

RODOLFO WILLY LANGE

**ESTUDO DE CASO: SUBSTITUIÇÃO DO USO DE CAIXAS DE
PAPELÃO POR CAIXAS PLÁSTICAS**

SÃO CAETANO DO SUL

2007

RODOLFO WILLY LANGE

**ESTUDO DE CASO: SUBSTITUIÇÃO DO USO DE CAIXAS DE
PAPELÃO POR CAIXAS PLÁSTICAS**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá
de Tecnologia para a obtenção do Título de
Mestre em Engenharia de Processos Químicos e
Bioquímicos.

Linha de Pesquisa: Engenharia de Embalagem

Orientadora: Profa. Dra. Susana M. Giampietri
Lebrão.

SÃO CAETANO DO SUL

2007

Tem-se de aprender a ver, tem-se de aprender a pensar, tem-se de aprender a falar e escrever: o alvo em todas as três é uma cultura nobre.- Aprender a ver: acostumar os olhos à quietude, à paciência, a aguardar atentamente as coisas; protelar os juízos, aprender a circundar e envolver o caso singular por todos os lados. Esta é a primeira preparação para a espiritualidade; não reagir imediatamente a um estímulo, mas saber acolher os instintos que entravam e isolam.

NIETZSCHE

DEDICATÓRIA

À minha amada esposa Elaine, fonte de inspiração contínua, exemplo de determinação, luta e superação.

Aos meus filhos Tarcila, Camila e Daniel, razão primeira da nossa existência.

Aos nossos netos, que ainda não chegaram, que possam receber um mundo pacificado e ambientalmente equilibrado.

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Susana M.G. Lebrão, orientadora e amiga que soube, com muita paciência, entender as dificuldades enfrentadas por seu orientando nesta jornada e, principalmente, por mostrar o caminho da pesquisa e da metodologia científica.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Dantas Cabral, coordenador da Pós Graduação do IMT, pelo incentivo e motivação dadas desde os primórdios do curso.

Ao Prof. Dr. Charles Luis da Silva, da Universidade Federal de Minas Gerais, que sempre mostrou-se atencioso e amigo apesar da distância a ser vencida, e também por todas as contribuições a este trabalho.

Ao Roberto Marcoccia, coordenador do SPS da Scania Latin America, pela amizade, incentivo e colaboração.

A todos amigos da Scania Latin America que colaboraram de forma direta e indireta com este trabalho.

A Deus, inteligência suprema, causa primária de todas as coisas.

RESUMO

No Brasil, a partir de 1995, a indústria automobilística iniciou o uso de caixas plásticas para acondicionamento de peças pequenas em geral tais como; parafusos, porcas arruelas, rebites, peças plásticas e de borracha. Hoje, o uso de caixas plásticas é crescente, e tem como objetivo, entre outros, a redução de resíduos sólidos e atender os novos métodos logísticos transporte e de abastecimento de linhas de produção.

O presente trabalho buscou identificar os benefícios do uso de embalagens de papelão ondulado ou embalagens plásticas no sistema de abastecimento da produção considerando os aspectos da viabilidade logística, o ciclo de vida e os impactos ambientais para cada tipo de embalagem. Este estudo foi conduzido na Scania Latin América, fabricante de caminhões e ônibus, no Departamento de Logística Operacional.

Metodologicamente, propôs-se a realização de uma pesquisa exploratória do tema, com base na revisão da literatura e nos dados colhidos na Empresa. Após a coleta dos dados, identificaram-se instrumentos capazes de análise dentro das prioridades da Empresa, e das demandas com relação ao meio ambiente e da Sociedade em geral.

O Sistema de Produção Scania baseia-se em quatro prioridades;

1. Segurança e Meio Ambiente
2. Qualidade
3. Entrega
4. Custos

Estas prioridades foram referências para a tomada de decisão em temas relacionados à produção, sob esta ótica questionaram-se e analisaram-se os benefícios do uso de embalagens de papelão ondulado ou embalagens de plástico no sistema logístico de abastecimento da linhas de produção.

Buscando atingir o objetivo estabelecido no trabalho, e por meio de um estudo de caso aprofundado de apenas dois objetos, visando conhecê-los de maneira ampla e detalhada, concluiu-se que, a caixa plástica melhor atende às prioridades do SPS e mostra melhores resultados para o de sistema de embalagem, logística reversa e *Milk-run*. Por outro lado, a caixa de papelão tem melhor desempenho nos quesitos de ACV e reciclagem.

Observou-se ainda que, a análise isolada do custo pode inviabilizar o uso de embalagens plásticas, principalmente em um horizonte de fornecimento, à curto prazo.

Palavras-chaves: Embalagem, Papelão, Plástico, Logística Reversa, Avaliação do ciclo de vida, *Milk-Run*

ABSTRACT

In Brazil, since 1995, the Cars Industry has started using plastic boxes for packing small parts as screws, washers, rivets, plastic and rubber parts. Currently the use of plastic boxes is increasing in order to reduce solid residue as well as to attend new logistic methods of transportation and production line feeding.

The present study inquiry about the benefits of using plastic or cardboard boxes in the production line feeding system that minimizes environmental impact, and also are economic suitable as well as applicable from the logistic point of view. This study was made at Scania Latin America, manufacturer of Heavy Trucks, Buses and Industrial Engines, within Operational Logistics Department.

Methodological is proposed to make an exploratory research based on the bibliography review and data supplied by the Company. With the collected data, tools are established that permit analysis within Company priority and demands from the Environment and the Society in general.

Scania Production System is based on four priorities;

1. Safety / Environment
2. Quality
3. Delivery
4. Cost

The priorities were references to take decisions about themes related to production; from this point of view, the benefits was investigated using cardboard or plastic packaging in the logistics system for production line feeding.

To reach the proposed goal, deep exploratory research was made by studying two objects in a wide and detailed manner. The conclusion was that the plastic box is the best way to attend SPS priorities and also it showed better results for the packing system, reverse logistic and milk-run. On the other hand, the cardboard box had good performance in the Assessment of life Cycle and Recycling demand. It was also observed that, if the focus is only costs it could make the plastic box economic unsuitable, mainly for a short-term of supply orders.

Key words: Packaging, Cardboard, Plastic, Reverse Logistic, Assessment of life cycle, Milk-Run

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Desenvolvimento da embalagem.....	18
FIGURA 02. Fluxos associados a logística.....	24
FIGURA 03. Áreas de atuação da Logística Reversa.....	27
FIGURA 04. As duas grandes áreas de atuação da Logística Reversa.....	29
FIGURA 05. Áreas de atuação da Logística Reversa e <i>Green Logistics</i>	30
FIGURA 06. Sistema convencional.....	32
FIGURA 07. Sistema <i>Milk-Run</i>	32
FIGURA 08. Escolha do sistema de transporte.....	33
FIGURA 09. Fluxo de peças e embalagens no sistema <i>Milk-Run</i>	34
FIGURA 10. Etapas de ciclo de vida de um produto.....	42
FIGURA 11. Fases do ACV.....	44
FIGURA 12. Exemplo de um sistema para análise do inventário do ciclo de vida.....	46
FIGURA 13. Casa Scania.....	58
FIGURA 14. Papelão ondulado face simples.....	61
FIGURA 15. Papelão ondulado parede simples.....	62
FIGURA 16. Papelão ondulado parede dupla.....	62
FIGURA 17. Papelão ondulado parede tripla.....	62
FIGURA 18. Papelão ondulado parede múltipla.....	63
FIGURA 19. Onduladeira.....	64
FIGURA 20. Esquema da caixa de papelão.....	65
FIGURA 21. Injetora de plástico.....	68
FIGURA 22. A reciclagem do papelão no Brasil.....	70
FIGURA 23. Composição do resíduo sólido urbano.....	72
FIGURA 24. Participação dos plásticos no resíduo sólido urbano.....	73

FIGURA 25. Caixa de papelão ondulado.....	75
FIGURA 26. Caixa plástica.....	76
FIGURA 27. Fronteira do sistema.....	80
FIGURA 28. Fluxo da caixa de papelão.....	81
FIGURA 29. Fluxo da caixa plástica.....	82

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. Tipos de onda.....	63
TABELA 02. Expedição anual de caixa de papelão.....	70
TABELA 03. Destino dos resíduos sólidos.....	74
TABELA 04. Resultados para caixa de papelão.....	84
TABELA 05. Resultados para caixa plástica.....	84
TABELA 06. Resumo dos resultados.....	85
TABELA 07. Resultados versus prioridades SPS.....	90

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	SISTEMA DE EMBALAGEM.....	14
2.1.1	Histórico.....	15
2.1.2	Conceito.....	16
2.1.3	O desenvolvimento da embalagem.....	17
2.1.4	Classificação.....	19
2.1.5	Avaliação do ciclo de vida (ACV) e as embalagens.....	21
2.2	LOGÍSTICA REVERSA (LR).....	23
2.2.1	Definições de Logística.....	23
2.2.2	Definições de Logística Reversa.....	25
2.2.3	Áreas de atuação da Logística Reversa.....	26
2.2.4	Logística reversa de pós-consumo e de pós-venda.....	28
2.2.5	Logística verde.....	29
2.3	COLETA PROGRAMADA (<i>MILK-RUN</i>).....	31
2.3.1	Origem do sistema.....	31
2.3.2	Descrição dos sistemas convencional e <i>Milk-Run</i>	32
2.3.3	Escolha do sistema de transporte.....	32
2.3.4	Integração do sistema <i>Milk-Run</i> e a Logística Reversa.....	34
2.4	AValiação DO CICLO DE VIDA (ACV).....	35
2.4.1	Histórico.....	36
2.4.2	Conceito.....	38
2.4.2.1	ISO 14001.(2004).....	38

