

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS
DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE**

RENAN STENICO DE CAMPOS

ORIENTADOR: PROF. DR. ALEXANDRE TADEU SIMON

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2018

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS
DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE**

RENAN STENICO DE CAMPOS

ORIENTADOR: PROF. DR. ALEXANDRE TADEU SIMON

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2018

PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE

RENAN STENICO DE CAMPOS

Dissertação de Mestrado Defendida em 23 de Agosto de 2018, avaliado e aprovado pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon (Presidente e Orientador)
(UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba)

Prof. Dr. André Luís Helleno
(UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba)

Prof. Dr. José Vicente Caixeta Filho
(USP – Universidade de São Paulo)

*“Todo saber é vãõ, se não houver Trabalho,
e este é vazio, se não houver Amor”*

Dr. Celso Charuri

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela saúde e garra concedida, acompanhando-me nesta trajetória e em todas as outras da minha vida.

Aos meus pais Dirceu e Adriana pela educação, valores e esforços durante o desenvolvimento desse trabalho.

À minha namorada Mariana, que procurou compreender, aceitar e apoiar este período de ausência e dedicação.

Ao meu irmão Guilherme que, mesmo de longe, incentivou e mandou energias positivas ao decorrer do processo.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon, pela paciência, incentivo e valorosa orientação desde o início dessa jornada.

Aos Professores Dr. André Luís Helleno e Dr. José Vicente Caixeta Filho, por aceitarem participar da banca examinadora de qualificação e defesa, contribuindo em pontos fundamentais para o amadurecimento da pesquisa.

À Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da FEAU - UNIMEP, em especial à Marta Helena T. Braglaglia pelo apoio irrestrito.

À Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba.

Aos profissionais da indústria e amigos Felipe de Campos Martins, Maria Júlia X. Belém, Diógenes Marcelo C. Coriguazi, Gleison Melhado Matana e Eduardo Villalba, cuja contribuição foi fundamental para o desenvolvimento do método proposto e das aplicações de ilustração.

Aos amigos que souberam entender minha falta de tempo e meu afastamento durante esse período.

O trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

CAMPOS, Renan Stenico. **Proposta de um Método para Avaliação dos Impactos das Atividades Logísticas na Sustentabilidade**. 2018. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Santa Bárbara d'Oeste, SP.

RESUMO

Com o advento da globalização, a logística passou a ter papel fundamental no planejamento, organização e controle dos deslocamentos de produtos ao redor do mundo, a fim de atender o consumidor final. Isso, por sua vez, tem causado impactos significativos na sustentabilidade, como a intensificação da poluição atmosférica e do consumo de recursos naturais, riscos à saúde e segurança dos seres humanos e aumento dos custos logísticos. Desta forma, é necessário avaliar tais impactos. Para tanto, métodos para avaliação dos impactos da logística na sustentabilidade já foram desenvolvidos. No entanto, estes métodos ou avaliam apenas uma atividade logística ou não contemplam todas as dimensões da sustentabilidade quando avaliam duas ou mais atividades. Este trabalho tem como objetivo propor um método para avaliação dos impactos das atividades logísticas nas três dimensões da sustentabilidade, contemplando as atividades de transporte, gerenciamento de estoques, armazenagem, manuseio de materiais, embalagem e aquisição, bem como indicadores quantitativos para avaliar os impactos. Foram feitas três aplicações de ilustração para refinamento e demonstração da aplicabilidade do método. A partir dos resultados obtidos foi possível avaliar, para cada empresa selecionada, a intensidade dos impactos das atividades logísticas em cada dimensão da sustentabilidade e identificar os impactos críticos que deverão ser mitigados pela empresa. O trabalho busca contribuir no desenvolvimento de pesquisas sobre Logística Sustentável e servir de base para o desenvolvimento de novos estudos na área.

PALAVRAS-CHAVE: Logística, Sustentabilidade, Indicadores.

CAMPOS, Renan Stenico. ***Proposal of a method for assessment of the logistics activities impacts on sustainability.*** 2018. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Santa Bárbara d'Oeste, SP.

ABSTRACT

With the advent of globalization, logistics has a fundamental role on planning, organizing and controlling of product movements around the world, in order to meet consumers' needs. This scenario causes relevant impacts on sustainability, such as the intensification of air pollution and consumption of natural resources, risks to human health and safety, and increase of logistics costs. Thus, it is necessary to assess these impacts. Consequently, methods for assessment of the logistics impacts on sustainability have already been developed. However, these methods either assess only one logistics activity or do not contemplate all dimensions of sustainability when evaluate two or more activities. The purpose of this work is to propose a method to assess the impacts of logistics activities in the three dimensions of sustainability, including transportation, inventory management, warehousing, materials handling, packaging and acquisition activities, as well as quantitative indicators to assess the impacts. Three illustration applications were conducted for refining and demonstrating the applicability of the method. From the results it was possible to assess, for each company, the intensity of the logistics activities impacts in each dimension of sustainability and to identify the critical impacts that should be mitigated by the company. The study contributes to the development of researches about Sustainable Logistics and to serve as basis for the development of new studies in the area.

Keywords: *Logistics, Sustainability, Indicators.*

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE QUADROS	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XIV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	3
1.2. OBJETIVOS	5
1.2.1. OBJETIVO GERAL	5
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.3. MÉTODO DE PESQUISA.....	5
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	6
2. REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1. LOGÍSTICA	7
2.2. SUSTENTABILIDADE	11
2.3. INFLUÊNCIA DAS DECISÕES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE	13
2.4. IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE	15
2.4.1. IMPACTOS DO TRANSPORTE NA SUSTENTABILIDADE	15
2.4.1.1. IMPACTOS ECONÔMICOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS.....	19
2.4.1.2. IMPACTOS AMBIENTAIS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS	19
2.4.1.3. IMPACTOS SOCIAIS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS.....	20
2.4.2. IMPACTOS DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS NA SUSTENTABILIDADE	22
2.4.2.1. IMPACTOS ECONÔMICOS DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS	26
2.4.2.2. IMPACTOS AMBIENTAIS DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS	27
2.4.2.3. IMPACTOS SOCIAIS DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS	29
2.4.3. IMPACTOS DA EMBALAGEM NA SUSTENTABILIDADE	30
2.4.4. IMPACTOS DA AQUISIÇÃO NA SUSTENTABILIDADE	31
2.4.5. IMPACTOS DE OUTRAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE	33
2.5. LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL	34
2.6. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA LOGÍSTICA NA SUSTENTABILIDADE	40
3. ABORDAGEM METODOLÓGICA	42
3.1. ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	43
3.1.1. ETAPA 1 – REVISÃO DA LITERATURA	45
3.1.2. ETAPA 2 – CONSTRUÇÃO DO MÉTODO PARA AVALIAÇÃO.....	45
3.1.3. ETAPA 3 – AJUSTE DO MÉTODO	67
3.1.4. ETAPA 4 – APLICAÇÃO DO MÉTODO AJUSTADO	68
4. APLICAÇÕES DE ILUSTRAÇÃO DO MÉTODO AJUSTADO	70

4.1.	PERFIL DAS EMPRESAS	70
4.2.	ORGANIZAÇÃO, PLANEJAMENTO E DURAÇÃO DAS APLICAÇÕES DE ILUSTRAÇÃO	71
4.3.	RESULTADOS	72
4.3.1.	EMPRESA A.....	73
4.3.2.	EMPRESA B.....	83
4.3.3.	EMPRESA C.....	93
4.3.4.	COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS EMPRESAS A, B E C.....	103
5.	CONCLUSÕES.....	106
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE	127

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO.....	6
FIGURA 2 – RELAÇÃO ENTRE AS ATIVIDADES PRIMÁRIAS E DE APOIO	9
FIGURA 3 – ESCOPO DA LOGÍSTICA EMPRESARIAL	10
FIGURA 4 – CONCEITO DO TRIPLE BOTTOM LINE	12
FIGURA 5 – PESSOAS EXPOSTAS À POLUIÇÃO SONORA ENVOLVENDO OS PAÍSES DA UE.	22
FIGURA 6 – IMPACTOS AMBIENTAIS DURANTE A ACV DE UM PEDIDO DE COMPRA	23
FIGURA 7 – FLUXOGRAMA PARA AVALIAR O IMPACTO AMBIENTAL DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS.....	25
FIGURA 8 – BENEFÍCIOS AO REALIZAR AQUISIÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	32
FIGURA 9 – CONCEITO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL	35
FIGURA 10 – COMPARAÇÃO ENTRE LOGÍSTICA REVERSA E LOGÍSTICA VERDE	38
FIGURA 11 – ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	43
FIGURA 12 – ESTÁGIOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	47
FIGURA 13 – DETALHAMENTO E RESULTADOS DOS ESTÁGIOS DA RSL PARA A ATIVIDADE DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM.....	49
FIGURA 14 – DETALHAMENTO E RESULTADOS DOS ESTÁGIOS DA RSL PARA A ATIVIDADE DE EMBALAGEM E AQUISIÇÃO	50
FIGURA 15 – INDICADORES IDENTIFICADOS E SELECIONADOS PELA RSL.....	54
FIGURA 16 – GRÁFICO DE RADAR PARA A ATIVIDADE DE TRANSPORTE DE MERCADORIAS.....	63
FIGURA 17 – GRÁFICO DE RADAR PARA A ATIVIDADE DE ARMAZENAGEM	64
FIGURA 18 – GRÁFICO DE RADAR PARA A ATIVIDADE DE EMBALAGEM	65
FIGURA 19 – GRÁFICO DE RADAR PARA A ATIVIDADE DE AQUISIÇÃO	65
FIGURA 20 – IMPACTOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS DA EMPRESA A	73
FIGURA 21 – IMPACTOS DA ARMAZENAGEM DA EMPRESA A	74
FIGURA 22 – IMPACTOS DA EMBALAGEM DA EMPRESA A.....	74
FIGURA 23 – IMPACTOS DA AQUISIÇÃO DA EMPRESA A.....	75
FIGURA 24 – IMPACTOS ECONÔMICOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA A	80
FIGURA 25 – IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA A	81
FIGURA 26 – IMPACTOS SOCIAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA A.....	82
FIGURA 27 – IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA A NAS TRÊS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE	83
FIGURA 28 – IMPACTOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS DA EMPRESA B	83
FIGURA 29 – IMPACTOS DA ARMAZENAGEM DA EMPRESA B	84
FIGURA 30 – IMPACTOS DA EMBALAGEM DA EMPRESA B.....	84
FIGURA 31 – IMPACTOS DA AQUISIÇÃO DA EMPRESA B.....	85
FIGURA 32 – IMPACTOS ECONÔMICOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA B	90
FIGURA 33 – IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA B	91
FIGURA 34 – IMPACTOS SOCIAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA B.....	92

FIGURA 35 – IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA B NAS TRÊS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE	93
FIGURA 36 – IMPACTOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS DA EMPRESA C	93
FIGURA 37 – IMPACTOS DA ARMAZENAGEM DA EMPRESA C	94
FIGURA 38 – IMPACTOS DA EMBALAGEM DA EMPRESA C	94
FIGURA 39 – IMPACTOS DA AQUISIÇÃO DA EMPRESA C.....	95
FIGURA 40 – IMPACTOS ECONÔMICOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA C	100
FIGURA 41 – IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA C..	101
FIGURA 42 – IMPACTOS SOCIAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA C.....	102
FIGURA 43 – IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA C NAS TRÊS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE	103
FIGURA 44 – COMPARATIVO ENTRE OS IMPACTOS ECONÔMICOS OBTIDOS NAS EMPRESAS A, B E C.....	104
FIGURA 45 – COMPARATIVO ENTRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS OBTIDOS NAS EMPRESAS A, B E C.....	105
FIGURA 46 – COMPARATIVO ENTRE OS IMPACTOS SOCIAIS OBTIDOS NAS EMPRESAS A, B E C.....	105

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FATORES DE CONVERSÃO DA ENERGIA UTILIZADA EM EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA.....	24
TABELA 2 – MÉTODOS OU MODELOS DESENVOLVIDOS PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA LOGÍSTICA NA SUSTENTABILIDADE	41
TABELA 3 – ASSOCIAÇÃO DOS INDICADORES COM OS IMPACTOS A SEREM AVALIADOS PARA A ATIVIDADE DE TRANSPORTE	56
TABELA 4 – ASSOCIAÇÃO DOS INDICADORES COM OS IMPACTOS A SEREM AVALIADOS PARA A ATIVIDADE DE ARMAZENAGEM	57
TABELA 5 – ASSOCIAÇÃO DOS INDICADORES COM OS IMPACTOS A SEREM AVALIADOS PARA A ATIVIDADE DE EMBALAGEM.....	58
TABELA 6 – ASSOCIAÇÃO DOS INDICADORES COM OS IMPACTOS A SEREM AVALIADOS PARA A ATIVIDADE DE AQUISIÇÃO	59

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DEFINIÇÃO E PRINCIPAIS DECISÕES DAS ATIVIDADES PRIMÁRIAS DA LOGÍSTICA.....	8
QUADRO 2 – DEFINIÇÃO E PRINCIPAIS DECISÕES DAS ATIVIDADES DE APOIO DA LOGÍSTICA.....	8
QUADRO 3 – OS IMPACTOS DO TRANSPORTE NA SUSTENTABILIDADE.....	16
QUADRO 4 – NÍVEIS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM TRANSPORTE.....	18
QUADRO 5 – EXEMPLOS DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS.....	18
QUADRO 6 – CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS.....	36
QUADRO 7 – PRÁTICAS DA LOGÍSTICA VERDE.....	39
QUADRO 8 – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO TRANSPORTE.....	51
QUADRO 9 – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA ARMAZENAGEM.....	52
QUADRO 10 – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA EMBALAGEM.....	53
QUADRO 11 – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA AQUISIÇÃO.....	54
QUADRO 12 – ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO.....	61
QUADRO 13 – CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE.....	62
QUADRO 14 – RESPONDENTES QUE DEVEM RESPONDER O QUESTIONÁRIO.....	67
QUADRO 15 – NÚMERO DE RESPONDENTES POR EMPRESA SELECIONADA.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACV	–	Avaliação do Ciclo de Vida
CH₄	–	Gás Metano
CO₂	–	Dióxido de Carbono
CO_{2e}	–	Dióxido de Carbono Equivalente
EOQ	–	<i>Economic Order Quantity</i>
FMHE	–	<i>Fixed Material Handling Equipment</i>
GEE	–	Gases de Efeito Estufa
GSCM	–	<i>Green Supply Chain Management</i>
L_{DEN}	–	Nível Poluição Sonora Período Diurno
L_{NIGHT}	–	Nível Poluição Sonora Período Noturno
MMHE	–	<i>Mobile Material Handling Equipment</i>
NO_x	–	Óxido de Nitrogênio
N₂O	–	Óxido Nitroso
OMS	-	Organização Mundial da Saúde
ONU	–	Organização das Nações Unidas
PIB	–	Produto Interno Bruto
PM	–	Material Particulado
RSL	–	Revisão Sistemática da Literatura
SO_x	–	Óxido de Enxofre
TIC	–	Tecnologias de Informação e Comunicação
UE	–	União Europeia
WCED	–	<i>World Commission on Environment and Development</i>

1. INTRODUÇÃO

A competição entre as empresas é, naturalmente, influenciada por vários fatores, principalmente pela qualidade, prazo e preço dos produtos ou serviços. No entanto, um fator que pode gerar vantagem competitiva e que vem ganhando destaque no âmbito corporativo é a sustentabilidade, devido às exigências dos consumidores e órgãos governamentais por atividades financeiramente viáveis, socialmente justas e ambientalmente corretas por parte das empresas (DIMA *et al.*, 2014). Tais exigências são ampliadas em função da crise econômica global, pela busca por melhoria da qualidade de vida, pelos efeitos do aquecimento global e pelas limitações dos recursos naturais disponíveis (água limpa, petróleo bruto, madeiras, metais e outros recursos) (DEY *et al.*, 2011; PALSSON e JOHANSSON, 2016).

Entretanto, o alcance da popularidade do termo “sustentabilidade” não é proporcional à sua clareza conceitual. A falta de uma definição clara e objetiva de sustentabilidade pode ocasionar ações não coincidentes com os seus reais propósitos por parte da sociedade e das empresas (BRETZKE, 2011). No contexto industrial, essas ações podem ser exemplificadas pelo termo “*greenwashing*”, que significa o ato de promover programas ecologicamente corretos que visam criar uma imagem positiva de empresas ou instituições ambientalmente responsáveis, sem que, efetivamente, sejam de fato, ou ainda, que não ofereçam critérios claros de apoio a suas alegações (LYON e MAXWELL, 2011).

Observa-se na literatura uma confusão entre os termos “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável”. Em linhas gerais, o desenvolvimento sustentável é o processo pelo qual, ao longo do tempo, as pessoas conseguirão alcançar a sustentabilidade. A sustentabilidade é a meta a ser alcançada, onde o meio apresente condições para sustentar a vida na Terra (PARKIN, 2000).

As empresas que adotam políticas e práticas condizentes com o propósito da sustentabilidade são capazes de alcançar melhor qualidade em seus produtos e serviços, maior participação de mercado, bem como aumento nos lucros (NAMBIAR, 2010). Para atingir os objetivos da sustentabilidade, as empresas precisam considerar as suas três dimensões: econômica, ambiental e social (LIMOUBPRATUM *et al.*, 2015). Para tanto, um conceito amplamente utilizado é o *Triple Bottom Line* ou “3P’s” (representando os termos “*people*”, “*planet*” e “*profit*”), criado por John Elkington, com o propósito das empresas avaliarem seu desempenho baseando-se nas três dimensões (ELKINGTON, 1998).

A sustentabilidade deve permear todos os processos industriais e empresariais, tais como manufatura, manutenção, marketing, compras, vendas e logística. Para Leuschner e Roger (2015), um dos processos fundamentais para construção de uma empresa sustentável é a logística. Em um contexto geral, a logística é responsável pelo planejamento, implementação e controle eficiente dos fluxos de produtos e informações, a fim de atender às necessidades dos clientes a um custo mínimo (TAMULIS *et al.*, 2012).

A inserção dos conceitos de sustentabilidade em logística, em especial, tem sido intensificada devido aos impactos econômicos, ambientais e sociais dos grandes fluxos de bens em todo o mundo (DEKKER *et al.*, 2012).

As empresas começaram a perceber que tomadas de decisão em logística possibilitam a obtenção de custo-benefício. No entanto, também provocam externalidades negativas para a sustentabilidade, tais como poluição atmosférica, efeitos nocivos ao meio ambiente e à sociedade e riscos à saúde e segurança dos seres humanos (MACHARIS *et al.*, 2011; SEROKA, 2014).

As externalidades negativas vão contra os princípios defendidos pelo desenvolvimento sustentável, que exigem atividades que conduzam a maiores ganhos econômicos e sociais, reduzindo as perdas ambientais, assegurando que as tomadas de decisões feitas hoje não tenham impactos negativos nas gerações futuras (ABBASI e NILSSON, 2016; WANG *et al.*, 2017).

1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Os custos logísticos constituem uma parte importante das despesas totais de muitas empresas. Em 2015, estimou-se que as despesas com logística representaram 10,9% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial (ARMSTRONG & ASSOCIATES INC., 2016). No mesmo ano, os custos logísticos representaram 11,6% do PIB do Brasil e 8,2% do PIB dos Estados Unidos. Esses dados mostram que os gastos no Brasil são altos comparados aos de outros países devido ao elevado custo dos estoques e má qualidade da infraestrutura de transporte (ILOS, 2014). Desta forma, os altos custos gerados pelas atividades logísticas levam as empresas a buscar e implementar práticas logísticas mais eficientes.

Alguns estudos estimaram que os gastos com transporte representam entre 10 e 20% dos custos totais de um produto (ANDERSON e VAN WINCOOP, 2004; RODRIGUE *et al.*, 2016) e o custo total de manutenção de estoque costumam representar de 9,5 a 25% o valor médio de produtos ao ano (BALLOU, 1993; DURLINGER, 2012). Esses dados mostram a importância de avaliar as despesas operacionais decorrentes das atividades logísticas.

A logística também causa impactos ambientais e sociais. Quanto aos impactos ambientais, o Fórum Econômico Mundial estimou, em 2009, que o setor logístico foi responsável por emitir cerca de 2,8 milhões de toneladas de gases de efeito estufa (GEE) por ano, representando 5,5% das emissões globais. Em 2016, esse número aumentou para 13% (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016). Na União Europeia (UE), a emissão de GEE pelo setor logístico aumentou de 16,6% em 1990 para 24,3% em 2012 (EUROPEAN COMMISSION, 2016). Entre as atividades logísticas, o transporte é responsável por 27% do total das emissões de GEE nos Estados Unidos e 11,9% do total das emissões no Brasil (USEPA, 2016; SEEG, 2016). O mesmo setor vem demonstrando preocupação em reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂), além de sustentar um desenvolvimento econômico positivo (WANG *et al.*, 2017).

No contexto social, os impactos das atividades logísticas na sociedade são relevantes. Por exemplo, cerca de 50 milhões de pessoas são feridas e mais de 1,25 milhão são mortas nas estradas mundiais a cada ano (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). Além disso, a poluição decorrente do transporte rodoviário, incluindo transporte público e de mercadorias, contribui para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e pulmonares. Estima-se que, anualmente, 185 mil mortes podem estar associadas à poluição do ar (WORLD BANK GROUP, 2017).

A crescente preocupação com os impactos ocasionados pelas atividades logísticas levou pesquisadores e indústria a desenvolverem métodos para avaliar tais impactos (WU e DUNN, 1995; CILIBERTI *et al.*, 2008). O uso de métodos de avaliação permite que os especialistas em logística, principalmente os jovens profissionais, avaliem facilmente os impactos causados pelas diferentes atividades logísticas na sustentabilidade, comparem os resultados obtidos com referências do mercado para que soluções sejam realizadas visando a mitigação dos impactos significativos e familiarizem com os princípios da sustentabilidade (SIMONGATI, 2010; SINAY *et al.*, 2016).

Existem treze métodos desenvolvidos na literatura para avaliar os impactos das atividades logísticas na sustentabilidade. Os métodos de Kirschstein e Meisel (2015), Fichtinger *et al.* (2015), Bertolini *et al.* (2016), Mangiaracina *et al.* (2016), Duan *et al.* (2017), Dente e Tavasszy (2017), Palander (2017) e Sim e Sim (2017) avaliam os impactos das atividades logísticas apenas na dimensão ambiental. Os métodos de Palsson *et al.* (2013), Chao (2014), Zhang e Li (2014) e Tappia *et al.* (2015) avaliam simultaneamente os impactos econômicos e ambientais das atividades logísticas. O método de Tan *et al.* (2010) avalia os impactos de apenas uma atividade logística nas três dimensões da sustentabilidade.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é propor um método para avaliação dos impactos das atividades logísticas nas três dimensões da sustentabilidade.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as atividades logísticas que causam maiores impactos na sustentabilidade;
- Identificar os indicadores mais utilizados na literatura para avaliação dos impactos econômicos, ambientais e sociais das atividades logísticas e incorporá-los no método proposto.

1.3. MÉTODO DE PESQUISA

Em linhas gerais, o método de pesquisa utilizado neste trabalho é estruturado em quatro etapas, conforme a Figura 1. Na Etapa 1, procurou-se identificar os trabalhos que contém os temas relacionados à logística e à sustentabilidade, utilizando como fontes artigos nacionais e internacionais, livros, trabalhos acadêmicos e relatórios científicos. A Etapa 2 trata-se da construção do método para avaliação dos impactos das atividades logísticas na sustentabilidade. O método construído foi discutido com profissionais da academia e da indústria na Etapa 3, incorporando as sugestões de melhoria desses profissionais no método. Na Etapa 4, o método ajustado foi aplicado em empresas e a assimilação do conhecimento adquirido a partir dessas aplicações resultou na versão final do Método para Avaliação dos Impactos das Atividades Logísticas na Sustentabilidade.



FIGURA 1 – ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, incluindo este introdutório. O segundo capítulo apresenta, sob o ponto de vista da revisão da literatura, o conceito teórico de logística e suas atividades, de sustentabilidade e de logística sustentável, bem como a apresentação e discussão dos impactos das atividades logísticas na sustentabilidade e dos métodos existentes para avaliação de tais impactos. O terceiro capítulo apresenta, de modo geral, o método desenvolvido para avaliar os impactos das atividades logísticas na sustentabilidade. Neste capítulo, as etapas e os passos do desenvolvimento do método são apresentados. No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados das aplicações de ilustração do método proposto. As principais conclusões do trabalho, limitações e sugestões para trabalhos futuros se encontram no quinto capítulo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, é apresentada a revisão da literatura, contendo a conceituação de logística e de sustentabilidade. É abordada, também, a influência das decisões logísticas na sustentabilidade, bem como os impactos causados pelas atividades logísticas nas dimensões que a compõem. Além disso, é apresentado o conceito de logística sustentável e os métodos existentes para avaliação dos impactos da logística na sustentabilidade.

2.1. LOGÍSTICA

Na literatura, é possível encontrar inúmeras definições para a logística (TAMULIS *et al.*, 2012). A título de exemplo, Harrison e Van Hoek (2008) descreve a logística como a tarefa responsável por coordenar o fluxo de materiais e informações ao longo da cadeia de suprimentos. Christopher (2010) afirma que a logística é uma orientação de planejamento e de estrutura que visa criar um plano único para o fluxo de produtos e informações através de um negócio.

No entanto, a conceituação de logística mais consistente e utilizada na área acadêmica foi proposta por Ronald H. Ballou em 1993, tratando a logística empresarial (ou industrial) como todas as atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o fluxo de produtos, desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim como os fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável (BALLOU, 1993).

As atividades logísticas presentes na definição de Ballou (1993) podem ser classificadas quanto à sua importância para o cumprimento dos objetivos logísticos de custo e nível de serviço. As atividades de transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos são consideradas atividades primárias, por possuírem maior parcela de contribuição para o custo total da

logística ou serem essenciais para o cumprimento das tarefas logísticas. A título de ilustração, observa-se que em 2014 os custos totais logísticos consumiram 12,7% do PIB do Brasil, dos quais 6,8% foram decorrentes dos gastos com transporte e 4,5% com estoques (ILOS, 2014). As definições e as principais decisões relacionadas às atividades primárias da logística estão descritas no Quadro 1.

QUADRO 1 – DEFINIÇÃO E PRINCIPAIS DECISÕES DAS ATIVIDADES PRIMÁRIAS DA LOGÍSTICA

Atividades primárias	Definição e Principais Decisões
Transporte	Refere-se às diferentes formas de movimentar os materiais ou produtos, seja internamente ou externamente. As decisões envolvidas em transporte são referentes à escolha do modal de transporte a ser utilizado (rodoviário, ferroviário, hidroviário, aéreo ou por dutos), aos roteiros e à utilização da capacidade dos veículos.
Manutenção de estoques	Refere-se à manutenção de um estoque mínimo de produtos, sem que acumule e/ou afete a disponibilidade desejada pelos clientes. Localização dos estoques, quantidade de produtos a serem armazenados e garantia da disponibilidade dos mesmos quando são pedidos pelos clientes são decisões importantes nesse tópico.
Processamento de pedidos	Refere-se às várias atividades incluídas no ciclo de pedido do cliente, contemplando as seguintes etapas: preparação do pedido, transmissão do pedido, entrada do pedido, expedição do pedido e relatório da situação do pedido. Escolher os métodos de transmissão dos pedidos e estabelecer as regras para realização deles são algumas das decisões a serem discutidas envolvendo essa atividade.

FONTE: ADAPTADO DE BALLOU (2009)

As atividades logísticas que apoiam as atividades primárias são: aquisição, programação de produtos, embalagem, armazenagem, manuseio de materiais e manutenção de informações. As definições e algumas das decisões importantes tratadas pelas atividades de apoio estão presentes no Quadro 2. Além disso, as relações entre as atividades primárias e de apoio da logística podem ser vistas na Figura 2.

QUADRO 2 – DEFINIÇÃO E PRINCIPAIS DECISÕES DAS ATIVIDADES DE APOIO DA LOGÍSTICA

Atividades de apoio	Definição e Principais Decisões
Aquisição	Refere-se à seleção das fontes de suprimento, das quantidades a serem adquiridas, da programação das compras e da forma como o produto é adquirido. O termo “aquisição” não deve ser confundido com a função de

	compras, pois procedimentos como negociação de preços e avaliação dos vendedores não são tarefas abordadas pela logística.
Programação de produtos	Refere-se às quantidades de produtos que devem ser produzidos e quando e onde devem ser fabricados.
Embalagem	Refere-se à proteção dos produtos e mercadorias antes de serem usados pelos clientes. Escolher o <i>design</i> e dimensões adequadas para manuseio e estoque dos produtos são decisões fundamentais a serem tratadas por essa atividade de apoio.
Armazenagem	Refere-se à administração do espaço necessário para manter os estoques. Localização, dimensionamento de área, arranjo físico, recuperação de estoques, projeto de docas ou baias de atracação e configuração do armazém são tarefas a serem geridas em armazenagem.
Manuseio de materiais	Refere-se à movimentação dos produtos no local de armazenagem. Seleção do equipamento de movimentação, procedimentos para formação de pedidos e balanceamento da carga de trabalho são as principais responsabilidades dessa atividade de apoio.
Manutenção de informações	Refere-se aos sistemas de informações gerenciais que ligam as atividades logísticas em um processo integrado, combinando <i>hardware</i> e <i>software</i> para medir, controlar e gerenciar as operações logísticas. Coletar, analisar, armazenar e manipular as informações são funções tratadas por essa atividade.

FONTE: ADAPTADO DE BALLOU (2009)

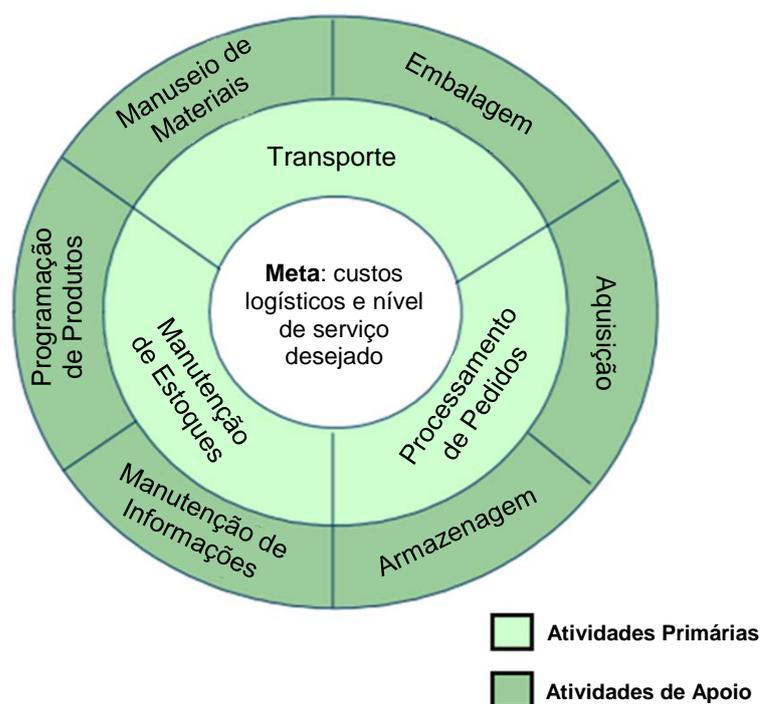


FIGURA 2 – RELAÇÃO ENTRE AS ATIVIDADES PRIMÁRIAS E DE APOIO

FONTE: BALLOU (2009)

Para que a logística consiga entregar o produto que o cliente quer, na quantidade correta, no local desejado, nas condições ideais, dentro do prazo e a um custo razoável, é preciso que as atividades logísticas sejam gerenciadas e otimizadas de forma integrada (BALLOU, 2009). Segundo o autor, uma maneira de gerenciar e otimizar as atividades logísticas em conjunto é integrando o Suprimento Físico à Distribuição Física:

- **Suprimento físico:** conjunto de atividades logísticas encarregadas em gerenciar o recebimento de produtos e serviços produzidos por vários fornecedores e pelo transporte deles até a fábrica. Além disso, o suprimento físico procura administrar o fluxo de materiais durante as etapas de fabricação até o estoque dos produtos;
- **Distribuição física:** conjunto de atividades logísticas envolvidas no gerenciamento da movimentação dos produtos para os clientes.

A Figura 3 mostra o escopo da logística empresarial proposto por Ballou (2009), integrando o suprimento físico à distribuição física.

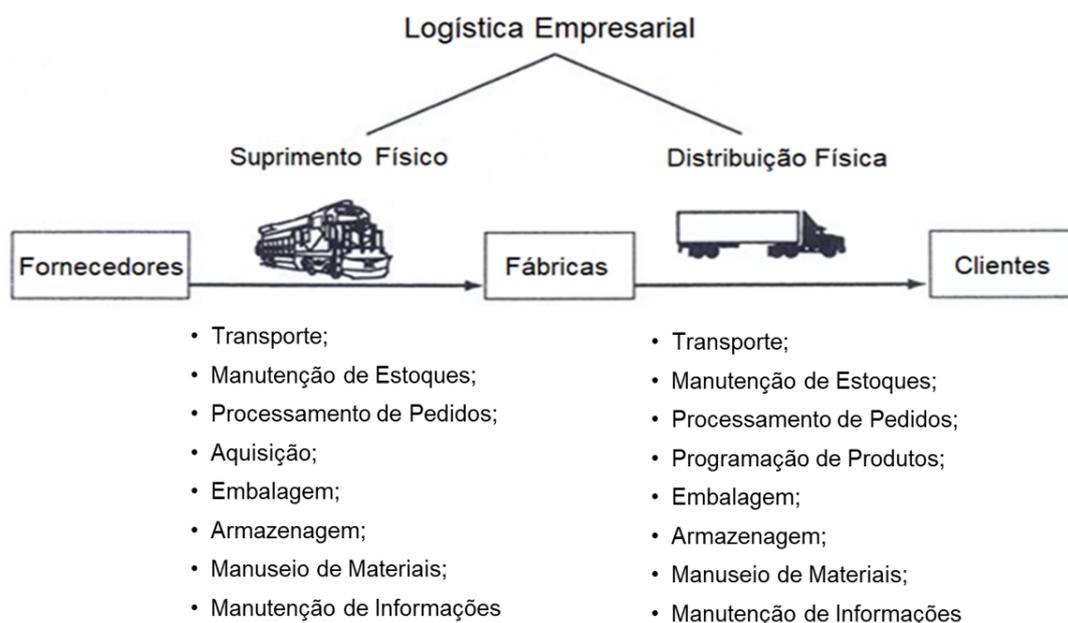


FIGURA 3 – ESCOPO DA LOGÍSTICA EMPRESARIAL

FONTE: BALLOU (2009)

2.2. SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade é discutido por pesquisadores e empresários há vários anos, com início das discussões entre 1950 e 1960 referentes às questões ambientais em várias conferências e eventos globais, até acontecimentos mais recentes, como a decisão da Organização das Nações Unidas (ONU) em adotar um conjunto de novas metas para o desenvolvimento sustentável em 2015, considerando também questões sociais e econômicas (GUDMUNDSSON *et al.*, 2015).

Preocupações com o crescimento acelerado da população e da economia, junto à diminuição dos recursos naturais do nosso planeta, foram temas de um debate público que levou à instalação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (*World Commission on Environment and Development – WCED*) criada pela ONU. Em 1987, a WCED elaborou o Relatório Brundtland, documento conhecido como *Nosso Futuro Comum*, onde a ideia de desenvolvimento sustentável foi conceituada como:

“Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades” (WCED, 1987, p. 43).

Embora existam muitas outras conceituações para desenvolvimento sustentável, a definição proposta pela WCED é vista como a primeira amplamente utilizada, e o relatório é frequentemente referido como o primeiro estudo credível sobre esse assunto (THEIS e TOMKIN, 2012).

Na definição da WCED não consta a distinção entre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Em linhas gerais, o desenvolvimento sustentável pode ser descrito como o processo pelo qual, ao longo do tempo, as pessoas conseguirão alcançar a sustentabilidade. A sustentabilidade é a meta a ser alcançada, em que o meio apresente condições para sustentar a vida na Terra (PARKIN, 2000).

Trazendo as premissas do desenvolvimento sustentável para o ambiente empresarial, as organizações podem ser consideradas sustentáveis se conseguirem gerenciar suas atividades e atingirem bons resultados nas três dimensões da sustentabilidade: econômica, ambiental e social. Essa meta sustentável pode ser representada com o conceito *Triple Bottom Line* ou 3P's (*profit, people e planet*), formulado por John Elkington em 1998, representado pela Figura 4 (ELKINGTON, 1998).

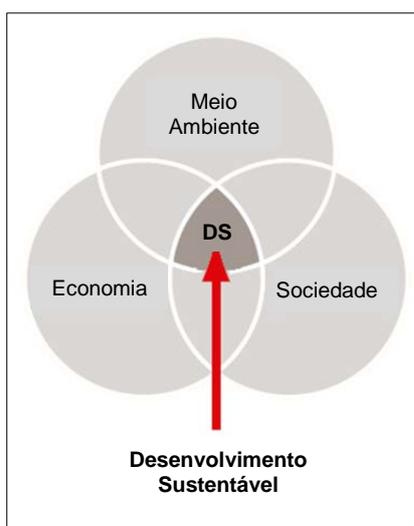


FIGURA 4 – CONCEITO DO *TRIPLE BOTTOM LINE*

FONTE: ADAPTADO DE ELKINGTON (1998)

Estão contidas na dimensão econômica ações que reduzem os custos de produção por meio do gerenciamento da produtividade, dos gastos e dos investimentos (JAMALI, 2006). A dimensão ambiental está associada às ações que atentam para a eficiência energética e redução das emissões de GEE, do consumo de materiais perigosos, da frequência de acidentes ambientais e de outros impactos no meio ambiente (JAMALI, 2006; AGRAWAL *et al.*, 2016). A dimensão social concentra ações direcionadas para o aperfeiçoamento das condições de trabalho, saúde e segurança dos trabalhadores e questões trabalhistas (KNOEPFEL, 2001; JAMALI, 2006).

O aumento da inserção dos conceitos de sustentabilidade nas estratégias e operações das empresas e em toda a cadeia de suprimentos ocorreu por vários

fatores: pelas pressões dos órgãos governamentais, ONG's, ativistas comunitários e consumidores (SEURING e MÜLLER, 2008; LIEB e LIEB, 2010); pelas preocupações relacionadas à redução das fontes de energia e diminuição das matérias-primas (JORSFELDT *et al.*, 2016); pelo aumento do aquecimento global decorrente das elevadas emissões de GEE (GUPTA e PALSULE-DESAI, 2011; DEY *et al.*, 2011) e pela melhoria na qualidade de vida dos consumidores (DEY *et al.*, 2011).

A Corporate Knights - empresa canadense de mídia, pesquisa e informações financeiras - analisa anualmente o nível de sustentabilidade das empresas ao redor do mundo por meio de indicadores de desempenho sustentável, medindo a gestão de recursos (uso de água, energia, resíduos e emissão de carbono), gestão financeira (capacidade de inovação, impostos pagos e média salarial) e gestão de funcionários (segurança, rotatividade dos funcionários e liderança feminina). Em 2016, a Corporate Knights constatou que 87% das empresas analisadas incentivam seus executivos a desenvolverem e alcançarem metas sustentáveis (DILL, 2016).

É essencial que a sustentabilidade permeie os processos industriais e empresariais, tais como manufatura, manutenção, marketing, compras, vendas e logística. Para Leuschner e Roger (2015), um dos processos fundamentais para construção de uma empresa sustentável é a logística.

2.3. INFLUÊNCIA DAS DECISÕES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE

É importante as empresas terem consciência que as decisões tomadas durante as atividades logísticas têm impactos diretos na economia da empresa, no meio ambiente e na sociedade (AMIRI KHORHEH *et al.*, 2015).

Por um lado, decisões que utilizem por completo os ativos, otimizem os tamanhos dos lotes para transporte e armazenagem, reduzem os custos de serviços, eliminem os resíduos, além de promoverem a qualidade e condições corretas de trabalho, ajudam na inserção dos conceitos de sustentabilidade em

logística (YOUNG, 2009). A título de exemplo, a Dell, grande empresa de *hardware* de computadores dos Estados Unidos, procura acionar decisões que minimizem os impactos financeiros, ambientais e sociais ocasionados pela sua rede logística global. As decisões contemplam: seleção de modais eficientes de transporte e otimização das rotas para redução de desperdícios; uso de centros de distribuição próximos aos clientes como forma de reduzir a distância de viagem, o consumo de combustível e as emissões de carbono; inovações no dimensionamento das embalagens na tentativa de reduzir o tempo de carregamento e descarregamento; uso de materiais ecológicos em embalagens que permitem a reciclagem ou compostagem e a realização de programas junto aos fornecedores, incluindo os prestadores de serviços logísticos, para adoção de práticas mais sustentáveis durante as operações (DELL, 2017b; DELL, 2017c).

No entanto, empresas que apresentam comportamentos não compatíveis com a responsabilidade ambiental e social declarada por elas poderão sofrer interferência em sua imagem pública e perda de rentabilidade (TANG e ZHOU, 2012). Existem exemplos que repercutiram na mídia social. Em 2010, um cargueiro chinês da Shenzhen Energy Group, empresa chinesa fornecedora e geradora de energia elétrica, atingiu a Grande Barreira de Corais na Austrália, despejando cerca de duas toneladas de petróleo pesado na água e danificando duas milhas de corais. O motivo do incidente foi a realização de uma rota ilegal por parte dos capitães do navio. Como resultado, dois capitães foram presos e a Shenzhen Energy concordou em pagar até 40 milhões de dólares para o governo australiano (SMAIL, 2016).

No ano de 2015, a Volkswagen, após uma denúncia do governo norte-americano, admitiu o uso de um dispositivo que alterava os dados de emissões de poluentes em milhares de veículos movidos a diesel. Além de contrariar o conceito “diesel limpo” estabelecido na época, a empresa automobilística teve um prejuízo de 1,3 bilhões de euros no ano do escândalo (AUTO ESPORTE, 2015).

Pela falta de treinamento adequado de seus empregados, a empresa Sunoco Logistics, com sede e fábricas localizadas nos Estados Unidos, sofreu uma multa de, aproximadamente, 250 mil dólares pelo acidente que matou cinco operários durante a manutenção de uma válvula no Texas em 2015, havendo derramamento de petróleo bruto também no meio ambiente. A mesma empresa, em 2016, foi acusada por inúmeros incidentes ocasionados por falhas em seu sistema de oleodutos, como exemplo, o derramamento de 55 mil litros de gasolina no riacho de Lycoming Country. Além disso, o governo americano constatou que a Sunoco Logistics apresenta maior risco ao meio ambiente e à sociedade em comparação aos seus concorrentes (HURDLY, 2016).

Para Dey *et al.* (2011), explorar os impactos que as decisões logísticas têm na sustentabilidade é muito importante para que novas oportunidades sejam identificadas, contribuindo para o aumento da eficiência dessas operações.

2.4. IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE

A seguir, são descritos os impactos que as atividades logísticas primárias e de apoio causam na sustentabilidade. As atividades primárias são fundamentais para todas as empresas e apresentam grande participação no custo total logístico, envolvendo as operações de transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos. As atividades de apoio também são importantes, porém, com menor destaque dentro das empresas, fazendo parte deste grupo as atividades de aquisição, programação de produtos, embalagem, armazenagem, manuseio de materiais e manutenção de informações (BALLOU, 1993).

2.4.1. IMPACTOS DO TRANSPORTE NA SUSTENTABILIDADE

Entre as atividades logísticas, o transporte é a operação mais prejudicial no meio ambiente, reconhecido como um dos principais consumidores de energia e responsável por grande parcela das emissões globais de GEE (WU e DUNN, 1995; ROGERS e WEBER, 2011).

As emissões de CO₂ provenientes das operações de transporte correspondem, aproximadamente, a 14% das emissões totais a nível global, além de ser fonte principal de emissões de outros gases que contribuem para o aumento do aquecimento global e alterações climáticas, como o óxido de nitrogênio (NOx), óxido de enxofre (SOx) e partículas finas (PM_{2.5}/PM₁₀) (DEKKER *et al.*, 2012).

Além dos impactos ambientais, o transporte também apresenta impactos econômicos e sociais. A título de exemplo, os custos indiretos do transporte rodoviário – custos associados ao congestionamento do tráfego, à poluição do ar, à poluição sonora e aos acidentes – representam 4% do PIB da UE, sendo a metade do percentual decorrente dos custos de atrasos por congestionamento. Além disso, há registro de 20 mil mortes anuais nas estradas europeias e mais de 100 mil mortes prematuras devido à poluição atmosférica decorrentes dos modais de transporte (ECMT, 2006; DELFT e INFRAS, 2011).

A UK Round Table On Sustainable Development (1996) apresentou os impactos causados pelas operações de transporte nas três dimensões da sustentabilidade, conforme mostrado no Quadro 3.

