

HUGO SANTOS

**ESTUDO COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE
EMBALAGENS DESCARTÁVEIS E RETORNÁVEIS NA
DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS**

Dissertação submetido(a) ao Programa
de Mestrado em Engenharia Ambiental
da Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia Ambiental
Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar
Machado Ferroli
Coorientador: Prof^a. Dra. Lisiane Ilha
Librelotto

Florianópolis

2013

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

Santos, Hugo
ESTUDO COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS
DESCARTÁVEIS E RETORNÁVEIS NA DISTRIBUIÇÃO DE PEÇAS
AUTOMOTIVAS / Hugo Santos ; orientador, Paulo Cesar
Machado Ferroli ; co-orientadora, Lisiane Ilha Librelotto.
- Florianópolis, SC, 2013.
87 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia Ambiental. 2. Impacto ambiental de
embalagens. 3. Distribuição de peças automotivas. 4.
Embalagens retornáveis. 5. Logística Reversa. I. Ferroli,
Paulo Cesar Machado. II. Librelotto, Lisiane Ilha. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
graduação em Engenharia Ambiental. IV. Título.

HUGO SANTOS

ESTUDO COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS
DESCARTÁVEIS E RETORNÁVEIS NA DISTRIBUIÇÃO DE
PEÇAS AUTOMOTIVAS

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de
“Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental (PPGEA) da UFSC.

Local, de de .

Prof. Maurício Luiz Sens, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr.
Orientador
UFSC

Prof.^a Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dr.^a
Membro Interno - UFSC

Prof. Gregório Jean Varvakis Rados, Dr.
Membro Interno - UFSC

Prof. Marcelo Gtirana Gomes Ferreira, Dr.
Membro Externo - UDESC

Este trabalho é dedicado aos meus colegas de classe e meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde necessária para vencer mais esta etapa.

Agradeço aos meus pais Devanir Dias dos Santos e Almerinda Teodoro dos Santos pela educação e principalmente pelo ensinamento que sonhar é necessário, alcançar os sonhos é absolutamente possível, e trilhar todos os caminhos com ética e respeito ao próximo é uma obrigação.

À minha esposa Magda Vargas pelo incondicional companheirismo.

Ao meu filho Pedro que atualmente tem quatro anos de idade, agradeço pela paciência e quase sempre compreensão que o papai precisava estudar. Você é a minha inspiração para tudo, te amo muito.

Agradecimento especial aos professores Dr. Paulo Cesar Machado Ferroli e Dra. Lisiane Ilha Librelotto, pela atenção, dedicação e carinho dispensados a mim e a este trabalho.

Meus sinceros agradecimentos aos colegas de engenharia logística que não mediram esforços para ajudar-me na aplicação deste importante projeto.

O mais importante neste mundo não é tanto onde
estamos, mas em que direção movemos.

O. W. Holmes

RESUMO

O presente estudo trata o tema logística reversa e da utilização de embalagens retornáveis e recicláveis tendo como base de aplicação a região metropolitana de Belo Horizonte - MG. O objetivo da pesquisa é proporcionar a análise do impacto ambiental dos meios de acondicionamento de peças automotivas visando a comparação econômica e ambiental das embalagens descartáveis e retornáveis em um fluxo de logística reversa. A proposta do estudo está baseada na questão do retorno de embalagens que são reutilizadas no envio de partes e peças para um determinado grupo de concessionárias de veículos. Esse retorno é baseado no conceito da logística reversa, que garante no geral a devida destinação dos resíduos após o fim do ciclo das embalagens. Como metodologia da pesquisa, utilizou-se de meios testados e comprovados de aplicação em pesquisas científicas como a pesquisa hipotético-dedutiva e quanto aos fins utilizou-se a Pesquisa Aplicada. Quanto aos meios de investigação utilizou-se a Pesquisa Bibliográfica e o Estudo de Caso e quanto a natureza da pesquisa utilizou-se pesquisa Qualitativa e Quantitativa. O desenvolvimento da pesquisa contou ainda com a busca por informações técnicas das embalagens e da rota a ser aplicada à logística reversa, e com base nestas informações elaborou-se quadros e tabelas contendo informações de custos e viabilidade de cada um dos pontos em observação. Pelo estudo realizado, chegou-se a conclusão que a utilização de uma embalagem de papelão com maior ciclo de utilização é economicamente mais viável, da mesma forma que ambientalmente a redução na emissão de resíduos faz desta uma embalagem que favorece mais à sustentabilidade do processo.

Palavras-chave: Impacto ambiental de embalagens. Distribuição de peças automotivas. Embalagens retornáveis. Logística Reversa.

ABSTRACT

The current study deals with Reverse Logistics and the process of returnable and recyclable packaging based on region of Belo Horizonte – MG. The goal of research is analyses the environmental impact of packaging of auto parts to compare the economic and environment viability of the returnable and recyclable packaging at reverse logistics. The proposal of the study is based on returnable packagings that are re-used when spares parts are sent to a particular group of car dealers. This return is based on reverse logistics, ensuring the waste destination after the end of the packaging cycle. As a research methodology, we used means tested and proven application in scientific research as the hypothetical-deductive and on the purposes we used the Applied Research. As for the means of investigation used the Library Research and Case Study and the nature of the research used qualitative and quantitative research. The development of the survey also included the search for technical information on the packaging and the route to be applied to reverse logistics, and based on this information was elaborate tables and graphs with details of costs and viability of each points. The conclusion was that the use of cardboard packaging with the longer life cycle is economically and environmentally feasible because emit fewer residues in the environment.

Keyword: Environmental impact of packaging. Distribution of auto spares parts. Returnable packaging. Reverse logistics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Logística reversa	24
Figura 2: Modelos de embalagens descartáveis	29
Figura 3 Representação esquemática dos processos logísticos direto e reverso	32
Figura 4: Atividades típicas do processo logístico reverso	32
Figura 5: Influência das tendências no setor automotivo	35
Figura 6: Local de estudo	41
Figura 7: Fluxograma das atividades realizadas na empresa em estudo	43
Figura 8: Fluxograma da elaboração do projeto embalagem descartável	44
Figura 9: Utilização de embalagem de papelão no Centro de Distribuição.....	48
Figura 10: Fluxo de representatividade dos materiais utilizado no Centro de Distribuição.	49
Figura 11: Fluxo de distribuição de peças do Centro de Distribuição...	50
Figura 12: Fluxo de distribuição de peças do Centro de Distribuição Brasil.....	51
Figura 13: Caixa de papelão reciclado	53
Figura 14: Caixa de papelão tipo Kraft	54
Figura 15: Caixa de papelão do tipo Triwall.....	55
Figura 16: Caixa de polionda	56
Figura 17: Caixa de madeira	57
Figura 18: Rota utilizada pela logística reversa.	57
Figura 19: Rota utilizada pela logística reversa - Rota 1.....	58
Figura 20: Rota utilizada pela logística reversa - Rota 2.....	59
Figura 21: Rota utilizada pela logística reversa Rota 3.....	60
Figura 22: Rota utilizada pela logística reversa Rota 4.....	61
Figura 23: Tipo de veículo utilizado pela logística reversa pesquisada.	62
Figura 24: 5ª ciclo da embalagem de polionda.....	63
Figura 25: 10ª ciclo da embalagem de Papelão Ondulado Triwall Kraft.	64
Figura 26: 17ª ciclo da embalagem de polionda.....	65
Figura 27: 150ª ciclo da embalagem de Papelão Ondulado Triwall Kraft.	66
Figura 28: Forma de armazenagem das caixas nas concessionárias.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Breve histórico da evolução dos estudos em logística reversa	21
Quadro 2 – Resumo das principais legislações	26
Quadro 3 – Evolução produtiva do setor automobilístico	37
Quadro 4 – Ciclo de utilização de embalagens utilizadas na logística reversa	52
Quadro 5 – Vantagens e desvantagens da utilização da logística reversa	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Volume total de expedição empresa em estudo Centro de Distribuição	46
Tabela 2 – Volume atendimento MG de expedição Centro de Distribuição	47
Tabela 3 – Representatividade de embalagens utilizadas no fluxo MG do Centro de Distribuição.	48
Tabela 4 – Rota de entrega para região da grande BH - Rota 1	58
Tabela 5 – Rota de entrega para região da grande BH - Rota 2	59
Tabela 6 – Rota de entrega para região da grande BH - Rota 3	59
Tabela 7 – Rota de entrega para região da grande BH Rota 4	60
Tabela 8 – Totalizador da Rota de entrega para região da grande BH	61
Tabela 9 – Custo de material utilizado por tipo de embalagem	67
Tabela 10 - Custo de material utilizado por tipo de embalagem e por ciclo	69
Tabela 11 – Cálculo do custo anual de gestão	70
Tabela 12 – Especificação técnica das armazenagens de caixas nos concessionários	71
Tabela 13 – Cálculo do custo de espaço	72
Tabela 14 – Custo por tipo de embalagem anual	73
Tabela 15 – Volume de resíduos gerados por tipo de embalagem	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos

PIB - Produto Interno Bruto

CKD - (Complete Knock Down)

CD - Centro de Distribuição

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	JUSTIFICATIVA	17
1.4	LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES	19
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2	EXPOSIÇÃO DO TEMA	20
2.1	CONCEITO DE EMBALAGENS	20
2.2	LOGÍSTICA REVERSA	20
2.3	LEGISLAÇÃO SOBRE LOGÍSTICA REVERSA NO BRASIL E NO MUNDO	25
2.4	IMPACTO AMBIENTAL DE EMBALAGENS	27
2.5	EMBALAGENS DESCARTÁVEIS	28
2.6	EMBALAGENS RETORNÁVEIS	29
2.7	O CICLO DE UTILIZAÇÃO DAS EMBALAGENS NO PROCESSO DA LOGÍSTICA REVERSA	30
2.8	TIPOS DE EMBALAGEM EXISTENTES E SUA RELAÇÃO COM A LOGÍSTICA REVERSA	33
2.8.1	Cálculo de peso bruto e cubagem	33
2.8.2	O mercado automobilístico	34
2.8.3	O uso de embalagens no mercado automobilístico	36
3	METODOLOGIA	38
3.1	APLICAÇÃO METODOLÓGICA	38
3.2	DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO	39
3.2.1	Apresentação geral do ambiente de estudo	41
3.2.2	O fluxo logístico atual na empresa em estudo	42
3.2.3	Utilização de embalagens descartáveis ou retornáveis	43
4	APLICAÇÃO DE EMBALAGENS PARA LOGÍSTICA REVERSA	46
4.1	VOLUMES EXPEDIDOS	46
4.1.1	Atendimento às concessionárias	50
4.2	A LOGÍSTICA REVERSA APLICADA	51
4.2.1	Ciclo de utilização de embalagens	51
4.3	Especificações técnicas das embalagens utilizadas	52
4.3.1	As rotas utilizadas	57
4.4	APLICAÇÃO DOS TESTES DE EMBALAGEM	62

4.4.1	Custo da logística reversa	67
4.5	A ANÁLISE DAS EMBALAGENS APLICADAS NO FLUXO LOGÍSTICO PROPOSTO	74
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
5.1	RECOMENDAÇÕES	79
	REFERÊNCIAS	81
	ANEXO 1 – EVOLUÇÃO DO TOTAL DA FROTA NA DÉCADA	84
	ANEXO 2 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS MATERIAIS DE EMBALAGEM	85
	ANEXO 3 – MÉDIAS DOS ALUGUÉIS DOS IMÓVEIS COMERCIAIS POR M² (R\$/m²) ESTRATIFICADAS POR REGIÃO ADMINISTRATIVA(*)	86

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O presente estudo trata em seu conteúdo a abordagem sobre utilização de embalagens na logística reversa. Esta utilização baseou-se na comparação entre embalagens retornáveis e descartáveis para um determinado fluxo reverso, que foi escolhido a partir de estudos que o definiram como parâmetro de pesquisa.

A comparação de embalagens baseou-se em dois pontos principais, um composto pelas informações de autores que tratam do assunto e outro da prática aplicada em uma empresa do ramo de logística localizada na cidade de Betim em Minas Gerais.

Para realização da pesquisa a definição do fluxo logístico foi fundamental, já que, aplicado em um trecho da região metropolitana de Belo Horizonte, a logística reversa aplicada permitiu a comparação sob aspectos, econômicos, ambientais e sociais do melhor tipo de embalagem a ser utilizada.

Com isso, a importância do estudo ficou evidente, principalmente por tratar de um tema de grande relevância e de forma aplicada. Além disso, o estudo envolveu indiretamente também a distribuição de peças automotivas, em um fluxo logístico bastante complexo e determinante para a atividade fim da empresa em estudo.

Tais peças são acondicionadas em embalagens de madeira (pinus e eucalipto), materiais micro-ondulados, polietileno de baixa densidade, papelão (Kraft e reciclado) e metálica (ferro e alumínio). Estas embalagens, sejam elas descartáveis ou não, geram resíduos, que, se não destinados da forma correta podem causar relevantes impactos ambientais. Por outro lado, a utilização de embalagens retornáveis pode diminuir estes impactos, provocados pela emissão de resíduos após o fim do ciclo de utilização de cada uma.

Logo, outra questão importante que será abordada no desenvolvimento da pesquisa está relacionada ao custo de viabilidade da logística reversa, que proporciona além do envolvimento em questões ambientais, a melhoria econômica do processo, promovendo o importante conceito de sustentabilidade em toda a cadeia.

É importante destacar também que as embalagens são fundamentais no envio de peças automotivas para as concessionárias ou outros clientes. Também são importantes na cadeia logística, entre o centro de distribuição e o cliente final, garantindo a qualidade ao

produto permitindo que não haja avarias na armazenagem e no transporte.

É neste contexto de importância operacional versus sustentabilidade econômica e ambiental que esta dissertação apresentará um comparativo entre o uso de embalagens descartáveis e reutilizáveis na distribuição de peças automotivas de uma montadora estabelecida na cidade de Betim – MG, para a rede de concessionárias da região de Belo Horizonte.

A comparação entre os tipos de embalagens a serem utilizadas é importante principalmente pelo caráter ambiental que pode ser aplicado a este tipo de produto, já que, por exemplo, a má destinação dos resíduos neste processo de envio de peças ou mesmo no retorno de peças pode causar sérios danos ao meio ambiente, como poluição dos rios, acúmulo de lixo em meios urbanos, entre outros.

Um exemplo dessa importância está nas políticas de ajustamento dos impactos ambientais, que tem se tornado cada vez mais rigorosas, tanto no meio público, quanto privado, cabendo às empresas adotarem medidas cada vez mais impositivas e efetivas para evitar danos maiores ao meio ambiente. No meio público pode-se citar Política Nacional de Meio Ambiente, regida pela portaria nº 104 e 414 da Secretaria Especial de Portos - SEP como órgão regulador. Já no meio público as práticas em torno das questões ambientais estão cada vez mais expressivas, podendo citar as normas de qualidade como a ISO 14000 e ISO 14001 que são normas voltadas para a certificação de empresas padronizadas ambientalmente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é analisar o impacto ambiental e econômico dos meios de acondicionamento de peças automotivas visando a comparação entre embalagens descartáveis e retornáveis em um fluxo logístico reverso, aplicado em um centro de distribuição de peças na cidade Betim em Minas Gerais.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar uma rota que servirá de base para desenvolvimento da logística reversa e comparação das embalagens descartáveis e retornáveis;
- Analisar o fluxo sob a perspectiva de uso de embalagens descartáveis e retornáveis;
- Apresentar viabilidade econômica para implantação do projeto embalagem retornável;
- Apresentar o volume de resíduos gerados por cada tipo de embalagem;
- Apresentar os pontos positivos e negativos inerentes às embalagens retornáveis e descartáveis;
- Analisar o fluxo sob a perspectiva de uso de embalagens descartáveis e retornáveis.

1.3 JUSTIFICATIVA

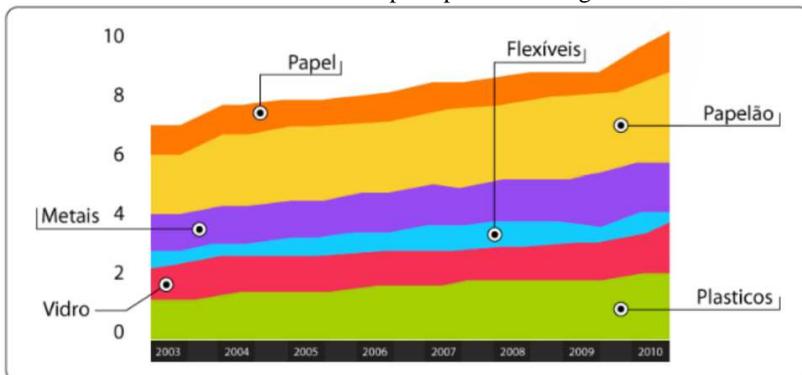
Estudos recentes realizados principalmente pelo Denatran (2012) demonstram que o Brasil fechou 2011 com mais de 64.000.000 veículos registrados, demonstrado no Gráfico do ANEXO 1, e em dez anos o aumento acumulado foi de 119%, que conseqüentemente ocasionou um aumento no volume de ressurgimento de peças, para que as oficinas das concessionárias consigam garantir a manutenção no pós venda.

Esse ressurgimento de peças depende basicamente do uso de embalagens no transporte entre montadora e concessionários, e estas embalagens possuem características variadas e específicas ao tipo de produto a que é aplicada.

No Brasil, estudos sobre consumo de embalagens estão sendo realizados há algum tempo e segundo os dados computados no Estudo Macroeconômico da Embalagem ABRE/FGV, a produção física da indústria de embalagem cresceu 10,13% em 2010, após queda de 3,77%, em 2009.

