

Logística verde: conceituação e direcionamentos para aplicação

Green Logistics: conceptualization and directions for practice

Jaqueline da Silva Santos, Karen Munique Bortolon, Daiane Maria de Genaro Chirolí, Olívia Toshie Oiko

Universidade Estadual de Maringá

Resumo

A sustentabilidade ambiental das operações é uma preocupação que ganha proporção a cada dia, e há muitas vertentes que procuram respostas a esta questão. Na Logística, uma vertente ainda bastante recente e que necessita de amadurecimento para lidar com seus impactos ambientais é a Logística Verde ou Eco-logística. Seu o corpo conceitual e as formas de aplicação ainda não estão muito claros, e é frequente a confusão com outros conceitos, como o de Logística Reversa. Neste contexto, este trabalho visa conceituar a Logística Verde, diferenciando-a de outros conceitos e buscando direcionamentos para sua aplicação. Para construir este referencial, foram utilizados os métodos da revisão bibliográfica sistemática, acompanhada de estudo bibliométrico dos resultados encontrados. Além da conceituação, a partir dos estudos identificados, foi possível traçar um breve histórico do tema, identificar tecnologias e estratégias para sua implantação, além de estudos de caso. Desta forma, este trabalho pode ser considerado uma “porta de entrada” ao assunto em língua portuguesa.

Palavras-chave: Logística Verde. Eco-logística. Cadeia de Suprimento Verde. Logística Reversa. Impactos Ambientais. Revisão Bibliográfica Sistemática. Bibliometria.

Abstract

Environmental sustainability of operations is an increasing concern and there are many paths for addressing this matter. On Logistics, Green Logistic or Ecologicistic is still recent and lacks ripening to handle with its environmental impacts. Its conceptual body and ways of application are not clear yet. In addition, there is often a misconception with other terms, like Reverse Logistic. This paper aims make Green Logistics concepts clear, and driving to its practice. As research method, Systematic Review of literature and Bibliometrics were conducted. Beyond conceptualization, this paper brings a brief historic of the theme, identifies technologies and strategies for application and report case studies.

Keywords: Green Logistic, Ecologicistics, Green Supply Chain. Reverse Logistic. Environmental Impacts. Systematic Review. Bibliometrics.

1 Introdução

A logística é uma das atividades econômicas mais antigas e ao mesmo tempo um dos conceitos gerenciais mais modernos. Os procedimentos de estocagem, armazenagem e transporte, considerados como as três funções logísticas de maior importância, surgiram mediante o processo de troca da produção excedente entre os produtores. Nesse sentido, a origem da logística está associada ao surgimento da atividade econômica organizada, e vem se destacando como um dos conceitos gerenciais do momento, visto que devido às constantes mudanças da economia criam-se mercados mais competitivos, requerendo das organizações gerenciamento de suas operações (CHRISTOPHER, 1997).

A logística busca coordenar essas atividades de modo a atender às exigências dos clientes por um custo mínimo, o que tradicionalmente leva à externalização de custos ambientais, ou seja, a não considerar como custos do sistema os impactos ambientais decorrentes de suas atividades. Já para a logística verde, o principal objetivo é coordenar as atividades dentro de uma cadeia de suprimentos de tal forma que as necessidades dos beneficiários sejam atendidas com o “menor custo” para o meio ambiente. (QUIUMENTO, 2011).

A externalidade consiste no impacto das ações próprias sobre terceiros (MANKIW, 2009). E podem ser separadas em positivas e negativas, no caso, os custos externos são enquadrados como negativos. Sendo assim, outras pessoas são negativamente afetadas por esses custos, sem que o gerador do impacto negativo sofra consequências sobre o preço do seu produto (PINDYCK; RUBINFELD, 1994). Por exemplo, uma empresa de fundição de cobre, que ao provocar chuvas ácidas na região, prejudica a colheita dos agricultores da vizinhança (SOUSA, 2011).

Tendo em vista os problemas ambientais que a sociedade vivencia, como destinação inadequada de resíduos, poluição do ar, mudança climáticas, entre outros, atitudes de prevenção à poluição e de reciclagem devem se tornar inerentes às atividades industriais e sociais (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006). Deste modo, a mudança de hábitos se faz necessária a fim de melhorar a qualidade da vida e do ambiente em geral.

Visando atingir este objetivo, no final dos anos 80 a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1987) estabeleceu a sustentabilidade ambiental como sendo uma meta internacional, promoveu então um grande impulso na questão verde em âmbito político e econômico, o que atraiu grande atenção por parte da indústria do transporte, que é uma ampla contribuinte para a degradação ambiental (RODRIGUE; SLACK; COMTOIS, 2001).

A preservação do meio ambiente é uma preocupação que tem passado pelos diversos sistemas logísticos existentes nas últimas décadas, daí surge a proposta da logística verde, ecológica ou ainda logística ecológica, que é definida como a área da logística que se preocupa com os aspectos e impactos ambientais, causados por toda atividade logística (DONATO, 2008).

A logística verde abrange o planejamento da produção, a gestão de materiais e sua distribuição física, contribuindo para a criação de estratégias ambientalmente amigáveis ao longo de cadeias de suprimentos. No entanto, alguns paradoxos e trade-offs surgem durante o estudo, sugerindo que a aplicação das práticas de logística verde possa ser mais difícil do que realmente é (QUIUMENTO, 2011).

O presente artigo visa oferecer uma maior compreensão ao tema, conceituando a Logística Verde, diferenciando-a de outros conceitos e buscando direcionamentos para sua aplicação. Para obter esta compreensão sobre o tema, foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática, acompanhada de estudo bibliométrico dos resultados encontrados.

2 Método de Pesquisa

Esta pesquisa é classificada como pesquisa exploratória, que tem a finalidade de familiarizar o pesquisador com o problema com a intenção de torná-lo explícito ou ajudar a construir hipóteses (SIENA, 2007). Também se classifica como uma Revisão Sistemática, que Segundo Sampaio; Mancini (2007; p.84), é:

Uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada. As revisões sistemáticas são particularmente úteis para integrar as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente [...].