QUADRO 3 – OS IMPACTOS DO TRANSPORTE NA SUSTENTABILIDADE

Dimensão	Impacto
Econômica	Congestionamento
	Desperdício de recursos
Ambiental	Destruição do ecossistema e a extinção de espécies
	O uso de combustível fóssil não renovável
	Os efeitos dos resíduos perigosos como pneus e óleo
	Mudanças climáticas advindas dos GEE
Social	Impactos negativos da poluição na saúde pública
	Destruição de culturas
	Lesões e mortes resultantes de acidentes de trânsito
	Ruído
	Intrusão visual
	Congestionamento impedindo a passagem de pedestres
	Perda de zonas verdes e espaços abertos
	Deterioração de edifícios/infraestrutura

FONTE: UK ROUNDTABLE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT (1996)

Um dos grandes desafios no planejamento de transporte é assumir decisões que aumentem o nível de sustentabilidade dos sistemas e redes de transporte. No entanto, seja na fase de concepção ou de avaliação do desempenho do sistema, medir o nível de sustentabilidade não é uma tarefa simples, uma vez observado que as medidas não são limitadas apenas às emissões de GEE ou à distância total percorrida pelos veículos. Parte dessa dificuldade é decorrente da falta de uma definição compreensível e direta para sustentabilidade e transporte sustentável (ZEGRAS, 2006; COTTRILL e DERRIBLE, 2015).

No entanto, em um sentido mais amplo e aceitável, considerando a definição de desenvolvimento sustentável contida no Relatório Brundtland de 1987, o transporte sustentável procura satisfazer as necessidades atuais de transporte e mobilidade, não comprometendo a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades (RICHARDSON, 1999).

Diante das diversas definições de transporte sustentável e da inexistência de uma definição padrão, houve o desenvolvimento de muitos indicadores na tentativa de quantificar a sustentabilidade dos sistemas e redes de transporte (COTTRILL e DERRIBLE, 2015). Litman (2011) comenta que indicadores utilizados para avaliar os sistemas de transporte sustentável, incluindo o transporte público e de mercadorias, podem ser categorizados em alguns níveis de avaliação, incluindo: tendências externas; processo de planejamento; opções e incentivos; impactos econômicos, ambientais e sociais e objetivos de desempenho. Os níveis de avaliação e respectivas descrições estão apresentados no Quadro 4.

Para a avaliação dos impactos das operações de transporte de mercadorias na sustentabilidade, existe uma grande quantidade de indicadores na literatura, a maioria quantificáveis, para avaliá-los (DOBRANSKYTE-NISKOTA *et al.*, 2007). O Quadro 5 contém exemplos de indicadores para avaliar os impactos econômicos, ambientais e sociais do transporte de mercadorias, com ênfase no modal rodoviário.

QUADRO 4 – NÍVEIS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM TRANSPORTE

Níveis de avaliação	Descrição
Tendências externas	Avaliar as mudanças na população, na atividade econômica, entre outros fatores
Processo de planejamento	Avaliar práticas de planejamento e investimento
Opções e incentivos	Avaliar instalações de transporte, serviços de transporte, preços, informações dos usuários e outras opções
Impactos econômicos, ambientais e sociais	Avaliar os impactos das operações de transporte, como emissão de poluentes, custo de transporte, risco de acidentes e outros impactos
Objetivos de desempenho	Estabelecer um grau em que os padrões e metas desejadas sejam alcançados

FONTE: ADAPTADO DE LITMAN (2011)

QUADRO 5 – EXEMPLOS DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Fonte	Dimensão Econômica	Dimensão Ambiental	Dimensão Social
Litman (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Custo de congestionamento (tempo de atraso); • Despesas operacionais de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissão de GEE; • Energia consumida por quilômetro rodado; • Poluição sonora; • Poluição da água; • Uso da terra para instalações; • Resíduos perigosos; • Proteção do <i>habitat</i> e ecossistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade do ar; • Qualidade de vida; • Segurança; • Preservação da cultura
Frehe (2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Despesas operacionais por modal de transporte; • Custo baseado no tempo de entrega 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissão de GEE 	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição sonora; • Jornada de trabalho
EEA (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Custo de congestionamento (tempo de atraso e desperdício de combustível) 	<ul style="list-style-type: none"> • Energia consumida (combustível ou eletricidade); • Emissão de GEE; • Resíduos perigosos 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade do ar; • Poluição sonora; • Intrusão visual; • Segurança
Kin <i>et al.</i> (2017)	<ul style="list-style-type: none"> • Custo de congestionamento (tempo de atraso e desperdício de combustível) 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissão de GEE 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade do ar; • Poluição sonora; • Segurança

2.4.1.1. IMPACTOS ECONÔMICOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Um dos impactos econômicos do transporte de mercadorias envolve as alterações no custo da mercadoria decorrentes das despesas operacionais geradas durante o transporte (LITMAN, 2011). Alguns estudos estimaram que as despesas operacionais de transporte representam entre 10 e 20% dos custos totais de um produto (ANDERSON e VAN WINCOOP, 2004; RODRIGUE *et al.*, 2016). Esse dado mostra a importância de avaliar as despesas operacionais de transporte a fim de reduzir os custos envolvidos e, conseqüentemente, o percentual de participação no custo das mercadorias.

Parte das despesas operacionais envolvidas no transporte de mercadorias são classificadas como “custos fixos”, por apresentarem alterações em seus valores a partir da depreciação dos veículos ao longo do tempo. As despesas com estacionamento, pedágios, seguros, combustível consumido, manutenção e excesso de peso transportado formam os “custos variáveis”, uma vez que seus valores dependem do tipo de veículo, das condições de viagem e dos impostos cobrados pelo mercado (LITMAN e DOHERTY, 2011).

Outro impacto econômico frequentemente avaliado ao se utilizar o transporte rodoviário são as alterações do custo da mercadoria decorrente dos atrasos por congestionamento. Cintra (2014) observou que o congestionamento urbano no Brasil aumenta as despesas operacionais de transporte entre 30 e 40%, alterando também o preço dos produtos transportados. Além de exercer influência no valor das despesas operacionais, o tempo adicional gerado pelos congestionamentos eleva o consumo de energia dos veículos, impactando também a dimensão ambiental (LITMAN, 2011; EISELE *et al.*, 2013; FREHE, 2015).

2.4.1.2. IMPACTOS AMBIENTAIS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Para Aronsson e Hüge-Brodin (2006), a quantidade de GEE emitida pelas operações de transporte é um importante indicador utilizado para estimar o impacto ambiental. O acúmulo de GEE na atmosfera contribui para o

aquecimento global e alterações climáticas, sendo o CO₂ o gás mais representativo, seguido pelo gás metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) (GILBERT *et al.*, 2003). A emissão de GEE provocada pelas operações de transporte está associada ao tipo de combustível utilizado. Ao selecionar combustíveis fósseis como petróleo, diesel e gás natural, os ganhos energéticos são altos; porém, suas fontes são esgotáveis e apresentam maior contribuição para o aquecimento global (GILBERT *et al.*, 2003; BANISTER, 2005). Uma forma de calcular a quantidade de GEE emitida pelas operações de transporte é convertendo a distância percorrida ou a quantidade de combustível consumido em massa de poluentes emitidos. Essa transformação é feita utilizando fatores de conversão encontrados na literatura (DEN BOER *et al.*, 2011).

Os efeitos nocivos de resíduos perigosos gerados nas operações de transporte constituem outro impacto ambiental avaliado na literatura. Para a UK Roundtable On Sustainable Development (1996), pneus e óleos lubrificantes são considerados resíduos perigosos para o modal rodoviário e o petróleo derramado no mar é considerado um resíduo perigoso para o modal hidroviário. A resistência biológica e química da degradação de pneus (OBOIRIEN e NORTH, 2017) e o risco de contaminação da água, solo e ar proveniente do óleo lubrificante usado (PINHEIRO *et al.*, 2018) são impactos ambientais resultantes do descarte inadequado desses dois produtos.

2.4.1.3. IMPACTOS SOCIAIS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Entre os combustíveis utilizados para o transporte de mercadorias, grande parte dos veículos é abastecida com óleo diesel, combustível esse reconhecido pelo alto índice de emissão de GEE (TRANSMODAL, 2012). Além de ocasionar expressivo impacto ambiental pelo alto índice de emissão de CO₂, o óleo diesel também emite altas concentrações de PM_{2.5}/PM₁₀ e NO_x, gases classificados como os maiores causadores de problemas respiratórios em seres humanos (VAN ESSEN, 2008). Em áreas urbanas com alto volume de tráfego na Europa, há leis que limitam a emissão desses dois gases (EEA, 2016). No Brasil, existem dois tipos de diesel disponíveis para o abastecimento dos veículos rodoviários: o S-10 e S-500. Para o bem-estar da sociedade, o ideal seria que a maioria dos

veículos fosse abastecida com o diesel S-10, por apresentar menor emissão de GEE. Porém, o alto custo do S-10 restringe a sua utilização por parte das empresas e população (PETROBRAS, 2014).

Outro impacto social abordado em operações de transporte são os danos à saúde dos seres humanos causados por acidentes rodoviários (rodovias estaduais e federais) e acidentes no trânsito urbano (ruas e avenidas) envolvendo o transporte de cargas/produtos, principalmente quando se trata de produtos perigosos (TRANSMODAL, 2012). No Brasil, especificamente no estado de São Paulo, entre 1978 e 2011, foram registrados 8,5 mil acidentes envolvendo produtos perigosos, nos quais a metade (42,1%) dos acidentes aconteceu envolvendo o transporte rodoviário, e cerca de 8% dos acidentes envolvendo os outros modais de transporte (CETESB, 2012). Uma forma de quantificar esse impacto social no contexto industrial é identificar, anualmente, o número de acidentes envolvendo vítimas (desde lesões corporais até a morte) causados durante as operações de transporte de produtos/cargas (DOBRANSKYTE-NISKOTA *et al.*, 2007; SINAY *et al.*, 2016).

Além da má qualidade do ar e dos acidentes interferindo na saúde dos funcionários e cidadãos, outro problema causado pelas operações de transporte é a poluição sonora. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o nível de poluição sonora na UE durante o período diurno não ultrapasse 55 decibéis (L_{den}) e no período noturno não exceda 45 decibéis (L_{night}). Níveis superiores aos estabelecidos podem prejudicar a saúde humana (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1999). Na Alemanha, constatou-se que ao reduzir os ruídos de 65 para 55 decibéis durante o dia, poderia haver diminuição em 3% das fatalidades cardíacas (OECD, 2012). Houve um estudo na Europa estimando o número de pessoas expostas aos ruídos originados pelos modais de transporte dentro e fora de áreas urbanas, utilizando um indicador que mede o nível de aborrecimento durante o período diurno e noturno (L_{DEN}) e outro que avalia a perturbação do sono durante a noite (L_{NIGHT}). Concluíram que a poluição sonora gerada pelo tráfego rodoviário é a principal fonte que põem em perigo a saúde das pessoas. Os resultados estão apresentados na Figura 5 (EEA, 2016).

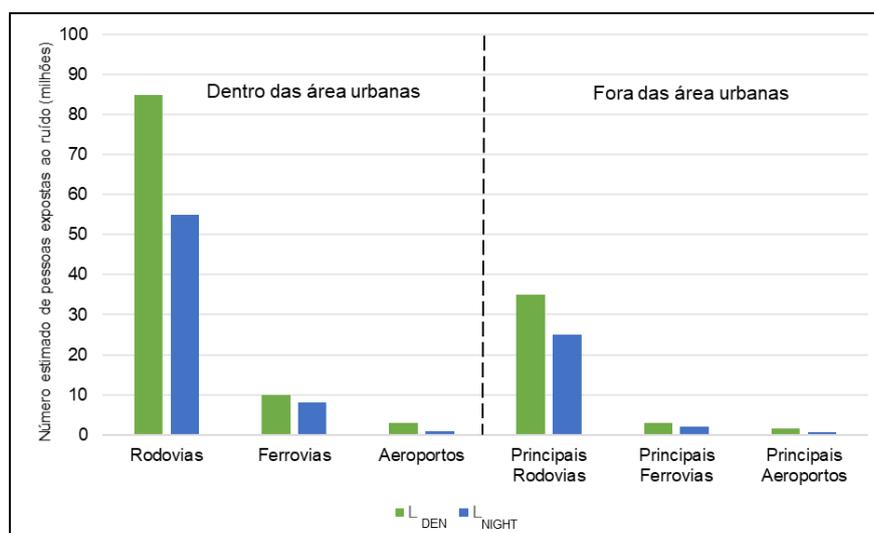


FIGURA 5 – PESSOAS EXPOSTAS À POLUIÇÃO SONORA ENVOLVENDO OS PAÍSES DA UE.

FONTES: EEA (2016)

2.4.2. IMPACTOS DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS NA SUSTENTABILIDADE

Uma das principais responsabilidades ao gerenciar os estoques é controlar e minimizar os custos envolvidos em estoque, sendo os mais representativos: o custo de pedidos, o custo de manutenção de estoques e o custo de falta (FREIRE, 2007). Entre os modelos existentes para a redução desses custos, o modelo EOQ (*Economic Order Quantity*) é o mais utilizado, baseando-se no dimensionamento econômico dos lotes de pedidos (ANDRIOLO *et al.*, 2014).

Com o passar do tempo, questões ambientais também começaram a fazer parte das decisões de gerenciamento de estoques por meio de políticas governamentais, tais como impostos sobre as emissões de carbono e limites de emissão (BENJAAFAR *et al.*, 2010; BONNEY e JABER, 2011).

Para Battini *et al.* (2014), não é apenas o transporte que causa impactos ambientais em uma empresa. O autor, por meio da técnica de avaliação do ciclo de vida (ACV) de um pedido de compra em uma cadeia de suprimentos, mostra os impactos que algumas atividades logísticas (envolvendo o transporte, armazenagem e movimentação de materiais) causam no meio ambiente. O

esquema geral da ACV de um pedido de compra e os impactos das atividades logísticas associados ao ciclo são representados pela Figura 6.

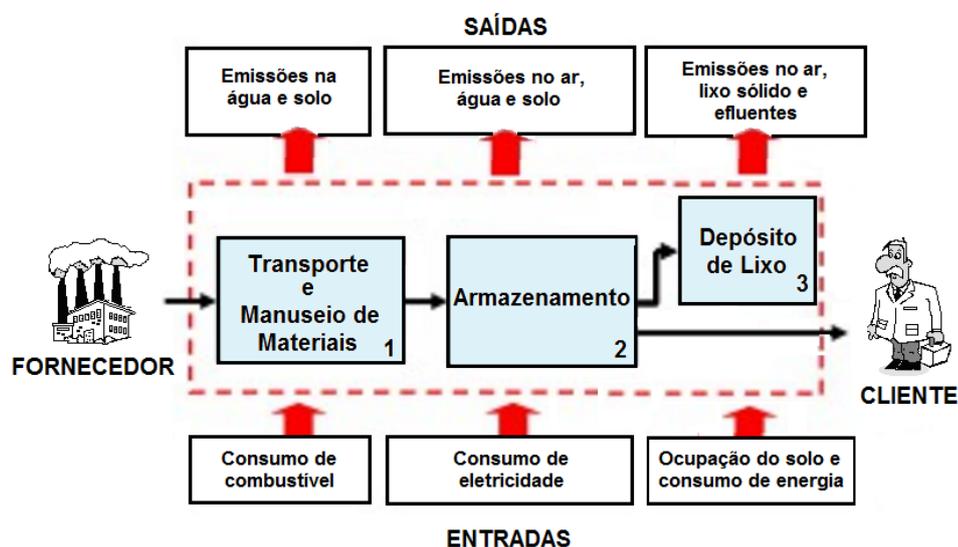


FIGURA 6 – IMPACTOS AMBIENTAIS DURANTE A ACV DE UM PEDIDO DE COMPRA

FONTE: ADAPTADO DE BATTINI *ET AL.* (2014)

Em relação às operações de armazenagem, para mostrar a interferência significativa que essa atividade logística tem no meio ambiente, o Department of Energy and Climate Change (2013) estimou que 37% do consumo de energia nos armazéns são utilizados para aquecimento, ventilação e refrigeração e 29% em iluminação. Quanto às operações de movimentação e manuseio de materiais utilizados nos armazéns, os equipamentos fixos para manuseio de materiais (como transportadores de correias, silos, esteiras metálicas, pontes rolantes, talhas, entre outros equipamentos) consomem 30% da energia utilizada em uma instalação automatizada (FICHTINGER *et al.*, 2015). O alto consumo de energia contribui diretamente para as altas taxas de emissão de GEE. Por exemplo, a United Kingdom Warehouse Association (2010) estimou que os armazéns localizados no Reino Unido produziram cerca de 10 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), dos quais 1,5 milhão de toneladas poderia ser evitado com mudanças simples nas instalações. As operações de manuseio de materiais nos armazéns contribuíram em 13% das emissões de GEE nas cadeias de suprimentos globais (WORLD ECONOMIC FORUM, 2009).

No estudo de Fichtinger *et al.* (2015), encontra-se um fluxograma estruturado para avaliação dos impactos ambientais resultantes das atividades de estoque, armazenagem e manuseio de materiais. Essa avaliação é feita de forma ordenada, procurando integrar as três atividades. O fluxograma segue três etapas:

- Gerenciamento de estoques: com base na quantidade e frequência das demandas dos clientes, a política de estoque de uma empresa determina os níveis de estoques (incluindo quantidade mínima e máxima de produtos a serem estocados e tempo de reposição desses itens) e o número de movimentação no armazém. Esses requisitos definidos pela política de estoque influenciam as decisões de dimensionamento dos armazéns e a seleção dos equipamentos para manipulação dos materiais utilizados durante as atividades de armazenagem;
- Gerenciamento de armazéns: nessa etapa, o dimensionamento dos armazéns influencia diretamente o consumo de energia (DEKKER *et al.*, 2012). O consumo geral é determinado pela soma da energia utilizada na iluminação, na climatização do ambiente interno e na movimentação dos equipamentos fixos e móveis durante o manuseio de materiais;
- Emissões de GEE: a última etapa é a conversão do consumo total de energia em emissões totais de GEE, dentro de um determinado período de tempo. Essa transformação de valores é realizada por alguns fatores de conversão encontrados na literatura, conforme a Tabela 1:

TABELA 1 – FATORES DE CONVERSÃO DA ENERGIA UTILIZADA EM EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Fonte de energia	kg CO ₂ e/kWh	kg CO ₂ /kWh	kg CH ₄ /kWh	kg N ₂ O/kWh
Eletricidade	0,41205	0,40957	0,00039	0,00209
Gás Natural	0,18400	0,18365	0,00025	0,00010
Diesel	0,24592	0,24389	0,00006	0,00197
Óleo combustível	0,26782	0,26687	0,00035	0,00061

FONTE: UK GOVERNMENT (2016)

O fluxograma proposto por Fichtinger *et al.* (2015) contendo o sequenciamento das etapas e os parâmetros agregados para avaliação das emissões de GEE nos armazéns é mostrado na Figura 7. Além de Fichtinger, outros pesquisadores desenvolveram métodos para avaliar os impactos no meio ambiente causados por armazéns automatizados (TAPPIA *et al.*, 2015) ou por diferentes *layouts* de armazéns (RIES *et al.*, 2016). Todas essas pesquisas citadas identificaram uma lacuna em comum: a importância de englobar os impactos sociais nos futuros métodos de avaliação.

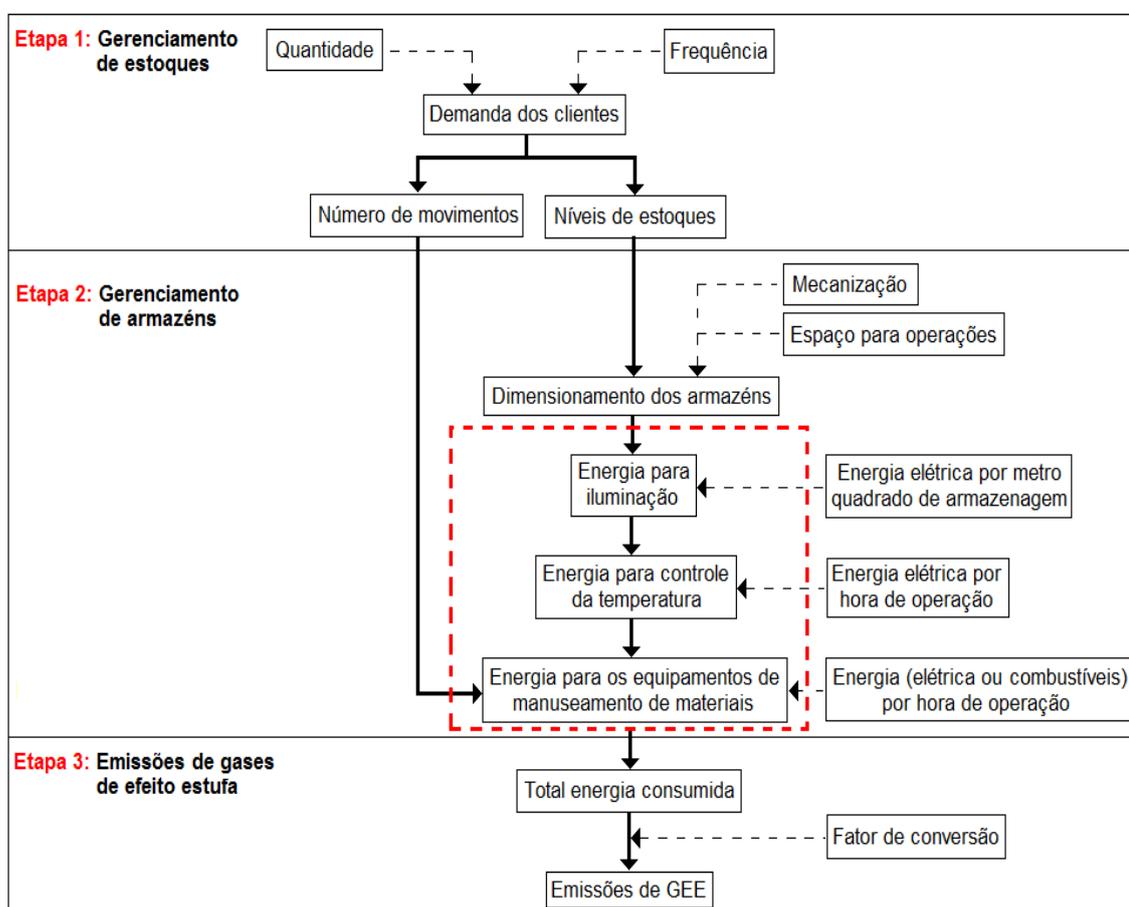


FIGURA 7 – FLUXOGRAMA PARA AVALIAR O IMPACTO AMBIENTAL DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS

FONTE: ADAPTADO DE FICHTINGER *ET AL.* (2015)

Com o objetivo de tornar as empresas líderes em gerenciamento de armazéns sustentáveis, Tan *et al.* (2010) desenvolveram um modelo de simulação

contendo indicadores para avaliar os impactos e o desempenho dos armazéns considerando os objetivos econômicos, ambientais e sociais. Concentrando-se na dimensão social, o modelo procura analisar a satisfação dos operários durante as operações de armazenagem por meio de três indicadores: horas de trabalho por funcionário; treinamento dos funcionários e apoio prestado; e capital investido em tecnologias (equipamentos novos e *softwares*) para facilitar o trabalho dos funcionários. Outro impacto social que compromete a saúde e a segurança dos funcionários nos armazéns são os riscos de lesões e doenças contraídas no local de trabalho (ANDRIOLO *et al.*, 2017).

2.4.2.1. IMPACTOS ECONÔMICOS DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS

Entre os custos existentes ao gerenciar os estoques, o custo de manutenção de estoques corresponde às finanças envolvidas para manter itens estocados, formado pela somatória do custo de capital (investimentos e juros sobre o capital de giro), dos gastos referentes ao espaço de armazenamento (construção e manutenção de instalações, compras, depreciação e os impostos sobre a propriedade), das despesas com serviços de estoque (investimentos em tecnologia de informação, manipulação física e ferramentas de gestão) e dos custos de risco (por obsolescência, danos, redução e transferência de produtos) (WAGNER e WHITIN, 1958; BALLOU, 1993; DURLINGER; 2012; LIAO *et al.*, 2013). Entre os recursos financeiros utilizados para a manutenção de estoques, o custo de oportunidade do capital é considerado o mais relevante, sendo este associado ao capital imobilizado em estoques que poderia ser aplicado de forma diferente (dentro e fora da empresa), podendo gerar maior rentabilidade à empresa (LIMA, 2003). Uma forma de avaliar se o capital investido em estoques está sendo bem gerido é analisando o giro de estoque dos produtos armazenados. Quanto maior a rotatividade do estoque, melhor para a empresa (DIAS, 1993).

Outro custo importante presente na gestão de estoques é o custo de falta, originado pelo não atendimento dos pedidos. Isso pode ocorrer pela indisponibilidade dos itens estocados ou não cumprimento dos prazos de

entrega, resultando em cancelamentos e grandes perdas de venda (DEB e CHAUDHURI, 1987; BALLOU, 1993; WEE, 1993).

A terceira despesa envolvida é o custo de pedido, gerado cada vez que um cliente faz uma solicitação. Porém, ao comparar esse custo às demais despesas, seus valores são inferiores e difíceis de serem mensurados, não havendo um padrão de custo por pedido (HILLIER e LIEBERMAN, 2013).

2.4.2.2. IMPACTOS AMBIENTAIS DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS

O principal impacto ambiental avaliado pela literatura envolvendo essas três atividades logísticas é a quantidade de GEE emitida pelo consumo total de energia nos armazéns. Os principais sistemas que consomem energia (elétrica ou por combustíveis fósseis) nos armazéns são: iluminação, equipamentos utilizados para o controle da temperatura interna e equipamentos fixos e móveis para manuseio de materiais (DHOOMA e BAKER, 2012). A análise da emissão de GEE nos armazéns concentra-se apenas no CO₂, pois é o gás com maior envolvimento nas projeções do aquecimento global (TAPPIA *et al.*, 2015).

O consumo de energia elétrica para iluminação nos armazéns pode ser elevado dependendo da escolha da luminária, do tipo e disposição das lâmpadas nas instalações, havendo contribuição para as altas emissões de CO₂. Por exemplo, uma lâmpada de sódio de 400 *watts* emite cerca de 1,7 toneladas de CO₂ por ano (MARCHANT, 2010). Alterações nos armazéns que permitem o uso máximo da luz solar e o uso de sistema de iluminação LED podem reduzir em até 50% o consumo de energia elétrica, além de proporcionar melhores condições de trabalho para os funcionários (AMJED e HARRISON, 2013).

Para a avaliação da energia elétrica consumida ao iluminar os diferentes tamanhos de armazéns, é utilizado o fator de iluminação. O fator de iluminação refere-se à quantidade de *quillowatts* consumida por área de instalação em um determinado período de tempo. Fichtinger *et al.* (2015) e Marchant (2010)

estimaram que o fator de iluminação médio anual para armazéns com ou sem automatização está na faixa entre 25 e 36 kWh/m² por ano.

Os equipamentos utilizados para movimentação de materiais nos armazéns podem ser classificados em equipamentos fixos de movimentação (*Fixed Material Handling Equipment* - FMHE) e equipamentos móveis de movimentação (*Mobile Material Handling Equipment* – MMHE). Fazem parte dos FMHE os transportadores de correia, esteiras metálicas, talhas, pontes rolantes, entre outros equipamentos. Já empilhadeiras, pás carregadeiras e outros veículos utilizados no processo de movimento nos armazéns são classificados como MMHE (FICHTINGER *et al.* 2015).

O estudo de Dhooma e Baker (2012) constatou que a utilização de FMHE nos armazéns provocou um aumento de 30% no consumo de energia elétrica nas últimas quatro décadas, devido à automatização das instalações de armazenagem. Porém, a avaliação do consumo de energia elétrica dos FMHE é complexa pela alta variedade de equipamentos e utilização entre os armazéns (RIES *et al.*, 2016). Para os MMHE, a padronização de utilização desses equipamentos nas instalações de armazenagem é maior, havendo alguns estudos que avaliaram a emissão de carbono comparando o uso de empilhadeiras elétricas com aquelas movidas a combustível fóssil em diferentes armazéns (BOENZI *et al.*, 2015; FACCHINI *et al.*, 2016).

Grande parte dos armazéns precisa ter climatização para manter os produtos em condições satisfatórias. A temperatura interna dependerá do tipo de produto estocado, das condições climáticas da região, da orientação dos armazéns, dos isolamentos utilizados nas paredes e tetos, do calor produzido pelos equipamentos durante a movimentação e manuseio dos materiais e de outros fatores (AMJED e HARRISON, 2013). Alguns armazéns precisam de um sistema de ventilação industrial para controle da umidade interna, apresentando consumo de energia elétrica variando entre 8 e 10 kWh/m² por ano (MARCHANT, 2010). Outros necessitam de sistemas de aquecimento e refrigeração, com alto consumo de energia elétrica variando de 200 e 300 kWh/m² por ano (FICHTINGER *et al.* 2015).

2.4.2.3. IMPACTOS SOCIAIS DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE MATERIAIS

A jornada de trabalho é um importante fator que interfere no nível de satisfação de trabalho. Elevadas horas de trabalho causam cansaço e estresse nos funcionários, comprometendo a produtividade e a segurança durante as operações nos armazéns (SMITH *et al.*, 2000). No Brasil, a carga horária ideal de trabalho por semana é de 44 horas, segundo a Organização Internacional de Trabalho (LEE *et al.*, 2009).

Já os treinamentos e formação dos funcionários garantem a qualidade e segurança durante as operações (ARSLAN e TURKAY, 2013). Conhecimento sobre o uso eficiente de combustíveis nos equipamentos, controle dos equipamentos de manuseio de materiais, neutralização de substâncias perigosas e realização periódica de manutenção nas máquinas são alguns exemplos aplicados em operações de armazenagem (WARD *et al.*, 2004).

Outro impacto social associado aos armazéns envolve acidentes decorrentes de posturas incorretas, repetições excessivas de várias tarefas e excesso de peso durante a movimentação e manuseio de materiais feito pelos operários (ANDRIOLO *et al.*, 2017). Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos constatou que 32% dos acidentes de trabalho em 2014 estavam associados aos distúrbios musculoesqueléticos contraídos durante a movimentação manual de materiais (BUREAU OF LABOR STATISTICS, 2014). Além do excesso de tarefas, a falta de espaço nos armazéns para cumpri-las também contribui para os acidentes e perda de produtividade (DENIS *et al.*, 2006). Para Amjed e Harrison (2013) os principais fatores que interferem na segurança em um armazém são: operações incorretas durante a movimentação dos equipamentos de manuseio de materiais; falta de conhecimento e/ou distração durante a manipulação de substâncias perigosas; falta de equipamentos de proteção em locais que apresentam ruído elevado, eletricidade e riscos de incêndio; locais que possuem pisos desiguais e escorregadios, entre outros.

2.4.3. IMPACTOS DA EMBALAGEM NA SUSTENTABILIDADE

É comum as organizações fornecerem e utilizarem as embalagens orientadas sob o ponto de vista econômico, deixando de lado os benefícios funcionais ou os impactos ambientais (SHI *et al.*, 2015).

Tradicionalmente, o conceito de embalagem é limitado ao nível do produto, onde todas as operações estão direcionadas para a concepção e produção de recipientes para estes bens (KOTLER e KELLER, 2006). Sob o ponto de vista logístico, a embalagem está associada à eficácia da segurança dos produtos durante as atividades logísticas, envolvendo as atividades de manuseio de materiais, armazenagem e transporte (SAGHIR, 2002; SHI *et al.* 2015).

As decisões em embalagem sobre contenção e proteção têm impactos diretos nos custos de *design* e de material dos pacotes e nos custos de manuseio, transporte e armazenagem dos produtos (LOCKAMY, 1995); no consumo de recursos, poluição do ar e produção de resíduos sólidos (JAMES *et al.*, 2005); e nas questões ergonômicas durante a movimentação e manuseio dos produtos (AZZI *et al.*, 2012).

Sob o ponto de vista econômico, alterações no tamanho, forma e material das embalagens primárias (contendo o produto direto utilizado pelos clientes), das embalagens secundárias (embalagens que protegem o pacote primário, como caixas e sacos) e dos paletes podem muitas vezes ocasionar economias substanciais à empresa (WU e DUNN, 1995). Porém, a má gestão dos elementos de embalagem – referentes ao tamanho, forma e material - pode ter consequências diretas na quantidade de produtos armazenados e transportados, ocasionando custos logísticos adicionais para a empresa (TAMBOVCEVS e TAMBOVCEVA, 2012).

Para a dimensão ambiental, a utilização de embalagens com menor quantidade de material, com alta taxa de reutilização e com baixa produção de resíduos são alternativas ideais para melhorar o desempenho ambiental das operações de embalagem (GARCÍA-ARCA *et al.*, 2014). A título de exemplo, a empresa Dell

começou a utilizar o bambu para proteger determinados dispositivos, pois o material é biodegradável, apresenta fácil plantio e alta resistência, contribui para a redução das emissões de carbono e pode ser compostável após a utilização (DELL, 2017a). Por outro lado, o mau gerenciamento desses itens causa desperdícios de embalagens, poucas taxas de reciclagem ou reutilização, e resíduos em aterros sanitários (VERGHESE e LEWIS, 2007). O impacto ambiental das operações de embalagem é avaliado principalmente pela emissão de carbono e resíduos sólidos gerados (SHI *et al.*, 2015).

Quanto aos aspectos sociais, embalagens que apresentam *design* ergonômico facilitando o manuseio durante as operações logísticas; informações claras, honestas e verdadeiras aos clientes; além de adaptações para o uso de clientes com necessidades específicas, contribuem para o desempenho social das operações de embalagem (VERNUCCIO *et al.*, 2010; AZZI *et al.*, 2012). Embalagens contendo Selos Verdes atestam a veracidade das informações ali contidas, enquanto as não certificadas podem fornecer dados incorretos aos clientes sobre a fabricação e o descarte dos produtos e das embalagens (DO BU e FREITAS, 2017).

2.4.4. IMPACTOS DA AQUISIÇÃO NA SUSTENTABILIDADE

Para que o conceito de sustentabilidade seja inserido em uma organização, é necessário o envolvimento e o esforço de vários departamentos (HANDFIELD *et al.*, 1997). O departamento de aquisição é um setor que pode contribuir para a inserção da sustentabilidade a partir do início do fluxo de materiais e serviços em uma empresa (TATE *et al.*, 2010; MELLO *et al.*, 2017). Segundo Sharma e Henriques (2005) e Simpson *et al.* (2007), para que a empresa seja considerada sustentável, deve-se primeiramente estabelecer padrões de desempenho ambiental e social junto aos seus fornecedores.

A aquisição sustentável é o processo que satisfaz as necessidades de bens e serviços das empresas, além de gerar benefícios para a sociedade, promover a economia e minimizar o impacto ambiental. Não se trata apenas de promover compras “verdes”; inclui também a premissa de reduzir o impacto negativo que

as aquisições poderão ter na economia local, na sociedade e no ambiente (GILBERT, 2007). Segundo Fernandes (2008), comprar produtos em locais próximos aos pontos de consumo, além de garantir que os benefícios financeiros se concentrem na região, reduz o impacto ambiental decorrente do transporte a longas distâncias. Outra maneira de reduzir o impacto ambiental é adquirindo produtos de fornecedores com certificação ambiental (KHIDIR *et al.*, 2010). Quanto à dimensão social, benefícios para a sociedade podem ser praticados recrutando trabalhadores locais (FERNANDES, 2008).

Promover o desenvolvimento sustentável através de aquisições deve reduzir o número de falhas identificadas se comparado com os processos tradicionais de aquisição, como a seleção da oferta mais baixa ao invés das alternativas com maior qualidade (WALKER e HAMPSON, 2008; RUPARATHNA e HEWAGE, 2015).

O Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (BCSD, 2008) menciona que as aquisições sustentáveis oferecem benefícios para a empresa e para a sociedade. Esses benefícios estão dispostos na Figura 8.

Benefícios para a ORGANIZAÇÃO		Benefícios para a SOCIEDADE	
Benefícios para os resultados econômicos	<ul style="list-style-type: none"> • Menores custos operacionais; • Redução do uso de energia, água, combustíveis; • Vantagens através da inovação; • Aumento de valor para o acionista. 	Economia mais forte	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuda no desenvolvimento do mercado de produtos/serviços sustentáveis; • Incentiva a inovação através de parcerias com fornecedores; • Melhora a economia da sociedade.
Redução de risco	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de custos diretos e indiretos referentes às compras; • Redução da probabilidade de comprar produtos que acarretam problemas ambientais e sociais. 	Ambiente mais saudável	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de lixo; • Uso eficiente das matérias-primas.
Reforço da imagem sustentável	<ul style="list-style-type: none"> • Cumprimento das satisfações dos clientes; • Compromisso da empresa com uma política de sustentabilidade e responsabilidade social; • Melhorar as condições de trabalho. 	Aumento do bem-estar social	<ul style="list-style-type: none"> • Promove o desenvolvimento de fornecedores locais; • Fornece suporte a fornecedores que tenham um forte compromisso com comunidades locais e grande responsabilidade social e ambiental.

FIGURA 8 – BENEFÍCIOS AO REALIZAR AQUISIÇÕES SUSTENTÁVEIS

FONTE: BCDS (2008)

2.4.5. IMPACTOS DE OUTRAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE

Alguns trabalhos acadêmicos realizados na área de logística e sustentabilidade constataram que as atividades de transporte, armazenagem, embalagem e aquisição são as que provocam maior impacto ambiental. Fernandes (2008), ao realizar um estudo de caso envolvendo duas empresas multinacionais do ramo de bens de consumo e de bebidas, constatou que as atividades logísticas com maiores impactos ambientais foram: transporte (63%), aquisição (23%) e embalagem (10%). Rico (2015), aplicando o questionário desenvolvido por Fernandes (2008) em empresas com menor porte localizadas em Portugal, constatou que a atividade de armazenagem também causa grande impacto no meio ambiente.

As atividades logísticas de manutenção de informações (contemplando os sistemas de informações), processamento de pedidos e programação de produtos também apresentam alguns impactos na sustentabilidade, porém com menor intensidade.

Os sistemas de informações em logística são essenciais para que as atividades logísticas operem de forma integrada (BALLOU, 1993). Com a utilização de *hardwares* e *softwares*, é possível obter maior visibilidade dos fluxos físicos na logística e, conseqüentemente, obter maior centralização desses fluxos, gerando efeitos positivos sobre os custos envolvidos em transporte (programação e roteamento de veículos), estoque (previsão de demandas) e armazenagem (gerenciamento dos armazéns) (ARONSSON e BRODIN, 2006). Além disso, os sistemas de informações podem ser utilizados para o monitoramento e controle da emissão de carbono nas operações logísticas, além de poder proporcionar novas competências aos empregados, resultando em um aumento de sua empregabilidade (CUTHBERTSON e PIOTROWICZ, 2008).

Quanto aos impactos decorrentes dos sistemas de informações, os impactos econômicos podem ser avaliados por meio da qualidade, eficiência e capacidade de resposta dos *softwares* e *hardwares*. O consumo de energia, a emissão de GEE e os resíduos gerados pelo uso direto e efeitos indiretos da aplicação dos

hardwares representam os impactos ambientais mensurados no setor. As questões voltadas à saúde e segurança, empregabilidade e emissão de ruídos são os impactos sociais mensurados (CUTHBERTSON e PIOTROWICZ, 2008). Porém, ao analisar os impactos dos sistemas de informações isoladamente, eles apresentam níveis de intensidade menores quando comparados as demais atividades logísticas (BLACK e VAN GEENHUIZEN, 2006; CUTHBERTSON e PIOTROWICZ, 2008).

O mesmo acontece para a atividade de processamento de pedidos. Além de apresentar custos pequenos quando comparados com as atividades de transporte e gerenciamento de estoques (BALLOU, 1993), os impactos ambientais e sociais são considerados pequenos pelos especialistas em logística (MURPHY *et al.*, 2014).

Por fim, ao consultar a literatura, encontrou-se trabalhos envolvendo os impactos econômicos, ambientais e sociais com a programação detalhada da produção, não havendo importância para a programação de produtos.

2.5. LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL

Como forma de integrar as três dimensões da sustentabilidade e as atividades logísticas, surge o conceito de logística sustentável, termo esse ilustrado pela Figura 9 (BEŠKOVNIK e JAKOMIN, 2010).

Um sistema logístico sustentável procura gerenciar as atividades logísticas (incluindo as atividades primárias e de apoio) visando maximização da lucratividade do setor, redução dos impactos ambientais e melhoria na qualidade de vida dos funcionários e comunidade. Práticas logísticas sustentáveis podem trazer benefícios às empresas, como: melhor utilização de seus ativos, melhor atendimento ao cliente, aumento da eficiência energética, redução dos impactos à comunidade e segurança aos funcionários (WANG e ZHANG, 2007; CROOM *et al.*, 2009; WICHAISRI e SOPADANG, 2013).

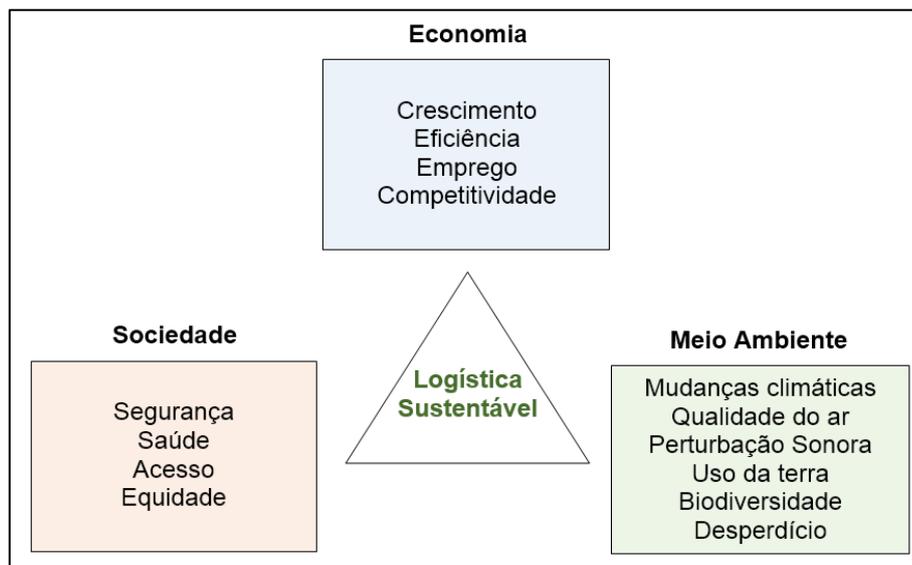


FIGURA 9 – CONCEITO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL

FONTE: TAMBOVCEVS E TAMBOVCEVA (2012)

Por meio de uma revisão da literatura, Wichaisri e Sopadang (2013) concluíram que a avaliação da sustentabilidade nas atividades logísticas pode ser feita utilizando 13 critérios, esses divididos nas três dimensões que compõem a sustentabilidade, conforme o Quadro 6. Os critérios econômicos avaliados em um sistema logístico incluem: qualidade dos produtos, capacidade de respostas aos clientes, custos logísticos, lucros, mobilidade e tempo de execução. Os critérios ambientais avaliados incluem: o uso de recursos (energia, água, terra e matéria-prima), poluição do ar e água, emissão de GEE, eliminação de resíduos e ecoeficiência. Questões envolvendo qualidade de vida e saúde e segurança dos funcionários são os critérios sociais avaliados.

Na literatura, é comum haver uma confusão entre os termos “logística sustentável” e “logística verde”. No entanto, a logística verde é definida como todas as ações e políticas utilizadas na tentativa de reduzir os impactos ecológicos gerados pelas atividades logísticas, alcançando um equilíbrio mais sustentável entre eficiência econômica, ambiental e social (THIELL *et al.*, 2011). Portanto, a logística verde faz parte do conceito de logística sustentável, com ênfase na dimensão ambiental.