2.4.2.2 ISO 14050.(2004).....	39
2.4.3 Definição.....	41
2.4.4 Fases da ACV.....	44
2.4.4.1 Definição de objeto e escopo.....	44
2.4.4.2 Inventário de ciclo de vida (ICV).....	48
2.4.4.3 Avaliação de impactos do ciclo de vida(AICV).....	50
2.4.4.4 Interpretações do ACV.....	52
3 SISTEMA DE PRODUÇÃO SCANIA.....	55
3.1 HISTÓRICO.....	55
3.2 FILOSOFIAS DO SISTEMA SCANIA DE PRODUÇÃO.....	56
3.3 PRINCÍPIOS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO SCANIA.....	56
3.4 ACADEMIA SCANIA DE PRODUÇÃO.....	57
3.5 PRIORIDADES.....	57
3.6 A CASA SCANIA.....	58
4 PAPELÃO ONDULADO.....	59
4.1 MATÉRIA PRIMA.....	59
4.2 PAPELÃO ONDULADO.....	60
4.3 TIPOS DE ESTRUTURA.....	61
4.4 TIPOS DE ONDA.....	63
4.5 FABRICAÇÃO DA CHAPA.....	64
4.6 FABRICAÇÃO DA CAIXA DE PAPELÃO.....	65
5 O PLÁSTICO.....	66
5.1 MATÉRIA PRIMA.....	67
5.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO.....	67
5.3 PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO.....	68

6	RECICLAGEM	69
6.1	RECICLAGEM DO PAPELÃO ONDULADO.....	69
6.2	RECICLAGEM DO PLÁSTICO.....	71
7	MATERIAIS E MÉTODOS	75
7.1	MATERIAIS.....	75
7.1.1	Caixa de papelão ondulado.....	75
7.1.2	Caixa plástica.....	76
7.2	MÉTODO.....	77
7.2.1	Considerações iniciais.....	77
7.2.2	Tipo de pesquisa	77
7.2.3	O método Macbeth.....	78
7.3	PROCEDIMENTOS.....	79
7.3.1	Fronteiras do sistema de produtos.....	79
7.3.2	Fluxo de embalagens.....	81
7.3.3	Análise dos dados do fluxo de embalagens.....	83
8	RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
8.1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	85
8.2	PRIORIDADES DO SISTEMA SCANIA PRODUÇÃO.....	90
9	CONCLUSÕES	92
10	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	93

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo identificar os benefícios do uso de embalagens de papelão ondulado ou embalagens plásticas no sistema de abastecimento da produção considerando os aspectos da viabilidade logística, o ciclo de vida e os impactos ambientais para cada tipo de embalagem.

Do ponto de vista da logística reversa este tema é relevante, notadamente no ramo industrial, onde as principais matérias primas utilizadas são o papelão ondulado, a madeira, o plástico e o metal.

Esta proposta baseia-se no Sistema de Produção Scania (SPS), o qual norteia-se a partir de quatro prioridades;

1. Segurança e Meio Ambiente
2. Qualidade
3. Entrega
4. Custos

Estas prioridades são referência para a tomada de decisão em temas relacionados a produção.

Portanto, a relevância científica deste trabalho se fortalece na medida que se propõe a analisar os benefícios do uso de embalagens de papelão ondulado ou plástico, no sistema logístico de abastecimento da linhas de produção, com vistas à minimização do impacto ambiental.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SISTEMA DE EMBALAGEM

Segundo Moura e Banzato (1997), sistema de embalagem é tudo aquilo que envolve os materiais necessários para mover o produto do ponto de origem até o de consumo, inclusive maquinário, equipamentos e veículos para seu embarque.

Cabral (2002) salienta ser o conjunto de operações, materiais e acessórios que são utilizados na indústria com a finalidade de conter, proteger, conservar os diversos produtos e transportá-los aos pontos de venda ou utilização às diversas necessidades dos consumidores e/ou clientes a um custo adequado, respeitando a ética e o meio ambiente. Trata-se de um sistema aberto, alimentado pela vontade dos consumidores, inovações tecnológicas e incertezas econômicas.

Maia (2001) caracteriza os elementos do sistema como sendo não somente físicos como também organizacionais e estruturais, sendo elementos deste sistema:

- matéria prima básica;
- operações que conformam os materiais em embalagens;
- operações onde as embalagens são preenchidas;
- unitização ou preparação para distribuição;
- distribuição através dos canais, envolvendo estocagem, movimentação e transporte;
- esvaziamento da embalagem através do consumo do produto;
- disposição, reutilização ou reciclagem da embalagem.

Pode-se dizer que o sistema de embalagem é um sistema aberto, e que depende essencialmente do desenvolvimento cognitivo humano, ou seja, o avanço tecnológico e científico aliado às necessidades sociais são fatores determinantes para o desenvolvimento deste processo.

2.1.1 Histórico

Segundo Moura e Banzato (1997) as primeiras embalagens se remetem às origens do homem e serviam como recipientes para beber ou estocar. Esses recipientes buscados na natureza, como cascas e conchas do mar, eram utilizados em estado natural sem qualquer beneficiamento. Com o passar do tempo e a partir da habilidade manual do homem surgiram as tigelas de madeira, potes de barro, cestas de fibras vegetais e bolsas de peles de animais, entre outros, fizeram parte de uma segunda geração de formas e técnicas de embalagem.

O vidro foi a primeira matéria prima utilizada em maior escala para a produção de embalagens. Por volta do primeiro século cristão os artesões sírios descobriram que o vidro fundido poderia ser soprado para produzir utensílios de diversos formatos, tamanhos e espessuras. Essa técnica permitiu a produção em massa de recipientes de vários formatos e tamanho.

Embora o uso de metais como o cobre, o ferro e o estanho tenham surgido na mesma época que a cerâmica de barro, foi somente nos tempos modernos que eles começaram a ter um papel importante para a produção de embalagem.

Com o passar do tempo, foram surgindo inúmeras inovações na produção de embalagens. As novas embalagens deveriam permitir que os produtos alimentares fossem transportados dos locais de produção para os centros consumidores, mantendo-se estáveis por longos períodos de estocagem. As embalagens de papel e papelão atenderam a estes requisitos. Elas podiam

conter quantidades previamente mensuradas de vários tipos de produtos, eram fáceis de estocar, transportar e empilhar, além de serem higiênicas.

Durante as décadas de 40 e 50, o sistema de supermercados nasceu nos EUA e difundiu-se por diferentes setores do varejo, sendo a embalagem utilizada como forma de implementar as vendas, tendo assim além da função básica de proteção ao produto a de vendê-lo através da sua apresentação, sofisticada em muitos casos.

A partir dos anos 60, cresce a produção de embalagens plásticas. Dos anos 70 até os dias atuais, a indústria de embalagem vem acompanhando as tendências mundiais, produzindo embalagens especiais para o uso em microondas, tampas removíveis manualmente, proteção contra luz e calor e evidência de violação. Foram ainda incorporadas também novas matérias-primas, como o alumínio para latas e o PET¹ para frascos.

De acordo com Moura e Banzato (1997) a presença da embalagem é evidente em uma sociedade industrializada. O grau de industrialização e a qualidade de vida de uma sociedade têm correlação direta com o consumo per capita dos materiais de embalagem. Grande parte da produção de uma sociedade industrializada deve ser embalada a fim de ser manipulada, armazenada, transportada e distribuída.

2.1.2 Conceito

Segundo Gurgel (2000), a embalagem pode ser entendida conceitualmente como uma preocupação maternal com o produto contido em um “útero”, que deve tudo prover para o “filhote”. As plantas desempenham essa atividade com uma maestria enorme, ao acondicionar, prover e proteger de maneira admirável suas sementes.

Moura e Banzato (1997) definem embalagem, na sua concepção abstrata, como sendo o conjunto de artes ciências e técnicas utilizadas na preparação das mercadorias, com o objetivo de criar as melhores condições para seu transporte, armazenagem, distribuição, venda e

¹PET- Politereftalato de etileno

consumo ou, alternativamente, um meio de assegurar a entrega de um produto numa condição razoável ao menor custo global.

De acordo com a NBRISO 14050, embalagem é o material usado para proteger ou conter um produto durante seu transporte, armazenagem, comercialização ou uso.

Para Mendonça e Keedi (1997), na ótica de transportes e seguros na área de Comércio Exterior, embalar um produto significa dar-lhe forma para sua apresentação, movimentação e utilização, a fim de que possa ser comercializado e manipulado durante todo o seu ciclo de vida, desde o seu início, no momento da sua produção até o final.

2.1.3 O desenvolvimento da embalagem

Para Moura e Banzato (1997), a função de desenvolver embalagens surgiu nas últimas décadas, para atender as necessidades da indústria. É uma atividade multidisciplinar que requer um conhecimento dos materiais de embalagem; conversão de materiais de embalagem; fabricação da embalagem, enchimento e fechamento; máquinas de embalar; teste da embalagem; processos de manufatura do produto; expedição, estocagem e movimentação; e regulamentos legais.

Gurgel (2000) cita que a embalagem relaciona-se com muitas áreas da administração de negócios, relacionando-se com as características dos produtos, economia da embalagem,

aspectos legais, automação comercial, política comercial e mercadológica, esta inter-relação é apresentada na figura 01.

