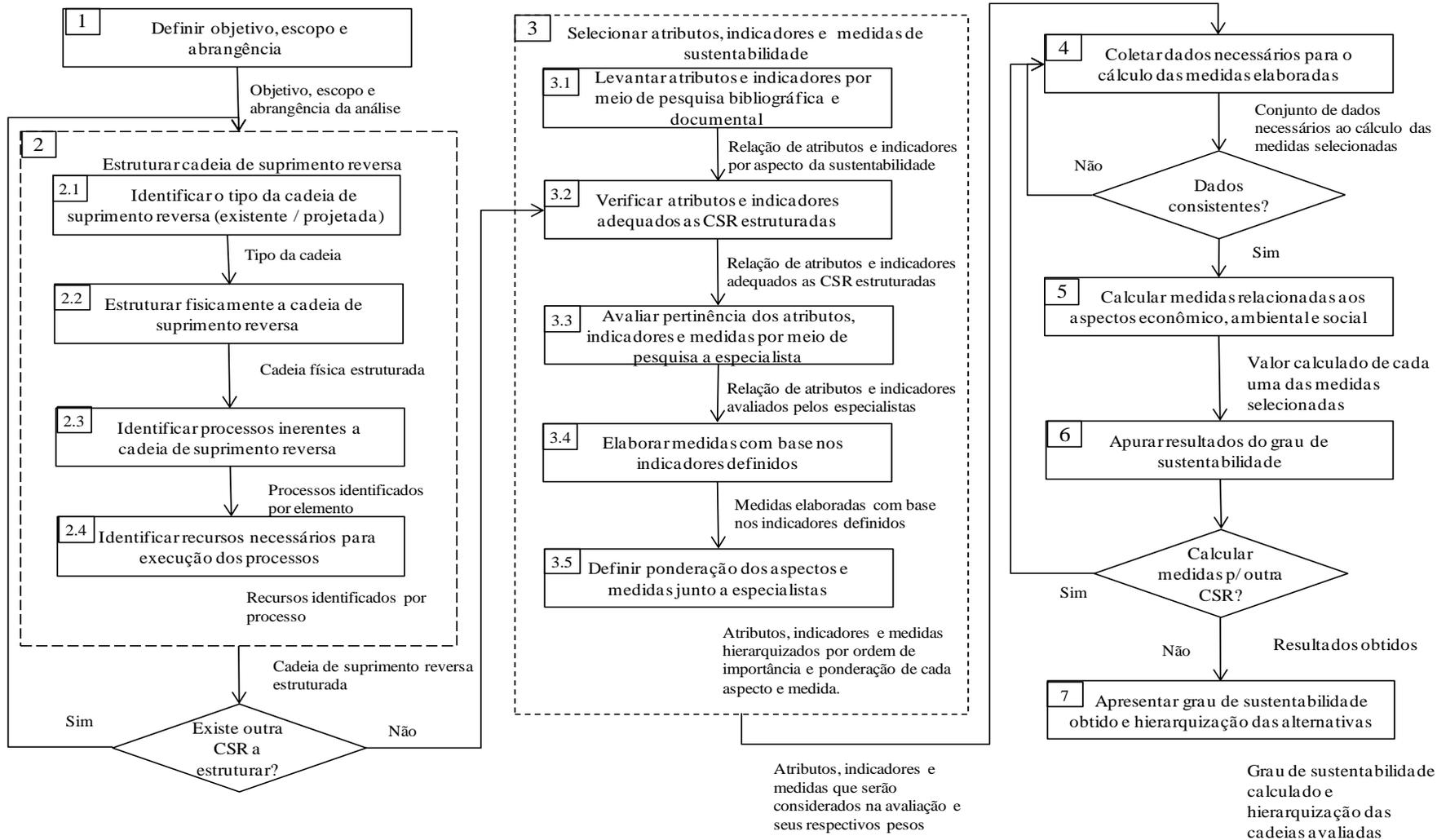
- Lindholm, M. Behrends, S. Challenges in urban freight transport planning – a review in the Baltic Sea Region. *Journal of Transport Geography*, v. 22, pp.129–136, 2012. Doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.01.001
- Lindstad, H., Jullumstrø, E. and Sandaas, I. Reductions in cost and greenhouse gas emissions with new bulk ship designs enabled by the Panama Canal expansion. *Energy Policy*, v. 59, pp. 341–349, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.046>
- Liu, H., Zhang, J., Lu, Y. and Wang, T. Trends in road freight transportation carbon dioxide emissions and policies in China. *Energy Policy*, v. 57, pp. 99–106, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.070>
- Liu, W., Lund, H. and Mathiesen B. V. Modelling the transport system in China and evaluating the current strategies towards the sustainable transport development. *Energy Policy*, v. 58, pp. 347–357, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.032>
- Marquez, L. and Salim, V. Assessing impacts of urban freight measures on air toxic emissions in Inner Sydney. *Environmental Modelling and Software*, v. 22, pp. 515–525, 2007. doi:10.1016/j.envsoft.2006.02.007
- Mattila, T. and Antikainen, R. Backcasting sustainable freight transport systems for Europe in 2050. *Energy Policy*, v. 39, pp.1241–1248, 2011. doi:10.1016/j.enpol.2010.11.051
- Mendiluce, M. and Schipper, L. Trends in passenger transport and freight energy use in Spain. *Energy Policy*, v. 39, pp. 6466–6475, 2011. doi:10.1016/j.enpol.2011.07.048
- Mihic, S., Golusinb, M. and Mihajlovicc, M. Policy and promotion of sustainable inland waterway transport in Europe – Danube River. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, pp. 1801–1809, 2011. doi:10.1016/j.rser.2010.11.033
- Modern Transport - year 45, n 428, 2008
- Modern Transport - year 45, n 429, 2008
- Modern Transport - year 46, n 433, 2009
- Modern Transport - year 46, n 437, 2009
- Modern Transport - year 46, n 438, 2009
