

Eduarda Dutra de Souza

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA LOGÍSTICA VERDE:
UMA ANÁLISE NA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Dr. Carlos Manuel Taboada Rodriguez
Coorientador: Prof. Dra. Marina Bouzon

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Souza, Eduarda Dutra de
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA LOGÍSTICA VERDE: :
UMA ANÁLISE NA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS /
Eduarda Dutra de Souza ; orientador, Carlos Manoel
Taboada Rodriguez, coorientadora, Marina Bouzon,
2019.
150 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis,
2019.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Logística Verde. 3.
Green Supply Chain. 4. Avaliação de desempenho. 5.
Analytic Hierarchy Process (AHP) . I. Rodriguez,
Carlos Manoel Taboada . II. Bouzon, Marina . III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção. IV. Título.

Eduarda Dutra de Souza

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA LOGÍSTICA VERDE:
UMA ANÁLISE NA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de
“AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA LOGÍSTICA VERDE:
UMA ANÁLISE NA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS
PLÁSTICAS

” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção

Florianópolis, 19 de Fevereiro de 2019.

Profa. Lucila Maria de Souza Campos, Dra.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Carlos Manuel Taboada Rodriguez, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof.^a Marina Bouzon , Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Antônio Sergio Coelho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Dimas Ailton Rocha, Dr.
Universidade Barriga Verde - UNIBAVE

Este trabalho é dedicado aos meus pais, a minha irmã e aos meus queridos amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais por me proporcionarem chegar neste momento, foi diversas horas gastas para me levar a especialistas, a corrigir meus textos, assistindo minhas apresentações de colégios e me incentivando a estudar. Agradeço também a minha irmã Roberta que sempre esteve presente, incentivando-me e confiando em minha capacidade. Estendo os agradecimentos as minhas avós, minha Tia Elizete e minha madrinha Cecilia, por sempre me incentivarem a estudar e me especializar.

Agradeço a todos os meus amigos que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado nos momentos felizes e de dúvidas nesta jornada. Amizade como a de vocês não é fácil achar e muito difícil viver sem, desta forma estendo meu muito obrigado a Anelise Caetano, Ana Maria, Andressa Harmata, Camila Bello, Camila Reis, Edna Gesner, Fernando Goulart, Gabi Mengarda, Gabriela Hammes, Jordana Chiquetti, Pedro Seolin, Sofia Baulé e as meninas do Open Food e Universitárias.

Agradeço, também, aos meus companheiros de laboratório, o LDL UFSC, e do PPGEP por este caminho traçado. Ressalvo em especial a Marisa Nilson, Gabriela Hammes, Edna Gessner, Camila Reis, Evandro, Karine, Nazaré, Marina e Iracyanne.

E por fim, agradeço a duas pessoas fundamentais nesse presente trabalho: meus orientadores. Primeiro, agradeço ao professor Taboada por esta chance, preocupação e todo ensinamento que obtive nestes dois anos. Agradeço, também, a professora Bouzon por toda paciência, conhecimento e dedicação. Meu muito obrigada a estes dois exemplos de profissionais e orientadores.

RESUMO

A busca pela minimização dos impactos nocivos ao meio ambiente tornou-se foco da sociedade global afetando principalmente a forma de gerir as organizações. Na logística, essa implementação de práticas ambientalmente corretas ainda é um processo distante nos países emergentes como o Brasil. Essa área é responsável por alta emissão de gases do efeito estufa, utilização de fontes de energia fósseis e o retorno dos materiais após sua vida útil. Um dos materiais mais presentes nas discussões sobre os danos causados no meio ambiente é as embalagens plásticas. Dada a necessidade de diminuir esses danos causados, o presente estudo tem como objetivo avaliar o desempenho da Logística Verde (LV) no setor de plásticos afim de auxiliar na melhora do desempenho ambiental dentro das organizações e a redução de impacto causado. O desenvolvimento da ferramenta de desempenho baseou-se na confecção de pesquisas teóricas e de campo para auxiliar o setor de embalagens plásticas, um dos principais setores em danos ambientais. Deste modo, identificou-se as principais práticas da área e seus respectivos indicadores. A pesquisa propõe métricas para cada indicador proposto e utilizou o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para hierarquizar as práticas verdes e atribuir peso aos indicadores contidos na ferramenta desenvolvida. Posterior, realizou-se a normalização dos indicadores para confecção de um índice de aplicação da LV das organizações. O resultado é a entrega da ferramenta, um indicador único e a legitimação no setor proposto. A ferramenta foi legitimada em duas empresas da cadeia de embalagens plásticas. A pesquisa, ainda, apresenta as discussões sobre o assunto e sugestões de pesquisas futuras.

Palavras-chave: Logística Verde. *Green Supply Chain*. Avaliação de Desempenho.

ABSTRACT

The search for minimizing harmful impacts on the environment has become the focus of global society, affecting mainly how to manage organizations. In logistics, this implementation of environmentally sound practices is still a distant process in emerging countries such as Brazil. This area is responsible for the high emission of greenhouse gases, the use of fossil energy sources and the return of the materials after their useful life. One of the most important materials in the discussions on environmental damage is plastic packaging. Given the need to reduce these damages, the present study aims to evaluate the performance of Green Logistics (LV) in the plastics sector in order to help improve environmental performance within organizations and reduce the impact caused. The development of the performance tool was based on the preparation of theoretical and field research to assist the plastic packaging sector, one of the main sectors in environmental damages. In this way, the main practices of the area and their respective indicators were identified. The research proposes metrics for each proposed indicator and used the *Analytic Hierarchy Process* (AHP) to hierarchize the green practices and assign weight to the indicators contained in the developed tool. Subsequently, the normalization of the indicators for the preparation of an LV application index of the organizations was performed. The result is the delivery of the tool, a unique indicator and legitimacy in the proposed sector. The tool was legitimized in two companies in the plastic packaging chain. The research also presents the discussions on the subject and suggestions for future research.

Keywords: Green Logistics. Green Supply Chain. Performance evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do conceito de logística.....	17
Figura 2 - Área da SCM	18
Figura 3 - A perspectiva do circuito fechado.....	22
Figura 4 - Comparação entre LV e LR	23
Figura 5 - Evolução da logística	24
Figura 6 – Representação do processo de controle da logística..	31
Figura 7 - Valor bruto por segmento	32
Figura 8 - Produção Física.....	33
Figura 9 -Etapas metodológicas	35
Figura 10 – Etapas envolvidas na Revisão Sistemática.....	36
Figura 11 - Modelo hierárquico para análise da LV	41
Figura 12 - Escala do método AHP	42
Figura 13 - índice de consistência aleatória.....	45
Figura 14 - Etapas do estudo de campo	48
Figura 15 - Distribuição das palavra-chave por ano	51
Figura 16 - Distribuição das palavras-chaves a partir de 2016...	52
Figura 17 - Distribuição artigos por ano de publicação.....	54
Figura 18 - Foco dos artigos selecionados.....	55
Figura 19 - Mapa do fluxo das práticas da Logística Verde.....	64
Figura 20 - Hierarquia	65
Figura 21 - Situação EA para as categorias: Compras (..).....	83
Figura 22 - Situação EA - E.....	84
Figura 23 - Situação EA - TR.....	84
Figura 24 - Situação EA - T.....	85
Figura 25 - Índice LV – Empresa A	86
Figura 26 - índice LV - Empresa B	87
Figura 27 - Menu Ferramenta.....	130
Figura 28 - Opção AHP.....	131
Figura 29 - Aba porcentagem	132
Figura 30 - Dados Ferramenta	133
Figura 31 - Frota - Inserir Dados	134
Figura 32 - Aba Resultado.....	135
Figura 33 - Índice LV - Ferramenta.....	136
Figura 34 - Normalização Simulação	138
Figura 35 -Índice Simulação.....	139
Figura 36 - índice gráfico simulação	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições de cadeia de suprimentos verde	20
Quadro 2 - Motivos de implementação da LR	25
Quadro 3 - Conceitos de Av. de Desempenho (continua)	26
Quadro 4 - Conceito para indicador e índice neste trabalho.....	28
Quadro 5 - Vantagens da Avaliação de Desempenho	29
Quadro 7 - Enquadramento das etapas	36
Quadro 7 - Dimensões e suas categorias	38
Quadro 8 - Especialistas	43
Quadro 9 - Matriz AHP	44
Quadro 10 - Normalização da matriz	44
Quadro 11- Diferença entre modelos (continua)	56
Quadro 12 - Práticas Verdes (continua)	58
Quadro 13 - Práticas em destaque	62
Quadro 14 - Métricas e classificações dos indicadores	66
Quadro 16 - Matriz AHP Embalagens Verde.....	70
Quadro 16 - Métrica Logística Reversa	74
Quadro 17 - Impacto Normalização (continuação)	75
Quadro 18 - Resultado da pesquisa bibliográfica.....	111
Quadro 19 - Estrutura AHP Compras Verde.....	124
Quadro 20 - Estrutura AHP - Fim de vida.....	125
Quadro 21 - Estrutura AHP - Transportes Verde	125
Quadro 22 - Estrutura AHP - Embalagens Verde	126
Quadro 23 - Estrutura AHP – Armazém Verde.....	126
Quadro 24 - Estrutura AHP - Transversais.....	126
Quadro 25 - Estrutura AHP - Logística Reversa	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado pesquisa na base de dados	53
Tabela 2- Formas quantitativas utilizadas	54
Tabela 3 - Pesos Indicadores (continua).....	71
Tabela 4 - Peso categoria Logística Reversa	74
Tabela 5 - Resultado EA (continua)	78
Tabela 6 - Resposta AHP.....	128
Tabela 7 - Normalização AHP.....	128
Tabela 8 - Cálculos AHP	129
Tabela 9 - Normalização T2,T3 e TR3.....	137
Tabela 10 - Normalização.....	137

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRE – Associação Brasileira de embalagens
AHP – *Analytic Hierarchy Process*
ANP - *Analytic Network Process*
CL - Cadeia logística
FGV – Fundação Getúlio Vargas
GSCM - *Green Supply Chain Management*
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LR - Logística Reversa
LV - Logística Verde
MCDM - Métodos de multicritérios
PBLV – Programa Brasileiro de Logística Verde
PNRS – Programa Nacional de Resíduos Sólidos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA	7
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1	Objetivo geral	10
1.2.2	Objetivos específicos	10
1.3	JUSTIFICATIVA.....	10
1.4	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	14
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1	Logística e Cadeia de Suprimentos	16
2.1.1	Definição e Conceito de Cadeia de Suprimento Verde	19
2.1.2	Definição e Conceitos de Logística Verde (LV)	21
2.1.3	Definições e Conceito de Logística Reversa	24
2.2	Avaliação de Desempenho	26
2.3	Avaliação de desempenho logístico	29
2.3.1	Contextualização do setor.....	31
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
3.1	ETAPA 1: REVISÃO SISTEMÁTICA	36
3.2	ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA E DO ÍNDICE	38
3.3	ETAPA 3: APLICAÇÃO PRÁTICA	47
4	RESULTADOS.....	50
4.1	ANÁLISES BIBLIOGRÁFICAS	50
4.2	IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS.....	57
4.3	ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA E DO ÍNDICE	70
4.1	APLICAÇÃO DA FERRAMENTA	77
4.1.1	Empresa A	77
4.1.2	Empresa B.....	86
5	DISCUSSÕES.....	88

5.1	IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS	88
5.2	FERRAMENTA E ÍNDICE	90
5.3	APLICAÇÃO DA FERRAMENTA.....	93
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
6.1	CONCLUSÕES	95
6.2	LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS 97	
	REFERÊNCIAS	99
	APÊNDICE A – TABELA DOS ARTIGOS UTILIZADOS.....	111
	APÊNDICE B – ESTRUTURA DAS MATRIZES UTILIZADAS COM OS ESPECIALISTAS.....	124
	APÊNDICE C – CÁLCULOS AHP PARA CATEGORIA EMBALAGENS VERDE	128
	APÊNDICE D – MANUAL FERRAMENTA	130
	APÊNDICE E – NORMALIZAÇÃO.....	137
	APÊNDICE F – SIMULAÇÃO FERRAMENTA	138

1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo possui o objetivo de expor os conteúdos a serem abordados na presente pesquisa, sendo eles: (I) contextualização do assunto, (II) objetivos da pesquisa, (III) justificativa, (IV) delimitações do presente trabalho e (V) organização do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA

A crescente preocupação com os problemas ambientais vem impactando na forma de gerenciar as operações empresariais e sociais. A pressão para a redução dos danos ao meio ambiente, como por exemplo, as alterações climáticas, o esgotamento dos recursos naturais e a poluição ambiental são os principais impulsionadores do esverdeamento da cadeia de suprimentos (YOUNIS; SUNDARAKANI; VEL, 2016). Esse processo de esverdear a cadeia é por meio da implementação de práticas variadas, tais como: compras verdes, manufatura verde, Logística Reversa e gerenciamento do ciclo de vida, considerando desde fornecedor até o fechamento do ciclo por meio da Logística Reversa (ZHU; SARKIS; LAI, 2008). A aplicação das práticas verdes na cadeia de suprimentos se dá por meio do uso de matérias-primas que não agridam tanto o meio ambiente, embalagens verdes e redução do uso de combustíveis fósseis (AL-E-HASHEM; REKIK, 2014).

Desta forma, a cadeia torna-se mais ambientalmente correta, preocupando-se com o impacto ambiental causado e buscando a sua redução. A aplicação das práticas verdes permite atingir o objetivo de minimizar o impacto ambiental por meio da diminuição da deterioração do meio ambiente, da utilização os recursos, da produção dos resíduos e da poluição como um todo (SRIVASTAVA, 2007).

Devido a este cenário, a busca por um desenvolvimento verde e de baixo carbono tem sido cada vez mais o foco da comunidade global (HE; CHEN; GUO, 2017). Os fabricantes são direcionados, não apenas em países desenvolvidos, mas também nas economias emergentes (GENG; MANSOURI; AKTAS, 2017), a melhorar sua produtividade por meio do uso dos recursos de forma sustentável e eficiente, a fim de minimizar os danos causados ao meio ambiente (SIMÃO; GONÇALVEZ; RODRIGUEZ, 2016).

Para buscar a minimização dos danos causados ao meio ambiente, há a necessidade de compreender a principal origem deste problema.

Conforme Mumtaz, Ali, Petrilho (2018), a industrialização é a principal responsável por danificar o planeta, entretanto o impacto vem também de outras áreas do processo produtivo, como a logística (GRAHAM; GRAHAM; HOLT, 2018). A logística desempenha um papel essencial para o crescimento da economia do país, mas também aumenta de forma considerável a poluição do ar incluindo a emissões de gases do efeito estufa, como o CO₂ (KHAN; QIANLI, 2017). Essa atividade empresarial tem como missão agregar valor a produtos e serviços (BALLOU, 2006) por meio da realização de atividades como transportes, manutenção de estoque e processamento do pedido (POZO, 2009).

A logística deve ser mensurada e avaliada para conseguir determinar o grau de aplicação, eficiência e da eficácia das operações realizadas. A avaliação do desempenho é necessária, pois proporciona o monitoramento das atividades conduzindo ao desempenho esperado (COSTA, 2008). Desta forma, a logística deve ser submetida a uma avaliação do desempenho para saber se está de acordo com a estratégia traçada pela empresa.

A abordagem da World Class Manufacturing (WCM), que busca o desperdício zero, inclui os processos logísticos como um dos dez pilares a serem trabalhados para melhorar o desempenho das organizações (ALONSO et al., 2017). Os autores ainda afirmam que essa abordagem está ligada aos princípios dos 3Rs: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Esses fundamentos são aplicados na logística tanto na parte direta quanto na reversa, afinal, a execução da logística engloba os processos logísticos do fornecedor ao consumidor final por meio da logística direta (LD), e o retorno dos produtos para o processo produtivo ou descarte do produto por intermédio da Logística Reversa (LR). Ao juntar os “esforços para medir e minimizar o impacto ambiental das atividades de logística” em todos os fluxos logísticos, a organização atinge o status de possuir uma Logística Verde (LV) (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 2001, p.131) também conhecida como Logística Ambiental ou Logística Ecológica. Desta forma, a LV é a junção da logística tradicional e da logística reversa priorizando a diminuição dos impactos gerados ao meio ambiente pela sua operação.

A busca por um modelo de desenvolvimento verde e de baixo carbono tem sido cada vez mais aceito no mundo e praticado nas operações logísticas (HE; CHEN; GUO, 2017). Neste contexto, destaca-se uma das atividades mais conhecidas e valorizadas na logística, o setor de transporte, o qual corresponde por 23% das emissões de gás carbônico do mundo (BANCO MUNDIAL, 2017) e cerca de 8% das emissões de CO₂ relacionados ao uso de energia mundial (PLVB, 2018). Este setor é

dividido em transporte de carga e de passageiros, sendo que, cerca da metade das emissões são causadas exclusivamente para uso de atividades empresariais (KLUMPP, 2016).

As organizações, ao focarem no transporte de cargas, necessitam da utilização de embalagens para proteger a qualidade do produto, além de transmitir informações necessárias e facilitar o manuseio, armazenagem e o transporte do mesmo (DOMNICA, 2010). Entretanto, as embalagens nem sempre são parte do processo logístico, mas sim um produto a ser comercializado ou parte do produto final, podendo facilitar o processo de comercialização, manuseio do produto, utilização e conservação. A utilização de embalagens está se tornando insustentável, seja pelo uso de recursos brutos ou pela alta quantidade de emissão de CO₂ e poluentes ambientais causados pelo seu descarte (REGATTIERI et al., 2018).

No Brasil, segundo a pesquisa realizada pelo IBGE (2017) em parceria com FGV para a ABRE (Associação Brasileira de Embalagens), a produção física de embalagens ocorre quantitativamente na seguinte ordem: (I) papel e papelão, com 40,5% de representatividade, (II) plástico, com 35%, (III) metal, com 15,1%, (IV) vidro, com 8% e (V) madeira, correspondendo a apenas 1,4% do total. Dentre os materiais utilizados para fabricação de embalagens, o plástico é o mais expressivo em movimentação monetária, tanto na importação como na exportação de produtos (ABRE, 2017). O plástico é um material importante para economia, porém, esse material é considerado um grande vilão do meio ambiente. Atualmente, o plástico corresponde a cerca de 90% de todo o lixo flutuante nos oceanos e estima-se que até 2050, 99% das aves marinhas terão ingerido este material (ONUBR, 2017).

A partir dessas informações, associadas à importância de avaliar o desempenho das organizações, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: “Como medir o grau de aplicação da Logística Verde de uma cadeia de embalagens plásticas?”. Para que essa questão possa ser respondida, surge a necessidade de elaborar uma ferramenta para avaliar o desempenho da LV no setor de embalagens plásticas. Essa ferramenta envolve a elaboração de um indicador único, capaz de medir a aplicação das práticas verdes na cadeia em questão, e que assim, permita identificar alternativas para a redução do impacto causado pelo setor em estudo no campo da logística.

1.2 OBJETIVOS

Essa seção apresenta o motivo pelo qual esta pesquisa será realizada. Assim, delimitaram-se os objetivos geral e específicos.

1.2.1 Objetivo geral

A presente pesquisa tem como objetivo geral desenvolver uma ferramenta para mensurar o grau de aplicação da Logística Verde no setor de embalagens plásticas.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral definido no 1.2.1, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar na literatura o conceito de LV;
2. Mapear as práticas verdes e indicadores da LV;
3. Estabelecer um conjunto de indicadores da LV por meio da literatura;
4. Definir um índice de aplicação da LV;
5. Aplicar a ferramenta desenvolvida em uma empresa de embalagens plásticas.

1.3 JUSTIFICATIVA

Na medida em que os consumidores se tornam mais preocupados com as questões ambientais, a utilização de transporte precisa se adequar, tornando-se mais ecológica (YANG, 2017). Hoje, a logística está presente em todas as áreas da sociedade (CIROVIC; PAMUCAR; BOZANIC, 2014) e desempenha um papel vital no crescimento da economia dos países (KHAN; QIANLI, 2017). A realização dessa atividade entra em conflito com requisitos de proteção ambiental (CIROVIC; PAMUCAR; BOZANIC, 2014) por contribuir de forma significativa na poluição do ar, incluindo as emissões de CO₂ e gases de efeito estufa (KHAN; QIANLI, 2017). Isto é, às vezes, o processo logístico é considerado como um dos maiores emissores de gases do efeito estufa e da degradação ambiental das organizações (GRAHAM; GRAHAM; HOLT, 2018). Dessa forma, a comunidade empresarial por pressões sociais, econômica e governamentais começaram a investir em soluções que contribuam para minimização destes impactos e proporcione um caminho para sustentabilidade das suas operações.

Na logística, esse movimento trouxe os conceitos como *green supply chain*, ecoeficiência, *lean green*, logística reversa de pós consumo e a

logística verde. A logística verde é a implementação da gestão ambiental nas atividades logísticas de cada organização. Para possuir uma Logística Verde correta, precisa-se saber como medir o desempenho das operações logísticas por meio de uma ferramenta eficaz de avaliação logística, com foco na aplicação das práticas verdes (HE; CHEN; GUO, 2017). Afinal, a avaliação adequada da gestão das práticas críticas para o funcionamento da cadeia de suprimentos verdes garante a implementação efetiva das mesmas e a enfrentar os desafios ambientais (ISLAM, 2018). Desta forma, segundo He, Chen e Guo (2017), a medição do desempenho possui como objetivo a redução das emissões de carbono e a sustentabilidade nas operações.

Os estudos científicos na área de desempenho logístico verde são focados em sua maior parte em aplicação de questionários, como os trabalhos de: Graham, Graham, Holt, 2018; Graza-Reyes, 2018; Mumtaz, Ali, Petrillo, 2017; Chu, 2017; Younis Et al., 2016; Abareshi, Molla, 2014; Lau, 2011. Os trabalhos também utilizam de forma significativa os testes de hipótese, isto é, definição de hipóteses de acordo com a literatura e validação por meio de uma amostra com intuito de comprovar se determinada ação da instituição impacta no desempenho organizacional, econômico e/ou ambiental. Os modelos e estudos de casos encontrados na literatura focados na Logística verde são:

- He et al. (2017) apresentam um estudo de caso que validou um sistema de medição com 146 funcionários de empresas o qual foca-se em uma logística de baixo carbono;
- Alonso et al. (2017) apresentam um modelo de sete passos para conseguir uma melhoria contínua nas atividades logística;
- Zaman e Shamsud (2017) apresentam um modelo matemático ligando a logística verde com a demanda de energia, fatores econômicos e saúde de países europeus;
- Khan et al. (2017) realizaram um modelo matemático para identificar o desempenho logístico da operação verdes por meio de um índice;
- Khan e Qianli (2017) desenvolveram um modelo matemático que leva em consideração o desempenho econômico do país e as práticas ambientalmente corretas;
- Simão, Gonçalves e Rodriguez (2016) apresentam um estudo de caso por meio de simulação de uma nova abordagem logística que aborda as práticas verdes;

- Xiao et al. (2015) utilizam métricas ligando logística e energia como o consumo de energia pela atividade logística;
- Al-e-Hashem e Rekik (2014), por sua vez, realizam um estudo de casos em áreas específicas dentro de indústrias de alimentos, como o armazém levando em considerações critérios ambientais;

Neste contexto, percebeu-se que há poucos estudos de casos e as ferramentas de avaliação de desempenho da logística verde encontradas abordam modelos complexos que focam em atividades específicas da LV sem apresentar um método para avaliar dentro das organizações. A literatura ainda aponta como uma lacuna de pesquisa a necessidade de dar atenção aos métodos de avaliação das práticas da cadeia de suprimentos verdes, pois, sem essa mensuração, dificulta-se o monitoramento e implementação das práticas verdes na gestão logística (ISLAM et al., 2018). Afinal, existe a dificuldade de encontrar métricas simples e eficientes para avaliar a LV, isto é, até onde vai o conhecimento da pesquisadora, não se encontrou artigos que demonstrem métricas para calcular os indicadores propostos. A falta de métricas (e escalas) validadas e confiáveis para empreender estudos brasileiros é o próximo passo da pesquisa ambiental no país (BARBIERI et al., 2014).

Além disso, Mathiyazhagan et al. (2013) apontam que uma das principais barreiras da operação verde na organização e na sua cadeia de suprimentos é o desalinhamento das métricas entre os elos da rede, falha de medidas ambientais eficientes, descrença dos benefícios ambientais, falta de consciência, falta de profissionais que entreguem um sistema mais verde, e a falta de envolvimento dos elos. Há, também, a necessidade de realização de pesquisas que examinem a relação entre as práticas do *green supply chain* e os desempenhos econômico e ambiental das organizações (GOVIDAN; KHODAVERDI; VAFADAMIKJOO, 2015b). Para compreender a relação entre as práticas Logística Verde com o desempenho das organizações (GRAHAM; GRAHAM; HOLT, 2018) deve ser elaborada uma ferramenta aplicável que tenha objetivo essa união entre LV e o desempenho. A implementação da LV também merece atenção acadêmica, apresentando a necessidade de elaborar um indicador da aplicação da LV levando em consideração a parte econômico-financeira, os clientes, qualidade do serviço, custo e setor industrial (ALSHUBIRI, 2017).

No cenário brasileiro, destaca-se o Programa Brasileiro de Logística Verde (PBLV), uma iniciativa de empresas que buscam reduzir as emissões causadas pela logística e capacitar entidades sobre a importância

da LV no mercado nacional. O programa possui como resultado (I) o manual de aplicação com auxilia na escolha de uma boa prática verde para cada operador logístico, (II) guia de referências de sustentabilidade que incentiva o uso da avaliação de desempenho, e (III) exemplos de aplicação. Entretanto, este programa tem seu foco direcionado a atividade logística de transportes, apresentação de boas práticas e a confecção de relatórios. Este presente trabalho possui como objetivo a entrega de uma lista de práticas verdes para as atividades logística em geral e a construção de métricas para avaliar as mesmas, complementando, assim, os relatórios fornecidos pelo PBLV.

Esta dissertação, apoia-se na ideia que é possível ter um conjunto de indicadores padrões aplicáveis a qualquer empresa (VELEVA; ELLENBECKER, 2001) pois é considerado mais vantajoso um indicador que de forma aproximada mensure a operação do que indicadores errados com grande exatidão e precisão (VOLLMANN, 1996). Veleva e Ellenbecker (2001) ainda apontam que as organizações devem iniciar suas medições com cálculos simples e de fácil implementação. Desde modo, a elaboração da ferramenta de avaliação de desempenho da LV tornar-se um instrumento necessário para auxilia no gerenciamento de toda cadeia de suprimentos com o foco em reduzir o impacto ambiental no país (ZAMAN; SHAMSUDDIN, 2017). A necessidade de estudar este tema em contexto brasileiro justifica-se devido ao fato que os países em desenvolvimento se encontram em estágios iniciais da implementação das práticas do *green supply chain* (MUMTAZ; ALI; PETRILLO, 2018) como a logística verde.

O tema justifica-se devido à relevância da aplicabilidade das práticas verdes impactarem no desempenho ambiental e operacional das organizações, podendo proporcionar assim, uma vantagem competitiva para as mesmas (GOVIDAN; KHODAVERDI; VAFADAMIKJOO, 2015b). Uma vez que a LV enfatiza a economia de energia e a redução de emissões (HE et al., 2017), proporcionando melhorias ambientais (ISLAM et al., 2018) e um melhor desempenho de custos (GRAHAM; GRAHAM; HOLT, 2018), essa prática tem o potencial de contribuir para o desenvolvimento do país e auxiliar na redução dos impactos ambientais.

A área de foque do trabalho também se justifica devido a sua relevância para cenário mundial, já que é um mercado que está sendo alvo de críticas pelos seus impactos ambientais. No cenário acadêmico, apenas 8 dos 49 artigos analisados citaram embalagens em seus trabalhos e não foram encontrados artigos que abordem a logística verde nesta cadeia de suprimentos.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esse trabalho considera o contexto de aplicação de práticas ambientais na logística empresarial, englobando o fluxo direto quanto o reverso. Outras premissas dessa pesquisa são:

- Utilizou-se para embasamento teórico apenas artigos que apresentaram avaliação de desempenho da Logística Verde ou *green supply chain* como objetivo de pesquisa;
- As práticas e atributos utilizados na presente pesquisa são delimitados pela pesquisa bibliográfica realizada de acordo com os passos contidos no Capítulo 3.1;
- Abordou-se as práticas verdes do *green supply chain* e adaptou-se para cenário de logístico;
- A ferramenta de avaliação de desempenho é genérica podendo ser adaptada para diferentes empresas;
- A ferramenta é focada em práticas verdes logísticas e seus indicadores direcionados ao meio ambiente, exclui-se os pilares financeiros e sociais;
- A empresa escolhida para legitimação é uma organização integrante da cadeia de embalagens plásticas;
- O foco da pesquisa é na embalagens primárias, isto é, não estudou-se as embalagens logísticas;
- A ferramenta aborda os principais pontos apontado pela literatura indicando um diagnóstico da situação da LV;
- A ferramenta não se aprofunda em investigar cada veículo e cada atividade específica da empresa, mas sim, do principal veículo, principal rota, principal armazém, principais produtos. Porém a ferramenta possibilita utilizar o indicador sugerido e aplicar em toda frota, armazéns, produtos e embalagens;
- A ferramenta considera todos as áreas da LV de igual importância;
- Normalização não ser histórica no primeiro momento devido à falta de cultura das empresas em registrar dados ambientais.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A presente dissertação está estruturada nos seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: este capítulo expõe o assunto de forma inicial apresentando uma visão geral do tema, os objetivos, o contexto, a justificativa, a delimitação e a organização do trabalho.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura: este capítulo expõem as análises do conteúdo apresentando uma revisão científica dos Capítulos abordados na presente pesquisa.