A fim de alcançar os objetivos propostos no presente trabalho, criou-se uma lista de etapas a serem seguidas para o desenvolvimento da pesquisa, conforme as estabelecidas a seguir:

- 1) Revisão preliminar da literatura existente para ambientação com o tema e definição do protocolo de pesquisa;
- 2) Elaboração e validação do protocolo de pesquisa da revisão sistemática;
- 3) Classificação e bibliometria da literatura encontrada;
- 4) Síntese qualitativa da literatura encontrada (estado-da-arte);
- 5) Análise dos resultados

2.1 A revisão sistemática

Para Sampaio e Mancini (2007), a revisão sistemática é considerada a ferramenta mais confiável quando se necessita resumir as evidências existentes. As revisões sistemáticas são úteis para integrar informações de diferentes estudos realizados sobre um mesmo assunto. Por incorporar uma grande quantidade de estudos sobre o tema, as revisões sistemáticas são importantes por resumir e diferenciar estes trabalhos, de forma clara e explícita, possibilitando um espectro maior de resultados relevantes aos futuros pesquisadores, ao invés de limitar as conclusões à leitura de somente alguns artigos.

Os pesquisadores devem se certificar de que todos os artigos importantes ou que possam ter algum impacto na conclusão da revisão sejam incluídos. A busca da evidência tem início com a definição de termos ou palavras-chave, seguida das estratégias de busca, definição das bases de dados e de outras fontes de informação a serem pesquisadas.

Aplicando ao escopo deste trabalho a revisão sistemática, forneceu-se uma forma estruturada de pesquisa e catalogação do material disponível sobre a logística verde.

2.2 Protocolo do Estudo de Revisão Sistemática

Este trabalho constitui uma medição de produções científicas na área de sustentabilidade na logística. O principal objetivo desta revisão sistemática é quantificar e avaliar os estudos publicados sobre o tema da logística verde e analisá-los para que sejam identificadas formas de aplicação em estudos de caso já realizados.

A revisão consistiu em pesquisas em bases de dados disponíveis na internet, a partir de determinadas palavras-chave. Com os dados encontrados foi necessária uma análise para inclusão ou não do material encontrado. Inicialmente Considerou-se o título da publicação e o seu resumo como forma de classificação. Os trabalhos disponíveis na íntegra e que necessitavam de maior aprofundamento para a separação tiveram seu conteúdo completo analisado. Foram excluídos da listagem estudos que somente citavam os termos pesquisados ou que não se relacionavam de alguma

forma com o objetivo maior do trabalho, o estudo da logística verde. É importante destacar que foram analisados somente trabalhos nas línguas inglesa, espanhola e portuguesa, portanto todos os trabalhos em outras línguas também foram desconsiderados.

Para a busca por arquivos pertinentes ao trabalho utilizou-se das seguintes palavras-chave: “logística verde”, “*green logistics*”, “logística reversa”, “*green warehouse*”, “ecológica”, “*ecologicalistics*” e “*eco logistics*” e também uma combinação de palavras como “logística” e “meio ambiente” e igualmente “transporte” e “verde” ou “meio ambiente”.

Foram realizadas três pesquisas. Na primeira etapa, que ocorreu em maio de 2013, foram consultados os termos “logística verde”, “*green logistics*”, “logística reversa”, “logística”, “transporte”, “meio ambiente”, “verde” e suas combinações, resultando um total de 69 publicações encontradas. Na segunda etapa, que ocorreu em junho de 2013, adicionaram-se os termos “ecológica”, “*ecologicalistics*” e “*eco logistics*” e foram encontradas mais 41 publicações referentes a estes termos, totalizando uma quantidade de 110 publicações para estudo. Finalmente, foi realizada uma terceira etapa, na qual os termos foram pesquisados novamente para visualizar trabalhos que foram publicados após a última data pesquisada e foi acrescentado o termo “*green warehouse*”. Nesta última pesquisa foram encontradas mais 27 publicações referentes ao assunto, totalizando 137 trabalhos encontrados.

Para a realização da pesquisa sistemática, foram considerados artigos, livros, relatórios e teses encontrados nas bases do Google acadêmico, Portal de Periódicos da Capes e Science Direct. É importante salientar a impossibilidade de acesso do conteúdo completo de algumas publicações.

No Quadro 1 é apresentado o protocolo de pesquisa realizado para se planejar o estudo. A partir da confecção deste protocolo foi dado início ao trabalho e às investigações.

Quadro 1 - Apresentação do protocolo de pesquisa.

Pergunta de Pesquisa	
Foco da Questão:	Definir a logística verde, diferenciar quanto a conceitos semelhantes, verificar sua utilização e identificar casos realizados.
Problema:	A logística tradicional sempre se concentrou na redução de custos através de restrições operacionais, no entanto, nas últimas décadas, seja por pressão do consumidor ou pelas leis que estão sendo criadas, aumentou-se a preocupação relacionada à degradação do meio ambiente causada pelo sistema logístico. Neste contexto surge a logística verde, que se baseia em práticas e estratégias para reduzir o impacto ambiental causado pela distribuição de mercadorias.
Pergunta:	Qual a importância da Logística Verde e como pode ser aplicada?
Palavras chave:	Logística verde; Logística Reversa; Transporte; Armazenagem; Ecológica.
Termos de busca:	"logística verde", " <i>green logistics</i> ", "logística reversa", "meio ambiente" + "logística", "meio ambiente" + "transporte", "verde" + "transporte", "ecológica", " <i>ecologicalistics</i> ", " <i>eco logistics</i> " e " <i>green warehouse</i> ".
Seleção das Fontes	
Definição dos Critérios de Seleção das Fontes:	Bancos de dados apresentados pela universidade e pesquisados em trabalhos acadêmicos.
Idiomas dos Estudos:	Inglês, Espanhol e Português.
Método de Busca das Fontes:	Pesquisas através de sites de busca.
Seleção dos Estudos	
Definição dos Critérios de Inclusão e Exclusão dos Estudos:	Estudo relacionado à Logística Verde?
Informação a ser coletada (Critério de Classificação):	Definições? Estudos de casos? Aplicações? Diminuição do impacto ambiental?

Procedimentos para Escolha dos Estudos: Pesquisar nos sites de busca; Ler resumo dos trabalhos com acesso limitado; Ler resumo e parte do trabalho quando disponível.
Extração de Informações
Pontos a serem Observados: O trabalho abrange o assunto do impacto ambiental logístico? Impacto ambiental causado; Operações para se adotar uma logística mais verde; Exemplos de Aplicações; Mudanças percebidas;

3 Resultados bibliométricos

A logística verde é um tema que passou a ter mais importância em tempos recentes. Dos artigos encontrados, 137 estudos eram pertinentes à análise ou relacionado ao assunto, estes trabalhos são datados a partir do ano de 1994, houve maior crescimento e desenvolvimento a partir de 2007, e nos anos mais recentes, 2011 e 2012, essa quantidade de publicações aumentou consideravelmente em relação aos outros períodos, o que evidencia a preocupação e o interesse de pesquisas em Logística Verde.