O detalhamento do consumo de embalagens por tipos de matérias estão apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Consumo nacional por tipo de embalagem



Fonte: Datamark, 2012

O consumo de embalagens na escala apresentada pelo Gráfico 1 demonstra que o papel, papelão e plásticos estão sendo mais consumidos ao longo do período apresentado. Esta ordem é inversamente proporcional ao consumo de metais e flexíveis, já que, seu uso possibilita benefícios distintos aos apresentados pelas embalagens recicláveis.

A importância das embalagens, de modo geral, é fundamental dentro do contexto da logística reversa que é um dos pontos a serem estudados no presente estudo. A logística reversa é alvo de estudo de diversos autores, principalmente por ser reconhecida como uma área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo de informações inerentes ao envio e retorno de bens dentro de seu ciclo produtivo e comercial, abrangendo desde a matéria-prima ao produto final entregue ao consumidor.

Conceitualmente, o bem deve ser considerado não somente o produto em si, mas, todo aparato que faz com que ele chegue ao seu consumidor, como, por exemplo, a embalagem que o envolve. Logo, seu retorno, ou parte dele, no caso das embalagens de pós-vendas, são os objetos que possuem tratamento diferenciado pela logística reversa já que, ao final do ciclo de uma embalagem a destinação de seus resíduos deve ser feita de forma consciente e segura.

Pensando nos problemas que envolvem a utilização de embalagens descartáveis no fluxo logístico proposto, utilizar-se-á os conceitos de logística reversa em busca de melhorias ambientais que

proporcionam ao fluxo estudado mais sustentabilidade no uso de recursos para embalagem de produtos.

Além de todos os pontos apresentados até aqui, é importante ressaltar que a logística reversa possui por si só a conotação de reutilização, neste caso de embalagens, além de proporcionar em sua aplicação, a garantia que os rejeitos das embalagens terão a devida destinação que é garantida pela responsabilidade ambiental da empresa em estudo.

1.4 LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES

Para realização da pesquisa objetivou-se a comparar o uso de embalagens descartáveis e retornáveis em um fluxo de logística reversa.

O fluxo proposto contempla apenas a região metropolitana de Belo Horizonte, com utilização de quatro modelos de embalagens (madeira, papelão reciclado, papelão ondulado e polionda) que possibilitaram o estudo comparativo e a determinação do fluxo logístico ideal para tal situação.

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir dos parâmetros do operador logístico não sendo destinada a montadora, detentora dos produtos que são administrados e transportados pela empresa em estudo.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para melhor organização e distribuição da pesquisa os dados e informações coletadas estão distribuídos da seguinte forma:

- Introdução: apresenta uma contextualização do tema e da pesquisa em geral.
- Exposição do Tema: apresenta a pesquisa teórica, contendo todas as referências consultadas acerca do tema proposto.
- Desenvolvimento: apresenta a temática em forma de pesquisa aplicada e estudo de caso, demonstrando os dados coletados e análises realizadas segundo a determinação do objetivo proposto.
- Conclusão: apresenta a argumentação quanto ao objetivo desenvolvido e alcançado.

EXPOSIÇÃO DO TEMA

2.1 CONCEITO DE EMBALAGENS

O conceito de embalagem pode ser definido como um conjunto de materiais e equipamentos que servem para acondicionar bens e produtos destinados ao consumidor final, utilizando-se dos canais de distribuição e incluindo métodos de uso e aplicação do produto. (MOURA e BANZATO, 1997)

Para Pedelhes (2005) o conceito de embalagem é bastante amplo e variado, dependendo do foco em que está sendo analisado. Sob o ponto de vista de um profissional da área de distribuição, por exemplo, a embalagem pode ser classificada como uma forma de proteger o produto durante sua movimentação. Já para um profissional de marketing a embalagem é muito mais que uma forma de apresentar o produto, podendo atrair os clientes e aumentar as vendas, do que uma forma de protegê-lo. Baseado nestes exemplos é perfeitamente perceptível que embalagem possui conceitos e importâncias variadas no meio corporativo em geral.

Pelo conceitos apresentados, é evidente que embalagem possui um valor agregado para diversos segmentos empresariais, e por isso que no mundo o consumo de embalagens é expressivo. Um exemplo disso é a Ásia que se apresenta como região de maior consumo de embalagens, sendo que a América do Norte aparece em segundo lugar seguido pela Europa. Em relação aos países, Estados Unidos, Japão, China e Alemanha são os maiores consumidores de embalagens assim como os quatro primeiros são as quatro maiores economias do planeta. Nesse ranking de consumo de embalagens o Brasil ocupa o décimo primeiro lugar e é o quinto país onde o consumo de embalagem mais cresce no mundo. (MESTRINER, 2011)

2.2 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é definida conforme Stock (1998), como um processo que inicia pelo planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados, incluindo seu fluxo de informação e recursos adicionais, que possibilitam o trâmite a partir do ponto de consumo até o ponto de origem e vice-versa, objetivando a realização de um descarte adequado.

De acordo com Tadeu *et al.* (2012, p. 2) “a partir da década de 1980, o tema “logística reversa” passa a ser explorado de forma mais intensa tanto no ambiente acadêmico como nos meios empresarial e público”. O Quadro 1 demonstra de forma sucinta os estudos realizados por diversos autores que contribuíram de alguma forma como a conceituação da logística reversa.

Quadro 1 - Breve histórico da evolução dos estudos em logística reversa

Ano	Autor(ES)	Enfoque(s)
1971	Zikmund e Stanton	Distribuição reversa
1978	Ginter e Starling	Canais de distribuição reversos: recuperação de materiais
1982	Barnes	Importância da reciclagem no processo de negócios
1983	Ballou	Canais de distribuição diretos, reversos, pós-consumo
1988	Constituição Federal Brasileira – Art. 23	Proteção ao meio ambiente
	Rogers	Custos logísticos de retorno de bens.
1989	Brasil – Lei 7802/89	Embalagens de agrotóxicos
	Murphy e Poist	Conceitos e definições de logística reversa.
1990	Institute of Scrap Recycling Industries (ISR)	Desenvolvimento de cadeias reversas
1991	Stilwell	Evolução do tratamento de resíduos plásticos
1992	Ottman	Marketing verde
1993	Council of Logistic Management (CLM)	Canais reversos, logística reversa, reuso, reciclagem
	Ministério da Indústria, Ciência e Tecnologia (MCIT)	Estudo setorial sobre reciclagem de metais não ferrosos
	Rosa	Reciclagem de plástico
1995	Fueller e Allen	Fluxo reverso, resíduos, disposição final de bens
	Fenman e Stock	Revalorização econômica de bens de pós-consumo
	Miles e Munilla	Imagem corporativa e logística reversa
1996	Valiante	Seminário brasileira de reciclagem de alumínio (Associação Brasileira do Alumínio – ABAL)
1997	Wilt e Kincaid	Descarte e reciclagem na indústria automotiva

1998	Calderoni	Coleta, reciclagem e lixo, Logística reversa e canais de distribuição reversos (CDRs)
	Stock	Reuso, reciclagem e logística reversa
	Nijkerk e Dalmijin	Técnicas de reciclagem
	Carter e Dilram	Revisão de literatura de logística reversa
1999	Leite	Logística reversa e meio ambiente
	Rogers e Timber-lemcke	Canais de distribuição reversa de pós-venda (CDR-PV), fluxos reversos pós-venda e pós-consumo
2000	Anpad (diversos autores)	Artigos diversos sobre logística reversa
2001	Business Association of Latin América Studies (Balas)	Artigos diversos sobre logística reversa
	Bowersox e Closs	Fluxo direto e fluxo reverso
	Fleischmann	Modelos quantitativos de logística reversa.
2002	Brasil – Decreto 4.074/002	Embalagens de agrotóxicos e disposição final
	Lacerda	Logística reversa, conceitos e práticas operacionais
	Daugherty, Myers e Richey	Logística reversa
2010	Brasil – Decreto 12.305 de 02/08/2010	Política nacional de resíduos sólidos.

Fonte: Tadeu *et al.* 2012.

Pelo Quadro 1 e de acordo com a obra de Tadeu *et al.* (2012), em diversos países é possível identificar inúmeras publicações e estudos sobre o tema logística reversa. Estas abordagens tratam não somente de questões ambientais ou ecológicas, mas, de todo o processo logístico bem como sobre questões de ordem legal, econômica, entre outras. Além disso, é possível perceber que o tema já possui certo período de maturação e nesse momento começa a ganhar força e embasamento para determinação de novas atitudes.

A logística reversa atualmente é muito mais que o envio de produtos por meio de um canal de envio e retorno que é criado entre produtor e consumidor.

O conceito para o assunto, segundo Leite (2003), é definido como uma combinação da logística operacional com a logística estratégica, que visa diminuir os impactos ambientais do retorno ao ciclo produtivo de diferentes tipos de bens industriais, como embalagens, resíduos industriais, entre outros, por meio da reutilização ordenada do bem e de seus componentes. A reciclagem de materiais constituiu um importante

fator para a logística reversa, dando origem a matérias-primas posteriormente secundárias que agregam valor ao processo produtivo.

Segundo Tadeu *et al.* (2012, p. 11), “o conceito de logística reversa e sustentabilidade propõe um novo modelo de gestão de negócios, levando em consideração, os impactos ambientais e sociais, além das questões econômicas.

Na prática, a logística reversa pode proporcionar a redução de impactos ambientais no que tange a reutilização de materiais pós consumo, que neste caso pode-se exemplificar as embalagens. No entanto, no entendimento de Ometto (2005), todo o processo pode sofrer reduções de impacto ambiental, desde a utilização a manuseio do ciclo de utilização dos materiais até a forma de padronização do processo logístico.

Em um conceito mais avançado, Tadeu *et al.* (2012) destacam que a logística reversa é muito mais que uma prática de mercado, sua função estratégica permite às organizações um respeito diferenciado entre as demais organizações. Por meio da logística reversa é possível haver um respeito maior ao planeta, de forma a cadenciar a cadeia produtiva em aspectos de sustentabilidade. (TADEU *et al.*, 2012)

É por isso que a logística reversa apresenta-se em franco crescimento, tendo em vista que a quantidade e variedade de produtos no mercado tem aumentado, e levando-se em conta a redução do ciclo de existência dos produtos, além das questões estratégicas e das legislações impostas, engrandecem ainda mais esta condição de importância citada. (CLRB, 2012)

A conceituação anterior é ressaltada por Renó, Truzzi e Silva (2011, p. 3) na seguinte passagem:

O conceito de logística reversa tem evoluído ao longo do tempo. Inicialmente, em sua conceituação mais simples, a logística reversa teve como definição nos anos 80 o movimento de bens do consumidor para o produtor por meio de um canal de distribuição, ou seja, o escopo da logística reversa era limitado a esse movimento que faz com que os produtos e informações sigam na direção oposta às atividades logísticas normais (“wrong way on a one-way street”).

Quando se destaca o conceito de logística reversa é necessário ter em mente o uso de embalagens industriais. As embalagens são parte integrante do processo, sejam elas descartáveis ou não. Nos casos onde

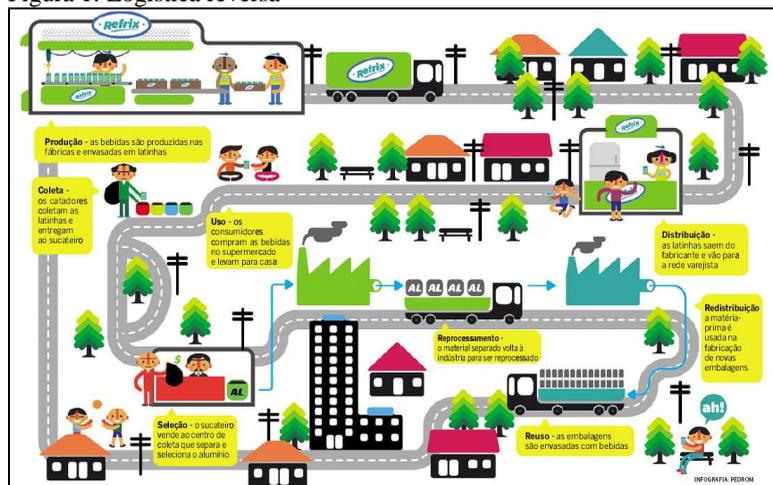
se utilizam embalagens descartáveis, a logística reversa ao final de determinado ciclo gera resíduos inerentes do uso destas embalagens. Por outro lado as embalagens retornáveis deixam de gerar resíduos e proporcionam redução no custo de embalagens, alavancando ainda mais a necessidade da logística reversa. (RENÓ, TRUZZI E SILVA, 2011)

Unindo a conceitualização anterior aos demais conceitos sobre a logística reversa, é possível determinar um processo evolutivo na conceitualização da logística reversa, que no entendimento de Leite (2003), a fusão da questão ambiental à necessidade da logística reversa tem criado uma nova área da logística empresarial, determinada em equacionar os problemas no cenário ambiental e garantir o ciclo produtivo em perfeita harmonia.

Complementando o conceito anterior, há também o destaque para as demais áreas que a logística reversa abrange, mesmo fora da corporação como, por exemplo, no setor de compras, o setor de marketing, as diversas estruturas ligadas à engenharia e os setores produtivos, criando assim metas para geração de recursos. (SINNECKER, 2007)

Conceitualmente a logística reversa é uma área responsável pelo fluxo reverso de produtos, sejam eles produtos reciclados, recall, devoluções de embalagens, entre outros. Sua importância já é reconhecida mundialmente, seja pela sua obrigatoriedade ou pelo uso estratégico. A Figura 1 demonstra um modelo de logística reversa.

Figura 1: Logística reversa



Fonte: Diário de Pernambuco, 2012

No exemplo da Figura 1, a logística reversa está exemplificada no mercado de bebidas, onde, a indústria produz e envasa a bebida e a comercializa. No caso das embalagens recicláveis a logística reversa recolhe e retorna com as devidas embalagens para que o produto seja novamente envasado. No caso das embalagens recicláveis após o descarte, estes produtos são direcionados às empresas especializadas por recolher, beneficiar e retornar com a embalagem novamente para a indústria de bebidas.

Este fluxo pode ser completado pela afirmativa abaixo:

Este fluxo logístico reverso é comum para uma boa parte das empresas. Por exemplo, fabricantes de bebidas tem que gerenciar todo o retorno de embalagens (garrafas) dos pontos de venda até seus centros de distribuição. As siderúrgicas usam como insumo de produção em grande parte a sucata gerada por seus clientes e para isso usam centros coletores de cargas. A indústria de latas de alumínio é notável no seu grande aproveitamento de matéria prima reciclada, tendo desenvolvido meios inovadores na coleta de latas descartadas. (LACERDA, 2009, p. 1)

Dessa forma o processo da logística reversa é completado pela necessidade de desenvolvimento de novas práticas, sendo a questão da utilização de embalagens um importante fator a ser desenvolvido.

2.3 LEGISLAÇÃO SOBRE LOGÍSTICA REVERSA NO BRASIL E NO MUNDO

De acordo com Tadeu *et al.* (2012) a grande maioria das legislações sobre bens de pós-venda e pós-consumo está direcionada principalmente aos fabricantes. Deles são exigidas responsabilidades, como no caso do programa EPR (Extended Product Responsibility ou Responsabilidade Estendida do Produto) que determina responsabilidades legais sobre produtos e embalagens. No entanto, em muitos países não há legislação voltada para consumidores finais, com isso, não há o desenvolvimento da cultura de responsabilidade ambiental necessária para a contribuição como um todo desta atividade.

Segundo Leite (2003) quando as condições naturais não são propícias para o desenvolvimento dos fluxos diretos e reversos, faz-se necessário a intervenção do poder público por meio de legislações

governamentais que ora possibilitem a permissão de alteração de condições para o desenvolvimento de fluxos de retorno de bens de pós-consumo, bem como de seus materiais constituintes, além das embalagens.

Tadeu *et al.* (2012) complementam esta informação destacando a grande necessidade da cumplicidade entre o poder público, empresas e sociedade. Estas três esferas criam um sistema de regulação e controle de tal forma que as normas criadas sejam cumpridas e respeitadas. O Quadro 2 apresenta alguma normas que foram criadas em diversos países afim de regulamentar o assunto em questão.

Quadro 2 – Resumo das principais legislações

País/Bloco econômico	Legislação	Foco
Alemanha	Legislação sobre reciclagem (1991)	Reciclagem de embalagens e produtos duráveis
	Lei sobre reciclagem (1992)	Obrigatoriedade de reciclagem de embalagens secundárias
	New approach standard (1992)	Reutilização e reciclagem para embalagens (60% reciclagem e 90% para captura de resíduos sólidos), etiquetas ecológicas, regras de incineração etc.
	Lei sobre reciclagem (1993)	Obrigatoriedade de reciclagem de embalagens primárias em geral.
	Reciclagem de automóveis (1996) (em associação com França e Holanda)	Definição de sistemas de reciclagem, passando a responsabilidade de governos para as companhias automobilísticas.
Brasil	Programa brasileiro de reciclagem (1998)	Política sobre resíduos sólidos
	Coleta seletiva domiciliar	Coleta seletiva domiciliar obrigatória em municípios com mais de 150 mil habitantes.
	Agroveterinários e pneumáticos	Obrigatoriedade por parte dos fabricantes e distribuidores de produtos agroveterinários e pneumáticos pela coleta de embalagens e produtos dos

		pós-consumo
	Tributação diferenciada	Incentivos com tributação diferenciada às atividades de reciclagem de materiais
Estados Unidos	Leis estaduais	Redução de resíduos sólidos e reciclagem.
	Legislações sobre coletas e disposição final	Condições de coleta, aterros sanitários e coletas seletivas obrigatórias
	Leis de conteúdo de reciclado	Incentivo ao uso de reciclados em produtos
	EPA (Environment Protection Agency) e FTC (Federal Trade Commission)	Definição de padrões e termos como reciclável, reutilizável, ambientalmente correto, degradável, como conteúdo reciclado
Países escandinavos	Lei sobre embalagens descartáveis	Proibição do uso de embalagens descartáveis em geral.
	Lei sobre embalagens retornáveis	Embalagens retornáveis de bebidas
	Leis sobre sacolas plásticas	Proibição do uso de sacolas plásticas em supermercados
Japão (caracteriza-se pela baixa intervenção governamental e altas taxas de reciclagem.)	Leis da reciclagem de automóveis (1991 e 1997)	Transferência da responsabilidade de reciclagem de automóveis.
Reino Unido	Legislação de reciclagem	Legislação sobre índices de reciclagem de descartáveis
Comunidade Européia (27 países)	New standard approach	Reutilização e reciclagem, principalmente voltada para embalagens (60%), níveis de captura de resíduos sólidos de 90%, etiquetas ecológicas, regras de incineração e outras.