Capítulo 3 – Procedimentos metodológicos: apresenta os métodos utilizados para desenvolvimento da pesquisa, informando a classificação da pesquisa, as etapas e os procedimentos do trabalho.

Capítulo 4 – Resultados: este capítulo apresenta os resultados obtidos no presente trabalho como: identificação das práticas, elaboração da ferramenta e do índice, e aplicação.

Capítulo 5 – Discussões: este capítulo expõem as discussões sobre os resultados encontrados no Capítulo 4.

Capítulo 6 – Considerações Finais: por fim, este capítulo propõem sugestões de pesquisas futuras e o fechamento do trabalho apresentado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este Capítulo apresenta a revisão da literatura que proporciona o embasamento teórico desta pesquisa. Os eixos abordados são: logística e cadeia de suprimentos, avaliação de desempenho e contextualização do setor de embalagens.

2.1 Logística e Cadeia de Suprimentos

Logística é, na sua forma mais simples, o processo de entregar um produto e/ou serviço nas quantidades corretas, em bom estado, no local designado, na hora marcada, para um cliente específico a um preço acordado (CIROVIC; PAMUCAR; BOZANIC, 2014). O termo logístico originou-se de eventos militares ganhando destaque na segunda guerra mundial. Por volta dos anos 1950 iniciou-se a aplicação deste termo no campo empresarial. Segundo Ballou (2006), esse tipo de logística trata de todas as atividades ligadas a movimentação e armazenagem que buscam facilitar o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final. Já segundo o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP, 2013) a logística engloba o processo de planejar, executar e controlar os procedimentos de transporte e armazenagem de produtos e informações desde ponto de origem até o consumo, incluindo abastecimento, distribuição, a logística interna e movimentações internas. Novaes (2004, p. 35) conceitua logística como:

O processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.

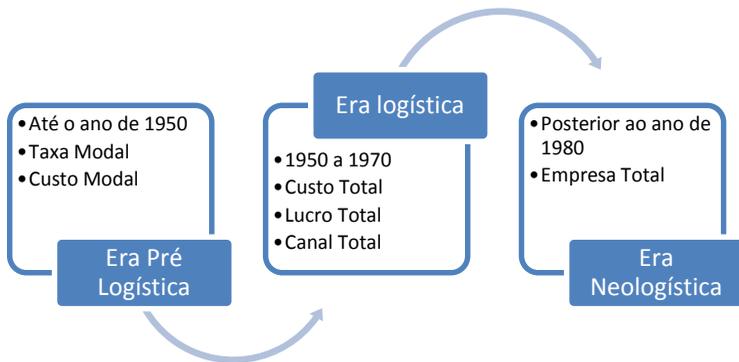
Bowersox (2007) afirma ainda que a Logística tem como missão a satisfação do cliente, facilitando as atividades referentes à produção e marketing. Para Christopher (2007, p. 3), a logística é:

O processo de gerenciamento estratégico de compra, do transporte e da armazenagem de matérias-primas, partes e produtos acabados (além dos fluxos de informação relacionados) por parte da organização e de seus canais de marketing, de tal modo que a lucratividade, atual

e futura, seja maximizada mediante a entrega de encomendas com o menor custo associado.

Ballou (2006) defende a definição adotada pelo CSCMP (2013), no qual, a logística é considerada parte da cadeia de suprimentos tendo como responsabilidade o planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo normal e reverso dos processos de estocagem, informação e transporte. A evolução do conceito de logística pode ser observada na Figura 1 que apresenta as fases da logística segundo Poist (1986).

Figura 1 - Evolução do conceito de logística



Fonte: Adaptado Poist (1986).

A primeira era de Poist (1986) apresentava o objetivo da logística o de minimizar as taxas de transporte em linha, ou seja, redução do custo com o modal. A segunda era tratava a logística como uma busca pela redução do custo total. A última era, por sua vez, focou-se em abordar a empresa como um todo, integrando, assim, as áreas existentes na organização.

Já para Ronald Ballou (2007), a evolução logística se dá por três grandes fases: o passado (1950-1980), presente (1980-2000) e o futuro (a partir de 2000). O autor considera o passado ligado com os problemas de distribuição física e custos logísticos. No presente iniciou-se a integração da logística com as demais áreas da organização. Por fim, a era do Futuro é a aplicação do *Supply Chain Management* (SCM) que consiste na integração dos processos partindo do consumidor final e indo até os fornecedores iniciais, por meio da geração de produtos, serviços e informações, com intuito de agregar valor para o cliente (NOVAES,

2007). Para Lambert (2014), a SCM está relacionada a gestão desde os clientes finais até os primeiros fornecedores por meio da integração dos processos chave da operação com intuito de criar valor para os clientes e acionistas. Já para Bowersox et al. (2007) a SCM busca impulsionar a estratégia e melhorar a eficiência operacional por meio da conexão entre parceiros, clientes e atividade além da fronteira organizacional. A finalidade da SCM é atender o consumidor final e os *stakeholders* da forma eficaz e eficiente possível, isto é, com produtos e/ou serviços de maior valor agregado e com menor custo possível (PIRIS; NETO, 2010). De forma simples, a SCM pode ser definida pela convergência de quatro áreas demonstrada na Figura 2.

Figura 2 - Área da SCM



Fonte: Adaptado de Pires (2014)

O gerenciamento da cadeia de suprimentos conforme Christopher (2007, p. 4) é “a gestão das relações a montante e a jusante com fornecedores e clientes, para entregar mais valor ao cliente, a um custo melhor para a cadeia de suprimentos como um todo”. O *Supply Chain Management* é conceituado também como:

O planejamento e gerenciamento de todas as atividades envolvidas na terceirização, aquisição, conversão e todas as atividades de gerenciamento de logística. É importante, também incluir coordenação e colaboração com parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários,

serviços terceirizados fornecedores e clientes.
(CSCMP, 2013)

A diferença entre logística e *supply chain* é que o primeiro termo se restringiu as questões específicas da empresa, enquanto o segundo trabalha com as conexões entre os elos, abrangendo desde as redes de fornecedores e subfornecedores até os consumidores intermediários e finais (MACHLINE, 2011). Isto é, o processo logístico é uma função dentro da gestão da cadeia de suprimentos de uma empresa responsável por transportar e posicionar geograficamente o estoque (BOWERSOX, 2013). Segundo Pires (2004), a logística é a parte mais visível da cadeia de suprimento da mesma forma que o transporte é a parte mais focada dentro das atividades logísticas.

Por volta dos anos 1980, as empresas começaram a seguir o fluxo global e se preocupar com impacto gerado, surgindo assim, conceitos como Gestão Ambiental (GA). Essa nova forma de gerir possibilitou as organizações o controle dos seus impactos sobre o meio ambiente, aumentando o desempenho ambiental e proporcionando uma vantagem competitiva (GUARNIERI, 2011). A aplicação da GA possibilitou surgir na logística conceitos como: Logística Verde, Logística Reversa de pós-consumo e *green supply chain management* (GSCM). Esses conceitos são abordados e discutidos na sequência.

2.1.1 Definição e Conceito de Cadeia de Suprimento Verde

Srivastava (2007) aponta que nos anos 1990 as organizações enfrentavam problemas por causa da dificuldade de abastecimento, tendo como reflexo a necessidade de investirem na melhoria das práticas e na integração das atividades com gestão ambiental. Desde modo, surgiu o conceito de *green supply chain management* (GSCM) que é considerado uma abordagem proativa para as organizações melhorarem seu desempenho ambiental e obterem vantagem competitiva (GOVIDAN; KHODAVERDI; VAFADAMIKIJOO, 2015b). Sarkis et al. (2011) conceitua, por sua vez, GSCM como a integração das práticas ambientais na cadeia de suprimentos. O Quadro 1 apresenta copilado de definições sobre GSCM.

Quadro 1 - Definições de cadeia de suprimentos verde

FONTE	DEFINIÇÃO
Gilbert (2001)	GSCM é o processo de incorporar interesses e critérios ambientais nas decisões de compras organizacionais e nas relações de longo prazo com fornecedores.
Zhu e Sarkis (2004)	GSCM vai desde o monitoramento reativo de programas de gestão ambiental às práticas mais proativas, tais como a reciclagem, recuperação, reconstrução e logística reversa.
Azevedo <i>et al.</i> (2011)	GSCM é uma filosofia organizacional que ajuda as organizações e seus parceiros a alcançar lucro e participação de mercado, reduzindo riscos e impactos ambientais ao melhorar a eficiência ecológica.
Diabat e Govindan (2011)	GSCM compreende um conjunto de práticas de gerenciamento ambiental que são úteis para o gerenciamento da logística e são desenhadas para incorporar questões ambientais nas logísticas direta e reversa.
Sarkis <i>et al.</i> (2011)	GSCM é a integração dos interesses ambientais nas práticas inter-organizacionais da gestão das cadeias de suprimentos (SCM), incluindo a logística reversa
Kumar e Chandrakar (2012)	Um dos aspectos fundamentais para cadeias de suprimentos verdes é melhorar o desempenho econômico e ambiental, simultaneamente ao longo das cadeias através do estabelecimento de relações de longo prazo entre comprador e fornecedor.
Jabbour <i>et al.</i> (2015) e Green Jr. <i>et al.</i> (2012)	GSCM pode ser definida como a coordenação da cadeia de suprimentos de uma forma que integre as preocupações ambientais e as atividades inter-organizacionais
Kannan <i>et al.</i> (2015)	A meta principal da GSCM é reduzir a poluição e impactos ambientais, ajudar os fornecedores a reconhecer a importância de resolver as questões ambientais e apoiá-los na implementação das suas próprias iniciativas de melhorias.

Fonte: Adaptado de Lineia Lopes (2017, p. 55)

A origem do GSCM possui duas vertentes. A primeira, segundo Nikbakhsh (2009), é relacionada com a avaliação do ciclo de vida (ACV) considerando os impactos ambientais causado pelos produtos. A segunda vertente aborda a integração de práticas da cadeia de suprimentos como atividades logísticas, manuseio de materiais, embalagens, distribuição e descarte de forma a resolver os problemas ambientais causados pela operação (NIKBAKSH, 2009). Atualmente, o GSCM tem como objetivo fechar o ciclo do produto por meio da integração das atividades da cadeia de fornecimento direta e reversa (PARKSOY; BEKTAS, OZCEYLAN, 2011).

As práticas de GSCM auxiliam as empresas a investigar suas operações internas, envolvendo os colaboradores em questões ambientais e em inspeção contínua, lidando com a melhoria do meio ambiente (GOVIDAN; KHODAVERDI; VAFADAMIKJOO, 2015b). Deste modo, o GSCM envolve diversas atividades, como compras, manufatura, gerenciamento de materiais, distribuição, marketing e Logística Reversa (GIOVANNI; VINZI, 2012). Por fim, Srivastava (2007, p. 54-55) aponta como práticas verdes abordadas no GSCM como uma forma de:

[...] integrar o pensamento ambiental ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, incluindo design de produto, seleção e fornecimento de materiais, processos de fabricação, entrega do produto final aos consumidores e gerenciamento de fim de vida do produto após a sua vida útil.

O escopo do gerenciamento da cadeia verde possui como método a implementação das práticas variadas, como de: compra verde; gerenciamento integrado do ciclo de vida; e o fechamento do ciclo - englobando desde o fornecedor, fabricante e o retorno de produto com a Logística Reversa (ZHU; SARKIS; LAI, 2008). Para Parksoy, Bektas e Özceylan (2011) as práticas de GSCM estendem a definição normal de cadeia de suprimentos implicando em cuidados com: (I) resíduos resultantes de qualquer processo dentro da cadeia, (II) eficiência energética, (III) emissões de gases de efeito estufa e (IV) requisitos legais ambientais.

2.1.2 Definição e Conceitos de Logística Verde (LV)

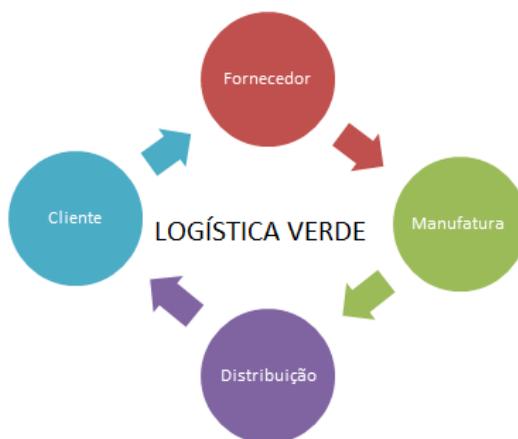
A Logística Verde surgiu como um meio de buscar a redução dos impactos ambientais causados pela logística envolvendo uma abordagem

de preservação ambiental (CIROVIC; PAMUCAR; BOZANIC, 2014). A LV vai além da logística tradicional, que trabalha com o fornecimento de produtos ou serviços verdes aos clientes, envolvendo também a Logística Reversa (ZHANG *et al.*, 2015). Zhang et al. (2014) apresentam que o conceito de LV pode ser compreendido em duas perspectivas, sendo elas:

[...] do ponto de vista das partes logísticas, todas as partes logísticas, incluindo fornecedores, fabricantes, centros de distribuição e clientes, estão envolvidas na Logística Verde; e do ponto de vista dos fluxos logísticos, a LV pode ser vista como a combinação de logística direta e Logística Reversa.

A LV, segundo Zaman e Shamsuddin (2017), engloba atividades como compra de produtos, produção de produtos, distribuição, consumo, coleta desses produtos após consumo e a reciclagem. Desse modo, a LV possui como foco uma busca constante por uma logística que prime pela redução da emissão de carbono e a diminuição do consumo de energia (HE et al., 2017). O objetivo geral é reduzir o impacto no meio ambiente, reduzir o custo de produção e melhorar o valor do produto (LAI, 2011). Já para Alshubiri (2017), a LV tem como finalidade a redução dos custos logísticos e aumento dos lucros a fim de manter o desenvolvimento sustentável. A LV ainda possui como foco o fechamento do ciclo conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - A perspectiva do circuito fechado.

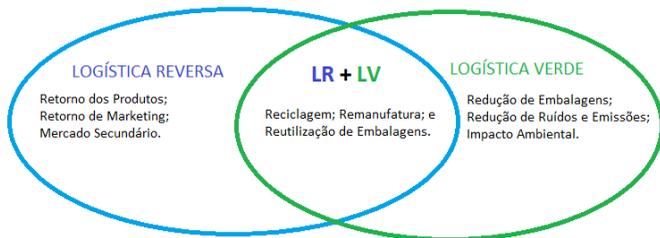


Fonte: Adaptado de Zhang, Lee, Chan, Choy e Wu (2015).

A aplicação da LV fornece um mecanismo de aprimoramento da gestão ambiental das organizações, a redução de custo e maior participação dos elos da cadeia (GRAHAM; GRAHAM; HOLT, 2018). Uma das formas de colocar na prática a LV é por meio da resolução dos problemas de transporte com uso de combustíveis alternativos, veículos elétricos, sistemas de transporte inteligentes, transportes verdes e outras infraestruturas ambientalmente corretas (LIN et al., 2014). As atividades da LV incluem mensurar os impactos causados pelos modais de transportes, as certificações, tais como ISO 14001, a redução do consumo de energia e materiais (MARQUES; GRANDE, 2013).

A LV é um dos principais componentes do processo de gerenciamento da cadeia de suprimento verde (ZAMAN; SHAMSUDDIN, 2017). Para Zhang (2015), as atividades e operações verdes presentes na LV são três grandes áreas: design, produção e Logística Reversa. Devido à dificuldade de separar as atividades provenientes da Logística Reversa (LR) e da LV, há necessidade de classificar essa diferença, conforme apresentada na Figura 4.

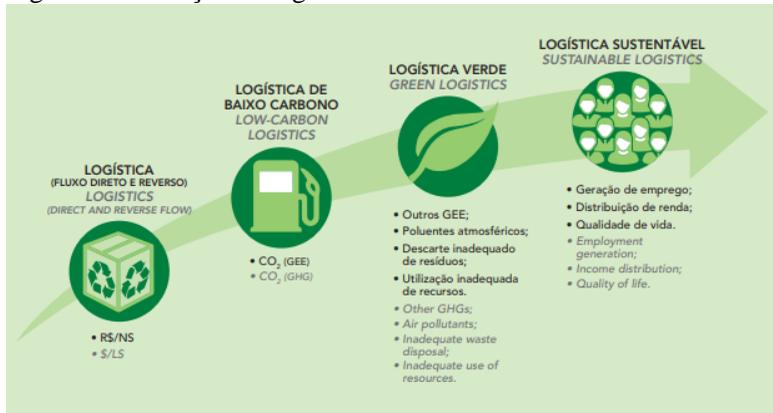
Figura 4 - Comparação entre LV e LR



Fonte: Adaptado Rogers e Tibben-Lembke (2001).

A LV engloba em suas atividades a redução do uso de embalagens, ruídos, emissões e de impactos ambientais diversos. Junto com a LR, a LV é responsável pela reciclagem, remanufatura e reutilização das embalagens. Já para o Programa de Logística Verde Brasil (2018), a LR é a primeira etapa para atingir uma logística verde e sustentável conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Evolução da logística



Fonte: PBLV (2018)

Percebe-se que para possuir uma LV há necessidade de possuir uma LR e uma Logística de baixo carbono. Para compreender melhor a LR, o subCapítulo 2.1.3 apresenta a sua definição e conceitos.

2.1.3 Definições e Conceito de Logística Reversa

A logística busca organizar e distribuir de forma direta o transporte, armazenagem, embalagem e o gerenciamento de estoque desde o produtor até o consumidor (RODRIGUES; BRIAN; COMTOIS, 2001). A logística também é responsável pelo fluxo inverso, por meio da Logística Reversa. A Logística Reversa, por sua vez, é definida como um segmento da logística com foco no movimento, gestão de produtos e recursos após a venda do produto e pós-entrega ao cliente, incluindo os retornos dos produtos para reparação (CSCMP, 2013). Já para Rogers e Tibben-Lembke (1999, p. 2) a LR é:

O processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e de baixo custo de matérias primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recuperação de valor ou descarte apropriado para coleta e tratamento de lixo.

A LR utiliza os mesmos processos da logística direta, sendo seu ponto de diferença o fato de que o início da sua atividade coincide com o momento de término da logística direta (CAIADO et al., 2017). A LR

apresenta entre seus objetivos a redução de recursos através da reciclagem, reutilização e eliminação de resíduos (CHILESHE et al., 2015; SUBRAMANIAN et al., 2014).

A LR pode ser dividida em duas categorias: logística de pós-venda e de pós-consumo. A primeira categoria é responsável por agregar valor aos produtos devolvidos pelo consumidor após a venda, por apresentarem algum defeito, erro de processamento, garantias ou até mesmo por decisão do cliente. A LR de pós-consumo, por sua vez, tem a finalidade de agregar valor a um produto após o fim da sua vida útil e tem como finalidade a destinação deste material por meio do descarte correto, reuso, desmanche, reciclagem, remanufatura ou reutilização (LEITE, 2002).

Há diversos motivos para aplicação deste retorno de produtos para as organizações. Segundo Barker e Zabinsky (2010), são três razões principais: (I) a legislação, (II) a motivação devido à recuperação do valor econômico e (III) a preocupação com a imagem da marca. O Quadro 2 apresenta outros motivos para implementação da LR, conforme a perspectiva de outros autores.

Quadro 2 - Motivos de implementação da LR

Motivos	Autores
Melhoramento do desempenho da organização	Jain e Khan (2016)
Recuperação de ativos	Jain e Khan (2016), Subramanian et al. (2014), Ravi e Shankar (2005)
Redução de custos de produtos ao reutilizar materiais recuperados	Jain e Khan (2016), Kapetanoupoulou e Tagaras (2011)
Melhor atendimento aos clientes e aumento no nível de serviço	Jain e Khan (2016), Kapetanoupoulou e Tagaras (2011), González-Torres et al. (2010)
Redução do inventário	Jain e Khan (2016), González-Torres et al. (2010)
Vantagem competitiva	Agrawal, Singh e Murtaza (2015), Kapetanoupoulou e Tagaras (2011), González-Torres et al. (2010), Demajorovic, Augusto e Souza (2016)
Preocupações Ambientais	Jain e Khan (2016), González-Torres et al. (2010), Ravi e Shankar (2005)

Fonte: Adaptado de Souza, Hammes e Rodriguez (2017).

Esses motivos apresentados no Quadro 2 impulsionam a aplicação da LR no cenário empresarial. Nos países em desenvolvimentos a implementação da LR ainda se encontram no estado de infância (BOUZON et al., 2016), o que demonstra a necessidade de explorar a LR (SHAIK; ABDUL-KADER, 2011) nos países em desenvolvimento.

2.2 Avaliação de Desempenho

As organizações estão inseridas em ambientes complexos, o que gera dificuldade em alcançar os objetivos (KAPLAN; NORTON, 1996) traçados na estratégia da empresa, tendo a necessidade de tornar-se mais receptivas aos desejos dos clientes e do mercado (NUDURUPATI et al., 2011). A busca pela vantagem competitiva acontece por meio de um processo que quantifique a eficiência e eficácia das operações, conhecido como avaliação de desempenho (NEELY et al., 1995). A revolução na mensuração da performance iniciou-se no final dos anos 1970 com a insatisfação com os sistemas tradicionais (NUDURUPATI, et al. 2011) e a procura para atingir um sistema de medição de desempenho completo (BOURNE et al.; 2000). Atualmente, os modelos existentes de medição possuem como foco os aspectos financeiros da organização (CARNEIRO, 2016), demonstrando a necessidade de expandir para outras áreas da organização. O Quadro 3 apresenta alguns conceitos de Avaliação de Desempenho encontrados na literatura.

Quadro 3 - Conceitos de Av. de Desempenho (continua)

Conceito	Autores
Proposta de controle simples e monitoramento até o modelo se torne um elemento crítico na gestão estratégica das organizações	Kaplan e Norton, 1992; Atkinson et al., 1997; Henri, 2006
Tentativa de incorporar a complexidade de uma realidade empresarial	Rummler e Brache, 1995; Bourne et al., 2000; Chenhall e Langfield-Smith, 2007; Richard et al., 2009

Quadro 3 - Conceitos de Av. de Desempenho (conclusão)

Satisfazer seus <i>stakeholders</i> : fornecedor, cliente, acionista, funcionário e auditor.	Shankman, 1999; Atkinson et al., 1997; Neely et al., 2000a; Neely e Adams, 2001; Richard et al., 2009.
O gerenciamento de desempenho como foco interno, bem como comunicação, a legitimidade institucional.	Henri, 2006; Simons, 2000.

Fonte: Adaptado de Carneiro (2016).

A avaliação de desempenho é considerada como uma das principais técnicas de gerenciamento (NEELY, 1999), sendo uma ferramenta que auxilia a propor melhorias para a organização de forma a facilitar o entendimento das vantagens e desvantagens da estratégia adotada (TONANONT et al., 2008). A mensuração do desempenho nas organizações geralmente envolve a implementação e monitoramento da estratégia das empresas, na qual define-se uma relação entre objetivos propostos e resultados (SIMONS, 2000).

A medida de desempenho tem como objetivo avaliar, controlar e melhorar um processo de produção da empresa e de comparar empresas e departamentos (GHALAVINI E NOBLE, 1996). Os indicadores são a forma de mensurar o desempenho das organizações. Esses indicadores devem estar ligados com a estratégia da empresa expressando seus objetivos e metas (NEELY, 1999). As empresas possuem uma infinidade de indicadores operacionais que são criados para medir cada detalhe da operação, entretanto poucos dão uma indicação do desempenho conjunto (KAPLAN; NORTON, 1993). Os mesmos autores recomendam que devido a isso, os gestores selecionem um número limitado de indicadores críticos dentro de perspectivas para força o foco na estratégia. O Quadro 4 apresenta os conceitos de indicador e índice.

Quadro 4 -Conceito para indicador e índice neste trabalho.

	Definição	Autor
Indicador	Uma medida quantitativa ou qualitativa que pode revelar posições relativas	Nardo et al. (2008)
Indicador	São ligados a metas claramente definidas	Spangenberg et al. (2002)
Índice	Podem ser combinações de indicadores individuais	Searcy (2016)
Índice	Um conjunto de indicadores agregados ou poderados	Golderberg (2002)

Fonte: Searcy (2016)

Na prática, o ciclo de vida de uma avaliação de desempenho inicia-se com a elaboração do projeto seguido pela implementação e o uso (NUDURUPATI et al., 2011). Para Bourne et al. (2000), o desenvolvimento deste ciclo inicia com o desenho das medidas de desempenho, posteriormente ocorre a implementação dessas medidas e, por fim, o uso das medidas. Além disso, o processo de mensuração do desempenho não é linear, necessitando revisão em níveis diferentes de acordo com a situação (BOURNE et al., 2000).

Essa avaliação dá-se pelo uso de medidas de performance e métricas. O primeiro é conceituado como um instrumento usado para quantificar a eficiência e/ou a eficácia de uma determinada ação (MELNYK et al., 2017). Já métrica é considerada como uma medida de desempenho e tem como objetivo quantificar o que está acontecendo, servindo como um padrão de desempenho (meta) a ser atingindo (MELNYK et al., 2017).

A avaliação de desempenho torna-se mais eficaz ao enquadrar elementos relacionados com estratégia do negócio, a cultura organizacional e o ambiente em que a organização ou a empresa está inserido (MELNYK et al.; 2014). Ela também traz diversos benefícios para o gerenciamento, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - Vantagens da Avaliação de Desempenho

BENEFÍCIO	AUTOR
Formulação, implementação e revisão da estratégia da organização	Ahn, 2001 , Chenhall, 2005 , Euske et al., 1993 , Govindarajan e Gupta, 1985 , Veliyath, 1992
Comunicação dos resultados alcançados aos interessados e o fortalecimento da marca	Atkinson et al., 1997 , McKeivitt e Lawton, 1996 , Neely et al., 2002 , Smith, 1995
Motivação dos funcionários em todos os níveis, criação de uma nova cultura voltada para melhoria do desempenho e aprendizagem organizacional	Gittell, 2000 , Henri, 2006 , Malina e Selto, 2001 , Roos e Roos, 1997

Fonte: Adaptado Micheli e Mari (2014).

A avaliação de desempenho apresenta três principais falhas: na métrica, nos modelos e na gerência. Segundo Van Camp e Braet (2016), as lacunas são:

- Métricas apresentam dificuldade de acessar dados, utilização de indicadores de outros modelos, excesso de indicadores, métricas inadequadas para atingir a estratégia, restrições de recursos como tempo, pessoas e dinheiro.
- Modelos apresentam como problema o número excessivo de definições de *frameworks* focando em visões gerais e fornecendo diferentes estimativas de desempenho que não condizem com a realidade da organização.
- Gerência, por sua vez, apresenta como falha a falta de apoio da gerência de implementar a avaliação de desempenho.

2.3 Avaliação de desempenho logístico

Avaliar e controlar o desempenho são tarefas necessárias para destinar e monitorar os recursos de forma eficiente e eficaz (BOWERSOX; CLASS, 2001). Aplicando esses conceitos na logística, percebe-se que a avaliação de desempenho se encontra baseada no processo de controle das atividades logísticas – transporte, armazenagem,

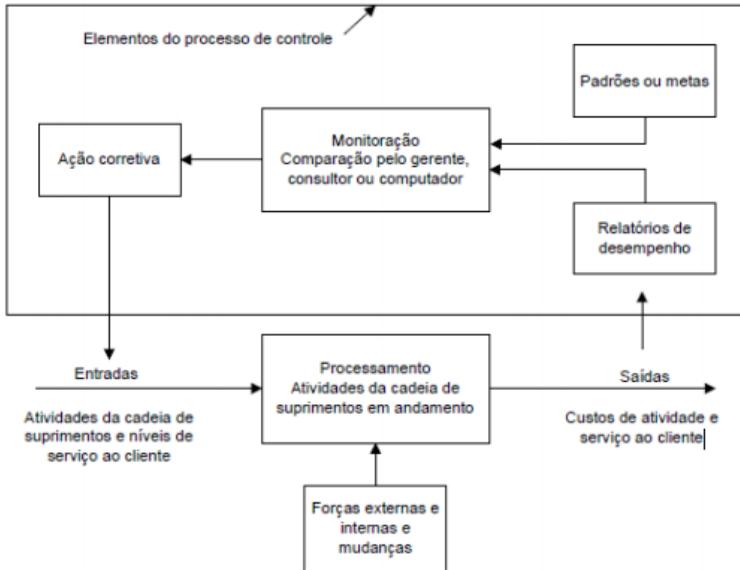
estoque, manuseio de materiais e processamentos de pedido – para comparar o desempenho real com o desempenho esperado (BALLOU, 2001).

Segundo o esse sistema de avaliação do desempenho logístico (ADL) de Bowersox e Closs (2001) baseia-se em três objetivos: medidas de monitoramento, que é acompanhar o desempenho histórico do sistema; medidas de controle que consiste em acompanhar de forma contínua o ADL; e medidas de direcionamento, que são baseadas em atividade específica. Os autores ainda complementam ao afirmar que as medidas de ADL devem ser realizadas na origem, sendo elas: (I) medida de custo responsável pelos custos ocorridos no processo, (II) medida de serviço ao cliente que aborda a capacidade da empresa em satisfazer o consumidor, (III) medidas de produtividade que é calculado pelo valor real produzido e consumido, (IV) medidas de mensuração de ativos que consiste no valor dos investimentos, e (V) medidas de qualidade que é responsável pelo nível de avarias, número de devoluções e entre outros.

Os indicadores ainda são categorizados, conforme Bowersox e Closs (2001), como externos e internos. Os externos são responsáveis em mensurar o desempenho externo da logística que possui como objetivo mensurar, entender e manter o foco no cliente. Os internos, por sua vez, são métricas que comparam o real com a meta estabelecida pela organização.