Os dados encontrados foram analisados e classificados de acordo com o ano da publicação, a nacionalidade e o tipo de estudo. Na Figura 1 é apresentada a distribuição da quantidade de publicações por ano.

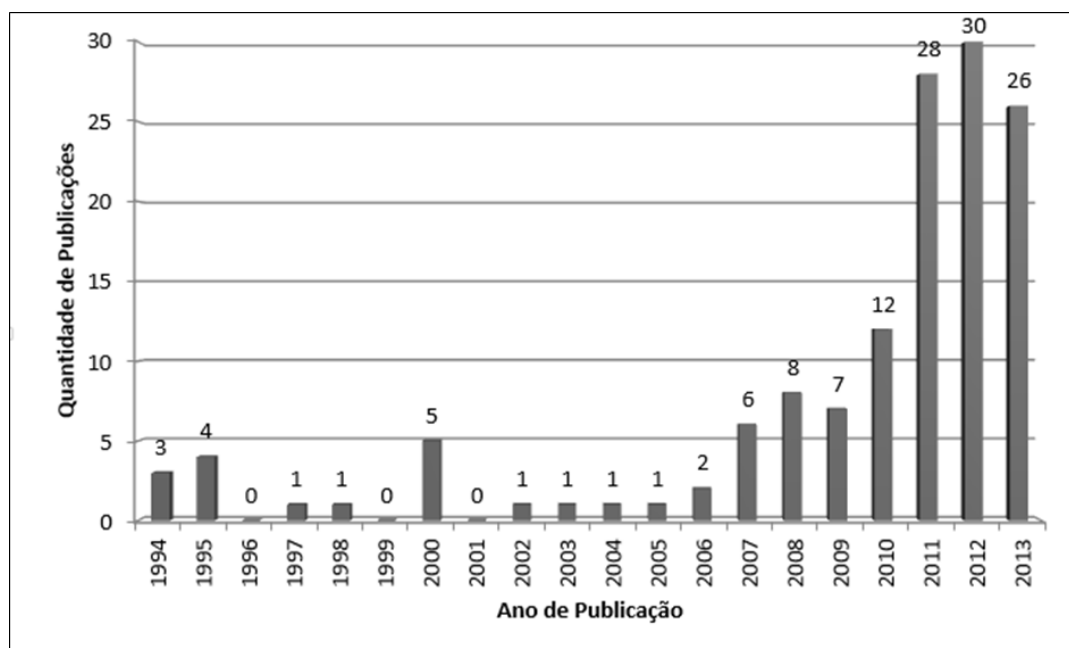


Figura 1 - Distribuição da quantidade de publicações por ano.

Fonte: própria

Onde é possível notar a existência do crescimento anual em relação ao tema, o que pode ser justificado pelo aumento do interesse nas questões ambientais.

Na figura 2, a distribuição das publicações por nacionalidade é apresentada.

A revisão sistemática possibilitou um aprofundamento no tema da logística verde que, por ser novo, não apresenta muitos estudos realizados, mas que é de grande importância na situação em que se encontra a questão ambiental, na qual os clientes e governos exigem danos mínimos ao meio ambiente.

3 Estado da Arte Logística Verde

3.1 Definições e Conceitos

A logística verde estuda meios de planejar e diminuir impactos ambientais da logística comum (GOTO, 2012). O principal objetivo da logística verde é coordenar as atividades dentro de uma cadeia de suprimentos de tal forma que as necessidades dos beneficiários sejam atendidas com o “menor custo” para o meio ambiente. É um componente dela o princípio da logística reversa. O “custo” do passado tem sido definido em termos puramente monetários, onde, como “custo” agora também pode ser entendido os custos externos associados à logística: alterações climáticas, poluição do ar, deposição de resíduos (incluindo os resíduos de embalagens), degradação do solo, ruído, vibração e acidentes [...] (QUIUMENTO, 2011).

Na Figura 4 são apresentados os elementos que integram uma cadeia logística verde para facilitar e explicitar os locais nos quais as empresas interessadas precisam agir para conseguir resultados.



Figura 4 – Os elementos que integram uma logística verde.

Fonte: Adaptado de Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente Gobierno de España, 2008, apud Mora; Campuzano, 2013.

O empacotamento verde está relacionado ao uso mínimo possível de material para a embalagem, ou pelo uso de materiais biodegradáveis que não afetam ou ciclo de vida. Já a carga e descarga verde pretende reduzir o desperdício de materiais, por meio da redução de manipulação de máquinas obsoletas e investir em máquinas modernas que permitam um equilíbrio correto. O armazenamento verde corresponde a uma boa infraestrutura de armazenamento que permita que os produtos se movimentem facilmente e sejam transportados da mesma forma. Quanto ao transporte verde à implantação de unidades de transportes alternativos que diminua as emissões e o consumo de energia. A utilização de rotas com menor custo e a manutenção correta nos meios de transportes também são consideradas.

A distribuição urbana verde considera dois canais de distribuição, o primeiro que se trata do processo do produto até seu ponto de distribuição, enquanto que o segundo canal corresponde ao

formular estratégias ambientais baseadas nas amplas avaliações dos impactos ambientais causados pela corporação.

A logística verde teve origem nos Estados Unidos e rapidamente se espalhou para outros países. Devido à sua política de economia livre é um dos países mais antigos a desenvolver o setor logístico e, conseqüentemente, foi o primeiro a visualizar a necessidade de se adotar práticas verdes relacionadas à logística (XIA; WANG, 2013).

O principal objetivo do setor logístico dos EUA é possuir um sistema de transporte rápido, seguro, eficiente, acessível e conveniente. Para alcançar esse objetivo muitas empresas do país utilizam tecnologias avançadas e princípios pregados pela logística verde como o intercâmbio eletrônico de dados, a produção just in time, o planejamento de distribuição e a embalagem verde, com isso é possível perceber o porquê de ser o pioneiro na implantação de práticas de logística verde (XIA; WANG, 2013).