Fonte: Leite, 2003 *apud* Tadeu *et al.* (2012)

2.4 IMPACTO AMBIENTAL DE EMBALAGENS

Atualmente a forma de utilização de embalagens em todos os setores da sociedade é uma preocupação que está ligada aos impactos que o descarte destas pode causar ao meio ambiente. Forlin e Faria

(2012, np.) corroboram com esta afirmativa e destacam que “a reciclagem de embalagens plásticas preocupa a sociedade, mundialmente, face ao crescente volume de utilização e as implicações ambientais inerentes ao seu descarte não racional pós-consumo” (...).

O impacto ambiental de uma embalagem plástica acontece na sua produção, em seu uso ou mesmo no seu descarte. A produção, o uso e o descarte são partes integrantes do seu “ciclo de utilização”, que não é completo pelo fato da embalagem não voltar ao estado de origem, mas, esse termo é usual, como ressaltado nos estudos do Cempre (1997), principalmente quando se fala em “análise de ciclo de utilização”.

A questão do ciclo de utilização de uma embalagem é completado no momento de sua reciclagem, já que, este fator é de suma importância para o meio ambiente e para a economia. Durante o processo de reciclagem, destacado na obra de Forlin e Faria (2012), uma característica peculiar aos materiais plásticos, como por exemplo, a embalagem de alimentos, é o comportamento termo-físico que estes possuem. Para melhor esclarecimento desse tipo de material, existem dois tipos de divisões diferentes, os termoplásticos e termofixos. Essa divisão vale quanto a separação de contaminantes importante no processo de reciclagem.

Seguindo o pensamento do mesmo autor, os materiais de embalagem termoplásticos são produtos que, traduzindo de uma forma mais clara, amolecem quando aquecidos, podendo ser transformados em novos produtos. Pela classificação técnica, apresentam reações de polimerização completas com cadeias lineares ou ramificadas.

Por sua vez, os materiais plásticos termofixos são produtos que quando amolecidos em função do calor e resfriados, endurecem irreversivelmente, sendo que este fenômeno é conhecido por cura, garantindo-lhes características de rigidez extrema. Um exemplo dado pelo autor desse tipo de material são as resinas epóxi e os componentes moldáveis à base de formaldeído e fenol.

2.5 EMBALAGENS DESCARTÁVEIS

De acordo com Moura (1998, p. 193) embalagem descartável “é aquela projetada para ser usada apenas uma vez, geralmente de baixo custo, não exigindo controle e devolução.”

As embalagens descartáveis, também conhecidas com *one way* em alguns seguimentos, tem por características substituir alguns modelos de embalagens retornáveis e um exemplo clássico desse tipo de

embalagem são as garrafas PET's. A proposta destas embalagens é que seu ciclo seja feito apenas uma vez ou seja, do fabricante ao consumidor e depois disso a embalagem é descartada. (MANZINI E VEZZOLI, 2005)

As embalagens descartáveis podem ter características peculiares na sua composição como papel, papelão, madeira e plástico.

Figura 2: Modelos de embalagens descartáveis



Fonte: NEFAB, 2012

Segundo Moura (1997), a embalagem descartável ou não-retornável “geralmente é construída em madeira, papelão ondulado, plástico, sacos multifolhados de papel, tambores de fibra, entre outros.”

Este tipo de embalagem possui outras características no meio logístico, e estas serão demonstradas posteriormente no decorrer da pesquisa.

2.6 EMBALAGENS RETORNÁVEIS

No entendimento de Nhan, Souza e Aguiar (2003) atualmente a utilização de embalagens retornáveis é uma tendência que é praticada por diversas empresas no mundo. Estas embalagens também conhecidas por embalagens de múltiplas viagens tem por característica retornar diversas vezes, proporcionando um uso prolongado e contínuo. Esta condição consegue reduzir alguns desperdícios, como por exemplo, os riscos ao meio ambiente, pela reutilização e reciclagem de materiais para confecção de novas embalagens.

As embalagens retornáveis por sua vez, determinam uma gestão específica para seu controle, já que, as rotas de envio devem ser opostas, entre embalagens cheias e embalagens vazias. Para Dethloff (2001), a

execução desta mesma tarefa pela mesma infra-estrutura de transporte, pode causar um problema de roteamento, onde, a solução é considerar simultaneamente, tanto a via direta como a reversa como meio para transportar as embalagens, determinando assim, uma rota otimizada para entregas e coletas no mesmo ponto de origem e destino.

Por outro lado, Leite (2003) destaca um pensamento adverso aos autores citados anteriormente, ressaltando um ponto importante sobre a conceituação das embalagens retornáveis. Segundo ele, as embalagens retornáveis possuem características negativas semelhantes às embalagens descartáveis. Estas semelhanças são caracterizadas não pela igualdade dos pontos negativos, mas, sim, pelos danos que são causados de modo geral. Por exemplo, as embalagens retornáveis geram custos de transporte direto e transporte de retorno, elas demandam controle de fluxo, recepção, reparos, armazenamento e de capital ativado, entre outros.

Em todas as ações citadas anteriormente existem reações intrínsecas que causam danos ao meio ambiente, como por exemplo, o grande uso de veículos que proporciona queima de combustível, utilização de materiais de consumo, entre outros. No entanto, ressaltam-se também os benefícios no uso de embalagens retornáveis, como por exemplo, a garantia de maior proteção aos produtos; o maior giro econômico envolvido com mais geração de empregos, não há descarte destas embalagens ao meio ambiente, entre outros. (LEITE, 2003)

Não descartando as condições e situações anteriores envolvendo as embalagens, tanto retornáveis quanto as descartáveis, o ciclo de utilização desta sempre deve ser levado em consideração, principalmente por este conceito estar ligado diretamente à condição logística de proceder quanto aos produtos transportados.

2.7 O CICLO DE UTILIZAÇÃO DAS EMBALAGENS NO PROCESSO DA LOGÍSTICA REVERSA

O conceito da logística reversa é complementado pelo do ciclo de utilização. Isso porque o tempo útil de um produto, do ponto de vista logístico, não termina apenas com a entrega do cliente. Por algum motivo os produtos tendem a retornar ao seu destino, seja por obsolescência, dano, avaria, ou qualquer outro motivo que os levem a retornar ao ponto de origem. (LACERDA, 2009)

O ciclo de embalagem na logística reversa pode ser observado sob diversos pontos de vista, sendo eles, financeiro, ambiental, logístico

e de custos. Na obra de Rogers (1999), ele destaca estes pontos de vista da seguinte forma:

- Financeiro: sob a ótica financeira, o ciclo de embalagem inclui em seu processo o valor aplicado em matéria-prima, na produção, na armazenagem e estocagem além do gerenciamento do fluxo reverso;

- Ambiental: na questão ambiental este processo está relacionado a avaliação pela qual um produto ou sua embalagem impacta sobre o meio ambiente. Está é uma abordagem contemporânea e de fundamental importância, pois, planejar o impacto ambiental significa definir um fluxo logístico onde, cada etapa do ciclo de utilização do produto ou embalagem reduz de forma evidente este fator;

- Logístico: do ponto de vista logístico é determinante o produto ser acondicionado de forma correta de forma que não hajam despesas com avarias ou danos e ainda o meio ambiente não seja afetado diretamente pelo uso indevido de embalagens inapropriadas;

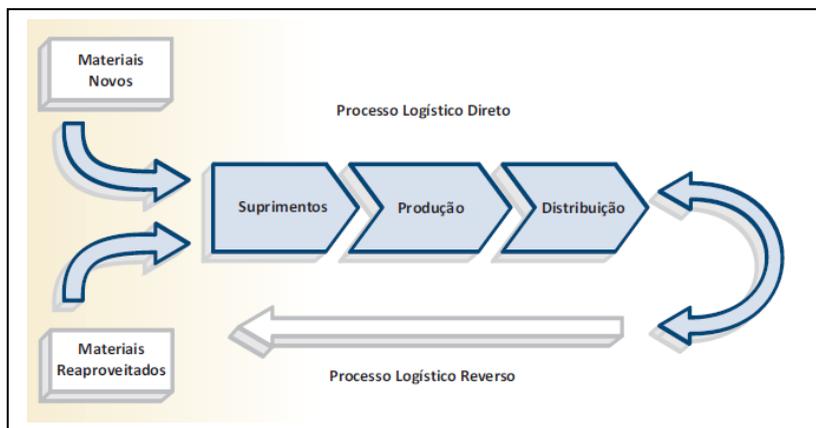
- Custos: os custos estão envolvidos em todos os pontos anteriormente citados, mas, é evidente que o custo de aquisição de matéria-prima, de produção, de armazenagem, além dos custos ambientais podem ser impactados diretamente, caso o ciclo de embalagem não seja usualmente correto e preciso em seu dimensionamento.

Assim, a logística reversa envolve em seu contexto todo o fluxo de planejamento, implementação e controle do fluxo de materiais e embalagens. Logo, a informação que gira em torno a logística reversa vai muito além da necessidade de reenvio de um produto, mas, ela envolve o ponto de origem de todo o processo e o destino, com objetivo de interligar cada ponto e gerar o maior número de dados possíveis.

A logística reversa já trabalha em sua origem com materiais reaproveitados que retornam ao ponto de origem, mas, o processo como um todo possui diversos tipos de complexidade, que podem fazer do processo uma junção de estratégia e expertise na condição de escolha do melhor acondicionamento do produto.

Esse processo envolve uma gama de atividades que a empresa utiliza para coletar, separar, embalar e expedir estes produtos de um ponto a outro, e a logística reversa contribui com estas atividades cuidando para que o produto seja acondicionado corretamente até seu retorno ao processo produtivo original conforme demonstrado pela Figura 3.

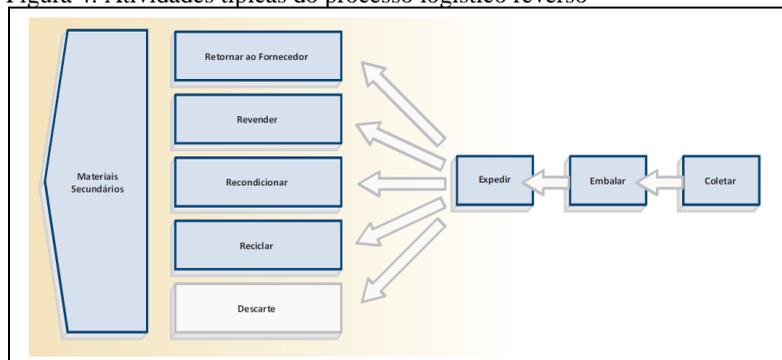
Figura 3 Representação esquemática dos processos logísticos direto e reverso



Fonte: Lacerda, 2009

A Figura 4 demonstra o esquema de atividades que envolvem o processo de logística reversa.

Figura 4: Atividades típicas do processo logístico reverso



Fonte: Lacerda, 2009

É importante destacar, conforme Lacerda (2009), que existem variantes quanto ao tipo de reprocessamento e às condições dos materiais que interferem diretamente no processo da logística reversa. Estas variantes englobam, o tipo de recondicionamento do materiais, se os materiais são recicláveis ou não, de forma que estas alternativas podem gerar um novo produto que entra novamente para o ciclo e origina um novo ponto de logística direta.

2.8 TIPOS DE EMBALAGEM EXISTENTES E SUA RELAÇÃO COM A LOGÍSTICA REVERSA

Como já foi dito anteriormente, a embalagem é peça fundamental para que a logística reversa aconteça de forma segura e eficaz. Ambientalmente analisando, a embalagem em alguns casos possui um ciclo de utilização que pode comprometer de alguma forma o meio ambiente, variando de acordo com material que é utilizado para sua confecção.

O material da embalagem pode ter diversas origens, como madeira, celulose, no caso de recursos renováveis ou mesmo de plástico derivado do petróleo, da classe dos recursos não renováveis.

O retorno de embalagens é uma questão tratada e discutida em diversos países, principalmente por meio de legislações que procuram delimitar a reutilização e o descarte das mesmas. Atualmente o Brasil traz em sua legislação atos específicos e destinados principalmente ao retorno de produtos de periculosidade consideradas alta, já que para esse tipo de produto o retorno acontece ao fim de sua vida útil, principalmente por estes conterem metais pesados, como por exemplo, baterias, algumas partes de equipamentos eletrônicos, pilhas entre outros. Para estes casos a logística atua de forma predominante, elevando a necessidade de um transporte especial para esse tipo de produto. É nesse momento que o tipo de embalagem é fundamental para que o produto a ser retornado seja acondicionado de forma segura. (FLEURY e SILVA, 2000)

Segundo Leite (2009), o tipo de embalagem utilizado na logística reversa está muito ligado à questão custo da embalagem. Esta relação afeta diretamente toda cadeia produtiva, a começar pelo estoque da matéria-prima até o transporte do produto final ao ponto de vendas. O transporte por sua vez, para ser realizado depende em grande parte da questão do peso, que irá determinar custos e receitas. Portanto, o tópico seguinte apresenta o cálculo do peso bruto e da cubagem para determinação do fator transporte.

2.8.1 Cálculo de peso bruto e cubagem

O peso bruto ou peso cubado das cargas são base de definições importantes para o transporte. Para Carvalho (2008), normalmente, com base nestas informações é que são calculados os valores dos transportes,

além de ser um fator importante para o manuseio de cargas e mercadorias.

Para realizar o cálculo de peso ou cubagem de uma carga deve-se seguir alguns passos pré-definidos por cálculo matemático como segue.

Segundo Gurgel (2007), a cubagem é calculada de modo geral usando-se as medidas existentes de comprimento, altura e largura de acordo com o volume apresentado. Em caso de volume cilíndrico, multiplica-se o diâmetro duas vezes conforme exemplos a e b.

a) 1 caixa com peso de 5Kg tem a cubagem de:

- 0,40 m (comprimento) x 0,40 m (altura) x 0,40 (largura). Logo a cubagem desta caixa é de $0,064 \text{ m}^3$

Lembrando que os fatores de transpasse ou fixação como pregos, grampos ou qualquer outro material de uso adicional à embalagem deve ser considerado.

b) 1 cilindro com peso bruto de 1.500 Kg:

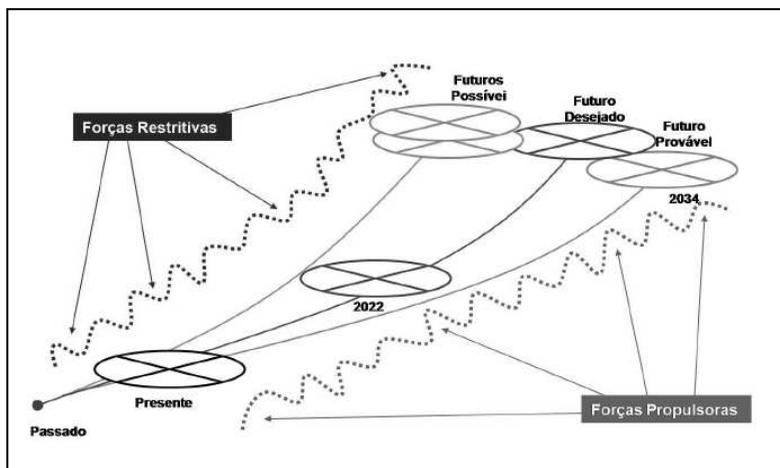
- 2,1 m (comprimento x 1,0 m (diâmetro) x 1,0 (diâmetro). Logo a cubagem desta caixa é de $2,10 \text{ m}^3$.

Apresentado o cálculo de cubagem, o tópico a seguir apresenta alguns dados importantes ao mercado automobilístico, que são parte importante do objeto em estudo.

2.8.2 O mercado automobilístico

Esta etapa do trabalho demonstrará um breve estudo sobre as tendências e perspectivas do mercado automotivo. Estas tendências são definidas por direcionamentos ou vetores cuja durabilidade indica como o setor se comportará no futuro. Os cenários podem apresentar-se de forma mais otimista, realista ou pessimista, mas, estas são condições direcionadas por diversos estudos e comportamento do mercado, além de políticas públicas e ações de desenvolvimento. A Figura 5 demonstra estas tendências.

Figura 5: Influência das tendências no setor automotivo



Fonte: Abdi, 2009

Os estudos realizados, como por exemplo, pela ABDI (2009) demonstram as tendências do mercado automobilístico e de autopeças, traçando um paralelo entre o passado do setor e um futuro estimado entre 22 e 25 anos. O estudo de diagnósticos do setor automotivo sinaliza que em função do porte e de sua complexidade, a cadeia automotiva brasileira e de autopeças concentram-se no final da cadeia econômica e são dependentes de estratégias globais e regionais definidas por grandes montadoras e sistemistas que atuam no país. O setor de autopeças Brasileiro, por exemplo, possui um parque de 650 empresas na base do Sindipeças¹ situadas em 11 dos 26 estados brasileiros. Seu faturamento gira em torno de US\$ 36 bilhões em 2007 e emprega mais 200 mil pessoas. Sua representatividade está na casa dos 5% do PIB industrial do país.