Ballou (2006), por sua vez, aborda que a avaliação de desempenho deve ser alinhada com a estratégia da organização. O planejamento é a primeira etapa para realização de um sistema de medição (BOURNE et al., 2000). O planejamento logístico busca responder às perguntas sobre o quê, quando e como, e são distribuídos em três níveis: estratégico, tático e operacional (BALLOU, 2006). O nível estratégico é responsável por planejamentos ao longo prazo, o nível tático ao horizonte intermediário enquanto o nível operacional é responsável pelas tomadas de decisões diárias (BALLOU, 2006). O autor ainda complementa que ADL está ligada além do planejamento com o controle da operação, pois o processo de controle é responsável por controlar o planejamento da atividade logística, que engloba: transporte, armazenagem, estocagem, manutenção de materiais e processamento de pedido. O modelo é apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Representação do processo de controle da logística.



Fonte: Ballou (2006)

Na SCM, a avaliação de desempenho é necessária devido fornecer a organização uma visão geral da cadeia em qual está inserida (CARVALHO et al., 2011). Dessa forma, os autores afirmam que há necessidade deve ser considerado na medição de desempenho da SCM o pilar ambiental que busca a minimização dos impactos ambientais causadas pelas operações da cadeia de suprimentos.

2.3.1 Contextualização do setor

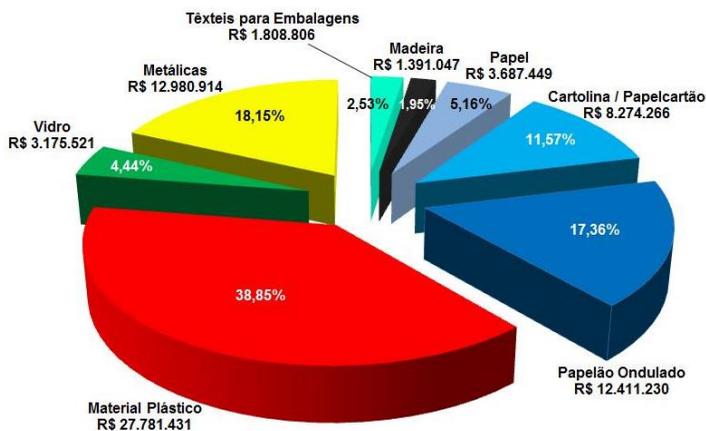
Segundo a ABRE (2018), embalagens é um tipo de recipiente ou envoltura o qual tem como função armazenar o produto de forma temporária, individualmente ou agrupando em unidades, buscando protegê-lo e aumentar o seu prazo de vida, viabilizando sua distribuição, identificação e consumo. Já para Negrão e Camargo (2008), a função da embalagem vai além de proteger e transportar, sendo usando também como uma forma de agregar valor, promover e vender, formar e consolidar a imagem da empresa. Entretanto, a função primordial da embalagem é garantir a integridade do produto no manuseio e deslocamento (NEGRÃO; CAMARGO, 2008).

Deste modo, define-se a motivação do uso da embalagem por: facilitar a armazenagem e manuseio; promover melhor a utilização do equipamento de transporte; proteção ao produto; promover a venda do produto; alterar a densidade do produto; facilitar o uso; e proporcionar ao cliente valor de reutilização (BALLO, 2005). Existem quatro classificações para as embalagens, segundo Carvalho (2008), sendo elas:

- Embalagens primárias ou de venda: é a embalagem que contém o produto e está em contato direto do mesmo;
- Embalagens secundária ou coletiva: contém diversas embalagens primárias;
- Embalagens de transporte: contém várias embalagens coletivas e é apropriada para que o corra o deslocamento do produto até o distribuidor ou revendedor;
- Embalagens unificadas: serve para movimentar e transportar, de forma mais barata, várias embalagens do tipo transporte;

O setor de embalagens brasileiro apresentou um volume bruto de produção em R\$ 71,50 bilhões e um crescimento de 1,96% na produção física de embalagem no ano de 2017, em relação a 2016 (ABRE, 2017). A Figura 7 apresenta o valor bruto por segmento.

Figura 7 - Valor bruto por segmento

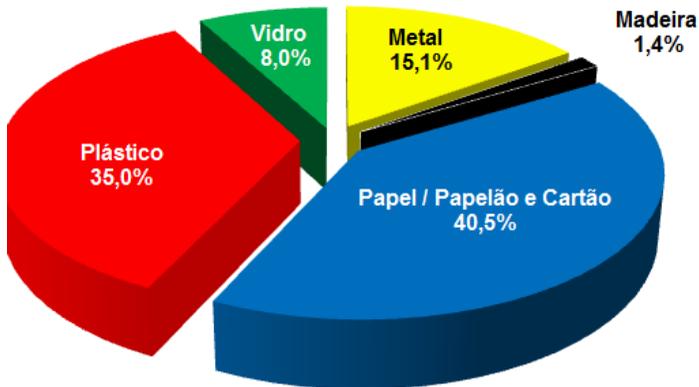


Fonte: ABRE (2017).

Os plásticos apresentam a maior participação no valor da produção das embalagens brasileira, mas não a maior produção conforme

apresentado na Figura 8. Comparando com o cenário mundial, a produção desse tipo de embalagem é de aproximadamente de 300 milhões de toneladas por ano (BASU; PLUCINSKI; CATCHMARK, 2017).

Figura 8 - Produção Física



Fonte: ABRE (2017).

Há um interesse no uso de embalagens plásticas devido ao peso reduzido, custos de produção mais baixos comparados ao vidro, menor probabilidade de quebras, transparência, flexibilidade e conveniência ao consumidor (SAJILATA et al., 2007). Atualmente, a maior concentração das embalagens plásticas fabricadas está presente na indústria de materiais descartáveis e alimentos (BASU; PLUCINSKI; CATCHMARK, 2017). As embalagens plásticas no cenário brasileiro ainda apresentam a maior receita na importação com valor de U\$ 216.513, e na exportação com valor de U\$ 304.832 (ABRE, 2018).

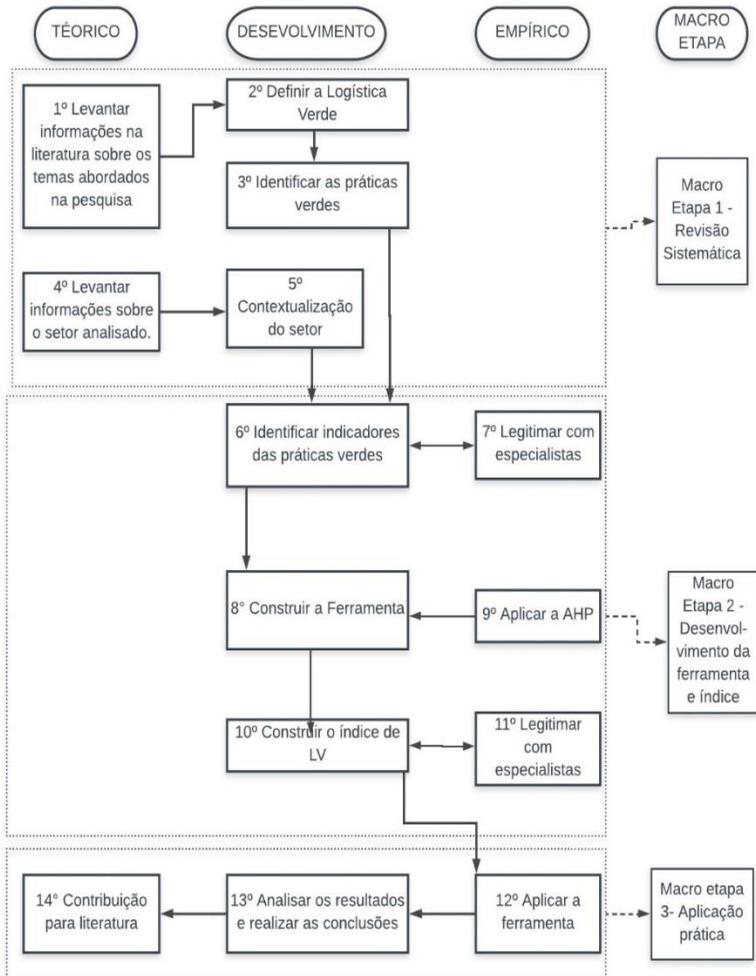
Desde modo, o cenário das embalagens brasileiras demonstra um importante segmento de mercado. O uso do material plástico na fabricação destas embalagens apresenta forte incidência no total da produção física do Brasil. Hoje, o plástico é foco de ações ambientais para a redução do seu uso devido ao impacto ambiental causado. Tornando as embalagens plásticas um dos segmentos em focos de políticas gerenciais e ambientais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo apresenta os métodos utilizados para a realização da presente pesquisa. As etapas metodológicas utilizadas nesta pesquisa encontram-se representadas na Figura 9. A coluna denominada teórica aborda todo o retorno de buscas e dados presentes na literatura científica. Os itens 1 a 5 são responsáveis pela investigação em artigos, teses, dissertações, relatórios e notícias, para a construção do conhecimento presente neste trabalho. A macroetapa 1, por sua vez, devolve ao campo teórico contribuições científicas do trabalho realizado, por meio da definição do conceito de Logística Verde e identificação das práticas, mapeamento da cadeia logística estudada, a ferramenta e o índice desenvolvidos bem como as análises cabíveis.

Os itens presentes na coluna desenvolvimento representam as atividades realizadas pela autora do presente trabalho para atingir o objetivo geral da pesquisa. Por fim, os itens contidos na coluna empírico são as etapas realizadas por meio de visita técnica, estudo de caso, legitimação com especialista e aplicação de ferramentas no cenário empresarial. Desta forma, o desenvolvimento trata da elaboração do trabalho, por meio do embasamento e integração dos campos teórico e prático, permitindo a construção de novos conhecimentos retornados assim à comunidade científica.

Figura 9 -Etapas metodológicas



Fonte: Elaborado pela autora.

A elaboração das etapas e a segmentação proposta segue o método desenvolvido pelo Laboratório de Desempenho Logístico da UFSC (LDL) demonstrando o intercâmbio entre prática, teoria e o consequente desenvolvimento do conhecimento. As etapas abordadas na Figura 9 são enquadradas no Quadro 6 de acordo com o objetivo específico da presente pesquisa e o resultado esperado de cada etapa.

Quadro 6 - Enquadramento das etapas

Macro etapa	Objetivos Específicos	Resultado Esperado
Revisão Sistemática	Objetivos específico 1	Revisão da literatura; Contextualização; Identificação das práticas verdes presente na literatura.
Desenvolvimento da ferramenta e do índice	Objetivos específicos 2 e 3	Definição dos indicadores; Mapeamento da cadeia; Confecção da ferramenta e do índice.
Aplicação Prática	Objetivo específico 4	Análise e os resultados da aplicação da ferramenta; Contribuição para a literatura.

Fonte: Elaborado pela autora.

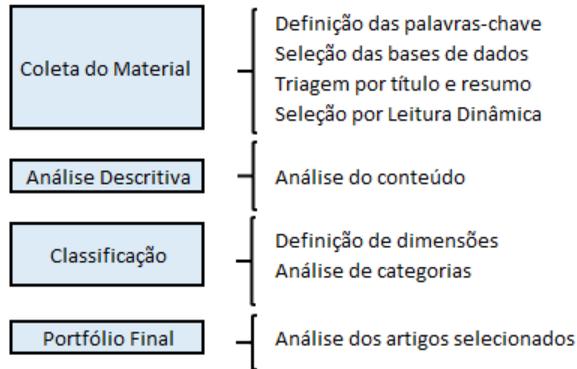
A realização das etapas de acordo com a Figura 1 resultam no alcance dos objetivos específicos da pesquisa e por consequência no objetivo geral. As macroetapas são apresentadas e detalhadas na sequência.

3.1 ETAPA 1: REVISÃO SISTEMÁTICA

O primeiro objetivo específico desta pesquisa é “Identificar o conceito de Logística Verde”. Para alcançá-lo, iniciou-se um processo de revisão sistemática da literatura. A revisão da literatura auxilia na compreensão do tema por meio da análise de pesquisas existentes que permita a identificação de padrões e tendências (SEURING; MULLER, 2008).

Como uma forma de alcançar a confiabilidade e transformar esta abordagem sistemática mais transparente, a mesma foi baseada em um processo estruturado, abordado por Govindan e Bouzon (2018), Seuring e Muller (2008) e Srivastava (2007). Algumas alterações do método foram realizadas, de forma que as principais etapas envolvidas na revisão sistemática da literatura podem ser observadas na Figura 10.

Figura 10 – Etapas envolvidas na Revisão Sistemática



Fonte: Adaptado de Govindan e Bouzon (2018).

A etapa de coleta de material correspondeu a um processo de definição das palavras-chaves, seleção das bases de dados a serem utilizadas e definição dos critérios de exclusão. Assim, foram definidos dois eixos de pesquisa: o primeiro abordando Logística Verde e o segundo relacionado a avaliação de desempenho. Utilizaram-se os operadores booleanos para combinar “Logística Verde” e “avaliação de desempenho” resultando no comando de pesquisa: (“*green logistic**” OR “*environmental logistic**” OR “*green supply chain*” OR “*closed loop supply chain*” OR “*reverse logistic**”) AND (“*performance evaluation*” OR “*performance*” OR “*measure**” OR “*assess**” OR “*appraisal*” OR “*indicator**” OR “*index*”). Pesquisou-se apenas em: (I) título; (II) resumo e (III) palavra-chave, e considerou-se as seguintes bases de dados: *SCOPUS*, *Web of Science* e *Science Direct*. Destaca-se que foram considerados apenas artigos científicos de língua inglesa na busca realizada por esta língua conter o maior número de artigos publicados na área pesquisada.

A triagem por título e resumo focou em artigos que tratavam da avaliação da cadeia de suprimentos verde e/ou Logística Verde. Eliminaram-se os trabalhos que abordavam apenas uma prática do *green supply chain* ou focados em apenas um dos elos da cadeia. A seleção pela leitura dinâmica teve como objetivo legitimar se os artigos se adequavam ao escopo necessário para a etapa de Análise Descritiva.

A análise descritiva foi feita em duas etapas. Primeiramente examinaram-se revistas com maior número de publicações, assim como o continente de filiação do autor e evolução no tempo. Na sequência, por meio do software VOSviewer®, tendências de pesquisas foram identificadas utilizando a análise de ocorrência de palavras chave por ano.

A etapa de classificação inclui a definição das dimensões de estudo e sua respectiva análise. Os artigos foram, então, separados em categorias e as suas dimensões estruturais, isto é, principal tema, foram categorizadas conforme o Quadro 7. As dimensões foram estabelecidas conforme o objetivo geral deste trabalho, permitindo compreender o cenário de publicação científica do tema e identificar lacunas de pesquisa.

Quadro 7 - Dimensões e suas categorias

Dimensões Estruturais	Definição	Categoria Analisada
Método Utilizado	Ferramenta utilizada para o atingimento do objetivo do artigo	Revisão de literatura; Artigo Teórico; Modelagem Matemática; Estudo de Caso
Foco	Identificar se o foco da pesquisa foi na cadeia verde ou na Logística Verde	Retirado da leitura dos artigos

Fonte: Adaptado de Govindan e Bouzon (2018).

O portfólio final, apresentado no Apêndice A, foi obtido por meio da leitura integral dos artigos resultantes da etapa de coleta de material. A análise e a revisão sistemática podem ser encontradas no Capítulo 4.1 deste trabalho.

3.2. ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA E DO ÍNDICE

Essa fase da pesquisa corresponde às etapas metodológicas de 6 a 11 da Figura 9. Para que a ferramenta de medição do desempenho logístico considerando a avaliação da Logística Verde pudesse ser desenvolvida, buscou-se nos artigos resultantes da etapa anterior a identificação de práticas verdes. Essas práticas foram classificadas de forma indutiva em 7 categorias, sendo essas categorias: (I) fornecedor, (II) cliente, (III) design, (IV) logística, (V) manufatura, (VI) gestão e (VII) outros.

Na sequência, buscou-se em artigos científicos os indicadores para cada uma das sete categorias. Elaborou-se métricas para indicador detectado na etapa anterior. Desta forma, todas as métricas resultantes foram legitimadas com especialistas, por meio de conversas semiestruturadas e discussões sobre a finalidade dos mesmos, formando um fluxo bidirecional de informação, que permite a exclusão ou inserção

de alguns indicadores. Essa validação com especialistas contou com 3 empresários do ramo de embalagens plásticas (sendo um de grande porte, um de médio porte e um de pequeno porte) e 3 especialistas de mercado, distintos aos respondentes do processo de hierarquização, que trabalham com a área de logística verde. Esse processo de validação ocorreu para ver se os indicadores, práticas e métricas correspondem à realidade empresarial do setor escolhido.

A partir do mapeamento das práticas verdes e dos indicadores, estabeleceu-se um conjunto de indicadores aplicados no setor de estudo servindo como insumo para a construção da ferramenta para avaliação do desempenho da Logística Verde. Para tal, utilizou-se o software Excel®. O método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) foi utilizado para identificar os pesos e realizar a hierarquização das práticas de acordo com os especialistas. A tomada de decisões multicritério é empregada para resolver os problemas que envolvem a seleção de um número finito de alternativa (SENTHIL; MURUGANANTHAN; SALOMON, 2011). A utilização dos métodos de multicritérios (MCDM) se dá por avaliar as ações por meio de um conjunto de critérios com intuito de mensurar o desempenho de cada ato por meio de um conjunto de funções matemáticas (ENSSLIN, 2001). Sua aplicação segue quatro partes principais: (I) alternativas, (II) critérios, (III) peso ou importância relativa de cada atributo, e (IV) medidas de desempenho de alternativas com relação aos atributos (SENTHIL; MURUGANANTHAN; SALOMON, 2011).

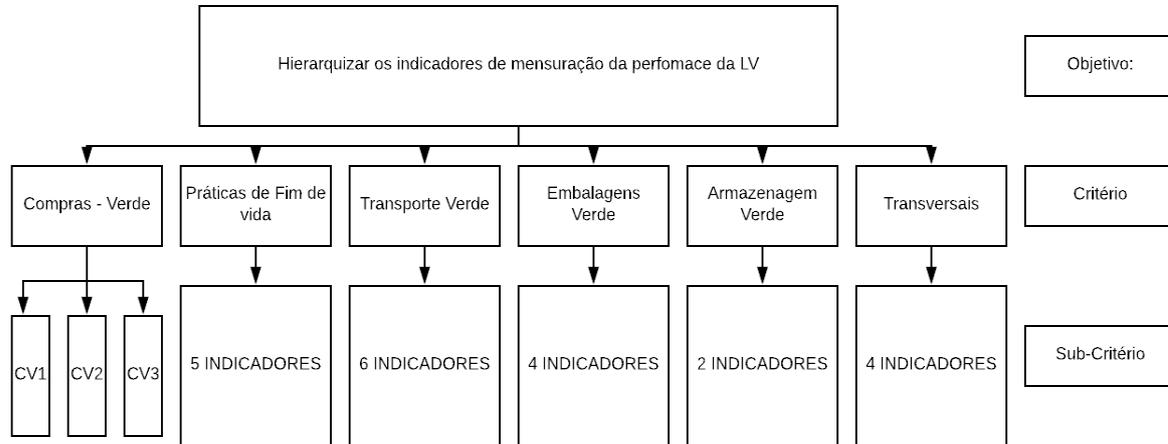
Desde modo, o MCDM auxilia na tomada de decisão das organizações. O AHP é uma das ferramentas utilizadas nessa tomada de decisão multicritério com o objetivo de lidar com a formulação de diversos problemas na hora da tomada de decisão (BOUZON et al., 2016). A ferramenta auxilia no processo de tomada de decisão por construir hierarquias priorizando as alternativas de escolha do decisor (SAATY; VARGAS, 2012). Entretanto o AHP não é único método de hierarquização do MCDM. O ANP (*Analytic Network Process*), por sua vez, é um método que generaliza a aplicação do AHP possibilitando analisar as dependências entre os critérios e as influências entre as alternativas (HERNANDEZ; MARINS; SALOMON, 2011) enquanto a AHP considera essas variáveis como independentes.

A presente pesquisa optou pelo uso da AHP por permitir estruturar o problema considerado complexo em uma forma hierárquica simples e desde modo avaliar fatores de maneira sistemática (SENTHIL; MURUGANANTHAN; SALOMON, 2011). Utilizou-se o método para realizar uma comparação par a par, mas sem o intuito de escolher a melhor

decisão, mas sim hierarquizar as opções para a construção de um índice único. A AHP é uma das ferramentas mais utilizadas para avaliação do desempenho da Logística Verde e de GSCM conforme apresentado no Capítulo 3.1. Segundo Govidan et al. (2015a), a AHP possui recorrência na aplicação em processos de escolha utilizando critérios ambientais, como a seleção de fornecedores verdes. Já Sari (2017) utiliza a ferramenta AHP para hierarquizar os pesos para cada critério trabalhado para o desenvolvimento do seu modelo. Essa ferramenta, ainda, auxilia na tomada de decisão em casos que apresentam múltiplos critérios, sendo atualmente um dos métodos mais utilizados no meio acadêmico (VAIDYA; KUMAR, 2006). O AHP ainda trata os indicadores como variáveis independentes possibilitando hierarquizar as alternativas com maior relevância para a construção da avaliação de desempenho desconsiderando a influência entre os critérios.

A ferramenta AHP foi criada por Thomas L. Saaty na década de 1970 como um modelo matemático para traduzir a percepção humana de forma quantitativa (SAATY; VARGAS, 2012). São utilizadas as mesmas etapas de Thomas Saaty (2008) para aplicação deste método no processo de confecção da ferramenta de desempenho da Logística Verde. A primeira etapa é a estruturação da hierarquia de decisão, no qual, decompõe o objetivo da decisão (dar pesos aos indicadores) em critérios ou subcritérios. Os critérios do presente trabalho seguem a estrutura presente na literatura das atividades presentes da LV que classifica os indicadores em categorias como: compras, práticas de fim de vida, transportes verde, embalagens verde e armazenagem verde. Deste modo, a aplicação da AHP utilizou essas atividades para estruturar as hierarquias. Os indicadores encontrados na literatura foram enquadrados como critérios ou subcritérios destas atividades conforme aprofundado no Capítulo 4.3 deste trabalho. A Figura 11 apresenta a estrutura hierárquica desenvolvida para analisar esses critérios e subcritérios.

Figura 11 - Modelo hierárquico para análise da LV



Fonte: Elaborado pela autora.

Elaboraram-se as matrizes conforme os passos da aplicação do modelo no artigo de Thanki, Govidan e Takkar (2016) para critério e subcritério, totalizando 6 matrizes de comparação par a par. Posteriormente, realizou-se o julgamento entre pares dos indicadores. Os elementos foram considerados par a par em relação à influência exercida no fator máximo, no caso do presente estudo, as atividades (compras, práticas de fim de vida, transportes verde, embalagens verde e armazenagem verde). Essa etapa possibilitou a pontuação dos elementos em relação ao outro conforme a escala de nove pontos de Saaty (1991), conforme Figura 12.

Figura 12 - Escala do método AHP

1	São igualmente importantes
2	
3	Moderadamente importante
4	
5	Muito importante
6	
7	Muito fortemente importante
8	
9	Extremamente importante
2,4,6,8	São valores intermediários entre os julgamentos

Fonte: Saaty (1991)

O valor 1 indica que os dois critérios em julgamento contribuem de forma igual para atingir o objetivo, já o valor 9 indica que um critério é mais alta pontuação possível em relação ao outro. Os valores dois e seus múltiplos são considerados intermediários entre os valores adjacentes. Para o julgamento destes indicadores, foram consultados 9 especialistas na área logística, tanto do meio acadêmico quanto empresarial, e seus perfis encontram-se no Quadro 8. Os especialistas foram classificados de acordo com sua proximidade com setor ambiental na logística. A classificação também considerou a área de atuação, dando maior peso aos especialistas do mercado de trabalho. Não houve interesse dos respondentes em divulgar seus nomes no presente trabalho.

Quadro 8 - Especialistas

Especialista	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Experiência Acadêmica na área logística	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Experiência Acadêmica na área ambiental	X			X		X	X	X	X
Experiência profissional na área de logística ou empresarial		X	X		X			X	
Experiência profissional na área ambiental			X						
Realização de atividades aplicadas (extensão, projetos, consultoria)	X	X	X	X	X		X		X

Fonte: Elaborado pela autora.

Posterior à rodagem da primeira AHP, realizou-se uma segunda rodada com acréscimo de indicadores sugeridos pelos especialistas. Essa rodada extra seguiu os mesmos passos do processo anterior. Os especialistas desta rodada estão compreendidos entre as letras C a I do Quadro 8. Os especialistas A e B não demonstraram interesse em responder esta segunda aplicação do método.

Após a aplicação das duas rodadas da AHP, realizou-se os cálculos do método AHP para ponderação dos indicadores. O primeiro estágio corresponde ao desenvolvimento da matriz comparação. Os elementos desta matriz representam a comparação pareada dos parâmetros. O presente trabalho considerou para cada categoria da LV uma matriz comparação, já que, este trabalho considerou todas as categorias com o mesmo peso devido considerar cada prática de igual importância para compor a LV tendo apenas seus critérios ou subcritérios com pesos distintos. Para fins de apresentação do método, utilizou-se a matriz Compras Verdes para detalhamento do passo-a-passo. Esta matriz é uma matriz quadrada de ordem n igual a 3, com a diagonal principal a_{ij} tal que $i=j$ com valores de 1, os valores acima desta diagonal principal assumem valores α e os valores abaixo desta diagonal principal assumem $1/\alpha$ conforme apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 - Matriz AHP

Parâmetros	CV ₁	CV ₂	CV ₃
CV ₁	1	A ₁₂	A ₁₃
CV ₂	A ₂₁	1	A ₂₃
CV ₃	A ₃₁	A ₃₂	1
Total	S ₁	S ₂	S ₃

Fonte: Adaptado Saaty (1991)

Posterior ao desenvolvimento da matriz comparação, os valores foram normalizados conforme o segundo passo, isto é, divisão de cada elemento da matriz pela soma total das respectivas colunas conforme demonstrado no Quadro 10.

Quadro 10 - Normalização da matriz

Parâmetros	CV ₁	CV ₂	CV ₃
CV ₁	1/ S ₁	A ₁₂ / S ₂	A ₁₃ / S ₃
CV ₂	A ₂₁ / S ₁	1/ S ₂	A ₂₃ / S ₃
CV ₃	A ₃₁ / S ₁	A ₃₂ / S ₂	1/ S ₃

Fonte: Adaptado Saaty (1991)

A terceira etapa é o cálculo do valor eigen e do autovetor. O autovetor (W) é considerar a média aritmética dos valores dos critérios da matriz dada e tem como objetivo determinar a participação de cada critério no valor total da meta expondo os pesos relativos para critério e subcritério analisado. Essa matriz do valor próprio é apresentada na Equação 1 e Equação 2. As equações apresentam também o cálculo de consistência do autovetor onde o W_i é um autovetor da matriz dada e λ max é o maior valor próprio da matriz comparação por pares. Desta forma, o λ max é o somatório do produto de cada elemento do W pelo total da respectiva coluna da matriz original.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\lambda_{max} = \frac{w_1}{w_1} + \frac{w_2}{w_2} + \dots + \frac{w_n}{w_n} \quad (\text{Equação 2})$$

A quarta etapa é a verificação da consistência que é realizada por duas fórmulas matemáticas: cálculo do índice de consistência (CI) e para a taxa de consistência (CR). As fórmulas são apresentadas nas Equações 3 e 4, onde os valores do índice de consistência aleatória (RI) são

tabelados por Saaty (1991), apresentado na Figura 13, e variam de acordo com tamanho de cada matriz.

$$\text{índice de consistência (CI)} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (\text{Equação 3})$$

$$\text{Taxa de consistência (Cr)} = \frac{CI}{RI} \quad (\text{Equação 4})$$

Figura 13 - índice de consistência aleatória

Valores de RI para matrizes de diferentes tamanho:										
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Saaty (1991)

Espera-se que o resultado da taxa CI seja inferior a 10% para considerar a matriz como consistente. Caso o resultado seja superior, recomenda-se que refaça as análises dos parâmetros (THANKI; GOVIDAN; THAKKAR, 2016). Neste presente trabalho, considerou-se a análise de cada especialista separadamente por não possuírem objetivos comuns e visões similares.