A partir das práticas observadas nos Estados Unidos, outros países da Europa e o Japão passaram a introduzir os conceitos da gestão da logística moderna em suas empresas e a atualizá-la (XIA; WANG, 2013)

3.3. Benefícios da Logística Verde e os Impactos da sua Atividade

Emmet; Sood (2010) relacionam alguns benefícios da logística verde em diferentes contextos: meio ambiente, tecnologia, economia, reguladora e social. No Quadro 2 são destacados esses benefícios.

Quadro 1 – Benefícios da logística verde

Fonte: Adaptado de Emmet; Sood, 2010

Meio Ambiente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução da emissão de gases do efeito estufa; 2. Redução de resíduos, poluição e degradação ambiental.
Tecnológicas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cria uma plataforma para maior avanço tecnológico; 2. Permite o uso mais eficiente de recursos; 3. Maior visibilidade dos benefícios financeiros e operacionais.
Econômico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento da lucratividade organizacional; 2. Redução de custos de aquisição; 3. Diminuição da geração de resíduos e uso de materiais perigosos; 4. Maiores benefícios através da fusão de esforços de otimização da cadeia de suprimentos e os esforços de gestão ambiental;
Reguladora	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mantém a organização bem a frente da onda regulatória; 2. Aborda questão do aquecimento global; 3. Direciona a hostilidade pública para as organizações prejudiciais ao ambiente.
Sociais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Marketing positivo; 2. Local de trabalho mais seguro e ambiente de trabalho mais limpo; 3. Melhor saúde, redução dos custos de segurança, saúde ocupacional despesas com pessoal.

Existem várias razões que levam as empresas a adotarem as práticas da logística verde. Uma delas é que as empresas estarão normalmente tomando o caminho mais fácil para melhorar sua reputação e proteger sua marca através da mensagem de que ela é verde. “A conscientização ambiental dos consumidores é crescente, a adoção de práticas verde” pode dar a empresa uma vantagem competitiva e aumentar a demanda, já que os consumidores preferem produtos ecológicos e embalagens amigáveis ao meio ambiente e estão dispostos a pagar preços mais altos por estes produtos.

Desta forma, as empresas, a fim de alcançar seus objetivos de negócio e maximizar a sua rentabilidade, devem responder à crescente demanda dos consumidores por produtos verdes, além

cumprir sempre com as regulamentações ambientais e implementar planos ambientalmente responsáveis (XIA; WANG, 2013). E aderindo ao sistema da logística verde as vantagens tornam-se mais amplas e grandes oportunidades surgem, como: linhas de crédito facilitadas, menores taxas de juros, credibilidade com cliente e fornecedores, abatimento de impostos (SOUZA, 2011).

Até pouco tempo a logística tradicional se concentrou na minimização de custos sujeito a restrições operacionais sem se preocupar com os danos causados ao meio ambiente (REN, 2012).

Para Wu; Dunn (1995), as atividades logísticas apresentam um significativo impacto negativo no meio ambiente. Sendo que o transporte de mercadorias é considerado a fonte mais importante de riscos ambientais no sistema global logístico, porque é um dos maiores colaboradores nas emissões de gases de efeito estufa e outros efeitos nocivos nos aspectos como a qualidade do ar local, ruído e vibração e acidentes (MCKINNON, 2010). Além dos transportes, outro fator relacionado à logística, que representa grande risco para o meio ambiente, é a embalagem. Por serem vitais para o transporte e armazenamento, as embalagens representam um dos maiores desafios para a logística preservadora do ambiente (QUIUMENTO, 2011).

A Mesa Redonda sobre Desenvolvimento Sustentável do Reino Unido (*U.K. ROUND TABLE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT*, 1996 apud SATHAYE et al, 2006), resumiu os efeitos causados pela atividade logística. A lista final foi dividida em categorias similares para que as considerações que possuíam alguma semelhança fossem agrupadas em categorias. No Quadro 3 os impactos do sistema logístico são apresentados.

Quadro 3 – Impactos do sistema logístico.

Fonte: Adaptado de *U.K. Round Table on Sustainable Development* (1996) apud Sathaye et al (2006).

Impactos Econômicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Congestionamento; 2. Desperdício de recursos.
Impactos Ecológicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gases de efeito estufa causam mudança climática; 2. O uso de combustível fóssil não renovável; 3. Os efeitos de produtos residuais como pneus e óleo; 4. Destruição do ecossistema e espécies em extinção.
Impactos Sociais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Impacto negativo na saúde pública causado pela poluição; 2. Destruição de culturas; 3. Lesões e mortes resultantes de acidentes no trânsito; 4. Barulho; 5. Intrusão visual; 6. Congestionamento detendo viagens; 7. Perda de zonas verdes e espaços abertos; 8. Deterioração de edifícios e infraestrutura.

Poderia ter sido utilizada uma categorização diferente para organizar estes impactos, por exemplo, a mudança climática resultante dos gases do efeito estufa tem implicações econômicas e sociais, no entanto Sathaye et al (2006) afirmam que a importância da lista está no fato de que a maioria dos fatores negativos associados à logística foram incluídos. Ainda de acordo com os autores, prestadores de serviços logísticos normalmente não são obrigados a pagar todo o custo de suas atividades, pois muitos dos custos são externalizados. As atividades listadas no Quadro 3 mostram o impacto negativo causado pelas atividades logísticas.

Segundo Rodrigue; Slack; Comtois (2013), uma visão geral das características padrão de sistemas logísticos revela algumas inconsistências no que diz respeito à diminuição de seu impacto ambiental. Existem basicamente cinco paradoxos os de custos, tempo, confiança, estoque e tecnologias de informação. Os paradoxos da logística verde não são fatores para bloquear e impedir a aplicação da sustentabilidade na cadeia logística, mas são um desafio para o setor tornar-se significativamente mais verde (QUIUMENTO, 2011):

- Custos: a diminuição da quantidade de carga transportada que resulta numa maior quantidade de viagens e aumenta o custo do transporte.