QUADRO 6 – CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS

Dimensão	Critério	Subcritérios
Econômica	Qualidade	Qualidade dos produtos
	Capacidade de respostas	Capacidade de respostas aos clientes
	Custos	Custo de fabricação
		Custos logísticos
	Lucros	Retorno sobre os investimentos
		Participação no mercado
		Margem de lucro na venda
Mobilidade	Eficiência do transporte	
Tempo	Tempo de execução das operações	
Ambiental	Uso de recursos	Uso de energia
		Uso de água
		Uso da terra
		Uso da matéria-prima
	Poluição	Poluição do ar
		Poluição da água
	Emissão	Emissão de GEE
	Desperdício	Depósito de lixo
Ecoeficiência	Valor dos produtos e serviços	
	Influência ambiental	
Social	Saúde e segurança	Segurança dos empregados
		Benefícios de saúde
	Qualidade de vida	Pagamento justo
		Lesões e mortes causadas por acidentes
		Educação e treinamento

FONTE: WICHAISRI E SOPADANG (2013)

O termo “logística verde” surgiu da convergência de cinco principais linhas de pesquisa ao longo dos últimos 40 anos (MCKINNON *et al.*, 2015):

a) Redução das externalidades do transporte de mercadorias: são pesquisas que procuram encontrar maneiras de reduzir os impactos ambientais e econômicos relacionados à movimentação de bens. A título de exemplo, iniciativas como minimização de viagens rodoviárias “vazias” (veículos sem carga) e utilização de modais de transporte “mais ecológicos” podem reduzir as externalidades ocasionadas pelo transporte de mercadorias (ZIMMER e SCHMIED, 2008; DEMIR *et al.*, 2014);

b) Logística urbana (*city logistics*): são estudos voltados para a distribuição de mercadorias em áreas urbanas. Inicialmente, os estudos concentraram-se em soluções para consolidação de cargas, como forma de reduzir os níveis de tráfego, consumo de energia, emissões e custos do transporte. Com o tempo, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) foram desenvolvidas e utilizadas para diminuir os impactos ambientais decorrentes do transporte de mercadorias nas áreas urbanas, representado pelo termo “*Smart City*” (PERBOLI *et al.*, 2014). O uso de veículos elétricos para redução das emissões de GEE e de ruídos durante as operações logísticas também é um assunto bastante explorado por estudos acadêmicos atuais (KAUF, 2016);

c) Logística reversa: tradicionalmente, a logística reversa é entendida como “o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos (e seu fluxo de informação) do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar um descarte adequado” (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1999, p.2). Porém, a logística reversa também começou a ser definida como um processo utilizado pelas empresas para redução dos impactos ambientais por meio da reciclagem, reutilização e redução das quantidades de materiais utilizados (CARTER e ELLRAM, 1998). Porém, essa última definição é similar a alguns conceitos tratados pela logística verde. Portanto, existem algumas atividades que podem ser tratadas tanto como práticas da logística reversa quanto da logística verde, conforme a Figura 10.



FIGURA 10 – COMPARAÇÃO ENTRE LOGÍSTICA REVERSA E LOGÍSTICA VERDE

FONTE: ROGERS E TIBBEN-LEMBKE (1999)

d) Estratégias ambientais corporativas: desde 1980, as empresas começaram a implementar estratégias ambientais em seus departamentos acreditando que as operações poderiam ser coordenadas de forma eficaz e o negócio poderia se tornar mais proativo. Com o tempo, o aspecto ambiental tornou-se um elemento chave para os modelos de negócios. Nesse contexto, inúmeras pesquisas são realizadas envolvendo estratégias corporativas utilizadas para redução dos impactos ambientais decorrentes das operações industriais, incluindo as operações logísticas. Como exemplo, Karia e Asaari (2016), através de um estudo de caso aplicado junto a prestadores de serviços logísticos na Malásia, constataram algumas das práticas verdes adotadas em transporte, embalagem, armazenagem e sistemas de gerenciamento para medir e minimizar os impactos ambientais das operações logísticas, como mostra o Quadro 7.

e) Gestão verde da cadeia de suprimentos: o conceito de gestão verde da cadeia de suprimentos (*Green Supply Chain Management – GSCM*) é entendido como o gerenciamento dos impactos ambientais em toda a cadeia de suprimentos, envolvendo uma empresa foco com seus respectivos fornecedores e clientes (KLASSEN e JOHNSON, 2004). A GSCM enfatiza a implementação eficiente de práticas verdes ou iniciativas para reduzir a degradação ambiental (PEROTTI *et al.*, 2012). Estudos com temas direcionados à compras e seleção de fornecedores considerando critérios ambientais, bem como a gestão dos produtos após vida útil, tornaram-se uma área fértil dentro da GSCM (MIN e GALLE, 2001; SRIVASTAVA, 2007).

QUADRO 7 – PRÁTICAS DA LOGÍSTICA VERDE

ATIVIDADES LOGÍSTICAS	DESCRIÇÃO	PRÁTICAS
Transporte Verde	Gerenciamento de entrega e utilização de veículos verdes que melhorem o desenvolvimento ambiental, econômico e social, por meio do menor uso de combustível, utilização de biocombustíveis, veículos solares e elétricos	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento da rota (reduzir o tempo ocioso durante a entrega), otimização da carga (maximizar a utilização do espaço no interior dos veículos de distribuição) e utilização de menos combustível prejudicial; • Planejamento de utilização da frota de transporte. Por exemplo: aumentar a frota de caminhões de vários tamanhos, de acordo com as unidades de carga, maximizar o uso de combustível e reduzir o desperdício da capacidade; • Utilizar combustíveis alternativos – como o gás natural (GNV)
Embalagem Verde	Uso de materiais de embalagem que melhorem o desenvolvimento ambiental, econômico e social, utilizando reciclagem, reutilização de materiais, integração com fornecedores que utilizam embalagem verde e adoção da logística reversa	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar toda a rede logística, incluindo os fornecedores verdes; • <i>Design</i> de embalagens: reduzir camadas de embalagens, conteúdo líquido e uso mínimo de materiais
Armazenagem Verde	Otimização de energia e espaço, <i>layout</i> para estoque/armazenamento e minimização de movimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionar as instalações de armazenagem próximas a portos para facilitar a liberação de cargas; • Seleção do tipo de empilhadeira – movida a eletricidade ou a diesel; • Alimentação mais ecológica da eletricidade – uso de fontes recarregáveis; • Plano para utilização de combustível alternativo, como veículos a gás natural; • Uso de sistema de estoque que minimize os desperdícios; • Práticas de otimização do <i>layout</i> dos armazéns
Sistema de Gerenciamento Verde	Envolve a gestão de práticas logísticas verdes que melhorem o ambiente, com apoio e compromisso da alta gerência e participação total dos envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> • Acreditar que a aplicação da logística verde pode ser a parte crítica da evolução no campo da logística; • Incentivar e investir economicamente no departamento de pesquisa e desenvolvimento (R & D) para integrar a logística verde como parte das companhias; • Realizar compras de produtos verdes

FONTE: KARIA E ASAARI (2016)

2.6. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA LOGÍSTICA NA SUSTENTABILIDADE

Existem na literatura alguns métodos (ou modelos) desenvolvidos para mensurar os impactos das atividades logísticas na sustentabilidade. Ao consultar algumas bases de pesquisas internacionais, consulta essa realizada por meio da revisão sistemática da literatura contida no Capítulo 3, foram identificados 13 trabalhos que contêm métodos para avaliação dos impactos, conforme a Tabela 2.

O principal motivo para o desenvolvimento desses métodos por parte dos autores é ajudar os profissionais a entenderem as consequências de seus negócios na sustentabilidade (TAN *et al.*, 2010; KIRSCHSTEIN e MEISEL, 2015; MANGIARACINA *et al.*, 2016).

A partir da Tabela 2, observa-se que grande parte dos métodos procuram avaliar os impactos de uma atividade logística na dimensão ambiental, conforme pode ser visto no método de Kirschstein e Meisel (2015), Bertolini *et al.* (2016), Mangiaracina *et al.* (2016), Duan *et al.* (2017), Dente e Tavasszy (2017), Palander (2017) e Sim e Sim (2017). Além da dimensão ambiental, os métodos de Palsson *et al.* (2013), Chao (2014) e Tappia *et al.* (2015) também avaliam os impactos na dimensão econômica. Apenas o método desenvolvido por Tan *et al.* (2010) avalia os impactos de uma atividade logística nas três dimensões da sustentabilidade.

Métodos que buscam avaliar os impactos de duas ou mais atividades logísticas na sustentabilidade não contemplam suas três dimensões, como visto no método de Zhang e Li (2014) e Fichtinger *et al.* (2015).

Desta forma, é essencial o desenvolvimento de um método para que as empresas possam avaliar os impactos de suas atividades logísticas nas três dimensões da sustentabilidade, método esse desenvolvido e apresentado com detalhes no Capítulo 3.

TABELA 2 – MÉTODOS OU MODELOS DESENVOLVIDOS PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA LOGÍSTICA NA SUSTENTABILIDADE

	Autor(es)	Ano	Título	Objetivo do método/modelo	Atividades logísticas	Dimensão		
						Econômica	Ambiental	Social
1	SIM J.; SIM J.	2017	Air emission and environmental impact assessment of Korean automotive logistics	Avaliar os impactos ambientais decorrentes das emissões de GEE durante a distribuição de automóveis finalizados na Coreia do Sul	Transporte (Distribuição)		X	
2	PALANDER, T.	2017	The environmental emission efficiency of larger and heavier vehicles – A case study of road transportation in Finnish forest industry	Avaliar a emissão de CO ₂ de veículos pesados utilizados para o transporte rodoviário de madeira	Transporte		X	
3	DENTE S.M.R.; TAVASSZY, L.	2017	Policy oriented emission factors for road freight transport	Calcular o CO ₂ emitido pelos veículos rodoviários com base em vários parâmetros	Transporte		X	
4	DUAN, H.; HU, M.; ZUO, J.; ZHU, J.; MAO, R.; HUANG, Q.	2017	Assessing the carbon footprint of the transport sector in mega cities via streamlined life cycle assessment: a case study of Shenzhen, South China	Avaliar a emissão de CO ₂ do sistema de transporte em Shenzhen, China	Transporte		X	
5	MANGIARACINA, R.; PEREGO, A.; PEROTTI, S.; TUMINO, A.	2016	Assessing the environmental impact of logistics in online and offline B2C purchasing processes in the apparel industry	Avaliar os impactos ambientais do processo de aquisição em uma indústria de vestuário	Aquisição		X	
6	BERTOLINI, M.; BOTTANI, E.; VIGNALI, G.; VOLPI, A.	2016	Comparative Life Cycle Assessment of Packaging Systems for Extended Shelf Life Milk	Avaliar os impactos ambientais para diferentes sistemas de embalagem de leite	Embalagem		X	
7	FICHTINGER, J.; RIES, J. M.; GROSSE, E. H.; BAKER, P.	2015	Assessing the environmental impact of integrated inventory and warehouse management	Avaliar os impactos ambientais em armazéns localizados no Reino Unido	Gestão de Estoques, Armazenagem e Manuseio de Materiais		X	
8	TAPPIA, E.; MARCHET, G.; MELACINI, M.; PEROTTI, S.	2015	Incorporating the environmental dimension in the assessment of automated warehouses	Avaliar o consumo de energia e emissão de CO ₂ para armazéns automatizados e o custo anual ao utilizar as tecnologias automatizadas nos armazéns	Armazenagem	X	X	
9	KIRSCHSTEIN, T.; MEISEL, F.	2015	GHG-emission models for assessing the eco-friendliness of road and rail freight transports	Estimar, com precisão, a emissão de CO ₂ decorrente do transporte rodoviário e ferroviário	Transporte		X	
10	ZHANG, C.; LI, H.	2014	Environmental impact analysis for logistics system	Analisar os impactos ambientais causados pelas atividades logísticas e os custos gerados por esses impactos	Transporte, Manuseio de Materiais, Armazenagem, Embalagem e Manutenção de Informação	X	X	
11	CHAO, C. C.	2014	Assessment of carbon emission costs for air cargo transportation	Calcular as emissões de GEE durante o transporte aéreo de cargas para diferentes tipos de aeronaves e os custos gerados para as companhias aéreas decorrentes das taxas de carbono impostas pela UE	Transporte	X	X	
12	PALSSON, H.; FINNSGARD, C.; WANSTROM, C.	2013	Selection of Packaging Systems in Supply Chains from a Sustainability Perspective: The Case of Volvo	Comparar os custos envolvidos e os impactos ambientais dos sistemas de embalagens em uma cadeia de suprimentos automotiva	Embalagem	X	X	
13	TAN, K. S.; AHMED, D. M.; SUNDARAM, D.	2010	Sustainable enterprise modelling and simulation in a warehousing context	Avaliar os impactos econômicos, ambientais e sociais decorrentes das atividades de armazenagem	Armazenagem	X	X	X

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Do ponto de vista de sua natureza, este trabalho é classificado como uma pesquisa aplicada, por gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigido a encontrar soluções para problemas específicos (SILVA e MENEZES, 2005).

Quanto à forma de abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa, em um primeiro instante, considerando que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o subjetivo (SILVA e MENEZES, 2005). Em seguida, quanto ao desenvolvimento do método, foi necessária uma abordagem quantitativa, pois considera-se que os dados coletados para a realização do estudo podem ser quantificáveis, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las (GIL, 1991).

De acordo com os objetivos, é uma pesquisa exploratória, realizada a partir de levantamentos bibliográficos, com o objetivo de tornar o problema explícito ou construir hipóteses (SILVA e MENEZES, 2005).

Com relação aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica e um estudo de campo, uma vez que o trabalho será elaborado a partir de um material já publicado, tanto no meio físico (livros, revistas, jornais, dissertações e teses) como no virtual, e a investigação será feita por meio da observação direta das atividades de um grupo selecionado (SILVA e MENEZES, 2001; GIL 1991).

Para Cook e Campbell (1979), a realização de um estudo de campo requer uma ou mais visitas em instalações de operações para a coleta de dados, não havendo a necessidade de um longo período de observação. Porém, aceita-se a realização da pesquisa de campo utilizando-se questionários estruturados para a coleta de dados (GUPTA *et al.*, 2006).

3.1. ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para o cumprimento do objetivo proposto neste trabalho, foram definidas quatro etapas a serem seguidas, conforme a Figura 11.

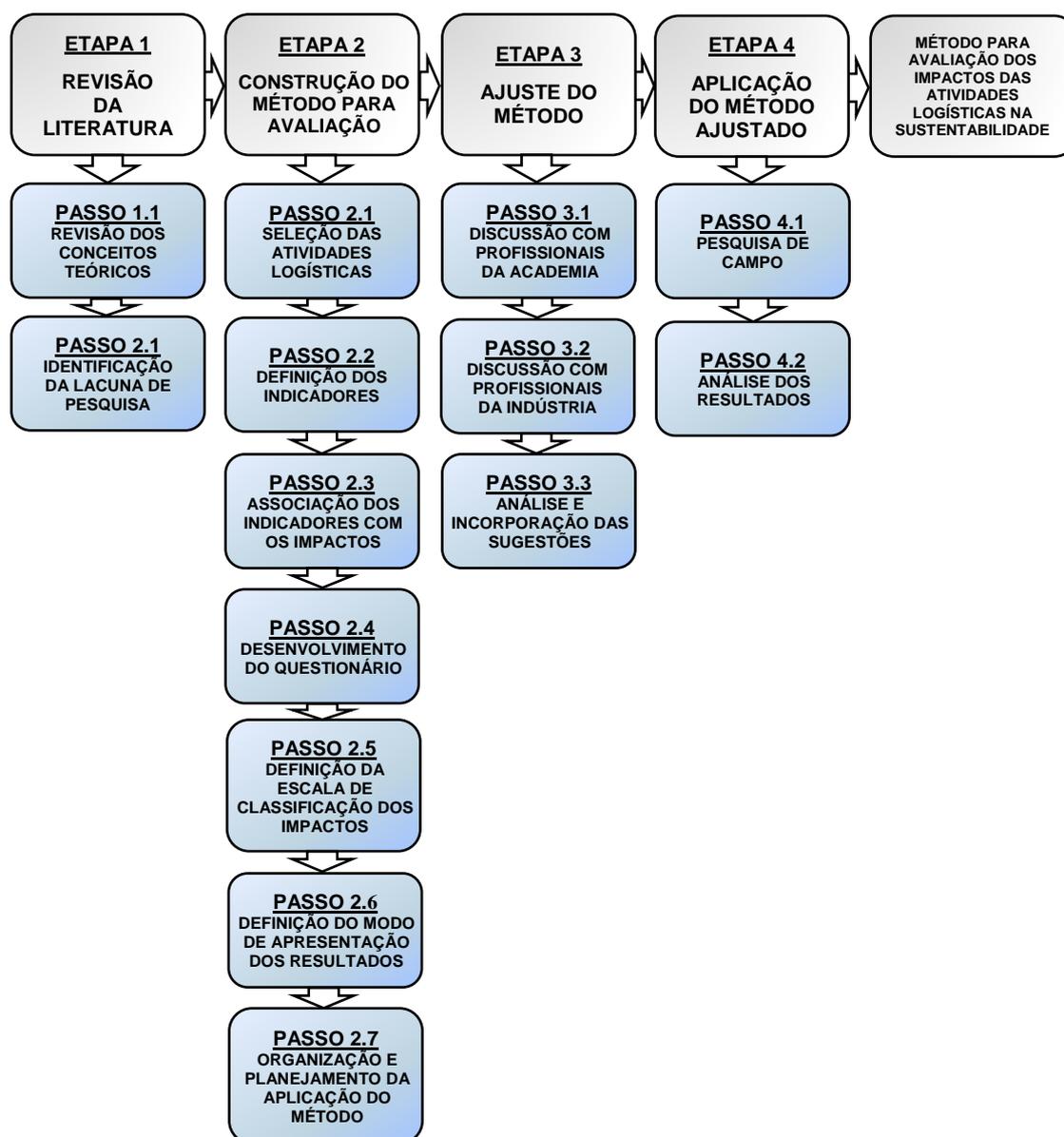


FIGURA 11 – ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Inicialmente, na Etapa 1, foi realizada uma revisão da literatura com a finalidade de obter uma base teórica dos temas envolvidos na pesquisa, utilizando-se como

fontes artigos nacionais e internacionais, livros, trabalhos acadêmicos e relatórios científicos; e identificar a lacuna crítica de pesquisa para este trabalho.

Para a criação do Método para Avaliação dos Impactos das Atividades Logísticas na Sustentabilidade, foi necessária a realização de três etapas: Etapa 2 – Construção do Método para Avaliação – é a construção do método inicial a partir da revisão da literatura, contemplando sete passos; Etapa 3 – Ajuste do Método – é a submissão do questionário de avaliação aos profissionais da academia e da indústria para a incorporação de sugestões de melhoria no método construído; Etapa 4 – Aplicação do Método Ajustado – é a aplicação do método ajustado nas empresas e a assimilação do conhecimento adquirido a partir dessas aplicações, resultando no método para avaliação final.

As etapas de criação do método para avaliação proposto por essa pesquisa foram baseadas na combinação de três abordagens metodológicas. A primeira abordagem utilizada foi a *discovery-oriented approach*, em que o método para avaliação inicia-se com a criação de um método inicial utilizando elementos encontrados na literatura e sugestões incorporadas por meio de discussões com profissionais da academia e da indústria envolvidos com os temas em estudo. A *discovery-oriented approach* procura integrar os conceitos da literatura junto à perspectiva baseada em campo (MENON *et al.*,1999). Essa abordagem metodológica está presente no estudo de Almeida *et al.* (2013) para encontrar os combustíveis alternativos e as tecnologias mais abordadas na literatura para a redução de CO₂ do transporte público e, posteriormente, consolidar e validar os resultados encontrados com especialistas em logística; e no estudo de Javed e Imtinan (2017) para integrar as opiniões de profissionais da academia em um método para avaliação dos riscos e oportunidades ao adotar os conceitos de sustentabilidade na área educacional.

A Etapa 4 do método para avaliação procura integrar o conhecimento gerado nas etapas anteriores com o conhecimento obtido a partir da análise dos resultados decorrentes da aplicação antecipada do método. Essa etapa de aplicação antecipada do método para incorporar sugestões que o tornem mais robusto e eficaz é sugerido no estudo de Forza (2002).

Por fim, o método para avaliação desenvolvido apoia-se na metodologia de triangulação interativa de Lewis (1998), utilizando interações sistemáticas entre revisão da literatura, estudos de casos e de campo existentes e análise intuitiva do pesquisador.

A seguir, apresenta-se o desenvolvimento de cada uma das etapas citadas na Figura 11.

3.1.1 ETAPA 1 – REVISÃO DA LITERATURA

A etapa inicial da pesquisa é composta por dois passos: revisão dos conceitos teóricos e identificação da lacuna de pesquisa.

➤ Passo 1.1 – Revisão dos conceitos teóricos

Este passo da revisão da literatura foi abordado no Capítulo 2, no qual foram explorados os principais conceitos aqui envolvidos: logística, sustentabilidade, impactos da logística na sustentabilidade, logística sustentável e os métodos existentes para avaliação dos impactos da logística na sustentabilidade.

➤ Passo 1.2 – Identificação da lacuna de pesquisa

A partir de uma pesquisa aprofundada com o propósito de identificar métodos desenvolvidos para avaliação dos impactos da logística na sustentabilidade, constatou-se que os existentes ou avaliam os impactos de uma atividade logística nas três dimensões da sustentabilidade ou quando avaliam os impactos de duas ou mais atividades logísticas não contemplam todas as dimensões. Portanto, não existe um método que avalie os impactos de duas ou mais atividades logísticas nas três dimensões da sustentabilidade.

3.1.2 ETAPA 2 – CONSTRUÇÃO DO MÉTODO PARA AVALIAÇÃO

A construção do método para avaliação apoia-se em sete passos:

- Seleção das atividades logísticas;
- Definição dos indicadores;

- Associação dos indicadores com os impactos;
- Desenvolvimento do questionário;
- Definição da escala de classificação dos impactos;
- Definição do modo de apresentação dos resultados;
- Organização e planejamento da aplicação do método.

➤ **Passo 2.1 – Seleção das atividades logísticas**

As atividades logísticas selecionadas para avaliação de seus impactos na sustentabilidade foram: transporte, armazenagem (incluindo a avaliação simultânea do gerenciamento de estoques e manuseio de materiais nos armazéns), embalagem e aquisição.

A atividade de transporte apresenta o maior impacto econômico na sustentabilidade, reconhecido também pelo alto percentual de emissões de poluentes e acidentes nas rodovias, informações essas contidas no estudo de Ballou (1993), Van Essen (2008) e da World Health Organization (2015).

A atividade de armazenagem é reconhecida pelos altos custos logísticos, grande consumo de energia e por registrar acidentes de trabalho nos armazéns, dados esses contidos no estudo de Andriolo *et al.* (2014), Fichtinger (2015) e Andriolo *et al.* (2017).

A atividade de embalagem causa impacto nas três dimensões da sustentabilidade quando há alterações no tamanho, forma e material das embalagens, segundo o estudo de Wu e Dunn (1995), Vernuccio *et al.* (2010) e García-Arca *et al.* (2014).

A atividade de aquisição causa impacto nas três dimensões da sustentabilidade quando as aquisições são feitas com fornecedores distantes e sem certificação ambiental e social, de acordo com Fernandes (2008) e Makkonen (2014).

➤ **Passo 2.2 – Definição dos indicadores**

A avaliação do nível de sustentabilidade de um sistema pode ser feita pelo uso de indicadores quantitativos. Para identificar quais são os indicadores quantitativos mais utilizados para avaliação dos impactos das atividades de transporte, armazenagem, embalagem e aquisição na sustentabilidade, utilizou-se a revisão sistemática da literatura (RSL). A RSL utiliza métodos sistemáticos e explícitos para identificar, avaliar e integrar os resultados de todos os estudos individuais relevantes ou de alta qualidade relacionados a uma ou mais questões de pesquisas (CLARKE e HORTON, 2001).

Para identificar e selecionar os principais trabalhos que possuem os indicadores quantitativos, foi utilizada a metodologia de revisão sistemática de Levy e Ellis (2006). O método apoia-se em três estágios: Entrada, Processamento e Saída, conforme a Figura 12.

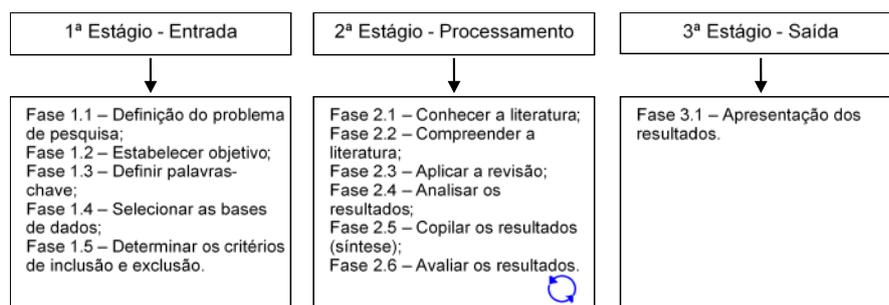


FIGURA 12 – ESTÁGIOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

FONTE: ADAPTADO DE LEVY E ELLIS (2006)

No 1º Estágio, foram definidos o problema de pesquisa (Fase 1.1) e o objetivo do trabalho (Fase 1.2), fases estas descritas na seção introdutória desta dissertação. Na Fase 1.3, foram definidas as palavras-chave ou expressões a serem utilizadas nas bases de dados acadêmicas para encontrar os trabalhos científicos alinhados com o objetivo do estudo.

Na Fase 1.4, foram selecionadas duas bases de dados internacionais para encontrar os trabalhos científicos, no caso a *Web of Science* e a *Scopus*. As bases foram selecionadas pela facilidade de acesso a milhares de títulos em diversas áreas de conhecimento, permissão para o uso de outros *softwares* durante o processo de triagem dos resultados encontrados e maior detalhamento sobre os trabalhos selecionados. Como critérios de inclusão e exclusão (Fase

1.5), foram considerados apenas documentos (artigos, livros e relatórios) envolvendo o transporte de mercadorias e demais atividades logísticas no contexto industrial, bem como aqueles contendo indicadores quantitativos para avaliação dos impactos das atividades logísticas. O detalhamento das fases e os resultados obtidos no 1º Estágio da RSL estão presentes na Figura 13 para a atividade de transporte e armazenagem (incluindo também as atividades de gerenciamento de estoques e manuseio de materiais nos armazéns) e na Figura 14 para a atividade de embalagem e aquisição.

No 2º Estágio, os critérios preliminares definidos no estágio anterior são processados por meio de seis fases: conhecer a literatura (Fase 2.1), compreender a literatura (Fase 2.2), aplicar a revisão (Fase 2.3), analisar os resultados (Fase 2.4), compilar os resultados (Fase 2.5) e avaliar os resultados (Fase 2.6); de forma cíclica, para selecionar os trabalhos relevantes e incluir outros documentos que estejam alinhados com a problemática levantada por meio do método “*snowballing*”. Essa técnica é utilizada para inserir outros trabalhos relevantes citados nas referências da amostra obtida pela revisão sistemática (WOHLIN, 2014). As triagens utilizadas e a amostra final de documentos contendo os indicadores quantitativos para avaliação dos impactos das atividades logísticas na sustentabilidade estão presentes na Figura 13 e Figura 14.

O 3º Estágio apresenta os resultados obtidos com a RSL (Fase 3.1). Para o transporte, foram identificados 7 indicadores quantitativos para avaliar os impactos econômicos, ambientais e sociais. O indicador “despesas operacionais de transporte durante transferência de mercadorias” e “custo de atraso causado por congestionamentos nas vias” são os mais utilizados para avaliar os impactos econômicos; “emissão total de gases de efeito estufa por combustível consumido” e “quantidade de resíduos perigosos descartados” são os mais utilizados para avaliar os impactos ambientais e; “concentração de gases de efeito estufa no ar”, “quantidade de acidentes com vítimas durante o transporte de produtos/cargas” e “intensidade sonora emitida pelos veículos” são os mais utilizados para avaliação dos impactos sociais.

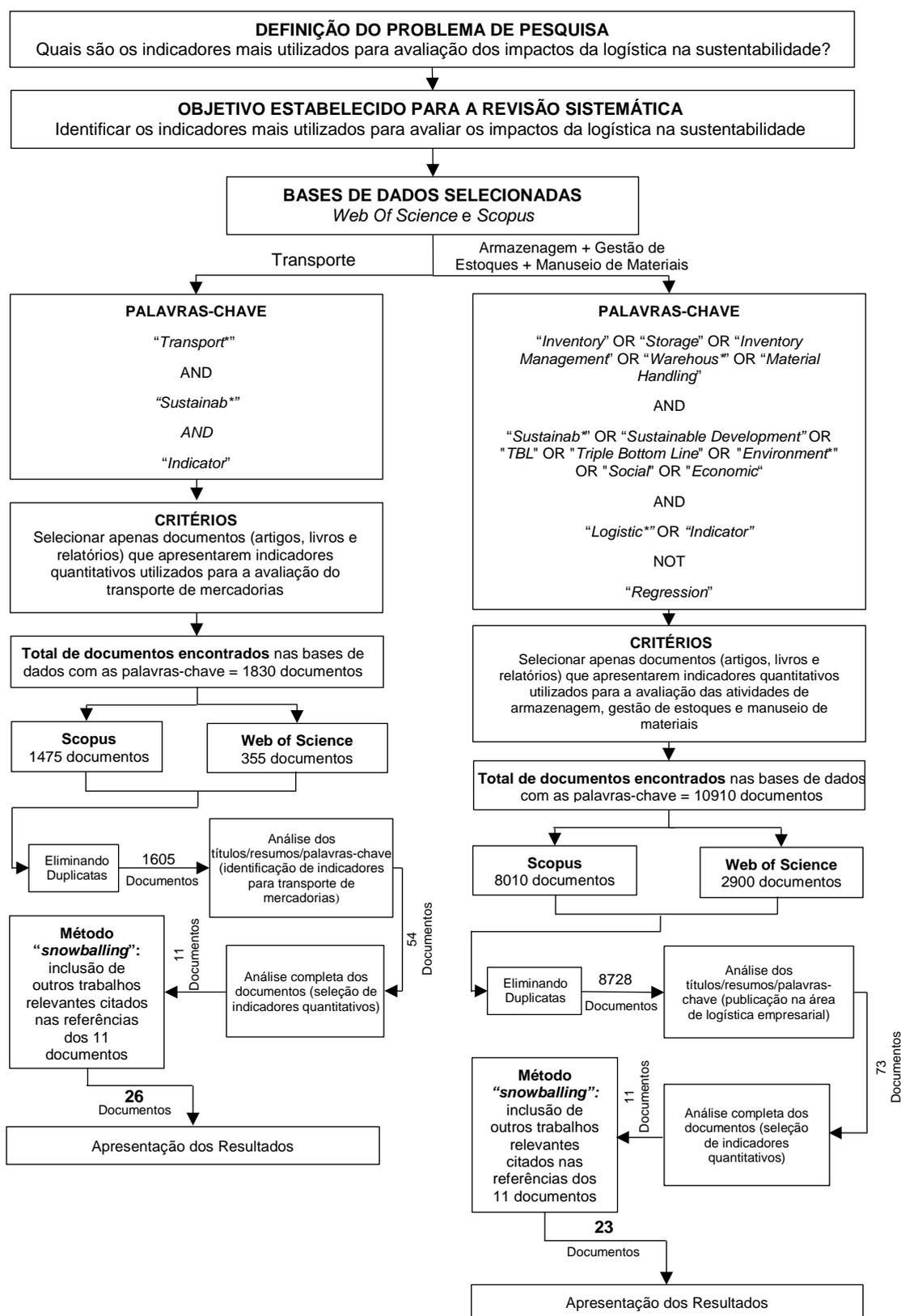


FIGURA 13 – DETALHAMENTO E RESULTADOS DOS ESTÁGIOS DA RSL PARA A ATIVIDADE DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM

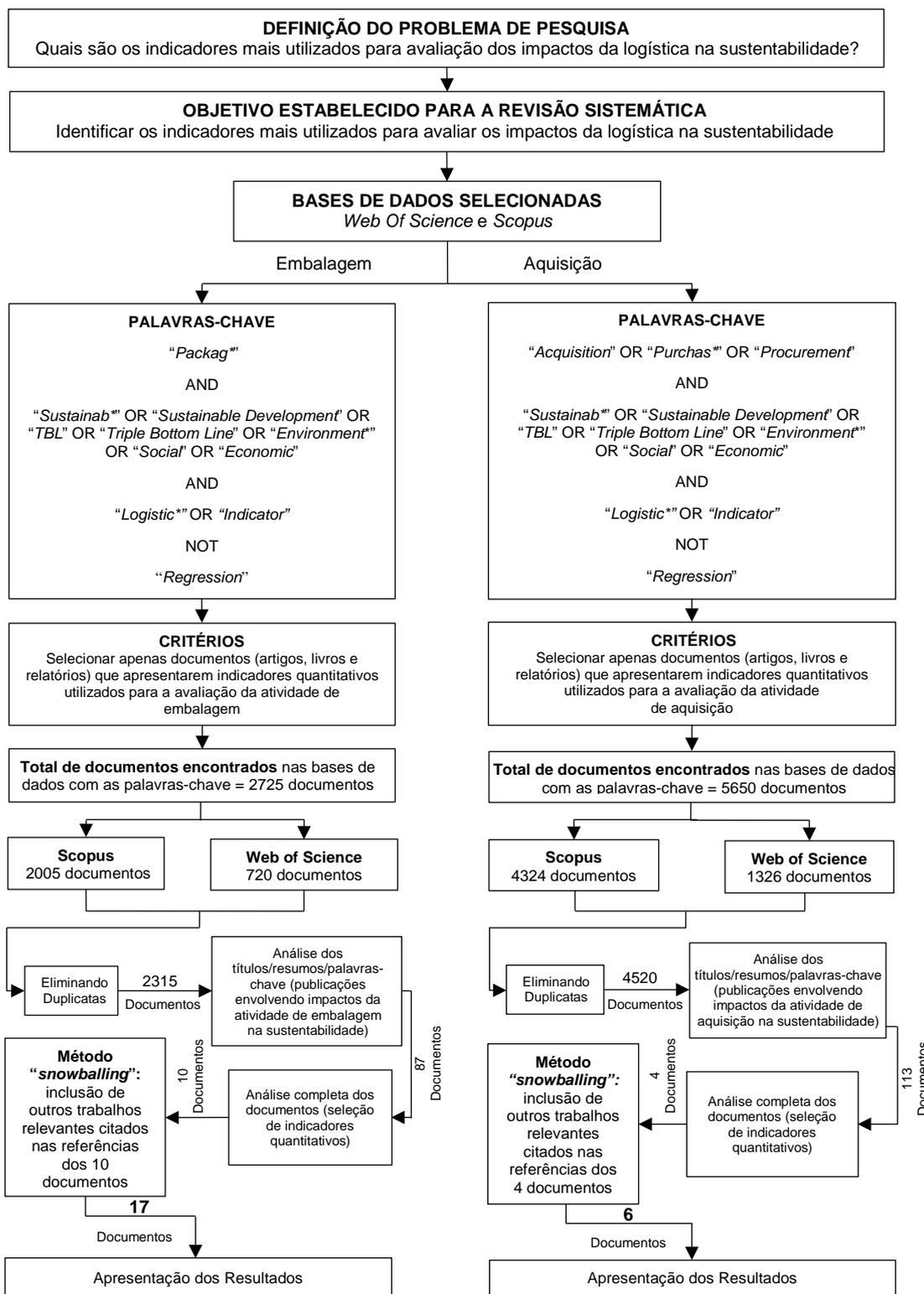


FIGURA 14 – DETALHAMENTO E RESULTADOS DOS ESTÁGIOS DA RSL PARA A ATIVIDADE DE EMBALAGEM E AQUISIÇÃO

Os indicadores para avaliação dos impactos do transporte na sustentabilidade estão representados no Quadro 8.

QUADRO 8 – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO TRANSPORTE

Dimensão	Indicador	Fonte
Econômica	Despesas operacionais de transporte durante transferência de mercadorias	NTC (2001); EEA (2002); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Simongati (2010); Litman (2011); Litman e Doherty (2011); Transmodal (2012); Bajdor e Grabara (2013)
	Custo de atraso causado por congestionamentos nas vias	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Simongati (2010); Litman (2011); Transmodal (2012); Eisele <i>et al.</i> (2013); Cintra (2014); Lasley <i>et al.</i> (2014); Frehe (2015); Verma <i>et al.</i> (2015); EEA (2016); Kin <i>et al.</i> (2017)
Ambiental	Emissão total de gases de efeito estufa por combustível consumido	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); OECD (1997); Gilbert <i>et al.</i> (2003); Krzyzanowsk <i>et al.</i> (2005); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Van Essen (2008); Simongati (2010); Den Boer <i>et al.</i> (2011); Litman (2011); EIA (2012); Transmodal (2012); Bajdor e Grabara (2013); Frehe (2015); Verma <i>et al.</i> (2015); EEA (2016); Sinay <i>et al.</i> (2016); UK Government (2016); Kin <i>et al.</i> (2017)
	Quantidade de resíduos perigosos descartados	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); OECD (1997); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Simongati (2010); Litman (2011); EEA (2016)
Social	Concentração de gases de efeito estufa no ar	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); OECD (1997); EEA (2002); Krzyzanowsk <i>et al.</i> (2005); Van Essen (2008); Litman (2011); Transmodal (2012); Verma <i>et al.</i> (2015); EEA (2016); Sinay <i>et al.</i> (2016); Kin <i>et al.</i> (2017)
	Quantidade de acidentes com vítimas durante o transporte de produtos/cargas	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); Black (2000); Gilbert <i>et al.</i> (2003); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Simongati, G. (2010); Litman (2011); Transmodal (2012); Bajdor e Grabara (2013); Verma <i>et al.</i> (2015); EEA (2016); Sinay <i>et al.</i> (2016); Kin <i>et al.</i> (2017)
	Intensidade sonora emitida pelos veículos	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); OECD (1997); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Van Essen (2008); Simongati (2010); Litman (2011); Transmodal (2012); Bajdor e Grabara (2013); Frehe (2015); EEA (2016); Kin <i>et al.</i> (2017)

Para a atividade de armazenagem, foram identificados 9 indicadores quantitativos para avaliar os impactos econômicos, ambientais e sociais. O indicador “giro de estoque” e “custo de falta” são os mais utilizados para avaliar

os impactos econômicos; “consumo de energia elétrica para iluminação”, “consumo de energia dos equipamentos móveis para manuseio de materiais” “consumo de energia dos equipamentos fixos para manuseio de materiais” e “consumo de energia elétrica para controle de temperatura” são os mais utilizados para avaliar os impactos ambientais e; “jornada de trabalho semanal por funcionário”, “investimento em treinamentos e ferramentas de trabalho” e “número anual de acidentes” são os mais utilizados para avaliação dos impactos sociais. Os indicadores para avaliação dos impactos da armazenagem na sustentabilidade estão representados no Quadro 9.

QUADRO 9 – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA ARMAZENAGEM

Dimensão	Indicador	Fonte
Econômica	Giro de estoque	Harris (1913); Wagner e Whitin (1958); Covert e Philip (1973); Dias (1993); Bonney e Jaber (2011); Durlinger (2012); Liao <i>et al.</i> (2013); Andriolo <i>et al.</i> (2014)
	Custo de falta	Covert e Philip (1973); Deb e Chaudhuri (1987); Wee (1993), Grubbstrom e Erdem (1999)
Ambiental	Consumo de energia elétrica para iluminação	Tan <i>et al.</i> (2010); Bank e Murphy (2013); Boenzi <i>et al.</i> (2015); Fichtinger <i>et al.</i> (2015); Tappia <i>et al.</i> (2015); Ries <i>et al.</i> (2016)
	Consumo de energia dos equipamentos móveis para manuseio de materiais	Tan <i>et al.</i> (2010); Bank e Murphy (2013); Boenzi <i>et al.</i> (2015); Fichtinger <i>et al.</i> (2015); Tappia <i>et al.</i> (2015); Ries <i>et al.</i> (2016)
	Consumo de energia dos equipamentos fixos para manuseio de materiais	Tan <i>et al.</i> (2010); Bank e Murphy (2013); Boenzi <i>et al.</i> (2015); Fichtinger <i>et al.</i> (2015); Tappia <i>et al.</i> (2015); Ries <i>et al.</i> (2016)
	Consumo de energia elétrica para controle de temperatura	Tan <i>et al.</i> (2010); Bank e Murphy (2013); Boenzi <i>et al.</i> (2015); Fichtinger <i>et al.</i> (2015); Facchini <i>et al.</i> (2016); Tappia <i>et al.</i> (2015); Ries <i>et al.</i> (2016)
Social	Jornada de trabalho semanal por funcionário	Tan <i>et al.</i> (2010); Arslan e Turkay (2013)
	Investimento em treinamentos e ferramentas de trabalho	Tan <i>et al.</i> (2010); Arslan e Turkay (2013)
	Número anual de acidentes	Kuorinka <i>et al.</i> (1994); Larsson e Rechnitzer (1994); Kuiper <i>et al.</i> (1999); Punnett e Wegman (2004); Amjed e Harrison (2013); Bank e Murphy (2013); Andriolo <i>et al.</i> (2016)

No Quadro 10, estão contidos os 5 indicadores quantitativos encontrados para a atividade de embalagem. O indicador “utilização de embalagens retornáveis” e “quantidade de embalagens perdidas durante as operações logísticas” são

utilizados para avaliar tanto os impactos econômicos quanto os ambientais; “utilização de embalagens ecológicas” e “quantidade de embalagens recicladas” são utilizados especificamente para avaliar os impactos ambientais e; “quantidade de embalagens com rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020)” é o indicador utilizado para avaliação tanto do impacto ambiental quanto do social.

QUADRO 10 – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA EMBALAGEM

Dimensão	Indicador	Fonte
Econômica	Utilização de embalagens retornáveis*	Gupta <i>et al.</i> (2003); Mollenkopf <i>et al.</i> (2005); Williams e Wikstrom (2011); García-Arca <i>et al.</i> (2014); Abubakr e Patel (2016); Katephap e Limnararat (2017)
	Quantidade de embalagens perdidas durante as operações logísticas*	Olsmats e Dominic (2003); Svanes <i>et al.</i> (2010); Palsson <i>et al.</i> (2013); Shi <i>et al.</i> (2015)
Ambiental	Utilização de embalagens ecológicas	Gao (2014); Song <i>et al.</i> (2015); Landim <i>et al.</i> (2016)
	Quantidade de embalagens recicladas	Faruk <i>et al.</i> (2001); Olsmats e Dominic (2003); Shi <i>et al.</i> (2015)
Social	Quantidade de embalagens com rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020)*	Vernuccio <i>et al.</i> (2010); Azzi <i>et al.</i> (2012); Do Bu e Freitas (2017)

* Apresenta impacto na dimensão ambiental

Para a atividade de aquisição, foram identificados na literatura 4 indicadores quantitativos para avaliar os impactos. O indicador “aquisições com fornecedores locais” é utilizado para avaliação tanto do impacto econômico quanto do ambiental; “aquisição com fornecedores contendo certificação ambiental (ISO 14001)” é utilizado especificamente para avaliar o impacto ambiental; “aquisição de produtos com rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020)” é utilizado para avaliar tanto o impacto ambiental quanto o social; e o indicador “aquisição com fornecedores contendo certificação de responsabilidade social (ISO 26000)” é utilizado especificamente para avaliação do impacto social. Os indicadores para avaliação dos impactos da aquisição na sustentabilidade estão representados no Quadro 11.

QUADRO 11 – INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DA AQUISIÇÃO

Dimensão	Indicador	Fonte
Econômica	Aquisições com fornecedores locais*	Fernandes (2008); Rosová (2012)
Ambiental	Aquisição com fornecedores contendo certificação ambiental (ISO 14001)	Fernandes (2008); Lee e Klassen (2008); EITayeb <i>et al.</i> (2010); Makkonen (2014)
Social	Aquisição de produtos com rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020)*	Fernandes (2008); EITayeb <i>et al.</i> (2010)
	Aquisição com fornecedores contendo certificação de responsabilidade social (ISO 26000)	Carter e Jennings (2004); EITayeb <i>et al.</i> (2010) (2010); Makkonen (2014)

* Apresenta impacto na dimensão ambiental

A Figura 15 mostra todos os indicadores identificados e selecionados por meio da RSL.