Por fim, ocorreu a etapa de normalização dos indicadores visto que os mesmos utilizam unidades de medidas diferentes para confecção do índice de aplicação da LV. Isto é, essa etapa tem como finalidade padronizar (normalizar) escalas e intervalos (MAYER, 2008), tendo a possibilidade de incorporar diferentes métricas e unidades em um único indicador. Existem diversos tipos de normalização de dados, tais como a normalização utilizada Zhou et al. (2012) dos máximos e mínimos. Esse método de normalização utilizado por Krajnc e Glavič (2005) utiliza dois grupos: um que considera dados históricos do indicador e outro baseado em *benchmarks*. Além deste método, existe de Saling et al. (2002) em seu trabalho sobre ecoeficiência logística. Esse método define que para cada um dos indicadores do modelo terá o valor normalizado por meio de um percentual relativo ao maior valor encontrado nas alternativas para aquele índice. Ambos métodos apresentam a necessidade de normalizar de acordo com um valor máximo. O método de Zhou et al. (2012) utiliza a média histórica ou *benchmarks* com outras empresas por meio de relatórios de sustentabilidade, já o de Saling et al. (2002) utiliza o valor máximo resultante de cada categoria. O método de Zhou et al. (2012), não foi utilizado pelo presente trabalho, pois o *benchmarks*, proposto do método, é o uso de relatórios de sustentabilidade para determinação dos valores máximo e mínimo, isto é, deveria atualizar constantemente a

ferramenta com diversos relatórios e seleccionar o que apresentou o melhor e o pior resultado do indicador, o que dificultaria a aplicação da ferramenta ao longo prazo no mercado empresarial. Deste modo, a normalização que melhor se enquadrava para construção do índice é pelo método utilizado por Saling et. al. (2002) para a maioria dos indicadores. Por isso, utilizou-se, assim, a Equação 5 de Saling et al. (2002) para normalizar os indicadores. Os valores máximos são representados pelo maior resultado de cada categoria analisada.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\text{máximo}(x_j)}, \text{ com } i = 1, \dots, m ; j = 1, \dots, n \text{ (Equação 5)}$$

Entretanto três indicadores, os relacionados a emissões de gases do efeito estufa, foram calculados conforme o método de Zhou et al. (2012) do tipo histórico, pois a sua comparação é feita ou por dados históricos ou por meta da empresa e já podem ser aplicadas no primeiro momento. A ferramenta desenvolvida tem como intuito a utilização deste método a partir do primeiro período preenchimento, isto é, após ao ano 1, as contas serão realizadas utilizando este método de normalização. O método classifica os indicadores de acordo com seu impacto causado, isto é, se o indicador for classificado como impacto positivo ($I_{i,j+}$) significa que quanto maior o seu resultado melhor para o meio ambiente, mas se for classificado como impacto negativo ($I_{i,j-}$), segundo Azevedo et al. (2016), quando menor o resultado melhor, conforme as Equações 6 e 7. Nessas equações, $I_{n,ijt}$ é o indicador normalizado i , com impacto positivo (+) ou negativo (-), para o grupo de indicadores j , correspondente ao tempo t (ano) sendo que ocorre a divisão entre o valor do indicador no ano t com seu valor médio de anos anteriores. Já, o I_{Aij} corresponde o impacto da matriz A , sendo i e j , suas respectivas linhas e colunas. No caso do presente trabalho, a matriz A é as categorias da LV inseridas na ferramenta desenvolvida.

$$I_{n,ijt}^- = \frac{I_{A,ij}^-}{I_{A,ijt}^-} \quad \text{(Equação 6)}$$

$$I_{n,ijt}^+ = \frac{I_{A,ijt}^+}{I_{A,ij}^+} \quad \text{(Equação 7)}$$

Este processo de normalização permite que os indicadores sejam transformados em sub-índices e desta forma podem ser comparáveis já que não possuem unidade definida, mas sim uma escala. Quanto maiores os valores de cada sub-índice e do índice final, mais a empresa está se

aproximando do seu objetivo (TOKOS et al., 2012). O indicado composto, Equação 8, nada mais é que o agrupamento (soma) dos sub-índices ($I_{s,j}$) para cada grupo de indicador da Logística Verde. Sendo que $I_{s,jt}$ o sub-índice de LV para o grupo de indicadores j (compras verde, $j=1$, práticas de fim de vida, $j=2$, transportes verde, $j=3$, armazém verde, $j=4$, embalagens verde, $j=5$, logística reversa, $j=6$). O valor w_{jt} é o peso calculado pela AHP no processo anterior deste trabalho.

$$I_{s,jt} = \sum_{j\tilde{t}}^n W_{jt} \cdot I_{N,j\tilde{t}}^+ + \sum_{j\tilde{t}}^n W_{jt} \cdot I_{N,j\tilde{t}}^-$$

$$\sum_{j\tilde{t}}^n W_{ji} = 1, \quad W_{ji} \geq 0$$

(Equação 8)

A Equação 8 possibilita encontrar o índice de cada categoria, isto é, transformando em sub-índices. Para a construção do índice final, somou-se todas os valores das categorias e dividiu-se pelo número de categorias. Isto ocorreu devido a este trabalho considerar todas as categorias com igual peso na confecção do índice da LV que corresponde ao grau de aplicação de práticas verdes na atividade logística da empresa. Vale lembrar que as categorias, no presente trabalho, foram consideradas com pesos iguais por não está buscando qual é a área com maior influência da LV, mas sim, investigar a aplicação de todas as categorias.

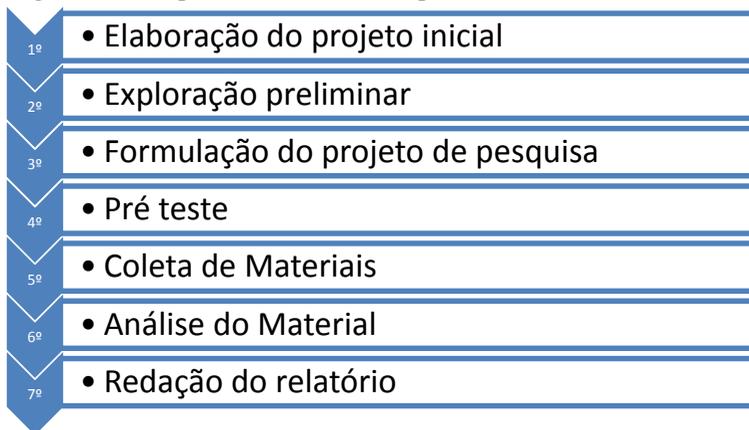
Este método de construção de índices é baseado no artigo de Tokos et al. (2012), o qual é citado 37 vezes em artigos similares ao presente trabalho. O método também é baseado no artigo de Esty et al. (2005) que foi citado 908 segundo *Scholar Google*.

3.3 ETAPA 3: APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação prática corresponde à legitimação da ferramenta desenvolvida em uma empresa do setor de embalagens plásticas de produtos. Essa fase corresponde às etapas de 12 a 15 da Figura 9. Esta etapa corresponde a aplicação da ferramenta e do índice proposto em uma empresa de embalagens plásticas, com objetivo de testar, melhorar e legitimar a ferramenta. Essa aplicação deu-se por meio de um estudo de campo. Isto é, procura-se aprofundar uma realidade específica sendo realizada por meio, basicamente, da observação direta das atividades estudadas e de entrevistas (GIL, 2008). As etapas de estudo de caso

desenvolvidos no presente trabalho seguem as etapas apresentadas na Figura 14.

Figura 14 - Etapas do estudo de campo



Fonte: Adaptado Gil (2008)

A etapa de “Elaboração do projeto inicial”, segundo Gil (2008, p. 130), é a fase na qual “leva-se em consideração muito mais os objetivos da pesquisa e as limitações materiais do que propriamente a definição de procedimentos”. Desta forma, o projeto inicial foca-se nas diretrizes definidas no Capítulo 1 da presente pesquisa. A etapa dois, por sua vez, é a exploração inicial do assunto que consiste na pesquisa bibliográfica e nas análises descritivas apresentadas no Capítulo 2.1.1.

A “Formulação do projeto de pesquisa” são definidos os objetivos do estudo de campo que está descrito no Objetivo Especifico 5 (que é “Aplicar a ferramenta desenvolvida em uma empresa de embalagens plásticas”) e a técnica de coleta de dados a ser utilizada. Utilizou-se conversa com o gestor responsável do departamento de logística para aplicação das ferramenta e dados históricos da organização. A etapa do pré-teste deu-se como intuito aperfeiçoar a ferramenta antes da aplicação real por meio de conversar com especialistas da área logística. Afinal, esta fase tem como objetivo:

- (a) desenvolver os procedimentos de aplicação; (b) testar o vocabulário empregado nas questões; e (c) assegurar-se de que as questões ou as observações a serem feitas possibilitem medir as variáveis que se pretende medir (GIL, 2008, p.132).

A coleta de dados iniciou-se com apresentação da ferramenta elaborada e do índice proposto partindo para uma entrevista com gestor responsável, o qual foi questionado sobre determinados indicadores. Posteriormente, analisaram-se os dados históricos da organização e foi realizada uma análise de determinadas atividades. Por fim, a análise dos dados é apresentada no Capítulo 4 e o seu relatório final apresentado em forma desta dissertação.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos no presente trabalho, sendo dividido em quatro grupos. O primeiro refere-se à pesquisa bibliográfica e análise da literatura. O Capítulo seguinte apresenta a identificação das práticas verdes e o mapeamento dos indicadores. O terceiro grupo aborda a construção da ferramenta e a elaboração de um índice único para avaliar a aplicação da LV das empresas. O quarto grupo, por sua vez, traz a aplicação desta ferramenta e índice em uma empresa inserida na cadeia de embalagens plásticas.

4.1 ANÁLISES BIBLIOGRÁFICAS

Este Capítulo proporciona analisar os resultados da Revisão Sistemática (Capítulo 3.1.) deste trabalho. Iniciou-se com a investigação com a utilização do software Vosviewer®, o qual proporciona compreender de forma visual a utilização das palavras-chaves. Utilizou-se a base de dados SCOPUS, pois esta apresentou maior retorno de número de artigos totalizando 786 artigos. A Figura 15 apresenta o cruzamento das palavras-chaves que se repetiram mais de 10 vezes ao longo dos anos.

Percebeu-se que anteriormente ao ano de 2013, as palavras-chaves mais utilizadas foram *reverse logistics*, ou seja, as pesquisas neste período possuíam o foco em estudos do fluxo logístico reverso. Por volta do ano de 2015, o *green supply chain management* começou a se destacar no cenário científico. Já entre o ano de 2015 e 2016, os artigos começaram a se direcionar para *green logistics (LV)* e *sustainability* (Sustentabilidade).

No ano de 2016 e posteriores, as palavras-chaves com maior número de repetição são: barreiras, performance de empresa, cadeia de suprimento sustentável e fornecedores verdes. Para compreender de forma mais clara o cenário de publicações atual, restringiu-se às delimitações do software para palavras chaves com no mínimo 5 repetições a partir do ano de 2016, conforme apresentado na Figura 16.

No ano de 2016, as pesquisas científicas utilizaram de forma mais intensa as palavras-chave: *green supply chain*, *reverse logistics* e *closed-loop supply chain*. Percebeu-se o surgimento do uso de termos como: compras verdes (*green purchasing*), performance econômica (*economic performance*), economia circular (*circular economy*) e performance operacional (*operational performance*). A utilização da palavra-chave *green logistics* aparece relacionada a *sustainability* e encontra-se em uma coloração alaranjada que intensifica sua posição como um tema atual a ser estudado.

Posteriormente, a utilização do software realizou-se uma análise bibliográfica do assunto que consiste em compreender o panorama de publicações sobre o tema. Devido a isso, realizou-se a pesquisa bibliográfica, conforme detalhada no Capítulo 3.1, em três bases de dados afim de abranger um maior número de artigos científicos, gerando os resultados encontrados na Tabela 1.

Tabela 1- Resultado pesquisa na base de dados

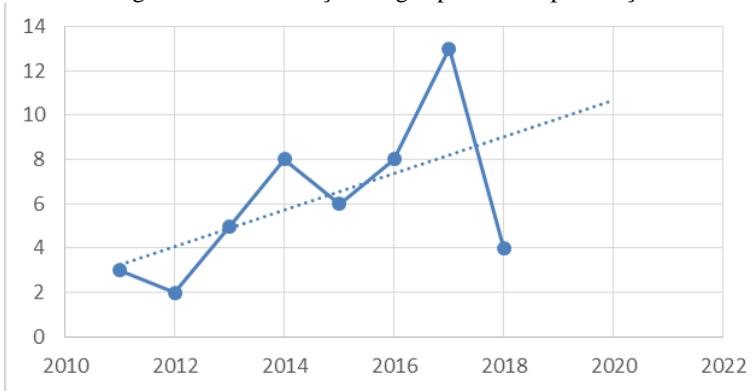
Base de dados/ Seleções	Artigos provenientes das bases de dados	Retirada de duplicados	Análise de Título e Resumo	Retirada de artigos sem acesso	Leitura Dinâmica	Seleção Final
Total	2401	2082	136	12	124	49

Fonte: Elaborado pela autora.

Os artigos que compõem o portfólio final, contido no Apêndice A, totalizam 49 artigos sobre a relação entre Logística Verde e Avaliação de desempenho. Percebe-se que estes artigos se concentram em apenas 4 revistas sendo elas: "*Environmental Science and Pollution Research*" com 6% das publicações, "*Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*" com 6%, "*Journal of Cleaner Production*" com 10%, e "*International Journal of Production Economics*" com 12%.

Outro fator importante é a distribuição por ano destes artigos, apresentada na Figura 17. O ano de 2017 conta com 27% das publicações científicas deste assunto seguido pelo ano de 2016 e 2014 com 16%. O ano de 2018, até o mês de abril quando foi realizada a pesquisa, já corresponde com total de 8% das publicações. Nota-se que há uma linha de tendência que demonstra um crescimento considerado nas publicações nesta área do conhecimento até 2020.

Figura 17 - Distribuição artigos por ano de publicação



Fonte: Elaborado pela autora.

No quesito filiação, percebe-se que a África possui a menor representatividade de artigos com apenas 2% e a maior concentração é proveniente da Europa e da Ásia com 37% das publicações cada. A América do Sul possui 6% dos artigos, sendo esses provenientes de pesquisas brasileiras retratando assunto como: cadeia de suprimento verde (33,33% das publicações), avaliação logística (33,33% dos artigos) e gestão de operações sustentáveis (33,33% das pesquisas).

Posteriormente, realizou-se a análise descritiva e as classificações dos artigos que compõem o portfólio, resultado da Etapa de Revisão Sistemática. De acordo com a Etapa 1 da Figura 9, classificaram-se os artigos presentes na literatura afim de realizar uma análise descritiva sobre os mesmos. Essa fase tem como objetivo descrever de forma quantitativa e qualitativa os artigos definidos no portfólio final. A primeira análise realizada é sobre o método utilizado para atingir o objetivo da pesquisa. O método quantitativo foi o mais utilizado com aproximadamente 80% dos casos. A Tabela 2 apresenta as formas quantitativas utilizadas nos artigos analisados.

Tabela 2- Formas quantitativas utilizadas

Método Utilizado	Quantidade
Modelo Matemático	8
Uso de ferramentas	12
Análises Estatísticas	19

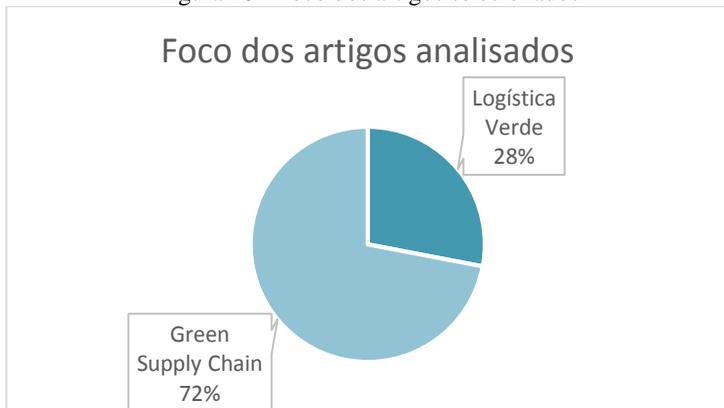
Fonte: Elaborado pela autora.

Notou-se que alguns artigos utilizam mais de um método para compor seu trabalho. A maior ocorrência foi a utilização de análises estatísticas no corpo da pesquisa sendo que 14 artigos abordaram correlações, regressões, teste t e análise de sensibilidade; 2 artigos trabalharam com o uso de equações estruturais e 3 artigos com a análises fatoriais. No quesito uso de ferramentas para o desenvolvimento das pesquisas, o AHP mostrou-se como o mais frequente nas análises, seguido pelas ferramentas: DEMATEL e VIKOR. A lógica *Fuzzy* foi constantemente utilizada no decorrer dos trabalhos de forma conjunta com outras ferramentas como AHP.

Identificou-se que 18 dos artigos analisados foram aplicados em organizações, sendo os setores de maior ocorrência: a Indústria Automotiva, Manufatura, Alimentos e Agroindústria e Mineração. No setor de transporte, há incidência de 3 artigos sendo eles na esfera marítima ou terrestre. Por fim, não se encontrou documento ligado a área de embalagens plásticas.

Analisou-se também o foco dos artigos apresentados na Figura 18. Os artigos foram classificados de acordo com seu tema de estudo.

Figura 18 - Foco dos artigos selecionados



Fonte: Elaborado pela autora.

Essas análises possibilitam perceber que há uma baixa concentração de artigos que abordam a LV como foco. Observou-se ainda que apenas um artigo analisado abordou a Logística Verde com a junção dos fluxos diretos e inverso. Desde modo, a análise descritiva aponta como uma lacuna de pesquisa a necessidade de avaliar o desempenho da LV que englobe os fluxos direto e reverso.

Realizou-se, ainda, um diagnóstico complementar, na plataforma *Scopus*, focada em logística verde no ano de 2018 para atualização da pesquisa bibliográfica elaborada no Capítulo 3.1. Esta pesquisa adicional usou o mesmo comando de pesquisa anterior, excluindo-se *green supply chain*, *reverse logistics* e *closed supply chain*, e obteve um total de 24 artigos. Neste período, o país com maior número de publicação foi China com 6 artigos, seguido por Alemanha (4), Finlândia (2), Índia (2), Irã (2) e Estados Unidos (2). O Brasil não apareceu como país que publicou sobre assunto neste período. Os artigos encontrados são focados em relações de influência, comportamento logístico verde, planejamento estratégico, modelo de cadeia de suprimentos, veículos, desempenho econômico, impacto das práticas verdes e estudos de caso.

Além disso, analisaram-se os trabalhos já existentes que apresentaram avaliação de desempenho e/ou logística verde como resultado. O Quadro 11 demonstra os autores, ano, o tipo de enfoque e a diferença em relação ao presente trabalho.

Quadro 11- Diferença entre modelos (continua)

Autor	Ano	Enfoque	Diferença
He et al.	2017	Logística de baixo carbono	O presente trabalho aborda todos os degraus da LV conforme Figura 5
Alonso et al.	2017	Melhoria continua das atividades logísticas	A diferença consiste que Alonso et al. (2017) foca-se em propor soluções de melhorias enquanto o presente trabalho apresenta métricas de medição da LV.
Zaman e Shamsud	2017	LV e Energia	O artigo é focado na Energia apresentando indicadores complexos de uso da energia no cenário da LV, não abordando, assim, outras práticas.
Khan et al.	2017	Desempenho organizacional	O artigo analisa o impacto da LV e cinco práticas verdes no desempenho operacional da organização.

Quadro 11 - Diferença entre modelos (conclusão)

Khan e Qianli	2017	Modelo matemático	O artigo leva em consideração o desempenho econômico do país enquanto o presente trabalho focou-se na medição da LV e não nas suas influências.
Simão, Gonçalves e Rodriguez	2016	Simulação de práticas verdes na logística	O artigo de Simão et al. (2017) é uma simulação validada em um estudo de caso com foco no impacto e não na mensuração da LV.
Xiao et al.	2015	Energia	O artigo aborda o consumo de energia na LV e não o seu desempenho de forma geral.
Al-e-Hashem e Rekik	2014	Roteamento	O artigo foca-se em roteamento específico enquanto o presente trabalho apresenta um diagnóstico da LV da organização.

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS

As práticas verdes são a inserção de conceitos ambientais dentro das práticas cotidianas das organizações. Isto é, correspondem às atividades realizadas dentro das instituições que apresentam como foco a busca por reduzir o impacto ambiental. Deste modo, identificaram-as práticas verdes abordadas na literatura conforme descrito no Capítulo 3.1. No Quadro 12 são apresentadas as práticas verdes encontradas na literatura, não se excluiu práticas de qualquer natureza, aceitando-se práticas da cadeia e manufatura, pois, assim, consegue-se realmente apontar as práticas mais citadas na literatura e, caso necessário, adaptá-las para um cenário logístico.

As práticas encontradas na literatura são baseadas nos parâmetros considerados por Islam et al. (2018), sendo eles: (I) não utilização de elementos perigosos, (II) economia de energia e minimização do desperdício, (III) preocupação com os impactos gerados e as emissões de

gases do efeito estufa, (IV) transportes verdes; (V) objetivo ambiental na sua missão; (VI) colaboração com a rede; e (VII) aplicações de soluções para fim da vida do produto.

Quadro 12 - Práticas Verdes (continua)

Prática Verde	Definição	Autores
Fornecedor Verde	São aqueles fornecedores que consideram os critérios ambientais nas suas atividades (ISLAM <i>et al.</i> , 2018);	Islam <i>et. al</i> (2018); Geng, Mansouri, Aktas (2017); Sari (2017)
Cliente Verde	São clientes que buscam produtos que sigam parâmetros ambientais conforme Islam <i>et al.</i> (2018);	Islam <i>et. al</i> (2018); Graham, Graham, Holt (2018); Geng, Mansouri, Aktas (2017)
Fornecedores de Logística	São os fornecedores logísticos como: transportadoras, operadores e entre outros;	Islam <i>et. al</i> (2018)
Fabricante Verde	É a manufatura voltada para minimizar o consumo de energia, a exploração de materiais e redução do desperdício (LIU; TANG; XEN, 2012);	Islam <i>et. al</i> (2018); Graham, Graham, Holt (2018); Zaman e Shamsuddin (2017); Khan e Qianli (2017); Uygun e Dede (2016); Chin, Tat e Sulaiman (2015), Rostamzadeh, Govindan e Esmaeili (2015); Aich e Tripathy (2014), Mutingi, Mapfaira e Monageng (2014)
Logística Verde	É a combinação dos critérios ambientais de Islam <i>et al.</i> (2018) com as atividades logísticas empresariais.	Graham, Graham, Holt (2018)
Práticas Internas	Práticas ambientais internas da empresa	Mumtaz, Ali e Petrillo (2018); Folinas, Aidonis, Malindretos, Voulgarakis e Triantafillou (2014)
Práticas Externas	Práticas ambientais externas a empresa	Mumtaz, Ali e Petrillo (2018)

Quadro 12 - Práticas Verdes (continuação)

Recuperação de Investimentos	Recuperação do investimento em práticas ambientais	Mumtaz, Ali e Petrillo (2018)
Eco-design	Considera as questões ambientais na elaboração do projeto, como características do produto, seleção de materiais, operações de fabricação, uso de energia (UYGUN; DEDE, 2016) e o fim do ciclo de vida;	Mumtaz, Ali e Petrillo (2018); Geng, Mansouri, Aktas (2017); Sari (2017); Khan e Qianli (2017); Younis, Sundarakani e Vel (2016); Uygun e Dede (2016); Govidan, Khodaverdi e Vafadarnikjoo (2016); Rostamzadeh, Govindan e Esmaeili (2015), Folinas, Aidonis, Malindretos, Voulgarakis e Triantafillou (2014); Aich e Tripathy (2014)
Logística reversa	O fluxo reverso da logística, isto é, do consumidor final até a origem;	Geng, Mansouri, Aktas (2017); Zaman e Shamsuddin (2017); Sari (2017); Younis, Sundarakani e Vel (2016); Uygun e Dede (2016); Kushwaha e Sharma (2016); Govidan, Khodaverdi e Vafadarnikjoo (2016), Mutingi, Mapfaira e Monageng (2014)
Embalagens Verdes	Embalagens ambientalmente amigáveis (ISLAM et al., 2018) que primam economizar energia e reduzir o desperdício, a poluição e as emissões (GENG; MANSOURI; AKTAS, 2017);	Alonso, Rubio; Augustina e Domingo (2017); Khan e Qianli (2017); Uygun e Dede (2016), Rostamzadeh, Govindan e Esmaeili (2015); Folinas, Aidonis, Malindretos, Voulgarakis e Triantafillou (2014), Mutingi, Mapfaira e Monageng (2014); Lau (2011)

Quadro 12 - Práticas Verdes (continuação)

Compras Verde	É a atividade de escolha dos materiais verdes por parte da organização;	Zaman e Shamsuddin (2017) ; Younis, Sundarakani e Vel (2016); Govidan, Khodaverdi e Vafadarnikjoo (2016); Chin, Tat e Sulaiman (2015), Aich e Tripathy (2014), Lau (2011)
Consumo Verde	Consumir apenas produtos que tragam os critérios apresentados por Islam et al. (2018);	Zaman e Shamsuddin (2017)
Reciclagem	Processo de recuperação de uma parte do material para inseri-lo novamente na cadeia produtiva;	Zaman e Shamsuddin (2017); Chiu e Hshie (2016); Rostamzadeh, Govindan e Esmaeili (2015)
Distribuição e Transportes Verde	São os transportes que contam com uso de combustíveis verdes, frotas ecoeficientes, redução do uso de combustíveis e emissões dos gases do efeito estufa (ROSTAMZADEH <i>et al.</i> ,2015);	Zaman e Shamsuddin (2017); Sari (2017); Chin, Tat e Sulaiman (2015); Aich e Tripathy (2014), Mutingi, Mapfaira e Monageng (2014); Yang (2018); Rostamzadeh, Govindan e Esmaeili (2015), Lau (2011)
Operações verde	A busca por seguir os parâmetros apresentados por Islam et al. (2018) nas operações da empresa;	Yang (2018)
Colaboração verde com fornecedor	As organizações inseridas em uma cadeia buscar a colaboração por meio compartilhamento de informações estratégicas com foco no meio ambiente (GENG; MANSOURI; AKTAS, 2017).	Yang (2018); Younis, Sundarakani e Vel (2016); Kusi-Sarpong, Sarkis e Wang (2016); Govidan, Khodaverdi e Vafadarnikjoo (2016)

Quadro 12 - Práticas Verdes (continuação)

Colaboração verde com parceiro	Parceiros, dentro ou não da cadeia da organização, que auxiliem no processo de esverdeamento das operações;	Yang (2018)
Colaboração verde com o cliente	Os clientes consumidores do produto que colaboram para recuperar materiais, produtos no fim da vida útil e embalagens (ISLAM et al., E2018)	Yang (2018); Khan e Qianli (2017); Younis, Sundarakani e Vel (2016); Govidan, Khodaverdi e Vafadarnikjoo (2016); Folinas, Aidonis, Malindretos, Voulgarakis e Triantafillou (2014)
Sistema de informação verde	Sistemas de informação que contribuem para atingir os critérios impostos por Islam et al. (2018);	Khan e Qianli (2017); Kusi-Sarpong, Sarkis e Wang (2016)
Capacidade verde	A capacidade da organização em produzir produtos seguidos os critérios de Islam et al. (2018);	Chiu e Hshie (2016)
Resíduos de embalagens	A prática busca a redução da criação de resíduos de embalagens dentro das empresas;	Chiu e Hshie (2016)
Política Ambiental	São políticas da empresa para busca a inserção dos critérios de Islam et al. (2018);	Chiu e Hshie (2016)
Eco-Inovação	A eco-inovação é uma prática que busca no processo de inovação inserir os conceitos de Islam et al. (2018);	Kusi-Sarpong, Sarkis e Wang (2016); Kushwaha e Sharma (2016)
Práticas de Fim de Vida	Realização de práticas como remanufatura, reuso, reciclagem e recuperação de peças, materiais e produtos (KUSI-SARPONG; SARKIS; WANG, 2016);	Kusi-Sarpong, Sarkis e Wang (2016)

Quadro 12 - Práticas Verdes (conclusão)

Marketing verde	É a utilização da inserção das práticas ambientais na organização como uma forma de promover a empresa no mercado;	Kushwaha e Sharma (2016)
Rótulos ecológicos	É a inserção dos preceitos de Islam et al. (2018) no processo de rótulos de produtos;	Kushwaha e Sharma (2016)
Gestão de carbono	Políticas ambientais para redução das emissões de carbono nas atividades empresariais;	Govidan, Khodaverdi e Vafadarnikjoo (2016)
Certificação ISO 14001	Certificação ambiental mundial.	Govidan, Khodaverdi e Vafadarnikjoo (2016)

Fonte: Elaborado pela autora.

Devido ao grande número de práticas encontradas, necessitou-se dividi-las em categorias. O presente trabalho baseou-se no conceito apresentado por Lambert et al. (1998) o qual classifica a cadeia em 7 categorias, sendo elas: (I) fornecedor, (II) cliente e (III) manufatura, (IV) design, (V) logística, (VI) gestão e (VIII) outros. Desta forma, elencou-se as 31 práticas identificadas no Quadro 12 e agrupou conforme o conceito de Lambert et al. (1998). O Quadro 13 apresenta as práticas com maior frequência, isto é, as mais citadas por categoria.

Quadro 13 - Práticas em destaque

Prática	Classificação	Frequência
A colaboração verde com cliente (CC)	Cliente	4
Eco-design	Design	14
Logística Reversa (LR)	Logística	11
Fornecedor verdes	Fornecedores	14
Gestão Ambiental	Gestão	6
Manufatura verde	Manufatura	8
Eco inovação (ECO)	Outros	3

Fonte: Elaborado pela autora.