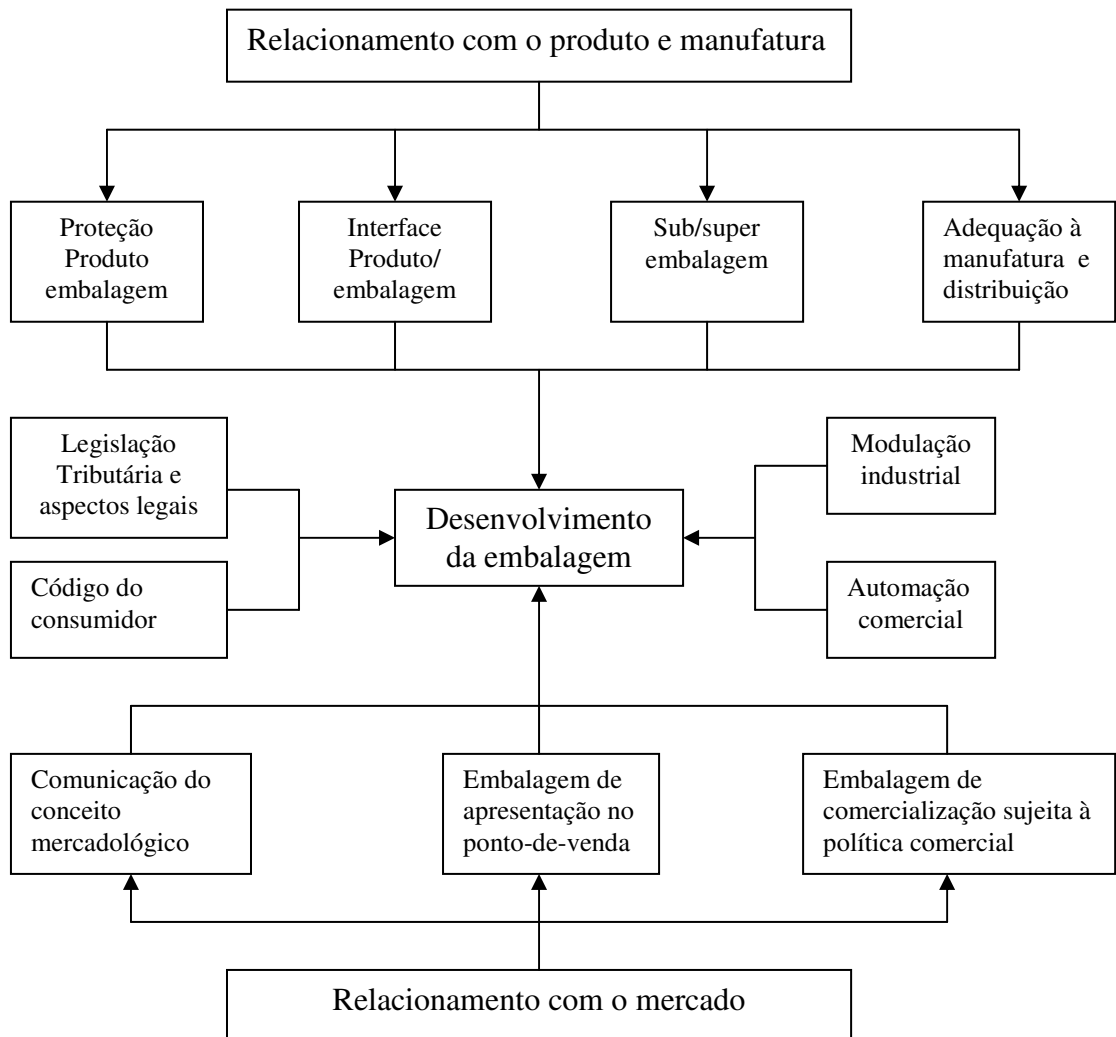


FIGURA 01 – DESENVOLVIMENTO DA EMBALAGEM

FONTE: GURGEL, 2000

O sucesso do desenvolvimento de uma embalagem depende, absolutamente, de informação precisa e relevante. Se este passo inicial não for corretamente executado, o projeto estará

propenso a falhar no início ou, na melhor das hipóteses, não atingirá o nível de sucesso desejado.

Citam Moura e Banzato (1997) que não há embalagem perfeita, todas são suscetíveis de estragos. A embalagem precisa ser entendida como um material de sacrifício mesmo que chegue deteriorada ao seu destino, o essencial é que o produto esteja intacto. A embalagem ideal é aquela que encontra o ponto de equilíbrio entre o percentual de perdas e seu custo.

2.1.4 Classificação

De acordo com Moura e Banzato (1997) as embalagens podem ser classificadas de diversas maneiras:

Funções

- Primária - é aquela que contém o produto sendo a medida de produção e de consumo e também pode ser a unidade de venda no varejo;
- Secundária - é o acondicionamento que protege a embalagem primária, por exemplo, uma bandeja de cartão com filme termo-encolhível;
- Terciária - é o caso das caixas de madeira, papelão, plástico ou outro material. A combinação da embalagem primária e secundária acaba sendo a medida de venda ao atacadista;
- Quaternária - envolve o contentor que facilita a movimentação e a armazenagem;
- De quinto nível - é a unidade containerizada ou as embalagens especiais para envio a longa distância.

Finalidades

- de consumo (venda ou apresentação) - é a embalagem primária ou secundária que leva o produto ao consumidor;
- expositora - é aquela que além de transportar o produto contém um forte apelo de venda do mesmo, como gôndolas de supermercado;
- de distribuição física - são aquelas destinadas a proteção do produto, devem suportar a carga, transporte e descarga no processo de distribuição;
- de transporte e exportação – são embalagens que protegem o produto nos diversos modais de transporte, geralmente facilitando as operações;
- de armazenagem – são embalagens utilizadas para proteger o produto de agentes agressivos e intempéries.

Movimentação

- manual – é aquela não adequada à operação por empilhadeiras ou outros meios mecânicos de movimentação;
- mecânica - caracterizada pela grande quantidade de volumes a serem movimentados e por grandes distâncias a serem vencidas. São projetadas de maneira a permitir movimentação com empilhadeiras ou outros veículos industriais.

Utilidade

- retornáveis são aquelas que retornam à origem, são projetadas para serem utilizadas por um período longo. Elas devem ter identificação apropriada para correta devolução

e serem confeccionadas em número adequado para atender o circulante. Deve-se ainda prever descartes e reparos no sistema de retorno, para não haver falta de embalagem;

- não retornáveis (*one-way*) são as embalagens projetadas para serem utilizadas somente uma vez e descartadas no destino, geralmente de baixo custo, as embalagens de papelão ondulado são um exemplo clássico.

2.1.5 Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e as embalagens

De acordo com Mourad et al (2002) a otimização de um sistema de embalagem sob o aspecto ambiental requer um trabalho de parceria entre os fabricantes dos materiais de embalagem, profissionais de *marketing*, operadores logísticos, técnicos de produção, da reciclagem e, inclusive, o consumidor.

Um estudo de ACV de um sistema de embalagem com objetivo de melhoria do desempenho ambiental podem orientar ações que levam a:

- redução de perdas;
- minimização da quantidade de embalagem por volume acondicionado;
- contabilização dos benefícios da reciclagem, incentivando sua aplicação;
- demonstração da vantagem da colaboração do consumidor com a coleta seletiva, separando o material a ser reciclado do lixo orgânico;
- otimização de sistemas de embalagem retornáveis, considerando o número de retornos e a distância média de distribuição;
- redução do uso de recursos naturais seja pela redução da quantidade de material de embalagem e/ou pela economia de combustíveis.

Para o meio ambiente, todos os esforços e investimentos devem procurar reduzir a necessidade de recursos naturais e de energia a fim de minimizar ou se possível eliminar, as fontes de emissão. Num estudo de ACV de um sistema de embalagem, os seguintes parâmetros são importantes:

- relação massa da embalagem por volume de produto acondicionado;
- disponibilidade de recursos naturais e matérias-primas da região;
- logística de abastecimento da embalagem;
- distância média de distribuição do produto acondicionado;
- taxa de reciclagem real do material na região;
- número de usos sucessivos da embalagem que é retornável (número de retornos) e a distância média de distribuição;
- aproveitamento da capacidade de carga dos caminhões nas etapas de transporte.

Os esforços para otimização de um sistema de embalagem sob o ponto de vista ambiental geralmente trazem associados benefícios econômicos como:

- redução do consumo de material para uma mesma função (redução de peso de uma embalagem);
- aumento da eficiência energética (menor consumo de energia elétrica ou de combustíveis);
- redução do uso de água;
- melhor aproveitamento e eficiência da distribuição (menor gasto com fretes e/ou combustíveis)
- menor incidência de perda de produto acondicionado.

2.2 LOGÍSTICA REVERSA (LR)

A discussão no momento está focada na definição das fronteiras da LR onde se busca uma ampla abrangência do conceito desde a concepção, projeto e desenho do produto até a disposição final, reciclagem ou reaproveitamento.

Serão apresentadas a seguir as definições para Logística e para Logística Reversa.

2.2.1 Definições de Logística

Novaes (2001) conceitua Logística adotando a definição do *Council of Logistics Management* norte-americano;

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

Na figura 02 Novaes (2001) apresenta os fluxos associados à Logística e os processos envolvidos na cadeia logística.

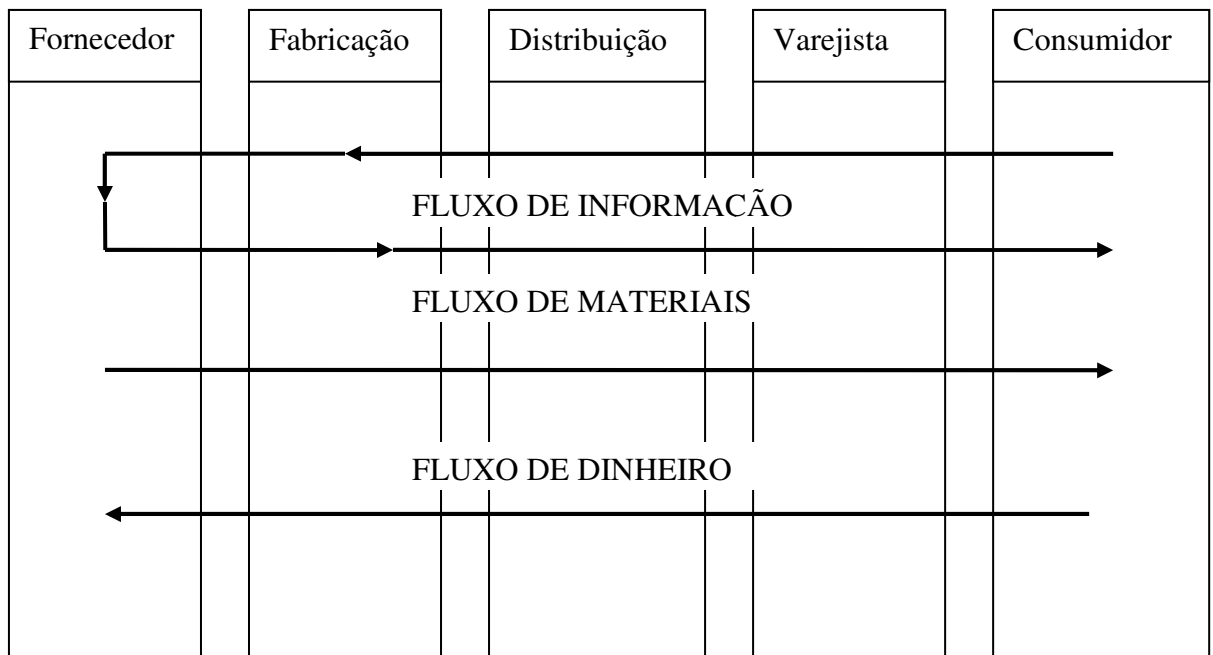


FIGURA 02 – FLUXOS ASSOCIADOS À LOGÍSTICA
 FONTE: NOVAES,2001

Já Leite (2003) traz a definição de logística apresentada por Dornier et al. (2000) que abrange áreas de atuação novas, incluindo o gerenciamento dos fluxos reversos:

“Logística é a gestão de fluxos entre funções de negócios. A definição atual de logística engloba maior amplitude de fluxos que no passado. Tradicionalmente, as empresas incluíam a simples entrada de matérias-primas ou o fluxo de saída dos produtos acabados em sua definição de logística. Hoje, no entanto, esta definição expandiu-se e inclui todas as formas de movimentos de produtos e informações...”(p.16)

Em seguida, Leite (2003) complementa que além dos fluxos diretos tradicionalmente considerados a logística moderna engloba, entre outros, os fluxos de retorno de peças a serem

reparadas, de embalagens e seus acessórios, de produtos vendidos devolvidos e de produtos usados e consumidos a serem reciclados.