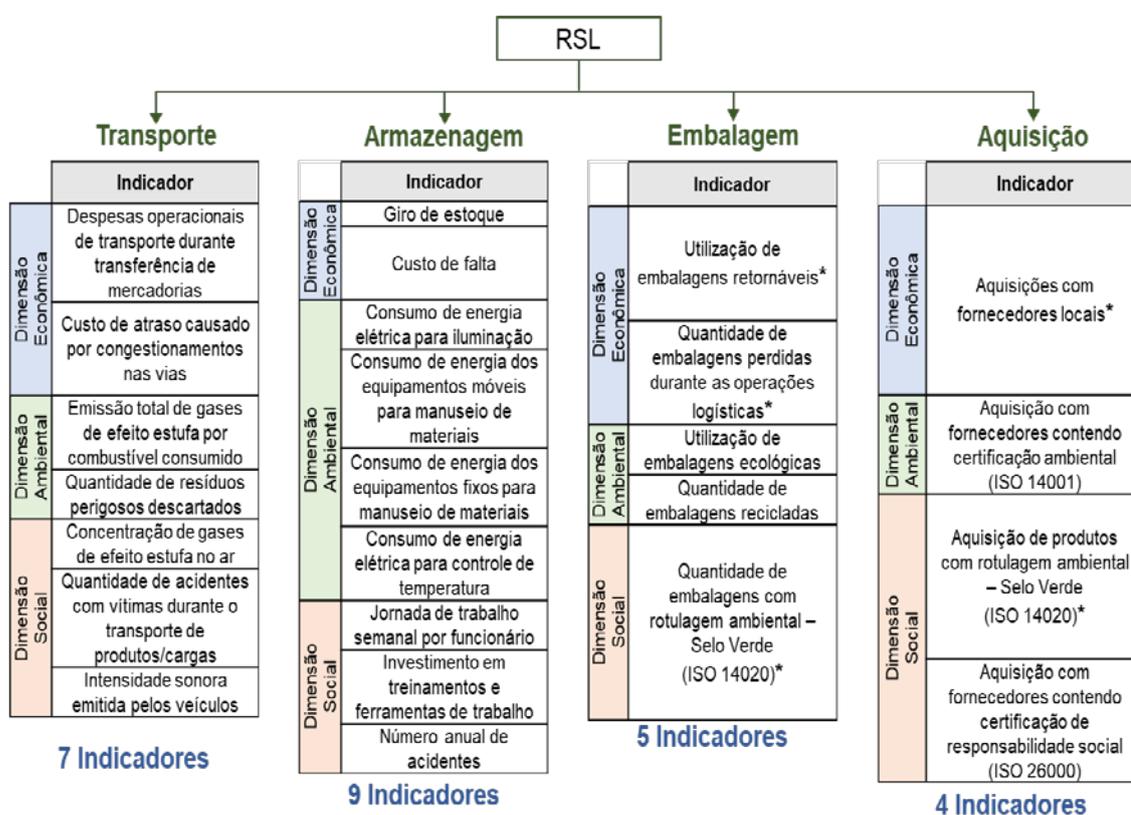


FIGURA 15 – INDICADORES IDENTIFICADOS E SELECIONADOS PELA RSL

➤ **Passo 2.3 – Associação dos indicadores com os impactos**

Nesse passo da construção do método para avaliação, foram feitas as seguintes associações:

1. Para cada atividade logística foi atribuído um eixo de análise: Eixo 1 para a atividade de transporte, Eixo 2 para armazenagem, Eixo 3 para embalagem e Eixo 4 para aquisição;
2. Os indicadores quantitativos encontrados na RSL foram associados aos eixos de análise e dimensões da sustentabilidade;
3. A cada indicador quantitativo, associou-se o impacto a ser avaliado, um eixo de impacto que o representa e, por fim, uma equação para cálculo dos impactos.

A Tabela 3 mostra as associações feitas para a atividade de transporte, a Tabela 4 para a atividade de armazenagem, a Tabela 5 para a atividade de embalagem e a Tabela 6 para a atividade de aquisição.

TABELA 3 – ASSOCIAÇÃO DOS INDICADORES COM OS IMPACTOS A SEREM AVALIADOS PARA A ATIVIDADE DE TRANSPORTE

Dimensão	Indicador	Impacto	Eixo de Impacto	Equação	Variáveis e Unidades	Fonte
Econômica	Despesas operacionais de transporte durante transferência de mercadorias	Custo da mercadoria	Eixo 1.1	$E_{1.1} = \left(\frac{C_F}{h \times v \times CAP} + \frac{C_V}{CAP} \right)$	<p>$E_{1.1}$ = Custo de transporte [R\$/ton. km]</p> <p>$C_F$ = Custo fixo por mês [R\$]</p> <p>$C_V$ = Custo variável por quilômetro [R\$/km]</p> <p>$h$ = Número de horas trabalhadas por mês [h]</p> <p>v = Velocidade comercial [km/h]</p> <p>CAP = Capacidade de carga utilizada no veículo [ton]</p>	NTC (2001); EEA (2002); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Simongati (2010); Litman (2011); Litman e Doherty (2011); Transmodal (2012); Bajdor e Grabara (2013)
	Custo de atraso causado por congestionamentos nas vias		Eixo 1.2	$E_{1.2} = \left(\frac{H_A}{100} \times E_{1.1} \right)$	<p>$E_{1.2}$ = Custo de atraso [R\$/ton. km]</p> <p>$H_A$ = Horas de atrasos por congestionamento [%]</p> <p>$E_{1.1}$ = Custo de transporte [R\$/ton. km]</p>	
Ambiental	Emissão total de gases de efeito estufa por combustível consumido	Aumento do aquecimento global e alterações climáticas decorrentes das emissões de gases de efeito estufa (GEE)	Eixo 1.3	$E_{1.3} = (L_C \times F_{EL})$	<p>$E_{1.3}$ = Emissão de GEE por hora [kg GEE/h]</p> <p>L_C = Litros de combustível consumido por hora [l/h]</p> <p>F_{EL} = Fator de emissão diesel/gasolina [Kg GEE/l]</p>	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); OECD (1997); Gilbert <i>et al.</i> (2003); Krzyzanowski <i>et al.</i> (2005); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Van Essen (2008); Simongati (2010); Den Boer <i>et al.</i> (2011); Litman (2011); EIA (2012); Transmodal (2012); Bajdor e Grabara (2013); Frehe (2015); Verma <i>et al.</i> (2015); EEA (2016); Sinay <i>et al.</i> (2016); UK Government (2016); Kin <i>et al.</i> (2017)
	Quantidade de resíduos perigosos descartados	Efeitos nocivos dos resíduos perigosos descartados no meio ambiente	Eixo 1.4	$E_{1.4} = \left(\frac{D_C}{D_T} \right) \times 100$	<p>$E_{1.4}$ = Pneus e óleos descartados corretamente [%]</p> <p>D_C = Número de descarte correto [Qtd.]</p> <p>D_T = Número de descarte total [Qtd.]</p>	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); OECD (1997); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Simongati (2010); Litman (2011); EEA (2016)
Social	Concentração de gases de efeito estufa no ar	Saúde pública comprometida pela má qualidade do ar	Eixo 1.5	$E_{1.5} = \left(\frac{Q_{10}}{Q_T} \right) \times 100$	<p>$E_{1.5}$ = Consumo óleo diesel S-10 [%]</p> <p>Q_{10} = Número veículos abastecidos com S-10 [Qtd.]</p> <p>Q_T = Número de veículos totais [Qtd.]</p>	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); OECD (1997); EEA (2002); Krzyzanowski <i>et al.</i> (2005); Van Essen (2008); Litman (2011); Transmodal (2012); Verma <i>et al.</i> (2015); EEA (2016); Sinay <i>et al.</i> (2016); Kin <i>et al.</i> (2017)
	Quantidade de acidentes com vítimas durante o transporte de produtos/cargas	Saúde humana comprometida por acidentes envolvendo transporte de produtos/cargas	Eixo 1.6	$E_{1.6} = \frac{N_V}{t}$	<p>$E_{1.6}$ = Número de vítimas anuais [Qtd./ano]</p> <p>N_V = Número de vítimas [Qtd.]</p> <p>t = Tempo [ano]</p>	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); Black (2000); Gilbert <i>et al.</i> (2003); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Simongati, G. (2010); Litman (2011); Transmodal (2012); Bajdor e Grabara (2013); Verma <i>et al.</i> (2015); EEA (2016); Sinay <i>et al.</i> (2016); Kin <i>et al.</i> (2017)
	Intensidade sonora emitida pelos veículos	Exposição e incômodo causado pela poluição sonora	Eixo 1.7	$E_{1.7} = 10 \times \log(10^{(R_M/10)} - 10^{(R_F/10)})$	<p>$E_{1.7}$ = Nível de ruído real emitido [db]</p> <p>R_M = Nível de ruído medido [db]</p> <p>R_F = Nível de ruído ambiente [db]</p>	UK Roundtable on Sustainable Development (1996); OECD (1997); Dobranskyte-Niskota <i>et al.</i> (2007); Van Essen (2008); Simongati (2010); Litman (2011); Transmodal (2012); Bajdor e Grabara (2013); Frehe (2015); EEA (2016); Kin <i>et al.</i> (2017)

*Localização das variáveis no questionário (Apêndice A)

TABELA 4 – ASSOCIAÇÃO DOS INDICADORES COM OS IMPACTOS A SEREM AVALIADOS PARA A ATIVIDADE DE ARMAZENAGEM

Dimensão	Indicador	Impacto	Eixo de Impacto	Equação	Variáveis e Unidades	Fonte
Econômica	Giro de estoque	Despesas pela má gestão dos custos associados à manutenção de estoques	Eixo 2.1	$E_{2.1} = \left(\frac{C_M}{E_M} \right)$ * C_M e $E_M \rightarrow$ Q4.6	$E_{2.1}$ = Giro de estoque mensal [Qtd.] C_M = Custo de mercadoria consumida mensal [R\$] E_M = Estoque médio mensal [R\$]	Harris (1913); Wagner e Whitin (1958); Covert e Philip (1973); Dias (1993); Bonney e Jaber (2011); Durlinger (2012); Liao <i>et al.</i> (2013); Andriolo <i>et al.</i> (2014)
	Custo de falta	Cancelamento de pedidos por falta de itens estocados ou não cumprimento dos prazos de entregas	Eixo 2.2	$E_{2.2} = \left(\frac{N_{PC}}{N_{PT}} \times 100 \right)$ * N_{PC} e $N_{PT} \rightarrow$ Q4.7	$E_{2.2}$ = Cancelamento de pedidos [%] N_{PC} = Número de pedidos cancelados [Qtd.] N_{PT} = Número de pedidos totais [Qtd.]	Covert e Philip (1973); Deb e Chaudhuri (1987); Wee (1993), Grubbstrom e Erdem (1999)
Ambiental	Consumo de energia elétrica para iluminação	Emissão de GEE decorrente do consumo elevado de energia (elétrica ou de combustíveis fósseis)	Eixo 2.3	$E_{2.3} = (E_{EI} \times A_A \times F_{EE})$ * $A_A \rightarrow$ Q4.3	$E_{2.3}$ = Emissão de GEE por dia [kg GEE/dia] E_{EI} = Energia de iluminação [kWh/m ² . dia] A_A = Área de armazenagem [m ²] F_{EE} = Fator de emissão eletricidade [Kg GEE/kWh]	Tan <i>et al.</i> (2010); Bank e Murphy (2013); Boenzi <i>et al.</i> (2015); Fichtinger <i>et al.</i> (2015); Tappia <i>et al.</i> (2015); Ries <i>et al.</i> (2016)
	Consumo de energia dos equipamentos móveis para manuseio de materiais		Eixo 2.4	$E_{2.4} = (L_C \times F_{EL})$ OU $E_{2.4} = (E_{EE} \times F_{EE})$ OU $E_{2.4} = (E_{GN} \times F_{EG})$	$E_{2.4}$ = Emissão de GEE por hora [kg GEE/h] L_C = Litros de combustível consumido por hora [l/h] E_{EE} = Energia elétrica consumida por hora [kWh/h] E_{GN} = Gás natural consumido por hora [m ³ /h] F_{EL} = Fator de emissão diesel/gasolina [Kg GEE/l] F_{EE} = Fator de emissão eletricidade [Kg GEE/kWh] F_{EG} = Fator de emissão gás natural [Kg GEE/m ³]	Tan <i>et al.</i> (2010); Bank e Murphy (2013); Boenzi <i>et al.</i> (2015); Fichtinger <i>et al.</i> (2015); Tappia <i>et al.</i> (2015); Ries <i>et al.</i> (2016)
	Consumo de energia dos equipamentos fixos para manuseio de materiais		Eixo 2.5	$E_{2.5} = (E_{EE} \times H_D \times F_{EE})$ * $H_D \rightarrow$ Q4.5	$E_{2.5}$ = Emissão de GEE por dia [kg GEE/dia] E_{EE} = Energia elétrica consumida por hora [kWh/h] H_D = Horas de operação por dia [h/dia] F_{EE} = Fator de emissão eletricidade [Kg GEE/kWh]	Tan <i>et al.</i> (2010); Bank e Murphy (2013); Boenzi <i>et al.</i> (2015); Fichtinger <i>et al.</i> (2015); Tappia <i>et al.</i> (2015); Ries <i>et al.</i> (2016)
	Consumo de energia elétrica para controle de temperatura		Eixo 2.6	$E_{2.6} = (E_{EC} \times A_A \times F_{EE})$	$E_{2.6}$ = Emissão de GEE por dia [kg GEE/dia] E_{EC} = Energia para climatização [kWh/m ² . dia] A_A = Área de armazenagem [m ²] F_{EE} = Fator de emissão eletricidade [Kg GEE/kWh]	Tan <i>et al.</i> (2010); Bank e Murphy (2013); Boenzi <i>et al.</i> (2015); Fichtinger <i>et al.</i> (2015); Facchini <i>et al.</i> (2016); Tappia <i>et al.</i> (2015); Ries <i>et al.</i> (2016)
Social	Jornada de trabalho semanal por funcionário	Excesso de jornada de trabalho causando aumento de estresse e cansaço nos funcionários	Eixo 2.7	$E_{2.7} = \left(\frac{N_{HT}}{t} \right)$ * N_{HT} e $t \rightarrow$ Q4.20	$E_{2.7}$ = Horas trabalhadas por semana [h/semana] N_{HT} = Número horas trabalhadas [h] t = Período [semana]	Tan <i>et al.</i> (2010); Arslan e Turkey (2013)

(continua)

(continuação)

Social	Investimento em treinamentos e ferramentas de trabalho	Carência de investimento causando falta de clareza e de simplicidade nas operações	Eixo 2.8	$E_{2.8} = \left(\frac{I_{CP}}{I_T} \times 100 \right)$	$E_{2.8}$ = Investimentos em treinamentos de funcionários dos armazéns [%] I_{CP} = Quantidade de investimento em treinamentos de funcionários dos armazéns [Qtd.] I_T = Quantidade total de investimento em treinamento de funcionários [Qtd.]	Tan <i>et al.</i> (2010); Arslan e Turkey (2013)
	Número anual de acidentes	Saúde e segurança comprometidas por doenças e lesões	Eixo 2.9	$E_{2.9} = \frac{N_V}{t}$	$E_{2.9}$ = Número de vítimas anuais [Qtd./ano] N_V = Número de acidentes contendo vítimas [Qtd.] t = Período [ano]	Kuorinka <i>et al.</i> (1994); Larsson e Rechnitzer (1994); Kuiper <i>et al.</i> (1999); Punnett e Wegman (2004); Amjed e Harrison (2013); Bank e Murphy (2013); Andriolo <i>et al.</i> (2016)

*Localização das variáveis no questionário (Apêndice A)

TABELA 5 – ASSOCIAÇÃO DOS INDICADORES COM OS IMPACTOS A SEREM AVALIADOS PARA A ATIVIDADE DE EMBALAGEM

Dimensão	Indicador	Impacto	Eixo de Impacto	Equação	Variáveis e Unidades	Fonte
Econômica	Utilização de embalagens retornáveis**	A não utilização de embalagens retornáveis pode impedir que haja diminuição no custo do material, do número de compras de embalagem, do desperdício de materiais durante as operações logísticas e do consumo de recursos naturais	Eixo 3.1	$E_{3.1} = \left(\frac{N_{ER}}{N_{TE}} \right) \times 100$	$E_{3.1}$ = Utilização de embalagens retornáveis [%] N_{ER} = Número de embalagens retornáveis [Qtd.] N_{TE} = Número total de embalagens [Qtd.]	Gupta <i>et al.</i> (2003); Mollenkopf <i>et al.</i> (2005); Williams e Wikstrom (2011); Garcia-Arca <i>et al.</i> (2014); Abubakr e Patel (2016); Katephap e Limnararat (2017)
	Quantidade de embalagens perdidas durante as operações logísticas**	Perdas econômicas e produtos eliminados no meio ambiente	Eixo 3.2	$E_{3.2} = \left(\frac{N_{EP}}{N_{TE}} \right) \times 100$	$E_{3.2}$ = Total de embalagens perdidas durante as operações logísticas [%] N_{EP} = Número de embalagens perdidas durante as operações logísticas [Qtd.] N_{TE} = Número total de embalagens [Qtd.]	Olsmats e Dominic (2003); Svanes <i>et al.</i> (2010); Palsson <i>et al.</i> (2013); Shi <i>et al.</i> (2015)
Ambiental	Utilização de embalagens ecológicas	A não utilização de embalagens ecológicas impede: maior consciência das pessoas sobre o conceito de consumo verde; estudos para <i>design</i> de embalagens ecológicas; diminuição do consumo de recursos naturais e benefícios econômicos das empresas	Eixo 3.3	$E_{3.3} = \left(\frac{N_{EE}}{N_{TE}} \right) \times 100$	$E_{3.3}$ = Utilização de embalagens ecológicas [%] N_{EE} = Número de embalagens ecológicas [Qtd.] N_{TE} = Número total de embalagens [Qtd.]	Gao (2014); Song <i>et al.</i> (2015); Landim <i>et al.</i> (2016)
	Quantidade de embalagens recicladas	Efeitos nocivos das embalagens descartadas irregularmente no meio ambiente após vida útil	Eixo 3.4	$E_{3.4} = \left(\frac{N_{RR}}{N_{TE}} \right) \times 100$	$E_{3.4}$ = Total de embalagens recicladas após vida útil [%] N_{RR} = Número de embalagens recicladas após vida útil [Qtd.] N_{TE} = Número total de embalagens [Qtd.]	Faruk <i>et al.</i> (2001); Olsmats e Dominic (2003); Shi <i>et al.</i> (2015)

(continua)

(continuação)

Social	Quantidade de embalagens com rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020)**	Riscos das embalagens sem rotulagem ambiental fornecerem informações incorretas as pessoas sobre sua fabricação e descarte	Eixo 3.5	$E_{3.5} = \left(\frac{N_{RA}}{N_{TE}} \right) \times 100$ * N_{RA} e $N_{TE} \rightarrow$ Q6.6	$E_{3.5}$ = Total de embalagens com rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020) [%] N_{RA} = Número de embalagens com rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020) [Qtd.] N_{TE} = Número total de embalagens [Qtd.]	Vernuccio <i>et al.</i> (2010); Azzi <i>et al.</i> (2012); Do Bu e Freitas (2017)
--------	---	--	----------	---	---	---

*Localização das variáveis no questionário (Apêndice A)

**Apresenta impacto na dimensão ambiental

TABELA 6 – ASSOCIAÇÃO DOS INDICADORES COM OS IMPACTOS A SEREM AVALIADOS PARA A ATIVIDADE DE AQUISIÇÃO

Dimensão	Indicador	Impacto	Eixo de Impacto	Equação	Variáveis e Unidades	Fonte
Econômica	Aquisições com fornecedores locais**	Despesas e impactos no meio ambiente decorrentes do transporte ao comprar produtos com fornecedores distantes	Eixo 4.1	$E_{4.1} = \left(\frac{N_{AL}}{N_{AT}} \right) \times 100$ * N_{AL} e $N_{AT} \rightarrow$ Q8.2	$E_{4.1}$ = Aquisição com fornecedores locais [%] N_{AL} = Número de aquisição com fornecedores locais [Qtd.] N_{AT} = Número total de aquisições [Qtd.]	Fernandes (2008); Rosová (2012)
Ambiental	Aquisição com fornecedores contendo certificação ambiental (ISO 14001)	Riscos ambientais advindos de produtos e serviços oferecidos por fornecedores não contendo certificação ambiental	Eixo 4.2	$E_{4.2} = \left(\frac{N_{AC}}{N_{AT}} \right) \times 100$ * N_{AC} e $N_{AT} \rightarrow$ Q8.6	$E_{4.2}$ = Aquisição com fornecedores contendo certificação ambiental (ISO 14001) [%] N_{AC} = Número de aquisição com fornecedores contendo certificação ambiental (ISO 14001) [Qtd.] N_{AT} = Número total de aquisições [Qtd.]	Fernandes (2008); Lee e Klassen (2008); ElTayeb <i>et al.</i> (2010); Makkonen (2014)
Social	Aquisição de produtos com rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020)**	Riscos dos produtos adquiridos sem rotulagem ambiental fornecerem informações incorretas as pessoas sobre a sua fabricação e descarte	Eixo 4.3	$E_{4.3} = \left(\frac{N_{RA}}{N_{AT}} \right) \times 100$ * N_{RA} e $N_{AT} \rightarrow$ Q8.7	$E_{4.3}$ = Aquisição de produtos com rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020) [%] N_{RA} = Número de produtos contendo rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020) [Qtd.] N_{AT} = Número total de aquisições [Qtd.]	Fernandes (2008); ElTayeb <i>et al.</i> (2010)
	Aquisição com fornecedores contendo certificação de responsabilidade social (ISO 26000)	Riscos à sociedade advindos de produtos e serviços oferecidos por fornecedores não contendo certificação de responsabilidade social (ex.: produtos contendo materiais tóxicos)	Eixo 4.4	$E_{4.4} = \left(\frac{N_{AS}}{N_{AT}} \right) \times 100$ * N_{AS} e $N_{AT} \rightarrow$ Q8.8	$E_{4.4}$ = Aquisição com fornecedores contendo certificação de responsabilidade social (ISO 26000) [%] N_{AS} = Número de aquisição com fornecedores contendo certificação de responsabilidade social (ISO 26000) [Qtd.] N_{AT} = Número total de aquisições [Qtd.]	Carter e Jennings (2004); ElTayeb <i>et al.</i> (2010); Makkonen (2014)

*Localização das variáveis no questionário (Apêndice A)

**Apresenta impacto na dimensão ambiental

Parte dos valores das variáveis para o cálculo dos impactos foram extraídos de relatórios técnicos, simulações, legislações nacionais e/ou internacionais e estudos de caso encontrados na literatura. Para a atividade de transporte, foram extraídas as variáveis C_F , C_V , v nos estudos da ILOS (2016) e Françoso *et al.* (2017); L_C no *website* da CONSTRUPLENA (2012); F_{EL} no relatório da UK GOVERNMENT (2016); R_M e R_F nos manuais técnicos da FORD (2016). Para a avaliação da atividade de armazenagem, foram extraídas as variáveis E_{EI} no

artigo de Ries *et al.* (2016); L_C no *website* da CONSTRUPLENA (2012); E_{EE} e E_{GN} nos manuais técnicos da STILL (2017); F_{EE} , F_{EL} , F_{EG} no relatório da UK GOVERNMENT (2016) e E_{EC} no artigo de Fichtinger *et al.* (2015). Os outros valores utilizados no cálculo serão obtidos com a aplicação do questionário elaborado no Passo 2.4.

➤ **Passo 2.4 – Desenvolvimento do questionário**

Para o levantamento de dados a serem utilizados no método para avaliação proposto neste trabalho, foi selecionado o uso de questionários pela possibilidade de quantificar as variáveis de interesse (GIL, 2008).

Como mencionado, a estrutura do questionário e sua elaboração estão apoiadas em obter dados que complementam o cálculo dos impactos. Para a atividade de transporte, a aplicação do questionário tem como objetivo adquirir os valores para as seguintes variáveis: h , CAP , H_A , D_C , D_T , Q_{10} , Q_T , N_v e t .

É importante ressaltar que o questionário é focado para o transporte rodoviário, por ser considerado o principal modal utilizado para transportar mercadorias, devido à densa malha rodoviária existente pelo mundo, além da flexibilidade de entrega comparado aos outros modais (FÜRST e OBERHOFER, 2012). Além disso, o transporte rodoviário apresenta altos índices de interferência no congestionamento do tráfego, na poluição do ar (com 68% de participação nas emissões de poluentes comparado aos outros modais de transporte) e na saúde dos seres humanos (LEE e YOO, 2016).

Para a atividade de armazenagem, o questionário procura adquirir os valores para as seguintes variáveis: C_M , E_M , N_{PC} , N_{PT} , A_A , H_D , N_{HT} , I_{CP} , I_T , N_v e t . Para as atividades de embalagem e de aquisição, todas as variáveis dos eixos de impacto serão obtidas pelo questionário.

A elaboração das questões foi fundamentada nos princípios e modelos teóricos expostos na revisão da literatura. O questionário contém 68 questões distribuídas em 9 seções. A estrutura do questionário é apresentada no Quadro 12.

QUADRO 12 – ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO

Seção	Descrição	Objetivo	Nº Questões
1	Identificação e caracterização da empresa	As informações contidas nessa seção objetivam caracterizar a empresa pesquisada	9
2	Caracterização do transporte rodoviário	As informações contidas nessa seção objetivam caracterizar o transporte rodoviário da empresa pesquisada	14
3	Percepções dos impactos do transporte rodoviário na sustentabilidade	Verificar o grau de importância dos impactos causados pelo transporte rodoviário na sustentabilidade da empresa pesquisada	2
4	Caracterização dos armazéns, gerenciamento de estoques e equipamentos para manuseio de materiais	As informações contidas nessa seção objetivam caracterizar os armazéns, a gestão de estoques e os equipamentos para manuseio de materiais utilizados na empresa pesquisada	23
5	Percepções dos impactos da armazenagem, gestão de estoques e manuseio de materiais na sustentabilidade	Verificar o grau de importância dos impactos causados pela armazenagem, gestão de estoques e manuseio de materiais na sustentabilidade	2
6	Caracterização das embalagens	As informações contidas nessa seção objetivam caracterizar as embalagens utilizadas durante as operações logísticas na empresa pesquisada	6
7	Percepções dos impactos das embalagens na sustentabilidade	Verificar o grau de importância dos impactos causados pelas embalagens na sustentabilidade da empresa pesquisada	2
8	Caracterização das aquisições	As informações contidas nessa seção objetivam caracterizar as aquisições realizadas pela empresa pesquisada	8
9	Percepções dos impactos das aquisições na sustentabilidade	Verificar o grau de importância dos impactos causados pelas aquisições na sustentabilidade da empresa pesquisada	2

O questionário enviado para as empresas se encontra no Apêndice A. Junto ao questionário, foi encaminhada uma carta de apresentação contendo o objetivo da pesquisa e informações de preenchimento para os respondentes.

➤ **Passo 2.5 – Definição da escala de classificação dos impactos**

Para aplicação da metodologia proposta e avaliação dos resultados, é necessário que os impactos avaliados pelos indicadores sejam classificados em categorias para descrever a intensidade de impacto da atividade logística na sustentabilidade.

A cada categoria foi atribuído um valor numérico que representa a intensidade do impacto avaliado na sustentabilidade. Os impactos classificados como Categoria 5 apresentam o menor impacto na sustentabilidade e aqueles classificados como Categoria 1 apresentam o maior impacto, conforme o Quadro 13.

QUADRO 13 – CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE

Categoria	Impacto na sustentabilidade
5	Muito Baixo
4	Baixo
3	Médio
2	Alto
1	Muito Alto

O desenvolvimento da escala de classificação se baseou nos resultados obtidos pelas equações utilizadas para o cálculo dos impactos. Para cada equação, foram registrados os valores que caracterizam o maior impacto (Categoria 1) e o menor impacto (Categoria 5) causados pelas atividades logísticas, valores esses condizentes com dados da literatura e do mercado. Posteriormente, as demais categorias foram estabelecidas.

➤ **Passo 2.6 – Definição do modo de apresentação dos resultados**

Estabelecidas as categorias de impacto na metodologia, verifica-se que uma forma adequada para apresentação e análise dos resultados é a representação polar, onde as escalas, que representam as categorias de impacto, possuem a mesma origem e os eixos do gráfico representam os impactos avaliados. A representação polar é também denominada de gráfico polar, gráfico de teia ou gráfico de radar.

A origem das escalas representa a situação em que as atividades logísticas praticadas pela empresa apresentam elevado impacto na sustentabilidade, à qual é atribuído o número 1. O limite superior da escala representa a situação em que as atividades logísticas praticadas pela empresa apresentam o menor impacto na sustentabilidade, à qual é atribuído o número 5.

Portanto, quanto maior a área obtida no gráfico, menor é o impacto causado pela empresa na sustentabilidade, havendo um equilíbrio mais sustentável entre eficiência econômica, ambiental e social.

Foi desenvolvido um gráfico de radar para cada atividade logística. A Figura 16 apresenta o gráfico de radar utilizado para a atividade de transporte de mercadorias, a Figura 17 apresenta o gráfico de radar para a atividade de armazenagem e os gráficos de radar para as atividades de embalagem e de aquisição são mostrados pelas Figura 18 e Figura 19, respectivamente.

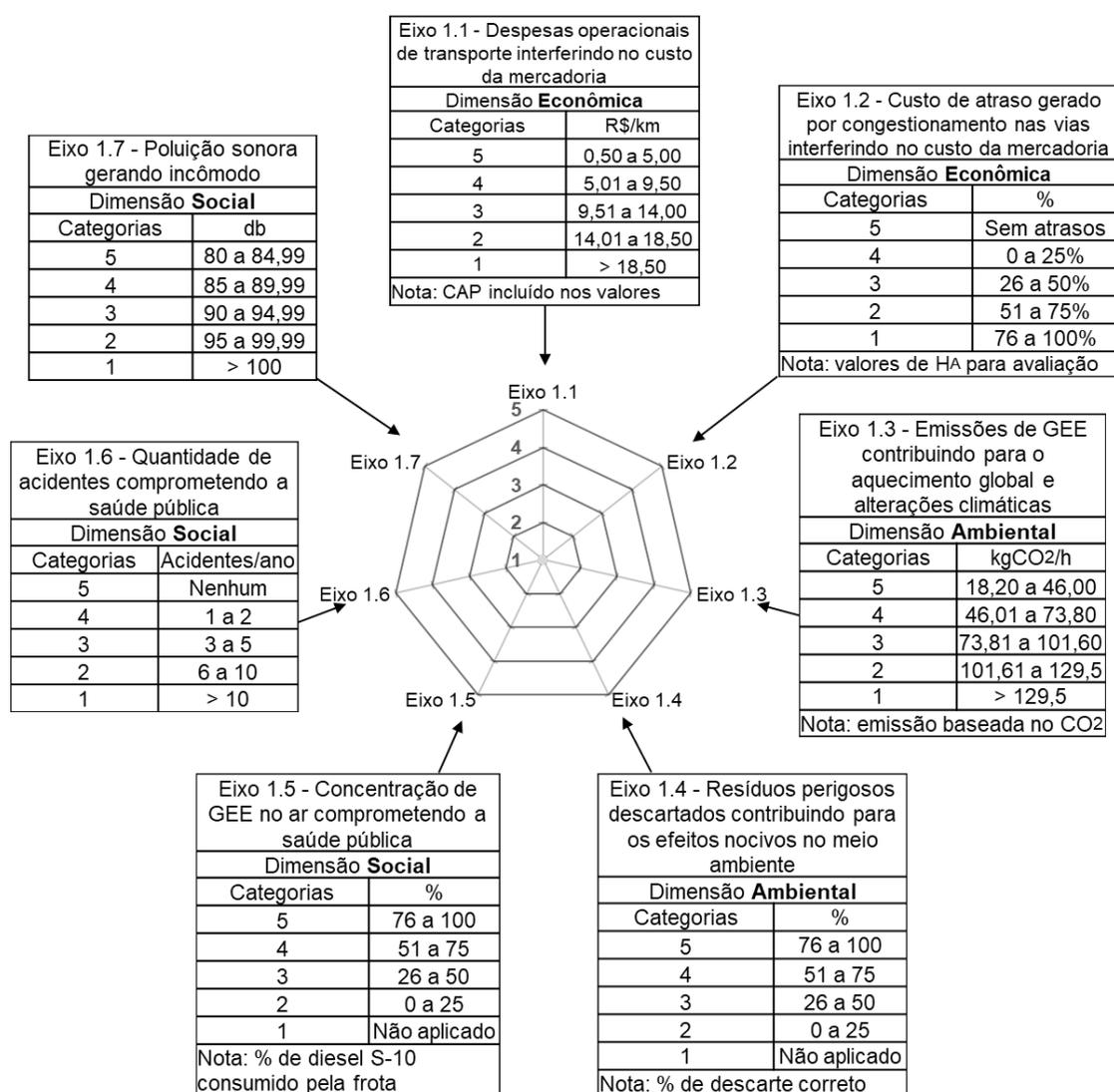


FIGURA 16 – GRÁFICO DE RADAR PARA A ATIVIDADE DE TRANSPORTE DE MERCADORIAS

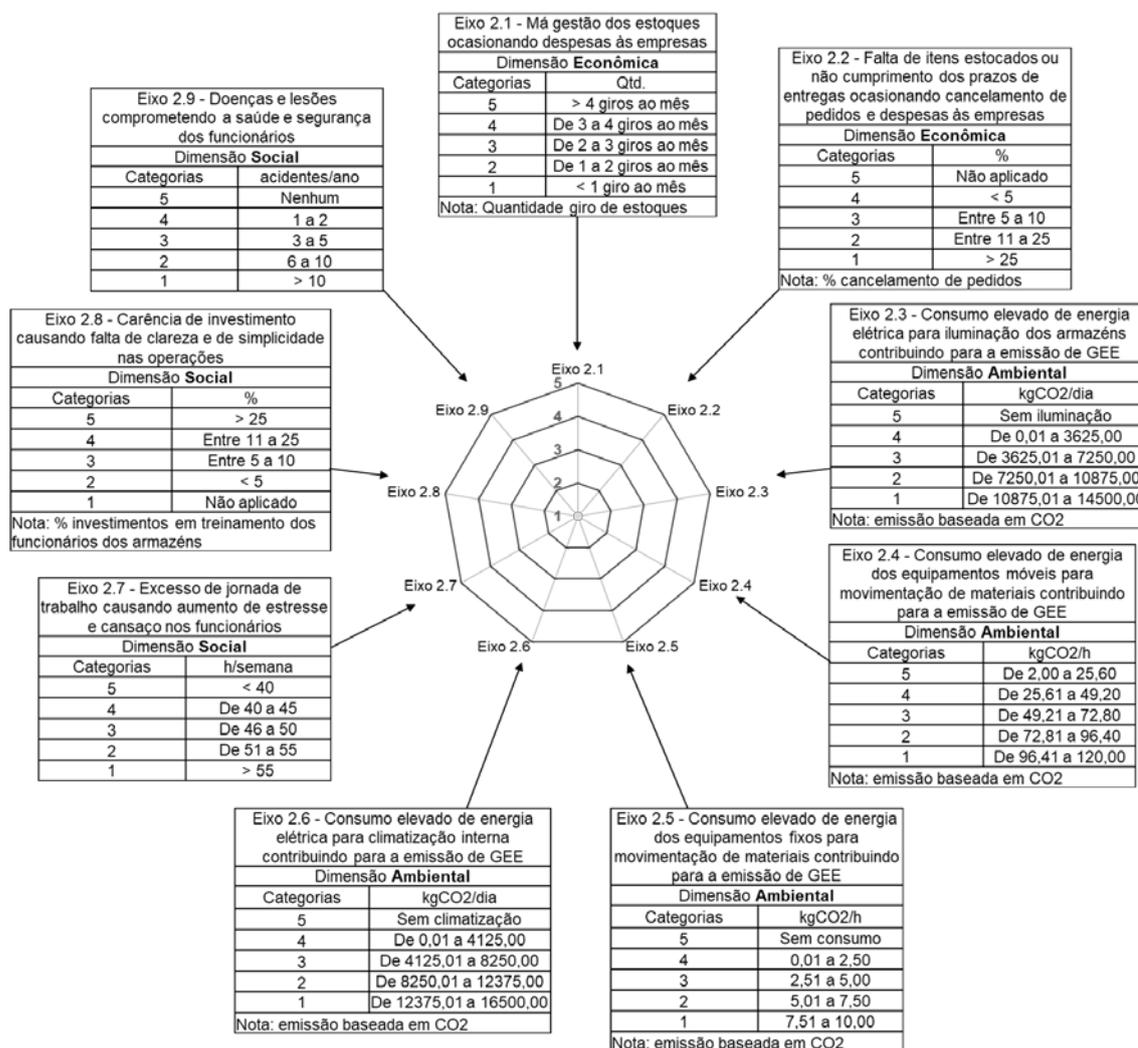


FIGURA 17 – GRÁFICO DE RADAR PARA A ATIVIDADE DE ARMAZENAGEM

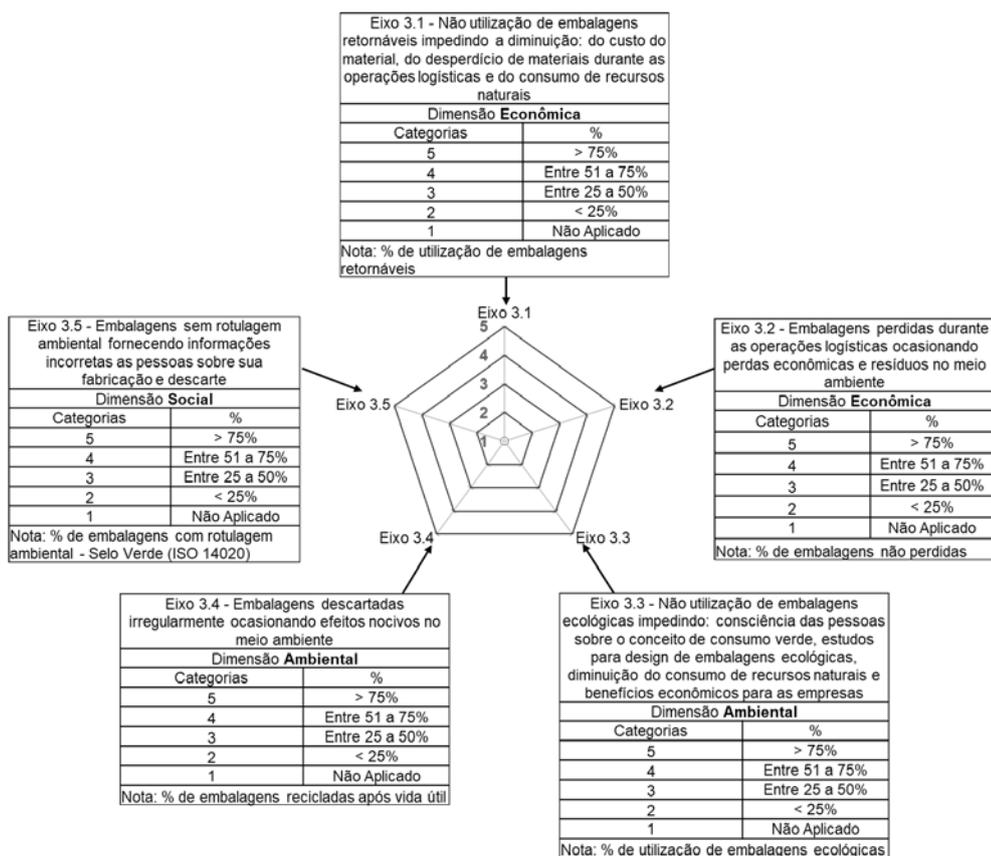


FIGURA 18 – GRÁFICO DE RADAR PARA A ATIVIDADE DE EMBALAGEM

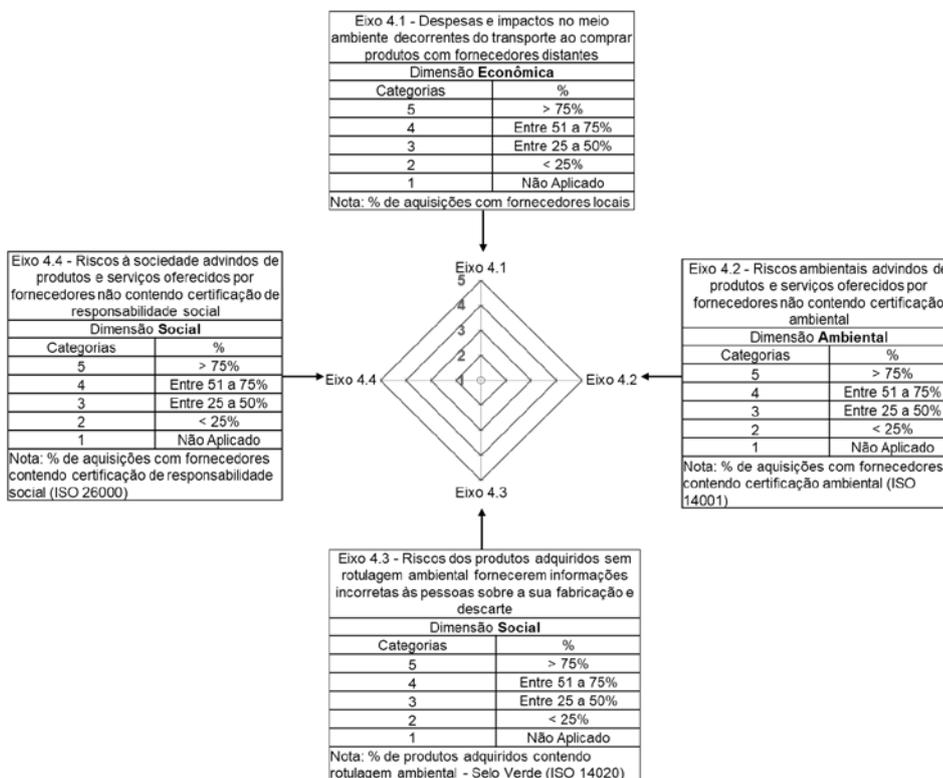


FIGURA 19 – GRÁFICO DE RADAR PARA A ATIVIDADE DE AQUISIÇÃO

➤ Passo 2.7 – Organização e planejamento da aplicação do método

O instrumento de coleta de dados do método para avaliação deve ser aplicado por meio de um *website* e com o uso do *e-mail*, uma vez que ambos os meios de aplicação são conhecidos por possuírem alcance global, baixo custo de aplicação, rapidez, flexibilidade, facilidade de coleta e tabulação dos dados, simples obtenção de grandes amostras, preenchimento obrigatório de perguntas e capacidade de atingir populações específicas. No entanto, ao escolher esse método para coleta de dados, é necessário estar atento às desvantagens, como a baixa taxa de resposta, falta de conhecimento dos respondentes e depender de recursos tecnológicos (GONÇALVES, 2009).

A aplicação do método para avaliação deve iniciar-se com a seleção de uma pessoa de cada empresa que possa agir como facilitador na seleção dos responsáveis pelo gerenciamento das atividades logísticas. Pode ser que em uma determinada empresa poucas pessoas precisem ser selecionadas para responder às questões. Em outras, é necessário selecionar os responsáveis por cada atividade logística incluída no método ou, até mesmo, mais de uma pessoa.

A título de orientação, o Quadro 14 apresenta os respondentes por atividade logística que devem responder o questionário, bem como o conjunto de questões (seções) que eles deverão responder.

Após essa etapa, realizou-se um contato telefônico para obter maiores informações sobre os responsáveis selecionados, esclarecer o propósito da pesquisa e solicitar a participação. Em seguida, foi enviado o questionário via e-mail aos responsáveis, bem como o *link* para direcionar à página da *Web* onde o questionário também estava disponível.

Após a obtenção dos dados necessários, estes devem ser analisados para a identificação de eventuais inconsistências, depurados e, a partir daí, deve-se iniciar o processo de avaliação.

QUADRO 14 – POSSÍVEIS RESPONDENTES DO QUESTIONÁRIO

Atividades Logísticas	Seções do Questionário	Respondentes
Transporte de Mercadorias	Seção 1, Seção 2, Seção 3	Coordenador de Frota, Coordenador de Transporte, Coordenador de Logística, Supervisor de Frota, Supervisor de Transporte, Supervisor de Logística, Gerente de Frota, Gerente de Transporte, Gerente de Logística
Armazenagem, Gestão de Estoques, Manuseio de Materiais	Seção 1, Seção 4, Seção 5	Coordenador de Estoque, Coordenador de Operações, Coordenador de Produção, Coordenador de Logística, Supervisor de Estoque, Supervisor de Operações, Supervisor de Produção, Supervisor de Logística, Gerente de Operações, Gerente de Produção, Gerente de Logística
Embalagem	Seção 1, Seção 6, Seção 7	Coordenador de Compras, Coordenador de Produção, Coordenador de PCP, Coordenador de Logística, Supervisor de Compras, Supervisor de Produção, Supervisor de PCP, Supervisor de Logística, Gerente de Compras, Gerente de Produção, Gerente de PCP, Gerente de Logística
Aquisição	Seção 1, Seção 8, Seção 9	Coordenador de Compras, Coordenador de Logística, Supervisor de Compras, Supervisor de Logística, Gerente de Compras, Gerente de Logística

Em função dessas informações, a empresa pode definir um plano de ações que possa conduzi-la a reduzir os impactos das atividades logísticas na sustentabilidade.

Neste ponto, conclui-se a Etapa 2 do trabalho referente à construção do método para avaliação, dando início a Etapa 3.

3.1.3 ETAPA 3 – AJUSTE DO MÉTODO

Após o desenvolvimento do método para avaliação, o questionário contido no método foi apresentado aos profissionais da academia e da indústria no intuito de avaliar todos os aspectos do método de abordagem, como: forma de aplicação, apresentação, dificuldades, sugestões e pontos fracos.

As sugestões e alterações propostas pelos profissionais foram estudadas, analisadas e, quando procedentes, incorporadas, até se obter um formato que

atendesse ambas as perspectivas. Foi, então, agregado à metodologia construída, resultando no método ajustado para avaliação.

➤ **Passo 3.1 – Discussão com profissionais da academia**

Na área acadêmica, o questionário foi apresentado e avaliado por 1 especialista em Logística Industrial, resultando nas seguintes sugestões: reestruturação de algumas perguntas para adquirir as variáveis para cálculo dos impactos da atividade logística na sustentabilidade; inserção de questões de múltipla escolha para incluir mais opções de respostas aos respondentes; troca de termos visando uma interpretação mais clara para os respondentes; e a criação das seções de verificação do grau de importância dos impactos das atividades logísticas pelos respondentes.