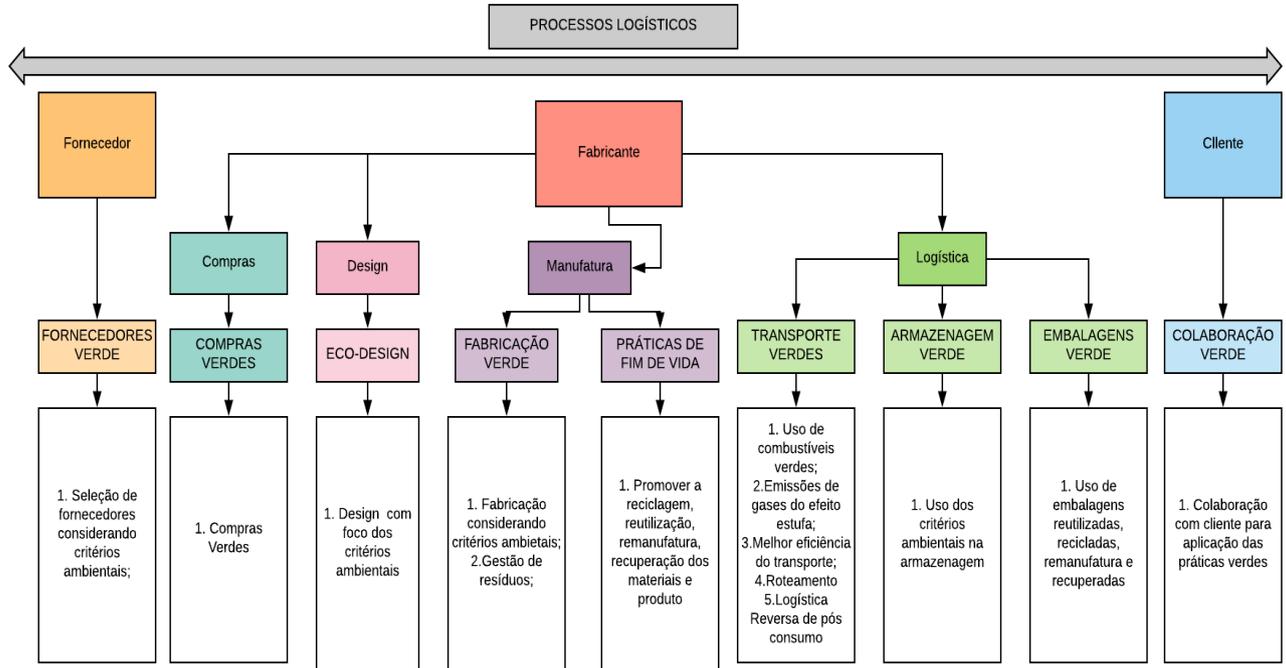
Por fim, foi elaborada a Figura 19 que apresenta as práticas verdes elencadas, no Quadro 13, e distribuídas dentro de um processo logístico. A Figura 19 apresenta de forma genérica a posição de um fabricante (empresa focal do processo logístico), seu fornecedor direto e o seu cliente, podendo ser utilizado por uma empresa de qualquer natureza como base para atividades da LV. Esta figura, ainda, apresenta as principais práticas verdes mapeadas na literatura: transportes verde, armazenagem verde e embalagens verdes. As definições dessas práticas encontram-se dentro das caixas brancas subsequentes no fluxo mapeado.

O presente trabalho aborda, além das práticas comuns da LV, a área de compras, pois segundo Ballou (2006), a logística possui como atividade o processo de compra do suprimento utilizado no processo produtivo. Surgindo assim, práticas como Armazenagem Verde que consiste em formas para armazenar os produtos com intuito de reduzir custos, energia, estoques e a poluição ambiental (ROSTAMZADEH *et al.*, 2015). Além disso, focou-se nas compras verdes e não dos fornecedores, pois a atividade logística refere-se à aquisição dos suprimentos e não às parcerias e à seleção de fornecedores. As práticas de fim de vida foram incluídas no trabalho por estarem diretamente ligadas com a LR de pós consumo. Desta forma, a ferramenta englobou as seguintes áreas: logística, compras e práticas de fim de vida.

Posterior à identificação das práticas e o mapeamento, investigaram-se os indicadores presentes na literatura. Percebeu-se que apenas o autor He, Chen e Liu (2017) apresentou taxas a serem calculadas para determinadas práticas, como taxa média de utilização de veículos e consumo médio de energia. Já os demais autores, resultantes da revisão sistemática, apresentam a nomenclatura dos indicadores, isto é, não expõem as métricas, apenas ações a serem realizadas, como: “usando embalagens ecológicas” de Sari (2007); ou ações que a empresa já realiza, como: “minha empresa atinge metas comuns ambientais coletivamente com parceiros?” de Yang (2018).

Devido a esta dificuldade de encontrar métricas para os indicadores propostos na literatura, foram elaboradas formas de mensurar cada prática do Quadro 13. Essa parte matemática foi baseada pelos próprios artigos que propõem a prática e levou-se em consideração que as métricas devem ser simples e fácil aplicação (NEEL; GREGORY; PLATTS, 2005) para que as organizações realmente as utilizem.

Figura 19 - Mapa do fluxo das práticas da Logística Verde



O Quadro 14 apresenta essa forma de calcular e as classificações dos indicadores em hierarquia e grau. No caso da hierarquia, o indicador foi classificado de acordo com Ballou (2006) em três níveis de atuação, sendo ele: estratégico, operacional ou tático. A classificação da hierarquia é apresentada de forma mais detalhada na Figura 20.

Figura 20 - Hierarquia



Fonte: Adaptado Ballou (2006)

Percebe-se que aqueles indicadores classificados como tático impactam a ação direta da logística em atividades diárias. O operacional é responsável pelas atividades que influenciam ao médio prazo e impactam o setor mais de uma atividade dentro do setor da logística. Por fim, o estratégico é responsável por indicadores ao longo prazo e que envolvem mais de um setor dentro da organização.

Já o grau é baseado com o Programa de Logística Verde Brasil (PLVB) apresentado na Figura 5. Excluiu-se a logística sustentável por não ser foco do presente estudo e ser uma delimitação do trabalho. O primeiro grau aborda a implementação da LR de Pós-Consumo englobando o fim de vida, retorno de produtos e processos de reciclagem, reuso e remanufatura, conhecido como os 3R's. O segundo grau são as ações relacionadas com emissões dos gases do efeito estufa e a busca por sua diminuição. Por fim, o último grau é a logística verde completa: logística reversa mais a logística de baixo carbono mais as demais áreas que impactam para reduzir os danos causados por esta área como: armazenagem, compras e embalagens.

Quadro 14 - Métricas e classificações dos indicadores (continua)

CATEGORIA	NOME DO INDICADOR	SIGLA	MÉTRICA	HIERARQUIA	GRAU	AUTOR
Compras Verde	Compras de fornecedores verde	CV1	(nº de matérias primas provenientes de fornecedores verdes/ nº de matérias primas totais) *10	Operacional	3º	Islam et al. (2018); Yang (2018)
Compras Verde	Compras de materiais provenientes dos 3R's	CV2	(Número de materiais proveniente dos 3R's/ número de materiais totais)*100	Operacional	3º	Islam et al. (2018); Yang (2018)
Compras Verde	Compras de matérias-primas ecológicas	CV3	(Número de materiais comprados que facilitem 3R's/ número de materiais totais)*100	Operacional	3º	Islam et al. (2018); Yang (2018)
Práticas de fim de vida	Proporção de produtos que aplicam um dos 3R's	PF 1	(Nº de produtos aplica o 3R's/Nº de produtos que podem aplicar o 3R's) * 100	Operacional	1º	He et al. (2018)
Práticas de fim de vida	Reutilização de produtos	PF 2	(Nº de produtos reutilizados/Nº de produtos totais) *100	Tático	1º	Sari (2017)

Quadro 14 - Métricas e classificações dos indicadores (continuação)

Práticas de fim de vida	Reciclagem de materiais	PF3	(Nº de produtos que são reciclados/ Nº de produtos totais) * 100	Tático	1º	Sari (2017); Yang (2018)
Práticas de fim de vida	Recolher embalagens	PF4	(Nº de embalagens retornados/ Nº total de embalagens) *100	Tático	1º	Sari (2017)
Práticas de fim de vida	Fornecedores Parceiros	PF5	(Nº de fornecedores que participa de forma ativa do fluxo reverso/ Nº total de fornecedores) * 100	Operacional	1º	Kusi-Sarpong, Sarkis e Wang (2016)
Transporte Verde	Utilização de combustíveis ecológicos	T1	(nº de meios de transporte que não utilizam combustíveis fósseis/ nº total de meio de transporte) *100	Tático	2º	Islam et al. (2018); Yang (2018)
Transporte Verde	Utilização de modais mais limpos	T2	fator de emissão de CO2 equivalente * litro de combustíveis	Operacional	2º	PLVB (2018); Graham, Graham, Holt (2018)
Transporte Verde	Utilização de modais mais limpos	T3	(litros de combustível / tonelada de emissão) * km rodado	Operacional	2º	PLVB (2018); Graham, Graham, Holt (2018)

Quadro 14 - Métricas e classificações dos indicadores (continuação)

Transporte Verde	Eficiência do transporte	T4	Saída útil de um processo (t-km)/entrada de energia para o processo	Tático	2°	Figueiredo (2015); He et al. (2018); Yang (2018)
Transporte Verde	Viagens sem carga	T5	(n° de viagem sem cargas/n° de viagens total) *100	Tático	3°	He et al. (2018);Sari (2017)
Transporte Verde	Capacidade de carga útil do veículo	T6	(atual capacidade de carga útil transportada/ carga útil)*100	Tático	3°	Sari (2017)
Embalagem Verde	Uso de embalagens retornáveis, reutilizadas e recicláveis	E1	(N° de embalagens proveniente dos 3 R's / n° de embalagens totais)*100	Operacional 1	3°	Islam et al. (2018). Graham, Graham, Holt (2018). He et al. (2018); Sari (2017)
Embalagem Verde	Descarte responsável de resíduos do processo de distribuição	E2	(N° de embalagens logística com descarte responsável/ N° total de embalagens) * 100	Operacional 1	3°	Graham, Graham, Holt (2018)
Embalagem Verde	Uso de energia renováveis no processo de embalagem	E3	(Quantidade de energia utiliza de fontes renováveis/quantidade de energia total) *100	Operacional 1	3°	Sugestão Especialistas

Quadro 14 - Métricas e classificações dos indicadores (conclusão)

Embalagem Verde	Consumo de energia no processo de embalagem	E4	(Energia gasta no setor/quantidade de embalagens realizadas)*100	Operacional	3°	He et al. (2018)
Armazenagem Verde	Consumo de energia na armazenagem	A1	(energia gasta no setor/volume estocado)*100	Operacional	3°	He et al. (2018)
Armazenagem Verde	Uso de energia renováveis no armazém	A2	(quantidade de energia utiliza de fontes renováveis/quantidade de energia total) *100	Operacional	3°	Sugestão Especialistas
Transversais	Certificação ambiental (ISO 14001)	TR1	Possui certificação?	Estratégico	3°	Islam et al. (2018); Yang (2018)
Transversais	Monitoramento e auditoria ambiental	TR2	Possui monitoramento e/ou auditoria?	Estratégico	3°	Islam et al. (2018)
Transversais	Redução dos gases do efeito estufa	TR3	Emissão de GEE atual/Emissões de GEE anterior *100	Estratégico	3°	Yang (2018); Folinas et al. (2014)
Transversais	Utilizar tecnologias limpas	TR4	Busca tecnologias limpas?	Estratégico	3°	Kusi-Sarpong, Sarkis e Wang (2016)

Fonte: Elaborado pela autora.

4.3 ELABORAÇÃO DA FERRAMENTA E DO ÍNDICE

Após identificação dos indicadores presentes na literatura, aplicou-se o método de Processo de Hierarquia Analítica (AHP), conforme descrito na 3.2, para hierarquizar e dar peso a cada um dos indicadores mapeados no Capítulo 4.2. O primeiro passo deste método é de hierarquizar a decisão. A definição dos critérios e subcritérios segue a linha proposta pela literatura e apresentada na Figura 11 e na Figura 19. As atividades da logística verde foram consideradas, neste primeiro momento, com o mesmo grau de importância, já que para atingir o status de logística ambientalmente correta há necessidade de alcançar resultados positivos em cada área de forma igualitária. A ferramenta proposta no Capítulo 4.3 possibilita que cada empresa ajuste esse grau de importância, caso preferir, já que o resultado do presente trabalho é uma ferramenta adaptada para cada cenário, tamanho de empresa e foco estratégico. Para realizar a AHP e dar pesos a cada indicador de cada categoria (atividade logística), aplicou-se este método com 9 especialistas da área logística e de gestão ambiental. As estruturas das matrizes utilizadas com os especialistas encontram-se no Apêndice B. De forma ilustrativa, o Quadro 16, apresenta o resultado da aplicação com o especialista A para critério Embalagens Verdes.

Quadro 15 - Matriz AHP Embalagens Verde

	E1	E2	E3	E4
E1	1	1	3	3
E2	1/1	1	3	3
E3	1/3	1/3	1	1
E4	1/3	1/3	1	1

Cada especialista respondeu de acordo com a escala de 1 a 9 utilizada por Saaty (1991) para atividade logística comparando par a par os indicadores referentes aquela categoria. O *software Excel*® foi utilizado para suporte da aplicação e realização dos cálculos do método AHP. Deste modo, iniciaram-se os cálculos de normalização da matriz que consiste na divisão de cada elemento da matriz pela soma dos elementos da coluna a que está pertence. Utilizou-se também o autovalor por meio do cálculo da média de cada critério considerado na matriz. Esse autovalor proporciona identificar a participação do indicador de determinada categoria no resultado final do indicador único da categoria.

Posterior a essa etapa, realizou-se o cálculo para determinar a consistência dos dados. Utilizou-se taxa de consistência por meio da utilização de cálculos matemáticos para determinar o $\lambda_{\text{máx}}$ que corresponde o somatório de cada produto do autovalor dividido por total da respectiva coluna da matriz inicial. Após esta etapa, calculou-se o índice de consistência (CI) demonstrado pela razão do CI, que varia de acordo com tamanho da matriz, e o índice de consistência aleatória (RI) que é determinado pela Figura 13. Esse resultado tem que apresentar valor inferior a 10% segundo Saaty (1991). Caso o resultado seja superior esse percentual, recomenda-se a repetição da etapa de julgamento. O exemplo ilustrativo das contas do método AHP para categoria Embalagens Verdes são apresentados no Apêndice C.

O mesmo processo de cálculo descrito para Embalagens Verdes foi aplicado em cada atividade presente Figura 11 e na Figura 19. Os julgamentos individuais de cada categoria são apresentados na Tabela 3. Esses resultados são apresentados em formas de pesos percentuais para os indicadores do índice composto para mensuração de um índice único da LV.

Tabela 3 - Pesos Indicadores (continua)

Sigla do Indicador	Indicador	Peso (%)
Categoria: Compras Verde		
CV1	Compras de fornecedores verde	47%
CV2	Compras de materiais provenientes dos 3R's	28%
CV3	Compras de matérias-primas ecológicas	25%
Categoria: Prática de fim de vida		
PF 1	Proporção de produtos que aplicam um dos 3R's	29%
PF 2	Reutilização de produtos	25%
PF 3	Reciclagem de materiais	19%
PF 4	Recolher embalagens	13%
PF 5	Fornecedores Parceiros	14%
Categoria: Transporte Verde		
T1	Utilização de combustíveis ecológicos	20%

Tabela 3 - Pesos Indicadores (conclusão)

T2	Utilização de modais mais limpos	18%
T3	Utilização de modais mais limpos	18%
T4	Eficiência do transporte	18%
T5	Viagens sem carga	15%
T6	Capacidade de carga útil do veículo	11%
Categoria: Embalagem Verde		
E1	Uso de embalagens retornáveis, reutilizadas e recicláveis	49%
E2	Descarte responsável de resíduos do processo de distribuição	28%
E3	Uso de energia renováveis no processo de embalagem	14%
E4	Consumo de energia no processo de embalagem	9%
Categoria: Armazém Verde		
A1	Consumo de energia na armazenagem	60%
A2	Uso de energia renováveis no armazém	40%
Categoria: Transversais		
TR1	Certificação ambiental (ISO 14001)	41%
TR2	Monitoramento e auditoria ambiental	20%
TR3	Redução dos gases do efeito estufa	19%
TR4	Utilizar tecnologias limpas	20%

Fonte: Elaborado pela autora.

A categoria Compras Verde apresentou como o indicador com maior peso o CV1 que tem como objetivo adquirir suprimentos de fornecedores que apresentem um cuidado com o meio ambiente, como por exemplo: cumprimento de legislação, certificados, busca por materiais e processos verdes. Os indicadores CV2 e CV3 ocupam juntos 53% do resultado final da categoria em questão, tendo o maior destaque para compra de materiais que são provenientes de processos de reuso, reciclagem e remanufatura do que a compra de matérias primas ecológicas. Esse indicador leva em

consideração a aquisição para uma manufatura mais verde e/ou aplicação da prática do ecodesign.

Na categoria prática de fim de vida, destacou-se o indicador PF1 com 29% e o PF 2 com 25%. Isto é, para confecção do indicador final da categoria, o PF1 possui um peso de 29% do indicador final e é responsável pela mensuração de quais produtos são aplicados os conceitos dos 3R's (remanufatura, reciclagem e reuso). O PF4 foi o indicador que apresentou o menor peso sendo ele responsável pelo recolhimento das embalagens dos produtos fabricados.

A terceira categoria é transporte verde, o indicador com maior peso pelos especialistas é o T1 que corresponde a utilização de combustíveis ecológicos como biodiesel, biocombustíveis e entre outros. Os indicadores T2, T3 e T4 apresentam o mesmo peso, determinando que há necessidade de mensurar por emissão (T2), por km (T3) e pela eficiência do veículo (T4). O indicador T6 apresentou a menor porcentagem na composição do cálculo final, o que representa que a organização não busca utilizar toda a capacidade do veículo, fazendo viagens que “sobra” espaços.

A categoria embalagens verde tem como E1 o mais relevante com 49% do peso final, isto é, foi considerado pelos especialistas que o uso de embalagens provenientes do 3R's mais importantes que o descarte responsável, uso de energia renovável e consumo de energia total. O armazém verde, por sua vez, considerou 60% do peso relacionado ao consumo de energia do armazém.

Por fim, a categoria que abrange os indicadores transversais, aqueles que impactam em todas as áreas da empresa, possuiu como o indicador mais relevante o TR1 que demonstra que os especialistas acreditam que há necessidade de uma certificação ambiental. Posteriormente, os demais indicadores apresentaram resultados aproximados nos seus respectivos pesos.

Por sugestões dos especialistas, realizou-se o acréscimo de uma área focada na Logística Reversa com a inclusão da colaboração verde dos clientes e do cumprimento da legislação. Afinal, a LR de pós-consumo já estava inclusa em uma boa parte na categoria Práticas de Fim de Vida, pois essa prática possui como objetivo o retorno do produto após o seu uso para o descarte correto, reuso, desmanche, reciclagem, remanufatura ou reutilização (LEITE, 2002) e para que isso ocorra há necessidade de colaboração com o cliente final. Desta forma acrescentou posterior à primeira rodada da AHP a área de Logística Reversa, no qual, foi aplicada uma novamente a ferramenta AHP para hierarquizar os indicadores desta modalidade. Esta segunda rodada contou com 7 especialistas da área de

LR. O Quadro 16 apresenta os indicadores, métrica, hierarquia, estágio e os autores da categoria Logística Reversa.

Quadro 16 - Métrica Logística Reversa

NOME DO INDICADOR	SIGLA	MÉTRICA	HIERARQUIA	ESTÁGIO	AUTOR
Recolhimento dos produtos produzidos pós o seu consumo	LR1	(nº de produtos recolhidos/nº total de produtos vendidos)*100	Tático	1º	Sugestão especialistas
Colaboração do Cliente	LR2	(nº de clientes que contribuem com a LR/nº de clientes totais)*100	Tático	1º	Sugestão especialistas
Legislação	LR3	A empresa respeita a legislação vigente?	Tático	1º	Sugestão especialistas

Seguiu-se os mesmos cálculos apresentados na primeira rodada do método AHP. O resultado para esta categoria é apresentado na Tabela 04.

Tabela 4 - Peso categoria Logística Reversa

Categoria: Logística Reversa		
LR1	Recolhimento dos produtos produzidos pós o seu consumo	54%
LR2	Colaboração do Cliente	24%
LR3	Legislação	21%

A categoria da LR apresentou o indicador com a maior parcela dos pesos totais o LR1 que consiste no recolhimento de produtos de pós consumo. Posteriormente, foi considerada a colaboração do cliente e, por fim, a legislação. Os especialistas afirmam que cumprimento da legislação não é algo pró-ativo e por isso teria um peso inferior aos demais.

Os indicadores de cada categoria apresentam unidades de medidas diferentes o que impossibilitam a sua junção sem a realização de um processo de normalização de acordo explicado no Capítulo 3.2. deste trabalho. Esta etapa foi baseada na literatura e nos conhecimentos da presente autora e seus orientadores, além da conversa informal com os especialistas do setor que participaram na aplicação da ferramenta AHP.

Os indicadores propostos em cada categoria abordado pela Figura 19 são normalizados pelo método de Saling et al. (2002) tendo em base que todos os valores estão compreendidos entre 0 e 1, sendo 1 para o resultado máximo de cada categoria. Já os indicadores de emissão seguem o método de Zhou et al. (2012), sendo eles T2, T3 e TR3. Entretanto, a ferramenta possibilita, e o presente trabalho sugere, que posterior ao primeiro ano de preenchimento, isto é, após ter já um período de dados computados utilize este método para todos os indicadores sugeridos por esta pesquisa. Os indicadores são classificados de acordo com seus impactos e são apresentados no Quadro 17. Esta classificação, segundo Azevedo et al. (2016), tem como base os impactos causados. Caso estes sejam positivos, significa que quanto maior o indicador melhor para a LV e menor impacto casado pela empresa, já se o indicador for classificado como negativo, conclui-se que quanto menor o resultado melhor para atingir a aplicação da LV na empresa.

Quadro 17 - Impacto Normalização (continuação)

CATEGORIA	NOME DO INDICADOR	Impacto (Normalização)
Compras Verde	Compras de fornecedores verde	I1,1+
Compras Verde	Compras de materiais provenientes dos 3R's	I2,1+
Compras Verde	Compras de matérias-primas ecológicas	I3,1+
Práticas de fim de vida	Proporção de produtos que aplicam um dos 3R's	I1,2+
Práticas de fim de vida	Reutilização de produtos	I2,2+
Práticas de fim de vida	Reciclagem de materiais	I3,2+
Práticas de fim de vida	Recolher embalagens	I4,2+
Práticas de fim de vida	Fornecedores Parceiros	I5,2+
Transporte Verde	Utilização de combustíveis ecológicos	I1,3+
Transporte Verde	Utilização de modais mais limpos	I2,3-

Quadro 17 - Impacto Normalização (conclusão)

Transporte Verde	Utilização de modais mais limpos	I2,3+
Transporte Verde	Eficiência do transporte	I3,3+
Transporte Verde	Viagens sem carga	I4,3-
Transporte Verde	Capacidade de carga útil do veículo	I5,3+
Embalagem Verde	Uso de embalagens retornáveis, reutilizadas e recicláveis	I1,4+
Embalagem Verde	Descarte responsável de resíduos do processo de distribuição	I2,4+
Embalagem Verde	Uso de energia renováveis no processo de embalagem	I3,4+
Embalagem Verde	Consumo de energia no processo de embalagem	I4,4-
Armazenagem Verde	Consumo de energia na armazenagem	I1,5-
Armazenagem Verde	Uso de energia renováveis no armazém	I2,5+
Transversais	Certificação ambiental (ISO 14001)	I1,6+
Transversais	Monitoramento e auditoria ambiental	I2,6+
Transversais	Redução dos gases do efeito estufa	I3,6-
Transversais	Utilizar tecnologias limpas	I4,6+
Logística reversa	Recolhimento dos produtos produzidos pós o seu consumo	I1,6+
Logística reversa	Colaboração do Cliente	I2,6+
Logística reversa	Legislação	I3,6+

Fonte: Elaborado pela autora.

Esses indicadores normalizados são chamados de subíndices. O cálculo dos subíndices é realizado pela Equação 3 no qual cada indicador normalizado é multiplicado por seu respectivo peso atribuído pela ferramenta AHP. Após essa multiplicação, realiza-se uma média aritmética e se tem como resultado o índice de aplicação da LV na empresa.

Por fim, juntou-se os pesos adquiridos pelo método AHP e a normalização dos indicadores para construção da ferramenta no *software Excel®*, o qual apresenta de forma automática uma planilha de preenchimento de dados e a entrega do índice final da aplicação da LV dentro das empresas. A ferramenta está detalhada no Apêndice D em manual reduzido do seu uso e o Apêndice F possibilita compreender, de forma simples e reduzida, a sua utilização na prática.

4.4 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

O foco desta seção é apresentar a legitimação da ferramenta por meio de estudo de campo para o aprimoramento da mesma. O presente trabalho entrou em contato com três empresas inseridas na cadeia das embalagens plásticas. A primeira, de pequeno porte, não sentiu a vontade de responder a ferramenta pelo motivo de não apresentar dados para cada os indicadores apresentados. A segunda empresa, de grande porte, aplicou a ferramenta, mas por motivos de estratégia preferiu disponibilizar apenas o índice da LV e sugestões para aprimoramento. A terceira empresa contatada é de médio porte, disposta a participar do presente trabalho de forma completa. Esta empresa foi denominada de Empresa A (EA), pois por motivos de estratégia preferiu não divulgar seu nome.

As sugestões e críticas são identificadas nesta rodada de aplicações e apresentada uma versão final da ferramenta apresentado em forma resumo no Apêndice C. Porém algumas alterações já foram realizadas na aplicação da ferramenta em si, como é o caso do indicador TR3, importante para a LV, mas com dificuldade de comparação. Desta forma, o mesmo, foi sugerido uma comparação com a meta da organização para o período. Esta meta poderá ser feita por base do ano anterior ou por meio de cálculos aproximados do cenário futuro.

4.4.1 Empresa A

A Empresa A é uma organização de médio porte da Grande Florianópolis e atua nas linhas de fabricação de embalagens plásticas para os mercados industriais, cosméticos, alimentícios e farmacêuticos. A

empresa considera em suas diretrizes os valores sociais e ecológicos atuando no Brasil desde 2002.

A aplicação contou com os diretores de logística/cadeia de suprimentos, ambiental e produção. Na Empresa A, o proprietário da empresa comparece às reuniões auxiliando na construção de sugestões para aprimoramento. Conforme apresentado na seção 4.2, a ferramenta foi estruturada no *software Excel®* e os diretores responsáveis de cada área preencheram os dados.

O resultado da aplicação da ferramenta elaborada na Empresa A está apresentado neste subtópico. Por motivo de compreensão do cenário das organizações e da ferramenta, são apresentados os indicadores de cada categoria, análise das categorias, o índice de aplicação da LV na organização e as sugestões. Os dados da empresa são referentes ao ano de 2018, medidos no mês de Janeiro/2019. A Tabela 5 apresenta os indicadores e seu resultado final. A empresa não possuía dados para calcular o T4 e sugeriu a troca do nome do indicador T3 para “emissões por km rodado”. Percebeu-se que neste indicador, apesar de ser importante para o diagnóstico da LV, há a necessidade de análise separado dos demais, pois, segundo o gestor, não se pode comparar em base anual devido à mudança de rotas. Devido a isso, realizou-se uma mudança do T3, conforme explicado no tópico 4.4, a métrica continua a mesma, porém no processo de normalização, em vez de ser uma média dos últimos anos, foi colocada a meta no divisor da operação.

Tabela 5 - Resultado EA (continua)

CATEGORIA	SIGLA	NOME DO INDICADOR	PESOS AHP	RESULTADO FINAL
Compras Verde	CV1	Compras de fornecedores verde	47%	33%
Compras Verde	CV2	Compras de materiais provenientes dos 3R's	28%	14%
Compras Verde	CV3	Compras de matérias-primas ecológicas	25%	57,1%
Práticas de fim de vida	PF1	Proporção de produtos que aplicam um dos 3R's	29%	100%
Práticas de fim de vida	PF2	Reutilização de produtos	25%	100%

Tabela 5 - Resultado EA (continuação)

Práticas de fim de vida	PF3	Reciclagem de materiais	19%	100%
Práticas de fim de vida	PF4	Recolher embalagens	13%	60%
Práticas de fim de vida	PF5	Fornecedores Parceiros	14%	5%
Transporte Verde	T1	Utilização de combustíveis ecológicos	20%	0
Transporte Verde	T2	Utilização de modais mais limpos	18%	2,6
Transporte Verde	T3	Utilização de modais mais limpos	18%	1780403,74
Transporte Verde	T4	Eficiência do transporte	18%	A empresa não possui dados para análise
Transporte Verde	T5	Viagens sem carga	15%	50%
Transporte Verde	T6	Capacidade de carga útil do veículo	11%	90%
Embalagem Verde	E1	Uso de embalagens retornáveis, reutilizadas e recicláveis	49%	60%
Embalagem Verde	E2	Descarte responsável de resíduos do processo de distribuição	28%	100%
Embalagem Verde	E3	Uso de energia renováveis no processo de embalagem	14%	Não

Tabela 5 - Resultado EA (conclusão)

Embalagem Verde	E4	Consumo de energia no processo de embalagem	9%	6%
Armazenagem Verde	A1	Consumo de energia na armazenagem	60%	3%
Armazenagem Verde	A2	Uso de energia renováveis no armazém	40%	Não
Transversais	TR1	Certificação ambiental (ISO 14001)	41%	Não
Transversais	TR2	Monitoramento e auditoria ambiental	20%	Não
Transversais	TR3	Redução dos gases do efeito estufa	19%	Aumento de 138
Transversais	TR4	Utilizar tecnologias limpas	20%	Sim, instalando energia solar
Logística Reversa	LR1	Recolhimento dos produtos produzidos pós o seu consumo	54%	60%
Logística Reversa	LR2	Colaboração do Cliente	24%	15%
Logística Reversa	LR3	Legislação	21%	Sim

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados apresentados pela aplicação da ferramenta seguiram as métricas propostas no Quadro 15. Para exemplificar este processo, escolheu-se quadro indicador de maior ponderação pelo processo da AHP das categorias de Compras, Transporte, Embalagens e Práticas de Fim de vida. O indicador CV1 é responsável por mensurar os fornecedores verdes da organização e apresentou, na empresa A, com 33% de seus fornecedores serem verdes. Isto é, a presente ferramenta calculou o número de fornecedores considerados ambientalmente corretos, segundo Islam et al. (2018) no capítulo 4.2., sobre o número total de fornecedores

da organização. O resultado apresentado demonstra que 67% dos provedores de matéria prima não se enquadram nos requisitos ambientais propostos pelo trabalho. Esse *gap* deu-se porque a empresa buscar produtos e não focar em analisar os processos do fornecedor. Já o indicador PF1 é responsável por mensurar o número de produtos que se aplicar os 3R'S por meio da fórmula: $(N^{\circ} \text{ de produtos aplica o 3R's} / N^{\circ} \text{ de produtos que podem aplicar o 3R's}) * 100$. A Empresa A apresentou como resultado o valor de 100%, isto significa, que a organização considera que todos os seus produtos totais sejam igual ao número de produtos que aplica o 3R'S.