2.2.2 Definições de Logística Reversa

“... pode-se definir logística reversa como a parte da logística que tem objetivo de relacionar tópicos como redução, conservação da fonte, reciclagem, substituição e descarte às atividades logísticas de compras, suprimentos, tráfego, transporte, armazenagem, estocagem e embalagem”. (LAMBERT, 1998 apud MAIA, 2001, p.39)

De Biazzi (2002) considera a definição de Fleischmann (2001) a mais abrangente e precisa e destaca que o autor defende que a logística reversa é parte da logística tradicional:

“Logística Reversa é o processo de planejamento, implementação, e controle eficiente e eficaz do fluxo de entrada e armazenagem de materiais secundários e informações relacionadas opostas à direção tradicional da cadeia de suprimentos com o propósito de recuperar valor ou descartar corretamente materiais”. (p.23)

A definição mais atual e abrangente encontra-se em LEITE (2003) como sendo;

“Entendemos Logística Reversa como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.”(p.17)

Por fim, Leite (2003) reforça o conceito ao afirmar que a logística reversa, por meio de sistemas operacionais diferentes em cada categoria de fluxos reversos, objetiva tornar possível o retorno de bens ou de seus materiais constituintes ao ciclo produtivo ou de negócios. Agrega valor econômico, ecológico, legal e de localização ao planejar redes reversas e as respectivas informações e ao operacionalizar o fluxo desde a coleta dos bens de pós-consumo ou de pós-venda, por meio dos processamentos logísticos de consolidação, separação e seleção, até a reintegração ao ciclo.

2.2.3 Áreas de atuação da Logística Reversa

Para entender a atuação da LR, De Biazzi (2002) mostra as oportunidades e responsabilidades mais comuns da LR.

A figura 03, mostra de forma abrangente as oportunidades de atuação da LR que atualmente são impulsionadas por razões econômicas, dentre elas, a reutilização de embalagem retornável.

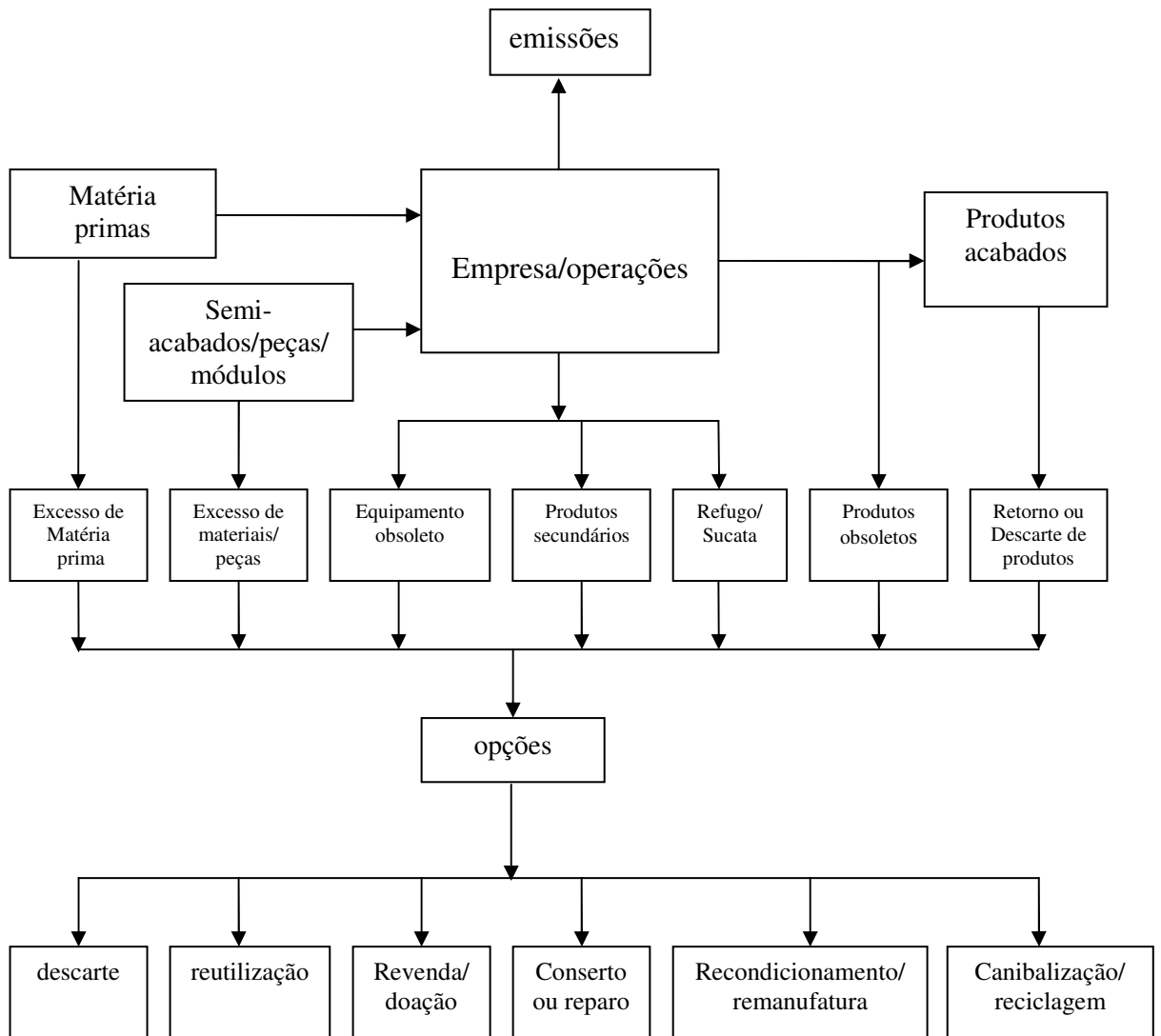


FIGURA 03- ÁREAS DE ATUAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA
 FONTE: DE BIAZZI, 2002

Maia (2001) reforça que, está delineando-se cada vez mais, esta tendência de utilização de embalagens retornáveis, reutilizáveis ou de múltiplas viagens, para produtos usados nos mais diversos pontos tais como montadoras, armazéns de varejo, lojas e expedições entre plantas.

Além das possíveis oportunidades econômicas oriundas do reaproveitamento, reutilização, reprocessamento, reciclagem e etc., a questão da preservação ecológica dirigirá esforços das

empresas a fim de defenderem sua imagem corporativa e seus negócios, enquanto a sociedades se defenderão por meio de legislações e regulamentos específicos, afirma Leite (2003)

Reforça De Biazzi (2002) que os fatores que impulsionam o fluxo reverso variam de produto para produto e até mesmo entre os participantes dentro da cadeia de um mesmo produto. Assim, quando a recuperação de um material é extremamente vantajosa, grande parte dos elos da cadeia é bem remunerada e conseqüentemente interessada no bom funcionamento dessa cadeia. Por outro lado, cadeias de materiais menos rentáveis podem existir devido a regulamentações governamentais.

2.2.4 Logística reversa de pós-consumo e de pós-venda

Leite (2003) apresenta, para efeito de sistematização, duas áreas da LR que são tratadas de formas diferenciadas pelo estágio ou fase do ciclo de vida do produto retornado.

Denomina-se de logística reversa de pós-consumo como a área de atuação da LR que equaciona e operacionaliza os fluxos de materiais e de informações correspondentes aos bens de pós-consumo descartados que retornam ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo por meios dos canais de distribuição reversos específicos.

Como logística reversa de pós-venda denomina-se a área de atuação da LR que equaciona e operacionaliza os fluxos de materiais e de informações correspondentes aos bens de pós-consumo, sem uso ou com pouco uso, os quais por diferentes motivos, retornam aos diferentes elos da cadeia de distribuição direta, que se constituem uma parte dos canais reversos pelos quais fluem esses produtos. (Figura 04)