- Modern Transport - year 47, n 439, 2010
- Modern Transport - year 47, n 440, 2010
- Modern Transport - year 48, n 443, 2011
- Modern Transport - year 48, n 444, 2011
- Modern Transport - year 48, n 445, 2011
- Modern Transport - year 48, n 447, 2011
- Modern Transport - year 49, n 451, 2012
- Modern Transport - year 49, n 453, 2012
- Modern Transport - year 49, n 454, 2012
- Modern Transport - year 49, n 456, 2013
- Modern Transport - year 50, n 458, 2013
- Modern Transport - year 50, n 461, 2013
- Olsson, J. and Woxenius, J. Localisation of freight consolidation centres serving small road hauliers in a wider urban area: barriers for more efficient freight deliveries in Gothenburg. *Journal of Transport Geography*, v. 34, pp.25–33, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.10.016>
- Ozen, M. and Tuydes-Yaman, H. Evaluation of emission cost of inefficiency in road freight transportation in Turkey. *Energy Policy*, v. 62, pp. 625–636, 2013. Doi: 10.1016/j.enpol.2013.07.075
- Pan, S., Ballot, E. and Fontane, F. The reduction of greenhouse gas emissions from freight transport by pooling supply chains. *Int. J. Production Economics*, v. 143, pp. 86–94, 2013. doi:10.1016/j.ijpe.2010.10.023
- Petroleum Use in Transportation, U.S. Department of Energy, 2014
- Piecyk, M. and McKinnon, A. C. Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 65, pp. 153–173, 2013. doi:10.1016/j.jjpe.2009.08.027
- Ramanathan, U., Bentley, Y. and Pang, G. The role of collaboration in the UK green supply chains: an exploratory study of the perspectives of suppliers, logistics and retailers. *Journal of Cleaner Production*, v. 70, pp. 231–241, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.026>
- Richardson, B. C. Sustainable transport: analysis frameworks. *Journal of Transport Geography*, v. 13, pp. 29–39, 2005. doi:10.1016/j.jtrangeo.2004.11.005
- Rowley, J.; Slack, F. Conducting a literature review. *Management Research News*. Volume 27, n 6, p. 31–39, 2004 Doi:10.1108/01409170410784185