O indicador T1, por sua vez, obteve resultado zero pelo uso da fórmula apresentada no Quadro 15. Isto ocorreu devido a empresa não possuir nenhum investimento em biocombustíveis. O E1 apresentou um total de 60% das embalagens são provenientes de algum processo que envolva os 3R'S, isto é, no caso da Empresa A tem o reaproveitamento das caixas de papelão e reciclagem de alguns materiais específicos do processo de distribuição. Entretanto, ainda há um *gap* de 40% dos produtos não sofrerem nenhum tipo de tratamento, ou seja, são utilizados e descartados, sendo, no caso da empresa em estudo, em sua maior parte, embalagens derivados do plástico.

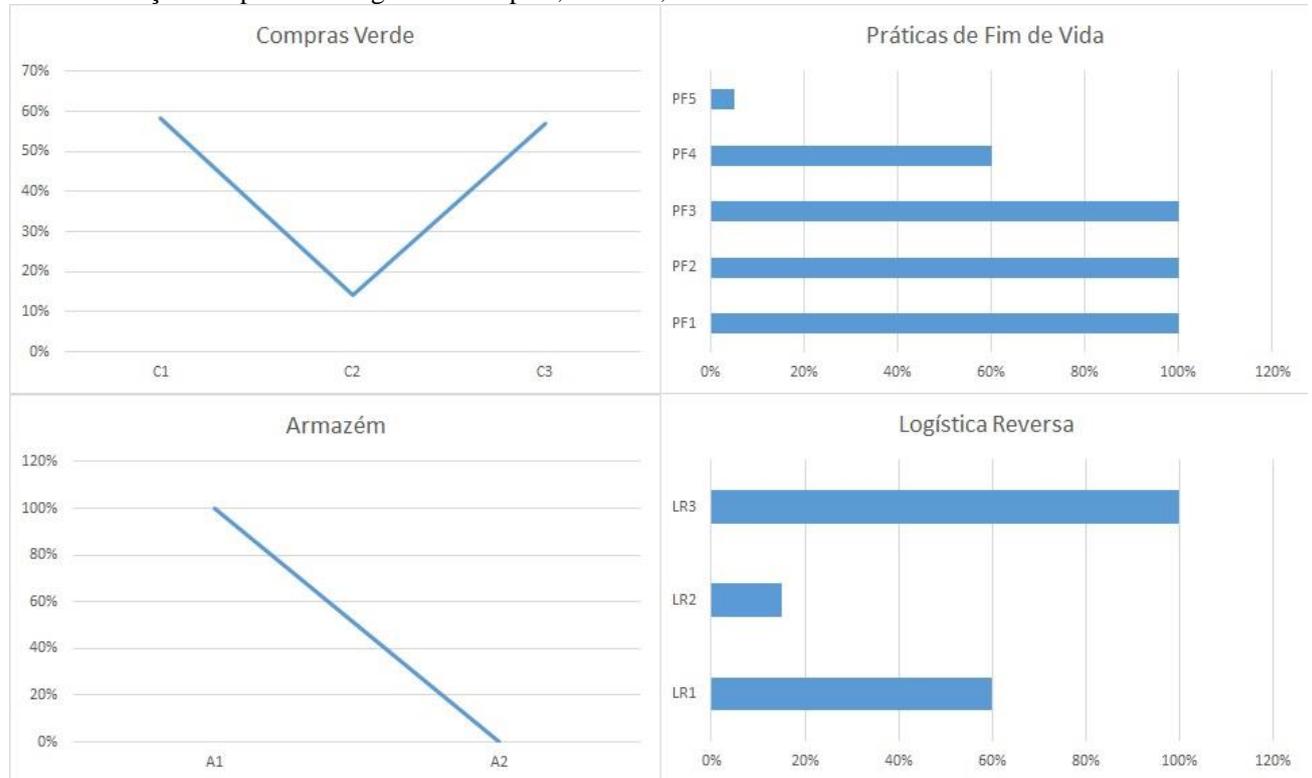
A normalização dos indicadores apresentados na Tabela 5 seguiram os passos do Capítulo 3 deste trabalho. Os indicadores T2 e T3 foram normalizados seguindo o histórico (anos: 2018 e 2017), o TR3 utilizou o mesmo processo de normalização que o T2 e T3. O resultado desta normalização consta no Apêndice E.

Posteriormente ao cálculo da normalização de indicador, analisou-se cada categoria em particular. A primeira considerada é Compras Verdes, que apresentou um resultado mediano. A Empresa A possui o melhor resultado para o indicador CV3 que aborda a compra de materiais que auxiliam nos 3R's. Já o indicador CV2 é o que apresentou pior resultado desta categoria, ele tem como objetivo compra de materiais que são provenientes dos 3R's. Isto demonstra que a empresa busca um eco-design, mas não investe em produtos de outras cadeias produtivas ou reutilização de materiais da sua própria organização. A área de Armazém apresentou resultado tímido por não ter sido um foco da administração da empresa, hoje a EA sabe o valor do consumo de energia, mas não possui investimentos significativos. A categoria de Práticas de Fim de Vida foi uma de melhor destaque da organização. Ela apresentou 3 indicadores em sua totalidade máxima, isto é, a empresa busca a aplicação dos 3R's em suas atividades internas. Além disso, iniciou-se a LR das embalagens, por volta do ano de 2016, e que já vem apresentando resultados

expressivos. Entretanto, o tipo de embalagem calculado é apenas para caixas de papelão, a EA não trabalha com retorno de outros tipos de embalagem.

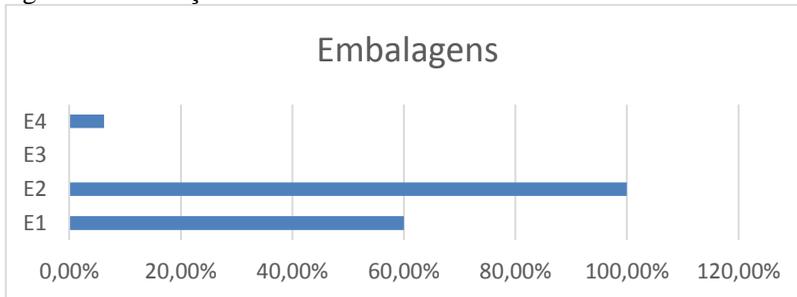
Esses dados vão ao encontro dos indicadores de LR da empresa, demonstrando que a EA possui uma preocupação com o fluxo reverso, destacando o cumprimento da legislação e que 60% dos seus produtos já são recolhidos. Um detalhe relevante para uma porcentagem menor que 100% no indicador L1 é devido ao indicador L2, isto é, a empresa ainda possui uma dificuldade de cooperação com seus clientes para o retorno 100% dos produtos de pós-consumo. Todos estes dados podem ser encontrados na Figura 21.

Figura 21 - Situação EA para as categorias: Compras, Práticas, Armazém e LR.



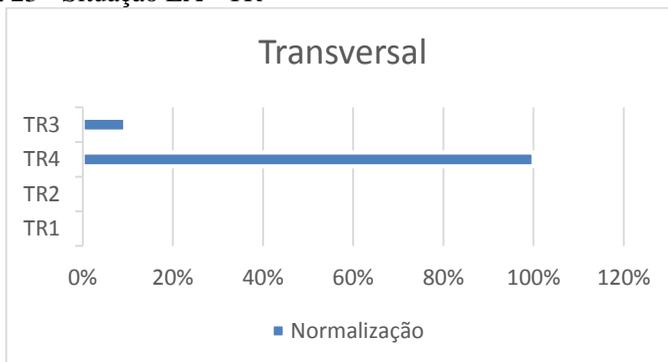
Analisou-se, ainda, a área de Embalagens conforme apresentado na Figura 22. Percebeu-se que o indicador E2 exibiu o resultado máximo, isto é, 100% dos resíduos gerados na etapa de distribuição possuem um descarte responsável. Outro indicador que se destacou foi o E1 que corresponde que 60% das embalagens são reutilizadas, recicladas ou remanufaturadas.

Figura 22 - Situação EA - E



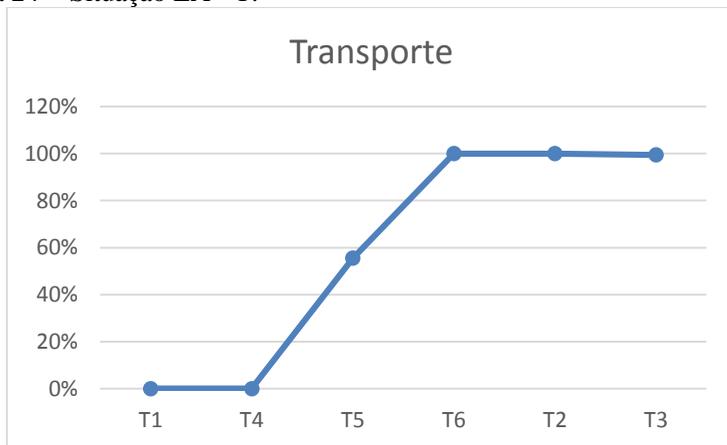
Na empresa, apesar de ter começado a implementação de energias renováveis, ainda não se começou a utilizar e, devido a isso, indicadores como E3 encontram-se zerados. Entretanto, já consta como uma nova tecnologia limpa a ser implementada nos indicadores Transversais, devido a isso, o indicador TR4 obteve resposta 100%. Percebeu-se que a empresa quer reduzir as emissões de gases e já possui esses dados, mas ainda possui um resultado muito pouco expressivo de 9% de redução do período anterior.

Figura 23 - Situação EA - TR



A categoria responsável pela área de Transporte apresentou um resultado de 100% para os indicadores T6, T2 e T3. Analisando o indicador T2 e T3, percebeu-se que seu resultado 100% deu-se devido a divisão pelo seu próprio valor conforme a métrica da normalização da categoria proposta no Capítulo 3.2., já que os indicadores que envolvem emissões de gases do efeito, na ferramenta proposta, estufam seus cálculos de acordo com a sua média histórica. Analisando o resultado bruto, antes do processo de normalização, percebeu-se que o indicador T2 apresentou um resultado de aumento no número de emissão em comparação ao período anterior. O indicador T6, por sua vez, conquistou seu resultado por, segundo a Empresa A, já ocupar a capacidade máxima de seus veículos.

Figura 24 - Situação EA - T.

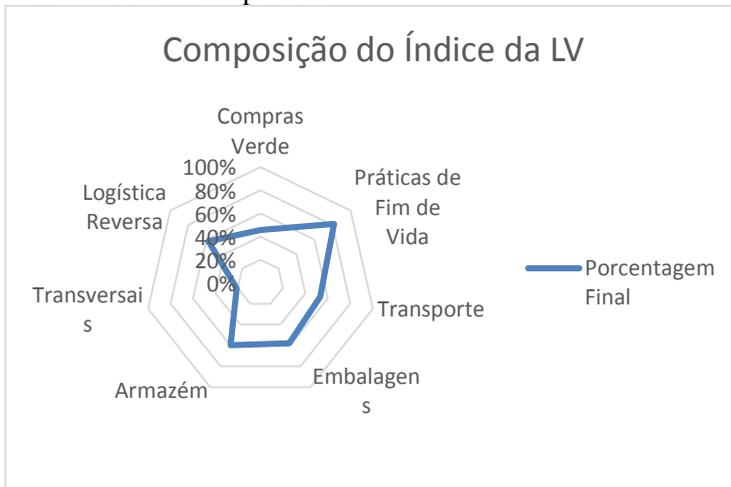


Por fim, a Figura 24 apresenta, ainda, o indicador T5 que afirma que 56% das viagens são vazias, isto é, há muito retorno com o veículo vazio. Este indicador possui impacto negativo conforme apresentado no Quadro 17. O indicador T1 apresentou-se zerado devido a empresa não ter investimentos em biocombustíveis, e o T4 por não ter medição desses dados.

O índice de cada categoria da LV foi elaborado com a Equação 8, na qual, o somatório dos impactos positivos e a somatória dos impactos negativos é multiplicado pelo peso obtido pela AHP, presente no tópico 4.3., e somados. A média dessas categorias resultou em um índice da LV que neste estudo de caso é de 54%. Percebe-se que o índice de aplicação supera os 50%, mas não é considerado alto pela organização ou pelo

mercado, necessitando, assim, de planos ações para melhoria de determinadas categorias. Observa-se que as áreas com maior destaque são: Práticas de Fim de Vida com 83%, Armazém com 60%, Logística Reversa e Embalagens com 58%. Esses dados são apresentados conforme a Figura 25.

Figura 25 - Índice LV – Empresa A

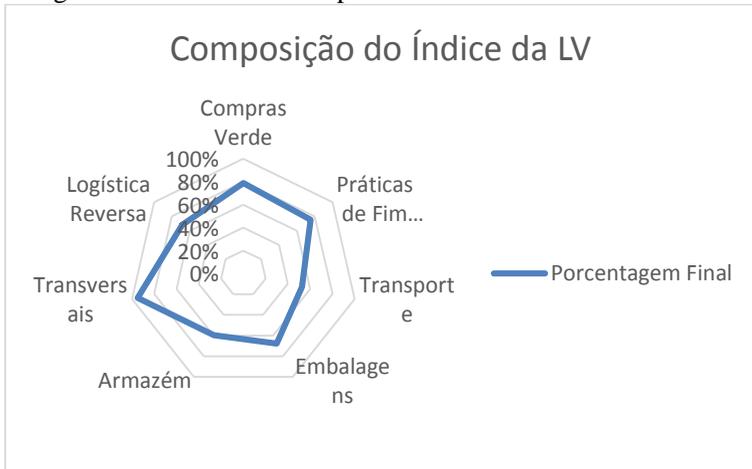


Esse índice permite conhecer qual categoria há real necessidade de investimento pela empresa e possibilita o *benchmark* com outras instituições. A Empresa A, para atingir o *status* de possuir uma LV em sua atividade, há premência de investir nas categorias Transversais, Transporte e Compras Verdes.

4.4.2 Empresa B

A Empresa B (EB) foi fundada por volta da década de 80 e é considerada uma organização de grande porte. Seus principais produtos são das áreas de cosméticos e perfumaria. Por motivos de confiabilidade e estratégia, a organização preferiu não fosse revelado seu nome e os indicadores, apenas liberando o índice de aplicação da LV da organização, conforme a Figura 26. Esses dados são fornecidos pela organização por meio do uso da ferramenta, o gestor responsável informou que são dados fictícios, mas baseados na realidade.

Figura 26 - índice LV - Empresa B



A Empresa B apresentou um índice de 71% de aplicação da Logística Verde. Desta forma, percebeu-se um destaque para as categorias: Transversais, Compras Verdes e Práticas de Fim de vida que obtiveram resultado superior a 70%. A categoria com pior resultado foi transporte com 53% demonstrando, assim, um caminho a ser investido futuramente para melhoramento da LV dentro da organização. As áreas de LR e Embalagens apresentaram resultados similares devido a barreira de retorno da maior parte das embalagens por parte dos clientes e parceiros.

5 DISCUSSÕES

Este capítulo é voltado para as discussões dos resultados obtidos neste presente trabalho. O tópico é dividido em três seções: (I) a identificação das práticas da LV; (II) a confecção da ferramenta e do índice; e (III) a aplicação da ferramenta no setor de embalagens plásticas.

5.1 IDENTIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS

A busca por identificação de práticas exclusivamente da logística nem sempre percorre um caminho simples. Há uma dificuldade de indicar trabalhos que abordem as atividades gerais da logística ambiental. Um dos motivos deste obstáculo é a comunidade empresarial e científica confundirem com outros temas considerados *hot topics*, como: *green supply chain management*, ecoeficiência e o setor de transportes. Percebeu-se que nos 783 artigos analisados e retornados pela busca bibliográfica, apenas 49 abordavam a logística verde. Isto demonstra que 6,25% dos artigos abordavam a logística ambiental em seu corpo de trabalho. Destes 49 artigos estudados, 28% tinham a logística ambiental como foco do estudo. Um dos possíveis motivos é (I) o tema LV não ser um *hot topics* e não gerar grandes publicações; (II) os estudos logísticos concentrarem em varejo, integração, reverso, econômico; (III) na prática não se ter muito aplicação da LV; (IV) a generalização para cadeia (*green supply chain*) ou foco em uma atividade (ex: transporte) ser mais aceitos no cenário de teses, dissertações e publicações; e (V) confusão de conceitos, considerando LR e LV iguais.

A primeira etapa do trabalho foi a identificação das práticas verdes dentro dos processos logísticos para conseguir mensurar o desempenho da área. Identificaram-se 34 práticas verdes aplicadas ao longo da cadeia de suprimentos. Porém, há uma falta de padronização das nomenclaturas de um artigo para outro, dificultando a classificação para novos trabalhos. Alguns autores citam a logística verde como uma das práticas verdes assim como a logística reversa e outras áreas consolidadas da gestão empresarial como a área de: compras, produção, marketing, recursos humanos (ANDRADE; AMBONI, 2011). Deste modo, uma das discussões sobre o presente tópico é sobre a nomenclatura das práticas verdes dessas áreas consideradas tradicionais da organização que, pelos autores (MUMTAZ; ALI; PETRILLO, 2018; FOLINAS ET AL., 2014), ao serem ligadas a gestão ambiental tornam-se uma prática ambiental. Afinal, gestão ambiental é a compreensão das diretrizes e as atividades empresariais para uma organização reduzir o impacto negativo das suas

operações (BARBIERI, 2017), ou seja, não uma prática dentro da organização, mas sim uma mudança de pensamento e de foco das operações.

A Logística, tema deste trabalho, é uma área chave das empresas (BALLOU, 2006) e não deveria ser tratada como uma atividade ou prática, pois afasta a aplicação dos preceitos ambientais na área e diferencia em dois tipos de logística: tradicional e verde, possibilitando a gestão aplicar ou não as diretrizes ambientais. Isto é, ao tratar um tipo apenas de logística ou como filosofia (como *lean*), tende-se a receber mais enfoque da comunidade empresarial. Deste modo, a logística não pode ser considerada uma prática, mas uma área da empresa que busca a gestão integrada das áreas tradicionais como *marketing*, finanças e produção por meio da movimentação e agregação de valor (BALLOU, 2006).

A Figura 19, por sua vez, deve-se ter atenção, pois ela demonstra que logística está dentro de todos os processos, ligando áreas e elos da cadeia e, por consequência, influenciando em outros setores. A Figura, ainda, vai ao encontro dos preceitos abordados por Mumtaz, Ali e Petrillo (2018), que apontam uma diferenciação das práticas internas e externas da empresa, os elos com fornecedor e cliente são inteiramente externos, as práticas de compras, armazenagem e embalagens são inteiramente internas. Entretanto, percebeu-se que há práticas mistas, como as categorias de “práticas de fim de vida”, que há o contato direto com o cliente no processo de reciclagem, mas a recuperação e descarte do produto pode ser planejado e executado dentro da organização.

Sobre a identificação das práticas, o presente trabalho também apresenta como resultado o apontamento dos indicadores existentes. Percebeu-se que na literatura não há preocupação com métricas quantitativas, mas sim em estudos generalistas e a identificação se as organizações se preocupam ou não com aplicação das práticas verdes. Este trabalho buscou atacar essa lacuna criando métricas para os indicadores citados na literatura, preocupando-se em realmente medir a LV e a sua implementação na comunidade empresarial. Afinal, a escolha de indicadores é um processo complexo e importante (SEARCY, 2016) e influencia diretamente no desempenho da organização. Os indicadores selecionados vão de encontro com a estratégia de aderir a LV nas atividades logísticas e proporciona um caminho a ser seguido por meio das categorias propostas (compras, práticas de fim de vida, transporte, e outros) e os graus (apresentados no Quadro 14). A LV ainda apresenta dificuldade na hora da confecção de indicadores devido à falta de aplicação no mercado, pouca pesquisa na área científica e complexidade de mensurar preceitos ambientais.

5.2 FERRAMENTA E ÍNDICE

A ferramenta desenvolvida no tópico 4.3 buscou servir como primeiro passo para avaliar o desempenho da LV das empresas, com intuito de apresentar diversas métricas simples e precisas que auxiliam a investigar as 7 categorias da LV e ter um diagnóstico das mesmas. Esta identificação de áreas que necessitam de melhoria vai de encontro com o objetivo proposto por Tonanont et al. (2008), onde a avaliação de desempenho é uma ferramenta que auxilia a propor melhorias. Além disso, proporciona comparar o desempenho real com o esperado nas principais atividades logísticas – transporte, armazenagem, estoque (BALLOU, 2001).

A confecção da ferramenta impulsiona o esverdeamento da cadeia de suprimentos (YOUNIS; SUNDARAKANI; VEL, 2016), pois contribui para organização conhecer as principais áreas e seus principais impactos e, deste modo, impulsiona a buscar matérias-primas que não agridam tanto o meio ambiente, embalagens ambientalmente corretas e redução do uso de combustíveis fósseis (AL-E-HASHEM; REKIK, 2014). As empresas ainda conseguem melhorar sua produtividade por meio do uso dos recursos de forma sustentável (SIMÃO; GONÇALVEZ; RODRIGUEZ, 2016).

A ferramenta proposta contribui com uma das principais lacunas e necessidades atuais, que é um modelo de desenvolvimento verde e com cuidado nas emissões dos gases do efeito estufa (HE; CHEN; GUO, 2017). A ferramenta se difere dos casos encontrados na literatura, pois não usa validação de hipóteses e questionários (GRAHAM, GRAHAM, HOLT, 2018; GRAZA-REYES, 2018; MUMTAZ, ALI, PETRILLO, 2017; CHU, 2017; YOUNIS et al, 2016; ABARESHI, MOLLA, 2014; LAU, 2011) generalizando o setor sem o devido foco nas indústrias. Outra diferença, o sistema de validação não engloba apenas a logística de baixo carbono como He et al. (2017), focado no consumo de energia (XIAO et al., 2015) ou um modelo de melhoria contínua nas atividades logística gerais (ALONSO et al., 2017). Por fim, a ferramenta cumpre o papel de eliminar as principais barreiras de se possuir uma operação verde dentro das empresas. Segundo Mathiyazhagan et al. (2013), as barreiras são: (I) o desalinhamento dos indicadores ambientais com a estratégia da organização; (II) as métricas ambientais ineficientes que apresentam um alto grau de complexidade; (III) dificuldade de unir os elos da cadeia em um único foco. A ferramenta proposta tem como pré-requisito a simplicidade e a possibilidade de ser utilizada em organizações de grande,

médio e pequeno porte, possibilitando, assim, utilização por todos os elos da cadeia.

O desenvolvimento da ferramenta e do índice ainda vão de encontro com o Programa Brasileiro de Logística Verde (PBLV) já que este explica a importância e provê dicas de como se mensurar a LV no cenário Brasileiro. Desta forma, a ferramenta elaborada apresenta o resultado complementar ao relatório e um índice de aplicação para mapeamento e análises futuras sobre a implementação dessas iniciativas nas organizações. Apesar das diretrizes do PBLV e dos artigos encontrados na literatura, há uma dificuldade em quantificar os indicadores e elaboração de metas, principalmente para a confecção de um único indicador por meio da normalização dos dados.

Deste modo, o processo de elaboração da ferramenta iniciou-se com a aplicação do método AHP para dar pesos para cada indicador selecionado na etapa de Identificação das Práticas. Após a confecção das métricas, da hierarquização dos pesos, iniciou-se a confecção do índice. Este trabalho seguiu a proposta de Krajnc e Glavič (2005) para um índice único da aplicação da LV. Esse índice permite cumprir o objetivo da avaliação de desempenho de comparação com o desempenho esperado (BALLOU, 2001) e propor melhorias para cada categoria analisada. Por fim, a ferramenta apresenta um caráter adaptado podendo seguir a estratégia de cada empresa e o acompanhamento histórico da LV conforme apresentado no Apêndice C.

Os resultados da hierarquização pela a utilização do método AHP com especialistas no setor logístico, logística reversa, logística ambiental e gestão ambiental, encontrados no Tópico 4.3, proporcionaram as discussões a seguir. A primeira categoria a ser analisada é de Compras Verdes, percebeu-se que os especialistas consideram mais importante um fornecedor ser ecologicamente correto que as atividades internas da empresa como obtenção de materiais que vem dos 3R's e que facilitam a aplicação dos 3R's dentro da organização. Uma das práticas mais citadas na literatura foi o *ecodesign* (MUMTAZ; ALI; PETRILLO, 2018; GENG; MANSOURI, AKTAS, 2017; SARI, 2017; KHAN; QIANLI, 2017; YOUNIS; SUNDARAKANI; VEL, 2016; UYGUN; DEDE, 2016; GOVIDAN; KHODAVERDI; VAFADARNIKJOO, 2016; ROSTAMZADEH; GOVINDAN; ESMAEILI, 2015; FOLINAS et al., 2014; AICH; TRIPATHY, 2014). O *Ecodesign* é uma das principais práticas na confecção de produtos ambientalmente corretos e engloba as atividades que impactam na aquisição de materiais, manufatura, distribuição, utilização e destinação final afetando a logística reversa (HAMMES; SOUZA; RODRIGUEZ, 2018). Deste modo, percebe-se que

a literatura apesar de focar em sua importância não é considerada pelos especialistas do setor como uma atividade de grande foco das organizações.

Na categoria de práticas de fim de vida, percebe-se apesar do foco do trabalho ser embalagens plásticas e os problemas que este setor causa ao meio ambiente, o recolhimento de embalagens é o indicador com menor peso atribuído pelos especialistas. No Brasil, este setor apresentou expansão no último ano e tem o material plástico como a principal fonte de matéria prima (ABRE, 2017). Sendo assim, um mercado em expansão, mas que as empresas ainda não focam em seu processo de esverdeamento. Essa categoria está alinhada com a categoria de Logística Reversa, esta, por sua vez, apresentou o indicador como o principal peso o de recolhimento dos produtos de pós-consumo. Deste modo, percebemos que há necessidade de conscientização que embalagem faz parte do produto final e deve receber o mesmo tipo de cuidado e tratamento. A categoria da LR recebeu indicadores próprios após a sugestão de especialistas, isto se deve por meio de conversas com funcionários de empresas do setor sentirem a falta da denominação LR nos indicadores, para eles LR é a LV demonstrando a falta de diferenciação em LR e LV no mercado empresarial. As empresas que foram consultadas para aplicação do método desenvolvido e validação do mesmo tem ainda dificuldades em diferenciações básicas como: LR, LV e Sustentabilidade.

Dentro das atividades comumente conhecidas da logística: transporte, embalagens e armazém, percebeu-se que os especialistas assim como a literatura possuem mais conhecimento e aprofundam mais os comentários no setor de transportes. Essa categoria apareceu na literatura os indicadores voltados a modais, combustíveis e eficiência. Ao realizar a AHP percebeu-se que os especialistas confirmam que estes são os principais indicadores para mensurar a categoria em questão. A categoria embalagens apresentou como o principal indicador o uso de embalagens que possam aplicar os 3R's. Isso demonstra que os especialistas desejam um *ecodesign*, mas na hora de investir não o realizam. O segundo indicador com maior ponderação, nessa categoria, é o descarte responsável que está intimamente ligado com a LR já apresentado.

A categoria armazém apresentou pouquíssimos indicadores na literatura, o que demonstra uma falta de preocupação da área logística com os armazéns. O foco dessa atividade está mais ligado com as áreas de construções sustentáveis, isto é, a parte de engenharia civil das empresas. Entretanto é um trabalho conjunto entre as duas áreas e deve ser cuidado para reduzir os impactos negativos.

Por fim, os indicadores transversais são os típicos da gestão ambiental e citados na maioria dos artigos analisados. Uma grande surpresa é que os especialistas consideram as Certificações mais importantes que a Redução do Gases do Efeito Estufa. Afinal certificações como ISO 14001 abordam requisitos de um Sistema de Gestão Ambiental permitindo que a empresa possa buscar pela redução dos impactos (ISO, 2018). Entretanto, as certificações apresentam diretrizes como: aplicação de ferramentas de melhoria contínua, metas e objetivos ambientais, podendo ou não ser ligados às emissões, foco de uma das principais lacunas apontadas pela literatura (HE; CHEN; GUO, 2017).

5.3 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

A aplicação da ferramenta desenvolveu-se de acordo com o planejado por Gil (2008). A ferramenta atinge o objetivo de ser simples e de fácil utilização pelas empresas. Percebeu-se que apesar das empresas levantarem a bandeira ambiental, a logística verde ainda é um ponto pouco valorizado. A busca por empresas dispostas a legitimarem a ferramenta e/ou serem especialistas tornou-se onerosa devido as organizações não sentirem a necessidade de mensurar a logística verde, afinal, muitas delas afirmam que já realizam a LV por causa da exigência da legislação e do mercado, mas apontam que a LV nada mais é que LR de pós-consumo. Desta forma, mensurar o retorno não é vantajoso, já que os empresários enxergam a LR como um custo adicional, uma obrigação ou um jeito de agradar algum consumidor.

A empresa A apresentou na categoria Compras Verde um resultado que não condiz com o peso atribuído pelo uso da AHP. O C3 (Compras de matérias-primas ecológicas) recebeu a menor pontuação pelos especialistas da área logística e o maior resultado na prática. Segundo gestor, a compra de materiais é feita com intuito de facilitar a produção devido a isso o C3 obteve um maior resultado, já que o C2 (Compras de materiais provenientes dos 3R's), não necessariamente, contribui para organização de forma direta. O C1 (Compras de fornecedores verde), muito citado na literatura, apresenta um resultado que traz resultados financeiros para empresa, como falado pelos gestores da Empresa A.