O mercado automotivo é responsável ainda pela comercialização e circulação nacional de uma frota de veículos considerável. As demandas, cada vez mais crescentes, incluem dentre outros veículos econômicos, mais leves, duráveis, compactos, além de menos custosos e agressivos ao meio ambiente. Tudo isso com a busca pela intensificação do desenvolvimento de materiais alternativos, mais leves, com melhor

¹ De acordo com a Pesquisa Industrial Anual (PIA), 1 realizada pelo IBGE, em 2005, as autopeças somavam 2.651 unidades locais (ULs) no Brasil e empregavam 260.766 pessoas.

durabilidade, recicláveis com baixo impacto ambiental. (SOARES, 2009)

O sistema tecnológico do futuro partindo da atualidade é baseado em “Tecnologias Verdes” ou “Limpas”, ou seja, são idéias e produtos que busquem a redução dos impactos sobre o meio ambiente, relevando diversos aspectos que remetam à sustentabilidade ambiental. Assim, o desenvolvimento de novos materiais e de novas formas de motorização são formas de tentar amenizar os impactos ambientais, além das mudanças inerentes ao transporte das partes e peças para amenizar os aspectos ambientais em toda cadeia produtiva e de comercialização. A reciclabilidade ou uso de materiais reciclados ou remanufaturados, os baixos (ou nulo) índice de emissões de CO₂ e outros gases do efeito estufa, entre outros fatores são conceitos de melhoria em prol do meio ambiente. (FLEURY e SILVA, 2000)

A consideração de uma tecnologia como “verde” leva em conta todo seu ciclo de utilização, considerando-se todo o balanço energético de gases emitidos em toda a cadeia produtiva. Este é um conceito amplo que proporciona diversas oportunidades de desenvolvimento para o setor.

2.8.3 O uso de embalagens no mercado automobilístico

No mercado em geral, algumas coisas se generalizam, como a questão do marketing para vendas, outras específicas para determinado setor como, por exemplo, a embalagem pode exercer a função de apresentação do produto, o que influencia significativamente no momento do consumo. A embalagem, se bem definida em sua forma, disposição e meio de utilização proporciona ao mercado um nicho de oportunidades unilaterais, determinando ao setor automobilístico uma forma de posicionar seus produtos perante o mercado. Isso faz com que o produto se apresente bem e forneça credibilidade perante o mercado em geral. (FELIZARDO e HATAKEYAMA, 2005)

As embalagens de papelão ainda têm um custo/benefício peculiar, e em caso de necessidade de resistência, principalmente para peças mais pesadas, a opção é a utilização de pallet interno feito de papelão, que também pode ser substituído por outras opções como o polipropileno, PVC e o isopor. (LEITE, 2003)

O uso de embalagens no setor automobilístico tem aumentando conforme o aumento produtivo do setor. Esta relação de crescimento pode ser observada no Quadro 3.

Quadro 3 – Evolução produtiva do setor automobilístico

ANO YEAR	Unidades / Units				
	AUTOMÓVEIS CARS	COMERCIAIS LEVES LIGHT COMMERCIALS	CAMINHÕES TRUCKS	ÔNIBUS BUSES	TOTAL TOTAL
1984	679.386	129.430	48.497	7.340	864.653
1985	759.141	134.413	64.769	8.385	966.708
1986	815.152	145.418	84.544	11.218	1.056.332
1987	683.380	148.847	74.205	13.639	920.071
1988	782.411	196.108	71.810	18.427	1.068.756
1989	730.992	205.008	62.699	14.553	1.013.252
1990	663.084	184.754	51.597	15.031	914.466
1991	705.303	182.609	49.295	23.012	960.219
1992	815.959	201.591	32.025	24.286	1.073.861
1993	1.100.278	224.387	47.876	18.894	1.391.435
1994	1.248.773	251.044	64.137	17.435	1.581.389
1995	1.297.467	239.399	70.495	21.647	1.629.008
1996	1.458.576	279.697	48.712	17.343	1.804.328
1997	1.677.858	306.545	63.744	21.556	2.069.703
1998	1.254.016	247.044	65.773	21.458	1.586.291
1999	1.109.509	176.994	55.277	14.934	1.356.714
2000	1.361.721	235.161	71.686	22.672	1.691.240
2001	1.501.586	214.936	77.431	23.163	1.817.116
2002	1.520.285	179.861	68.558	22.826	1.791.530
2003	1.505.139	216.702	78.960	26.990	1.827.791
2004	1.862.780	318.351	107.338	28.758	2.317.227
2005	2.011.817	365.636	118.000	35.387	2.530.840
2006	2.092.003	379.208	106.644	34.474	2.612.329
2007	2.391.354	412.487	137.281	38.986	2.980.108
2008	2.545.729	458.806	167.330	44.111	3.215.976
2009	2.575.418	449.337	123.633	34.535	3.182.923
2010	2.825.974	582.659	191.621	45.879	3.646.133

* Montados e desmontados (CKD) / Assembled and CKD.

Fonte: ANFAVEA, 2011

Ao tomar-se como base a produção do ano de 1984 conforme Quadro 3, é possível perceber a evolução da produção de veículos em geral. Esta evolução até o ano de 2010 passou de 300 por cento, elevando assim o pensamento que, o consumo de embalagem superou esta marca, já que, o consumo de peças aumenta com esta evolução produtiva e à medida em que os veículos vão ficando mais velhos e necessitam de mais peças.

Contudo, as considerações teóricas abordaram temas importantes que enaltecem as conceituações de embalagens e da logística reversa. Assim, a base para comparação entre o uso do melhor tipo de embalagem em um fluxo de logística reversa será suportado pelos capítulos seguintes que apresentarão os métodos e os meios de aplicação da pesquisa.

METODOLOGIA

3.1 APLICAÇÃO METODOLÓGICA

Para Vergara (2007, p. 12) “método é um caminho, uma forma, uma lógica de pensamento. Basicamente, há três grandes métodos: (a) hipotético-dedutivo; (b) fenomenológico; (c) dialético.”

Elevando-se a conceituação de cada método, o primeiro, Hipotético-dedutivo é uma herança do positivismo, que vê um mundo existencialista, independente da apreciação que alguém faça dele e independente do olho do observador. Deduz alguma coisa a partir da formulação de hipóteses que são testadas e busca regularidades e relacionamentos causais entre elementos. Eles permitem que dados coletados sejam convertidos em gráficos e tabelas que revelam a fotografia de um momento específico, ou de um período de tempo. Já o método fenomenológico opõe-se ao primeiro e destaca que algo só pode ser entendido a partir do ponto de vista das pessoas que estão vivendo e experimentando. Já o método dialético, assim como o método fenomenológico opõe-se à corrente positivista, mas destina-se ao estudo de processos, ressaltando que a sociedade constrói o homem e, ao mesmo tempo, é por ele construída. (VERGARA, 2007)

No presente estudo conforme conceituação anterior utilizar-se-á o método hipotético-dedutivo, dentro do contexto de aplicação da logística reversa e da comparação no uso de embalagens descartáveis e retornáveis como hipótese de melhorias sustentáveis.

Outro conceito metodológico de grande relevância aplicado por Vergara (2007, p. 11) ressalta que:

A atividade básica da ciência é a pesquisa. Todavia, convém não esquecer que as lentes do pesquisador, como as de qualquer mortal, estão impregnadas de crenças, paradigmas, valores. Negar isso é negar a própria condição humana de existir. Refuta-se, portanto, a tão decantada “neutralidade científica”.

Baseado na afirmativa anterior, o presente estudo contará com métodos científicos específicos para sua delimitação e desenvolvimento. Assim, baseado na obra de Vergara (2007), a aplicação dos métodos aconteceram quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, a pesquisa contará com método descritivo, que tem por premissa a exposição de características de determinada população ou fenômeno, estabelecendo correlações entre variáveis definidos por sua natureza. No presente estudo a pesquisa descritiva apoiará o estudo sobre as características da logística reversa e a caracterização da embalagens a ser utilizadas no processo.

Outro tipo de pesquisa que delimita esta pesquisa é a Pesquisa Aplicada, que tem por característica a solução de problemas concretos, mais imediatos ou não. Nesse caso, ela motiva a curiosidade intelectual, em saber, qual é a melhor embalagem a ser utilizada em um fluxo de logística reversa, sob a ótica econômica sustentável e a ótica ambiental.

Quanto aos meios de investigação a pesquisa contará com uso da Pesquisa Bibliográfica que é o estudo sistematizado e motivado por pesquisas publicadas em livro, revistas, jornais, redes eletrônicas, ou qualquer outro material acessível ao público em geral. Assim, neste ponto contou-se com a pesquisa por diversos pontos ligados à logística reversa e os tipos de embalagens existentes.

Também utilizar-se-á do Estudo de Caso. Esta por sua vez é circunscrita por pessoa, família, produto, empresa, órgão público, comunidade ou mesmo país. É marcada pela profundidade e detalhamento das informações e pode ou não ser realizada no campo. Com isso, a pesquisa de campo apoiará o estudo que está correlacionado a uma operação logística na cidade de Betim, Minas Gerais, contando com situações do cotidiano da empresa em estudo.

Quanto à natureza da pesquisa utilizou-se a Pesquisa Qualitativa e Quantitativa. Qualitativa por abordar a logística reversa e o uso de embalagens descartáveis e retornáveis na empresa em estudo, destacando as características de rotas, veículos e embalagens a serem utilizadas. A pesquisa quantitativa proporcionou a demonstração de quadros comparativos e tabelas com informações numéricas e técnicas de embalagens e rotas utilizadas como fator de pesquisa.

3.2 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Baseado na aplicação metodológica teórica, apresentada no tópico anterior, a pesquisa é aplicada e desenvolvida a partir de métodos testados e comprovados baseados no uso de embalagens descartáveis e retornáveis na logística reversa.

Inicialmente a escolha pelo tema em questão foi pautado por situações que poderiam ser vivenciadas e aplicadas em qualquer

empresa que utilize embalagens no fluxo logístico. Mas foi pensado também na aplicação deste tema na empresa em estudo e na possibilidade de contribuição para o meio acadêmico.

A partir da escolha do tema, delimitou-se a área e, por meio de reuniões entre pesquisador e equipe de engenharia da empresa em estudo buscaram-se alternativas que pudessem compor a pesquisa de modo que sua aplicação fosse imediata.

Na primeira reunião, foram apresentadas as embalagens que são utilizadas atualmente pela empresa em estudo e as rotas de transporte. Baseados nestes pontos iniciaram os estudos de delimitação do processo de utilização de embalagens retornáveis e da utilização da logística reversa.

Na segunda reunião foram definidas as embalagens que seriam testadas, sendo elas: Papelão Reciclado, Papelão ondulado onda BC Kraft, Papelão ondulado Triwall Kraft, Polionda e Madeira. A base de escolha dos materiais das embalagens citados anteriormente foi determinada a partir da necessidade que cada concessionário demanda, além do tipo de material de embalagem existente, atualmente no mercado, e na empresa em estudo. A empresa conta ainda com a utilização de mais de 200.000 tipos de embalagens diferentes dentre os materiais especificados. Os detalhes técnicos apurados para estas embalagens estão apresentados no desenvolvimento prático desta pesquisa. A rota utilizada teve como critério de escolha a distância, em função da necessidade dos resultados de forma mais prática e rápida, o deslocamento do ponto de origem até o destino final. A partir destes pontos de análise conclui-se que a melhor rota seria para a região metropolitana de Belo Horizonte. Haveria, no entanto, a possibilidade de utilizar-se de outras rotas espalhadas pelo Brasil, mas, isso tornaria o desenvolvimento da pesquisa mais lento em função da dificuldade de análises dos pontos de destino, do tempo gasto tanto no transporte quanto no retorno dos resultados além do aumento de complexidade das informações.

Com isso, a pesquisa teve seu desenvolvimento teórico e prático seguindo na mesma linha de estudo, dentro de uma empresa de prestação de serviços logísticos, conforme apresentação do tópico a seguir.

3.2.1 Apresentação geral do ambiente de estudo

A apresentação do ambiente de estudo tem por finalidade demonstrar descritivamente e estatisticamente como é o fluxo logístico de Centro de Distribuição de peças e acessórios das montadoras.

A empresa em estudo está localizada na cidade de Betim em Minas Gerais, cuja localização é estratégica por estar em um pólo industrial, por estar situado na região metropolitana de Belo Horizonte, além de estar próximo às principais saídas de escoamento de produção do estado, possibilitando a constante melhoria no processo logístico em geral.

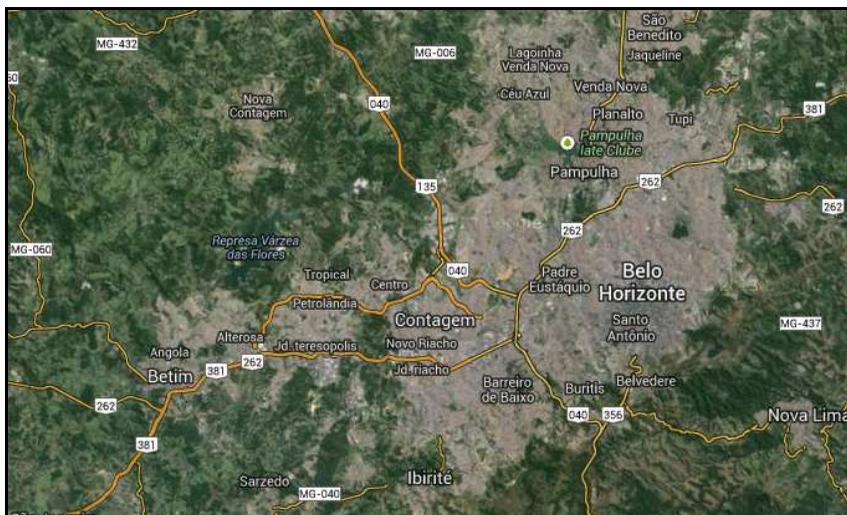


Figura 6: Local de estudo

Fonte: Dados da pesquisa

Além disso, a empresa em estudo atende as principais montadoras do mundo em todos os continentes. No Brasil, ela iniciou suas operações em Minas Gerais e hoje se consolidou como líder neste setor, oferecendo soluções completas para todas as grandes montadoras e seus fornecedores. Os serviços incluem recebimento, armazenagem e distribuição, rotas *milk run*², entregas JIT³, gestão de operações de cross-dock, projeto de containers para peças especializadas,

² Milk run – sistema que consiste na coleta programada de produtos/peças

³ JIT – Just in Time: no tempo correto

sequenciamento e sub-montagem de peças e atividades de CKD (*Complete Knock Down*⁴). Esta empresa trabalha com toda a cadeia de suprimentos, incluindo não apenas o fluxo de bens, como também o fluxo de informações. Os serviços incluem todas as atividades logísticas nas diferentes fases da cadeia de suprimentos, desenhando, implementando e operando complexas cadeias de abastecimento em escalas nacionais, regionais ou globais para médios e grandes empreendimentos.

A empresa é especialista no gerenciamento da *supply chain*. Sua missão é agregar valor aos clientes por meio de soluções sólidas e confiáveis para cadeias de suprimentos em escala nacional, regional e global.

3.2.2 O fluxo logístico atual na empresa em estudo

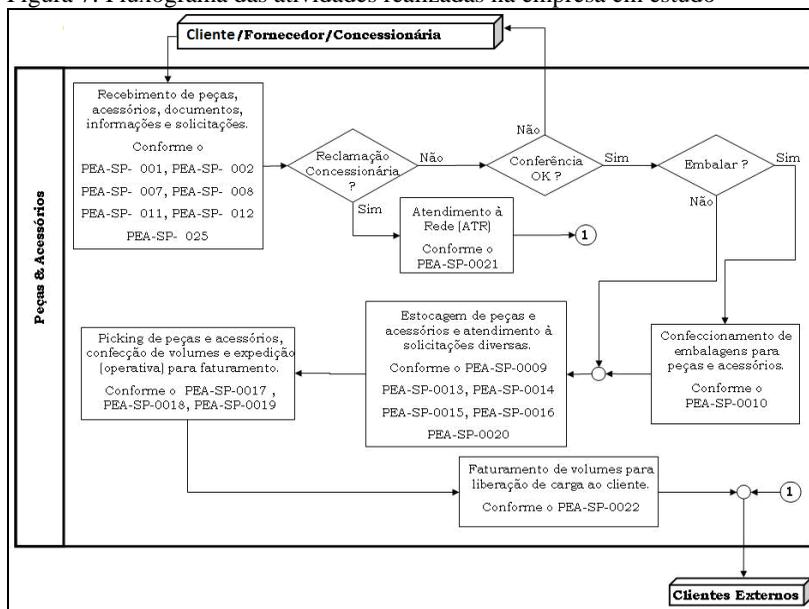
A empresa em estudo atende ao conceito chamado de “Serviço de pós venda” que é aplicável a bens de consumo de uma determinada montadora do âmbito nacional. No parâmetro de prestação de serviços, as atividades são baseadas em acessória e desenvolvimento de transporte, armazenagem, recebimento e distribuição de produtos.

Para realização da armazenagem e distribuição destes produtos, a empresa utiliza de diversos tipos de embalagens, prevalecendo-se basicamente o uso de embalagens descartáveis. O destino final destes produtos são as concessionárias (Clientes externos), que recebem os produtos juntamente com estas embalagens e revendem para o consumidor final. A demonstração do macro fluxo de atividades da empresa em estudo está representada pela Figura 7.

Na Figura 7 existem siglas próprias da empresa em estudo, como por exemplo, PEA que é o ponto de origem que é denominado de Peças e Acessórios. Além deste existe a sigla SP seguida de numeração, que determina o controle interno de documentação da empresa.