- Sathaye, N., Harley, R. and Madanat, S. Unintended environmental impacts of nighttime freight logistics activities. *Transportation Research Part A*, v. 44, pp. 642–659, 2010. doi:10.1016/j.tra.2010.04.005
- Shafiei, E., Asgeirsson E. I, Davidsdottir B., Leaver, J. and Stefansson, H. Potential impact of transition to a low-carbon transport system in Iceland *Energy Policy*, v. 69, pp. 127–142, 2014. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.013
- Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M. and van der Vorst, J.G.A.J. Modelling food logistics networks with emission considerations: The case of an international beef supply chain. *Int. J. Production Economics*, v. 152, pp. 57–70, 2014. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.12.012
- Standing Council on Transport and Infrastructure. *The National Land Freight Strategy*, 2012
- The World Bank. Guangzhou Green Trucks: “Truck GHG Emission Reduction Pilot Project”, Australian Government (AusAID), 2012.
- The World Bank. Guangzhou Green Trucks: “Truck GHG Emission Reduction Pilot Project”, Australian Government (AusAID), 2010
- The World Bank. Guangzhou Green Trucks: “Truck GHG Emission Reduction Pilot Project”, Australian Government (AusAID), 2011
- Turgut, E. T. and Rosen M. A. Partial substitution of hydrogen for conventional fuel in an aircraft by utilizing unused cargo compartment space. *International Journal of hydrogen energy*. V. 35, pp. 1463 – 1473, 2010. doi:10.1016/j.ijhydene.2009.11.047
- Ubeda, S., Arcelus, F.J. and Faulin, J. Green logistics at Eroski: A case study. *Int. J. Production Economics*, v. 131, pp. 44–51, 2011. doi:10.1016/j.ijpe.2010.04.041
- Vergara, J., McKesson, C. and Walczak, M. Sustainable energy for the marine sector. *Energy Policy*, v. 49, pp. 333–345, 2012. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.06.026
- Walker, G. and Manson, A. Telematics, urban freight logistics and low carbon road network. *Journal of Transport Geography*, v. 37, pp. 74–81, 2014. http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.04.006
- Wen Liu, W., Lund, H. and Mathiesen, B. V. Modelling the transport system in China and evaluating the current strategies towards the sustainable transport development. *Energy Policy*, v. 58, pp. 347–357, 2013. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.032
- Woodhead Publishing Series in Energy: Number 57. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance - Towards zero carbon transportation. Edited by Richard Folkson, Estados Unidos, 2014
- Wu, X., Hu, S. and Mo, S. Carbon footprint model for evaluating the global warming impact of food transport refrigeration systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 54, pp. 115-124, 2013. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.04.045
- Zanni, A. M. and Bristow, A. L. Emissions of CO₂ from road freight transport in London: Trends and policies for long run reductions. *Energy Policy*, v. 38, pp.1774–1786, 2010. doi:10.1016/j.enpol.2009.11.053