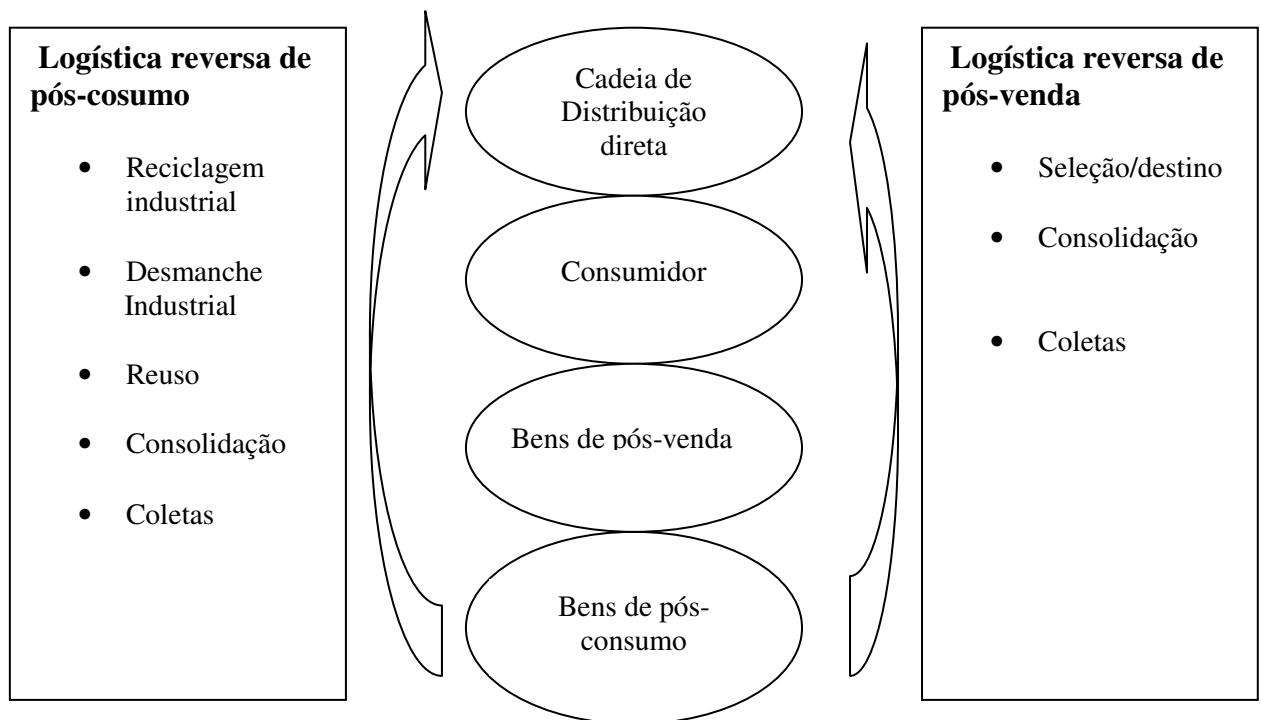


FIGURA 04 – AS DUAS GRANDES ÁREAS DE ATUAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA
 FONTE: LEITE, 2003

2.2.5 Logística verde

As atividades de logística de caráter ambiental *Green Logistics* podem confundir-se com as atividades da logística reversa, estas tratam-se de atividades distintas dotadas de muita sinergia e com áreas de atuação comum.

De acordo com Arima e Battaglia (2003) as preocupações com o meio ambiente e algumas definições de logística reversa levam a *Green Logistics*, que procura tratar de assuntos específicos de meio ambiente, como por exemplo, a reciclagem.

Destaca De Biazzi (2002) que existem atividades que podem ser consideradas ambientais, mas que não podem ser caracterizadas como parte da Logística Reversa apesar de estarem relacionadas com a Logística.

A figura 05 mostra a posição de algumas destas atividades na intercessão destes dois conceitos.

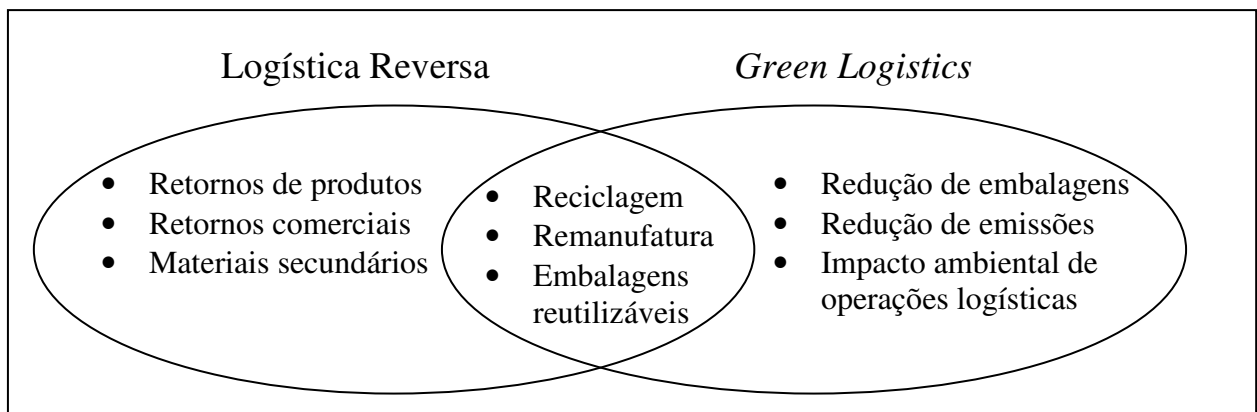


FIGURA 05 - ÁREAS DE ATUAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA E GREEN LOGÍSTICS
 FONTE: DE BIAZZI, 2002

2.3 COLETA PROGRAMADA (*MILK-RUN*)

A coleta programada ou *Milk-Run* é a operação do transporte com datas e volumes programados, onde a empresa retira no seu fornecedor as cargas assumindo os custos de transporte. Esta operação está sendo cada vez mais utilizada notadamente na indústria automobilística e visa facilitar a filosofia *Just-in-Time*, visando os seus princípios como: redução de estoque, maior frequência de abastecimento das linhas de produção e maior integração entre cliente e fornecedor.

2.3.1 Origem do Sistema

Este sistema tem origem nas leiterias, estas empresas necessitam coletar o leite nos produtores dentro de uma rota estabelecida para cada veículo de coleta, com um tempo definido de viagem tendo em vista o produto ser perecível. O fornecedor tem como obrigação deixar seu produto em local pré-determinado para coleta, no horário programado e na embalagem especificada, caso contrário o veículo não realiza a coleta. No instante da coleta o veículo entrega as embalagens vazias que serão utilizadas na próxima coleta.

Segundo Moura (2000), a grande maioria das indústrias automobilísticas aplica este conceito para agregar valor a cadeia de suprimentos, também denominando como *Milk-Run*.

Este sistema já existe na Europa e nos Estados Unidos, mas é recente em nosso país. Afirma ainda que, há uma melhor administração das embalagens retornáveis que são padronizadas. O operador logístico reabastece o fornecedor conforme sua necessidade baseado no programa de coleta de peças, cada fornecedor tem um número determinado de embalagens que está no ciclo de coleta de peças.

2.3.2 Descrição dos Sistemas Convencional e *Milk-Run*

De acordo com Moura (2000) no sistema convencional os fornecedores entregam suas peças diretamente na montadora, neste sistema os custos de transporte estão incluídos nos custos das peças a serem entregues. (figura 06).

No sistema *Milk-Run* a montadora coleta as peças no fornecedor em horários programados e os custos de transporte ficam a cargo da montadora. (figura 07)

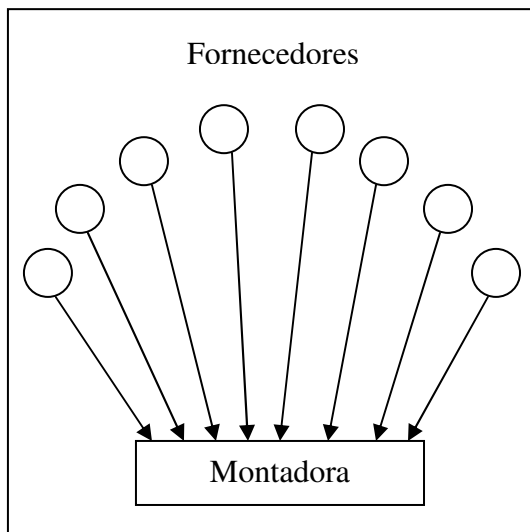


FIGURA 06 – SISTEMA CONVENCIONAL
FONTE: MOURA,2000

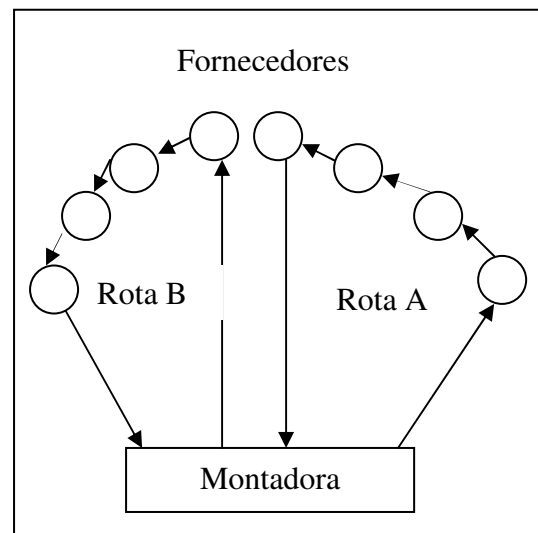


FIGURA 07- SISTEMA *MILK-RUN*
FONTE: MOURA,2000

2.3.3 Escolha do Sistema de transporte

Moura (2000) mostra que a escolha do sistema de transporte baseia-se na distância geográfica do fornecedor ao cliente e aos volumes anuais de suprimentos a serem entregues ao cliente. (figura 08)

Existem três tipos básicos de canais de suprimentos a considerar;

- Direto: Os fornecedores entregam os componentes diretamente na fábrica do cliente por um sistema modal de transporte.
- Montagem: Os fornecedores entregam os componentes em um depósito em volumes relativamente pequenos, onde o material é consolidado com outros materiais de diversos fornecedores, e enviado a fábrica do cliente através de um sistema modal de transporte.
- *Milk –Run*: Um operador logístico, com base em uma rota pré-selecionada, faz a coleta do material nos fornecedores e entrega todo o carregamento na fábrica do cliente.

Quando o volume de suprimentos é alto a expedição do sistema denominado “Direto” será mais econômica. Para o volume de suprimentos baixo e os fornecedores localizados próximo ao cliente, o sistema *Milk Run* é o mais indicado. O sistema “Montagem” é mais apropriado quando o volume de suprimentos é baixo e os fornecedores encontram-se localizados distantes da fábrica do cliente final.