➤ **Passo 3.2 – Discussão com profissionais da indústria**

Na área industrial, o questionário foi apresentado e avaliado por 1 Supervisor de Transporte de uma indústria do setor sucroenergético, 1 Gerente de Logística de uma indústria de autopeças e 1 Gerente de Engenharia & Operações de uma fabricante de máquinas, motores e veículos pesados. As sugestões feitas foram: a inclusão de informações sobre a caracterização da frota de veículos e dos armazéns analisados e a inclusão de mais opções de respostas em algumas perguntas.

➤ **Passo 3.3 – Análise e incorporação das sugestões**

Após as interações com os profissionais da academia e indústria, foi realizada a avaliação das sugestões entre autor e orientador. As sugestões foram estudadas, analisadas e, quando procedentes, incorporadas, gerando pequenas modificações na versão inicial.

3.1.4 ETAPA 4 – APLICAÇÃO DO MÉTODO AJUSTADO

A última etapa do desenvolvimento da pesquisa baseia-se na aplicação do método ajustado nas empresas e na assimilação do conhecimento adquirido a partir dessas aplicações, resultando, desta forma, no Método para Avaliação dos

Impactos das Atividades Logísticas na Sustentabilidade. Trata-se, portanto, das aplicações de ilustração do método ajustado.

O desenvolvimento desta etapa do trabalho apoia-se em dois passos: pesquisa de campo e análise dos resultados obtidos.

➤ **Passo 4.1 – Pesquisa de campo**

Primeiramente, o método ajustado foi aplicado nas empresas por meio da pesquisa de campo para coleta dos dados. Procurou-se aplicar o método em empresas que adotam práticas sustentáveis em suas atividades logísticas.

A amostragem desta pesquisa é classificada como não probabilística, pois o seu intuito é testar a aplicabilidade do método ajustado em alguns elementos da população (empresas selecionadas) e os resultados não podem ser generalizados (AAKER *et al.*, 1995). Em relação aos tipos de amostragem não probabilística, este trabalho utiliza uma amostra intencional baseada no julgamento do pesquisador, pois o método ajustado será testado em algumas empresas (pequeno número de unidades na amostra) que adotam políticas e práticas sustentáveis. A questão localidade ou regionalismo não será um critério na amostra intencional (OLIVEIRA, 2001).

➤ **Passo 4.2 – Análise dos resultados**

Após a pesquisa de campo, os dados coletados foram utilizados para o cálculo dos eixos de impacto estabelecidos na etapa de desenvolvimento do método para avaliação e, posteriormente, os impactos mensurados foram classificados e expressos no gráfico de radar.

Com a análise dos resultados obtidos, procurou-se incorporar melhorias identificadas ao método ajustado, resultando na versão final do Método para Avaliação dos Impactos das Atividades Logísticas na Sustentabilidade.

No Capítulo 4 - Aplicações de Ilustração do Método Ajustado - são fornecidos maiores detalhes sobre a aplicação do método ajustado.

4. APLICAÇÕES DE ILUSTRAÇÃO DO MÉTODO AJUSTADO

Neste capítulo, são apresentados os resultados das aplicações de ilustração do Método Ajustado.

Para tanto, foram selecionadas três empresas que adotam políticas e práticas condizentes com o propósito da sustentabilidade, denominadas de A, B e C. As empresas A e B são multinacionais e a empresa C é nacional. Todas divulgam, anualmente, um relatório de sustentabilidade em que constam os resultados de suas práticas sustentáveis.

4.1. PERFIL DAS EMPRESAS

➤ Empresa A

Empresa multinacional produtora e montadora de equipamentos de construção e mineração, motores a diesel e a gás natural, turbinas industriais a gás e locomotivas diesel-elétricas. A companhia é reconhecida por adotar políticas e práticas envolvendo um equilíbrio entre crescimento econômico, gestão ambiental e responsabilidade social.

➤ Empresa B

Empresa multinacional fornecedora de peças e componentes de reposição para o setor automotivo, reconhecida por desenvolver e fabricar sistemas de filtragem e componentes de suspensão flexíveis, bem como sistemas de ar e refrigeração. A companhia se destaca pelos avanços realizados em seus negócios no sentido de integrar a sustentabilidade aos processos corporativos e visa, por meio do relatório de sustentabilidade, mostrar tais avanços aos seus *stakeholders*.

➤ Empresa C

Fundada por meio de um *joint venture* entre duas grandes companhias do setor petrolífero e de energia, a empresa nacional se destaca como uma das maiores em produção, distribuição e exportação de açúcar, álcool e bioenergia do mundo. Após participar da 21ª Conferência do Clima (COP 21) em Paris, a companhia vem adotando práticas adequadas em suas operações para mitigar os impactos na sustentabilidade.

4.2. ORGANIZAÇÃO, PLANEJAMENTO E DURAÇÃO DAS APLICAÇÕES DE ILUSTRAÇÃO

Após a seleção das empresas que participariam das aplicações de ilustração, foi selecionada uma pessoa de cada empresa que pudesse agir como facilitador na seleção dos responsáveis pelo gerenciamento das atividades logísticas. Em seguida, foi feito um contato telefônico com os responsáveis selecionados para solicitar a participação e esclarecer o propósito da pesquisa. Após esse contato, foi enviado o questionário via e-mail, bem como o *link* para direcionar à página da *Web* onde o questionário também estava disponível. Para a criação e o preenchimento do questionário, utilizou-se a plataforma *google forms*.

Ao clicar no *link*, a página exibia a carta de apresentação da pesquisa (Apêndice A), a importância de avaliar os impactos das atividades logísticas na sustentabilidade, o objetivo da pesquisa e a garantia do sigilo das informações fornecidas.

A coleta de dados ocorreu no período de 8 meses, compreendendo os meses de setembro de 2017 e abril de 2018. Após o envio do e-mail, foi realizado um acompanhamento quinzenal da quantidade de respostas enviadas. O Quadro 15 mostra o número de respondentes por empresa selecionada.

QUADRO 15 – NÚMERO DE RESPONDENTES POR EMPRESA SELECIONADA

Empresa	Atividades Logísticas				Nº Respondentes
	Transporte de Mercadorias	Armazenagem	Embalagens	Aquisição	
A	• Coordenador de Transporte	• Supervisor de Logística	• Supervisor do Sistema Integrado de Gestão	• Supervisor de Planej. de Materiais	4
B	• Gerente de Logística				1
C	• Coordenador de Transporte Agrícola; • Supervisor de Logística Agrícola; • Coordenador de Transporte Rodoviário; • Supervisor de Contratação de Transporte Rodoviário	• Coordenador de Logística Interna	• Coordenador de Logística	• Coordenador de Suprimentos	7

Com as respostas do questionário, os dados eram salvos em planilha do *software* Microsoft Excel 2016, posteriormente utilizado para gerar os gráficos de radar e realizar a análise dos dados coletados.

4.3. RESULTADOS

Os respondentes se mostraram bastante receptivos em relação à metodologia e demonstraram grande interesse a respeito dos resultados obtidos, principalmente porque o método desenvolvido auxilia as empresas a identificarem os impactos com maior intensidade na sustentabilidade e, conseqüentemente, permitir implantações de melhorias para mitigá-los.

Não foram feitas sugestões diretas de alterações por parte dos respondentes. No entanto, a partir da experiência da aplicação, foi identificada a necessidade da incorporação das seguintes melhorias:

- Fazer uma rápida apresentação sobre o conceito de Logística Sustentável;
- Considerar o consumo do óleo diesel S-10 utilizado pela frota como forma de avaliar o risco à saúde pública decorrente dos GEE emitidos pelos veículos durante o transporte de mercadorias.

4.3.1. EMPRESA A

As Figuras 20 a 23 apresentam os gráficos de radar referentes às atividades logísticas avaliadas na unidade de produção da empresa A localizada no Brasil.

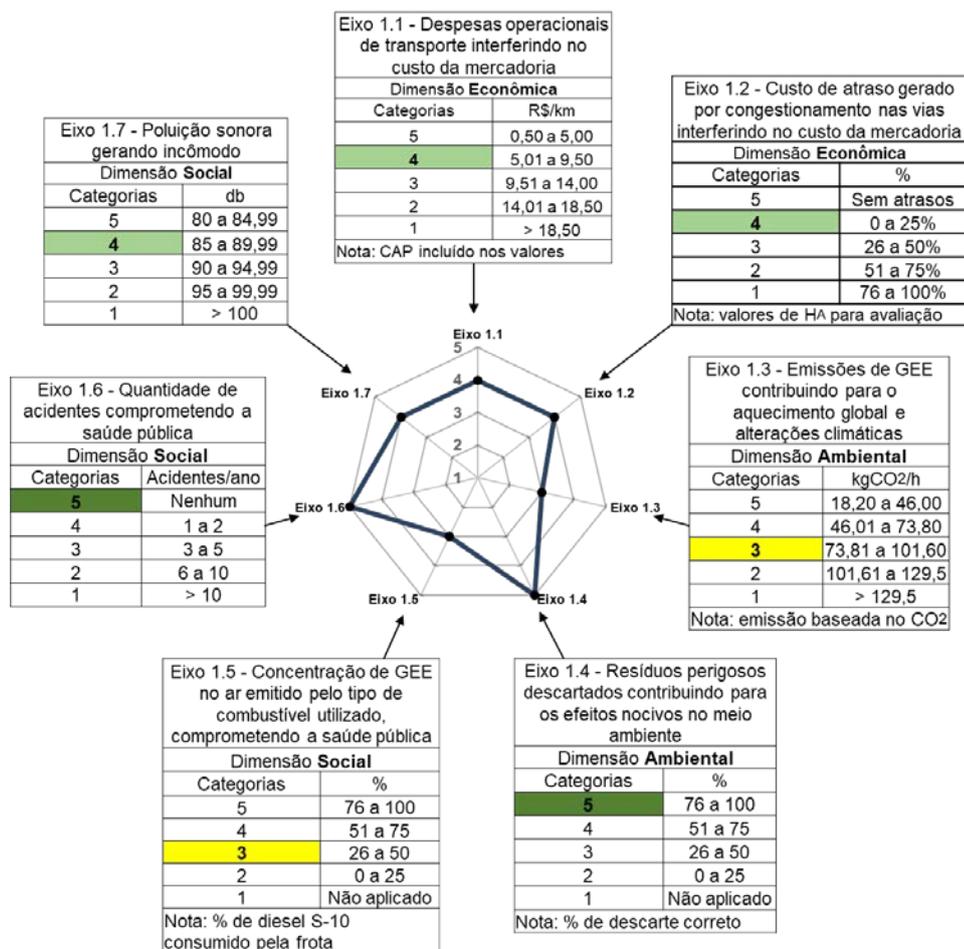


FIGURA 20 – IMPACTOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS DA EMPRESA A

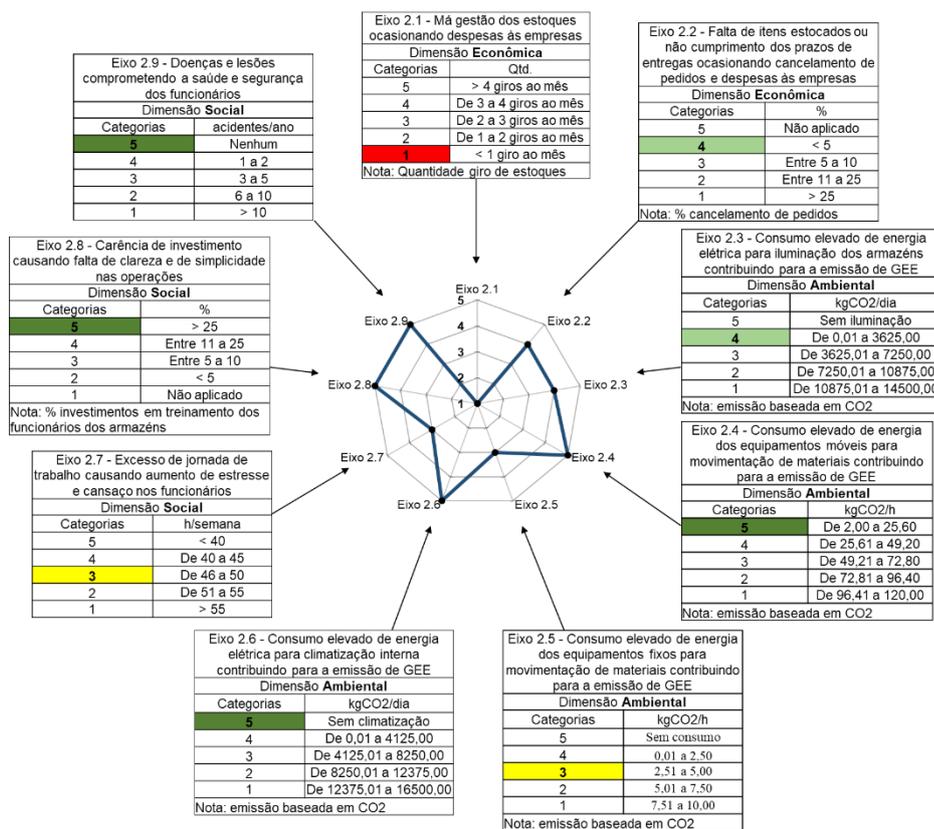


FIGURA 21 – IMPACTOS DA ARMAZENAGEM DA EMPRESA A

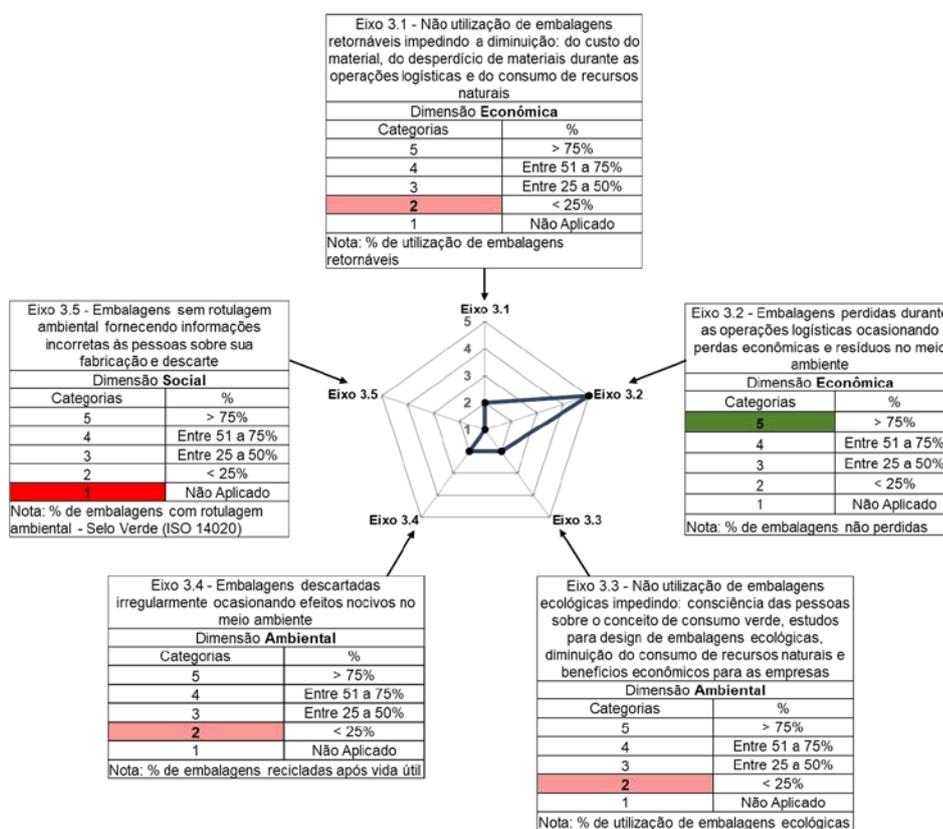


FIGURA 22 – IMPACTOS DA EMBALAGEM DA EMPRESA A

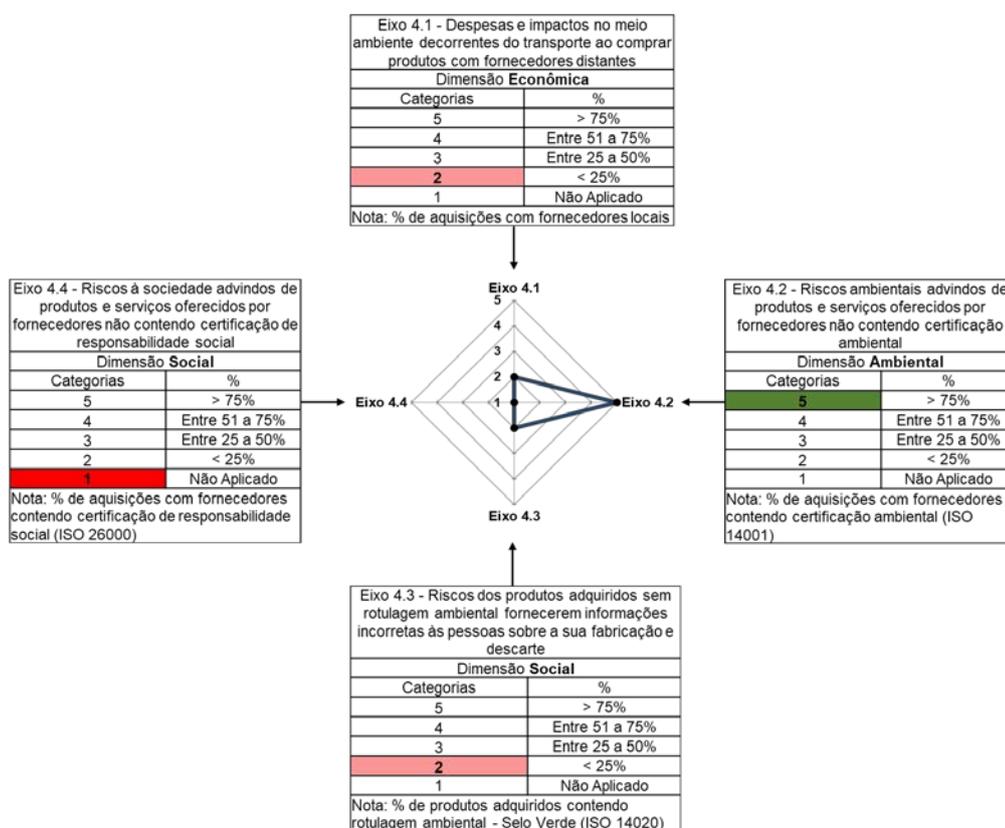


FIGURA 23 – IMPACTOS DA AQUISIÇÃO DA EMPRESA A

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 20 – Impactos do Transporte de Mercadorias, observa-se que a empresa se encontra na Categoria 5 de impacto relativo aos resíduos descartados e acidentes ocorridos durante o transporte. Consta baixo impacto, Categoria 4, referente às despesas operacionais de transporte, ao custo de atraso decorrente dos congestionamentos nas vias e à poluição sonora gerada pelos veículos. Por outro lado, os poluentes emitidos pela frota registram média intensidade de impacto no meio ambiente e na sociedade, estes classificados como Categoria 3.

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 21 – Impactos da Armazenagem, a empresa possui baixo giro de estoque ao mês e, conseqüentemente, pode apresentar custos adicionais para manter os itens estocados nos armazéns e custo por obsolescência dos mesmos. O consumo de eletricidade pelos equipamentos fixos e a jornada de trabalho dos funcionários nos armazéns registram média intensidade de impacto na sustentabilidade. Os

demais impactos avaliados são classificados como Categoria 4 e 5, apresentando baixo impacto econômico, ambiental e social.

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 22 - Impactos da Embalagem, a empresa registra baixo percentual de embalagens perdidas durante as operações logísticas, representando muito baixo impacto na sustentabilidade. No entanto, a empresa não se preocupa com a reciclagem das embalagens utilizadas após vida útil, além de não explorar o uso de embalagens retornáveis, ecológicas e as que possuem Selo Verde. Por essas questões, grande parte dos impactos da atividade embalagem são classificados como Categoria 1 e 2.

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 23 - Impactos da Aquisição, a empresa procura realizar aquisições com fornecedores que possuem certificação ambiental, evitando adquirir produtos e serviços que geram impactos expressivos no meio ambiente. Por outro lado, a empresa realiza aquisições com fornecedores distantes das suas unidades de produção, não considera se os fornecedores apresentam certificado de reponsabilidade social e se os produtos adquiridos possuem Selo Verde.

A seguir, faz-se uma análise descritiva dos impactos avaliados, estes representados nos gráficos de radar. As características das atividades logísticas da empresa também são apresentadas.

Para o transporte de mercadorias, o modal rodoviário é considerado o principal meio utilizado pela empresa A. A frota utilizada é totalmente contratada de terceiros, composta por:

- 182 caminhões semipesados (capacidade de carga entre 7,5 e 10 ton.);
- 195 caminhões pesados (capacidade de carga entre 10 e 20 ton.);
- 305 caminhões com carretas 2 eixos (capacidade de carga entre 20 e 25 ton.);
- 502 caminhões com carretas 3 eixos (capacidade de carga entre 25 e 30 ton.);
- 105 bitrens (capacidade de carga entre 30 e 40 ton.).

No que diz respeito à avaliação dos impactos da atividade de transporte na dimensão econômica, a empresa A disponibilizou a despesa total gerada por veículo, não fornecendo as variáveis para cálculo do impacto. As informações foram inseridas no método ajustado e constatou-se que a despesa operacional por veículo é de R\$ 7,18 por quilômetro rodado, representando baixo impacto na sustentabilidade (Eixo 1.1). Este resultado é condizente com valores encontrados no mercado. O custo de atraso causado por congestionamentos nas vias também representa baixo impacto na sustentabilidade, interferindo em até 25% no valor das despesas operacionais de transporte (Eixo 1.2). De acordo com Cintra (2014), o congestionamento nas vias urbanas brasileiras aumenta por volta de 25% a despesa do transporte de carga, interferência essa correspondente com o resultado obtido na empresa A.

Em relação aos impactos ambientais do transporte de mercadorias, os veículos que compõem a frota emitem em média 80kg de CO₂ por hora, representando médio impacto na sustentabilidade (Eixo 1.3), valor este 35% abaixo dos dados encontrados na literatura, como no estudo de Kirschstein e Meisel (2015) que, ao testarem seu modelo considerando um caminhão totalmente carregado (com carga útil de 26 toneladas), este utilizando diesel e variando a velocidade de transporte entre 20 e 80 km/h, constataram emissão média de 120kg de CO₂e por hora. Os resíduos descartados nas operações de transporte registram muito baixo impacto no meio ambiente (Eixo 1.4), pois a empresa procura reaproveitar 85% desses resíduos ou os descarta corretamente.

Em relação aos impactos sociais do transporte de mercadorias, ao avaliar o uso do diesel S-10 utilizado pela frota, combustível este reconhecido por emitir menores concentrações de GEE em comparação aos outros tipos de diesel, verificou-se que 50% dos veículos são abastecidos com diesel S-10, representando médio impacto na sustentabilidade (Eixo 1.5). Não foram encontradas outras referências na literatura e no mercado que possibilitassem a comparação da utilização do diesel S-10 com outras frotas de veículos. Dos acidentes contendo vítimas com lesões corporais ou vítimas fatais durante o transporte de mercadorias, a empresa não registrou acidentes nos últimos 5

anos, impacto esse classificado como Categoria 5 (Eixo 1.6). Não foram encontrados na literatura dados de outras empresas em relação à quantidade de acidentes anuais ocasionados no transporte de mercadorias para comparação com o impacto avaliado. Quanto aos documentos que continham informações sobre os testes de ruído dos modelos de caminhões utilizados pela empresa, obteve-se intensidade sonora média de 88,5 decibéis para os motores operando em 75% de sua potência, valor esse classificado como baixa intensidade de impacto (Eixo 1.7). Este resultado é condizente com informações contidas em manuais técnicos disponíveis na literatura, em que a intensidade média de ruído emitida pelos caminhões movidos a diesel varia de 80 a 110 decibéis.

Para a atividade de armazenagem, a empresa possui 1 armazém grande (área construída entre 35.000 e 50.000 m²), este operando 20 horas diariamente (6 dias por semana). No que diz respeito aos impactos da atividade na sustentabilidade, a empresa se encontra na Categoria 5 de impacto referente à baixa emissão de poluentes por equipamento móvel, estes emitindo 18,5kg de CO₂ por hora (Eixo 2.4), resultante do uso de empilhadeiras elétricas que possuem a menor taxa de emissão de CO₂ comparado aos outros tipos de empilhadeiras; à não utilização de sistemas de climatização nos armazéns (Eixo 2.6); ao alto percentual de investimentos em treinamentos dos funcionários (Eixo 2.8) e ao não registro de acidentes nos armazéns (Eixo 2.9). A empresa se encontra na Categoria 4 de impacto referente ao baixo percentual de cancelamento de pedidos (Eixo 2.2) e de emissão de poluentes durante a iluminação dos armazéns (Eixo 2.3). A empresa se encontra na Categoria 3 de impacto referente às emissões de poluentes por equipamento fixo, estes emitindo 4,5kg de CO₂ por hora (Eixo 2.5) e à jornada de trabalho dos funcionários (Eixo 2.7). Por fim, a empresa se encontra na Categoria 1 de impacto referente ao baixo giro de estoque mensal, impacto crítico reconhecido pela empresa.

Para a atividade de embalagem, a empresa utiliza durante as operações logísticas: embalagens de madeira (48% das embalagens utilizadas); embalagens de metal (34%); embalagens de celulose (15%) e embalagens

plásticas (3%). No que diz respeito aos impactos da atividade na sustentabilidade, observa-se que a empresa falha em incluir os conceitos de sustentabilidade na atividade de embalagem, resultando em altos impactos referentes ao baixo percentual de utilização das embalagens retornáveis (Eixo 3.1), das embalagens ecológicas (Eixo 3.3) e das embalagens contendo Selo Verde (Eixo 3.5), além do baixo percentual de reciclagem das embalagens após vida útil (Eixo 3.4).

Para a atividade de aquisição, mais de 50% das aquisições são realizadas com fornecedores internacionais, 25% com fornecedores nacionais (localizados em um raio maior que 200 quilômetros de distância das unidades de produção) e 25% com fornecedores locais e regionais (localizados em um raio de 200 quilômetros das unidades de produção). No que diz respeito aos impactos da atividade na sustentabilidade, observa-se alto impacto decorrente do baixo percentual de aquisição com fornecedores locais (Eixo 4.1), além de constatar baixo percentual ou não realização de aquisições com fornecedores que apresentam certificação ambiental e/ou social, impactos esses classificados como Categoria 1 (Eixo 4.4) e Categoria 2 (Eixo 4.3).

Os impactos avaliados para as atividades de armazenagem, embalagem e aquisição não foram comparados com outras referências pelo fato de não se encontrar na literatura e no mercado dados que possibilitem essa comparação.

➤ **Síntese dos impactos avaliados da empresa A**

A Figura 24 mostra os resultados dos impactos econômicos ocasionados pelas atividades logísticas da empresa A. Entre os impactos avaliados, observa-se que três apresentam alta intensidade na dimensão econômica: má gestão dos estoques ocasionando despesas às empresas (Eixo 2.1), não utilização de embalagens retornáveis impedindo a diminuição do custo do material, do desperdício de materiais durante as operações logísticas e do consumo de recursos naturais (Eixo 3.1) e despesas e impactos no meio ambiente decorrentes do transporte ao comprar produtos com fornecedores distantes (Eixo 4.1).

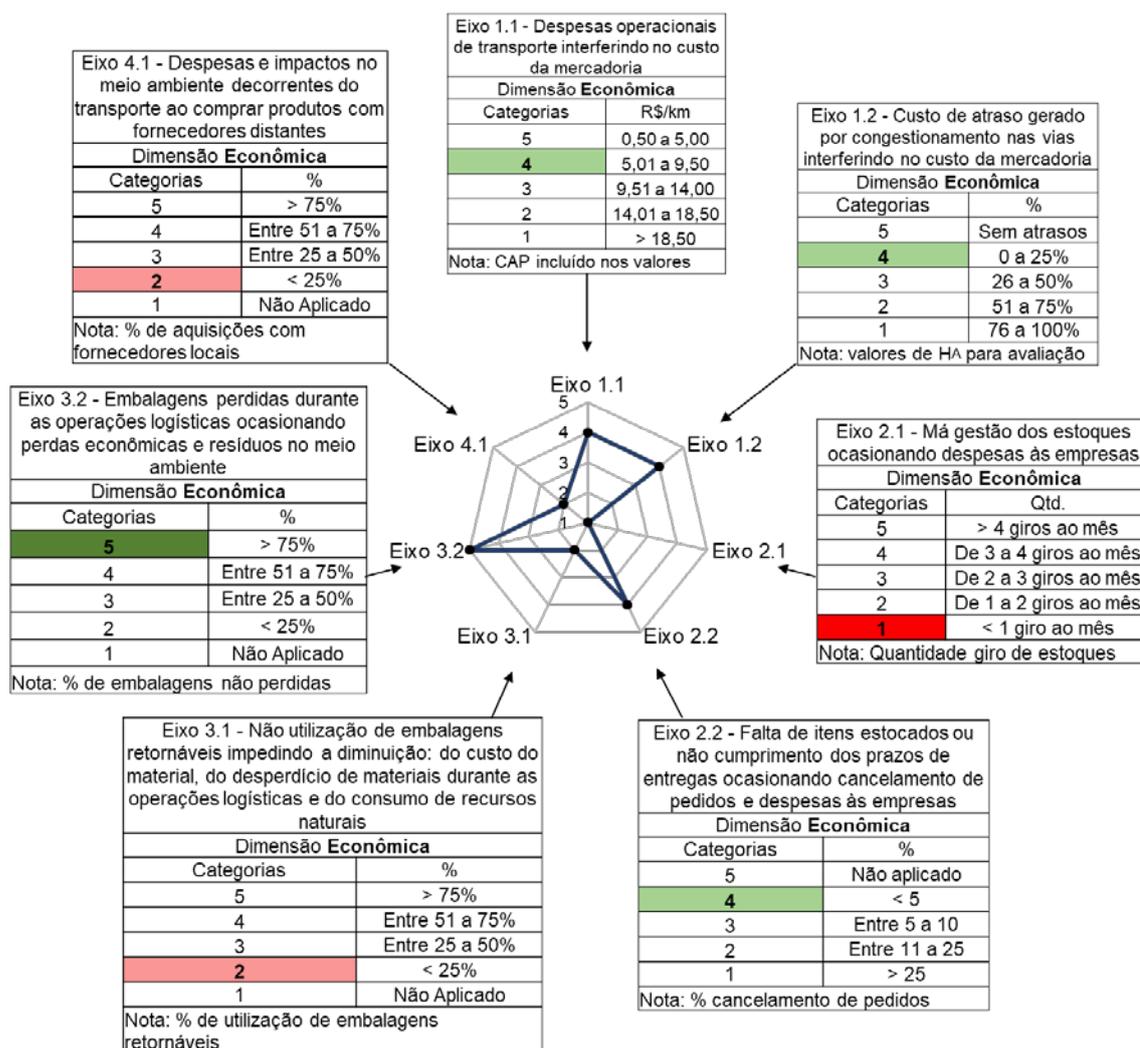


FIGURA 24 – IMPACTOS ECONÔMICOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA A

A Figura 25 mostra os resultados dos impactos ambientais ocasionados pelas atividades logísticas da empresa A. Entre os impactos avaliados, observa-se que dois apresentam alta intensidade na dimensão ambiental: não utilização de embalagens ecológicas impedindo a conscientização das pessoas sobre o conceito de consumo verde; estudos para design de embalagens ecológicas; diminuição do consumo de recursos naturais e os benefícios econômicos para as empresas (Eixo 3.3) e embalagens descartadas irregularmente ocasionando efeitos nocivos no meio ambiente (Eixo 3.4).

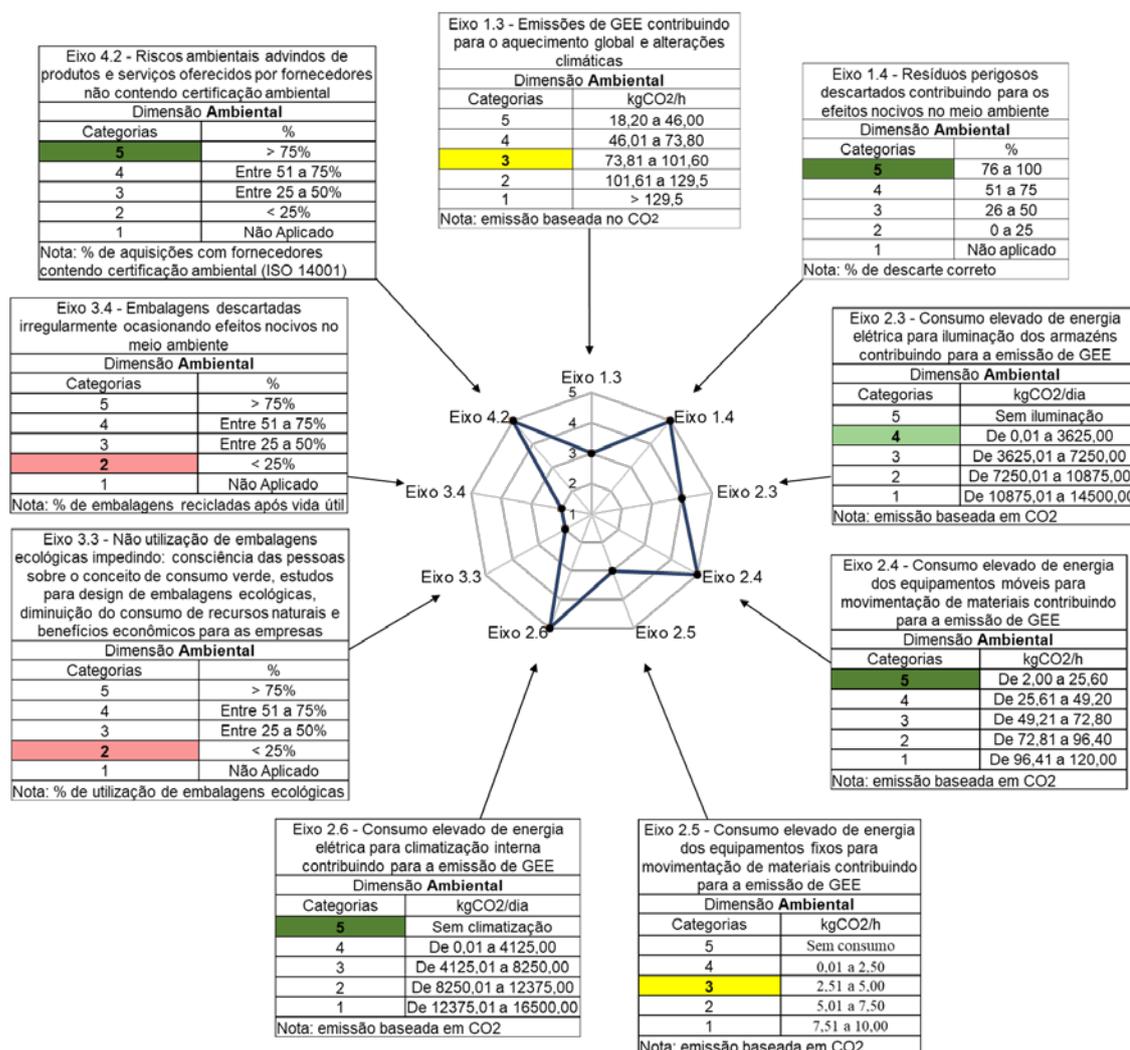


FIGURA 25 – IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA A

A Figura 26 mostra os resultados dos impactos sociais ocasionados pelas atividades logísticas da empresa A. Entre os impactos avaliados, observa-se que três apresentam alta intensidade na dimensão social: embalagens sem rotulagem ambiental fornecendo informações incorretas às pessoas sobre sua fabricação e descarte (Eixo 3.5), riscos dos produtos adquiridos sem rotulagem ambiental fornecerem informações incorretas às pessoas sobre a sua fabricação e descarte (Eixo 4.3) e riscos à sociedade advindos de produtos e serviços oferecidos por fornecedores não contendo certificação de responsabilidade social (Eixo 4.4).

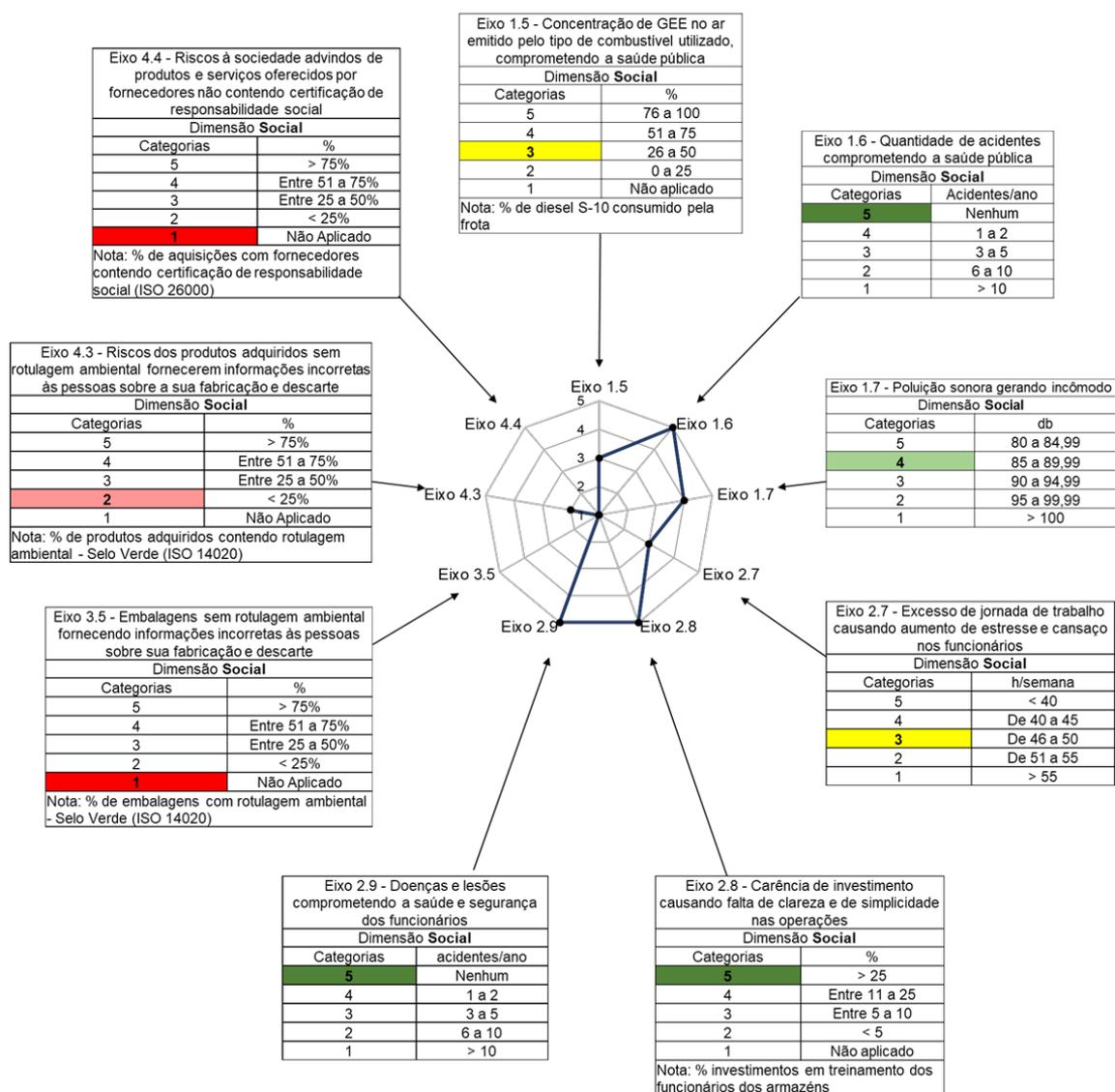


FIGURA 26 – IMPACTOS SOCIAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA A

A Figura 27 apresenta os resultados dos impactos avaliados da empresa A nas três dimensões da sustentabilidade. Observa-se que as atividades logísticas da empresa apresentam intensidade de impacto igual a 3,14 na dimensão econômica, o que significa que a maioria dos impactos econômicos da empresa possuem entre baixa e média intensidade na sustentabilidade. Na dimensão ambiental e social, a intensidade de impacto é igual a 3,67 e 3,22, respectivamente, o que indica que a maioria dos impactos avaliados também possuem entre baixa e média intensidade na sustentabilidade.

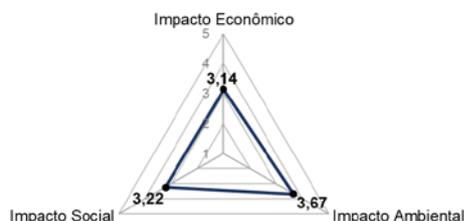


FIGURA 27 – IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA A NAS TRÊS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

Os resultados mostram que a empresa precisa reavaliar os impactos envolvidos e decidir quais ações devem ser tomadas para mitigar os impactos com maior intensidade na sustentabilidade.

4.3.2. EMPRESA B

As Figuras 28 a 31 apresentam os gráficos de radar referentes às atividades logísticas avaliadas na unidade de produção da empresa B localizada no Brasil.