- Tempo: ao reduzir o tempo de fluxo a velocidade do sistema de distribuição aumenta e, conseqüentemente, sua eficácia. E isto é conseguido, principalmente, usando os mais poluentes e energeticamente eficientes meios de transporte.
- Confiança: o sucesso é baseado na capacidade de entregar a carga no tempo certo com o menor dano possível, no entanto, os modos menos poluentes são, geralmente, considerados como sendo menos confiáveis em termos de entrega no prazo e em relação à segurança.
- Estoque: a economia moderna do sistema logístico se baseia na redução de estoques, pois com a velocidade e a confiança da entrega não há mais necessidade de armazenar e estocar. Isso significa que os produtos que deveriam estar estocados foram transferidos para o sistema de transporte, contribuindo ainda mais para o congestionamento e a poluição.
- Tecnologias de informação: as tecnologias de informação têm levado a novas dimensões no varejo. Um dos mercados mais dinâmicos é o e-commerce. Este mercado exige uma cadeia de suprimentos integrada, com intercâmbio de dados entre os fornecedores, linhas de montagem e matérias em trânsito. As atividades de distribuição que beneficiaram ao máximo o e-commerce são os transportes por caminhões e aéreo, o que também pode ser visto como paradoxal.

Por outro lado, estratégias da logística verde pretendem reduzir os custos finais para os clientes e praticar a gestão da cadeia de suprimentos de uma forma mais racional, respeitando o meio ambiente e a eficiência do consumo de energia (RODRIGUE; SLACK; COMTOIS, 2013).

3.4 Tecnologias e Estratégias para a Logística Verde

De uma maneira muito simples pode-se dizer que estratégia é o caminho definido para se alcançar determinado objetivo. Na visão de Bonelli (2000), as estratégias incluem ações que vão desde a racionalização, com o objetivo de melhorar a produtividade até a qualidade dos produtos, principalmente por meio da incorporação de progresso técnico. Portanto, a tecnologia se tornou ferramenta imprescindível no processo de aperfeiçoamento das empresas e organizações.

As questões ambientais podem ter impacto sobre inúmeras decisões logísticas em toda a cadeia de abastecimento tais como a localização, fornecimento de matéria prima e planejamento de transportes, entre outros (SHAN, 2012). Estratégias da logística verde pretendem reduzir os custos finais para os clientes e praticar a gestão da cadeia de suprimentos de uma forma mais racional, respeitando o meio ambiente e a eficiência do consumo de energia (RODRIGUE; SLACK; COMTOIS, 2013).

Segundo Rodrigue; Slack; Comtois (2013) existem cinco estratégias possíveis que garantem a máxima eficiência e lucro na atividade logística e que ao mesmo tempo minimizam o impacto ambiental. Essas estratégias se baseiam na minimização e programação do transporte, na utilização de embalagens eficientes, na transferência modal e numa seleção criteriosa dos fornecedores.

A minimização do transporte tem como objetivo a criação de um sistema que responda à demanda de maneira eficiente, garantindo que a quantidade solicitada seja a mesma quantidade enviada para os clientes. Se o nível de serviço do cliente é assegurado, é mais fácil reduzir o volume em transporte (RODRIGUE; SLACK; COMTOIS, 2013).

O autores enfatizam que, no âmbito da embalagem, um método eficiente é o aumentar a densidade da carga transportada e diminuir o número de viagens.

Segundo Ribeiro; Kobayashi (2007), o transporte é um dos maiores colaboradores nas emissões de gases de efeito estufa. Sua contribuição vem aumentando em um ritmo mais rápido do que de qualquer outro setor que utiliza energia e, a menos que se mudem os padrões atuais de consumo de energia e transporte de energia espera-se que as emissões de CO₂ atinjam, em 2030, níveis 80% acima dos atuais. Além disso, o transporte causa outros efeitos nocivos nos aspectos como a qualidade do ar local, ruído e vibração e acidentes (MCKINNON, 2010).

Rodrigue; Slack; Comtois (2013) afirmam que uma maneira de se realizar eficientemente as estratégias propostas é adotar e afirmar a existência de uma programação de transporte eficaz, que possa garantir uma melhor utilização da frota existente, bem como das mercadorias armazenadas.

A estratégia de transferência modal pode ser utilizada como um sistema de informação dinâmica que ajuda os planejadores das rotas a optar por meios intermodais e serviços com menor impacto ambiental (RODRIGUE; SLACK; COMTOIS, 2013).

Por fim, Rodrigue; Slack; Comtois (2013) afirmam que, periodicamente, as empresas devem programar procedimentos de avaliação de seus fornecedores para analisar fatores importantes que estão relacionados às questões ambientais e energéticas. Algumas vezes, após as análises, será possível visualizar que a melhor estratégia para a empresa é a mudança de fornecedor, pois apesar de um fornecedor oferecer um custo mais baixo quando comparado a outros fornecedores, surgem restrições que inviabilizam esta opção como custos de transporte mais altos e não cumprimento dos prazos estipulados (RODRIGUE; SLACK; COMTOIS, 2013).

Já para Chang; Qin (2009), os critérios que se pode utilizar para avaliação da logística verde consistem em transporte verde, armazenamento verde, embalagem verde, logística reversa, tecnologia verde, política de logística verde, logística de terceiros e modernização dos recursos humanos da logística.

- Transporte verde: consiste na utilização de um tipo de combustível, com o mínimo de poluição, pois, organizando o transporte corretamente, é possível diminuir a poluição e o custo e aumentar o nível de alocação.
- Embalagem verde: referem-se a um tipo de embalagem de mercadorias que não cause a contaminação do ambiente.
- Logística reversa: fator importante para a implantação da logística verde.
- Tecnologia verde: a adoção da tecnologia da informação e comunicação, tecnologia de monitoramento e uma variedade de tecnologias específicas no processo de gestão da logística.
- Política de logística verde: refere a uma série de políticas relacionadas ao assunto que são formuladas pelo governo.
- Logística de terceiros: as empresas transferem suas atividades de logística originais para empresas de serviços especializadas para poderem se concentrar em sua atividade principal.
- Modernização dos recursos humanos da logística: a mão de obra deve ter base teórica sólida e rica experiência prática.

O aumento dos resíduos impactou de maneira significativa o desenvolvimento sustentável e os resíduos produzidos de embalagens representam uma parte importante dos resíduos sólidos (TAO, 2008). A embalagem é um processo de grande importância para todos os produtos antes de entrar no mercado. Os elementos da embalagem que têm um impacto sobre os custos de armazenamento e transporte são tamanho, forma e materiais. Uma embalagem inadequada pode levar a danos durante o transporte do produto. Para lidar com os problemas relacionados às embalagens, podem ser introduzidas tecnologias inovadoras e certificações ambientais, que ajudam as empresas a minimizar as perdas de produto no transporte e a melhorar a embalagem do seu produto (XIA; WANG, 2013). E nesse processo de melhoria da embalagem encontra-se a questão da utilização de embalagens verdes (TAO, 2008).