⁴ Complete Knock Down – Completamente desmontado

Figura 7: Fluxograma das atividades realizadas na empresa em estudo



Fonte: Gestão da qualidade/empresa em estudo, 2013

Além do fluxo apresentado pela Figura 7, a empresa conta com um almoxarifado de embalagens para embalo e armazenagem dos produtos que são recebidos diariamente. No fluxo proposto pela pesquisa em desenvolvimento, algumas embalagens descartáveis que atendem ao fluxo da região metropolitana de Belo Horizonte serão substituídas por embalagens retornáveis, que permitirá a comparação com o atual fluxo que possui embalagens descartáveis.

Os desenvolvimentos da pesquisa, assim, como os métodos aplicáveis, estão descritos no tópico seguinte detalhado em macro fluxos de elaboração da pesquisa e do projeto embalagem retornável.

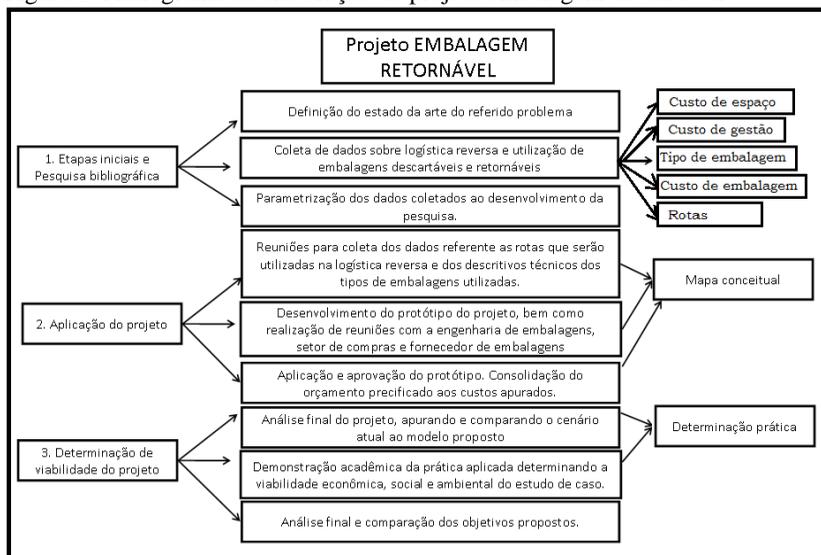
3.2.3 Utilização de embalagens descartáveis ou retornáveis

A elaboração da pesquisa contou com apoio da equipe de engenharia logística da empresa em estudo, que auxiliou com a aplicação do projeto e controle estatístico de situações a serem observadas durante seu desenvolvimento.

Explicando a Figura 8 em detalhes, o projeto que foi denominado Embalagem Retornável e serviu de base para elaboração deste estudo

contou inicialmente com a etapa de pesquisa bibliográfica, onde foram pesquisados obras e autores que abordavam o assunto em questão, principalmente no que tange embalagens e logística reversa.

Figura 8: Fluxograma da elaboração do projeto embalagem descartável



Fonte: Dados da pesquisa

Em seguida foram elaboradas reuniões que ajudaram na coleta de dados e na formação e definição de volumes, criação das rotas de transporte, e definição dos clientes externos que estariam envolvidos em todo o processo de aplicação. Nesta etapa o encontro com os clientes externos foi de extrema importância, principalmente porque foram avaliados pontos como, capacidade de recebimento e armazenagem das embalagens, sendo que foi destacada a necessidade de um espaço específico para que as embalagens de retorno fossem guardadas. A partir daí estudou-se este custo de espaço para o cliente, onde foi pesquisado quanto custaria o m² na região para criação de pequenos armazéns de embalagem retornável.

Após reuniões com os setores de engenharia da empresa em estudo, setor de compras e os fornecedores de embalagens, foi possível determinar as principais bases de custos que envolveriam o projeto, sendo que neste instante já havia a aprovação do protótipo, permitindo assim o início da criação do orçamento e precificação dos custos por embalagem em função do fluxo de transporte a ser seguido. Estas

informações permitiram o comparativo entre os tipos de embalagem dentro do fluxo da logística reversa.

APLICAÇÃO DE EMBALAGENS PARA LOGÍSTICA REVERSA

Para o desenvolvimento da pesquisa em questão, o planejamento sobre a melhor embalagem a ser utilizada é fundamental para um bom fluxo logístico. A embalagem ideal proporciona o fluxo perfeito, desde a armazenagem do produto até seu envio ao destino final.

Neste trabalho a embalagem terá um fator de peso no estudo, pois a logística reversa conceituada e aplicada terá como foco o uso do melhor tipo de embalagem, seja ela retornável ou descartável.

As embalagens podem ser divididas sob diversas características, mas as principais abordadas nesta pesquisa retratam sobre as embalagens descartáveis e retornáveis. As embalagens descartáveis podem ser construídas a partir de diversos produtos como madeira (pinus e eucalipto), micro-ondulados, polietileno de baixa densidade, papelão (Kraft e reciclado). As embalagens retornáveis acondicionam os produtos, neste caso as peças automotivas, em embalagens metálicas (ferro e alumínio). Ambos os casos possuem características peculiares e são de suma importância no fluxo de logística reversa.

4.1 VOLUMES EXPEDIDOS

No ambiente em estudo inerente ao Centro de Distribuição de Peças e Acessórios, os volumes expedidos podem ser subdivididos conforme apresentação da Tabela 1, que demonstra os volumes em função dos tipos de embalagem que é utilizado atualmente.

Tabela 1 – Volume total de expedição empresa em estudo Centro de Distribuição

Volume Total Centro de Distribuição – MI Mensal						
Rótulos de Linha	Quantidade de	% Quantidade	Peso Bruto [Kg]	% Peso Bruto	Peso Cubado [m ³]	% Peso Cubado
Papelão	156.048	70,95%	1.040.028,37	61,65%	11.743,87	58,56%
Madeira	11.113	5,05%	349.101,62	20,69%	5.550,00	27,67%
Saco plástico	50.225	22,83%	283.811,79	16,82%	2.757,95	13,75%
Etiqueta	2.558	1,16%	14.059,75	0,83%	2,46	0,01%
Cartolina	3	0,00%	25,14	0,00%	0,00	0,00%
Total geral	219.947	100,00%	1.687.026,67	100,00%	20.054,29	100,00%

Fonte: Empresa em estudo

NOTAS: Dados da pesquisa.

Dos volumes totais, a maior participação é do papelão com 70,95%, e da mesma forma que em peso bruto e cubado este material de embalagem é o mais consumido para expedição de peças em toda a rede de concessionárias que este Centro de Distribuição atende.

Além disso, os volumes em peso bruto são expressivos sendo que são expedidos mensalmente mais de mil toneladas de papelão, e mais de duzentas toneladas de saco plástico, oriundo da necessidade imposta pelas atividades exercidas. Em peso bruto percentual o papelão representa 61,65% dos volumes expedidos, a madeira 20,69% e o saco plástico 16,82% do peso total que é de 1.687 toneladas de materiais.

A Tabela 2 demonstra os volumes expedidos em função do tipo de embalagem utilizada na distribuição de peças na região metropolitana de Belo Horizonte, que é o objeto em estudo.

Tabela 2 – Volume atendimento MG de expedição Centro de Distribuição

Volume Centro de Distribuição – MG Mensal						
Rótulos de Linha	Quantidade	% Quantidade	Peso Bruto [Kg]	% Peso Bruto	Peso Cubado [m ³]	% Peso Cubado
Papelão	23.555	70,84%	144.795,59	67,20%	1.733,08	65,28%
Madeira	1.483	4,46%	25.289,11	11,74%	492,38	18,55%
Saco plástico	7.786	23,42%	43.060,12	19,99%	428,97	16,16%
Etiqueta	425	1,28%	2.316,99	1,08%	0,42	0,02%
Total geral	33.249,05	100,00%	215.461,81	100,00%	2.654,84	100,00%

Fonte: Empresa em estudo

NOTAS: Dados da pesquisa.

Para os volumes totais referente a rede de distribuição de MG, os volumes de atendimento do Centro de Distribuição, assim como no fluxo total, tem em sua totalidade a utilização de papelão como principal produto de suas embalagens com percentual de 70,84% em quantidade e 67,2% em peso bruto e 65,28% em peso cubado. Para o peso bruto e no fluxo MG, a madeira tem menor representatividade que o saco plástico, representando respectivamente 11,74% e 19,99% do peso total de 215 toneladas.

A Tabela 3 demonstra a representatividade de cada material utilizado em função do volume total apresentado na Tabela 1 visando um comparativo dos volumes MG em função dos volumes totais da operação.

Tabela 3 – Representatividade de embalagens utilizadas no fluxo MG do Centro de Distribuição.

Volume Centro de Distribuição Mensal - MG – Representatividade			
Rótulos de Linha	% Quantidade	% Peso Bruto	% Peso Cubado
Papelão	10,71%	8,58%	8,64%
Madeira	0,67%	1,50%	2,46%
Saco plástico	3,54%	2,55%	2,14%
Etiqueta	0,19%	0,14%	0,00%
Total geral	15,12%	12,77%	13,24%

Fonte: CEVA Logistics

NOTAS: Dados da pesquisa.

Na representatividade de materiais de embalagens do fluxo de Minas Gerais, o papelão possui 10,71% em relação ao fluxo total, sendo que, em relação ao peso bruto o mesmo representa 8,58% e no peso cubado 8,64% do total.

Esta representatividade do papelão se deve principalmente às suas características de utilização, já que pode servir como embalagem de transporte e embalagem de apresentação conforme demonstrado pela Figura 9.

Figura 9: Utilização de embalagem de papelão no Centro de Distribuição.

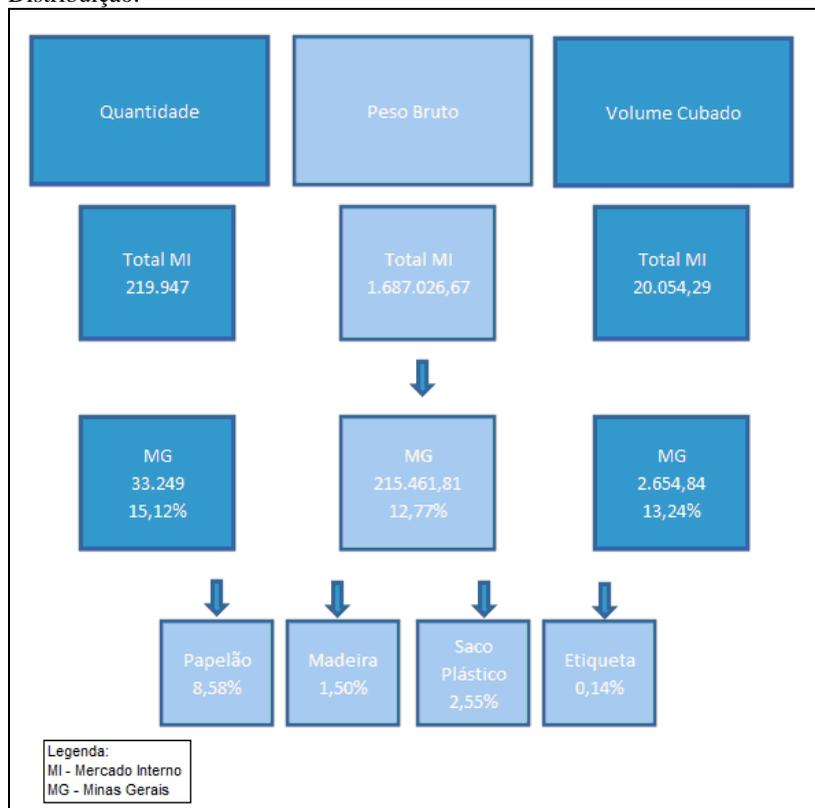


Fonte: Elaborado pelo autor

Nos dados apresentados, tanto no Brasil quanto na região metropolitana de Belo Horizonte, que é objeto do estudo, optou-se por utilizar os volumes expedidos por papelão como objeto de análise, em relação aos demais materiais passíveis de serem utilizados. Para isso, utilizar-se-á a caixa de papelão reciclável, que tem por característica ser descartável com especificações que serão apresentadas posteriormente.

A Figura 10 demonstra esta representatividade conforme sua distribuição das informações apresentadas.

Figura 10: Fluxo de representatividade dos materiais utilizado no Centro de Distribuição.



Fonte: Elaborado pelo autor

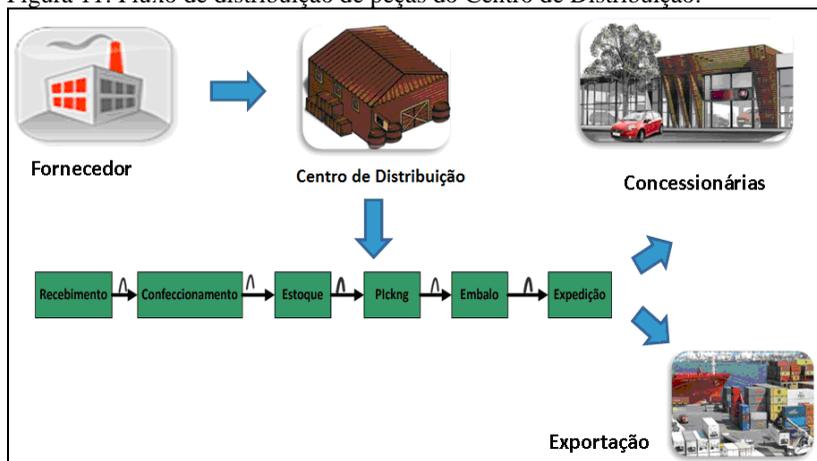
Todo o fluxo de volumes e embalagens utilizados para realização das atividades de distribuição de Peças e Acessórios da empresa em estudo servem para atendimento das necessidades de consumidores que

são atendidos pela rede de concessionárias. O tópico seguinte destaca como este atendimento é realizado.

4.1.1 Atendimento às concessionárias

O fluxo de atendimento à rede de concessionárias da empresa em estudo consiste basicamente no roteiro apresentado pela Figura 11.

Figura 11: Fluxo de distribuição de peças do Centro de Distribuição.



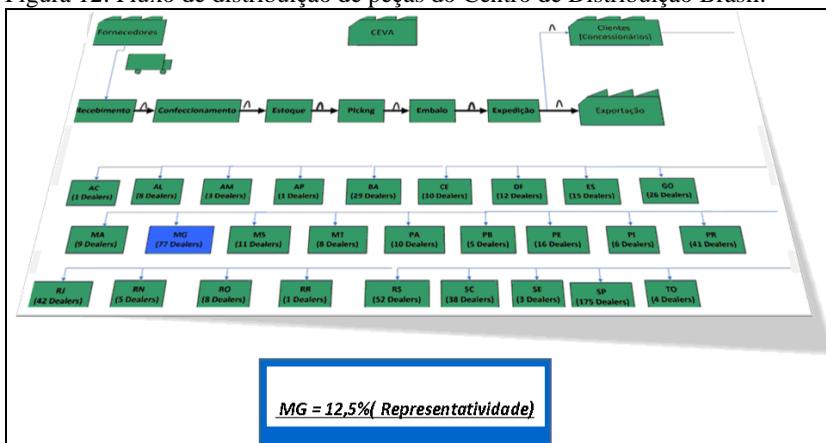
Fonte: Elaborado pelo autor

O fluxo de distribuição de peças inicia-se pela produção que neste caso é denominado fornecedor, que envia para o Centro Distribuição de Peças e Acessórios. Neste ponto, os produtos passam por um processo de recebimento, confeccionamento (acondicionamento das peças), estocagem, *picking*⁵, embalagem e expedição das peças e acessórios para rede de concessionárias e para exportação.

Todo este fluxo atende concessionárias no Brasil e no exterior, abastecendo-lhes conforme a necessidade e demanda de seus clientes. Anualmente são expedidos aproximadamente 36.000.000 (trinta e seis milhões) de peça para todo o Brasil e diversos outros países.

⁵ Picking: Consiste na atividade de coleta de peças no armazém conforme necessidade informada pela rede de concessionárias. Também pode ser conhecido como order picking, ou seja, atividade de separação e preparação de pedidos.

Figura 12: Fluxo de distribuição de peças do Centro de Distribuição Brasil.



Fonte: Elaborado pelo autor

A região metropolitana de Belo Horizonte possui 11 concessionários que formarão o fluxo de logística reversa que será estudado e analisado conforme objetivo apresentado.

4.2 A LOGÍSTICA REVERSA APLICADA

Para que haja a utilização plena da logística reversa é necessário primeiramente determinar os fatores que são inerentes ao processo. Um fator importante que deve ser considerado é o conceito do “ciclo de utilização”, explicado anteriormente. Outro fator que possui uma importância diferenciada é a questão do transporte como um todo.

4.2.1 Ciclo de utilização de embalagens

A duração de um produto, sob o ponto de vista logístico, pode ir muito além que sua simples entrega ao consumidor final. Por diversos motivos, produtos podem retornar ao ponto de origem, como por exemplo, obsolescência, dano ou avaria, recusa na aquisição, enfim, alguns motivos como apresentados promovem o retorno do produto ao seu ponto de origem devendo estes ser descartados, reparados ou reaproveitados de forma correta e criteriosa.

No trabalho em questão a utilização de embalagens para transporte dos produtos pode ser constituída a partir de diversos produtos, sendo estes relacionados no Quadro 4 que apresenta a relação

do ciclo de utilização aproximado de cada um. É importante destacar que o ciclo de utilização representa aproximadamente a quantidade de vezes que o produto à base do material informado poderá ser utilizado, ou seja, uma viagem de ida e retorno é caracterizada 1 (hum) ciclo.