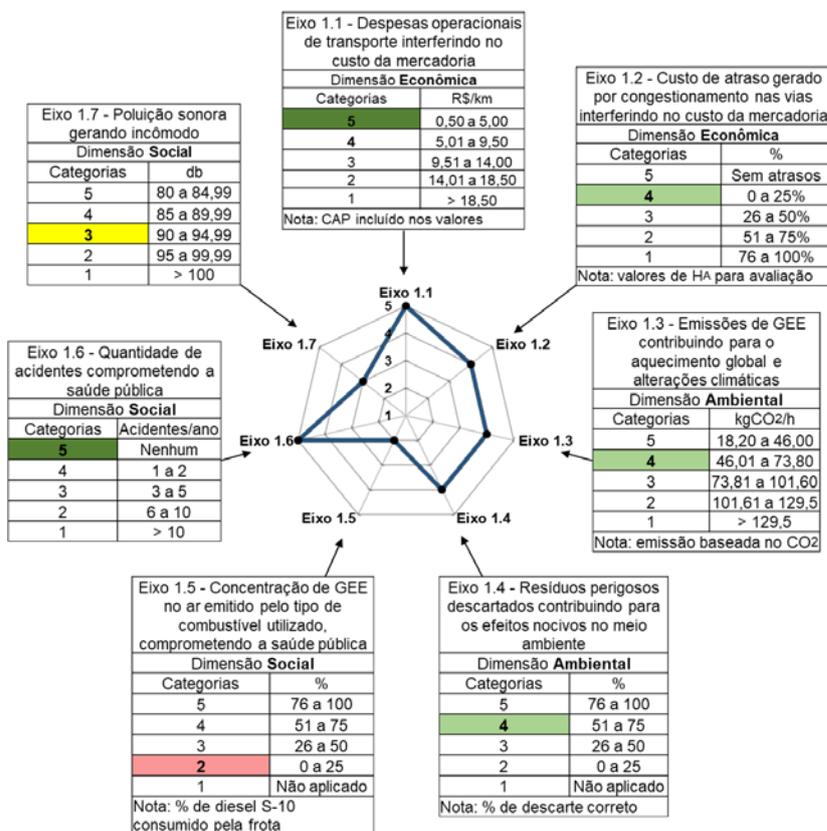


FIGURA 28 – IMPACTOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS DA EMPRESA B

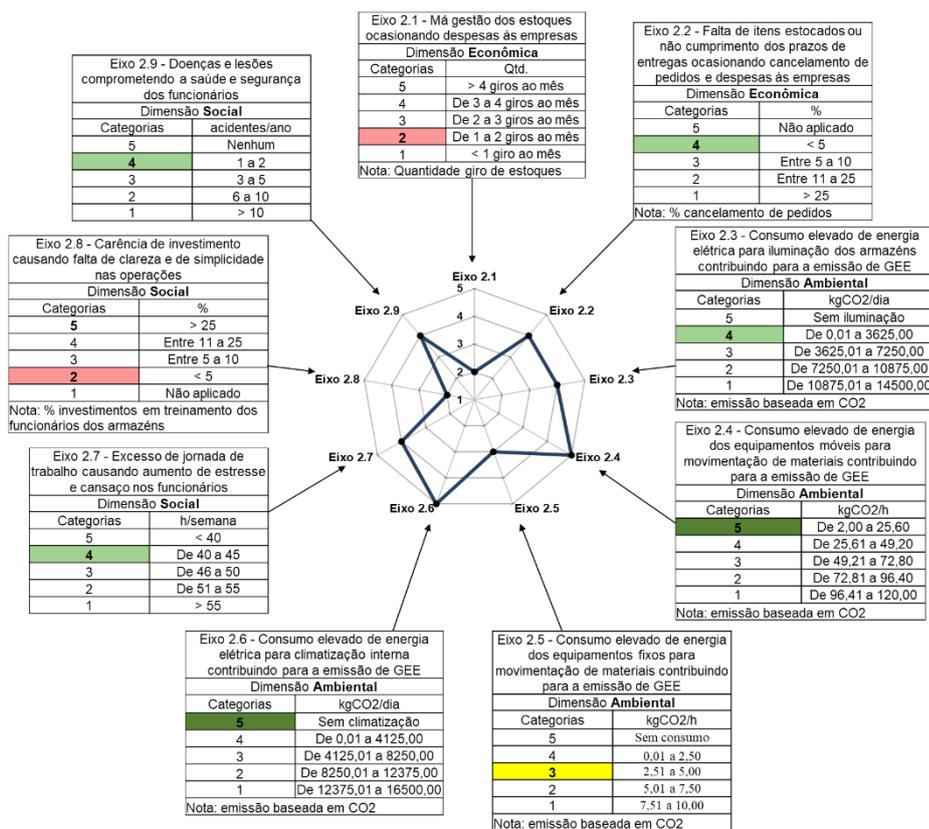


FIGURA 29 – IMPACTOS DA ARMAZENAGEM DA EMPRESA B

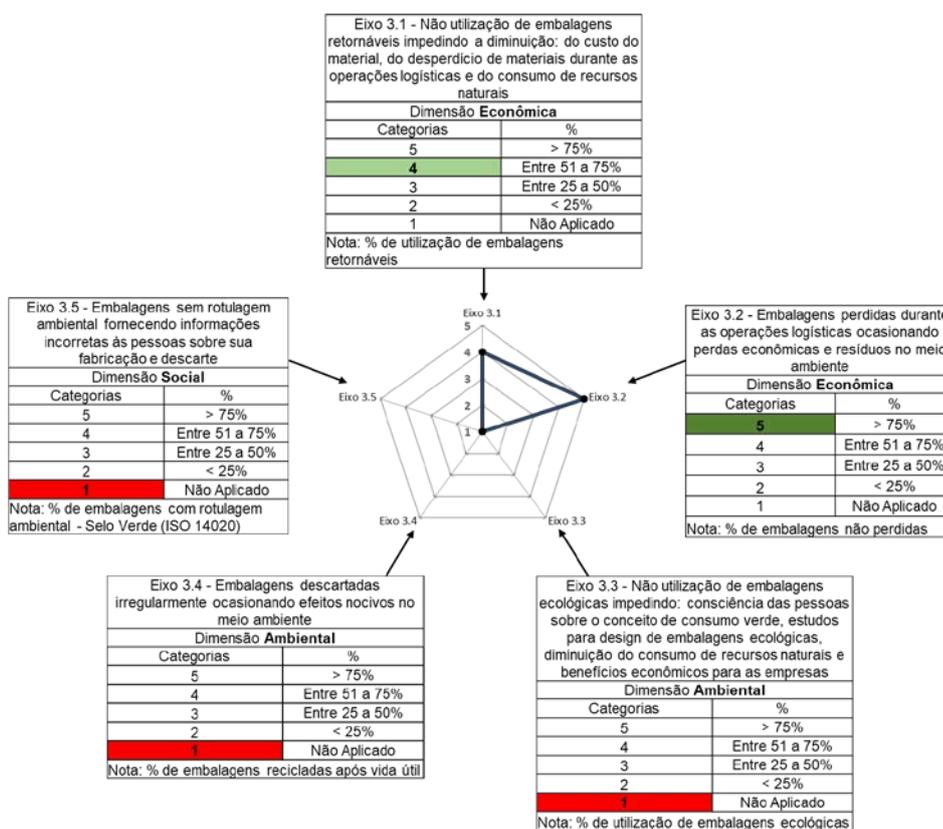


FIGURA 30 – IMPACTOS DA EMBALAGEM DA EMPRESA B

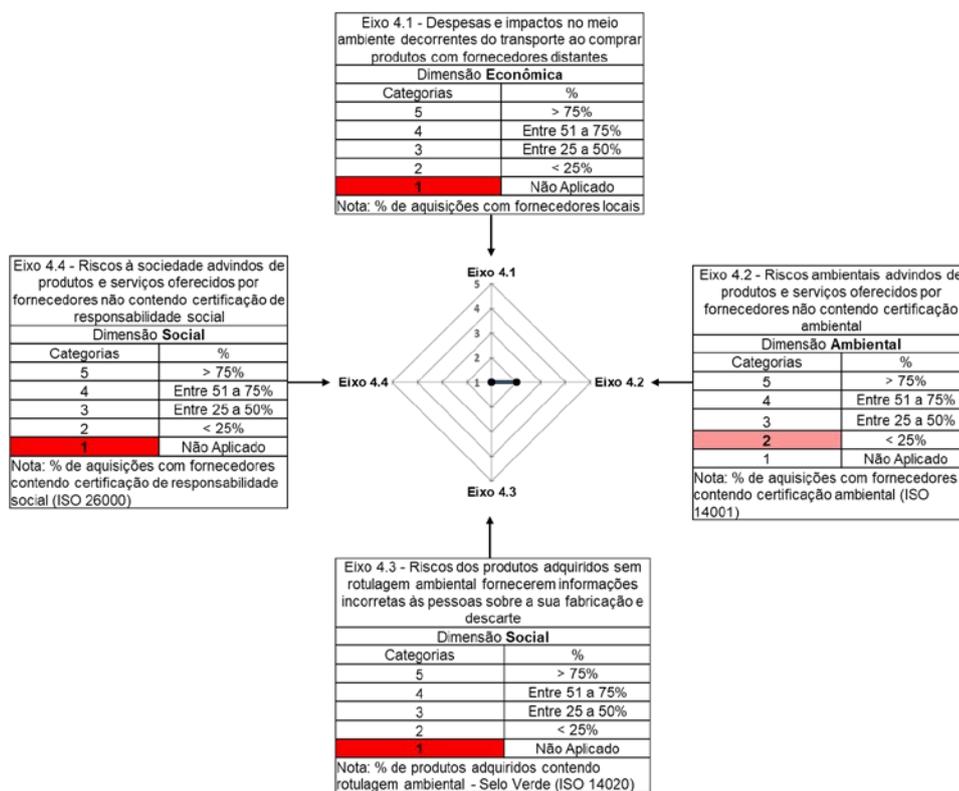


FIGURA 31 – IMPACTOS DA AQUISIÇÃO DA EMPRESA B

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 28 – Impactos do Transporte de Mercadorias, observa-se que a empresa se encontra na Categoria 5 de impacto relativo à baixa interferência das despesas operacionais de transporte no custo das mercadorias e pelo não registro de acidentes nos últimos cinco anos durante as operações de transporte. Por outro lado, o baixo percentual de utilização do diesel S-10 e a alta intensidade sonora gerada por veículo causam impactos significantes na sustentabilidade.

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 29 – Impactos da Armazenagem, a empresa possui baixo giro de estoque ao mês e baixo percentual de investimentos em treinamentos dos funcionários, impactos classificados como Categoria 2 na sustentabilidade. O consumo de eletricidade pelos equipamentos fixos causa médio impacto na sustentabilidade. Os demais impactos avaliados foram classificados como Categoria 4 e 5, apresentando baixo impacto econômico, ambiental e social.

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 30 - Impactos da Embalagem, a empresa procura utilizar embalagens retornáveis e registra baixo percentual de embalagens perdidas durante as operações logísticas, resultados esses condizentes com os objetivos da logística sustentável. No entanto, a atividade também registra altos impactos na sustentabilidade pelo fato da empresa não se preocupar com a reciclagem das embalagens utilizadas após vida útil e não explorar a utilização das embalagens ecológicas e as que possuem Selo Verde.

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 31 - Impactos da Aquisição, ficou evidente que a empresa não se preocupa em inserir os conceitos de sustentabilidade nas operações de aquisição, pelo fato de não adquirir produtos e serviços com fornecedores próximos as suas unidades de produção e com aqueles que apresentam certificado de reponsabilidade social, além de registrar baixo percentual de aquisição com fornecedores que apresentam certificado de responsabilidade ambiental.

A seguir, faz-se uma análise descritiva dos impactos avaliados, estes representados nos gráficos de radar. As características das atividades logísticas da empresa também são apresentadas.

Para o transporte de mercadorias, o modal rodoviário é considerado o principal meio utilizado pela empresa B. A frota utilizada é totalmente contratada de terceiros, composta por:

- 3 caminhões leves (capacidade de carga entre 3,5 e 7,5 ton.);
- 4 caminhões semipesados (capacidade de carga entre 7,5 e 10 ton.);
- 1 caminhão pesado (capacidade de carga entre 10 e 20 ton.);
- 1 caminhão com carretas 2 eixos (capacidade de carga entre 20 e 25 ton.);
- 1 caminhão com carretas 3 eixos (capacidade de carga entre 25 e 30 ton.).

No que diz respeito à avaliação dos impactos da atividade de transporte na dimensão econômica, a empresa B disponibilizou a despesa total gerada por

veículo, não fornecendo as variáveis para cálculo do impacto. As informações foram inseridas no método ajustado e constatou-se que a despesa operacional por veículo é de R\$ 3,05 por quilômetro rodado, representando muito baixo impacto na sustentabilidade (Eixo 1.1). Este resultado é 5% inferior aos valores encontrados no mercado. O custo de atraso causado por congestionamentos nas vias representa baixo impacto na sustentabilidade, interferindo em até 25% no valor das despesas operacionais de transporte (Eixo 1.2). Esta interferência se enquadra com os dados presente no estudo de Cintra (2014).

Em relação aos impactos ambientais do transporte de mercadorias, os veículos que compõem a frota emitem em média 58,5kg de CO₂ por hora, representando baixo impacto na sustentabilidade (Eixo 1.3), valor este 50% abaixo da emissão média constatada no estudo de Kirschstein e Meisel (2015). Os resíduos descartados nas operações de transporte apresentam baixo impacto no meio ambiente (Eixo 1.4), pois a empresa procura reaproveitar 70% desses resíduos ou os descarta corretamente.

Em relação aos impactos sociais do transporte de mercadorias, ao avaliar o uso do diesel S-10 utilizado pela frota, verificou-se que apenas 25% dos veículos são abastecidos com diesel S-10, representando alto impacto na sustentabilidade (Eixo 1.5). Não foram encontradas outras referências na literatura e no mercado que possibilitassem a comparação da utilização do diesel S-10 com outras frotas de veículos. Dos acidentes contendo vítimas com lesões corporais ou vítimas fatais durante o transporte de mercadorias, a empresa não registrou acidentes nos últimos 5 anos, impacto esse classificado como Categoria 5 (Eixo 1.6). Não foram encontrados na literatura dados de outras empresas em relação à quantidade de acidentes anuais ocasionados no transporte de mercadorias para comparação com o impacto avaliado. Quanto aos documentos que continham informações sobre os testes de ruído dos modelos de caminhões utilizados pela empresa, obteve-se intensidade sonora média de 90,3 decibéis para os motores operando em 75% de sua potência, valor esse classificado como média intensidade de impacto (Eixo 1.7). Este resultado é condizente com informações contidas em manuais técnicos disponíveis na literatura, em que a intensidade

média de ruído emitida pelos caminhões movidos a diesel varia de 80 a 110 decibéis.

Para a atividade de armazenagem, a empresa possui 3 armazéns compactos (área construída menor que 10.000 m²), estes operando 20 horas diariamente (6 dias por semana). No que diz respeito aos impactos da atividade na sustentabilidade, a empresa se encontra na Categoria 5 de impacto referente às emissões de poluentes por equipamento móvel, estes emitindo 12,15kg de CO₂ por hora (Eixo 2.4) e às emissões de poluentes durante climatização dos armazéns (Eixo 2.6), resultados decorrentes do uso de empilhadeiras elétricas e a gás natural que emitem menos CO₂ comparado aos outros tipos de empilhadeiras e da não utilização do sistema de climatização nos armazéns. A empresa se encontra na Categoria 4 de impacto referente ao baixo percentual de cancelamento de pedidos (Eixo 2.2); à baixa emissão de poluentes durante a iluminação dos armazéns (Eixo 2.3) decorrente do uso de lâmpadas LED; ao registrar jornada de trabalho condizente com a legislação trabalhista do país (Eixo 2.7) e registrar 1 a 2 acidentes ao ano nos armazéns (Eixo 2.9). A empresa se encontra na Categoria 3 de impacto referente às emissões de poluentes por equipamento fixo, estes emitindo 2,74kg de CO₂ por hora (Eixo 2.5). Por fim, empresa se encontra na Categoria 2 de impacto referente ao baixo giro de estoque mensal (Eixo 2.1) e ao baixo percentual de investimentos em treinamentos dos funcionários (Eixo 2.8).

Para a atividade de embalagem, a empresa utiliza durante as operações logísticas: embalagens de madeira (5% das embalagens utilizadas); embalagens de metal (30%); embalagens de celulose (30%) e embalagens plásticas (25%). No que diz respeito aos impactos da atividade na sustentabilidade, observa-se que a empresa procura incluir os conceitos de sustentabilidade na atividade de embalagem ao constatar Categoria 5 de impacto pelo alto percentual de embalagens não perdidas durante as operações logísticas (Eixo 3.2) e Categoria 4 de impacto por 65% das embalagens utilizadas serem reutilizáveis (Eixo 3.1). Por outro lado, observa-se que a empresa pode tornar mais sustentável a atividade de embalagem se fazer uso de embalagens ecológicas (Eixo 3.3),

embalagens contendo Selo Verde (Eixo 3.5) e investir na reciclagem das embalagens após vida útil (Eixo 3.4).

Para a atividade de aquisição, mais de 50% das aquisições são realizadas com fornecedores nacionais (localizados em um raio maior que 200 quilômetros de distância das unidades de produção), entre 25 e 50% com fornecedores regionais (localizados em um raio entre 50 e 200 quilômetros das unidades de produção), menos de 25% com fornecedores internacionais e não realiza aquisições com fornecedores locais (localizados em um raio de 50 quilômetros das unidades de produção). No que diz respeito aos impactos da atividade na sustentabilidade, observa-se que a empresa falha em incluir os conceitos de sustentabilidade na atividade de aquisição pela não realização de aquisições com fornecedores locais (Eixo 4.1), pelo baixo percentual de aquisições com fornecedores que apresentam certificação ambiental (Eixo 4.2), por não selecionar fornecedores que ofereçam produtos com Selo Verde (Eixo 4.3) e não adquirir produtos e serviços com fornecedores que apresentam certificação social (Eixo 4.4).

Os impactos avaliados para as atividades de armazenagem, embalagem e aquisição não foram comparados com outras referências pelo fato de não se encontrar na literatura e no mercado dados que possibilitem essa comparação.

➤ **Síntese dos impactos avaliados da empresa B**

A Figura 32 mostra os resultados dos impactos econômicos ocasionados pelas atividades logísticas da empresa B. Entre os impactos avaliados, observa-se que dois apresentam alta intensidade na dimensão econômica: má gestão dos estoques ocasionando despesas às empresas (Eixo 2.1) e despesas e impactos no meio ambiente decorrentes do transporte ao comprar produtos com fornecedores distantes (Eixo 4.1).

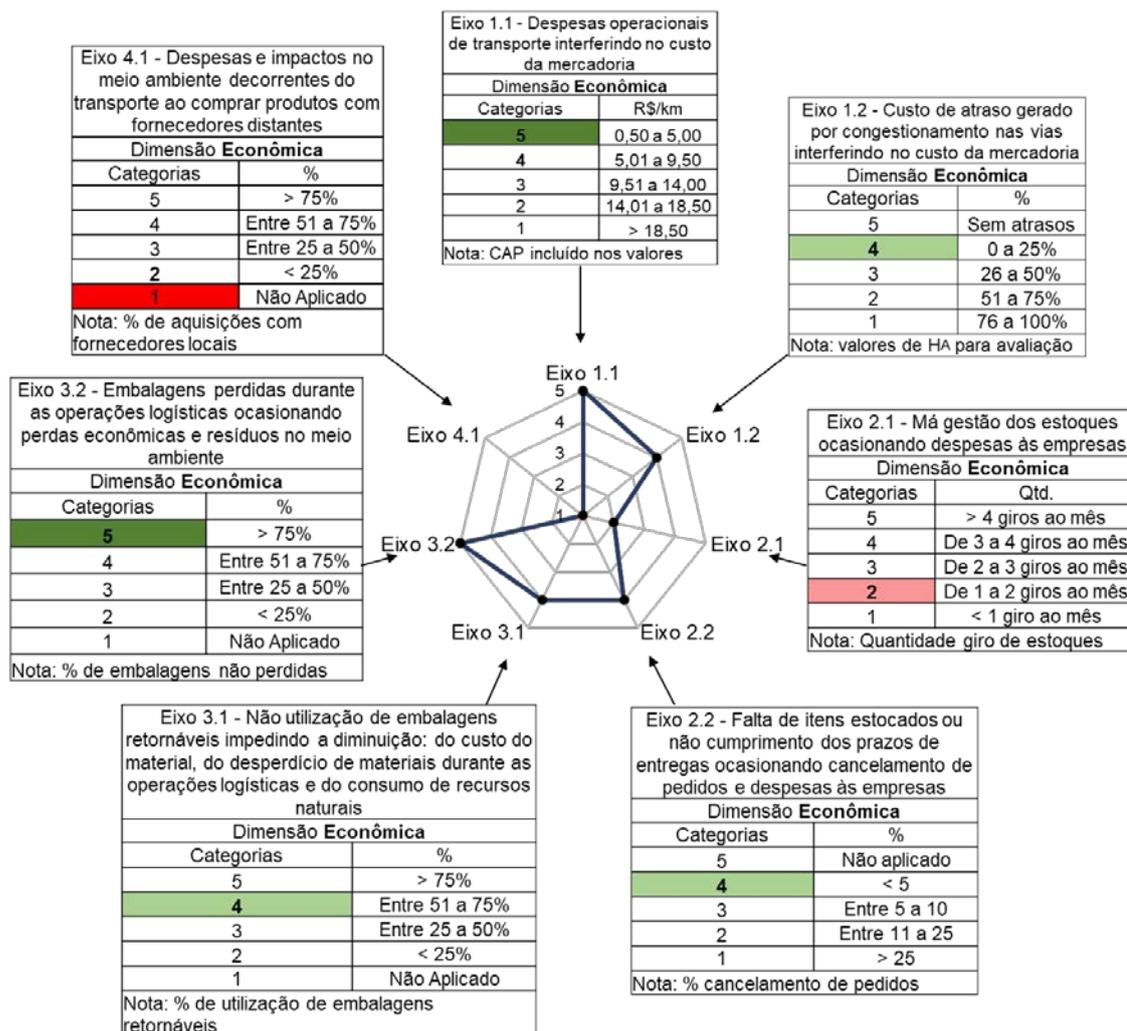


FIGURA 32 – IMPACTOS ECONÔMICOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA B

A Figura 33 mostra os resultados dos impactos ambientais ocasionados pelas atividades logísticas da empresa B. Entre os impactos avaliados, observa-se que três apresentam alta intensidade na dimensão ambiental: não utilização de embalagens ecológicas impedindo a conscientização das pessoas sobre o conceito de consumo verde; estudos para design de embalagens ecológicas; diminuição do consumo de recursos naturais e os benefícios econômicos para as empresas (Eixo 3.3), embalagens descartadas irregularmente ocasionando efeitos nocivos no meio ambiente (Eixo 3.4) e riscos ambientais advindos de produtos e serviços oferecidos por fornecedores não contendo certificação ambiental (Eixo 4.2).

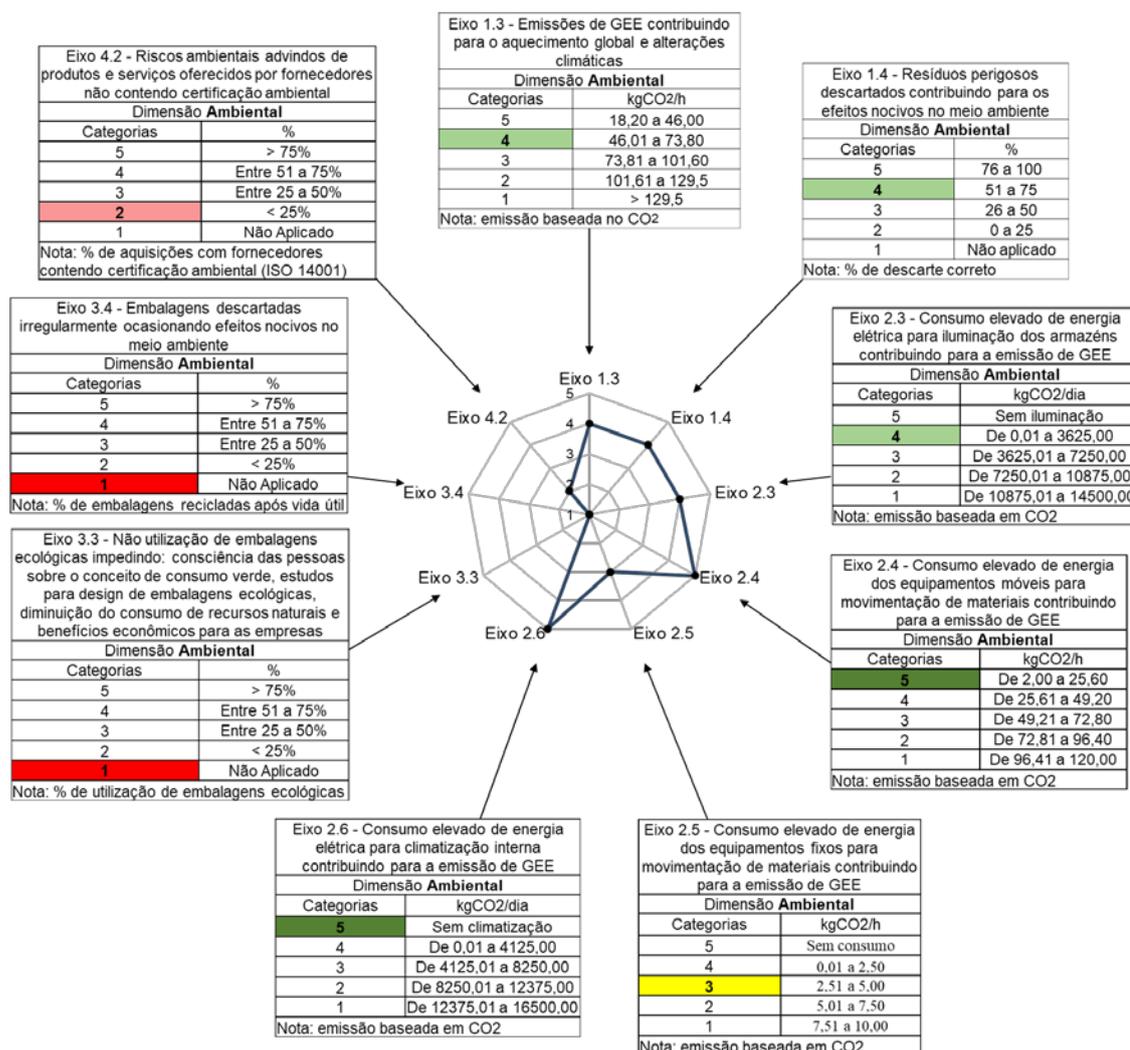


FIGURA 33 – IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA B

A Figura 34 mostra os resultados dos impactos sociais ocasionados pelas atividades logísticas da empresa B. Entre os impactos avaliados, observa-se que cinco apresentam alta intensidade na dimensão social: concentração de GEE no ar comprometendo a saúde pública (Eixo 1.5), carência de investimento causando falta de clareza e de simplicidade nas operações (Eixo 2.8), embalagens sem rotulagem ambiental fornecendo informações incorretas às pessoas sobre sua fabricação e descarte (Eixo 3.5), riscos dos produtos adquiridos sem rotulagem ambiental fornecerem informações incorretas às pessoas sobre a sua fabricação e descarte (Eixo 4.3) e riscos à sociedade advindos de produtos e serviços oferecidos por fornecedores não contendo certificação de responsabilidade social (Eixo 4.4).

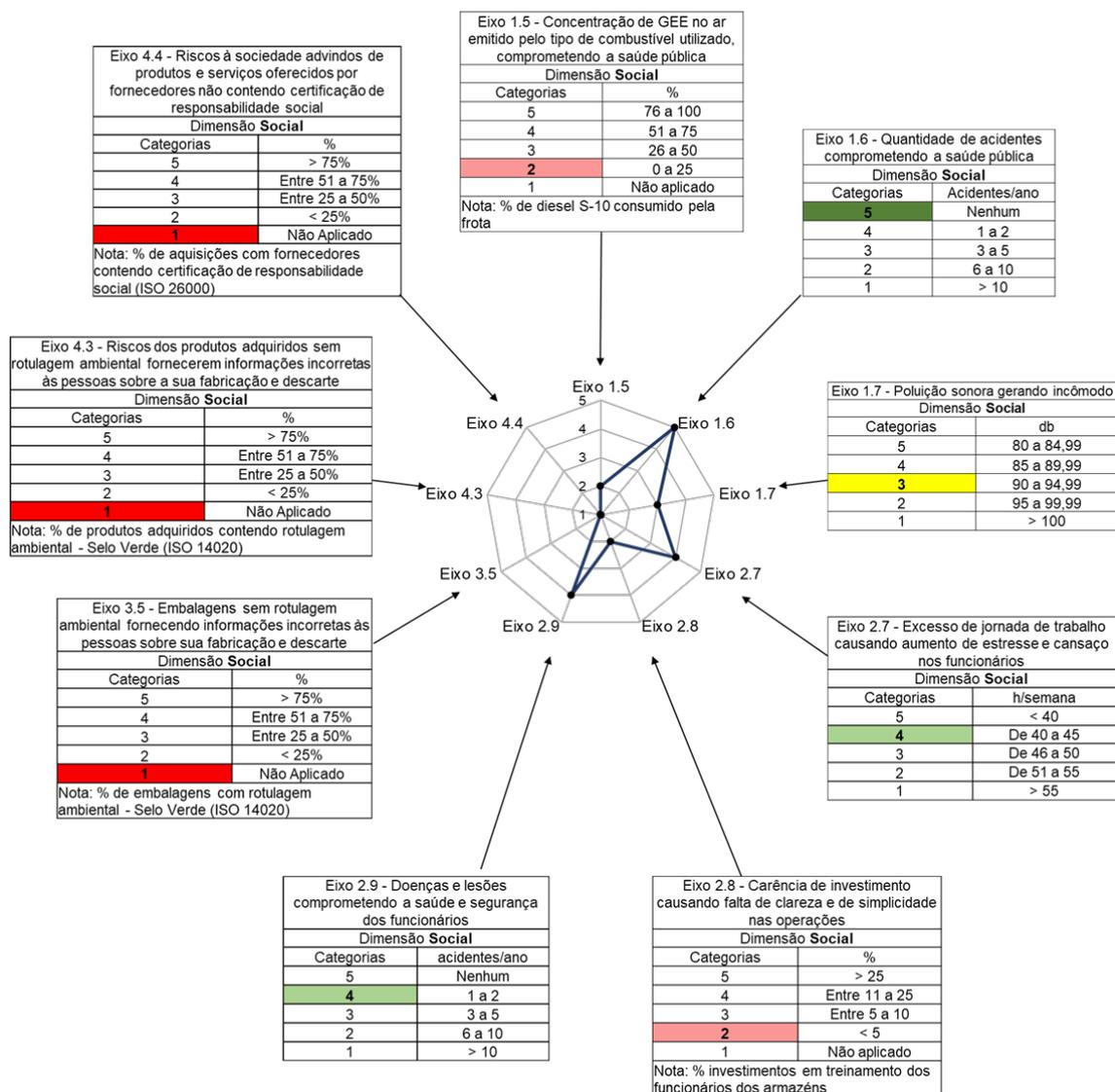


FIGURA 34 – IMPACTOS SOCIAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA B

A Figura 35 apresenta os resultados dos impactos avaliados da empresa B nas três dimensões da sustentabilidade. Observa-se que as atividades logísticas da empresa apresentam intensidade de impacto igual a 3,57 na dimensão econômica e 3,22 na dimensão ambiental, o que significa que a maioria dos impactos avaliados possuem entre baixa e média intensidade na sustentabilidade. Na dimensão social, a intensidade de impacto é igual a 2,56, o que indica que a maioria dos impactos sociais avaliados possuem entre média e alta intensidade na sustentabilidade.

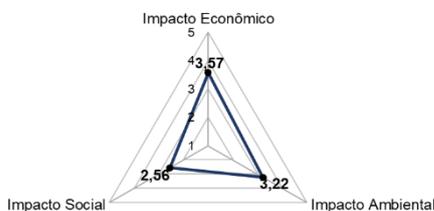


FIGURA 35 – IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA B NAS TRÊS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

Os resultados mostram que a empresa precisa reavaliar os impactos envolvidos e decidir quais ações devem ser tomadas para mitigar os impactos com maior intensidade na sustentabilidade.

4.3.3. EMPRESA C

As Figuras 36 a 39 apresentam os gráficos de radar para as atividades logísticas avaliadas na empresa C.

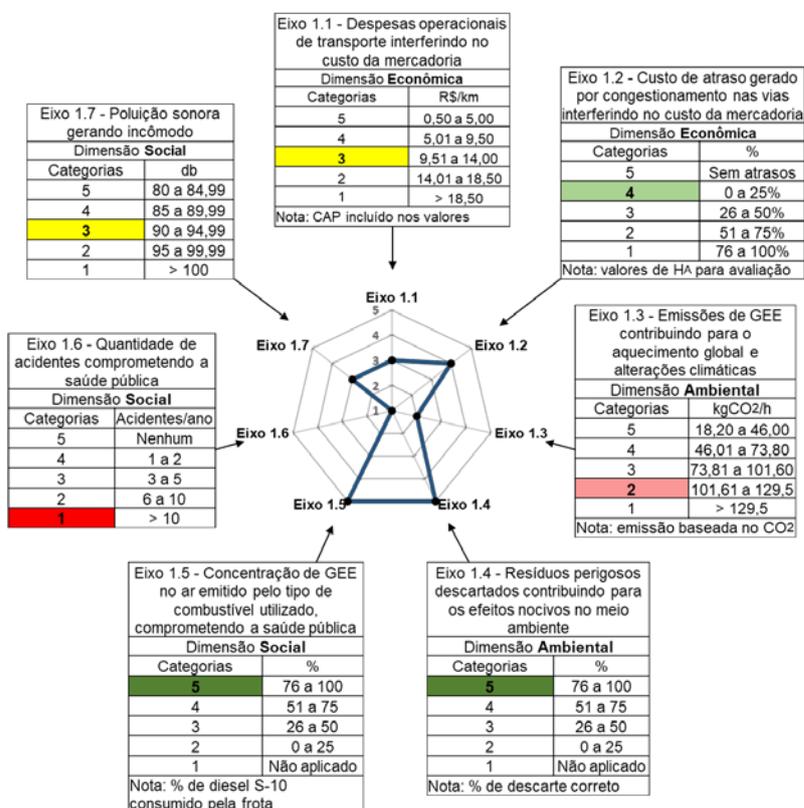


FIGURA 36 – IMPACTOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS DA EMPRESA C

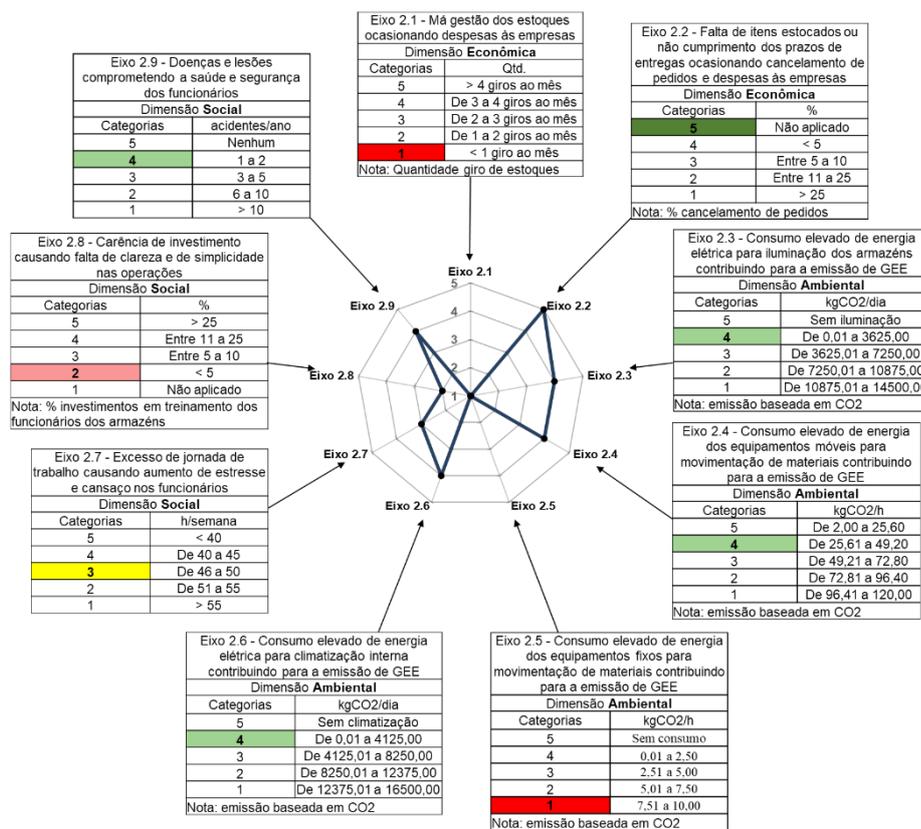


FIGURA 37 – IMPACTOS DA ARMAZENAGEM DA EMPRESA C

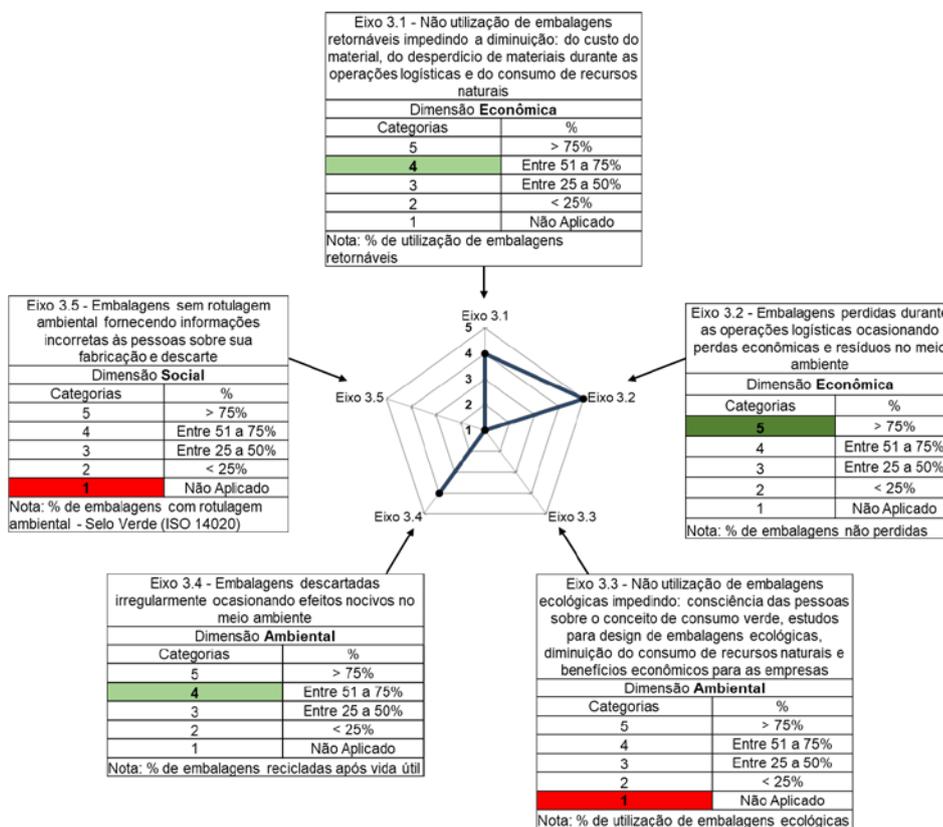


FIGURA 38 – IMPACTOS DA EMBALAGEM DA EMPRESA C

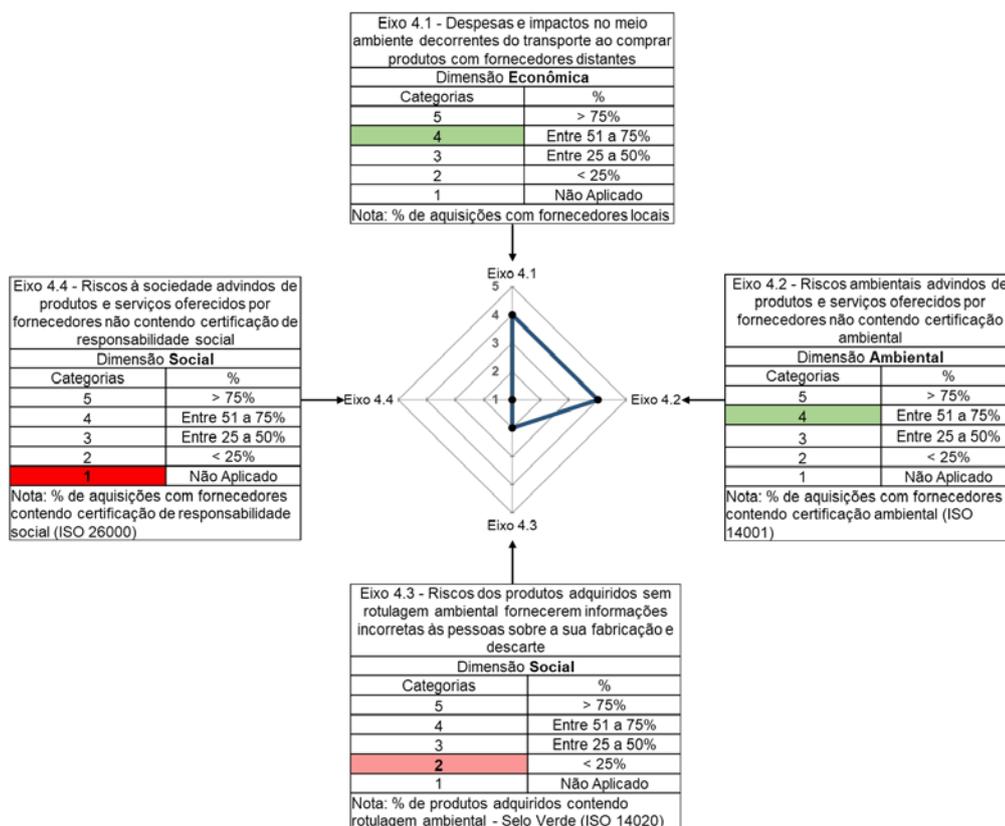


FIGURA 39 – IMPACTOS DA AQUISIÇÃO DA EMPRESA C

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 36 – Impactos do Transporte de Mercadorias, observa-se que a empresa se encontra na Categoria 5 de impacto relativo aos resíduos descartados e à utilização do diesel S-10 pelos veículos durante o transporte. Além disso, a empresa se encontra na Categoria 4 de impacto referente ao custo de atraso decorrente dos congestionamentos nas vias. Por outro lado, o elevado número de acidentes contendo vítimas com lesões corporais ou vítimas fatais e a alta taxa de poluentes emitida pela frota durante o transporte de mercadorias causam impactos significantes na sustentabilidade, impactos classificados como Categoria 1 e 2, respectivamente.

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 37 – Impactos da Armazenagem, a empresa possui baixo giro de estoque ao mês, alto consumo de eletricidade pelos equipamentos fixos e baixo percentual de investimentos em treinamentos dos funcionários, impactos classificados como Categoria 1 e 2 na sustentabilidade. A jornada de trabalho dos funcionários nos armazéns registra média intensidade de impacto na sustentabilidade. Os demais impactos

avaliados são classificados como Categoria 4 e 5, apresentando baixo impacto econômico, ambiental e social.

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 38 - Impactos da Embalagem, a empresa utiliza embalagens retornáveis, registra baixo percentual de embalagens perdidas durante as operações logísticas e recicla as embalagens utilizadas após vida útil, práticas essas condizentes com os objetivos da logística sustentável.

A partir da análise do gráfico apresentado na Figura 39 - Impactos da Aquisição, a empresa realiza aquisições com fornecedores locais, com fornecedores que apresentam certificação ambiental e com aqueles que fornecem produtos com Selo Verde, práticas essas condizentes com os objetivos da logística sustentável. No entanto, a empresa não realiza aquisições com fornecedores que apresentam certificado de reponsabilidade social.

A seguir, faz-se uma análise descritiva dos impactos avaliados, estes representados nos gráficos de radar. As características das atividades logísticas da empresa também são apresentadas.

Referente aos modais de transporte de mercadorias utilizados pela empresa C, 80% dos transportes são realizados pelo modal rodoviário, 10% pelo modal ferroviário e 10% pelo modal hidroviário. Da frota de veículos utilizada no transporte rodoviário pela empresa, grande parte é direcionada para a movimentação de matérias-primas e materiais de apoio entre as áreas de cultivo e as unidades de produção e outra parte para a distribuição dos produtos aos armazéns, aos terminais de transbordo, aos terminais de distribuição e aos postos de combustíveis pertencentes à companhia. No que diz respeito à frota rodoviária utilizada, cerca de 15% dos veículos são próprios da companhia e 85% são contratados de terceiros. Os veículos e respectivas quantidades utilizadas são:

- 194 caminhões pesados (capacidade de carga entre 10 e 20 ton.);
- 225 caminhões com carretas 2 eixos (capacidade de carga entre 20 e 25 ton.);

- 225 caminhões com carretas 3 eixos (capacidade de carga entre 25 e 30 ton.);
- 1088 bitrens (capacidade de carga entre 30 e 40 ton.);
- 755 treminhões e rodotrens (capacidade de carga entre 40 e 60 ton.).

No que diz respeito à avaliação dos impactos da atividade de transporte na dimensão econômica, a empresa C disponibilizou a despesa total gerada por veículo, não fornecendo as variáveis para cálculo do impacto. As informações foram inseridas no método ajustado e constatou-se que a despesa operacional por veículo é de R\$ 12,85 por quilômetro rodado, representando médio impacto na sustentabilidade (Eixo 1.1). Este resultado é de 15 a 25% superior aos valores encontrados no mercado. O custo de atraso causado por congestionamentos nas vias representa baixo impacto na sustentabilidade, interferindo em até 25% no valor das despesas operacionais de transporte (Eixo 1.2). Esta interferência se enquadra com os dados presente no estudo de Cintra (2014).

Em relação aos impactos ambientais do transporte de mercadorias, os veículos que compõem a frota emitem em média 105kg de CO₂ por hora, representando alto impacto na sustentabilidade (Eixo 1.3), valor este de 15 a 23% superior às emissões geradas ao utilizar outros combustíveis (ex. gasolina e gás natural) e cerca de 80% superior às emissões geradas ao utilizar biocombustíveis (ex. etanol e biodiesel), mesmo que a maioria dos veículos utilizem o diesel S-10 para amenizar os impactos ambientais e os problemas respiratórios em seres humanos. Os resíduos descartados nas operações de transporte apresentam muito baixo impacto no meio ambiente (Eixo 1.4), pois a empresa procura reaproveitar 90% desses resíduos ou os descarta corretamente.

Em relação aos impactos sociais do transporte de mercadorias, ao avaliar o uso do diesel S-10 utilizado pela frota, verificou-se que todos os veículos são abastecidos com diesel S-10, representando muito baixo impacto na sustentabilidade (Eixo 1.5). Não foram encontradas outras referências na literatura e no mercado que possibilitassem a comparação da utilização do diesel S-10 com outras frotas de veículos. Dos acidentes contendo vítimas com lesões corporais ou vítimas fatais durante o transporte de mercadorias, a empresa

registra mais de 10 acidentes por ano, impacto esse classificado como Categoria 1 (Eixo 1.6). Este resultado é superior ao impacto avaliado na Empresa A e B. Diante do grande número de acidentes, a empresa C vem investindo em treinamentos e campanhas de segurança para seus funcionários, resultando em diminuições anuais desses valores. Quanto aos documentos que continham informações sobre os testes de ruído dos modelos de caminhões utilizados pela empresa, obteve-se intensidade sonora média de 91,2 decibéis para os motores operando em 75% de sua potência, valor esse classificado como média intensidade de impacto (Eixo 1.7). Este resultado é condizente com informações contidas em manuais técnicos disponíveis na literatura, em que a intensidade média de ruído emitida pelos caminhões movidos a diesel varia de 80 a 110 decibéis.