A embalagem verde se refere ao invólucro com economia de produtos e maior proteção ao meio ambiente. Inclui principalmente uma produção simplificada e a utilização de materiais biodegradáveis. Para o processo de circulação, devem ser tomadas medidas eficazes para a racionalização e modernização da embalagem (LIU, 2013).

A embalagem verde aborda todo o processo do ciclo de vida das embalagens e apresenta algumas medidas que podem minimizar estes resíduos, incluindo leis, regras e sistema de reciclagem (TAO, 2008).

Alguns benefícios gerados pela redução de embalagens, utilização de embalagens sustentáveis e diminuição de seu peso são a redução de carbono na cadeia de abastecimento e a redução dos custos de produção (XIA; WANG, 2013).

Outro fator ao qual se deve prestar muita atenção é a logística de resíduos, pois o aumento do entulho representa um impacto negativo na sociedade. A logística de resíduos se refere aos itens que perderam seu valor de uso original (LIU, 2013). Por exemplo, armazéns geram um grande número de resíduos de embalagens ou quando os produtos expiram e se tornam resíduos (XIA; WANG, 2013).

Para a gestão dos resíduos é possível a utilização de empreiteiros que fornecem diversos serviços como a coleta dos resíduos, reciclagem de papel, vidro, produtos químicos e resíduos perigosos. O principal motivo para que as empresas escolham diferentes empreiteiros para a coleta de diferentes tipos de resíduos é o preço mais competitivo (XIA; WANG, 2013). Outra forma a ser considerada para a gestão de resíduos é a reciclagem. O comércio de reciclagem deve ser incentivado pelas empresas com o intuito de aumentar esta medida.

Tradicionalmente considerada como uma área de desperdício para os negócios, armazéns estão começando a intensificar a sua eficiência energética e práticas de sustentabilidade. Várias técnicas e tecnologias estão disponíveis para a diminuição do impacto ambiental da construção de armazéns. Para se tornar um armazém mais verde existem práticas que podem ser empregadas. É possível adotar telhados verdes, que reduzem o escoamento das águas pluviais, ajudam no isolamento do prédio e a moderar a temperatura interna, diminuindo a necessidade de utilização de aquecedor e ar condicionado, além de melhorar a qualidade do ar. Outra forma de tornar o armazém mais verde é pintar os telhados de branco, para diminuir a absorção de calor, e isolar o telhado para equilíbrio da temperatura (STORAGE SOLUTIONS, 2013).

As janelas e claraboias também podem ser estrategicamente posicionadas para fornecer luz natural, diminuir os custos de aquecimento durante o inverno com a utilização do calor do sol e diminuir a necessidade de luz elétrica (STORAGE SOLUTIONS, 2013).

Uma estratégia que vem sendo muito utilizada pelas empresas é o cross-docking, isso significa que os fabricantes ou distribuidores, com base nas informações das lojas, transportam diretamente os produtos para atacadistas e varejistas, sem armazenar os produtos.

Segundo Xia; Wang (2013), bons layouts de armazém incluem dois aspectos a construção e a capacidade. A construção consiste na utilização de características mais sustentáveis como iluminação natural e pisos adequados. A capacidade deve ser utilizada de forma eficiente através de programas de minimização de inventário, sistemas Just in time e a disposição dos produtos.

Por ser o transporte uma grande atividade logística e ter uma influência significativa sobre o meio ambiente, é um dos principais componentes da logística verde (XIA; WANG, 2013). O transporte logístico verde tem como finalidade reduzir o consumo de energia no transporte, reduzir o descarte de material e reduzir o transporte através de projetos eficazes (TAO, 2008).

Segundo Xia; Wang (2013), algumas práticas de transporte verde são:

- Escolha modal: transporte multimodal para a entrega de produtos, reduzindo custos de transporte e também a emissão de CO₂;
- Consolidação de carga: a criação de centros de distribuição é a melhor prática para integrar as operações da empresa com a de seus fornecedores;
- Veículos limpos/ combustível eficiente: programas de manutenção adequados são importantes para ajudar a manter os veículos em uma condição de trabalho seguro e eficiente para controlar e reduzir a contaminação.
- Reutilização de paletes e contêineres: além de reduzir o desperdício, a reutilização protege os recursos naturais;
- Padronização do tamanho do caminhão: a padronização ajuda a empresa a planejar e otimizar o transporte de mercadorias.

Segundo Ribeiro; Kobayashi (2007), o uso de combustíveis alternativos como o gás natural, biocombustíveis, eletricidade e hidrogênio, em combinação com melhores tecnologias convencionais e avançadas, fornecem o potencial para reduções ainda maiores, mas não seriam suficientes, pois espera que o petróleo vá manter a sua quota dominante do uso de energia de transporte e que as emissões de gases estufa continuarão a aumentar que mudará caso haja alguma intervenção importante nos meios de transporte, tanto no transporte rodoviário, no transporte ferroviário, no transporte aéreo, quanto no aquaviário. Em todos os casos, a redução da carga já é uma maneira efetiva de diminuir o consumo de energia e emissão de CO₂.

De acordo com Quiumento (2011), no âmbito do transporte verde existem algumas práticas simples que devem ser consideradas e adaptadas à realidade da empresa. Segundo o autor, para os veículos devem ser considerados a realização de treinamentos dos motoristas, o que reduz o índice de

acidentes e melhora o consumo de combustível; o monitoramento do consumo de combustível; o monitoramento da utilização de veículo tanto quando carregado quanto vazio; a realização de programas de manutenção preventiva, pois um veículo mal conservado gasta mais combustível; e descarte responsável de carcaças de pneus usados.

Finalmente, para que se possa ter um controle efetivo da informação na cadeia logística verde é possível se utilizar um sistema de informação em tempo real com o intuito de repassar as informações com a menor quantidade de erros e variações possível. Com o sistema de informação da logística verde é possível conseguir uma informação em tempo real e monitorar as embalagens dos produtos, armazenamento, transporte, processamento de distribuição, carga e manuseio, a fim de cumprir com as exigências ambientais e facilitar a tomada de decisões (ZHANG; LIU, 2009).