APÊNCIDE D

1. Procedimento de Avaliação do Grau de Sustentabilidade – PAGES

O procedimento proposto tem por objetivo auxiliar o governo e tomadores de decisão no processo de avaliação da sustentabilidade de cadeias de suprimento reversas. Tal procedimento, denominado Procedimento de Avaliação do Grau de Sustentabilidade – PAGES encontra-se estruturado em 7 etapas.



Legenda: CRS: Cadeia de suprimento reversa.

Fonte: Elaboração própria baseado em Souza e D'Agosto (2013), Basurko e Mesbahi (2012), Leal Junior e D'Agosto (2011), Binder *et al* (2012) e Lindner *et al* (2010).

Figura 1: Procedimento de Avaliação do Grau de Sustentabilidade

1.1 Etapa 1 – Definições iniciais

A primeira etapa visa definir o objetivo, o escopo e a abrangência da avaliação. A definição do objetivo indica qual o propósito da avaliação e se esta se associa a uma única cadeia ou a comparação entre cadeias.

O escopo irá delimitar o trecho da cadeia de suprimento reversa que será avaliada (objeto de estudo). Já a abrangência da avaliação pode ser geográfica, temporal e/ou tecnológica. Abrangências temporal e tecnológica se referem à adequação dos dados ao período da aplicação da avaliação da sustentabilidade. A abrangência geográfica refere-se à região considerada no estudo. Como resultado desta etapa tem-se o objetivo, o escopo e a abrangência da avaliação definidos.

1.2 Etapa 2 – Estruturação da cadeia de suprimento reversa

A segunda etapa refere-se à estruturação da cadeia de suprimento reversa e possui 4 sub-etapas (2.1 a 2.4).

A sub-etapa 2.1 consiste em identificar o tipo de cadeia de suprimento reversa que será avaliada. Esta pode ser uma cadeia existente, já estruturada e em operação, ou uma cadeia projetada, que se encontra em fase de planejamento. A identificação do tipo de cadeia é essencial para a realização de uma boa avaliação da sustentabilidade, pois permite que a escolha dos atributos, indicadores e medidas sejam adequadas a esta.

Isto porque alguns atributos e indicadores que se aplicam a cadeias existentes, não se aplicam a cadeias projetadas, visto que a operação destas ainda não teve início. Como exemplo, pode-se citar o atributo acidente de trabalho relacionado ao aspecto social, que só poderá ter a medida número de acidentes de trabalho por quantidade de empregos total calculada após o início das operações. Ao final desta etapa tem-se a definição do tipo da cadeia que será avaliada.

A sub-etapa 2.2 refere-se à estruturação física da cadeia de suprimento reversa. Para tanto, deve-se seguir o procedimento apresentado na Figura 3.1 do Capítulo 3 desta tese. Como sub-etapa 2.3 tem-se a identificação das atividades de valor inerentes à cadeia de suprimento em avaliação. Entende-se por atividade de valor aquelas que geram custos e criam valor para o cliente. Estas atividades são interdependentes e podem ser divididas em dois grupos: (1) atividades primárias, estão associadas às atividades de logística interna, operações, logística externa, marketing e vendas e serviço e (2) atividades de apoio, relacionadas às atividades que dão suporte as atividades primárias (Porter, 1985).

Dessa forma, nesta etapa deve-se buscar identificar as atividades de valor executadas pelos elementos da cadeia. A princípio, pode-se iniciar esta etapa identificando as atividades principais de cada elemento da cadeia. Posteriormente, caso seja necessário pode-se desagregar as atividades principais em atividades mais específicas, conforme o objetivo e escopo da análise. A saída desta etapa constitui-se da cadeia de suprimento reversa estruturada por elemento e com suas atividades de valor detalhadas. Cada atividade consome recursos, incorre em custos e pode agregar valor ao produto/serviço (Souza e D'Agosto, 2013). Além disso, cada atividade de valor pode impactar o meio social e ambiental de seu entorno.

Na sub-etapa 2.4, faz-se necessário identificar os recursos que estão associados aos processos identificados na sub-etapa 2.3. Entende-se por recursos todos os meios

empregados para alcançar um objetivo, podendo ser tangíveis ou intangíveis. Para tanto, deve-se buscar conhecer o detalhamento de cada processo, discriminando-se os recursos utilizados, sejam eles humanos, financeiros ou tecnológicos. A identificação dos recursos utilizados é primordial para a avaliação da sustentabilidade da cadeia, pois é por meio dos recursos utilizados que se torna possível quantificar os atributos relacionados aos aspectos econômico, ambiental e social. Como resultado desta etapa tem-se os recursos relacionados a cada processo definido na sub-etapa anterior.

Ao término desta etapa tem-se uma verificação com o intuito de avaliar se existem outras cadeias a serem estruturadas. Caso exista uma ou mais cadeias, as sub-etapas de 2.1 a 2.4 devem ser realizadas novamente, repetindo-se estas sub-etapas até o término da estruturação de todas as cadeias que serão avaliadas. Caso contrário, estas sub-etapas podem ser realizadas uma única vez.

Como resultado da segunda etapa tem-se a(s) cadeia(s) estruturada(s), com seus elementos, processos e recursos detalhados.