Quadro 4 – Ciclo de utilização de embalagens utilizadas na logística reversa

Tipo de material	Tempo ciclo
Papelão Reciclado	1
Papelão ondulado onda BC Kraft	6
Papelão ondulado Triwall Kraft	180
Polionda	200
Madeira	250

Fonte: Engenharia logística da empresa em estudo

Na determinação do fluxo logístico definiu-se que os tipos de materiais utilizados são: papelão, polionda e madeira. Conforme apresentado pelo Quadro 4, o papelão pode ter três tipos de ciclos diferentes, o primeiro pode ser utilizado em aproximadamente 1 (hum) ciclo e o segundo modelo pode ser utilizado em aproximadamente 6 (seis) e o terceiro em 180 (cento e oitenta) ciclos. O poliondas pode ser utilizado em aproximadamente 200 (duzentos) ciclos e a madeira pode ser utilizada em aproximadamente 250 (duzentos e cinqüenta) ciclos. A informação destes ciclos está baseada na determinação do fabricante de cada uma das embalagens, mas também foram realizados testes para comprovar se cada embalagem realmente suporta a quantidade de ciclos informados.

4.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS EMBALAGENS UTILIZADAS

Neste tópico da pesquisa, buscou-se informações sobre as características dos materiais que compõe as embalagens analisadas para o fluxo da logística reversa. As embalagens analisadas são:

- ✓ Papelão Reciclado
- ✓ Embalagem Kraft
- ✓ Embalagem Triwall
- ✓ Embalagem Polionda
- ✓ Embalagem Madeira

O Papelão Reciclado possui as seguintes especificações técnicas:

Dimensões (mm):

Dim. int.: 1270 x 660 x 430;

Papelão Ondulado de Parede Dupla (ONDA BC);

Especificação do papelão para caixa:

- Gramatura (Referencia) = 996 g/m²;
- Coluna (Mínimo) = 10,5 kgf/cm;
- Mullen (Mínimo) = 11,5 kgf/cm²;
- Peso líquido aproximado da caixa = 6,779 kg
- Ciclo de Utilização = 1 ciclos

A Figura 13 apresenta as fotos do tipo de caixa especificada.

Figura 13: Caixa de papelão reciclado



Fonte: Dados da pesquisa

A embalagem de papelão tipo Kraft possui as seguintes especificações técnicas:

Dimensões (mm):

Dim. int.: 1200 x 660 x 430;

Papelão Ondulado (onda BC);

Especificação do papelão para caixa:

- Gramatura (Referencia) = 1.200 g/m²;

- Peso líquido aproximado da caixa = 4,975 kg

- Ciclo de Utilização = 6 ciclos

A Figura 14 apresenta foto da caixa de papelão tipo Kraft.

Figura 14: Caixa de papelão tipo Kraft



Fonte: Dados da pesquisa

As características da embalagem de papelão do tipo Triwall estão relacionadas da seguinte forma:

Dimensões (mm):

Dim. int.: 1485 x 1050 x 705;

Papelão Ondulado de Parede Triplex (ONDA ABA);

Especificação do papelão para caixa:

- Gramatura (Referencia) = 1200 g/m²;
- Coluna (Mínimo) = 22,0 kgf/cm;
- Mullen (Mínimo) = 39,0 kgf/cm²;
- Peso líquido aproximado da caixa = 6,545 kg
- Ciclo de utilização = 180 ciclos

A Figura 15 apresenta foto da caixa de papelão tipo Kraft.

Figura 15: Caixa de papelão do tipo Triwall



Fonte: Dados da pesquisa

A embalagem do tipo Polionda possui como características técnicas os seguintes dados:

Dimensões (mm):

Dim. int.: 850 x 630 x 480;

Polionda (ONDA B);

Especificação do material para caixa:

- Gramatura (Referencia) = 1200 g/m²;
- Peso líquido aproximado da caixa = 6,00 kg
- Ciclo de utilização = 200 ciclos

A Figura 16 apresenta foto da caixa do tipo polionda.

Figura 16: Caixa de polionda



Fonte: Dados da pesquisa

Por fim, a embalagem madeira, Figura 17 possui como características técnicas os seguintes dados:

Dimensões (mm):

Dim. int.: 850 x 630 x 480;

Madeira tipo pinus;

Especificação do material para caixa:

- Peso líquido aproximado da caixa = 9,5 kg
- Ciclo de Utilização = 250 ciclos

Figura 17: Caixa de madeira

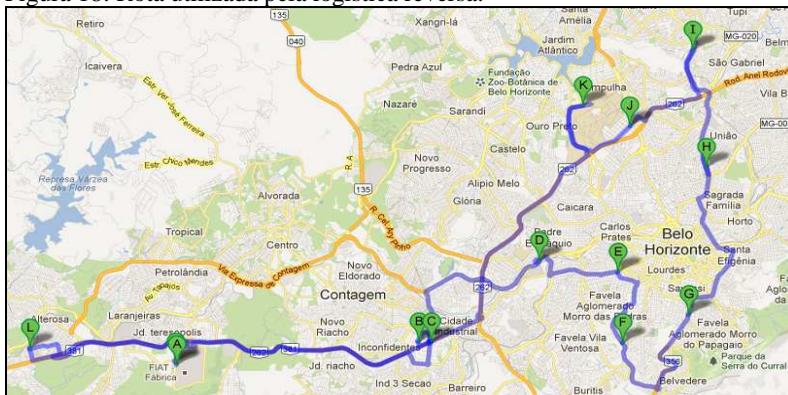


Fonte: Dados da pesquisa

4.3.1 As rotas utilizadas

As rotas totais a serem utilizadas para efeito de análise tem como ponto inicial a cidade de Betim em Minas Gerais e o ponto final será a cidade de Belo Horizonte, também em Minas Gerais, podendo ainda contar com pontos de distribuição na região metropolitana, conforme disposto na Figura 18.

Figura 18: Rota utilizada pela logística reversa.



Fonte: Elaborado pelo autor – Google maps.

Para melhor visualização dos pontos de entrega e destino inicial e final, rotulou-se os pontos por ordem alfabética, onde, a primeira rota inicia-se no ponto “A” e o último ponto é denominado de “L”.

Além disso, as rotas foram subdividas em 4 rotas e dispostas em um fluxo que sempre irá iniciar no ponto A.

Para as rotas informadas foram coletados as seguintes informações sobre distância, transit-time, tempo de descarga e meio de transporte utilizado:

Tabela 4 – Rota de entrega para região da grande BH - Rota 1

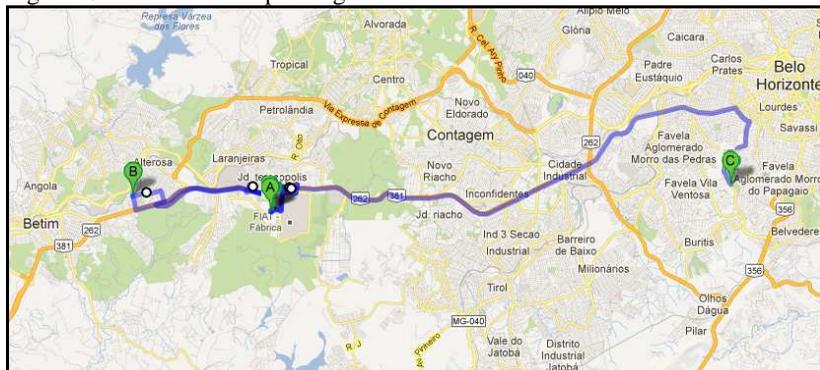
Rota 1	Distância KM	Transit-time	Tempo de Descarga	Tempo Total Distribuição Horas	Meio de Transporte
IDA e Volta	Ponta de partida	0,00	0,00	0,00	Caminhão ¾
Partida A – B	18	0,90	1,5	2,40	
Partida A – C	54	2,69	1,5	4,19	
TOTAL	72	3,59	3,00	6,59	

Fonte: Empresa em estudo

Para as rotas especificadas nas Tabelas 4 a 7 foram informadas a distância de uma para outra e a kilometragem total percorrida. Além disso, o tempo gasto em trânsito para descarga foi baseado em informações de mapeamento que podem variar dependendo de vários fatores, como trânsito, clima, eventualidades, entre outros.

Além das tabelas informadas, os Mapas das respectivas rotas de 1 a 4 estão apresentados nas Figuras de 19 a 22.

Figura 19: Rota utilizada pela logística reversa - Rota 1.



Fonte: Elaborado pelo autor – Google maps.

A Rota 1 conforme demonstrado pela Figura 19 apresentou dois pontos de entrega, sendo que o ponto B está na região metropolitana de

Belo Horizonte. Esta rota por completo totaliza 72 Km e o tempo em trânsito é de 3,59 horas entre saída e retorno.

Tabela 5 – Rota de entrega para região da grande BH - Rota 2

Rota 2	Distância KM	Tempo em Minutos	Tempo de Descarga	Tempo Total	Meio de Transporte
IDA e Volta	Ponta de partida	0,00	0,00	0,00	Caminhão $\frac{3}{4}$
Partida A – D	25	1,25	3,5	4,75	
TOTAL	25	1,25	3,50	4,75	

Fonte: Empresa em estudo

A Rota 2 contempla em seu percurso 25km, sendo que o tempo em trânsito é de 1,25 horas. Esta rota contempla apenas um ponto de entrega na região metropolitana de Belo Horizonte.

Figura 20: Rota utilizada pela logística reversa - Rota 2.



Fonte: Elaborado pelo autor – Google maps.

A Rota 3 e seus respectivos dados estão determinados na Tabela 6.

Tabela 6 – Rota de entrega para região da grande BH - Rota 3

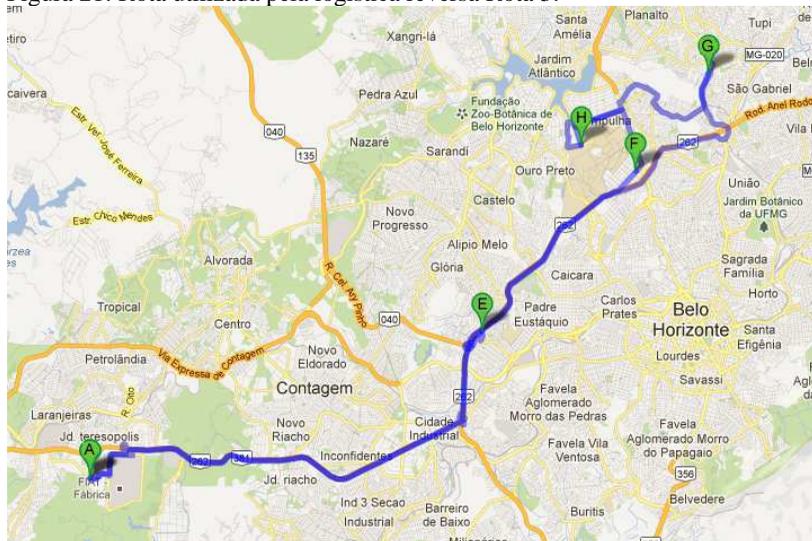
Rota 3	Distância KM	Tempo em Minutos	Tempo de Descarga	Tempo Total	Meio de Transporte
	Ponta de partida	0,00	0,00	0,00	Caminhão $\frac{3}{4}$
Partida A – E	31	1,55	0,50	2,05	
Partida A – F	7	0,35	0,50	0,85	
Partida A – G	5	1,30	2,00	3,30	

Partida A – H	9	0,45	1,00	1,45
Retorno H – A	18	0,90	0,00	0,90
TOTAL	70	4,55	4,00	8,55

Fonte: Empresa em estudo

A Rota 3 contempla um fluxo de distribuição em quatro pontos distintos com localização na cidade de Belo Horizonte. Esta rota contempla um percurso total de 70 Km, sendo que o tempo em trânsito é de 4,55 horas.

Figura 21: Rota utilizada pela logística reversa Rota 3.



Fonte: Elaborado pelo autor – Google maps.

A Tabela 7 demonstra as informações da Rota 4, que abrange quatro pontos de entrega.

Tabela 7 – Rota de entrega para região da grande BH Rota 4

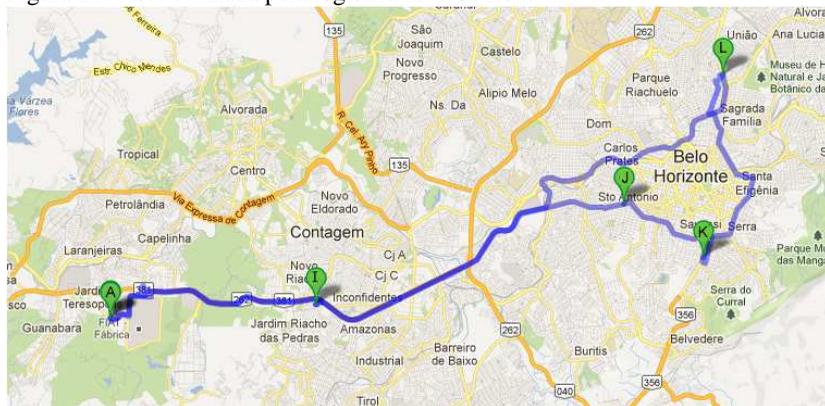
Rota 4	Distância KM	Tempo em Minutos	Tempo de Descarga	Tempo Total	Meio de Transporte
	Ponta de partida	0,00	0,00	0,00	Caminhão ¾
Partida A – I	8	0,40	0,25	0,65	
Partida A – J	12	0,60	0,50	1,10	
Partida A – K	5	0,25	0,50	0,75	
Partida A – L	8	0,40	0,50	0,90	

Retorno L – A	27	1,35	0,00	1,35
TOTAL	60	3,00	1,75	4,75

Fonte: Empresa em estudo

A Rota 4 abrange quatro pontos de entrega, sendo que, um deles, o ponto I está localizado na região metropolitana de Belo Horizonte, e os demais estão localizados na cidade de Belo Horizonte. Esta Rota totaliza 60 Km, sendo que o tempo em trânsito é de 3 horas.

Figura 22: Rota utilizada pela logística reversa Rota 4.



Fonte: Elaborado pelo autor – Google maps.

O tempo total percorrido está disposto na Tabela 8, que faz o somatório de todos os dados apurados anteriormente.

Tabela 8 – Totalizador da Rota de entrega para região da grande BH

Rota Total	Distância Geral KM	Tempo Geral em Minutos	Tempo Geral de Descarga	Tempo Total	Meio de Transporte
	Ponta de partida	0,00	0,00	0,00	Caminhão ¾
Partida A –L	227	12,39	12,25	24,64	
TOTAL	227	12,39	12,25	24,64	

Fonte: Empresa em estudo

Das rotas apresentadas a distância total entre elas é de 227 Km, e a distribuição das mesmas visa um melhor fluxo logístico. O tempo total em trânsito é de 12,39 horas, sendo que, entre o tempo total de descarga, que é de 12,25 horas, e o tempo em trânsito, gasta-se no total 24,64 horas para executar o fluxo de logística reversa.

O tipo de veículo utilizado como base de pesquisa é um caminhão do tipo $\frac{3}{4}$ com capacidade de carga de 4.000 Kg conforme demonstrado pela Figura 23. Atualmente nesta rota o veículo sai na origem carregado e retorna vazio, ou seja, utilizam-se basicamente embalagens descartáveis em todo o processo.

Figura 23: Tipo de veículo utilizado pela logística reversa pesquisada.



Fonte: Dados da pesquisa

Além disso, pelo tipo de embalagem aplicada como base da pesquisa cuja capacidade é $23,5 \text{ m}^3$ e dimensão de 1,28 comprimentos por 0,67 Larguras 0,44 de altura. Com base nestas informações, o caminhão especificado é capaz de transportar 39 caixas.

4.4 APLICAÇÃO DOS TESTES DE EMBALAGEM

Para determinação da aplicação da pesquisa, desenvolveu-se o protótipo do projeto que contou com os testes de rota, tempo, envio e retorno das embalagens, além do controle interno do estoque de embalagens e outras questões legais que necessitavam ser observadas. As Figuras de 24 a 27 demonstram alguns testes de embalagens que foram feitos a partir do escopo do protótipo realizado, em várias fases de ciclos, visando testes de durabilidade e aplicabilidade no contexto geral.

Figura 24: 5ª ciclo da embalagem de polionda.

Data:

Ciclo: 5ª

Concessionária: BBBB

Controle de Saídas de Embalagens Retornáveis



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 25: 10º ciclo da embalagem de Papelão Ondulado Triwall Kraft.

Data:

Ciclo: 10º

Controle de Saídas de Embalagens



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 26: 17ª ciclo da embalagem de polionda.

Data:

Ciclo: 17º

Concessionária: AAAA

Controle de Saídas de Embalagens Retornáveis



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 27: 150ª ciclo da embalagem de Papelão Ondulado Triwall Kraft.

Data:

Ciclo: 150ª

Controle de Saídas de Embalagens



Fonte: Dados da pesquisa

Os testes do protótipo basearam-se principalmente na vida útil de cada embalagem, que foi seguida conforme determinação e orientação

do fornecedor fabricante de cada embalagem e algumas especificações técnicas estão apresentadas no ANEXO 2 como exemplo.

Para a cubagem aplicada tomou-se como base inicial aquela medida na primeira rota e o cruzamento das informações de cubagem versus a capacidade do veículo utilizado determinou que para cada fluxo o veículo transportaria 70% de produtos que seriam transportados em embalagens do projeto, o restante seria utilizado para outros produtos que não estão relacionados neste estudo. Assim, chegou à definição da quantidade de embalagem transportada e ao valor R\$/ciclo que está apresentado no desenvolvimento prático desta pesquisa.

4.4.1 Custo da logística reversa

Os custos logísticos são parte importante do processo de análise de sustentabilidade em um novo conceito que se pretende aplicar, que é a logística reversa. A expressividade deste componente é proporcional ao número de componentes e pontos que se pode explorar, mas, no presente estudo abordou-se aqueles pontos que são mais relevantes mas, que ao mesmo tempo consegue envolver um grande número de componentes ligados à questão custeio logístico.

Com isso, os pontos a se abordar neste tópico serão:

- ✓ Custo de material utilizado por tipo de embalagem;
- ✓ Custo de material utilizado por ciclo;
- ✓ Custo de material utilizado por tipo de embalagem e por ciclo;
- ✓ Custo de gestão;
- ✓ Custo de espaço necessário para guardar a embalagem retornável.