Para a atividade de armazenagem, a empresa possui 45 armazéns compactos (área construída menor que 10.000 m²) e 5 armazéns pequenos (área construída entre 10.000 e 20.000 m²), estes operando 16 horas diariamente (7 dias por semana). No que diz respeito aos impactos da atividade na sustentabilidade, a empresa se encontra na Categoria 5 de impacto referente ao cancelamento de pedidos (Eixo 2.2), pois a empresa procura atender aos pedidos dos clientes dentro dos prazos e os produtos sempre estão disponíveis nos armazéns. A empresa se encontra na Categoria 4 de impacto referente à baixa emissão de poluentes durante a iluminação dos armazéns (Eixo 2.3) resultante do uso de lâmpadas LED; à baixa emissão de poluentes por equipamento móvel, estes emitindo 42kg de CO₂ por hora (Eixo 2.4) resultante do uso de empilhadeiras a gás natural e pás carregadeiras que apresentam dispositivos que reduzem o consumo de combustível por hora; à baixa emissão de poluentes durante climatização dos armazéns (Eixo 2.6) decorrente da utilização do sistema de ventilação; e registro de 1 a 2 acidentes ao ano nos armazéns (Eixo 2.9). A empresa se encontra na Categoria 3 de impacto ao registrar jornada de trabalho de 46 a 50 horas (Eixo 2.7). A empresa se encontra na Categoria 2 de impacto referente ao baixo percentual de investimento em treinamento dos funcionários (Eixo 2.8). Por fim, a empresa se encontra na Categoria 1 de impacto referente

ao baixo giro de estoque mensal (Eixo 2.1) e à alta emissão de poluentes por equipamento fixo, estes emitindo 8,3kg de CO₂ por hora (Eixo 2.5).

Para a atividade de embalagem, a empresa utiliza durante as operações logísticas: embalagens de madeira (10% das embalagens utilizadas); embalagens de celulose (30%) e embalagens plásticas (60%). No que diz respeito aos impactos da atividade na sustentabilidade, observa-se que a empresa procura incluir os conceitos de sustentabilidade na atividade de embalagem ao constatar Categoria 5 de impacto pelo alto percentual de embalagens não perdidas durante as operações logísticas (Eixo 3.2) e Categoria 4 de impacto por reutilizar (Eixo 3.1) e reciclar (Eixo 3.4) mais de 50% das embalagens. Por outro lado, observa-se que a empresa pode tornar mais sustentável a atividade de embalagem se fazer uso de embalagens ecológicas (Eixo 3.3) e embalagens contendo Selo Verde (Eixo 3.5).

Para a atividade de aquisição, mais de 50% das aquisições são realizadas com fornecedores locais (localizados em um raio de 50 quilômetros das unidades de produção), mais de 25% com fornecedores regionais (localizados em um raio entre 50 e 200 quilômetros das unidades de produção) e menos de 25% com fornecedores nacionais (localizados em um raio maior que 200 quilômetros de distância das unidades de produção) e internacionais. No que diz respeito aos impactos da atividade na sustentabilidade, percebe-se que a empresa busca incluir os conceitos de sustentabilidade na atividade de aquisição ao constatar alto percentual de aquisição com fornecedores locais (Eixo 4.1), com fornecedores que apresentam certificação ambiental (Eixo 4.2), bem como selecionar fornecedores que ofereçam produtos com Selo Verde (Eixo 4.3). Entretanto, a empresa não adquire produtos e serviços com fornecedores que apresentam certificação social (Eixo 4.4).

Os impactos avaliados para as atividades de armazenagem, embalagem e aquisição não foram comparados com outras referências pelo fato de não se encontrar na literatura e no mercado dados que possibilitem essa comparação.

➤ Síntese dos impactos avaliados da empresa C

A Figura 40 mostra os resultados dos impactos econômicos ocasionados pelas atividades logísticas da empresa C. Entre os impactos avaliados, observa-se que as despesas ocasionadas pela má gestão dos estoques (Eixo 2.1) apresenta alta intensidade na dimensão econômica.

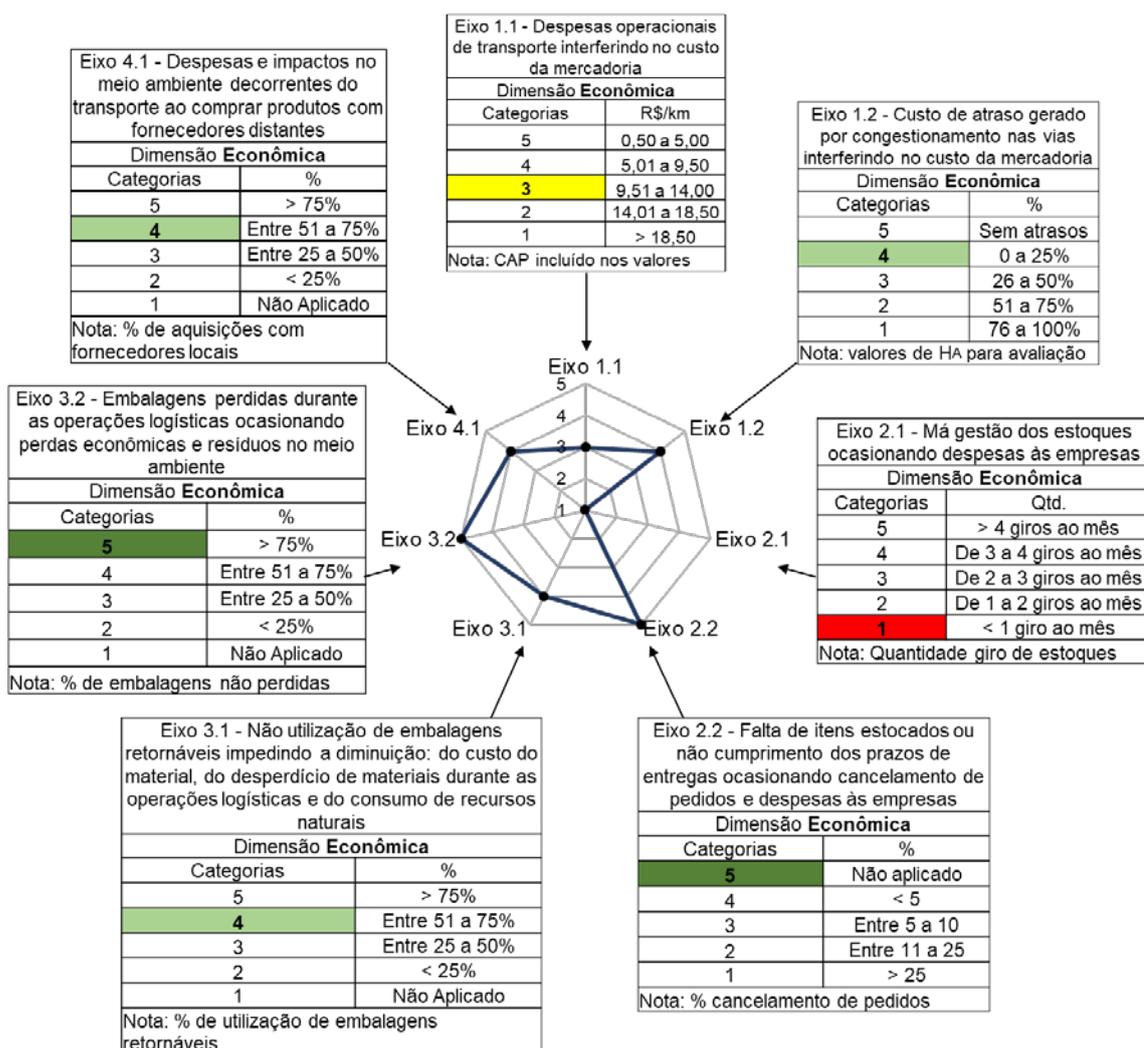


FIGURA 40 – IMPACTOS ECONÔMICOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA C

A Figura 41 mostra os resultados dos impactos ambientais ocasionados pelas atividades logísticas da empresa C. Entre os impactos avaliados, observa-se que três apresentam alta intensidade na dimensão ambiental: emissões de GEE contribuindo para o aquecimento global e alterações climáticas (Eixo 1.3),

consumo elevado de energia dos equipamentos fixos para movimentação de materiais contribuindo para a emissão de GEE (Eixo 2.5) e não utilização de embalagens ecológicas impedindo a conscientização das pessoas sobre o conceito de consumo verde; estudos para design de embalagens ecológicas; diminuição do consumo de recursos naturais e os benefícios econômicos para as empresas (Eixo 3.3).

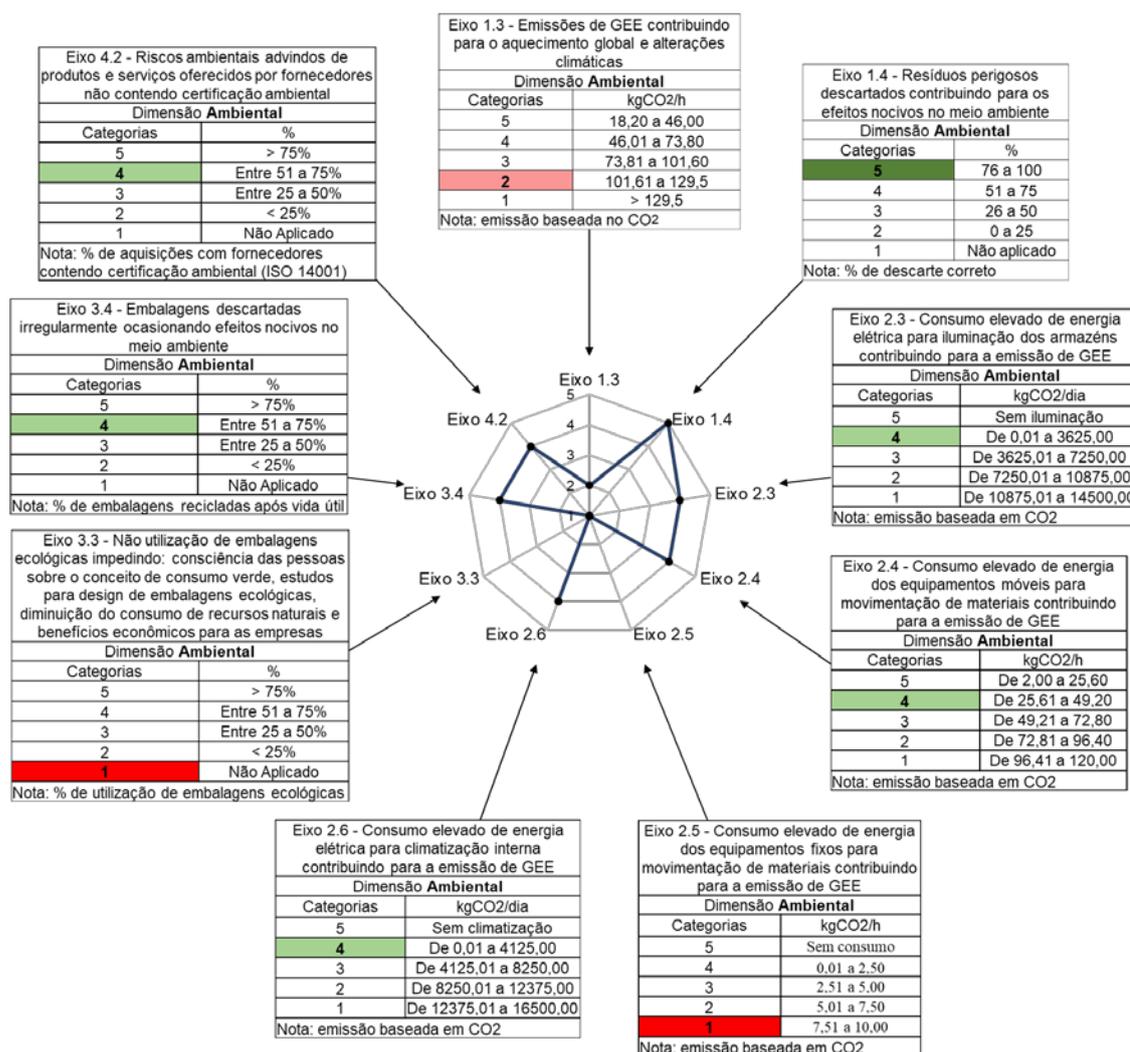


FIGURA 41 – IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA C

A Figura 42 mostra os resultados dos impactos sociais ocasionados pelas atividades logísticas da empresa C. Entre os impactos avaliados, observa-se que cinco apresentam alta intensidade na dimensão social: quantidade de acidentes comprometendo a saúde pública (Eixo 1.6), carência de investimento causando

falta de clareza e de simplicidade nas operações (Eixo 2.8), embalagens sem rotulagem ambiental fornecendo informações incorretas às pessoas sobre sua fabricação e descarte (Eixo 3.5), riscos dos produtos adquiridos sem rotulagem ambiental fornecerem informações incorretas às pessoas sobre a sua fabricação e descarte (Eixo 4.3) e riscos à sociedade advindos de produtos e serviços oferecidos por fornecedores não contendo certificação de responsabilidade social (Eixo 4.4).

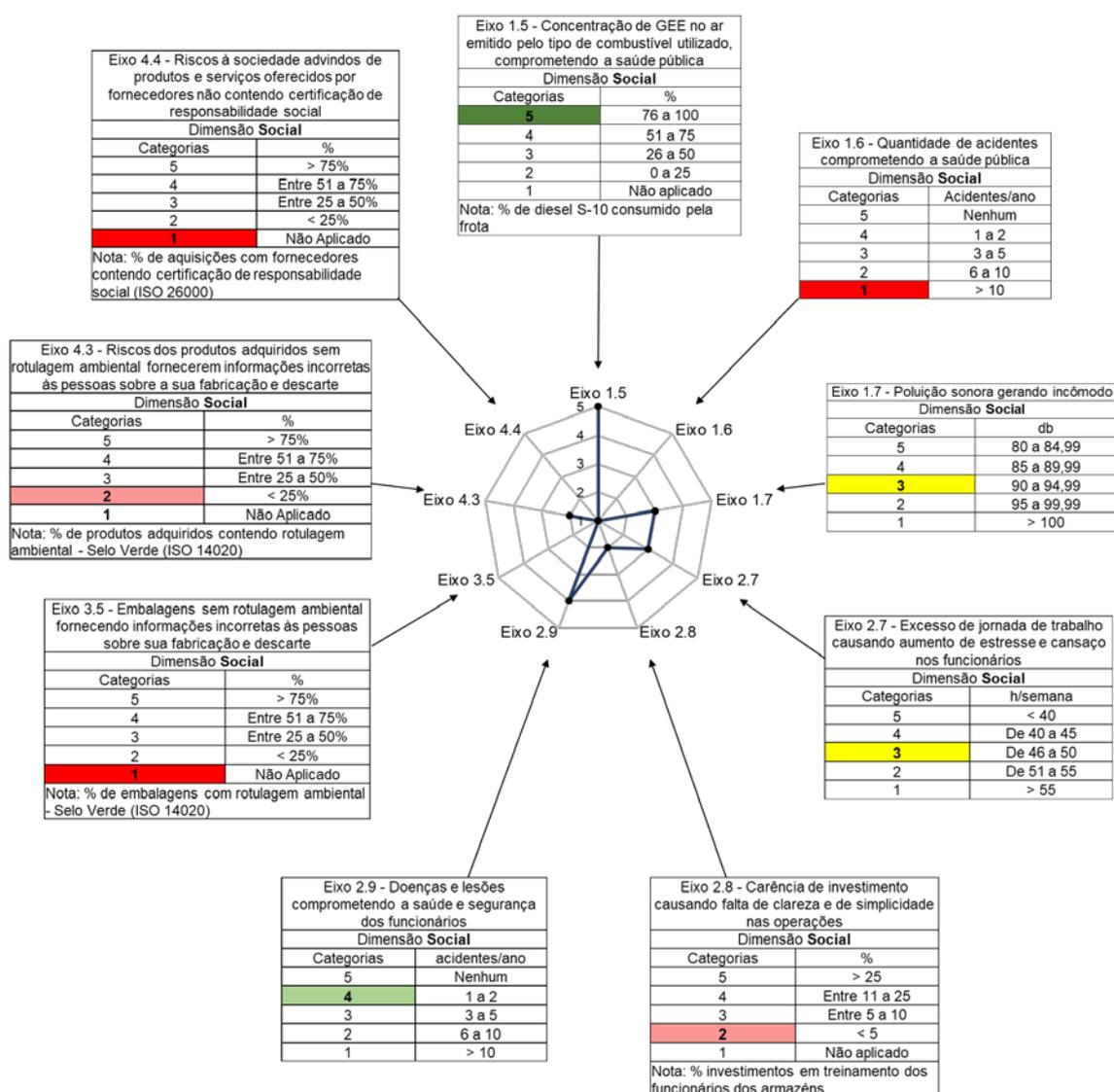


FIGURA 42 – IMPACTOS SOCIAIS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA C

A Figura 43 apresenta os resultados dos impactos avaliados da empresa C nas três dimensões da sustentabilidade. Observa-se que as atividades logísticas da

empresa apresentam intensidade de impacto igual a 3,71 na dimensão econômica e 3,22 na dimensão ambiental, o que significa que a maioria dos impactos avaliados possuem entre baixa e média intensidade na sustentabilidade. Na dimensão social, a intensidade de impacto é igual a 2,44, o que indica que a maioria dos impactos sociais avaliados possuem entre média e alta intensidade na sustentabilidade.

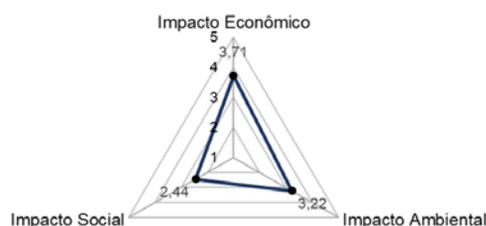


FIGURA 43 – IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DA EMPRESA C NAS TRÊS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

Os resultados mostram que a empresa precisa reavaliar os impactos envolvidos e decidir quais ações devem ser tomadas para tornar as atividades logísticas mais sustentáveis.

4.3.4. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS EMPRESAS A, B E C

As Figuras 44, 45 e 46 apresentam os resultados dos impactos causados pelas atividades logísticas das três empresas avaliadas em cada uma das dimensões da sustentabilidade. Nessas figuras, é possível comparar o desempenho relativo das empresas nos eixos de impactos.

Na Figura 44, percebe-se que as três empresas apresentam baixo impacto econômico referente ao custo de atraso causado por congestionamentos nas vias (Eixo 1.2), cancelamento de pedidos (Eixo 2.2) e embalagens perdidas durante as operações logísticas (Eixo 3.2). Por outro lado, essas empresas possuem alto impacto econômico com o giro de estoque mensal (Eixo 2.1).

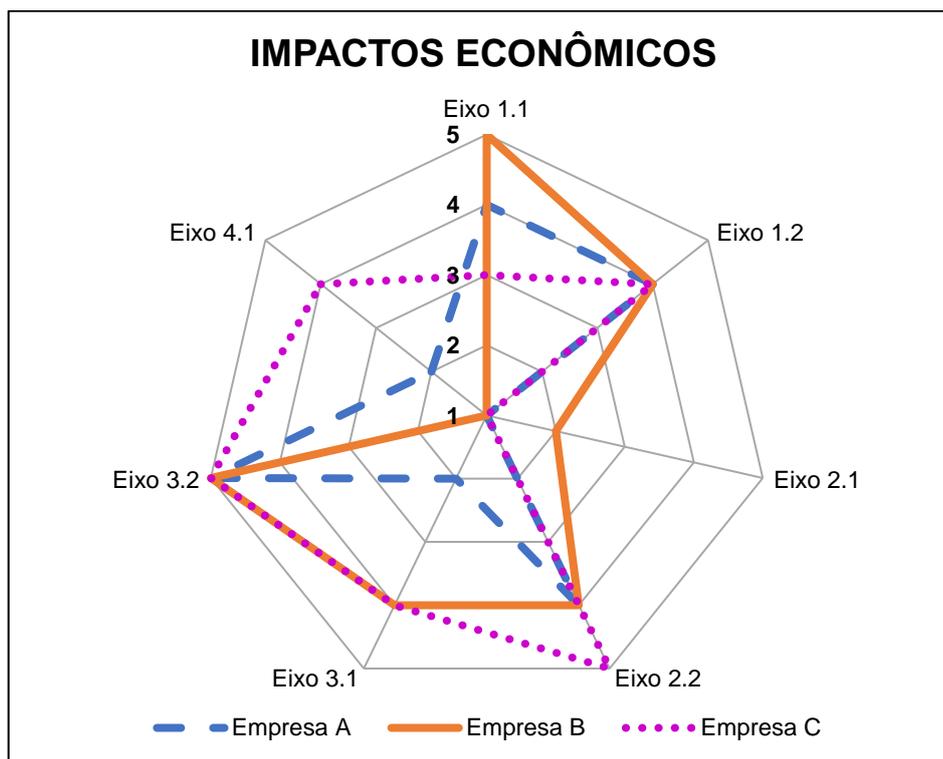


FIGURA 44 – COMPARATIVO ENTRE OS IMPACTOS ECONÔMICOS OBTIDOS NAS EMPRESAS A, B E C

Na Figura 45, percebe-se que as três empresas apresentam baixo impacto ambiental com os resíduos descartados nas operações de transporte (Eixo 1.4), emissão de poluentes durante a iluminação dos armazéns (Eixo 2.3), emissão de poluentes por equipamento móvel nos armazéns (Eixo 2.4) e emissão de poluentes durante climatização dos armazéns (Eixo 2.6). Por outro lado, essas empresas possuem alto impacto ambiental referente ao uso de embalagens ecológicas (Eixo 3.3).

Na Figura 46, percebe-se que as três empresas apresentam baixo impacto social referente ao número de acidentes nos armazéns (Eixo 2.9). As empresas apresentam médio impacto social referente à poluição sonora dos caminhões (Eixo 1.7) e jornada de trabalho nos armazéns (Eixo 2.7). Por outro lado, essas empresas possuem alto impacto social com o uso de embalagens contendo Selo Verde (Eixo 3.5), aquisição de produtos contendo Selo Verde (Eixo 4.3) e aquisição com fornecedores contendo certificação de responsabilidade social (Eixo 4.4).

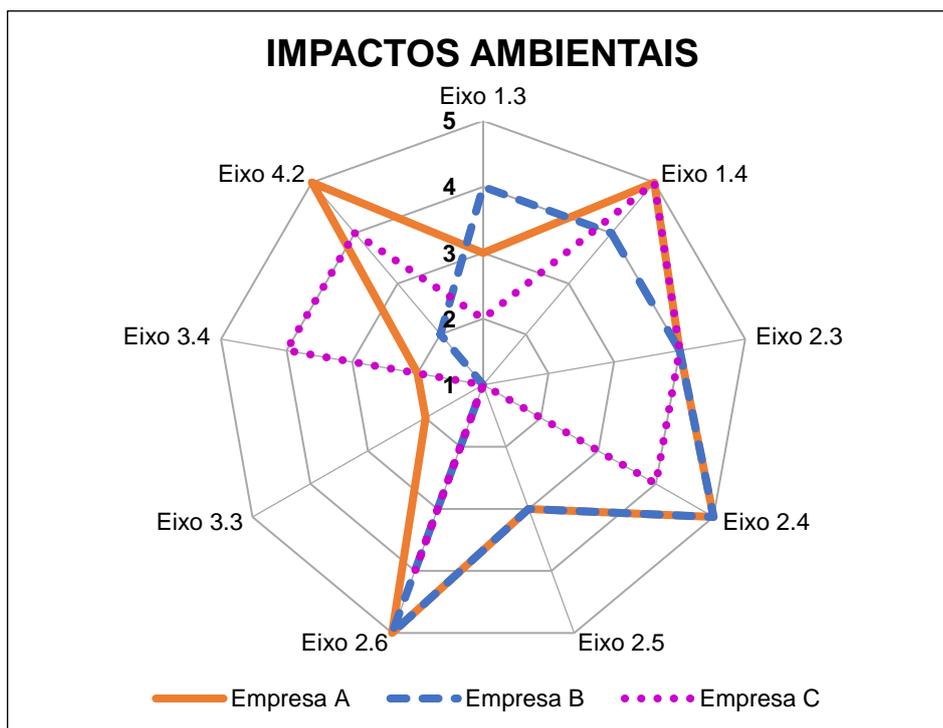


FIGURA 45 – COMPARATIVO ENTRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS OBTIDOS NAS EMPRESAS A, B E C

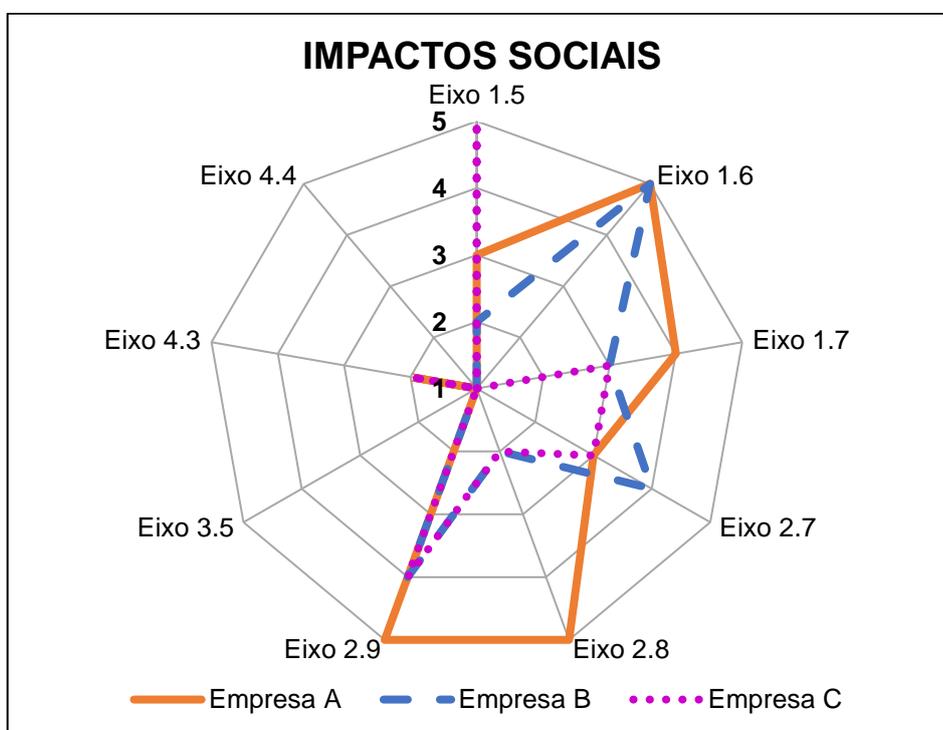


FIGURA 46 – COMPARATIVO ENTRE OS IMPACTOS SOCIAIS OBTIDOS NAS EMPRESAS A, B E C

5. CONCLUSÕES

A sustentabilidade vem ganhando cada vez mais destaque no âmbito corporativo em função das exigências dos consumidores e dos órgãos governamentais. Essas exigências são fortemente ampliadas pela busca por melhoria da qualidade de vida, pelos efeitos do aquecimento global e pelas limitações dos recursos naturais disponíveis. Assim, os conceitos de sustentabilidade devem permear todos os processos industriais e empresariais, inclusive a logística.

A inserção desses conceitos na logística é justificada pela intensificação dos impactos econômicos, ambientais e sociais causados por suas atividades. A crescente preocupação com esses impactos levou pesquisadores e indústria a reconhecerem a necessidade de avaliá-los, para então poder mitigá-los. A literatura apresenta diversos métodos para avaliação desses impactos. No entanto, os métodos existentes ou avaliam apenas uma atividade logística sob o ponto de vista das três dimensões da sustentabilidade ou não contemplam todas as dimensões da sustentabilidade quando avaliam os impactos de duas ou mais atividades. Para suprir essa lacuna, propõe-se neste trabalho um método para avaliar os impactos das atividades logísticas de maior efeito nas três dimensões da sustentabilidade: transporte de mercadorias, gerenciamento de estoques, armazenagem, manuseio de materiais, embalagem e aquisição.

O método foi construído com base na combinação de vinte e cinco indicadores quantitativos universais envolvendo todas as dimensões da sustentabilidade, uma escala de classificação dos impactos e gráficos de radar para apresentar e analisar os resultados. Sua aplicabilidade foi demonstrada por meio de um estudo de campo envolvendo três empresas que adotam políticas e práticas condizentes com o propósito da sustentabilidade.

O método permite que as empresas tenham uma visão total dos impactos causados pelas atividades logísticas nas três dimensões da sustentabilidade, possibilitando a identificação daqueles com maior intensidade e,

consequentemente, contribuindo com os processos de tomada de decisão para mitigá-los.

Os resultados da aplicação do método nas empresas mostraram que o custo de atraso causado por congestionamentos nas vias, o cancelamento de pedidos e as embalagens perdidas durante as operações logísticas têm baixo impacto e o giro de estoque mensal tem alto impacto na dimensão econômica da sustentabilidade. Os resíduos descartados nas operações de transporte, a emissão de poluentes durante a iluminação dos armazéns, a emissão de poluentes por equipamento móvel nos armazéns e a emissão de poluentes durante climatização dos armazéns apresentam baixo impacto e o uso de embalagens ecológicas apresenta alto impacto na dimensão ambiental. Na dimensão social, o número de acidentes nos armazéns tem baixo impacto, mas, por outro lado, o uso de embalagens contendo Selo Verde, a aquisição de produtos contendo Selo Verde e a aquisição com fornecedores contendo certificação de responsabilidade social apresentam alto impacto.

O método é fácil de aplicar e mede os impactos de maneira prática, induzindo os respondentes a uma reflexão abrangente sobre o tema. Além disso, este trabalho contribui para o avanço da teoria sobre logística sustentável, incentivando o desenvolvimento de novas pesquisas envolvendo a logística e as três dimensões da sustentabilidade.

Uma limitação deste trabalho é o fato do método proposto incluir apenas as atividades logísticas de maior impacto, não contemplando as atividades de processamento de pedidos, programação de produtos e manutenção de informações. No entanto, é preciso avaliar quão representativos são os impactos dessas três atividades na sustentabilidade para poder considerá-las ou não no método. Outra limitação está relacionada à falta de referências no mercado e na literatura que permitam elaborar uma análise comparativa mais crítica dos resultados obtidos.

Espera-se que tais limitações sejam superadas na medida em que a teoria sobre o assunto se desenvolva e que se ampliem as aplicações práticas do método proposto.

Por tratar-se de um conceito ainda em desenvolvimento, existe a partir deste trabalho, um conjunto de possibilidades para trabalhos futuros na área, tais como:

- Aplicar o método em outras empresas e segmentos industriais;
- Avaliar se os impactos das atividades não contempladas (processamento de pedidos, programação de produtos e manutenção de informações) são significantes e merecem ser inseridos no método.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, M.; NILSSON, F. Developing environmentally sustainable logistics: Exploring themes and challenges from a logistics service providers' perspective. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 46, p. 273-283, 2016.

ABUBAKR, R.; PATEL, P. **Packaging systems decision making; to assure cost efficient transports**. Tese de Licenciatura, 56 p., 2016.

AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Marketing research**. John Wiley & Sons, 1995.

AGRAWAL, S.; SINGH, R. K.; SINGH, R. K.; MURTAZA, Q.; MURTAZA, Q. Triple bottom line performance evaluation of reverse logistics. **Competitiveness Review**, v. 26, n. 3, p. 289-310, 2016.

ALMEIDA, D. A. M.; RIBEIRO, S. K.; SOUZA, C. D. R. Opportunity to reduce greenhouse gas by the use of alternative fuels and technologies in urban public transport in Brazil. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, n. 2, p. 177-183, 2013.

AMIRI KHORHEH, M.; MOISIADIS, F.; DAVARZANI, H. Socio-environmental performance of transportation systems. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 26, n. 6, p. 826-851, 2015.

AMJED, T. W.; HARRISON, N. J. A Model for sustainable warehousing: from theory to best practices. **Proceedings of the International Decision Sciences Institute and Asia Pacific DSI Conference**. 28 p., 2013.

ANDERSON, J. E.; VAN WINCOOP, E. Trade costs. **Journal of Economic literature**, 42(3), 691-751, 2004.

ANDRIOLO, A.; BATTINI, D.; GRUBBSTRÖM, R. W.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. A century of evolution from Harris's basic lot size model: Survey and research agenda. **International Journal of Production Economics**, n. 155, p. 16-38, 2014.

ANDRIOLO, A.; BATTINI, D.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. A new bi-objective approach for including ergonomic principles into EOQ model. **International Journal of Production Research**, v. 54, n. 9, p. 2610-2627, 2017.

ARMSTRONG & ASSOCIATES INC. **Global 3PL Market Estimates**. 2016. Disponível em: <<http://www.3plogistics.com/3pl-market-info-resources/3pl-market-information/global-3pl-market-size-estimates/>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

ARONSSON, H.; HUGE BRODIN, M. The environmental impact of changing logistics structures. **The International Journal of Logistics Management**, v. 17, n. 3, p. 394-415, 2006.

ARSLAN, M. C.; TURKAY, M. EOQ revisited with sustainability considerations. **Foundations of Computing and Decision Sciences**, v. 38, n. 4, p. 223-249, 2013.

AUTO ESPORTE. **Escândalo da Volkswagen: veja como a fraude foi descoberta**. Portal G1. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/09/escandalo-da-volkswagen-veja-o-passo-passo-do-caso.html>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

AZZI, A.; BATTINI, D.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. Packaging design: general framework and research agenda. **Packaging Technology and Science**, v. 25, n. 8, p. 435-456, 2012.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Atlas, 392 p., 1993.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ logística empresarial**. Bookman Editora, 5 ed., 616 p., 2009.

BAJDOR, P.; GRABARA, J. The transport infrastructure investment's impact on the level of sustainable transport indicators in the Czestochowa city. **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications, p. 316-323. 2013.

BANISTER, D. **Unsustainable transport: city transport in the new century**. Taylor & Francis, 292 p., 2005.

BANK, R.; MURPHY, R. Warehousing Sustainability Standards Development. **IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 294-30. 2013.

BATTINI, D.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. A sustainable EOQ model: theoretical formulation and applications. **International Journal of Production Economics**, v. 149, p. 145-153, 2014.

BCSD. **Procurement Sustentável Guia Prático de Implementação**. Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 32 p., 2008.

BENJAAFAR, S.; ELHAFSI, M.; HUANG, T. Optimal control of a production-inventory system with both backorders and lost sales. **Naval Research Logistics (NRL)**, v. 57, n. 3, p. 252-265, 2010.

BERTOLINI, M.; BOTTANI, E.; VIGNALI, G.; VOLPI, A. Comparative life cycle assessment of packaging systems for extended shelf life milk. **Packaging Technology and Science**, v. 29, n. 10, p. 525-546, 2016.

BEŠKOVNIK, B.; JAKOMIN, L. Challenges of green logistics in Southeast Europe. **PROMET-Traffic & Transportation**, v. 22, n. 2, p. 147-155, 2010.

BLACK, W. R. Toward a measure of transport sustainability. **Presented at the 79th Annual Meeting of the Transportation Research Board**, Washington, D.C. 2000.

BLACK, W. R.; VAN GEENHUIZEN, M. ICT innovation and sustainability of the transport sector. **European Journal of Transport and Infrastructure Research EJIR**, v. 6, n. 1, p. 39-60, 2006.

BOENZI, F.; DIGIESI, S.; FACCHINI, F.; MUMMOLO, G. Sustainable warehouse logistics: A NIP model for non-road vehicles and storage configuration selection. **Proceedings of the XX Summer School Operational Excellence Experience “Francesco Turco”**. Paper presented: Naples, Italy. 2015.

BONNEY, M.; JABER, M. Y. Environmentally responsible inventory models: Non-classical models for a non-classical era. **International Journal of Production Economics**, v. 133, n. 1, p. 43-53, 2011.

BRETZKE, W. R. Sustainable logistics: in search of solutions for a challenging new problem. **Logistics Research**, v. 3, n. 4, p. 179-189, 2011.

BUREAU OF LABOR STATISTICS. **American Time Use Survey User’s Guide**. 2014. Disponível em: <<https://www.bls.gov/tus/atususersguide.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2017.

CARTER, C. R.; ELLRAM, L. M. Reverse logistics: a review of the literature and framework for future investigation. **Journal of Business Logistics**, v. 19, n. 1, p. 85, 1998.

CARTER, C. R.; JENNINGS, M. M. The role of purchasing in corporate social responsibility: a structural equation analysis. **Journal of business Logistics**, v. 25, n. 1, p. 145-186, 2004.

CETESB. **Emissão veicular. Transporte sustentável**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2012.

CHAO, C. C. Assessment of carbon emission costs for air cargo transportation. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 33, p. 186-195, 2014.

CHRISTOPHER, M. L. **Logistics and Supply Chain Management**, 3^a. Ed. London: Pitman Publishing, 2010.

CILIBERTI, F.; PONTRANDOLFO, P.; SCOZZI, B. Logistics social responsibility: Standard adoption and practices in Italian companies. **International Journal of Production Economics**, v. 113, n. 1, p. 88-106, 2008.

CINTRA, M. Os custos dos congestionamentos na cidade de São Paulo. **São Paulo School of Economics**. 2014.

CLARKE, M.; HORTON, R. Bringing it all together: Lancet-Cochrane collaborate on systematic reviews. **The Lancet**, v. 357, n. 9270, p. 1728-1728, 2001.

CONSTRUPLENA. **Como calcular combustível para máquinas**. Construplena: Construtora e Serviços, 2012. Disponível em: <<http://www.construplena.com.br/noticia.php?id=13>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

COOK, T. D.; CAMPBELL, D. T.; DAY, A. **Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings**. Boston: Houghton Mifflin, 15 p., 1979.

COVERT, R. P.; PHILIP, G. C. An EOQ model for items with Weibull distribution deterioration. **AIIE transactions**, v. 5, n. 4, p. 323-326, 1973.

CROOM, S.; BARANI, S.; BELANGER, D.; LYONS, T.; MURAKAMI, J. Sustainable supply chain management—an exploration of current practice. **European Operation Management Association (EurOMA) Conference**. 2009.

COTTRILL, C. D.; DERRIBLE, S. Leveraging big data for the development of transport sustainability indicators. **Journal of Urban Technology**, v. 22, n. 1, p. 45-64, 2015.

CUTHBERTSON, R.; PIOTROWICZ, W. Supply chain best practices—identification and categorisation of measures and benefits. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 57, n. 5, p. 389-404, 2008.

DEB, M.; CHAUDHURI, K. A note on the heuristic for replenishment of trended inventories considering shortages. **Journal of the Operational Research Society**, p. 459-463, 1987.

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, n. 3, p. 671-679, 2012.

DELFT, C. E.; INFRAS, F. I. External costs of transport in Europe. **Update study for 2008**. 2011.

DELL. **Bamboo — Nature's Eco-friendly Packaging Solution**. Dell Inc. 2017a. Disponível em: <<http://www.dell.com/learn/ai/en/aicorp1/corp-comm/bamboo-packaging?c=ai&l=en&s=corp&cs=aicorp1>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

DELL. **Green Transportation and Logistics**. Dell Inc. 2017b. Disponível em: <<http://www.dell.com/learn/us/en/uscorp1/corp-comm/earth-transportation-logistics>>. Acesso em: jul. 2017.

DELL. **Social Responsibility: Supply Chain**. Dell Inc. 2017c. Disponível em: <<http://www.dell.com/learn/us/en/uscorp1/cr-social-responsibility?s=corp>>. Acesso em: jul. 2017.

DEMIR, E.; VAN WOENSEL, T.; DE KOK, T. Multidepot distribution planning at logistics service provider Nabuurs BV. **Interfaces**, v. 44, n. 6, p. 591-604, 2014.

DEN BOER, L. C.; OTTEN, M.; VAN ESSEN, H. **STREAM International freight: comparison of various transport modes on an EU scale with the STREAM database**. Delft, The Netherlands: CE Delft, 2011.

DENIS, D.; ST-VINCENT, M.; IMBEAU, D.; TRUDEAU, R. Stock management influence on manual materials handling in two warehouse superstores. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 36, n. 3, p. 191-201, 2006.

DENTE, S. M. R.; TAVASSZY, L. Policy oriented emission factors for road freight transport. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 2017.

DEPARTMENT OF ENERGY AND CLIMATE CHANGE. **Energy Consumption in the UK**. UK Government, London, 2013.

DEY, A.; LAGUARDIA, P.; SRINIVASAN, M. Building sustainability in logistics operations: a research agenda. **Management Research Review**, v. 34, n.11, p.1237-1259. 2011.

DHOOMA, J.; BAKER, P. An exploratory framework for energy conservation in existing warehouses. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 15, n. 1, p. 37-51, 2012.

DIAS, M.A.P. **Administração de Materiais: Uma Abordagem Logística**. São Paulo Atlas, 560p. 1993.

DILL, K. **The World's Most Sustainable Companies 2016**. Forbes 100. 2016. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/kathryndill/2016/01/22/the-worlds-most-sustainable-companies-2016/#7c4b75182380>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

DIMA, I. C.; GRABARA, J.; MODRAK, V. Sustainable logistics and business competitiveness. **International Letters of Social and Humanistic Sciences**, v.15, n.2, p. 148-156, 2014.

DO BU, T. G. C.; FREITAS, L. S. Analysis of green products in the light of eco-design strategies and environmental labeling: the Greenvana case. **Sistemas & Gestão**, v. 12, n. 2, p. 158-69, 2017.

DOBRAŃSKYTE-NISKOTA, A.; PERUJO, A.; PREGŁ, M. **Indicators to assess sustainability of transport activities**. European Commission, Joint Research Centre, 59 p., 2007.

DUAN, H.; HU, M.; ZUO, J.; ZHU, J.; MAO, R.; HUANG, Q. Assessing the carbon footprint of the transport sector in mega cities via streamlined life cycle assessment: a case study of Shenzhen, South China. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 5, p. 683-693, 2017.

DURLINGER, P. P. J. **Inventory and holding costs: A white paper approach for managers**. Durlinger consultancy, 7 p., 2012.

ECMT. **Sustainable urban travel: implementing sustainable urban travel policies: applying the 2001 key messages**. OECD/European Conference of Ministers of Transport ECMT, Paris. 2006.

EEA. **Are We Moving In The Right Direction?: Indicators On Transport And Environment Integration In The EU**. European Environment Agency, 2002.

EEA. **Transitions towards a more sustainable mobility system**. TERM 2016: Transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe. European Environment Agency, 88 p., 2016.

EIA. **Annual Energy Outlook 2012: With Projections to 2035**. Energy Information Administration (US). Government Printing Office. 2012.

EISELE, W. L.; SCHRANK, D. L.; SCHUMAN, R.; LOMAX, T. J. Estimating urban freight congestion costs: Methodologies, measures, and applications. **Transportation Research Board 92nd Annual Meeting**. 2013.

ELKINGTON, J. Accounting for the triple bottom line. **Measuring Business Excellence**, v. 2, n. 3, p. 18-22, 1998.

ELTAYEB, T. K.; ZAILANI, S.; JAYARAMAN, K. The examination on the drivers for green purchasing adoption among EMS 14001 certified companies in Malaysia. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 2, p. 206-225, 2010.

EUROPEAN COMMISSION. **Transport in Figures 2015**. Eurostat: Luxembourg, 77 p., 2016.

FACCHINI, F.; MUMMOLO, G.; MOSSA, G.; DIGIESI, S.; BOENZI, F.; VERRIELLO, R. Minimizing the carbon footprint of material handling equipment: Comparison of electric and LPG forklifts. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 9, n. 5, p. 1035, 2016.

FARUK, A. C.; LAMMING, R. C.; COUSINS, P. D.; BOWEN, F. E. Analyzing, mapping, and managing environmental impacts along supply chains. **Journal of Industrial Ecology**, v. 5, n. 2, p. 13-36, 2001.

FERNANDES, M. C. S. **Logística e Sustentabilidade: Análise de casos de estudo e tendências**. Dissertação de Mestrado, Escola de Gestão do Porto (EGP), 132 p., 2008.

FICHTINGER, J.; RIES, J. M.; GROSSE, E. H.; BAKER, P. Assessing the environmental impact of integrated inventory and warehouse management. **International Journal of Production Economics**, v. 170, p. 717-729, 2015.

FORD. **Limite de ruído na condição parado e índice de fumaça em aceleração - Veículos do ciclo diesel**. 2016. Disponível em: <<http://www.fordcaminhoes.com.br/>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.

FRANÇOSO, R. F.; BIGATON, A.; SILVA, H. J. T.; MARQUES, P. V. Relação do custo de transporte da cana-de-açúcar em função da distância. **Revista iPecege**, v. 3, n. 1, p. 100-105, 2017.

FREHE, V. Can target costing be applied in green logistics? - evidence from a conjoint analysis. **European Conference On Information Systems**, p. 1-15, 2015.

FREIRE, G. **Estudo comparativo de modelos de estoques num ambiente com previsibilidade variável de demanda**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: EPUSP, 105 p., 2007.

FÜRST, E.; OBERHOFER, P. Greening road freight transport: evidence from an empirical project in Austria. **Journal of Cleaner Production**, v. 33, p. 67-73. 2012.

GARCÍA-ARCA, J.; PRADO-PRADO, J. C.; GONZALEZ-PORTELA GARRIDO, A. Trinidad. "Packaging logistics": promoting sustainable efficiency in supply chains. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 44, n. 4, p. 325-346, 2014.

GAO, L. Y. The Application of Green Ecological Packaging Materials in Modern Packaging Design. **Advanced Materials Research**, v. 1028, p. 350-353, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILBERT, R.; IRWIN, N.; HOLLINGWORTH, B.; BLAIS, P. Sustainable transportation performance indicators. **Transportation Research Board**, 59 p., 2003.