A Categoria de Práticas de Fim de vida, excluindo-se o indicador PF5 (Fornecedores Parceiros), teve um resultado positivo na Empresa A. Desde modo, há um reforço prático da Figura 5, apontando que a LR é o primeiro passo para possuir uma LV. Entretanto, a categoria LR

apresentou ainda uma barreira proveniente da colaboração dos clientes para retorno do material e pós consumo.

Na área de Transportes Verde, ocorreu uma divergência da aplicação e da ponderação dos especialistas. O indicador considerado mais importante pelos *experts* da área (T1) foi um dos indicadores que teve seu resultado nulo. A empresa não considera necessário e nem viável a troca por combustíveis mais ambientalmente corretos, apesar que espera a redução das emissões de gases do efeito estufa nas suas atividades. Isto demonstra que ainda há falta de conhecimento, estudos práticos, legislação e investimento do país, Brasil, sobre aplicação de biocombustíveis nas frotas empresariais e mudança de modais alternativos.

Entretanto, comparando as categorias, por meio do subíndice, percebeu-se uma mudança de cenários. Apesar do Armazém demonstrar resultados modestos em sua aplicação, apresentou o segundo índice mais alto da Empresa A. Isto ocorreu devido a relevância (peso dado pelos especialistas) do Armazém, fazendo que esta categoria se destaque no cenário final. O subíndice de pior desempenho pela organização foi o Transversais, demonstrando que a empresa ainda possui investimentos ambientais localizados em determinadas áreas. A categoria de práticas de fim de vida e LR possuíram um grande impacto para construção do índice final, fortalecendo a ideia, que é o primeiro estágio da aplicação da LV nas empresas, e que muitas param seus investimentos nesta atividade.

A Empresa B apontou uma das principais barreiras da aplicação da LR no país que é o retorno das embalagens e produtos por parte dos clientes, parceiros e membros da cadeia (SOUZA; HAMMES; RODRIGUEZ, 2017). Além disso, um fato curioso é a área de Transporte que apresentou um resultado modesto, demonstrando uma possível barreira da implementação da LV dentro das empresas brasileiras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo é dividido em duas seções. A primeira aborda as conclusões da pesquisa realizada e a segunda apresenta as limitações da pesquisa e sugestão para pesquisa futura.

6.1 CONCLUSÕES

A inserção de medidas mais ambientais em qualquer área e processo da organização é uma questão que adquire cada vez mais importância, devido às crescentes pressões dos *stakeholders* e do foco em medidas sócio-ambientais. Na academia, as pesquisas estão cada vez mais complexas e abrangentes em nível cadeia, buscando soluções de reduções de emissões e menores impactos ambientais. A própria comunidade científica não foca seus estudos em áreas das indústrias, como a logística, mas sim no todo, organização completa e cadeia que está inserida, dificultando aos gestores aplicarem esses conceitos.

Em contrapartida, as organizações vêm utilizando o meio ambiente como forma de se diferenciar no mercado, porém há uma dificuldade de diferenciar os conceitos, de como mensurar e implementar essas medidas ambientais nas práticas logísticas. Hoje, a área ambiental demonstra um crescimento e exigência dos fornecedores, parceiros e clientes, necessitando assim uma aplicação por parte do cenário empresarial. A ferramenta proposta neste trabalho pode auxiliar as organizações a saberem o que deve ser feito, o que deve ser melhorado e proporcionar uma melhoria contínua do sistema. Isto é, a ferramenta pode garantir a qualidade, eficiência e eficácia do processo por meio da redução do impacto ambiental causado.

Nas conversas com empresas especializadas em logística verde e do segmento de embalagens plásticas, os gestores apresentaram uma confusão entre os conceitos da LR e LV, confundindo os dois e considerando Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) a lei que legaliza a LV no país. Essa pesquisa mostrou a diferença entre os conceitos, tornando a LV cada vez mais próxima do gestor por meio da criação de métricas simples e objetivas, e uma ferramenta que possibilita ser adaptada para cada estilo de mercado, demonstrando que a pesquisa tem caráter profissional e aplicável.

As contribuições teóricas iniciam-se na distinção dos conceitos apresentando uma base sólida de embasamento e diferenciação da LR e LV. A principal contribuição para meio científico é a construção do índice único para mensurar a logística verde das empresas. Este processo

iniciou-se pela pesquisa na literatura e identificação das principais práticas e indicadores. Deste modo, possibilitou-se mapear os processos logísticos verdes identificando qual a área é responsável, hierarquia e o estágio de aplicação das medidas. Posteriormente, elaboraram-se métricas para cada indicador e estas foram hierarquizadas por meio do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) que possibilitou compreender como os especialistas da área enxergam os pesos e a LV dentro do cenário brasileiro. Essas etapas serviram como suporte para criação da ferramenta e do índice.

O índice tem como objetivo proporcionar em um indicador único como anda a LV da organização, seu grau de aplicação e se essa está de acordo com a estratégia da empresa. O índice ainda pode auxiliar na prevenção de novos impactos ambientais causados pela área logística e abrindo portas para aplicação das diretrizes ambientais em toda a cadeia de suprimentos. Esse conjunto índice e ferramenta abraçam uma das principais lacunas da LV que é a dificuldade de mensurar e controlar sua evolução. Ao entregar a ferramenta, o presente trabalho, atingiu o objetivo geral proposto no tópico 1.2.1. e o cumprimento dos objetivos específicos, respondidos pela pesquisa:

- Identificar na literatura o conceito de LV – no tópico 3.1 com apresentação dos conceitos de logística, cadeia de suprimentos, *green supply chain management*, logística verde e logística reversa, identificando assim, o real significado de “logística verde”.
- Mapear as práticas verdes e indicadores da LV – o tópico 4.2 apresentou a identificação das práticas verdes citadas na literatura, proporcionando, assim, o mapeamento das práticas logísticas, suas atividades e práticas verdes, conforme a Figura 19, além da identificação dos indicadores presentes nos artigos selecionados sobre o tema.
- Estabelecer um conjunto de indicadores da LV por meio da literatura – o tópico 4.2 expõe a construção de conjunto de indicadores e suas respectivas métricas para cada categoria estabelecida pelo mapeamento das práticas verdes.
- Definir um índice de aplicação da LV – a definição deste índice ocorreu no tópico 4.3 por meio da normalização dos indicadores e da ferramenta desenvolvida para o presente trabalho.
- Aplicar a ferramenta desenvolvida em uma empresa de embalagens plásticas – a aplicação da ferramenta ocorreu no tópico 4.4. com o objetivo de validar em uma organização a aplicabilidade do produto entregue.

6.2 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS

Devido à delimitação do escopo do presente trabalho, essa dissertação apresentou algumas limitações em seu campo de estudo, principalmente voltado ao produto desenvolvido. A primeira limitação é a identificação dos indicadores presentes na literatura e, portanto, não considera os indicadores de relatórios de sustentabilidade e os que já são aplicados em determinadas empresas. Essa restrição motivou-se devido aos relatórios de sustentabilidade serem focados no todo e não específicos da área logística, apresentando poucos indicadores logísticos na área ambiental. Sobre os indicadores já utilizados, a maior parte das pequenas empresas não possuem um sistema de medição de indicador enquanto as grandes não divulgam as suas métricas. Outra limitação do trabalho foi a dificuldade de se manter os mesmos especialistas em todas as etapas, isto se deve pelo desenvolvimento longo do trabalho apresentando, fazendo que alguns especialistas não tivessem disponibilidade de tempo nas datas de aplicações. A terceira limitação é a necessidade de estudar a cadeia de suprimentos já que a maior parte das práticas verdes são realizadas para macro e não para a micro operação. A terceira limitação é sobre o método da AHP utilizado para hierarquização dos dados, este método não permite que os especialistas comparem indicadores de categorias diferentes.

Com relação à limitação referente à construção da ferramenta, esta teve caráter genérico, o que indica um diagnóstico geral da aplicação da LV, portanto, não considera pequenas particularidades de cada organização e produto. A ferramenta ainda apresentou como delimitação de focar na área ambiental e não financeira e/ou social. Por fim, a aplicação da ferramenta envolvia dados que não foram possíveis calcular completamente e devido a isso, limitou-se ao tempo de aplicação e disponibilidade dos dados da empresa. Na realização do índice, uma das limitações é a utilização de método já realizados e não o desenvolvimento de uma equação matemática única para o presente trabalho.

Essas limitações de pesquisa, assim como as oportunidades de pesquisas encontradas durante a confecção do trabalho, possibilitaram a criação e identificação de lacunas e sugestões de pesquisa futuras no tema abordado. Algumas das sugestões propostas para trabalhos futuros neste assunto são:

- Elaboração de métricas e indicadores focados para cada categoria, por exemplo, transportes. Esta categoria envolve diversos tipos de modais e quantidade distintas, portanto sugere-se o aprofundamento

em cada categoria para tornar cada vez mais aplicável e próximo do mercado;

- Identificar as barreiras da LV dentro das organizações;
- Aplicar o índice em mais de uma organização podendo ser em outros segmentos, tamanhos de empresa, focado em produtos, posição da cadeia de suprimento. Deste modo, possibilitaria a comparação entre indústrias e segmentos, além de mapear o estado da LV no país;
- Estudar um modelo de maturidade para auxiliar o gestor a subir de nível e atingir o status de possuir uma LV;
- Ampliar a ferramenta para abordar dados financeiros e sociais, completando assim uma análise sustentável;
- Sugere-se o foco em estudos que busquem identificar os impactos gerado pela aplicação da ferramenta desenvolvida no desempenho da organização como todo;
- A necessidade de ampliar os estudos no setor de embalagens plásticas e seus impactos ao meio;
- Comparar o índice de diferentes categorias com o uso da ANP, já que a AHP não possibilita a comparação de diferentes categorias;
- Comparar o índice desenvolvido com empresas do mesmo mercado. Deste modo, conseguiria elaborar um mapeamento do estado da LV no mercado das embalagens plásticas.

Por fim, levando-se em consideração os resultados, as discussões e as conclusões desse presente trabalho, e analisando as tendências ambientais no mundo, pode-se inferir que essa pesquisa oferece contribuições para o meio empresarial assim como para o meio acadêmico. A ferramenta e o índice propostos são importantes para impulsionar a implementação, controle, avaliação e a melhoria contínua da LV e criar formas de diferenciar no mercado competitivo.

REFERÊNCIAS

- ABARESHI, Ahmad; MOLLA, Alemayehu. Greening logistics and its impact on environmental performance: an absorptive capacity perspective. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 16, n. 3, p. 209-226, 2013.
- AHI, Payman; SEARCY, Cory. An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 360-377, 2015.
- AICH, Satyabrata; TRIPATHY, Sushanta. An interpretive structural model of green supply chain management in Indian computer and its peripheral industries. **International Journal of Procurement Management**, v. 7, n. 3, p. 239-256, 2014.
- ALA-HARJA, Hanne; HELO, Petri. Reprint of “Green supply chain decisions—Case-based performance analysis from the food industry”. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 74, p. 11-21, 2014.
- ALONSO, L. et al. Latest clean manufacturing trends applied to a world class manufacturing management for improving logistics and environmental performance. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1151-1158, 2017.
- ALSHUBIRI, Faris. The impact of green logistics-based activities on the sustainable monetary expansion indicators of Oman. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 10, n. 2, p. 388, 2017.
- ANDRADE, Rui; AMBONI, Nerio. **TGA—Teoria Geral da Administração**. Elsevier Brasil, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS (Brasil) (Org.). **ESTUDO MACROECONÔMICO DA EMBALAGEM ABRE/ FGV**. 2017. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado/>>. Acesso em: 25 jul. 2018.
- AZEVEDO, Susana G.; CARVALHO, Helena; MACHADO, V. Cruz. The influence of green practices on supply chain performance: a case study approach. **Transportation research part E: logistics and transportation review**, v. 47, n. 6, p. 850-871, 2011.
- AZEVEDO, Susana Garrido et al. A proposed framework to assess upstream supply chain sustainability. **Environment, Development and Sustainability**, v. 19, n. 6, p. 2253-2273, 2017.
- BAI, Chunguang; KUSI-SARPONG, Simonov; SARKIS, Joseph. An implementation path for green information technology systems in the

- Ghanaian mining industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 164, p. 1105-1123, 2017.
- BALLOU, R. Gerenciamento da cadeia de suprimentos. Editora Bookman, 4. ed., São Paulo, 2001
- BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial: Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física/Ronald H. **Ballou-5ª Ed. São Paulo: Editora Atlas**, 2006.
- BALLOU, Ronald H. The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, v. 19, n. 4, p. 332-348, 2007.
- BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial**. Editora Saraiva, 2017.
- BARKER, Theresa J.; ZABINSKY, Zelda B. A solid reverse supply Chain is critical in an era of scarce resources. **Industrial Engineer**, v. 42, n. 4, p. 38-44, 2010.
- BASU, Snehasish; PLUCINSKI, Adam; CATCHMARK, Jeffrey M. Sustainable barrier materials based on polysaccharide polyelectrolyte complexes. **Green Chemistry**, v. 19, n. 17, p. 4080-4092, 2017.
- BOURNE, Mike et al. Designing, implementing and updating performance measurement systems. **International journal of operations & production management**, v. 20, n. 7, p. 754-771, 2000.
- BOUZON, Marina et al. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. *Resources, Conservation and Recycling*, [s.l.], v. 108, p.182-197, mar. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.021>.
- BOWERSOX D.; CLOSS, D. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos. Editora Atlas. São Paulo, 2001.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão da cadeia de Suprimentos e Logística**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007
- BOWERSOX, Donald J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. AMGH Editora, 2013.
- BRITO, Marisa P. de.; DEKKER, Rommert. A Framework for Reverse Logistics. edit. Erasmus University Rotterdam. Abril-2003.
- CAIADO, Nathália et al. A characterization of the Brazilian market of reverse logistic credits (RLC) and an analogy with the existing carbon credit market. *Resources, Conservation And Recycling*, [s.l.], v. 118, p.47-59, mar. 2017.
- CAPLICE, Chris; SHEFFI, Yossi. A review and evaluation of logistics metrics. **The International Journal of Logistics Management**, v. 5, n. 2, p. 11-28, 1994.

- CARNEIRO-DA-CUNHA, Julio Araujo; HOURNEAUX JR, Flavio; CORRÊA, Hamilton Luiz. Evolution and chronology of the organisational performance measurement field. **International Journal of Business Performance Management**, v. 17, n. 2, p. 223-240, 2016.
- CARVALHO, H.; DUARTE, S.; CRUZ MACHADO, V. Lean, agile, resilient and green: divergences and synergies. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 2, p. 151-179, 2011.
- CARVALHO, M. A. Engenharia de embalagens: uma abordagem técnica do desenvolvimento de projetos de embalagem. São Paulo, SP: Novatec Editora, 2008. 288 p.
- CHILESHE, Nicholas et al. Barriers to implementing reverse logistics in South Australian construction organisations. **Supply Chain Management: An International Journal**, [s.l.], v. 20, n. 2, p.179-204, 9 mar. 2015. Emerald.
- CHIN, Thoo Ai; TAT, Huam Hon; SULAIMAN, Zuraidah. Green supply chain management, environmental collaboration and sustainability performance. **Procedia CIRP**, v. 26, p. 695-699, 2015.
- CHIU, Jun-Zhi; HSIEH, Chao-Chen. The impact of restaurants' green supply chain practices on firm performance. **Sustainability**, v. 8, n. 1, p. 42, 2016.
- CHRISTOPHER, Martin. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor. 2. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- ĆIROVIĆ, Goran; PAMUČAR, Dragan; BOŽANIĆ, Darko. Green logistic vehicle routing problem: Routing light delivery vehicles in urban areas using a neuro-fuzzy model. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 9, p. 4245-4258, 2014.
- CROWTHER, Mark A.; COOK, Deborah J. Trials and tribulations of systematic reviews and meta-analyses. **ASH Education Program Book**, v. 2007, n. 1, p. 493-497, 2007.
- CSCMP. CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary. 2013.
- DE GIOVANNI, Pietro; VINZI, Vincenzo Esposito. Covariance versus component-based estimations of performance in green supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 2, p. 907-916, 2012.
- DE SOUSA JABBOUR, Ana Beatriz Lopes; DE OLIVEIRA FRASCARELI, Fernanda Cortegoso; JABBOUR, Charbel José Chiappetta. Green supply chain management and firms' performance: Understanding potential relationships and the role of green sourcing and

- some other green practices. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 104, p. 366-374, 2015.
- DEY, Prasanta Kumar; CHEFFI, Walid. Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: a comparative analysis of manufacturing organisations. **Production Planning & Control**, v. 24, n. 8-9, p. 702-720, 2013.
- DIABAT, Ali; KHODAVERDI, Roohollah; OLFAT, Laya. An exploration of green supply chain practices and performances in an automotive industry. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 68, n. 1-4, p. 949-961, 2013.
- DOMNICA, Delia. Review concerning the functions of packaging. **Land Forces Academy Review**, v. 15, n. 1, p. 44, 2010.
- ENSSLIN, Leonardo; NETO, Gilberto Montibeller; NORONHA, Sandro MacDonald. Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. **Insular**, 2001.
- ESTY, Daniel C. et al. Environmental sustainability index: Benchmarking national environmental stewardship. **New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy**, p. 47-60, 2005.
- FAN, Junjie et al. Health evaluation of a regional logistics industrial ecosystem in China based on fuzzy matter-element analysis method. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v. 31, n. 4, p. 2195-2202, 2016.
- FOLINAS, Dimitrios et al. Greening the agrifood supply chain with lean thinking practices. **International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology** 6, v. 10, n. 2, p. 129-145, 2014.
- GARZA-REYES, Jose Arturo et al. Total quality environmental management: Adoption status in the Chinese manufacturing sector. **The TQM Journal**, v. 30, n. 1, p. 2-19, 2018.
- GAUR, Jighyasu; AMINI, Mehdi; RAO, A. K. Closed-loop supply chain configuration for new and reconditioned products: An integrated
- GENG, Ruoqi; MANSOURI, S. Afshin; AKTAS, Emel. The relationship between green supply chain management and performance: A meta-analysis of empirical evidences in Asian emerging economies. **International Journal of Production Economics**, v. 183, p. 245-258, 2017.
- GHALAYINI, Alaa M.; NOBLE, James S. The changing basis of performance measurement. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 8, p.63-80, 1996.
- GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. – São Paulo: Atlas, 2002

- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIL, Antonio Carlos; VERGARA, Sylvia Constant. Tipo de Pesquisa. 2015.
- GOLDEN, Bruce L.; WASIL, Edward A.; HARKER, Patrick T. The analytic hierarchy process. **Applications and Studies, Berlin, Heidelberg**, 1989.
- GOVINDAN, Kannan et al. Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 98, p. 66-83, 2015a.
- GOVINDAN, Kannan; BOUZON, Marina. From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. **Journal of Cleaner Production**, 2018.
- GOVINDAN, Kannan; KHODAVERDI, Roohollah; VAFADARNIKJOO, Amin. Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 20, p. 7207-7220, 2015b.
- GRAHAM, Stephanie; GRAHAM, Byron; HOLT, Diane. The relationship between downstream environmental logistics practices and performance. **International Journal of Production Economics**, v. 196, p. 356-365, 2018.
- GUARNIERI, Patricia. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Patricia Guarnieri, 2011.
- HAMMES, G. ; SOUZA, E. D. ; RODRIGUEZ, C. M. T. . Eco-design e logística reversa: uma investigação sobre a afinidade existente entre os termos. *Mix sustentável (online)*, v. 4, p. 79-86, 2018.
- HE, Zhenggang et al. Performance measurement system and strategies for developing low-carbon logistics: A case study in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 156, p. 395-405, 2017.
- HERNÁNDEZ, Cecília Toledo; MARINS, Fernando Augusto Silva; SALOMON, Valério AP. Análise da importância dos indicadores de desempenho da logística reversa mediante a utilização do Analytic Network Process. **43rd Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**. Ubatuba, Brasil, 2011.
- HUNG LAU, Kwok. Benchmarking green logistics performance with a composite index. **Benchmarking: An International Journal**, v. 18, n. 6, p. 873-896, 2011.
- ISLAM, Md Shamimul et al. Assessing green supply chain practices in Bangladesh using fuzzy importance and performance

approach. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 131, p. 134-145, 2018.

ISO. **ISO: Sistema de Gestão Ambiental**. 2018. Disponível em: <<https://www.iso.org>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

JAKHAR, Suresh Kumar. Designing the green supply chain performance optimisation model. **Global Journal of Flexible Systems Management**, v. 15, n. 3, p. 235-259, 2014.

KAFA, Nadine; HANI, Yasmina; EL MHAMED, ABEDERRAHMAN. Sustainability performance measurement for green supply chain management. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 46, n. 24, p. 71-78, 2013.

KAPLAN, Robert S. et al. **The balanced scorecard: translating strategy into action**. Harvard Business Press, 1996.

KHAN, Syed Abdul Rehman et al. Environmental logistics performance indicators affecting per capita income and sectoral growth: evidence from a panel of selected global ranked logistics countries. **Environmental science and pollution research**, v. 24, n. 2, p. 1518-1531, 2017.

KHAN, Syed Abdul Rehman; QIANLI, Dong. Does national scale economic and environmental indicators spur logistics performance? Evidence from UK. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 34, p. 26692-26705, 2017.

KLUMPP, Matthias. To green or not to green: A political, economic and social analysis for the past failure of green logistics. **Sustainability**, v. 8, n. 5, p. 441, 2016.

KRAJNC, D.; GLAVIČ, P. A model for integrated assessment of sustainable development. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 43, n. 2, p. 189-208, 2005.

KUSHWAHA, Gyaneshwar Singh; SHARMA, Nagendra Kumar. Green initiatives: a step towards sustainable development and firm's performance in the automobile industry. **Journal of cleaner production**, v. 121, p. 116-129, 2016.

KUSI-SARPONG, Simonov; SARKIS, Joseph; WANG, Xuping. Assessing green supply chain practices in the Ghanaian mining industry: A framework and evaluation. **International Journal of Production Economics**, v. 181, p. 325-341, 2016.

LAMBERT, Douglas M.. Supply Chain Management – Processes, Partnerships, Performance. **Dimensionen Der Logistik**, [s.l.], p.553-572, 2010. Gabler. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-6515-8_29

LAMBERT, Douglas M.; COOPER, Martha C.; PAGH, Janus D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. **The international journal of logistics management**, v. 9, n. 2, p. 1-20, 1998.

- LEE, Ki-Hoon; WU, Yong. Integrating sustainability performance measurement into logistics and supply networks: A multi-methodological approach. **The British Accounting Review**, v. 46, n. 4, p. 361-378, 2014.
- LEITE, Paulo Roberto (2002). Logística Reversa: nova área da logística empresarial. Revista Tecnologista, Editora Publicare: São Paulo.
- LIN, C., CHOY, K. L., HO, G. T., CHUNG, S. H., & LAM, H. Y. Survey of green vehicle routing problem: past and future trends. *Expert Systems with Applications*, 41(4), 1118-1138, 2014
- LIU, Li; TANG, Min; XUE, Fan. The impact of manufacturing firms' green supply chain management on competitive advantage. In: **Advanced Materials Research**. Trans Tech Publications, 2012. p. 3349-3354.
- LOPES, Lineia Jollembeck. **GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA**. 2017. 287 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Universidade Metodista de Piracicaba Faculdade de Gestão e Negócios, Piracicaba, 2017
- MACHADO, Carla Gonçalves et al. Framing maturity based on sustainable operations management principles. **International Journal of Production Economics**, v. 190, p. 3-21, 2017.
- MACHLINE, Claude. Cinco décadas de logística empresarial e administração da cadeia de suprimentos no Brasil. *Revista de Administração de Empresas*, v. 51, n. 3, p. 227- 231, 2011.
- MANZINI, Riccardo; ACCORSI, Riccardo. The new conceptual framework for food supply chain assessment. **Journal of food engineering**, v. 115, n. 2, p. 251-263, 2013.
- MARQUES, J. I. S., GRANDE M. M. Logística Verde: Práticas Realizadas Por Empresas Brasileiras Que Apresentaram Relatório De Sustentabilidade GRI Em 2014. XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Producao (ENEGEP), 2013
- MATHIYAZHAGAN, Kaliyan et al. An ISM approach for the barrier analysis in implementing green supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 283-297, 2013.
- MAYER, A. L. Strengths and weakness of common sustainability indices for multidimensional systems. *Environment International*, v. 34, n. 2, p. 277-291, 2008
- MELNYK, Steven A. et al. Is performance measurement and management fit for the future?. **Management Accounting Research**, v. 25, n. 2, p. 173-186, 2014.

- MICHELI, Pietro; MARI, Luca. The theory and practice of performance measurement. **Management accounting research**, v. 25, n. 2, p. 147-156, 2014.
- MIRZAPOUR AL-E-HASHEM, S. M. J.; REKIK, Yacine. Multi-product multi-period Inventory Routing Problem with a transshipment option: A green approach. **International Journal of Production Economics**, v. 157, p. 80-88, 2014.
- MUMTAZ, Ubaidullah; ALI, Yousaf; PETRILLO, Antonella. A linear regression approach to evaluate the green supply chain management impact on industrial organizational performance. **Science of The Total Environment**, v. 624, p. 162-169, 2018.
- MUNDIAL, Banco. Relatório Anual de 2017. Disponível: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27986/211119PT.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- MUTINGI, Michael; MAPFAIRA, Herbert; MONAGENG, Robert. Developing performance management systems for the green supply chain. **Journal of Remanufacturing**, v. 4, n. 1, p. 6, 2014.
- NEELY, Andy. The performance measurement revolution: why now and what next?. **International journal of operations & production management**, v. 19, n. 2, p. 205-228, 1999.
- NEELY, Andy; GREGORY, Mike; PLATTS, Ken. Performance measurement system design: A literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 12, p.1228-1263, 2005.
- NEGRÃO, Celso; DE CAMARGO, Eleida Pereira. **Design de embalagem-do marketing à produção**. Novatec Editora, 2008.
- NIKBAKHS, Ehsan. Green supply chain management. In: **Supply chain and logistics in national, international and governmental environment**. Physica-Verlag HD, 2009. p. 195-220.
- NORTON, David; KAPLAN, Robert. Putting the balanced scorecard to work. **Harvard Business Review**, v. 71, n. 5, p. 134-140, 1993.
- NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408 p.
- NUDURUPATI, Sai S. et al. State of the art literature review on performance measurement. **Computers & Industrial Engineering**, v. 60, n. 2, p. 279-290, 2011.
- OLUGU, Ezutah Udony; WONG, Kuan Yew. An expert fuzzy rule-based system for closed-loop supply chain performance assessment in the

- automotive industry. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 1, p. 375-384, 2012.
- ONUBR. ONU **lança campanha contra poluição dos oceanos provocada por consumo de plástico**. 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-lanca-campanha-contra-poluicao-dos-oceanos-provocada-por-consumo-de-plastico/>>. Acesso em: 07 jul. 2018.
- optimization model. **Omega**, v. 66, p. 212-223, 2017.
- PAKSOY, Turan; BEKTAŞ, Tolga; ÖZCEYLAN, Eren. Operational and environmental performance measures in a multi-product closed-loop supply chain. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 47, n. 4, p. 532-546, 2011.
- PAZ, Maria das Graças Torres da. Avaliação de desempenho: Uma revisão da literatura. **Temas em Psicologia**, v. 3, n. 3, p. 73-90, 1995.
- PIRES, S. R. I. Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos. São Paulo: Atlas, 2004.
- PIRES, Sílvio Roberto Ignácio; SACOMANO NETO, Mario. Características estruturais, relacionais e gerenciais na cadeia de suprimentos de um condomínio industrial na indústria automobilística. **Produção**, v. 20, n. 2, p. 172-185, 2010.
- PLVB. Programa de Logística Verde Brasil: manual de aplicação. São Paulo: Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS), 2018.
- POIST, Richard F. Evolution of conceptual approaches to designing business logistics systems. *Transportation Journal*, p. 55-64, 1986.
- POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**: uma abordagem logística. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RAO, Purba H. Measuring environmental performance across a green supply chain: a managerial overview of environmental indicators. **Vikalpa**, v. 39, n. 1, p. 57-74, 2014.
- REGATTIERI, Alberto et al. Innovative Solutions for Reusing Packaging Waste Materials in Humanitarian Logistics. **Sustainability**, v. 10, n. 5, p. 1587, 2018.
- RODRIGUES, J. P.; SLACK, B.; COMTOIS, C. Green logistics. In: *Handbook of logistics and supply-chain management*. 2001.
- ROGERS, Dale S.; TIBBEN-LEMBKE, Ronal. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**, RLEC Press, Pittsburgh, PA, 1999.

- ROGERS, Dale S.; TIBBEN-LEMBKE, Ronald. An examination of reverse logistics practices. **Journal of business logistics**, v. 22, n. 2, p. 129-148, 2001.
- RÖNNLUND, Ida et al. Eco-efficiency indicator framework implemented in the metallurgical industry: part 1—a comprehensive view and benchmark. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 21, n. 10, p. 1473-1500, 2016.
- ROSTAMZADEH, Reza et al. Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices. **Ecological Indicators**, v. 49, p. 188-203, 2015.
- SAATY, Thomas L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International journal of services sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.
- SAATY, Thomas L.; VARGAS, Luis G. Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process. Springer Science & Business Media, 2012.
- SAATY, Thomas Lorie; VARGAS, Luis Gonzalez. **Prediction, projection, and forecasting: applications of the analytic hierarchy process in economics, finance, politics, games, and sports**. Kluwer Academic Pub, 1991.
- SAJILATA, M. G. et al. Scalping of flavors in packaged foods. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 6, n. 1, p. 17-35, 2007.
- SALING, P. et al. **Eco-efficiency analysis by BASF: The Method**. International Journal of Lyfe Cicle Management. N°7. vol.4. 2002.
- SARI, Kazim. A novel multi-criteria decision framework for evaluating green supply chain management practices. **Computers & Industrial Engineering**, v. 105, p. 338-347, 2017.
- SARKIS, Joseph; ZHU, Qinghua; LAI, Kee-hung. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. **International Journal of Production Economics**, v. 130, n. 1, p. 1-15, 2011.
- SEARCY, C. Measuring enterprise sustainability. **Business Strategy and the Environment**, v. 25, n. 2, p. 120-133, 2016
- SENTHIL, S.; MURUGANANTHAN, K.; RAMESH, A. Analysis and prioritisation of risks in a reverse logistics network using hybrid multi-criteria decision making methods. **Journal of Cleaner Production**, v. 179, p. 716-730, 2018.
- SEURING, Stefan; MÜLLER, Martin. 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.