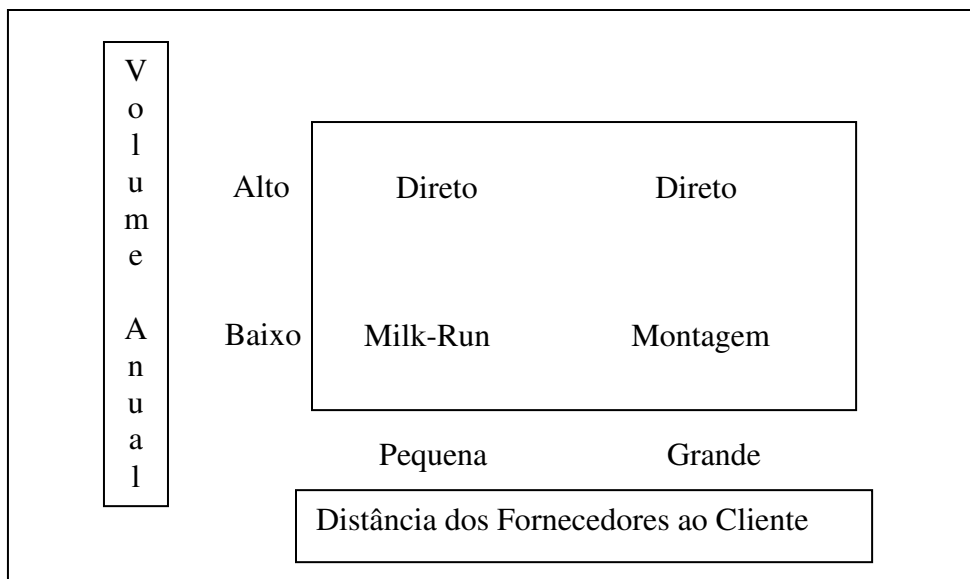


FIGURA 08 – ESCOLHA DO SISTEMA DE TRANSPORTE
FONTE: MOURA, 2000

2.3.4 Integração do Sistema *Milk-Run* e a Logística Reversa

O sistema *Milk - Run* otimiza a distribuição da embalagem vazia ao fornecedor entregando a embalagem especificada ao produto na quantidade correta e no momento do uso, desta forma aplicando os conceitos da Logística Reversa de embalagens reutilizáveis. (Figura 09)

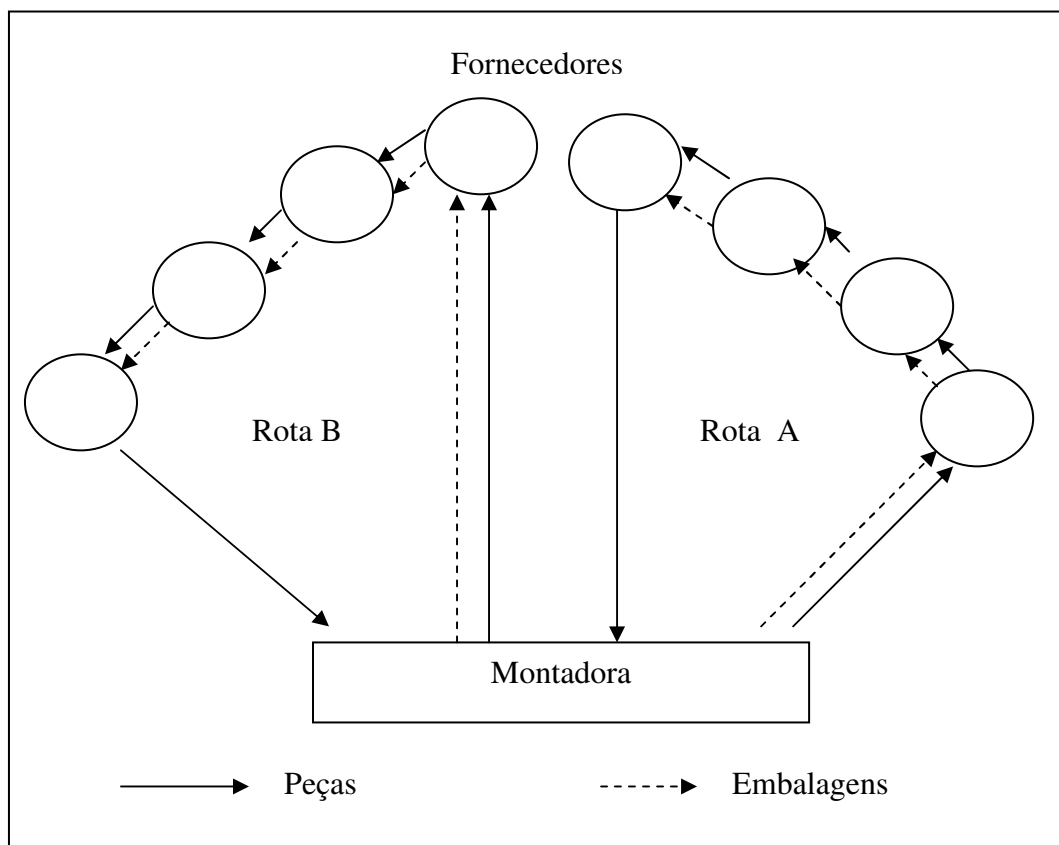


FIGURA 09 - FLUXO DE PEÇAS E EMBALAGENS NO SISTEMA *MILK-RUN*
 FONTE: MOURA, 2000

O conceito de embalagem reutilizável também pode ser aplicado ao sistema convencional de entregas, porém necessita de um circulante maior de embalagens visto que as quantidades transportadas e os estoques serão maiores tanto no fornecedor quanto no cliente.

2.4 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

Historicamente, o ser humano tem feito tudo o que pode para melhorar sua condição de vida. Criou, inventou, inovou e para as suas obras, usou o que se ofertava por toda parte, o solo, as águas, os minérios, o petróleo, as árvores, os animais, etc.

Para satisfazer suas necessidades o ser humano desenvolveu uma série de instalações e estruturas produtivas como cidades, fábricas e cultivos. Desta forma interagiu com o meio ambiente consumindo recursos naturais, emitindo rejeitos e transformando o espaço onde vive.

Cita Hawken et al (1999) que no começo da revolução industrial, a mão de obra era relativamente escassa ao passo que os estoques globais de capital natural eram abundantes e inexplorados. Hoje porém, a situação é inversa, o aumento da produtividade do trabalho e a exploração dos recursos naturais e dos sistemas vivos, como se fossem infinitos, fez com que as pessoas passem a ser um recurso abundante enquanto a natureza tornou-se assustadoramente escassa.

De acordo com Ribeiro (2003) o ser humano desenvolve instalações e estruturas produtivas cujo conjunto denomina-se meio antrópico, com o objetivo de satisfazer suas necessidades, o que se dá pelo consumo de bens e serviços, agora denominados como produtos. Para tanto, precisam ter suas matérias-primas extraídas, beneficiadas, os bens precisam ser produzidos, distribuídos e após sua vida útil, descartados.

2.4.1 Histórico

Segundo Chehebe (1997) os primeiros estudos, ainda de forma embrionária, tiveram início durante a primeira crise do petróleo nos anos 60. A crise gerou uma busca por novas alternativas de energia e despertou o mundo para uma melhor utilização de seus recursos naturais.

Destaca Mourad et al (2002) que nesta época surgiram os primeiros estudos conhecidos como “*análise de energia*”, os cálculos baseavam-se na construção de um fluxograma de processo com balanço de massa e energia, dados sobre o consumo de matéria-prima, de combustível e dos resíduos sólidos gerados. Por esse motivo alguns analistas se referiam ao estudo como “*análise de recursos*” ou “*análise de perfil ambiental*”.

Cita Chehebe (1997) que grande parte dos trabalhos da época abordavam os materiais para embalagens com enfoque na política de reciclagem das empresas, principalmente com relação às embalagens *one-way* versus embalagens retornáveis.

Neste contexto, em 1965 a Coca - Cola financiou um estudo realizado pelo MRI (*Midwest Research Institute*) com o objetivo de comparar os diferentes tipos de embalagem para refrigerantes e determinar qual delas apresentava índices mais adequados de emissão para o meio ambiente e melhor desempenho com relação à preservação dos recursos naturais.

O processo de quantificação da utilização dos recursos naturais e dos índices de emissão utilizados pela Coca-Cola neste estudo tornou-se conhecido como *Resource Environmental Profile Analysis* – REPA.

Este modelo foi aperfeiçoado em 1974 pelo MRI, durante a realização de um estudo para a *Environmental Protection Agency* – EPA, sendo uma referência no surgimento do que hoje conhecemos com avaliação do ciclo de vida. Posteriormente, desenvolveu-se na Europa o método *Ecobalance*, bastante semelhante ao método REPA.

De 1975 até o início dos anos 80, passado o período crítico da crise do petróleo, o interesse em estudos sobre consumo de energia decresceu e poucos estudos sobre ACV foram realizados.

Em 1984 o *Swiss Federal Laboratories for Testing and Research* - EMPA, realizou um estudo sobre materiais para embalagens que despertou a atenção mundial por introduzir um sistema de ponderação conhecido como “critério do volume crítico”, que utilizava padrões de referência para a saúde humana para agregar dados sobre impacto ambiental. O banco de dados resultantes serviu de base para outros estudos posteriores.

A Comunidade Econômica Européia publicou em 1985 a Norma Diretiva 85/339 para embalagens na área de alimentos, obrigando as empresas a monitorar o consumo de matérias-primas e energia, bem como a geração de resíduos sólidos associados aos seus produtos. Pesquisadores europeus e americanos incorporaram à metodologia ACV, a análise das etapas de gestão de resíduo sólido urbano e de reciclagem de material. A interpretação dos resultados evoluiu para além do inventário de dados, com o objetivo de conhecer o impacto potencial associado ao ciclo de vida do produto.

Desde então, o interesse pela ACV vem aumentando, com uma diversificação de usos e usuários. Várias instituições têm buscado uma base conceitual sólida e uniforme, destacando-se a contribuição da *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* - SETAC, que

organizou de 1990 a 1993 uma série de conferências internacionais reunindo pesquisadores líderes na área. Como resultado, a SETAC publicou em 1993 o documento *Guidelines for Life Cycle Assessment: a code of Practice*, primeiro documento voltado à padronização da metodologia e que mais tarde veio orientar os trabalhos de normatização internacional da ISO –*International Organization for Standardization*.

2.4.2 Conceito

Para o desenvolvimento do tema faz-se necessário destacar alguns termos e definições do Sistema de Gestão Ambiental ABNT NBR ISO 14001:2004 segunda edição de 31.12.2004 válida a partir de 31.01.2005, e da Gestão Ambiental – Vocabulário ABNT NBR ISO 14050:2004, primeira edição 31.05.2004 válida a partir de 30.06.2004 como segue;

2.4.2.1 ISO 14001(2004)

Organização

Empresa, corporação, firma, empreendimento, autoridade ou instituição ou parte ou uma combinações desses, incorporada ou não, pública ou privada, que tenha funções e administração próprias.