O custo de material por tipo de embalagem está especificado na Tabela 9.

Tabela 9 – Custo de material utilizado por tipo de embalagem

	Papelão Reciclado	Embalagem Kraft	Embalagem Triwall	Embalagem em Polionda	Embalagem em Madeira
Custo Embalagem	R\$ 16,29	R\$ 19,55	R\$ 71,50	R\$ 89,00	R\$ 76,69
M ²	3,4312	3,4312	7,8959	2,4212	3,4312
Custo m ²	R\$ 4,75	R\$ 5,70	R\$ 9,06	R\$ 36,76	R\$ 22,35

Custo padrão para caixa de papelão	R\$ 16,29	R\$ 19,55	R\$ 31,07	R\$ 126,13	R\$ 76,69
Espessura	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm
Material	Papelão Reciclado	Kraft (Papelão Virgem)	Triwall	Polionda	Madeira Pinus
Onda ⁶	BC	BC	BCD (onda tripla)	B	Não Aplica
Gramatura ⁷	996	1.200	1.200	1.200	Não Aplica

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a Tabela 9, o custo do material foi apurado buscando-se as informações inicialmente do custo de embalagem para cada tipo de material. A exceção da madeira, os custos apurados foram coletados conforme informação dos fabricantes/fornecedores de tais embalagens. O papelão apresentou custo de R\$ 16,29; o papelão Kraft R\$ 19,55; a embalagem de papelão do tipo Triwall R\$71,50 e a embalagem polionda custa R\$ 89,00. No caso da embalagem de madeira, para apuração do custo de R\$ 76,69 levou-se em conta todo o custo de fabricação, que contempla a quantidade horas para fabricar, o custo da hora, o custo M.O. por caixa o custo da madeira e o custo dos insumos.

Nesta mesma tabela apresentaram-se os metros quadrados disponíveis por cada tipo de material, sendo que, a partir destas medidas achou-se o custo por metro quadrado de cada material dividindo a metragem disponível pelo custo de cada uma das embalagens.

Além destas informações anteriores a Tabela 9 apresenta algumas especificações técnicas que foram estudadas para cada tipo de material, como: a espessura dos materiais, o tipo de material utilizado, a onda no caso de papelão e a gramatura também relacionada ao papelão.

A Tabela 10 demonstra em seu conteúdo o custo anualizado por tipo de embalagem, detalhando em variáveis aplicadas.

⁶ Onda: São as folhas do papelão ondulado.

⁷ Gramatura é a medida da grossura e densidade de um papel, expressa em gramas por metro quadrado (g/m²). Quanto maior for a gramatura, mais "grosso" será o papel. Fonte: Flip (2013).

Tabela 10 - Custo de material utilizado por tipo de embalagem e por ciclo

Tipo de material	Transporte				Embalagem						
	Cap. Veic.	% de ocup. do Caminh.	Qtde de rotas	Qtde de caixas	Ciclo de utilização da Embal.	Qts. Dias úteis	Qtde. de caixas necessária para fluxo (giro)	Nec. de Caixas por ano	Custo Un. da caixa	Custo anual	Custo por ciclo Unit.
Papelão	39 cx	70%	4	110	1	312	312	34.320	R\$ 16,29	R\$ 559.175,76	R\$ 1.792,23
Papelão ondulado onda BC Kraft	39 cx	70%	4	110	6	312	936	17.160	R\$ 19,55	R\$ 335.505,46	R\$ 358,45
Papelão ondulado Triwall Kraft	39 cx	70%	4	110	180	312	936	572	R\$ 31,07	R\$ 17.772,42	R\$ 18,99
Polionda	39 cx	70%	4	110	200	312	936	515	R\$ 126,13	R\$ 64.929,78	R\$ 69,37
Madeira	39 cx	70%	4	110	250	312	936	412	R\$ 76,69	R\$ 31.583,03	R\$ 33,74

Fonte: Dados da pesquisa

A questão seguinte trata da necessidade de caixas por ano, que, com base na quantidade de caixas necessárias para fluxo (giro), chegou-se ao total de caixas que são necessárias em um ano. O número 110 é obtido levando-se em consideração que serão 4 rotas, com cada veículo transportando 39 caixas, sendo que, 70% destas são retornáveis. A seguir a demonstração matemática dos cálculos realizados.

Calculo 1:

Cap. Caminhão X % de ocupação do caminhão X Qtde de rota = Qtde de caixas por viagem

Calculo 2:

Qtde de caixas por viagem X Qtde de caixas para o fluxo ÷ Ciclo de utilização da embalagem = Nec. de caixas por ano

Calculo 3:

Necessidade de caixas por ano X Custo Unit. da caixa = Custo Anual por embalagem

Calculo 4

Custo anual ÷ Qtde de caixas para o fluxo = custo por ciclo unitário

Com base nas informações anteriores chegou-se ao custo anual por embalagem que foi representado pela seguinte memória de cálculo:

O custo anualizado de cada embalagem demonstra o quanto cada embalagem custa de fato por ciclo anualizado, ou seja, o papelão reciclável deve ser comprado em 1 ano 34.320 vezes, ao passo que a madeira requer que seja adquirida apenas 412 vezes. No entanto, a melhor relação custo versus ciclo de utilização está com o papelão ondulado Triwall.

Vale ressaltar que na Tabela 10, o ciclo de utilização das embalagens apresentado, está embasado na informação coletada e informada anteriormente nos dados da pesquisa.

A quantidade de dias úteis para utilização das embalagens foi anualizada. O número de 312 (trezentos e doze) refere-se a quantidade de dias trabalhados em 1 ano em média. E com base nesse número chegou-se à quantidade de caixas necessárias para o fluxo logístico proposto.

O dimensionamento da quantidade de embalagens necessárias para o fluxo foi medido e somado aos tempos médios das etapas, o que resultou em um tempo médio de trânsito total de um dia. Este é o tempo médio entre a data de envio de uma embalagem até o seu retorno ao ponto inicial, e sua recolocação na linha de expedição.

O cálculo da quantidade de caixas do fluxo logístico proposto utilizou primeiramente a quantidade de ciclos de vida de uma embalagem. No entanto, a embalagem de papelão reciclado é utilizada em apenas em um ciclo, ao passo que as demais, que são utilizadas em mais de um ciclo tem que ter uma embalagem estocada, outra em trânsito e uma terceira que estará em poder do concessionário. Com isso, para a aplicação das embalagens retornáveis multiplicou-se por 3 (três) a quantidade de embalagens necessária para um único ciclo.

Para complementar a base de custos do fluxo de logística reversa, elaborou-se o cálculo do custo de gestão, conforme apresentado pela Tabela 11.

Tabela 11 – Cálculo do custo anual de gestão

	Custo Unitário	Custo anual
Sistema de Gestão	-	R\$ 25.000,00
Custo de Manutenção	R\$ 250,00	R\$ 3.000,00
Custo Profissional	R\$ 3.581,28	R\$ 42.975,40
Custo Total	-	R\$ 70.975,40

Fonte: dados da pesquisa

O custo de gestão contempla o custo anual de sistemas, custo de manutenção em geral, custo profissional referente a mão de obra que faz a gestão de todo o fluxo, chegando-se a um custo total de R\$ 70.975,40 (setenta mil, novecentos e setenta e cinco reais e quarenta centavos).

Outro ponto abordado na composição de custos necessários para implantação da logística reversa foi o custo de espaço. Este custo

representa o dispêndio necessário que a concessionária terá para armazenamento das caixas retornáveis. Para as embalagens descartáveis, este custo também é válido para armazenamento dos materiais a serem rejeitados.

A especificação da forma de armazenagem das caixas retornáveis por parte dos concessionários deverá respeitar o estudo realizado para tal finalidade. A Tabela 12 demonstra os detalhes técnicos desse processo.

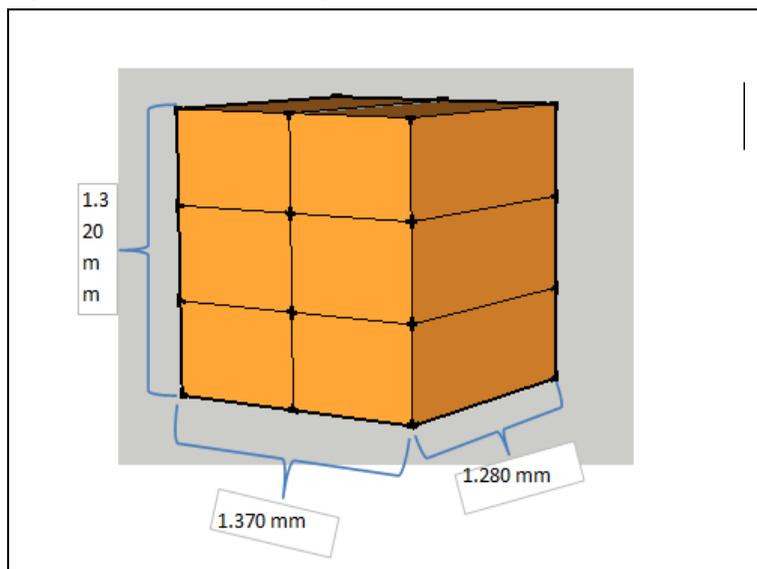
Tabela 12 – Especificação técnica das armazenagens de caixas nos concessionários

Quantidade de caixas	Metro quadrado Ocupado	Caixas por metro quadrado
6	1,75	3,42

Fonte: Dados da pesquisa

A armazenagem das caixas que estarão inclusas no processo de logística reversa acontecerá conforme demonstração da Figura 28.

Figura 28: Forma de armazenagem das caixas nas concessionárias



Fonte: Dados da pesquisa

Assim, chegou-se ao custo de espaço médio na região metropolitana de Belo Horizonte, que baseou-se no IPEAD – Fundação

Instituto de Pesquisas Econômicas Administrativas e Contábeis de Minas Gerais e está demonstrado pela Tabela 13.

Tabela 13 – Cálculo do custo de espaço

Concessionárias	Cidade	Custo médio por m ²	Consumo Médio Diário	Espaço Ocupado na concessionária (m ²)	Custo total do armazenamento
B	CONTAGEM	R\$ 8.689,20	5	1,46	R\$ 12.697,82
C	CONTAGEM	R\$ 8.689,20	0,2	0,06	R\$ 507,91
D	BETIM	R\$ 8.689,20	1	0,29	R\$ 2.539,56
E	BELO HORIZONTE	R\$ 8.689,20	3	0,88	R\$ 7.618,69
F	BELO HORIZONTE	R\$ 8.689,20	1	0,29	R\$ 2.539,56
G	BELO HORIZONTE	R\$ 8.689,20	1	0,29	R\$ 2.539,56
H	BELO HORIZONTE	R\$ 8.689,20	4	1,17	R\$ 10.158,25
I	BELO HORIZONTE	R\$ 8.689,20	2	0,58	R\$ 5.079,13
J	BELO HORIZONTE	R\$ 8.689,20	1	0,29	R\$ 2.539,56
K	BELO HORIZONTE	R\$ 8.689,20	1	0,29	R\$ 2.539,56
L	BELO HORIZONTE	R\$ 8.689,20	1	0,29	R\$ 2.539,56
TOTAL	11	R\$ 8.689,20	20	6	R\$ 51.299,18

Fonte: Dados da pesquisa

Para chegar ao custo de espaço de R\$ 51.299,18 (Cinquenta e um mil, duzentos e noventa e nove reais e dezoito centavos) anual, utilizou-se o custo médio por metro quadrado que é de R\$ 27,85 (Vinte e sete reais e oitenta e cinco centavos) multiplicado pela quantidade de dias úteis (312), chegando ao custo médio por metro quadrado anual de R\$ 8.689,20 (oito mil, seiscentos e oitenta e nove reais e vinte centavos). Em seguida, com base no estudo de especificação técnica de armazenagem nos concessionários chegou-se a um consumo médio diário de espaço por cada ponto de entrega, que, multiplicado pelo fator de caixas por metro quadrado de 3,42 pelo consumo médio diário chegou-se a um fator de 6 m². Por fim, esse fator de espaço médio ocupado pelas caixas no concessionário multiplicado pelo custo médio por m² encontrado anteriormente, totalizou o custo final desta conta.

Com base nas apurações anteriores, chegou-se ao custo total por embalagem anualizado, para implementação da logística reversa, conforme demonstrado pela Tabela 14.

Tabela 14 – Custo por tipo de embalagem anual

Caixa	Custo Material	Custo Espaço	Custo de Sistema	Total
Papelão reciclável	R\$ 559.175,76	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 559.175,76
Papelão ondulado onda BC Kraft	R\$ 335.505,46	R\$ 51.299,18	R\$ 70.975,40	R\$ 457.780,04
Papelão ondulado Triwall Kraft	R\$ 17.772,42	R\$ 51.299,18	R\$ 70.975,40	R\$ 140.046,99
Polionda	R\$ 64.929,78	R\$ 51.299,18	R\$ 70.975,40	R\$ 187.204,36
Madeira	R\$ 31.583,03	R\$ 51.299,18	R\$ 70.975,40	R\$ 153.857,61

Fonte: Dados da pesquisa

Assim, conforme demonstrado pela Tabela 15, o custo total da caixa de papelão reciclável (utilizada atualmente pela empresa em estudo) é de R\$ 559.175,76 (quinhentos e cinquenta e nove mil cento e setenta e cinco reais e setenta e seis centavos). Lembrando que, para este tipo de embalagem, a aplicação de ciclo de utilização é de apenas 1, e com isso, a cada envio de peças para as concessionárias, há a necessidade de aquisição de nova embalagem.

A embalagem de papelão ondulado onda BC Kraft apresentou o custo anual de R\$ 457.780,04 (quatrocentos e cinquenta e sete mil, setecentos e oitenta reais e quatro centavos), lembrando que, esse custo representa a aquisição de novas embalagens a cada 6 ciclos de vida.

A embalagem de Papelão ondulado Triwall Kraft totalizou um custo anual de R\$ 140.046,99 (cento e quarenta mil e quarenta e seis reais e noventa e nove centavos), sendo que, esse custo representa a aquisição de novas embalagens a cada 180 ciclos de vida.

A embalagem de polionda apresentou um custo total anual de R\$ 187.204,36 (cento e oitenta e sete mil, duzentos e quatro reais e trinta e seis centavos), sendo que, esse custo representa a aquisição de novas embalagens a cada 200 ciclos de vida.

A última modalidade de embalagem ficou por conta da caixa de madeira, cujo custo total anual foi de R\$ 153.857,61 (cento e cinquenta e três mil, oitocentos e cinquenta e sete reais e sessenta e um centavos), com um giro de aquisição de novas embalagens a cada 250 ciclos de vida.

É importante lembrar que, em todos os cálculos realizados, sempre utilizou a metodologia de 3 embalagens no fluxo logístico, sendo uma armazenada aguardando o envio, uma em trânsito e outra no ponto de entrega.

4.5 A ANÁLISE DAS EMBALAGENS APLICADAS NO FLUXO LOGÍSTICO PROPOSTO

Para que se compreenda a motivação do fluxo reverso proposto, primeiramente é necessário entender que o fluxo aplicado compreende apenas uma parte de uma cadeia de distribuição maior. Por isso, faz-se necessário ressaltar que a mesma aplicação em qualquer outro fluxo certamente apresentaria resultados diferentes, portanto, a pesquisa reduziu o campo de aplicação visando um meio experimental mais conciso, mas, nada impede que um estudo futuro possa ser realizado em um campo mais amplo.

Conforme demonstrado por diversos autores, o conceito de logística reversa ainda está em formação, pois, não existe uma regra única que defina tal conceito, podendo agregar a ele vários conceitos sob múltiplas perspectivas.

No desenvolvimento do presente estudo, no que tange a aplicação do fluxo de distribuição 57 Km é a quilometragem média a ser percorrida a cada ciclo de entrega. As rotas foram divididas em quatro, com aplicação de quatro tipos de embalagens diferente, sendo elas, a embalagem de papelão reciclado encaixada no conceito de embalagem descartável, a embalagem de papelão Kraft, embalagem de polionda e embalagem de madeira, sendo estas tratadas como embalagem do tipo retornável.

Com esta aplicação o fluxo que detém apenas o uso de embalagens descartáveis passou a contar com experimento de embalagens retornáveis. Baseando-se na análise econômica de viabilidade chegou-se a um custo total anual de R\$ 140.046,99 para embalagem de papelão ondulado Triwall kraft, sendo que estes custos envolvem toda a parte de aquisição, controle, armazenagem, distribuição e destinação de resíduos.

A viabilidade do uso da logística reversa com embalagens retornáveis proporciona à empresa diversas vantagens e algumas desvantagens conforme demonstrado no Quadro 5.

Quadro 5 – Vantagens e desvantagens da utilização da logística reversa

Aplicação	Aspectos Relevantes
Vantagens econômicas	Conforme estudo realizado, economicamente a embalagem de papelão Triwall Kraft proporciona melhor custo-benefício na aplicação da logística reversa.
Vantagens econômicas	Reduzindo custos a empresa consegue investir em outras tecnologias sustentáveis.
Vantagens econômicas	Além das reduções anteriores, a empresa consegue reduzir outros custos inerentes ao processo como, danos aos produtos transportados, devido ao melhor acondicionamento e redução de espaço interno de armazenagem em função do ciclo durável das embalagens.
Vantagens logísticas	Redução na complexidade da operação a partir dos seguintes pontos: - Aproveitamento de um fluxo de retorno já existe antes não utilizado; - Melhores indicadores quantitativos quanto à avarias devido ao melhor acondicionamento da embalagem retornável; - Possibilidade de melhor aproveitamento de cubagem em função da padronização das embalagens.
Vantagens ecológicas	- Destinação correta dos resíduos de papelão com tratamento específico e adequado pela empresa que faz a logística de distribuição; - Aplicação da logística reversa sem aumento de quilometragem nem do tipo de veículo utilizado; - Menor índice de peças descartadas ao meio ambiente devido ao melhor acondicionamento da embalagem retornável; - Redução da quantidade de papelão descartado em função do ciclo da embalagem utilizada.
Vantagens sociais	Com este fluxo, mesmo reduzindo custos a empresa gera mais empregos nos seguintes pontos: - No controle e gestão de embalagens; - No controle e gestão de resíduos;
Desvantagens	- Criação da necessidade de espaço físico para acondicionamento das embalagens de retorno no destino final; - Rigidez no transporte em função da necessidade de retorno.