- SHAIK, M. N.; ABDUL-KADER, W. A Comprehensive Performance Measurement Framework for Reverse Logistics Enterprise. IIE Annual Conference. Proceedings. Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), 2011.
- SIMÃO, Luiz Eduardo; GONÇALVES, Mirian Buss; RODRIGUEZ, Carlos Manuel Taboada. An approach to assess logistics and ecological supply chain performance using postponement strategies. *Ecological indicators*, v. 63, p. 398-408, 2016.
- SIMONS, Robert; DÁVILA, Antonio; KAPLAN, Robert S. **Performance measurement & control systems for implementing strategy**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000.
- SOUZA, Eduarda Dutra de; HAMMES, Gabriela; RODRIGUEZ, Carlos Manuel Taboada. Eco-Design e Logística Reversa: uma investigação sobre a afinidade existente entre os termos. **Ensus**. Florianópolis, p. 432-442. abr. 2018. Disponível em: <<http://ensus2018.paginas.ufsc.br/files/2018/04/ANAIS-ENSUS-2018-Volume-I.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2018.
- SOUZA, Eduarda Dutra.; HAMMES, Gabriela. ; RODRIGUEZ, Carlos Manuel Taboada . Barreiras na implementação da Logística Reversa nas empresas catarinenses. In: 3º Congresso Internacional de Logística e Operações do IFSP - Campus Suzano, 2017, Suzano. Anais 3º Congresso Internacional de Logística e Operações do IFSP, 2017
- SRIVASTAVA, Samir 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.
- TALBOT, David; BOIRAL, Olivier. GHG reporting and impression management: An assessment of sustainability reports from the energy sector. **Journal of Business Ethics**, v. 147, n. 2, p. 367-383, 2018.
- THANKI, Shashank; GOVINDAN, Kannan; THAKKAR, Jitesh. An investigation on lean-green implementation practices in Indian SMEs using analytical hierarchy process (AHP) approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 284-298, 2016.
- TIPPAYAWONG, Korrakot Yaibuathet et al. Factors affecting green supply chain operational performance of the thai auto parts industry. **Sustainability**, v. 8, n. 11, p. 1161, 2016.
- TOKOS, H.; PINTARIČ, Z. N.; KRAJNC, D. An integrated sustainability performance assessment and benchmarking of breweries. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 14, n. 2, p. 173-193, 2012.
- UYGUN, Özer; DEDE, Ayşe. Performance evaluation of green supply chain management using integrated fuzzy multi-criteria decision making

techniques. **Computers & Industrial Engineering**, v. 102, p. 502-511, 2016.

VAIDYA, Omkarprasad S.; KUMAR, Sushil. Analytic hierarchy process: An overview of applications. **European Journal of operational research**, v. 169, n. 1, p. 1-29, 2006.

VAN CAMP, Jelle; BRAET, Johan. Taxonomizing performance measurement systems' failures. **International journal of productivity and performance management**, v. 65, n. 5, p. 672-693, 2016.

VELEVA, Vesela; ELLENBECKER, Michael. Indicators of sustainable production: framework and methodology. *Journal of cleaner production*, v. 9, n. 6, p. 519-549, 2001.

VOLLMANN, Thomas E. The transformation imperative: achieving market dominance through radical change. Harvard Business Press, 1996.

XIAO, Fan et al. Spatial distribution of energy consumption and carbon emission of regional logistics. **Sustainability**, v. 7, n. 7, p. 9140-9159, 2015.

YANG, Chung-Shan. An analysis of institutional pressures, green supply chain management, and green performance in the container shipping context. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 2017.

YOUNIS, Hassan; SUNDARAKANI, Balan; VEL, Prakash. The impact of implementing green supply chain management practices on corporate performance. **Competitiveness Review**, v. 26, n. 3, p. 216-245, 2016.

ZAMAN, Khalid; SHAMSUDDIN, Sadaf. Green logistics and national scale economic indicators: evidence from a panel of selected European countries. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 51-63, 2017.

ZHANG, Shuzhu et al. Inteligência de enxame aplicada na Logística Verde: uma revisão de literatura. *Aplicações de Engenharia de Inteligência Artificial* 37 (2015): 154-169.

ZHOU, Li et al. Sustainability performance evaluation in industry by composite sustainability index. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 14, n. 5, p. 789-803, 2012.

ZHU, Qinghua; SARKIS, Joseph; LAI, Kee-hung. Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. **International journal of production economics**, v. 111, n. 2, p. 261-273, 2008. BARBIERI, José Carlos et al. Gestão verde da cadeia de suprimentos: análise da produção acadêmica brasileira. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 3, p. 1104-1128, 2014.

APÊNDICE A – TABELA DOS ARTIGOS UTILIZADOS

No Quadro 18, apresenta-se os resultados dos artigos selecionados, tal como: nome, autores, data de publicação, revista de origem, região de filiação dos pesquisadores e número de citações. Esses dados possibilitaram a realização da análise descritiva do portfólio.

Quadro 18 - Resultado da pesquisa bibliográfica

Nome	Autores	Ano	Revista	Região de filiação dos pesquisadores	Citações
The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach	Azevedo, S. G. Carvalho, H. Cruz Machado, V.	2011	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	Europa	332
Operational and environmental performance measures in a multi-product closed-loop supply chain	Paksoy, T. Bektas, T. Ozceylan, E.	2011	Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review	Europa	148
Benchmarking green logistics performance with a composite index	Lau, K. H.	2011	International Journal	Oceania	79

Covariance versus component-based estimations of performance in green supply chain management	De Giovanni, P. Esposito Vinzi, V.	2012	International Journal of Production Economics	Europa	131
An expert fuzzy rule-based system for closed-loop supply chain performance assessment in the automotive industry	Olugu, E. U. Wong, K. Y.	2012	Expert Systems with Applications	Ásia	106
An exploration of green supply chain practices and performances in an automotive industry	Diabat, A. Khodaverdi, R. Olfat, L.	2013	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	Oriente Médio	81
Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: A comparative analysis of manufacturing organisations	Dey, P. K. Cheffi, W.	2013	Production Planning and Control	Europa	90

Greening logistics and its impact on environmental performance: an absorptive capacity perspective	Abarsheshi, A. Molla, A.	2013	International Journal of Logistics Research and Applications	Oceania	14
The new conceptual framework for food supply chain assessment	Manzini, R. Accorsi, R.	2013	Journal of Food Engineering	Europa	141
Sustainability Performance Measurement for Green Supply Chain Management	Kafas, N. Hani, Y. El Mhamedi, A.	2013	IFAC Proceedings Volumes	Europa	11
Greening the agrifood supply chain with lean thinking practices	Folinas, D. Aidonis, D. Malindretos, G. Voulgarakis, N. Triantafyllou, D.	2014	International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology	Europa	8
Green supply chain decisions - Case-based performance analysis from the food industry	Ala-Harja, H. Helo, P.	2014	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	Europa	35

Multi-product multi-period Inventory Routing Problem with a transshipment option: A green approach	Al-Hashem, S. Rekik, Y.	2014	International Journal of Production Economics	Europa	31
An interpretive structural model of green supply chain management in Indian computer and its peripheral industries	Aich, S. Tripathy, S.	2014	International Journal of Procurement Management	Ásia	12
Measuring Environmental Performance across a Green Supply Chain: A Managerial Overview of Environmental Indicators	Rao, P. H.	2014	Vikalpa	Ásia	4
Developing performance management systems for the green supply chain	Muti, M. Mapfaira, H. Monagen, R.	2014	Journal of Remanufacturing	África	18

Integrating sustainability performance measurement into logistics and supply networks: A multi-methodological approach	Lee, K.H. Wu, Y.	2014	The British Accounting Review	Oceania	36
Designing the green supply chain performance optimisation model	Jahar, S. K.	2014	Global Journal of Flexible Systems Management	Ásia	19
Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain	Govindan, K. Khodaverdi, R. Vafadarnikjoo, A.	2015	Expert Systems with Applications	Europa e Oriente Médio	109
Green Supply Chain Management, Environmental Collaboration and Sustainability Performance	Chintan, T. A. Tat, H. Sulaiman, Z.	2015	Proceedings of the CIRP	Ásia	63
An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains	Ahi, P. Searcy, C.	2015	Journal of Cleaner Production	América do Norte	156

Spatial Distribution of Energy Consumption and Carbon Emission of Regional Logistics	Xiao, F., Hu, Z. H., Wang, K. X., Fu, P. H.	2015	Sustainability	Ásia	10
Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices	Rostamzadeh, R., Govindan, K., Esmaeili, A., Sabaghi, M.	2015	Ecological Indicators	Ásia e América do Norte	112
Green supply chain management and firms' performance: Understanding potential relationships and the role of green sourcing and some other green practices	Jabbour, A. B. L. de S., Frascareli, F.C. de O., Jabbour, C. J. C.	2015	Resources, Conservation and Recycling	América do Sul	20
Health evaluation of a regional logistics industrial ecosystem in China based on fuzzy matter-element analysis method	Fan, J. J., Zhou, L. Y., Cao, Y. S., Gu, Z. H.	2016	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems		1

The impact of restaurants' green supply chain practices on firm performance	Chiu, J. Z. Hsieh, C. C.	2016	Sustainability (Switzerland)	Ásia	7
The impact of implementing green supply chain management practices on corporate performance	Younis, H. Sundarakan, B. Vel, P.	2016	Competitiveness Review	Oriente Médio	13
Performance evaluation of green supply chain management using integrated fuzzy multi-criteria decision making techniques	Uygun, Ö. Dede, A.	2016	Computers and Industrial Engineering	Europa	34
Factors affecting green supply chain operational performance of the Thai auto parts industry	Tippayawong, K. Y. Niyomyat, N. Sopadang, A. Ramingwong, S.	2016	Sustainability (Switzerland)	Ásia	2

An approach to assess logistics and ecological supply chain performance using postponement strategies	Simão, L. E. Gonçalves, M. B. Taboada Rodrigues, C. M.	2016	Ecological Indicators	América do Sul	5
Assessing green supply chain practices in the Ghanaian mining industry: A framework and evaluation	Kusi-Sarpong, S. Sarkis, J. Wang, X.	2016	International Journal of Production Economics	Ásia e América do Norte	29
Green initiatives: A step towards sustainable development and firm's performance in the automobile industry	Kushwaha, G. S. Sharma, N. K.	2016	Journal of Cleaner Production	Ásia	31
Performance measurement system and strategies for developing low-carbon logistics: A case study in China	He, Z. Chen, P. Liu, H. Guo, Z.	2017	Journal of Cleaner Production	Ásia	9

The relationship between green supply chain management and performance: A meta-analysis of empirical evidences in Asian emerging economies	Genç, R. Mansouri, S. A. Aktas, E.	2017	International Journal of Production Economics	Europa	26
Closed-loop supply chain configuration for new and reconditioned products: An integrated optimization model	Gaur, J. Amini, M. Rao, A. K.	2017	Omega - International Journal of Management Science	Ásia e América do Norte	15
An implementation path for green information technology systems in the Ghanaian mining industry	Bai, C. G. Kusi-Sarpong, S. Sarkis, J.	2017	Journal of Cleaner Production	Ásia e América do norte	8
The impact of green logistics-based activities on the sustainable monetary expansion indicators of Oman	Alshubiri, F.	2017	Journal of Industrial Engineering and Management	Oriente Médio	0

Latest clean manufacturing trends applied to a world class manufacturing management for improving logistics and environmental performance	Alonso, L. Rubio, E. M. de Agustina, B. Domingo, R.	2017	Procedimientos de Manufacturación	Europa	0
Green logistics and national scale economic indicators: Evidence from a panel of selected European countries	Zaman, K. Shamsuddin, S.	2017	Journal of Cleaner Production	Oriente Médio	8
An analysis of institutional pressures, green supply chain management, and green performance in the container shipping context	Yang, C.S.	2017	Transportation Research Part D: Transport and Environment	Ásia	1
A novel multi-criteria decision framework for evaluating green supply chain management practices	Sari, K.	2017	Computers and Industrial Engineering	Europa	10

Framing maturity based on sustainable operations management principles	Mac hado, C. G. de Lima, E. P. da Costa, S. E. G. Angelis, J. J. Mattioda, R. A.	2017	Internat ional Journal of Production Economics	América do Sul e Europa	7
Impact of green supply chain management practices on firms' performance: an empirical study from the perspective of Pakistan	Kha n, S. A. R. Dong, Q. L.	2017	Enviro nmental Science and Pollution Research	Ásia	11
Environm ental logistics performance indicators affecting per capita income and sectoral growth: evidence from a panel of selected global ranked logistics countries	Kha n, S. A. R. Qianli, D. SongBo, W. Zaman, K. Zhang, Y.	2017	Enviro nmental Science and Pollution Research	Ásia	14

Does national scale economic and environmental indicators spur logistics performance? Evidence from UK	Khan, S. A. R. Qianli, D.	2017	Environmental Science and Pollution Research	Ásia	1
Assessing green supply chain practices in Bangladesh using fuzzy importance and performance approach	Islam, M. S. Tseng, M. L. Karia, N. Lee, C. H.	2018	Resources, Conservation and Recycling	Ásia	0
The relationship between downstream environmental logistics practices and performance	Graham, S. Graham, B. Holt, D.	2018	International Journal of Production Economics	Europa	0
Total quality environmental management: Adoption status in the Chinese manufacturing sector	Garza-Reyes, J. A. Yu, M. Kumar, V. Upadhyay, A.	2018	TQM Journal	Europa	0
A linear regression approach to evaluate the green supply chain management impact on industrial organizational performance	Mumtaz, U. Ali, Y. Petrillo, A.	2018	Science of the Total Environment	Oriente Médio e Europa	1

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE B – ESTRUTURA DAS MATRIZES UTILIZADAS COM OS ESPECIALISTAS

A matriz utilizada para respostas dos especialistas segue o modelo do Excel® apresentado no Capítulo 4. Posterior, de forma simplificada, apresenta nos quadros 19 a 25 as matrizes para cada categoria analisada.

Quadro 19 - Estrutura AHP Compras Verde

Sigla do indicador	CATEGORIA	NOME DO INDICADOR	MÉTRICA
CV 1	Compras Verde	Compras de fornecedores verde	(nº de matérias primas provenientes de fornecedores verdes/ nº de matérias primas totais) *100
CV 2	Compras Verde	Compras de materiais provenientes dos 3R's	(Número de materiais proveniente dos 3R's/ número de materiais totais)*100
CV 3	Compras Verde	Compras de matérias-primas ecológicas	(Número de materiais comprados que facilitem 3R's/ número de materiais totais)*100

De acordo com a escala, você considera o indicador CV1 em comparação com CV2 e CV3? E o CV2 em comparação com CV3? Preencha na área indicada pela cor verde.

	CV1	CV2	CV3
CV1	1		
CV2	#N/D	1	

CV3	#N/D	#N/D	1
-----	------	------	---

Quadro 20 - Estrutura AHP - Fim de vida

	PF 1	PF 2	PF 3	PF 4	PF 5
1 PF	1				
2 PF	#N/D	1			
3 PF	#N/D	#N/D	1		
4 PF	#N/D	#N/D	#N/D	1	
5 PF	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	1

Quadro 21 - Estrutura AHP - Transportes Verde

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
T1	1					
T2	#N/D	1				
T3	#N/D	#N/D	1			
T4	#N/D	#N/D	#N/D	1		
T5	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	1	

T6	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	1
----	------	------	------	------	------	---

Quadro 22 - Estrutura AHP - Embalagens Verde

	E1	E2	E3	E4
E1	1			
E2	#N/D	1		
E3	#N/D	#N/D	1	
E4	#N/D	#N/D	#N/D	1

Quadro 23 - Estrutura AHP – Armazém Verde

	A1	A2
A1	1	
A2	#N/D	1

Quadro 24 - Estrutura AHP - Transversais

	TR1	TR2	TR3	TR4
TR1	1			
TR2	#N/D	1		

TR3	#N/D	#N/D	1	
TR4	#N/D	#N/D	#N/D	1

Quadro 25 - Estrutura AHP - Logística Reversa

	lr1	lr2	lr3
lr1	1		
lr2	#N/D	1	
lr3	#N/D	#N/D	1

APÊNDICE C – CÁLCULOS AHP PARA CATEGORIA EMBALAGENS VERDE

A Tabela 6 apresenta a média dos pesos atribuídos pelos 9 especialistas sobre a comparação a par proposta pelo método AHP. A Tabela 7 apresenta o cálculo da normalização destes indicadores. Já a Tabela 8 apresenta os cálculos do vetor, peso em %, CI e CR desta categoria.

Tabela 6 - Resposta AHP

	E1	E2	E3	E4
E1	1	2,44	3,22	4,33
E2	0,409090909	1,00	2,44	3,56
E3	0,310344828	0,41	1,00	1,92
E4	0,230769231	0,28125	0,520661157	1
Total	2	4	7	11

Tabela 7 - Normalização AHP

	E1	E2	E3	E4
E1	0,512767	0,59119	0,44832	0,400881
E2	0,209768	0,241851	0,340105	0,328928
E3	0,159134	0,098939	0,139134	0,17768
E4	0,118331	0,06802	0,072442	0,092511

Tabela 8 - Cálculos AHP

Vetor	%	λ	CI	CR
0,488289	49%	4,09301	0,0310033	3%
0,280163	28%			
0,143722	14%			
0,087826	9%			

APÊNDICE D – MANUAL FERRAMENTA

A Ferramenta elaborada para cumprimento do objetivo geral da presente pesquisa será apresentada em forma de um manual simples, direto e prático do seu funcionamento para que possa ser utilizado pelas as empresas do setor estudado e adaptado para empresas de outros setores. Primeiramente, a Ferramenta denomina-se: Avaliação do desempenho da LV e apresenta na Figura 27 o seu Menu Principal. De forma automática, cada quadrado encaminha-se a uma aba da planilha. Os cálculos foram descritos no Capítulo 4 deste trabalho e encontram-se em abas ocultas ao usuário.

Figura 27 - Menu Ferramenta



A primeira aba é responsável pela aplicação da ferramenta AHP descrita na íntegra seus cálculos no Capítulo 4.3 e 3.2. deste presente trabalho. O gestor responsável pela utilização desta ferramenta pode optar em utilizar os pesos já sugeridos pelos especialistas ou determinar os seus próprios. A planilha ainda permite fazer uma média das respostas da empresa com os apresentados neste trabalho. A Figura 29 apresenta a ferramenta AHP para preenchido pelo gestor. A Figura 2 demonstra as opções a serem marcadas para o cálculo dos pesos dos indicadores.

Figura 28 - Opção AHP

	AHP ESPECIALISTAS	AHP EMPRESA	AHP MISTA (coloco a porcentagem de peso que gostaria que AHP empresa possuía)
Processo de hierarquização dos indicadores (Assinale com "sim" a opção desejada)			

Após a seleção da opção da AHP, com formulas próprias do *software Excel* ® serão calculados de forma automática os pesos para cada indicador. Na aba Porcentagem, o gestor deve escolher se haverá ou não priorização de algumas das categorias de indicadores. Lembrando que é livre para adaptação de cada empresa, porém sugere-se o peso igual de cada categoria. A Figura 29 apresenta essa aba com suas respectivas opções.

Posterior essa etapa, deve-se responder a aba correspondente a Dados. Nesta aba, o gestor irá preencher os dados necessários para alimentar os indicadores. A Figura 30 apresenta o *layout* desta aba. Percebe-se que os cálculos permitem o gestor informar os dados cru ou o indicador já calculado (sugere-se que informe indicador calculado caso já se utilize outra ferramenta que apresente esse mesmo indicador). Lembrando que valores aproximados podem esconder a real situação de cada métrica e informar o desempenho incorreto. A Figura 31 apresenta ainda a inserção de dados da frota de veículos para calcular um indicador único de todos os veículos utilizados

Por fim, a aba Resultado apresenta o resultado de cada indicador, de cada categoria e o índice final da LV. Além de possibilitar a comparação do atual mês com anterior, e do ano analisado com o seu antecessor, conforme demonstrado na Figura 32 e 33.

Figura 29 - Aba porcentagem

PORCENTAGEM :

Nesta aba você, gestor, tem a possibilidade de elencar qual categoria é mais importante na sua opinião para se ter LV na sua empresa. Ressaltamos que é interessante todas as categorias terem o mesmo peso.

1) Você pode realizar essa categorização pelo processo AHP:

	Transporte Verde	Práticas de fim de vida	Compras verde	Armazenagem verde	Embalagens Verde	Logística Reversa	Indicadores Transversais
Transporte Verde	1,00	0,33					
Práticas de fim de vida		1,00					
Compras verde			1,00				
Armazenagem verde				1,00			
Embalagens Verde					1,00		
Logística Reversa						1,00	
Indicadores Transversais							1,00

2) Você pode apenas colocar porcentagens. Lembrando que soma tem que ser 100%. Ou você pode seguir a sugestão da autora desta ferramenta é colocar pesos iguais para todas. Apenas copie o valor do 100% de acordo com exemplo

CATEGORIA	SUA RESPOSTA	EXEMPLO
Transporte Verde		14%
Práticas de fim de vida		14%
Compras verde		14%
Armazenagem verde		14%
Embalagens Verde		14%
Logística Reversa		14%
Indicadores Transversais		14%
SOMA	0	100%

Figura 30 - Dados Ferramenta



FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA LOGÍSTICA VERDE

ENTRADA DE DADOS		Mês:	Ano:	
Dado	Resposta	INDICADOR (caso já tenha o resultado separado desta)	MÉTRICA	RESULTADO
nº de matérias primas provenientes de fornecedores verdes		Compras de fornecedores verde	(nº de matérias primas provenientes de fornecedores verdes/ nº de matérias primas	
nº de matérias primas totais		Compras de materiais provenientes dos 3R's	(Número de materiais proveniente dos 3R's/ número de materiais totais)*100	
Número de materiais proveniente dos 3R's		Compras de matérias-primas ecológicas	(Número de materiais comprados que facilitem 3R's/ número de materiais totais)*100	
número de materiais totais		Proporção de produtos que aplicam um dos 3R's	(Nº de produtos aplica o 3R's/Nº de produtos que podem aplicar o 3R's) * 100	
Número de materiais comprados que facilitem 3R's		Reutilização de produtos	(Nº de produtos reutilizados/Nº de produtos totais)*100	
Nº de produtos aplica o 3R's		Reciclagem de materiais	(Nº de produtos que são reciclados/ Nº de produtos totais) * 100	
Nº de produtos que podem aplicar o 3R's		Recolher embalagens	(Nº de embalagens retornados/ Nº total de embalagens) *100	

Figura 32 - Aba Resultado

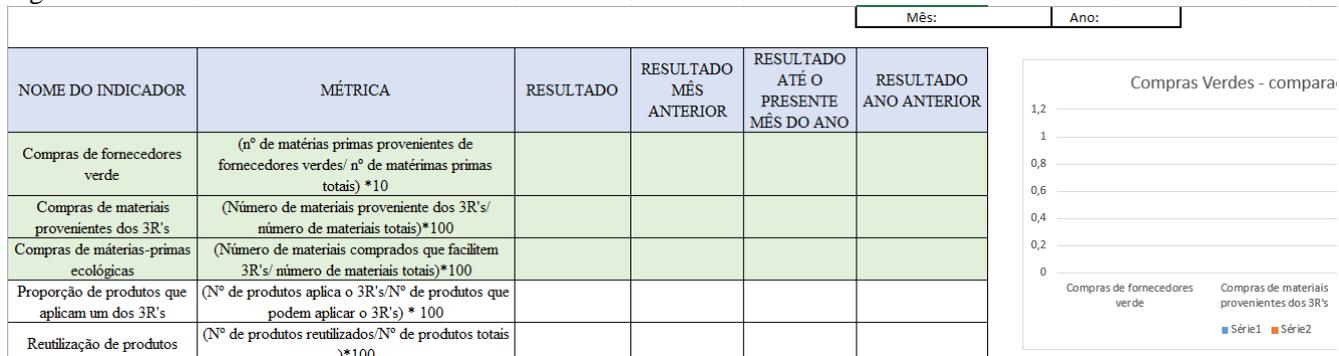


Figura 33 - Índice LV - Ferramenta

Categorias	Resultado final	Resultado mês anterior	Resultado anual	Resultado do ano anterior
Compras Verde	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Práticas de fim de vida	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Transporte Verde	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Embalagem Verde	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Armazenagem Verde	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Transversais	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Logística Reversa	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

ÍNDICE LV:	#DIV/0!
------------	---------

APÊNDICE E – NORMALIZAÇÃO

Tabela 9 - Normalização T2,T3 e TR3

Indicadores	Resultado	Normalização
T2	2,6	1
T3	1780403,7	0,99
TR3	138,44581	0,09

Tabela 10 - Normalização

Indicadores	Resultado	Normalização
C1	33%	0,58
C2	14%	0,14
C3	57%	0,57
PF1	100%	1,00
PF2	100%	1,00
PF3	100%	1,00
PF4	60%	0,60
PF5	5%	0,05
T1	0%	0,00
T4	0%	0,00
T5	50%	0,56
T6	90%	1,00
E1	60%	0,60
E2	100%	1,00
E3	0%	0,00
E4	6%	0,06
A1	3%	1,00
A2	0%	0,00
TR1	0%	0,00
TR2	0%	0,00
TR4	100%	1,00
LR1	60%	0,60
LR2	15%	0,15
LR3	100%	1,00

APÊNDICE F – SIMULAÇÃO FERRAMENTA

O Apêndice F apresenta a simulação da utilização da ferramenta posterior aos primeiros meses de uso tendo como objetivo demonstrar, por meio de dados fictícios, demonstrar o funcionamento da normalização, índice e gráficos de análise.

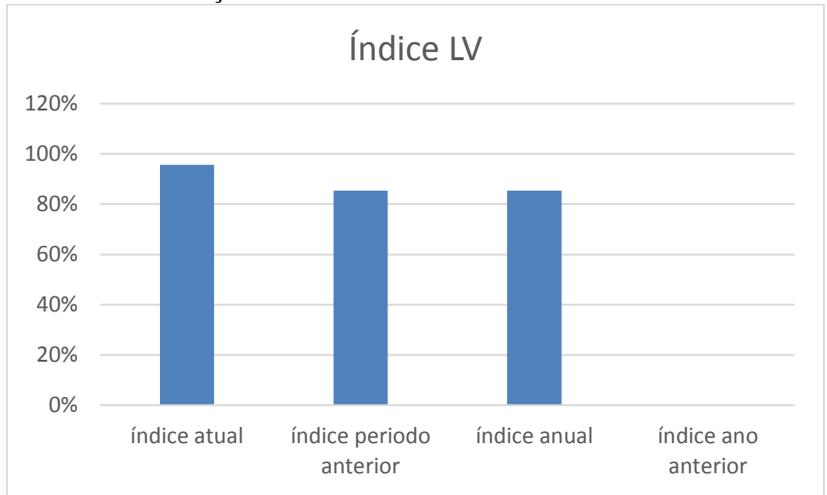
O processo de normalização é apresentado na Figura 34, no qual percebe-se que os indicadores em amarelo são os que possuem impactos negativos e os que possuem outras colorações impactos positivos. Os de impacto positivo, segundo Equação 7, possuem a divisão do resultado atual pelo o resultado obtido pela média anual do período analisado. Enquanto, o indicador de impacto negativo, segundo Equação 6, tem a média anual dividido pelo valor atual.

Figura 34 - Normalização Simulação

Indicadores	Resultado	Normalização atual
Compras de fornecedores verde	60%	1,285714286
Compras de materiais provenientes dos 3R's	30%	1,285714286
Compras de matérias-primas ecológicas	40%	1,333333333
Proporção de produtos que aplicam um dos 3R's	50%	1,363636364
Reutilização de produtos	10%	1
Reciclagem de materiais	20%	1,2
Recolher embalagens	40%	1,090909091
Fornecedores Parceiros	10%	1
Utilização de combustíveis ecológicos	20%	1
Utilização de modais mais limpos (CO2)	35000%	1,00952381
Utilização de modais mais limpos (km rodado)	210%	1,016129032
Eficiência do transporte	1000%	1
Viagens sem carga	20%	1
Capacidade de carga útil do veículo	32%	1
Uso de embalagens retornáveis, reutilizadas e recicláveis	21%	1,016129032
Descarte responsável de resíduos do processo de distribuição	12%	1
Uso de energia renováveis no processo de embalagem	50%	1,470588235
Consumo de energia no processo de embalagem	9%	1

A ferramenta possibilita cálculo do índice da LV para o mês atual, o mês anterior, o índice anual atual e o índice anual do ano anterior. Conforme demonstrado na Figura 35, esse gráfico permite acompanhar se a empresa está ou não evoluindo nas questões da LV.

Figura 35 - Índice Simulação



Além disso, a ferramenta abrange as abas apresentadas no Apêndice D e fornece os gráficos individuais por categoria e indicador, e os gráficos aprofundados do índice, conforme Figura 36.

Figura 36 - índice gráfico simulação