Meio Ambiente

Circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações.

Aspecto ambiental

Elementos das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente.

Impacto ambiental

Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização.

2.4.2.2 ISO 14050 (2004)**Entrada**

Material ou energia que entra em um processo elementar.

Saída

Material ou energia que deixa um processo elementar.

Processo elementar

Menor porção de um sistema de produto para a qual são coletados dados quando é realizada uma avaliação de ciclo de vida.

Sistema de produto

Conjunto de processos elementares, conectados material e energeticamente, que realiza uma ou mais funções definidas.

Fronteira do sistema

Interface entre um sistema de produto e o meio ambiente e outros sistema de produto.

Ciclo de vida

Estágios sucessivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria prima ou geração de recursos naturais até a disposição final.

Resultado do inventário do ciclo de vida (ICV)

Resultado da análise do inventário do ciclo de vida que inclui os fluxos que atravessam a fronteira do sistema e que fornece o ponto de partida para a avaliação do impacto do ciclo de vida.

Avaliação do inventário do ciclo de vida (AICV)

Fase da avaliação do ciclo de vida dirigida à compreensão e à avaliação da magnitude e significância dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produtos.

Categoria de impacto

Classe que representa as questões ambientais de interesse na qual os resultados do ICV podem ser determinados.

Indicador de categoria de impacto de ciclo de vida

Representação quantificável da categoria de impacto.

Fator de caracterização

Fator derivado de um modelo que é aplicado para converter resultados de ICV em uma unidade comum de indicador de categoria de impacto de ciclo de vida.

Mecanismo ambiental

Sistema de processos físicos, químicos e biológicos para uma dada categoria de impacto, ligando os resultados do ICV aos indicadores de categoria e aos pontos finais de categoria.

Ponto final da categoria

Atributo ou aspecto do ambiente natural, humano ou dos recursos, que identifica uma questão ambiental de relevância.

2.4.3 Definição

De acordo com ABNT NBR ISO 14050:2004 avaliação do ciclo de vida - ACV é a compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida.

Segundo Chehebe (1997) a análise do ciclo de vida é uma técnica para avaliação dos aspectos e impactos ambientais potenciais associados a um produto. Compreende desde a extração da matéria prima elementar que entra no sistema produtivo até a disposição do produto final, abordagem conhecida como “do berço ao túmulo”.

Cita Mourad et al (2002) que avaliação do ciclo de vida é um instrumento que permite uma contabilização ambiental, onde consideram-se as retiradas dos recursos naturais e energia da natureza e as devoluções para o mesmo, permite também as avaliações dos impactos ambientais potenciais relativos às entradas e saídas do sistema.

Considera Ribeiro (2003) que cada etapa do ciclo de vida de um produto possui seus aspectos ambientais, onde é necessário utilizar-se uma metodologia que contabilize a totalidade de interações, que ocorrem em diferentes processos, muitas vezes em distintos espaço e tempo. Esta contabilidade, e a avaliação dos efeitos deste conjunto de aspectos e impactos tem sido o papel desempenhado pela ACV.

As principais etapas do ciclo de vida de um produto estão representadas de forma esquemática na figura 10.

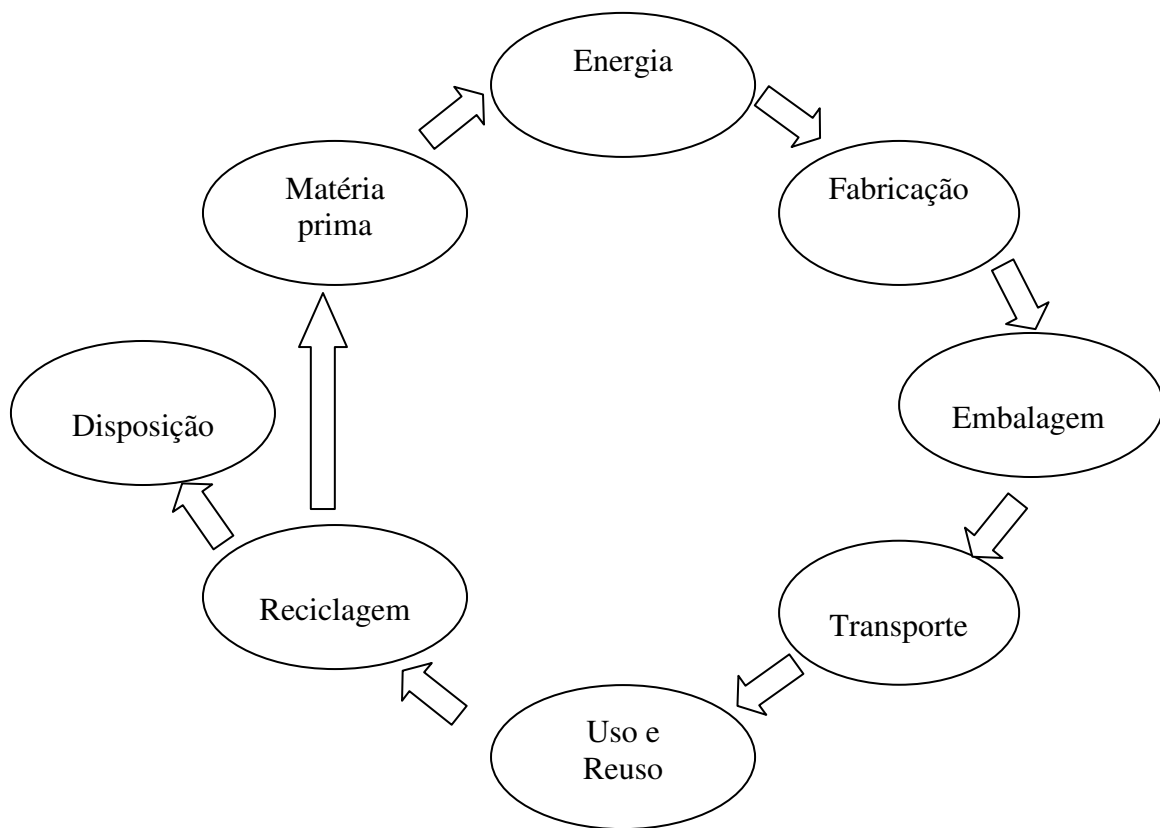


FIGURA 10- ETAPAS DO CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO

Com relação à padronização propriamente dita, a ISO tem trabalhado na ACV desde 1993, reservando a família ISO 14040 para este fim.

No Brasil, a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou a versão da família ISO 14040 como segue:

- NBRISO 14040: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Data de publicação: 11/2001
- NBRISO 14041: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Definição de objetivo, escopo e análise de inventário. Data de publicação: 05/2004
- NBRISO 14042: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida – Avaliação do impacto do ciclo de vida. Data de publicação: 05/2004
- NBRISO 14043: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida – interpretação do ciclo de vida. Data de publicação: 05/2004

Além destas normas, a ISO publicou dois Relatórios Técnicos (TR) e uma Especificação Técnica (TS), à saber:

- ISO/TR 14047: *Environmental management- Life cycle impact assessment- Examples of application of ISO 14042* (2003)
- ISO/TS 14048: *Environmental management- Life cycle assessment- Data documentation format* (2002)
- ISO/TR 14049: *Environmental management- Life cycle assessment- Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis* (2000)

2.4.4 Fases da ACV

A norma ABNT NBR ISO 14040 (2001), que descreve os princípios e a estrutura para conduzir e relatar estudos de ACV, determina que os estudos devem ser realizados em quatro etapas como mostra a figura 11.

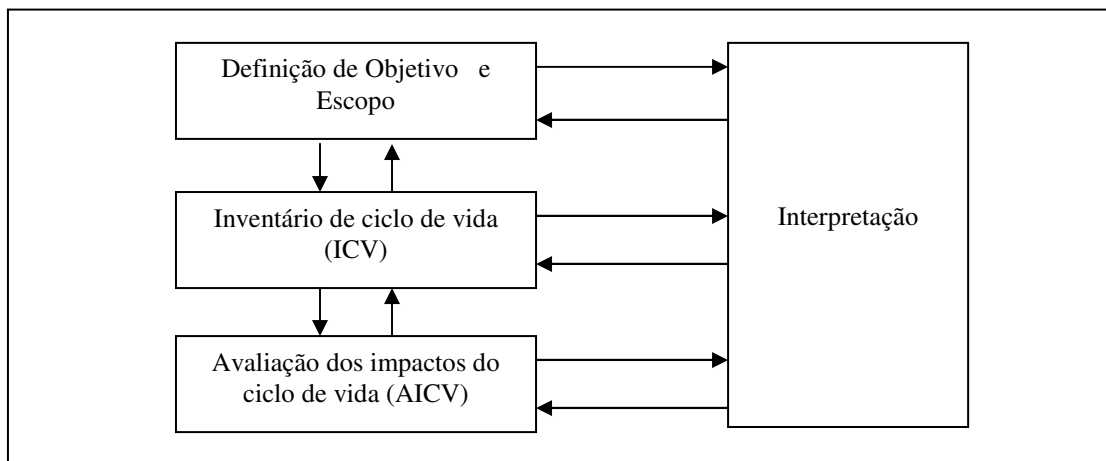


FIGURA 11 – FASES DO ACV

2.4.4.1 Definição de objetivo e escopo

O objetivo e o escopo de um estudo ACV devem ser claramente definidos e consistentes com a aplicação pretendida, segundo a ABNT (2001).