GILBERT, H. Costing the Earth. **Supply Chain Management**. 2007. Disponível em: <www.supplymanagement.com>. Acesso em: 27 jun. 2017.

GONÇALVES, D. I. F. Pesquisas de marketing pela internet: as percepções sob a ótica dos entrevistados. **Revista de Administração Mackenzie (Mackenzie Management Review)**, v. 9, n. 7, 2009.

GRUBBSTRÖM, R. t W.; ERDEM, A. The EOQ with backlogging derived without derivatives. **International Journal of Production Economics**, v. 59, n. 1, p. 529-530, 1999.

GUDMUNDSSON, H.; HALL, R. P.; MARSDEN, G.; ZIETSMAN, J. **Sustainable transportation: indicators, frameworks, and performance management**. Springer, 304 p., 2015.

GUPTA, S. M.; JARUPAN, L.; KAMARTHI, S. Simulation based approach for return packaging systems. **Proceedings of the 2003 Northeast Decision Sciences Institute Conference**, p. 175-177, 2003.

GUPTA, S.; VERMA, R.; VICTORINO, L. Empirical research published in production and operations management (1992–2005): trends and future research directions. **Production and Operations Management**, v. 15, n. 3, p. 432-448, 2006.

GUPTA, S.; PALSULE-DESAI, O. D. Sustainable supply chain management: review and research opportunities. **IIMB Management Review**, v. 23, n. 4, p. 234-245, 2011.

HANFIELD, R. B.; HANFIELD, R. B.; WALTON, S. V.; SEEGERS, L. K.; MELNYK, S. A. 'Green' value chain practices in the furniture industry. **Journal of Operations Management**, v. 15, n. 4, p. 293-315, 1997.

HARRIS, F.W. How many parts to make at once. **Factory**, v. 10, n. 2, p. 135-136, 1913.

HARRISON, A.; VAN HOEK, R. I. **Logistics management and strategy: competing through the supply chain**. Pearson Education, 2008.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill Brasil, 1028 p., 2013.

HURDLY, J. U. S. **Fines Sunoco for pipeline safety lapse after valve incident injures workers**. State Impact: Pennsylvania. 2016. Disponível em: <<https://stateimpact.npr.org/pennsylvania/2016/11/03/u-s-fines-sunoco-for-safety-lapse-after-valve-incident-injures-workers/>>. Acesso em: 16 jul. 2017.

ILOS. **Iniciativas para redução de custos de transporte**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/iniciativas-para-reducao-de-custos-de-transporte/>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

ILOS. **As diretrizes internacionais das empresas se adequam ao Brasil?**. Rio de Janeiro, 2016. <<http://www.ilos.com.br/web/tag/frete-rodoviario/>>. Acesso em: 10 out. 2017.

JAMALI, D. Insights into triple bottom line integration from a learning organization perspective. **Business Process Management Journal**, v. 12, n. 6, p. 809-821, 2006.

JAMES, K., FITZPATRICK, L., LEWIS, H., SONNEVELD, K. Sustainable packaging system development. **Handbook of Sustainability Research**, Peter Lang Scientific Publishing, Frankfurt. 2005.

JAVED, M. U.; IMTINAN, U. Examining the Opportunities and Risks Associated with Sustainability Awareness in Higher Education in Pakistan. **Sustainability, Green IT and Education Strategies in the Twenty-first Century**. Springer, p. 307-338, 2017.

JORSFELDT, L. M.; HVOLBY, H. H.; NGUYEN, V. T. Implementing environmental sustainability in logistics operations: a case study. **Strategic Outsourcing: An International Journal**, v. 9, n. 2, p. 98-125, 2016.

KARIA, N.; ASAARI, M. H. A. H. Transforming green logistics practice into benefits: a case of third-party logistics (3PL's). **International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Kuala Lumpur, Malaysia**, 2016.

KATEPHAP, N.; LIMNARARAT, S. The Operational, Economic and Environmental Benefits of Returnable Packaging Under Various Reverse Logistics Arrangements. **International Journal of Intelligent Engineering & Systems**, v. 9, n.5, p. 210-219, 2017.

KAUF, S. City logistics—A Strategic Element of Sustainable Urban Development. **Transportation Research Procedia**, v. 16, p. 158-164, 2016.

KHIDIR, T.; ZAILANI, S.; JAYARAMAN, K. The examination on the drivers for green purchasing adoption among EMS 14001 certified companies in Malaysia. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 2, p. 206-225, 2010.

KIN, B.; VERLINDE, S.; MACHARIS, C. Sustainable urban freight transport in megacities in emerging markets. **Sustainable Cities and Society**, n. 32, p. 31-41, 2017.

KIRSCHSTEIN, T; MEISEL, F. GHG-emission models for assessing the eco-friendliness of road and rail freight transports. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 73, p. 13-33, 2015.

KLASSEN, R.D.; JOHNSON, P. F. The green supply chain. **Understanding supply chains: Concepts, critiques and futures**, p. 229-251, 2004.

KNOEPFEL, I. Dow Jones sustainability group index: A global benchmark for corporate sustainability. **Corporate Environmental Strategy**, v. 8, n. 1, p. 6-15, 2001.

KOTLER, P.; KELLER, K. L.; BRADY, M.; GOODMAN, M.; HANSEN, T. Marketing management. **Pearson Education Ltd.**, 2006.

KRZYŻANOWSK, M.; KUNA-DIBBERT, B.; SCHNEIDER, J. **Health effects of transport related air pollution**. WHO Regional Office Europe. 2005.

KUIPER, J. I.; BURDORF, A.; VERBEEK, J. H.; FRINGS-DRESEN, M. H.; VAN DER BEEK, A. J.; VIIKARI-JUNTURA, E. R. Epidemiologic evidence on manual materials handling as a risk factor for back disorders: a systematic review. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 24, n. 4, p. 389-404, 1999.

KUORINKA, I.; LORTIE, M.; GAUTREAU, M. Manual handling in warehouses: the illusion of correct working postures. **Ergonomics**, v. 37, n. 4, p. 655-661, 1994.

LANDIM, A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B.; MELO, N. R. D. Sustainability concerning food packaging in Brazil. **Polímeros**, v. 26, n. SPE, p. 82-92, 2016.

LARSSON, T. J.; RECHNITZER, G. Forklift trucks—analysis of severe and fatal occupational injuries, critical incidents and priorities for prevention. **Safety Science**, v. 17, n. 4, p. 275-289, 1994.

LASLEY, P.; LOMAX, T.; EISELE, W.; SCHRANK, D. Developing a Total Peak Period Travel Time Performance Measure: An Updated Concept Paper. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2420, p. 15-22, 2014.

LEE, S. Y.; KLASSEN, R. D. Drivers and enablers that foster environmental management capabilities in small-and medium-sized suppliers in supply chains. **Production and Operations management**, v. 17, n. 6, p. 573-586, 2008.

LEE, S.; MCCANN, D.; MESSENGER, J. C. **Duração do Trabalho em Todo o Mundo: Tendências de jornadas de trabalho, legislação e políticas numa perspectiva global comparada**. OIT, 259 p., 2009.

LEE, M. K.; YOO, S. H. The role of transportation sectors in the Korean national economy: An input-output analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, n. 93, p. 13-22. 2016.

LEUSCHNER, R.; ROGERS, D. S. Sustainable Logistics in Brazil and the United States: An Exploratory Study. **Marketing Dynamism & Sustainability: Things Change, Things Stay the Same...** Springer International Publishing, p. 375-377. 2015.

- LEVY, Y.; ELLIS, T. J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science**, v. 9, 2006.
- LEWIS, M. W. Iterative triangulation: a theory development process using existing case studies. **Journal of Operations Management**, v. 16, n. 4, p. 455-469, 1998.
- LIAO, J. J.; CHUNG, K. J.; HUANG, K. N. A deterministic inventory model for deteriorating items with two warehouses and trade credit in a supply chain system. **International Journal of Production Economics**, v. 146, n. 2, p. 557-565, 2013.
- LIEB, K. J.; LIEB, R. C. Environmental sustainability in the third-party logistics (3PL) industry. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 40, n. 7, p. 524-533, 2010.
- LIMA, M. P. Estoque: custo de oportunidade e impacto sobre os indicadores financeiros. **Centro de Estudos em Logística-CEL-COPPEAD-UFRJ**, Rio de Janeiro, 2003.
- LIMBOUBPRATUM, C.; SHEE, H.; AHSAN, K. Sustainable distribution through cooperation strategy. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 18, n. 5, p. 424-441, 2015.
- LITMAN, T. **Well measured: Developing indicators for sustainable and livable transport planning**. Victoria Transport Policy Institute, 107 p., 2011.
- LITMAN, T.; DOHERTY, E. **Transportation Cost and Benefit Analysis II – Parking Costs**. Transportation Cost and Benefit Analysis Techniques, Estimates & Implications, 28 p., 2011.
- LOCKAMY, A. A conceptual framework for assessing strategic packaging decisions. **The International Journal of Logistics Management**, v. 6, n. 1, p. 51-60, 1995.
- LYON, T. P.; MAXWELL, J. W. Greenwash: Corporate environmental disclosure under threat of audit. **Journal of Economics & Management Strategy**, v. 20, n. 1, p. 3-41, 2011.
- MACHARIS, C.; CARIS, A.; JOURQUIN, B.; PEKIN, E. A decision support framework for intermodal transport policy. **European Transport Research Review**, v. 3, n. 4, p. 167-178, 2011.
- MAKKONEN, A. **The role of company's sustainable procurement practices in conscious consumer buying behaviour**. Bachelor's Thesis, University of Applied Sciences, 62 p., 2014.
- MANGIARACINA, R.; PEREGO, A.; PEROTTI, S.; TUMINO, A. Assessing the environmental impact of logistics in online and offline B2C purchasing

processes in the apparel industry. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 23, n. 1, p. 98-124, 2016.

MARCHANT, C. Reducing the environmental impact of warehousing. *Green Logistics: Improving the environmental sustainability of Logistics*. **Kogan Page Limited London**, p. 167-192, 2010.

MCKINNON, A.; BROWNE, M.; WHITEING, A.; PIECYK, M. **Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics**. Kogan Page Publishers, 2015.

MELLO, T. M.; ECKHARDT, D.; LEIRAS, A. Sustainable procurement portfolio management: a case study in a mining company. **Production**, v. 27, p.1-15, 2017.

MENON, A.; BHARADWAJ, S. G.; ADIDAM, P. T.; EDISON, S. W. Antecedents and consequences of marketing strategy making: a model and a test. **The Journal of Marketing**, v.63, n.2, p. 18-40, 1999.

MIN, H.; GALLE, W. P. Green purchasing practices of US firms. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 9, p. 1222-1238, 2001.

MOLLENKOPF, D.; CLOSS, D.; TWEDE, D.; LEE, S.; BURGESS, G. Assessing the viability of reusable packaging: a relative cost approach. **Journal of Business Logistics**, v. 26, n. 1, p. 169-197, 2005.

MURPHY, F.; MCDONNELL, K.; FAGAN, Co. C. Sustainability and environmental issues in food processing. **Food Processing: Principles and Applications, Second Edition**, p. 207-232, 2014.

NAMBIAR, A. N. Challenges in sustainable manufacturing. **Proceedings of the 2010 international conference on industrial engineering and operations management**, Dhaka, Bangladesh. p. 9-10. 2010.

NTC. **Manual de Cálculo e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Cargas**. Associação Nacional do Transporte de Cargas. 2011.

OBOIRIEN, B. O.; NORTH, B. C. A review of waste tyre gasification. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.5, n.5, p. 5169-5178, 2017

OECD. **Towards sustainable transportation**. Paris: OECD Publications, 1997.

OECD. **OECD Environmental Performance Reviews: Germany 2012**. Paris: OECD Publications, 2012.

OLIVEIRA, T. M. V. Amostragem não probabilística: adequação de situações para uso e limitações de amostras por conveniência, julgamento e quotas. **Administração On Line**, v. 2, n. 3, p. 1-16, 2001.

OLSMATS, C.; DOMINIC, C. Packaging Scorecard—A packaging performance evaluation method. **Packaging Technology and Science**, v. 16, n. 1, p. 9-14, 2003.

PALANDER, T. The environmental emission efficiency of larger and heavier vehicles – A case study of road transportation in Finnish forest industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 155, p. 57-62, 2017.

PALSSON, H.; FINNSGARD, C.; WANSTROM, C. Selection of packaging systems in supply chains from a sustainability perspective: the case of Volvo. **Packaging Technology and Science**, v. 26, n. 5, p. 289-310, 2013.

PALSSON, H.; JOHANSSON, O. Reducing transportation emissions: Company intentions, barriers and discriminating factors. **Benchmarking: An International Journal**, v. 23, n. 3, p. 674-703, 2016.

PARKIN, S. Sustainable development: the concept and the practical challenge. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Civil Engineering. **Thomas Telford Ltd**, p. 3-8, 2000.

PEROTTI, S.; ZORZINI, M.; CAGNO, E.; MICHELI, G. J. Green supply chain practices and company performance: the case of 3PLs in Italy. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 42, n. 7, p. 640-672, 2012.

PETROBRAS. **Manual técnico diesel S-10**. Assistência Técnica Petrobrás, 17 p., 2014.

PERBOLI, G.; DE MARCO, A.; PERFETTI, F.; MARONE, M. A new taxonomy of smart city projects. **Transportation Research Procedia**, v. 3, p. 470-478, 2014.

PINHEIRO, C. T.; PAIS, R. F.; FERREIRA, A. G. M.; QUINA, M. J.; GANDO-FERREIRA, L. M. Measurement and correlation of thermophysical properties of waste lubricant oil. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 116, p. 137-146, 2018.

PUNNETT, L.; WEGMAN, D.H. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 14, n. 1, p. 13-23, 2004.

RICHARDSON, B. Toward a policy on a sustainable transportation system. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 1670, p. 27-34, 1999.

RICO, P. J. D. C. **Logística e sustentabilidade ambiental**. Dissertação de Doutorado. Instituto Politécnico de Setúbal, 70 p., 2015.

RIES, J. M.; GROSSE, E. H.; FICHTINGER, J. Environmental impact of warehousing: a scenario analysis for the United States. **International Journal of Production Research**, p. 1-15, 2016.

RODRIGUE, J. P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. **The Geography of Transport Systems**, 432 p. New York: Routledge, 2016.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**. Reno, University of Nevada, 280 p., 1999.

ROGERS, M. M.; WEBER, W. L. Evaluating CO2 emissions and fatalities tradeoffs in truck transport. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, n. 8, p. 750-767, 2011.

ROSOVÁ, A. Proposal for a performance evaluation of company procurement logistics. **Carpathian Logistics Congress, Czech Republic, EU**. 2012.

RUPARATHNA, R.; HEWAGE, K. Sustainable procurement in the Canadian construction industry: current practices, drivers and opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, p. 305-314, 2015.

SAGHIR, M. **Packaging logistics evaluation in the Swedish retail supply chain**. Packaging Logistics, Lund University, 2002.

SEEG. **Análise das emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o acordo de Paris**. Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa, 44p., 2016.

SEROKA, S. O. The development of green logistics for implementation sustainable development strategy in companies. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 151, p. 302-309, 2014.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal Of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1699-1710, 2008.

SHARMA, S.; HENRIQUES, I. Stakeholder influences on sustainability practices in the Canadian forest products industry. **Strategic Management Journal**, v. 26, n. 2, p. 159-180, 2005.

SHI, J.; SHI, X.; LI, D.; DU, Q. Risk evaluation for sustainable packaging logistics solution: a quantitative method and case study. **Transportation Information and Safety (ICTIS), 2015 International Conference on IEEE**, p. 720-728, 2015.

SILVA, E., MENEZES, E. M. L. D. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de ensino a distância da UFSC, v. 4, 138 p., 2005.

SIM, J.; SIM, J. Air emission and environmental impact assessment of Korean automotive logistics. **Journal of Cleaner Production**, v. 159, p. 130-140, 2017.

SIMONGATI, G. Multi-criteria decision making support tool for freight integrators: Selecting the most sustainable alternative. **Transport**, v. 25, n. 1, p. 89-97, 2010.

SIMPSON, D.; POWER, D.; SAMSON, D. Greening the automotive supply chain: a relationship perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 27, n. 1, p. 28-48, 2007.

SINAY, M. C. F. D.; CRUZ, I.; RIBEIRO, S. K.; SINAY, L. Neurofuzzy technology to evaluate the environmental performance of the cargo transportation mode. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 25, n. 1, p. 44-60, 2016.

SMAIL, S. **Shen Neng 1: Chinese coal ship owners to pay Government \$39.3m over Barrier Reef grounding**. ABC News. 2016. Disponível em: <<http://www.abc.net.au/news/2016-09-19/shen-neng-1-owners-to-pay-39-million-over-barrier-reef-grounding/7858956>>. Acesso em: 16 jul. 2017.

SMITH, P. A.; DI MILIA, L.; SMITH, A.; GEE, W.; MACKAY, R. Managing fatigue through roster design. **Proceedings of The Queensland Mining Industry Health and Safety Conference: A New Era in Mine Health and Safety Management**. 2000.

SONG, X.; DING, Y.; WANG, Y.; WANG, W.; WANG, G.; ZHOU, B. Comparative study of nitrogen removal and bio-film clogging for three filter media packing strategies in vertical flow constructed wetlands. **Ecological Engineering**, v. 74, p. 1-7, 2015.

SRIVASTAVA, S. K. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International journal of management reviews**, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.

STILL. **Empilhadeiras elétricas e à combustão**. STILL International, 2017. Disponível em: <<https://www.still.com.br>>. Acesso em: 16 jul. 2017.

SVANES, E.; VOLD, M.; MØLLER, H.; PETTERSEN, M. K.; LARSEN, H.; HANSEN, O. J. Sustainable packaging design: a holistic methodology for packaging design. **Packaging Technology and Science**, v. 23, n. 3, p. 161-175, 2010.

TAMBOVCEVS, A.; TAMBOVCEVA, T. Logistic system integration with environmental management system, a case study of international company. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, v. 6, n. 8, 2012.

- TAMULIS, V.; GUZAVIČIUS, A.; ŽALGIRYTĖ, L. Factors influencing the use of green logistics: Theoretical implications. **Economics and management**, v. 17, n. 2, p. 706-711, 2012.
- TAN, K. S.; DAUD AHMED, M.; SUNDARAM, D. Sustainable enterprise modelling and simulation in a warehousing context. **Business Process Management Journal**, v. 16, n. 5, p. 871-886, 2010.
- TANG, C.S.; ZHOU, S. Research advances in environmentally and socially sustainable operations. **European Journal of Operational Research**, v. 223, n. 3, p. 585-594, 2012.
- TAPPIA, E.; MARCHET, G.; MELACINI, M.; PEROTTI, S. Incorporating the environmental dimension in the assessment of automated warehouses. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 10, p. 824-838, 2015.
- TATE, W. L.; ELLRAM, L. M.; KIRCHOFF, J. F. Corporate social responsibility reports: a thematic analysis related to supply chain management. **Journal of supply chain management**, v. 46, n. 1, p. 19-44, 2010.
- THEIS, T.; TOMKIN, J. **Sustainability: a comprehensive foundation**. Houston, Texas, Rice University, 643 p., 2012.
- THIELL, M.; ZULUAGA, J. P. S.; MONTAÑEZ, J. P. M.; VAN HOOFF, B. Green logistics: global practices and their implementation in emerging markets. **Green finance and sustainability: Environmentally-aware business models and technologies**. p. 334-357, 2011.
- TRANSMODAL, M. D. S. **DG MOVE European Commission: Study on urban freight transport**. Final report. Chester, UK: MDS Transmodal Limited, 156 p., 2012.
- UK GOVERNMENT. **Greenhouse gas reporting - Conversion factors 2016**. Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2016. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2016>>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- UK ROUNDTABLE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Defining a Sustainable Transport Sector**. UK Round Table on Sustainable Development, 38 p., 1996.
- UNITED KINGDOM WAREHOUSE ASSOCIATION. **Save Energy. Cut Costs: Energy Efficient Warehouse**. London, 2010.
- USEPA. **Sources of Greenhouse Gas Emissions**. United State Environmental Protection Agency, 2016. Disponível em: <<https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

VAN ESSEN, H. **The Environmental Impacts of Increase International Road and Rail Freight Transport—Past Trends and Future Perspectives**. Global Forum on Transport and Environment in a Globalizing World, 38 p., 2008.

VERGHESE, K.; LEWIS, H. Environmental innovation in industrial packaging: a supply chain approach. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 18-19, p. 4381-4401, 2007.

VERMA, A.; RAHUL, T. M.; DIXIT, M. Sustainability impact assessment of transportation policies—a case study for Bangalore city. **Case Studies on Transport Policy**, v. 3, n. 3, p. 321-330, 2015.

VERNUCCIO, M.; COZZOLINO, A.; MICHELINI, L. An exploratory study of marketing, logistics, and ethics in packaging innovation. **European Journal of Innovation Management**, v. 13, n. 3, p. 333-354, 2010.

WAGNER, H. M.; WHITIN, T. M. Dynamic version of the economic lot size model. **Management science**, v. 5, n. 1, p. 89-96, 1958.

WALKER, D.; HAMPSON, K. **Procurement strategies: A relationship-based approach**. John Wiley & Sons, 320 p., 2008.

WANG, J.; ZHANG, D. Study on the mechanism of logistics system sustainability. **Automation and Logistics**, p. 2165-2169, 2007.

WANG, C. N.; HO, H. X. T.; LUO, S. H.; LIN, T. F. An Integrated Approach to Evaluating and Selecting Green Logistics Providers for Sustainable Development. **Sustainability**, v. 9, n. 2, p. 218, 2017.

WARD, D.; TYLER, P.; WILSON, P.; EICHINGER, M. Developments in Rail Simulators and Computer Based Training to Increase Training Efficiency and Effectiveness. **Simulation Industry Association of Australia, Lindfield**, 2004.

WCED. **Our common future. World Commission on Environment and Development**. Oxford University Press, 300 p., 1987.

WEE, H. M. Economic production lot size model for deteriorating items with partial back-ordering. **Computers & Industrial Engineering**, v. 24, n. 3, p. 449-458, 1993.

WICHAISRI, S.; SOPADANG, A. Sustainable logistics system: A framework and case study. **Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)**, p. 1017-1021. 2013.

WILLIAMS, H.; WIKSTROM, F. Environmental impact of packaging and food losses in a life cycle perspective: a comparative analysis of five food items. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 1, p. 43-48, 2011.

WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. **Proceedings of the 18th international**

conference on evaluation and assessment in software engineering, p. 38. 2014.

WORLD BANK GROUP. **The World Kuo in Transport**. 2017. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/en/topic/transport/overview>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Supply Chain Decarbonization**. Geneva: World Economic Forum, 41 p., 2009.

WORLD ECONOMIC FORUM. **World Economic Forum White Paper Digital Transformation of Industries: Logistics Industry**. 2016. Disponível em: <<http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wef-dti-logisticswhitepaper-final-january-2016.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for community noise**. WHO, Geneva, 141 p., 1999.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Status Report on Road Safety**. WHO, Geneva, 340 p., 2015. Disponível em: <http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/>. Acesso em: 20 jun. 2017.

WU, H. J.; DUNN, S. C. Environmentally responsible logistics systems. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 25, n. 2, p. 20-38, 1995.

YOUNG, I. Sustainable logistics and supply chains. **Chemical Week**, v. 171, n. 23, 2009.

ZEGRAS, C. Sustainable transport indicators and assessment methodologies. **Biannual Conference and Exhibit of the Clean Air Initiative for Latin American Cities**. p. 25-27. 2006.

ZHANG, C.; LI, H. Environmental Impact Analysis for Logistics System. **ICLEM 2014: System Planning, Supply Chain Management, and Safety**. 2014. p. 859-864.

ZIMMER, W.; SCHMIED, M. Potentials for a Modal Shift from Road to Rail and Ship: A Methodological Approach. **ETC/ACC Technical Paper**, v. 18, 2008.

Apêndice A – Questionário do Método para Avaliação dos Impactos das Atividades Logísticas na Sustentabilidade

APRESENTAÇÃO

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) desenvolve estudos nas áreas de Gestão e Estratégias e Engenharia do Produto e do Processo. Essa pesquisa, em especial, enquadra-se na área de Gestão e Estratégias na linha de pesquisa de Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos, com um projeto de Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção que objetiva avaliar os impactos da logística na sustentabilidade.

A sustentabilidade deve permear todos os processos industriais e empresariais, inclusive a logística. Dentre as atividades logísticas, as operações de transporte, armazenagem, embalagem e aquisição apresentam impactos relevantes na sustentabilidade. Essas atividades são consideradas sustentáveis quando apresentam bons resultados em relação às três dimensões da sustentabilidade, considerando o conceito TBL – Triple Bottom Line: econômica, ambiental e social.

Com os dados coletados por meio de um questionário, pretende-se avaliar de forma ampla os impactos das atividades logísticas citadas em cada uma das dimensões. Portanto, a total transparência nas respostas ao método de avaliação é de fundamental importância para se atingir o objetivo proposto.

O questionário é de fácil preenchimento, contendo 68 questões, divididas em 9 seções. Os dados serão utilizados apenas no âmbito acadêmico, sendo garantido o SIGILO ABSOLUTO do nome da empresa e de seu respondente.

Agradecemos desde já a atenção e contamos com sua valorosa colaboração.
Atenciosamente,

Renan Stenico de Campos
Mestrando em Engenharia de Produção
renanstenico@hotmail.com

Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon
Orientador
atsimon@unimep.br

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS NA SUSTENTABILIDADE

Seção 1 – Identificação e caracterização da empresa

As informações contidas nessa seção objetivam caracterizar a empresa pesquisada.

Q1.1 Nome da empresa (opcional)

Q1.2 Segmento de atuação da empresa

Q1.3 Tempo de atuação da empresa (em anos)

Q1.4 Número de empregados (em todas as unidades da empresa)

() 1 a 19 funcionários

() 100 a 500 funcionários

() 20 a 99 funcionários

() Mais de 500 funcionários

Q1.5 Nome do respondente (opcional)

Q1.6 Cargo do respondente

Q1.7 Formação

Q1.8 Tempo de atuação na empresa do respondente (em anos)

Q1.9 Quais os modais de transporte e o porcentual de utilização na empresa:

() Rodoviário: _____%

() Ferroviário: _____%

() Aéreo: _____%

() Hidroviário: _____%

() Dutos: _____%

Seção 2 – Caracterização do transporte rodoviário

As informações contidas nessa seção objetivam caracterizar o transporte rodoviário da empresa pesquisada.

Q2.1 Em relação ao transporte rodoviário:

- () A empresa possui frota própria: _____ % da frota total
() A empresa contrata serviços de terceiros: _____ % da frota total

Q2.2 Quantos veículos de transporte, aproximadamente, compõem a frota própria:

- Caminhões leves (carga útil de 3,5 a 7,5 toneladas): _____ unidades
Caminhões semipesados (carga útil de 7,5 a 10 toneladas): _____ unidades
Caminhões pesados (carga útil de 10 a 20 toneladas): _____ unidades
Truck + Carreta 2 eixos (carga útil de 20 a 25 toneladas): _____ unidades
Truck + Carreta 3 eixos (carga útil de 25 a 30 toneladas): _____ unidades
Bitrens (carga útil de 30 a 40 toneladas): _____ unidades
Treminhões e Rodotrens (carga útil de 40 a 60 toneladas): _____ unidades

Q2.3 Quantos veículos de transporte, aproximadamente, compõem a frota contratada de terceiros:

- Caminhões leves (carga útil de 3,5 a 7,5 toneladas): _____ unidades
Caminhões semipesados (carga útil de 7,5 a 10 toneladas): _____ unidades
Caminhões pesados (carga útil de 10 a 20 toneladas): _____ unidades
Truck + Carreta 2 eixos (carga útil de 20 a 25 toneladas): _____ unidades
Truck + Carreta 3 eixos (carga útil de 25 a 30 toneladas): _____ unidades
Bitrens (carga útil de 30 a 40 toneladas): _____ unidades
Treminhões e Rodotrens (carga útil de 40 a 60 toneladas): _____ unidades

Q2.4 Qual a taxa de ocupação da frota total, aproximadamente, para realização das operações de transporte de mercadorias?

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> < 50% | <input type="checkbox"/> De 70 a 80% |
| <input type="checkbox"/> De 50 a 60% | <input type="checkbox"/> De 80 a 90% |
| <input type="checkbox"/> De 60 a 70% | <input type="checkbox"/> De 90 a 100% |

Q2.5 Quantas horas por dia, aproximadamente, a frota de caminhões opera?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> De 0 a 4 horas | <input type="checkbox"/> De 12 a 16 horas |
| <input type="checkbox"/> De 4 a 8 horas | <input type="checkbox"/> De 16 a 20 horas |
| <input type="checkbox"/> De 8 a 12 horas | <input type="checkbox"/> De 20 a 24 horas |

Q2.6 Qual a porcentagem de atraso causado por congestionamentos nas vias ao realizar o transporte de mercadorias?

- | | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Não há atraso | <input type="checkbox"/> De 25 a 50% | <input type="checkbox"/> De 75 a 100% |
| <input type="checkbox"/> De 0 a 25% | <input type="checkbox"/> De 50 a 75% | |

Q2.7 Qual a porcentagem de reaproveitamento de pneus (recapagem, recauchutagem ou remoldagem) realizado pela empresa?

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Não aplicado | <input type="checkbox"/> De 25 a 50% | <input type="checkbox"/> De 75 a 100% |
| <input type="checkbox"/> De 0 a 25% | <input type="checkbox"/> De 50 a 75% | |

Q2.8 Qual a porcentagem de descarte de pneus para reciclagem realizado pela empresa?

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Não aplicado | <input type="checkbox"/> De 25 a 50% | <input type="checkbox"/> De 75 a 100% |
| <input type="checkbox"/> De 0 a 25% | <input type="checkbox"/> De 50 a 75% | |

Q2.9 Qual a porcentagem de descarte de óleos lubrificantes para reciclagem realizado pela empresa?

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Não aplicado | <input type="checkbox"/> De 25 a 50% | <input type="checkbox"/> De 75 a 100% |
| <input type="checkbox"/> De 0 a 25% | <input type="checkbox"/> De 50 a 75% | |

Q2.10 Como é feito o descarte de componentes automotivos após manutenção corretiva e/ou preventiva (filtros de óleo, filtros de ar, peças de motor, molas, amortecedores, entre outros componentes)?

- Descarte controlado feito por empresas credenciadas
- Descarte **sem** controle feito por empresas credenciadas
- Descarte sem controle
- Não aplicado

Q2.11 Quantos veículos da frota própria de caminhões, aproximadamente, são abastecidos com óleo diesel S-10?

- Não aplicado
- De 25 a 50%
- De 75 a 100%
- De 0 a 25%
- De 50 a 75%

Q2.12 Quantos veículos da frota de caminhões contratada de terceiros, aproximadamente, são abastecidos com óleo diesel S-10?

- Não aplicado
- De 25 a 50%
- De 75 a 100%
- De 0 a 25%
- De 50 a 75%

Q2.13 Qual a média anual de acidentes ocorridos durante as operações de transporte de produtos/cargas contendo vítimas com lesões corporais?

- Zero acidentes
- De 3 a 5 acidentes
- > 10 acidentes
- De 1 a 2 acidentes
- De 5 a 10 acidentes

Q2.14 Qual a média anual de acidentes ocorridos durante as operações de transporte de produtos/cargas contendo vítimas fatais?

- Zero acidentes
- De 3 a 5 acidentes
- > 10 acidentes
- De 1 a 2 acidentes
- De 5 a 10 acidentes

Seção 3 - Percepções dos impactos da atividade de transporte na sustentabilidade

Esta seção tem como finalidade verificar o grau de importância dos impactos causados pela atividade de transporte na sustentabilidade.

Q3.1 - Com base na atividade de transporte realizada pela empresa, avalie os seguintes impactos:

Considere: (1) De muito baixa relevância (2) De baixa relevância (3) De média relevância (4) De alta relevância (5) De muito alta relevância

Impacto	1	2	3	4	5
As despesas geradas durante o transporte são:					
As despesas geradas por atrasos resultantes do congestionamento do tráfego são:					
As emissões de gases de efeito estufa resultantes da frota utilizada são:					
Os resíduos perigosos descartados no meio ambiente (pneus, óleo lubrificante, componentes automotivos) são:					
A saúde dos funcionários e dos cidadãos comprometida pela má qualidade do ar são:					
Os acidentes envolvendo transporte de produtos/cargas são:					
A exposição e o incômodo causados pela poluição sonora são:					

Q3.2 - Há outros impactos, não citados anteriormente, que são avaliados pela empresa ao realizar a atividade de transporte? () Sim () Não

Quais?

Q4.9 Em relação aos equipamentos móveis utilizados para a movimentação e manuseio de materiais:

- () A empresa utiliza veículos guiados automaticamente (AGV): ___ unidades
- () A empresa utiliza rebocadores elétricos: _____ unidades
- () A empresa utiliza transpaleteiras elétricas: _____ unidades
- () A empresa utiliza empilhadeiras elétricas – responder Item **Q4.10**
- () A empresa utiliza empilhadeiras a gás natural – responder Item **Q4.11**
- () A empresa utiliza empilhadeiras a diesel – responder Item **Q4.12**
- () A empresa utiliza pás carregadeiras – responder Item **Q4.13**

Q4.10 Quantas empilhadeiras elétricas, aproximadamente, a empresa possui:

Empilhadeiras para cargas compactas (carga útil de 1,0 a 2,0 ton.):__ unidades

Empilhadeiras para cargas pequenas (carga útil de 2,5 a 3,0 ton.):__ unidades

Empilhadeiras para cargas médias (carga útil de 4,0 a 5,0 ton.): __ unidades

Empilhadeiras para cargas grandes (carga útil de 6,0 a 8,0 ton.): __ unidades

Q4.11 Quantas empilhadeiras movidas a gás natural, aproximadamente, a empresa possui:

Empilhadeiras para cargas compactas (carga útil de 1,0 a 2,0 ton.):__ unidades

Empilhadeiras para cargas pequenas (carga útil de 2,5 a 3,0 ton.):__ unidades

Empilhadeiras para cargas médias (carga útil de 4,0 a 5,0 ton.):__ unidades

Empilhadeiras para cargas grandes (carga útil de 6,0 a 8,0 ton.):__ unidades

Q4.12 Quantas empilhadeiras movidas a diesel, aproximadamente, a empresa possui:

Empilhadeiras para cargas compactas (carga útil de 1,0 a 2,0 ton.):__ unidades

Empilhadeiras para cargas pequenas (carga útil de 2,5 a 3,0 ton.):__ unidades

Empilhadeiras para cargas médias (carga útil de 4,0 a 5,0 ton.):__ unidades

Empilhadeiras para cargas grandes (carga útil de 6,0 a 8,0 ton.):__ unidades

Q4.13 Quantas pás carregadeiras, aproximadamente, a empresa possui:

Pás carregadeiras compactas (capacidade da caçamba até 2,0 m³):_ unidades

Pás carregadeiras pequenas (capacidade da caçamba até 3,5 m³):__ unidades

Pás carregadeiras médias (capacidade da caçamba até 9,5 m³):__ unidades

Pás carregadeiras grandes (capacidade da caçamba até 15 m³):__ unidades

Q4.14 Qual a taxa de ocupação dos equipamentos móveis utilizados para a movimentação e manuseio de materiais?

< 50%

De 70 a 80%

De 50 a 60%

De 80 a 90%

De 60 a 70%

De 90 a 100%

Q4.15 Em relação aos equipamentos fixos utilizados para a movimentação e manuseio de materiais:

Os armazéns **não** possuem equipamentos fixos

Os armazéns possuem talhas elétricas: _____ unidades

Os armazéns possuem pontes rolantes: _____ unidades

Os armazéns possuem transportadores (ex.: de correia, de corrente, de rolos): _____ unidades

Os armazéns possuem transelevadores para paletes: _____ unidades

Os armazéns possuem paletizadores automáticos: _____ unidades

Os armazéns possuem paletizadores robóticos: _____ unidades

Q4.16 Qual a taxa de ocupação dos equipamentos fixos utilizados para a movimentação e manuseio de materiais?

< 50%

De 70 a 80%

De 50 a 60%

De 80 a 90%

De 60 a 70%

De 90 a 100%

Q4.22 Qual a média anual de ocorrência de acidentes nos armazéns contendo vítimas com lesões corporais (incluindo os acidentes com atendimento de enfermagem e acidentes com afastamento)?

- Zero acidentes De 3 a 5 acidentes > 10 acidentes
 De 1 a 2 acidentes De 5 a 10 acidentes

Q4.23 Qual a média anual de ocorrência de acidentes nos armazéns contendo vítimas fatais?

- Zero acidentes De 3 a 5 acidentes > 10 acidentes
 De 1 a 2 acidentes De 5 a 10 acidentes

Seção 5 - Percepções dos impactos da atividade de armazenagem, gestão de estoques e manuseio de materiais na sustentabilidade

Esta seção tem como finalidade verificar o grau de importância dos impactos causados pelas atividades de armazenagem, gestão de estoques e manuseio de materiais na sustentabilidade.

Q5.1 - Com base nas atividades de armazenagem, gestão de estoques e manuseio de materiais realizadas pela empresa, avalie os seguintes impactos:

Considere: (1) De muito baixa relevância (2) De baixa relevância (3) De média relevância (4) De alta relevância (5) De muito alta relevância

Impacto	1	2	3	4	5
As despesas geradas pela má gestão dos custos associados a manutenção de estoques são:					
O cancelamento de pedidos por falta de itens estocados são:					
O consumo elevado de energia elétrica para iluminação dos armazéns são:					
O consumo elevado de energia (elétrica ou de combustíveis fósseis) dos equipamentos móveis e fixos para manuseio de materiais são:					
O consumo elevado de energia elétrica para climatização interna são:					
O excesso de jornada de trabalho nos armazéns são:					
A falta de clareza e de simplicidade das operações nos armazéns são:					
Os acidentes nos armazéns envolvendo vítimas são:					

Q5.2 - Há outros impactos, não citados anteriormente, que são avaliados pela empresa ao realizar as atividades de armazenagem, gestão de estoques e manuseio de materiais? () Sim () Não

Quais?

Seção 6 - Caracterização das embalagens

As informações contidas nessa seção objetivam caracterizar as embalagens utilizadas durante as operações logísticas na empresa pesquisada.

Q6.1 Em relação ao material utilizado nas embalagens - sejam as embalagens classificadas como primárias (contendo o produto direto utilizado pelos clientes) ou secundárias (material protegendo o pacote primário) ou terciárias (material protegendo as mercadorias durante as operações logísticas), a empresa utiliza:

- () Embalagens de madeira: _____ % das embalagens utilizadas;
- () Embalagens de metal (aço e alumínio): _____ % das embalagens utilizadas;
- () Embalagens de celulose (papel/papelão): ____ % das embalagens utilizadas;
- () Embalagens de vidro: _____ % das embalagens utilizadas;
- () Embalagens plásticas: _____ % das embalagens utilizadas;
- () Outros: _____ % das embalagens utilizadas;

Q6.2 Qual a porcentagem de embalagens retornáveis utilizadas pela empresa?

- () Não aplicado
- () < 25%
- () Entre 25 e 50%
- () Entre 50 e 75%
- () > 75%

Q6.3 Qual a porcentagem de embalagens ecológicas (incluem embalagens constituídas de materiais naturais ou reciclados; com baixo tempo de degradação; reutilizáveis e com alta taxa de reciclagem) utilizadas pela empresa?

- () Não aplicado
- () < 25%
- () Entre 25 e 50%
- () Entre 50 e 75%
- () > 75%

Q6.4 Qual a porcentagem de embalagens perdidas durante as operações logísticas?

- Não aplicado
- < 25%
- Entre 25 e 50%
- Entre 50 e 75%
- > 75%

Q6.5 Qual a porcentagem das embalagens recicladas após vida útil?

- Não aplicado
- < 25%
- Entre 25 e 50%
- Entre 50 e 75%
- > 75%

Q6.6 Qual a porcentagem de embalagens utilizadas pela empresa contendo rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020)?

- Não aplicado
- < 25%
- Entre 25 e 50%
- Entre 50 e 75%
- > 75%

Seção 7 - Percepções dos impactos da atividade de embalagem na sustentabilidade

Esta seção tem como finalidade verificar o grau de importância dos impactos causados pela atividade de embalagem na sustentabilidade.

Q7.1 - Com base na atividade de embalagem realizada pela empresa, avalie os seguintes impactos:

Considere: (1) De muito baixa relevância (2) De baixa relevância (3) De média relevância (4) De alta relevância (5) De muito alta relevância

Impacto	1	2	3	4	5
A falta de diminuição no custo do material, do número de compras de embalagem, do desperdício de materiais durante as operações logísticas e do consumo de recursos naturais ao não utilizar embalagens retornáveis são:					
As perdas econômicas e os produtos eliminados no meio ambiente decorrentes das embalagens perdidas durante as operações logísticas são:					
A falta de aumento da consciência das pessoas sobre o conceito de consumo verde, de estudos para <i>design</i> de embalagens ecológicas, da diminuição do consumo de recursos naturais e do aumento dos benefícios econômicos das empresas ao não utilizar embalagens ecológicas são:					
Os efeitos nocivos das embalagens descartadas irregularmente no meio ambiente após vida útil são:					
Os riscos das embalagens sem rotulagem ambiental fornecerem informações incorretas as pessoas sobre sua fabricação e descarte são:					

**Q7.2 - Há outros impactos, não citados anteriormente, que são avaliados pela empresa ao utilizar as embalagens nas operações logísticas? () Sim
() Não**

Quais?

Seção 8 - Caracterização das aquisições

As informações contidas nessa seção objetivam caracterizar as aquisições realizadas pela empresa pesquisada.

Q8.1 Em relação as aquisições realizadas com os fornecedores:

A empresa realiza aquisições com fornecedores locais – responder Item **Q8.2**

A empresa realiza aquisições com fornecedores regionais – responder Item

Q8.3

A empresa realiza aquisições com fornecedores nacionais – responder Item

Q8.4

A empresa realiza aquisições com fornecedores internacionais – responder Item **Q8.5**

Q8.2 Qual a porcentagem de aquisições com fornecedores locais (localizados em um raio de 50 quilômetros de distância das unidades de produção) realizadas pela empresa?

Não aplicado

< 25%

Entre 25 e 50%

Entre 50 e 75%

> 75%

Q8.3 Qual a porcentagem de aquisições com fornecedores regionais (localizados em um raio entre 50 e 200 quilômetros de distância das unidades de produção) realizadas pela empresa?

Não aplicado

< 25%

Entre 25 e 50%

Entre 50 e 75%

> 75%

Q8.4 Qual a porcentagem de aquisições com fornecedores nacionais (localizados em um raio maior que 200 quilômetros de distância das unidades de produção) realizadas pela empresa?

- Não aplicado
- < 25%
- Entre 25 e 50%
- Entre 50 e 75%
- > 75%

Q8.5 Qual a porcentagem de aquisições com fornecedores internacionais realizadas pela empresa?

- Não aplicado
- < 25%
- Entre 25 e 50%
- Entre 50 e 75%
- > 75%

Q8.6 Qual a porcentagem de aquisições com fornecedores contendo certificação ambiental (ISO 14001) realizadas pela empresa?

- Não aplicado
- < 25%
- Entre 25 e 50%
- Entre 50 e 75%
- > 75%

Q8.7 Qual a porcentagem de produtos comprados pela empresa contendo rotulagem ambiental – Selo Verde (ISO 14020)?

- Não aplicado
- < 25%
- Entre 25 e 50%
- Entre 50 e 75%
- > 75%

Q8.8 Qual a porcentagem de aquisições com fornecedores contendo certificação de responsabilidade social (ISO 26000) realizadas pela empresa?

- Não aplicado
- < 25%
- Entre 25 e 50%
- Entre 50 e 75%
- > 75%

Seção 9 - Percepções dos impactos da atividade de aquisição na sustentabilidade

Esta seção tem como finalidade verificar o grau de importância dos impactos causados pela atividade de aquisição na sustentabilidade.

Q9.1 - Com base na atividade de aquisição realizada pela empresa, avalie os seguintes impactos:

Considere: (1) De muito baixa relevância (2) De baixa relevância (3) De média relevância (4) De alta relevância (5) De muito alta relevância

Impacto	1	2	3	4	5
As despesas e os impactos no meio ambiente ocasionados pelas operações de transporte ao comprar produtos com fornecedores distantes são:					
Os riscos ambientais advindos de produtos e serviços oferecidos por fornecedores não contendo certificação ambiental são:					
Os riscos dos produtos adquiridos sem rotulagem ambiental fornecerem informações incorretas as pessoas sobre a sua fabricação e descarte são:					
Os riscos à sociedade advindos de produtos e serviços oferecidos por fornecedores não contendo certificação de responsabilidade social são:					

Q9.2 - Há outros impactos, não citados anteriormente, que são avaliados pela empresa ao realizar a atividade de aquisição? () Sim () Não

Quais?