Segundo Zhang; Liu (2009) um sistema de informação da logística verde é composto por diversos módulos que auxiliam no processo de tomada de decisão e consequente diminuição da degradação do meio ambiente. São eles:

- Sistema de controle da embalagem verde: promover a utilização de materiais o mais simples possível e biodegradáveis; racionalizar a embalagem juntamente com outros indicadores para monitorar e controlar o acondicionamento de produtos da empresa;
- Sistemas de controle de transporte verde: obtenção de medidas para avaliação das atividades prejudiciais durante o transporte;
- Sistema de controle do armazém verde: sistema para monitorar qualquer fator “não verde” do armazém;
- Sistemas de controle de processos: é um sistema para monitorar a produção desde sua concepção até o consumidor final e passar a controlar partes do processo para um processamento mais verde;
- Sistema de controle de carga e descarga verde: é necessária a utilização deste sistema para controlar as atividades que ocorreram no transporte, armazenamento ou embalagem;
- Sistema de avaliação da logística verde: inclui o desempenho ambiental, dos recursos, econômicos e técnicos do sistema logístico;
- Sistema de apoio à decisão da gestão da logística verde: tem como objetivo principal estabelecer vários modelos de logística verde para dar aos membros envolvidos opções otimizadas para a tomada de decisões
- Logística verde com banco de dados integrado: os métodos de coleta de dados e de gestão que são fundamentais na coordenação logística além de poderem otimizar a gestão dos recursos, também reduzem o consumo de combustível e aumentam o lucro.

3.5 Aplicações da Logística Verde

No Quadro 4 pode-se observar algumas empresas que adotaram a logística verde como uma estratégia empresarial e uma maneira de diminuir os impactos ambientais. No Quadro 4 estão presentes informações com o ramo de atividade desenvolvido pela empresa, qual o setor de aplicação da logística e quais benefícios trouxeram para empresa e preservação do meio ambiente.

Quadro 4 - Empresas que adotaram a logística verde

Empresas	Ramo de Atividade	Setor de Aplicação da Logística Verde	Benefícios da Logística Verde
DOW QUIMICA	Produtos químicos	Construção de um armazém de 5.500 metros quadrados em sua planta industrial.	Redução da emissão de CO2 da ordem de 30 toneladas ao ano.
VOLKSWAGEN	Produção de veículos	Processos de fabrica, entregas de materiais e componentes, e transferência de veículos acabados.	Redução do consumo de recursos e de água, emissões de partículas finas de poluição e desperdícios.

UNILEVER	Bens de consumo: cuidados pessoais, alimentos, limpeza, refreshment (bebidas de soja e sorvetes) e alimentação fora do lar.	Operações de logística pelo modelo do circuito estático, ou ciclo fechado, que é um arranjo de logística que racionaliza o transporte, ao garantir a carga de retorno após a entrega.	Redução da quantidade de viagens, que passaram de 18.731 para 16.319 anuais. E deixou de emitir 2.400 toneladas dióxido de carbono.
SADIA	Indústria de alimentos.	Ampliação e modernização do armazém.	Capacidade aumentada de 3.100 toneladas para 8.500 toneladas. Representa um crescimento de 170%.
AMBEV	Produção e comercialização de cervejas.	Programa de Compartilhamento de Frota, que visa compartilhar sua frota com outras empresas	Reduz o consumo de óleo diesel e a emissão de CO ₂ , em cinco meses evitou a emissão de quase duas toneladas de CO ₂ utilizando esta operação.
NATURA	Produtos de tratamento para o rosto e o corpo.	Programa de Logística Reversa, para monitorar o ciclo de vida das embalagens recicláveis de seus cremes. E embalagem de refil produzido a partir de cana-de-açúcar.	Foram recolhidos em quatro anos, 500 mil toneladas de resíduos. E a embalagem 100% reciclável reduz em 58% as emissões de gases causadores de efeito estufa em relação ao plástico comum.

De um modo geral, observa-se que logística verde pode ser empregada e adaptada em diversos tipos de empresas e indústrias. Que além de contribuir para a preservação e diminuição da poluição do ambiente, traz para organizações que adotam a logística verde vários benefícios, como melhorar sua reputação e proteger sua marca através da mensagem de que ela é verde.

5 Discussão e conclusão

O estudo desenvolvido consistiu em quantificar os artigos publicados relacionados à logística verde e avaliá-los qualitativamente. As pesquisas realizadas nas bases de dados do Google acadêmico, Portal de Periódicos da Capes e *Science Direct* resultaram em grande quantidade de trabalhos encontrados. No entanto, após a exclusão de trabalhos que somente citavam os termos pesquisados e que não eram relacionados ao assunto abordado, obteve-se uma quantidade final de 137 estudos analisados.

A partir do estudo desses trabalhos foi possível responder à pergunta inicialmente realizada durante o protocolo de estudo, a importância da logística verde e suas aplicações, incluindo também a apresentação de estudos de caso para melhor visualização de sua aplicabilidade.

Nos conceitos de logística verde estudados, verificou-se que a logística verde está preocupada com a redução impactos ambientais negativos e outros impactos associados com o movimento de suprimentos. Cadeias de abastecimento “verdes” procuram reduzir o impacto negativo ao redesenhar os sistemas de abastecimento, distribuição e gerenciamento de logística reversa, de modo a eliminar qualquer ineficiência, movimentos desnecessários de frete e o descarte de embalagens.

Logística verde está rapidamente ganhando influência em toda a logística e gerenciamento de cadeias de suprimento. Financiadores de projetos e governos estão se tornando cada vez mais conscientes de questões “verdes”, e a legislação internacional está sendo introduzida e aplicada mundialmente em todos os aspectos dos negócios, incluindo cadeias de suprimentos humanitários.

A literatura sobre a logística verde é recente e, portanto, ainda não muito desenvolvida. A maioria dos trabalhos encontrados durante a pesquisa era relacionada aos transportes e a minimização de seu

impacto no meio ambiente, entretanto a logística é relacionada a outros fatores além do transporte, como a armazenagem, a embalagem e a gestão das informações.

Um importante resultado deste artigo é a estruturação e organização do conhecimento existente na área até o presente momento. O material aqui disponível apresenta uma grande base teórica para empresas que desejam desenvolver as práticas da logística verde e também para estudantes que queiram se aprofundar no assunto.