1.3 Etapa 3 – Identificação e seleção dos atributos, indicadores e medidas de sustentabilidade

Na terceira etapa deve-se identificar e selecionar os atributos, indicadores e medidas de sustentabilidade que serão utilizados na avaliação. Para tanto são necessárias 5 sub-etapas (3.1 a 3.5).

Na sub-etapa 3.1 deve-se identificar os atributos e indicadores, associados aos aspectos econômico, ambiental e social, que serão considerados na avaliação e que devem ser compatíveis com o tipo da cadeia que será avaliada (existente ou projetada). O levantamento dos atributos e indicadores pode ser feito por meio de pesquisa bibliográfica e/ou documental. O resultado desta sub-etapa é uma relação dos atributos e indicadores identificados para cada aspecto da sustentabilidade.

Após a identificação dos atributos e indicadores, na sub-etapa 3.2, deve-se fazer uma verificação dos atributos e indicadores levantados por meio de pesquisa bibliográfica e/ou documental, identificando-se aqueles que se adéquam às cadeias de suprimento estruturadas na etapa 2. O resultado desta sub-etapa é uma relação dos atributos e indicadores adequados às cadeias de suprimento reversas estruturadas.

Na etapa 3.3 deve-se consultar a opinião de especialistas para avaliar a pertinência dos atributos e indicadores identificados na etapa 3.2 e para verificar a necessidade de inclusão de mais algum atributo e/ou indicador. Assim, deve-se primeiramente, definir qual método de consulta a especialistas será utilizado, procedendo-se as etapas necessárias ao cumprimento do método escolhido. O seção 2.3 do Capítulo 2 apresenta alguns métodos de prospecção disponíveis. O resultado desta sub-etapa é uma relação dos atributos e indicadores avaliados pelos especialistas e hierarquizados por grau de importância.

Tanto na sub-etapa 3.2 (verificação dos atributos e indicadores adequados a cadeia de suprimento estruturada) quanto na sub-etapa 3.3 (avaliação da pertinência dos atributos e indicadores ao caso analisado), sugere-se ao avaliar atributos e indicadores:

- Considerar o tipo de cadeia de suprimento reversa (existente / projetada);

- Considerar a estrutura da cadeia de suprimento reversa e tipo do resíduo analisados;
- Evitar redundâncias;
- Priorizar indicadores quantitativos e não monetários.

Após a consulta aos especialistas, na etapa 3.4, deve-se elaborar as medidas que serão utilizadas para a avaliação do grau de sustentabilidade da cadeia. As medidas quantitativas são preferíveis às medidas qualitativas, por serem menos subjetivas. O resultado desta sub-etapa é uma relação das medidas elaboradas com base nos indicadores definidos na sub-etapa anterior.

Levantados os atributos e indicadores e elaboradas as medidas de sustentabilidade, faz-se necessário, na sub-etapa 3.5, definir a ponderação dos aspectos e das medidas junto aos especialistas da área. Sugere-se que a consulta seja realizada com o mesmo grupo de especialistas utilizado na sub-etapa 3.3. O resultado desta sub-etapa deve ser uma relação dos aspectos e medidas devidamente ponderados.

Dessa forma, o resultado da terceira etapa é uma relação dos atributos, indicadores e medidas que serão considerados na avaliação do grau de sustentabilidade da(s) cadeia(s) em estudo e seus respectivos pesos.

1.4 Etapa 4 – Coleta de dados

Na quarta etapa deve-se proceder a coleta dos dados necessários para o cálculo das medidas definidas na etapa anterior. A coleta de dados pode ser realizada inicialmente por meio de pesquisa bibliográfica e/ou documental (dados secundários) e complementada, quando necessário, por pesquisa de campo (dados primários). A subseção 2.5 do Capítulo 2 apresenta os principais instrumentos de coleta de dados primários.

Nas avaliações relacionadas a cadeias existentes deve-se buscar coletar os dados oriundos da própria operação da cadeia, visando obter resultados que espelhem a realidade da operação. No caso de avaliações relacionadas a cadeias projetadas pode-se utilizar dados oriundos de referências bibliográficas e caso necessário complementar com dados oriundos de pesquisa de campo que tenham similaridade com a situação analisada. O resultado desta etapa consiste no conjunto de dados necessários ao cálculo das medidas selecionadas na etapa cinco.