Fonte: Dados da pesquisa

Além dos pontos citados acima, analisou-se também o descarte de resíduos de embalagens no meio ambiente, chegando-se às informações da Tabela 15.

Tabela 15 – Volume de resíduos gerados por tipo de embalagem

Caixa	Qtde Kg	Necessidade de Caixas por ano	Qtde de Rejeito por Ano
Papelão reciclado	6,779	34.320	232.655,28
Papelão ondulado onda BC Kraft	4,975	17.160	85.371,00
Papelão ondulado Triwall Kraft	6,545	572	3.743,74
Polionda	6,000	515	3.088,80
Madeira	9,500	412	3.912,48

Fonte: Dados da pesquisa

Com base nos volumes apresentados anteriormente, chegou-se a quantidade de rejeito expelido por tipo de embalagem por ano. A embalagem de papelão reciclado, por exemplo, que atualmente é utilizada pela empresa em estudo destina ao meio ambiente 232.655, 28 Kg de rejeito por ano, a embalagem de papelão ondulado onda BC Kraft se utilizada proporciona 85. 371,00 kg de rejeito ao ano, a embalagem de papelão ondulado Triwall Kraft emite 3.743,74 kg de rejeito ao ano, a embalagem de polionda emite 3.088,80 kg de rejeito ao ano e a embalagem de madeira expele 3.912,48 kg de rejeito ao ano.

Um fato que deve ser observado é que, quanto menor o ciclo de utilização maior é o volume de rejeito. As embalagens descartáveis proporcionam o risco de emissão de rejeito sem o devido controle, principalmente por parte do destino final das embalagens, ou seja, o concessionário, que é o ponto final de entrega da embalagem, quando não utilizado o fluxo de logística reversa, pode não obter a obrigação de destinação correta de embalagens podendo assim, fazê-lo de forma incorreta ou negligente.

Em contrapartida, a utilização do fluxo logístico proposto proporciona maior controle de resíduos (embalagens e peças), e a utilização de embalagens retornáveis proporciona no fluxo de logística reversa melhores resultados. Vale salientar que a utilização da mesma base de informação, em um fluxo diferente do apresentado irá certamente proporcionar uma nova ótica de análise, podendo ainda apresentar resultados completamente diferentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo estudo bibliográfico realizado foi possível entender a importância da logística reversa, principalmente no tocante à redução de custos e apoio à possibilidade de redução de impactos ambientais oriundos de geração de resíduos de embalagens descartáveis.

Também foi possível demonstrar o quantitativo dos resíduos gerados pelo grupo de embalagens, além de conceituar os diversos tipos de embalagens descartáveis quanto ao tipo matéria-prima de fabricação, sendo eles: plástico, madeira, papel ou papelão. Para estes mesmos materiais também existem embalagens retornáveis, que possuem como diferencial o número de ciclos que esta consegue fazer entre envio e retorno a origem. Com isso, o objetivo de estudar tipos variados de embalagens de forma a sustentar a aplicação da pesquisa foi alcançado sob os aspectos apresentados.

A logística reversa foi conceituada sob o ponto de vista de autores como Leite (2003) e Ometto (2005), entre outros. Na prática definiram-se as rotas a serem utilizadas. O percurso médio foi de 57 km. Estas rotas possuem mais de um ponto de entrega e já eram utilizadas anteriormente, porém, para esta pesquisa elas tornaram-se rotas de logística reversa para embalagens retornáveis. Com isso, elaborou-se toda a lógica do transporte, permitindo assim partir para a próxima etapa que era a definição do melhor tipo de embalagem a ser utilizada.

A análise das embalagens pode ser dividida em duas partes. A primeira, sob o ponto de vista teórico, que demonstrou que existem autores como Nhan, Souza e Aguiar (2003) que consideram as embalagens retornáveis viáveis por reduzir desperdícios de embalagens e de produtos transportados, por serem melhores acondicionados. Por outro lado, Leite (2003) possui um conceito diferente e considera que as embalagens retornáveis possuem pontos negativos como a geração de custos de transporte direto e transporte de retorno, demandando controle de fluxo, recepção, reparos, capital atrelado entre outros. A segunda parte foi a aplicação prática, que observando os conceitos, estruturou-se rotas menores e comparou-se o uso de embalagens descartáveis com as embalagens retornáveis.

Esta comparação levou em conta o maior número possível de variáveis de custo e logística, como tipo de rota utilizada (somente região metropolitana de Belo Horizonte), custo da embalagem por ciclo, custo de gestão das embalagens, entre outros. Baseado nisso chegou-se à conclusão que as embalagens descartáveis foram mais onerosas e

emitem um maior volume de rejeito anualmente. As embalagens retornáveis promoveram a otimização do transporte, que no fluxo anterior retornava vazio e na logística reversa passou a retornar com embalagens vazias. Além disso, elas melhoraram a qualidade do transporte dos produtos, por acondicionarem de forma mais adequada os produtos. O ciclo de utilização da embalagem de Papelão ondulado Triwall Kraft promoveu uma redução significativa na emissão de resíduos, além de ser a embalagem escolhida para aplicação no fluxo por ser aquela de menor custo.

O estudo, contudo, aplicou o método quantitativo por tipo de embalagem evidenciando a emissão de resíduos. A aplicação dos procedimentos contou com estudo bibliográfico, abordando os temas mais importantes da pesquisa, como logística reversa e embalagens e o estudo de caso que aplicou a logística reversa e nela foi possível comparar as embalagens testadas e determinar aquela de maior relevância em termos de sustentabilidade.

No entanto, não foi possível aprofundar no objetivo de demonstrar como cada tipo de material utilizado nas embalagens consegue evitar certos danos ao meio ambiente, devido principalmente, à forma como a pesquisa foi conduzida, estando muito ligada às características dos materiais e sua viabilidade de aplicação na logística reversa.

Finalmente, chegou-se a conclusão que a utilização da embalagem de Papelão Ondulado Triwall Kraft pelos testes realizados é a mais viável por fatores como seu ciclo de utilização, o acondicionamento ideal dos produtos, seu manuseio, o custo benéfico em geral tornando-a economicamente mais barata. Ambientalmente proporcionou à empresa a redução na emissão de resíduos em consequência do maior volume de uso nos ciclos.

5.1 RECOMENDAÇÕES

Como propostas futuras de estudos a aplicação de rotas mais longas é uma questão que poderá ser abordada, principalmente pelo maior número de variáveis que tal situação proporciona.

Ambientalmente esta pesquisa limitou-se a estudar o quantitativo de resíduos gerados. Como proposta de estudos futuros poderá analisar o mesmo fluxo ou um fluxo diferente buscando-se comparar o melhor tipo de embalagem a ser utilizado desde a extração da matéria-prima,

promovendo assim, o comparativo efetivo de impactos ambientais da origem ao descarte das embalagens.

No âmbito social também há campo para exploração do assunto em questão, principalmente porque a emissão de resíduos pode promover questões sociais variadas como, movimentação das economias voltadas para reciclagem ou mesmo o descarte indevido das embalagens provam danos ambientais nocivos principalmente aos meios urbanos.

Estas são algumas diretrizes que podem ser estudadas em uma pesquisa futura, que pode ser idealizada a partir do aprofundamento teórico e prático do presente estudo.

REFERÊNCIAS

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem. **Setor de embalagem no Brasil**. Disponível em: http://www.abre.org.br/abre_imprensa. Acesso em: 18 mar. 2012.

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Estudo prospectivo setorial automotivo**: relatório final. Disponível em: <http://www.abdi.com.br>. Acesso em: 01 jun. 2012. Brasília: 2009.

Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET (ABEPET) & Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) – **“Reciclagem & Negócios – PET”**, CEMPRE, São Paulo (1997).

Carvalho, A. C. **Engenharia de Embalagens**. São Paulo: Novatec 2008

CLRB, Conselho de Logística Reversa do Brasil. **Negócios Verdes**. Disponível em: www.clrb.com.br. Acesso em: 28 abr. 2012.

DETHLOFF, J. **Vehicle routing and reverse logistics: the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up**. OR Spectrum, 2001.

FELIZARDO, Jean Mari; HATAKEYAMA, Kazuo. **A logística reversa nas operações industriais no setor de material plástico: um estudo de caso na cidade de Curitiba**. XXIX Encontro da ANPAD (ENANPAD). Brasília: 2005.

FORLIN, Flávio J. FÁRIA, José de Assis F. **Considerações Sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/po/v12n1/9876.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2012.

FLEURY, Paulo Fernando; SILVA, César Roberto Lavalley da. **Avaliação do serviço de distribuição física: relação entre a indústria de bens de consumo e o comércio atacadista e varejista**. Centro de Estudos em Logística. COPPEAD, UFRJ. São Paulo: Atlas, 2000.

GURGEL, F. **Administração da Embalagem**. São Paulo: Thomson, 2007

LACERDA, Leonardo. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Disponível em: www.sargas.com.br. Acesso em 12 mai. 2009.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

IPEAD, Face UFMG. Pesquisa do Mercado Imobiliário em Belo Horizonte: Aluguéis. Belo Horizonte: UFMG, 2013

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: Meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MANZINI, E. ; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

MESTRINER, Fabio. **Estatísticas Mundiais de Embalagem revelam o mapa do consumo no mundo**. Disponível em: <http://www.mundodomarketing.com.br/artigos/fabio-mestriner/> Acesso em 07- set. 2012. Publicado em 2011.

MOURA, Reinaldo Aparecido. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais**. 4. ed. São Paulo: IMAM, 1998.

NHAN, A.; SOUZA, C.; AGUIAR, R. **Logística reversa no Brasil: a visão dos especialistas**. Ouro Preto: Anais do XXIII ENEGEP, 2003.

NOVAES, Flávio de. **A logística reversa das embalagens de caixas de papelão e seu impacto ambiental**. Revista Gestão & Saúde, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 24-35. 2009.

PEDELHES, Gabriela Juppa. Embalagem: **Funções e Valores na Logística**. Disponível em: <http://www.gelog.ufsc.br/>. Acesso em 07- set. 2012. 2005.

RENÓ, G. W. S.; TRUZZI, O. M. S.; SILVA, D. A. L. **Logística Reversa na Prática: Estudo Econômico de Embalagens Retornáveis no Transporte de Cabeçotes de Motores Usinados**. São Paulo: USP, 2011.

ROGERS, Dale S. Reverse logistics practice. Exectuve Council, 1999.

SINNECKER, C. A. **Estudo sobre a importância da logística reversa em quatro grandes empresas da região metropolitana de Curitiba.** Curitiba: Dissertação (Engenharia de Produção e Sistemas), Universidade Católica do Paraná, 2007.

STOCK, James R. **Development and Implementation of Reverse Logistics Programs.** Oak Brook, IL: Council of Logistics Management; 1998.

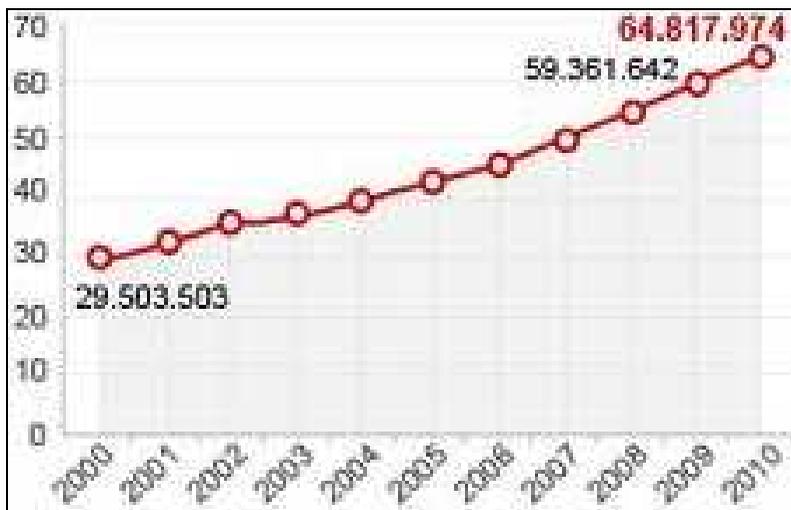
SOARES, M. **Situação Tecnológica e de Mercado de Veículos Híbridos e Elétricos.** SP: AEA, 2009.

TADEU, Hugo Ferreira Braga. *et al.* **Logística reversa e sustentabilidade.** São Paulo: Cengage Learning, 2012.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** São Paulo: Atlas, 2007.

ANEXO 1 – EVOLUÇÃO DO TOTAL DA FROTA NA DÉCADA

O gráfico abaixo demonstra a evolução em 10 anos da frota de veículos brasileiros, corroborando com a utilização de partes e peças que contribuem de forma direta para o consumo de embalagens que é um dos principais focos desta pesquisa.



Fonte: Denatran, 2012

ANEXO 2 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS MATERIAIS DE EMBALAGEM

Neste ponto consta uma das várias especificações técnicas de materiais de embalagem utilizados no “projeto embalagens retornáveis”. Nele constam dados importantes para conceituação do material utilizado.

CERTIFICADO DE ANALISE

Sempre buscando o melhor

Cliente:	Ordem Produção/Lote: 163491	Leudo No: 281.376
Referência: CX.PO. 2121	Quantidade: 320	Nota Fiscal: 38.621
Condições de armazenamento: Ambiente seco e arejado, fora de contato com a luz solar	Validade: Indeterminada	Data Fabricação: 15/08/2012

TESTE VISUAL / DIMENSIONAL / FECHAMENTO

Ensaio	Especificado	Tolerância (+/-)	Método	Encontrado	Desv.Padrão	Aprovado/Reprovado
Aparência	*	-	Visual	-	-	Aprovado

* Não deve apresentar: impressão não correspondente ao layout, cor fora de especificação, impressão com falhas, colagem deficiente, corte e vinco desajustados, vincagem excessivamente forte, vinco fraco e excesso de cola

TESTES FÍSICOS

Ensaio	Especificado	Tolerância (+/-)	Método	Encontrado	Desv.Padrão	Aprovado/Reprovado
Gramatura (g/m2)	996	5%	NM-ISO 536	990		Aprovado
Cotuna (kgf/cm)	9,00	0,5	6737	9,3		Aprovado
Arrebentamento(kgf/cm2)	11,00	-	NM-ISO 2759	11,1		Aprovado

DIMENSÕES

Medidas Internas (mm)						
	Especificado	Tolerância (+/-)				
Comprimento	1.280	3,0		1.280		Aprovado
Largura	660	3,0		660		Aprovado
Altura	430	2,0		430		Aprovado

Conversão de unidades:

kgf/cm	multiplique por	0,98	kN/m
kgf/cm	multiplique por	5,5997	Lbf/pol (Lbf/in)
kgf/cm2	multiplique por	98,1	kN/m2 (kPa)
kgf/cm2	multiplique por	4,2232	Lbf/pol2 (Lbf/in2)

OBSERVAÇÕES

1 – Ensaios realizados de acordo com as Normas Brasileiras para Papelão Ondulado (MB1321, NBR6731, NBR6736, NBR6737 e NBR6738), aplicando-se amostragens por atributos (NBR5426) e NQA de 1,5% para defeitos críticos e 4% para defeitos graves (NBR6732); Data e responsável pelos testes;

2 – Valores encontrados para Cotuna, Arrebentamento e Esmogamento referem-se às medidas dos mínimos, enquanto para Absorção de Água refere-se às médias dos máximos

ANEXO 3 – MÉDIAS DOS ALUGUÉIS DOS IMÓVEIS COMERCIAIS POR M² (R\$/m²) ESTRATIFICADAS POR REGIÃO ADMINISTRATIVA(*)

Esta informação embasa a pesquisa na questão custo de investimento do cliente externo (concessionárias) que, com a utilização do projeto embalagem retornável, necessitará do uso de espaços extras para armazenagem das embalagens de retorno.

Região Administrativa	Imóvel Comercial					
	Andar Corrido	Casa Comercial	Galpão	Loja de Frente	Loja Interna	Sala
Barreiro	14,81 (6)	- (1)	10,50 (9)	16,55 (39)	-	13,14 (6)
Centro-Sul	33,00 (82)	29,33 (85)	- (2)	41,27 (114)	27,85 (17)	20,05 (99)
Leste	- (2)	14,42 (8)	- (1)	23,24 (26)	- (2)	20,23 (17)
Nordeste	- (1)	- (3)	10,71 (9)	17,23 (9)	-	- (1)
Noroeste	9,96 (4)	15,53 (5)	11,35 (23)	17,95 (37)	- (1)	15,03 (12)
Norte	-	-	- (1)	19,29 (9)	-	- (1)
Oeste	23,28 (5)	23,50 (7)	11,32 (11)	26,94 (31)	- (3)	- (2)
Pampulha	- (3)	19,31 (6)	14,71 (10)	29,99 (21)	- (1)	18,61 (5)
Venda Nova	-	-	- (1)	-	-	-

Fonte: Fundação IPEAD/UFMG, 2013

(*) O valor entre parênteses representa o número de imóveis utilizados no cálculo da respectiva média. Na maioria das vezes, somente são publicados valores médios obtidos a partir de quatro imóveis pesquisados. Os casos em que não foi pesquisado nenhum imóvel são indicados por hífen (-).