Referências

- AMBEV. Logística verde. 2011. Disponível em: <http://www.ambev.com.br/pt-br/valores-ambientais/iniciativas/logistica-verde>. Acesso em: 10/10/2013.
- BONELLI, R. Fusões e Aquisições no Mercosul. Rio de Janeiro, IPEA - Textos para Discussão nº 718, abril de 2000.
- CHANG, Q.; QIN, R. Analysis On Development Path Of Tianjin Green Logistics, 2009. Vol 3. International Journal Of Business And Management.
- DONATO, V. Logística Verde. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008. 276 p., 23 cm. ISBN 978-85-7393-705-3.
- EMMETT, S.; SOOD, V. Green Supply Chains : An Action Manifesto, 2010. 316 p. ISBN: 978-0-470-68941-7.
- GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 109 p. ISBN 8521203705.
- GOTO, A. K. A importância do sistema de gestão ambiental para o desenvolvimento de cadeia de suprimentos verde automotiva. 2012. 226 f. Tese (Mestrado e Doutorado em Administração) - Universidade Nove de Julho – UNINOVE, São Paulo.
- INTELOG, Inteligência em Gestão Logística. Multinacional Dow Química terá armazém verde no Guarujá. 2012. Disponível em: http://www.confralogrs.com/site/default.asp?TroncoID=907492&SecaoID=508074&SubsecaoID=948063&Template=../artigosnoticias/user_exibir.asp&ID=210295&Titulo=Multinacional%20Dow%20Quimica%20ter%E1%20armaz%E9m%20verde%20no%20Guaruj%E1. Acesso em: 10/10/2013.
- LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2003. 250 p. 24 cm. ISBN 85-87918-62-1.
- LIU, L. A New Advanced Logistics Supply Chain For Food Management Based On Green Logistics Theory, 2013. Advance Journal Of Food Science And Technology.
- MANKIW, N. G. Introdução à economia. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- MCKINNON, A. Green Logistics: The Carbon Agenda. Logforum. 2010.
- MCKINNON, A.; BROWNE, M.; WHITEING, A. Green Logistics; Improving The Environmental Sustainability Of Logistics, 2013
- MORA, C. A. A.; CAMPUZANO, J. Z. A. Implementacion Efectiva De Una Operadora Especializada Em Logistica Inversa Para La Industria De Bebidas Em La Ciudad De Guayaquil (Tese). Universidad Católica Santiago De Guayaquil. 2013.
- PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. Microeconomia. São Paulo: Makron Books, 1994.

- Portal LogWeb. Sadia investe pesado em logística. 2008. Disponível em: <<http://www.logweb.com.br/novo/conteudo/noticia/20128/sadia-investe-pesado-em-logistica/>>. Acesso em: 10/10/2013.
- QUIUMENTO, F. Logística Verde: Uma nova visão para a Logística com atividade humana integrada ao ambiente. 2011. Disponível em: <<http://knowledgeispowerquiumento.wordpress.com/article/logistica-verde-2tle17k7dcy4s-90/>>. Acesso em: 06/04/2013.
- REN, J. Studies On Optimization Of Container Loading And Vehicle Routing For Green Logistics. (Tese) Kyoto University. 2012.
- RIBEIRO, S. K.; KOBAYASHI, S. Transport And Its Infrastructure. Fourth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change. Report... 2007.
- RODRIGUE, J.P; SLACK, B.; COMTOIS, C. Green Logistics (The Paradoxes of).The Handbook of Logistics and Supply-Chain Management, Handbooks in Transport #2. London: Pergamon/Elsevier, 2001. 700 p. ISBN: 0-08-043593-9.
- RODRIGUE, J.P; SLACK, B.; COMTOIS, C. Green Logistics. The Geography Of Transport Systems, 2013. 3rd Edition. 416 p.
- ROGERS, D.S.; TIBBEN-LEMBKE, R.S. An examination of reverse logistics practices. Journal of Business Logistics, v. 22, n. 2, p. 129-148, 2001.
- SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. Revista Brasileira de Fisioterapia. São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007.
- SATHAYE et al. The Environmental Impacts Of Logistics Systems And Options For Mitigation (2006). Working Paper UCB-ITS-VWP-2006-4.
- SCHWARTZ FILHO, A. J. Localização de indústrias de reciclagem na cadeia logística reversa do coco verde. 2006. 61 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil – Transportes) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- SHAN, L. Research On Green Logistics Service Providers Selection Based On Intuitionistic Language Fuzzy Entropy. Journal Of Computers. 2012
- SIENA, O. Metodologia da Pesquisa Científica: Elementos para elaboração e apresentação de trabalhos acadêmicos. 2007. 201 f. Tese (Mestrado em Administração) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho.
- SOUSA, M. C. S. Bens Públicos e Externalidades. IEMonit: Brasília, 2011. Disponível em: <http://br.docsity.com/pt-docs/Bens_P%C3%BAblicos_e_Externalidades_-_Apostilas_-_Economia>. Acesso em: 10/10/2013.
- SOUZA, C. A. et al. Aplicabilidade da Logística Reversa no Contexto das Organizações: Fonte de Vantagens Competitivas e Redução de Impactos Ambientais. 2011. VIII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende.
- Storage Solutions. The GreenWareHouse Effect. 2013. Disponível em: <<http://www.storage-solutions.com/the-green-warehouse-effect-infographic-pg-188.html>>. Acesso em: 10/10/2013.
- TAO, J. Researches On Establishment Model Of Green Logistics System, 2008. International Conference On Logistics Engineering And Supply Chain.
- Volkswagen Aktiengesellschaft. Sustainability Report 2011. 2011. Disponível em: <<http://nachhaltigkeitsbericht2011.volkswagenag.com/en/environment/efficient-production/green-logistics.html>>. Acesso em: 10/10/2013.
- XIA, Y.; WANG, B. Green Logistics In Logistics Industry In Finland. Case: Inex Partners Oy and Suomen Kaukokiito Oy, 2013. Bachelor's Thesis - Lahti University of Applied Sciences.

- WU. H. J.; DUNN. S. C. (1995) "Environmentally responsible logistics systems", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. Iss 25: 2, pp.20 – 38.
- ZANIN, A; BAGATINI, F. M; PESSATTO, C. B. Viabilidade econômico-financeira de implantação de biodigestor: uma alternativa para reduzir os impactos ambientais causados pela suinocultura. 2010. *Custos e @gronegocio on line*. v. 6, n. 1, 2010. ISSN 1808-2882.
- ZHANG, Y.;LIU, J. The Establishment Of Green Logistics System Model, 2009. *International Conference On Management Science And Engineering*.