O resultado desta etapa deve ser avaliado buscando-se verificar sua consistência, caso haja dúvidas relativas a algum dado deve-se retornar a etapa 4 buscando dados mais consistentes. Caso contrário, pode-se seguir para a etapa 5.

1.5 Etapa 5 – Cálculo das medidas

Na quinta etapa, deve-se realizar o cálculo das medidas selecionadas na etapa três, utilizando-se os dados coletados na etapa quatro. O resultado desta etapa consiste no valor calculado de cada uma das medidas selecionadas para a avaliação da sustentabilidade.

1.6 Etapa 6 – Apuração do resultado

A etapa 6 refere-se a apuração do resultado. Desta forma, para a obtenção do grau de sustentabilidade de cada cadeia avaliada faz-se necessário primeiramente normalizar as

medidas calculadas na etapa cinco, uma vez que as medidas usualmente possuem unidades distintas. Após a normalização, o grau de sustentabilidade pode ser calculado por meio da Equação 1.

$$GS_c = \sum_{i=1}^3 Pasp_i \times \sum_{j=1}^n Pmd_{ij} \times Med_{ij} \quad (1)$$

Onde:

GS_c = Grau de sustentabilidade da cadeia c;

Pasp_i = Peso do aspecto i, variando de 1 a 3 (econômico, ambiental e social);

Pmd_{ij} = Peso da medida j do aspecto i, variando de 1 a n;

Med_{ij} = Medida (já normalizada) j do aspecto i, variando de 1 a n.

As etapas 4, 5 e 6 devem ser realizadas para cada um das cadeias que serão avaliadas. Desta forma, deve-se ao término desta etapa verificar se existem mais cadeias para se calcular as medidas de sustentabilidade. Existindo, deve-se proceder a coleta de dados para cada uma delas (etapa 4), o cálculo da medidas para cada um das cadeias (etapa 5) e posteriormente, a apuração do resultado do grau de sustentabilidade (etapa 6). Caso contrário deve-se seguir para a etapa 7.

1.7 Etapa 7 – Hierarquização das cadeias reversas

Na etapa 7 deve-se hierarquizar as cadeias que foram avaliadas considerando o grau de sustentabilidade calculado na etapa 6 e posteriormente apresentá-las buscando-se indicar aquelas que se apresentam como mais adequadas a partir da análise do grau de sustentabilidade obtido por meio da aplicação deste procedimento.

REFERÊNCIAS

- Basurko, Oihane C. e Mesbahi, Ehsan (2012) Methodology for the sustainability assessment of marine technologies. *Journal of Cleaner Production*. Pages 1-10.
- Binder, C.R.; Schmid, A; Steinberger, J.K. 2012. Sustainability solution space of the Swiss milk value added chain. *Ecological Economics* 83 p. 210–220. doi:10.1016/j.ecolecon.2012.06.022.
- Leal Junior, Ilton Curty, D’Agosto, Márcio de Almeida D’Agosto, 2011. Modal choice for transportation of hazardous materials: the case of land modes of transport of bio-ethanol in Brazil. *Journal of Cleaner Production* 19, p. 229–240. doi:10.1016/j.jclepro.2010.02.006.
- Lindner, M.; Suominen, T.; Palosuo, T.; Garcia-Gonzalo, J.; Verweij, P.; Zudin, S. e Paivinen, R. 2010. ToSIA—A tool for sustainability impact assessment of forest-wood-chains. *Ecological Modelling* 221 p. 2197–2205. doi:10.1016/j.ecolmodel.2009.08.006
- Porter, M. E. (1985) *Competitive advantage - creating and sustaining superior performance*. Free Press, 1985. 557p.
- Souza, Cristiane Duarte Ribeiro de e D’Agosto, Márcio de Almeida (2013) Value chain analysis applied to the scrap tire reverse logistics chain: An applied study of co-processing in the cement industry. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 78, Pages 15-25.