- *Objetivo do estudo:* estabelecer, sem ambigüidade, a aplicação pretendida, as razões para conduzir os estudos e o público-alvo, ou seja, para quem se espera comunicar os resultados do estudo.
- *Escopo do estudo:* identificar e definir o objeto da análise e limitá-lo para incluir o que é significativo e considerar e descrever claramente os seguintes itens:

- Sistema de produto: consiste no conjunto de unidades do processo, conectadas material ou energeticamente, que realiza uma ou mais funções definidas, descendo muitas vezes ao nível de operações unitárias envolvidas, conforme figura 12;
- Função do sistema de produto: define a que se presta o sistema em análise, ou seja, qual sua função;
- Unidade funcional (UF): é a unidade de medida da função anteriormente estabelecida. Deve prover uma referência para a qual as quantificações das entradas e saídas do sistema serão normalizadas;
- Fronteiras do sistema de produto: a definição das fronteiras do estudo representa a delimitação da sua abrangência, considerando diversas dimensões, estas são:
 - i. *Fronteiras em relação ao sistema natural*: são os limites que indicam onde seu ciclo de vida se inicia e termina, em relação ao meio natural;
 - ii. *Fronteiras em relação a outros sistemas*: em geral, cada sistema de produto tem associado uma rede de outros sistemas, como produção de insumos, obtenção de matérias primas, co-produtos gerados, etc. Deve-se delimitar dentro desta rede quais os processos que serão estudados ou não, sob pena de estarmos tentando abranger um universo demasiadamente amplo;
 - iii. *Fronteiras geográficas*: definem onde cada processo será considerado como realizado, uma vez que cada localidade possui características que podem fazer o resultado se tornar inadequado (por exemplo, a matriz energética da Alemanha é inadequada ao Brasil);
 - iv. *Fronteira temporal*: considera o momento pelo qual os dados levantados terão validade, ou seja, se será estudado uma situação atual, passada ou ainda um cenário do futuro;

- v. *Fronteiras de bens de capital*: determina se serão incluídas ou não no estudo a infra-estrutura necessária para a realização dos processos.

A delimitação de fronteiras em geral se inicia com uma visão geral do sistema de produto, usualmente representada por um fluxograma de processos. A partir da opinião de especialistas e da sensibilidade do realizador do estudo, define-se uma primeira fronteira, que poderá ser alterada ou não dependendo das conclusões do inventário.

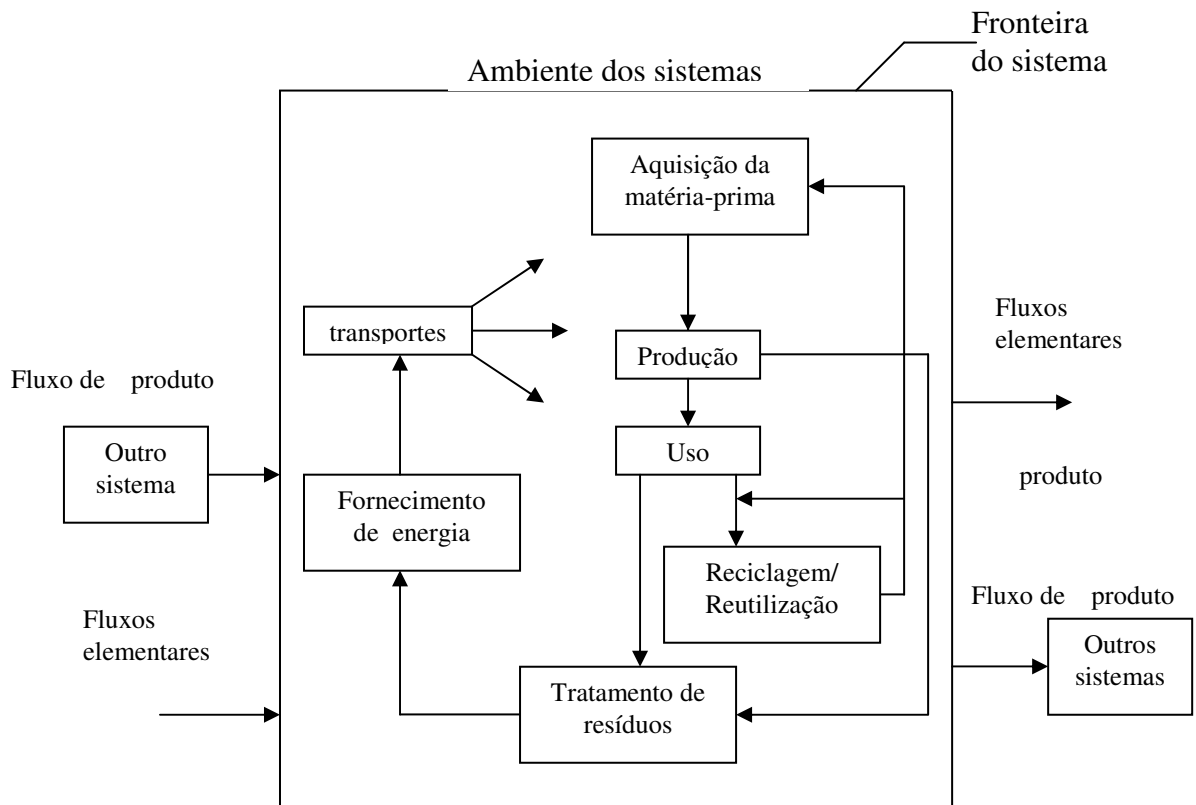


FIGURA 12 – EXEMPLO DE UM SISTEMA DE PRODUTO PARA ANÁLISE DE INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

- Procedimento de alocação: diversos processos possuem mais de uma saída de interesse para o sistema produtivo. Além de poder haver mais de um produto, pode-se

gerar subprodutos, que são incorporadas ao processo através do reuso ou reciclagem. Uma vez que todos estes são resultados de interesse para o sistema de produto, é justo que cada um seja responsável por parte do conjunto de aspectos ambientais do sistema. Para isso desenvolve-se o procedimento para alocação, que busca criar um método de distribuição das contribuições aos impactos entre os diferentes resultados do sistema. A cada produto ou subproduto atribui-se então uma parcela dos aspectos que o sistema possui até o momento da sua geração. Existem diversas técnicas de alocação, cada qual segundo um critério, sendo o mais conhecido o de massa (que aloca proporcionalmente às massas dos produtos do sistema) e o econômico (que o faz proporcionalmente ao valor de mercado de cada produto);

- Tipos de impacto e metodologia de avaliação de impactos: para que seja dada sequência aos estudos após o inventário, é necessário que se estabeleçam critérios de avaliação dos aspectos ambientais, o que é feito através da definição das categorias de impacto (exemplos são o aquecimento global, acidificação do solo, toxicidade humana, consumo de recursos naturais, etc.) ;
- Requisito dos dados: especificação da precisão dos dados e descrição dos métodos de obtenção e integração dos dados;
- Análise crítica: na etapa de definições deve-se determinar o modo de condução e o responsável por esta análise, que deve ser realizada no final do estudo para a verificação de sua qualidade;
- Tipo e formato do relatório final: os resultados de um ACV devem ser relatados ao público alvo de forma fiel, completa e exata, e o tipo e formato deste relatório devem ser estabelecidos na etapa de definição do escopo.

2.4.4.2 Inventário de ciclo de vida (ICV)

Esta etapa trata da coleta de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas de um sistema de produto. É importante considerar que a construção do ICV é interativa, e que o conhecimento do sistema aumenta conforme se obtém dados, deve-se proceder sempre que necessário às novas definições de objetivos e escopo.

Quanto a estrutura do ICV, a ISO 14041 apresenta as seguintes etapas:

Preparação para coleta de dados

Segundo a norma os dados devem ser coletados para cada unidade do processo constante das fronteiras do sistema. A etapa de definições fornecerá tanto a relação destes processos como a categoria de dados que devem ser obtidos. Uma vez que estes processos podem estar bastante distribuídos no espaço e no tempo, é recomendável seguir alguns passos para garantir a uniformidade e consistência do sistema modelado. Estes passos incluem:

- Construção de fluxogramas de processos unitários, incluindo suas inter-relações;
- Descrição de cada processo e listagem das categorias de dados e estes associados;
- Determinação das unidades de medida;
- Determinação dos métodos de coleta e cálculo para cada categoria de dados;
- Provisão de instruções para documentação de casos especiais, irregularidades, etc.

Coleta de dados

A coleta de dados é a tarefa mais demorada da ACV, e segundo a própria norma pode ser igualmente intensiva na demanda de recursos. Este problema pode ser minimizado, principalmente através da criação de bancos de dados, constituídos paulatinamente com a incorporação dos resultados de estudos realizados. A adoção desta prática leva

progressivamente, à redução do tempo e custo de obtenção das informações necessárias para a execução de ACV.

O procedimento adotado para coleta de dados varia entre diferentes estudos e também entre diferentes tipos de processos, mas é sempre importante registrar todas as informações, fontes de dados e hipóteses admitidas.

Ao final desta etapa de coleta o que se obtém é uma planilha de aspectos ambientais quantificados para cada processo em separado.

Procedimentos de cálculo

Após a coleta de dados faz-se necessário efetuar cálculos com o intuito de adequá-los aos processos unitários e à unidade funcional, além de avaliar sua qualidade. O procedimento é feito nas seguintes etapas:

- Validação dos dados: envolve verificações do tipo de balanços de massa e energia, análises comparativas, etc. O objetivo destes procedimentos é apontar ainda numa fase inicial quaisquer anomalias existentes. Deve-se determinar o que será feito na ausência do dado desejado;
- Adequação dos dados a unidade de processo unitário: significa transpor os dados obtidos na coleta à base unitária do processo (por exemplo, 1kg de cimento, 1 MJ de energia, etc), fazendo tanto a alocações das cargas ambientais como a conversão de unidades;
- Adequação dos dados à unidade funcional: para realizar cálculos sobre todo o sistema devemos transformar os valores obtidos para cada processo, na base unitária de cada um, a uma mesma base de cálculo referente à unidade funcional;

- Agregação dos dados: por último, nesta etapa deve-se agregar os dados obtidos numa única tabela.

Refino das fronteiras do sistema

O ICV é um processo interativo, ao longo do qual se vai progressivamente obtendo maior conhecimento sobre o objeto de análise. Desta forma, a norma recomenda que as fronteiras do sistema sejam revistas, identificando análises de sensibilidade, quando necessário, de modo a avaliar a necessidade de:

- Excluir estágios de ciclo de vida ou processos que não sejam significantes.
- Excluir aspectos ambientais sem representatividade no resultado final.
- Incluir novos processos ou aspectos que sejam considerados relevantes.

2.4.4.3 Avaliação de impactos do ciclo de vida (AICV)

O objetivo da AICV é avaliar os resultados da análise de inventário do Ciclo de Vida (ICV) de um sistema de produto, para melhor compreensão de sua significância ambiental. A AICV modela as questões ambientais selecionadas, chamadas categorias de impacto, e utiliza indicadores de categoria para condensar e explicar os resultados do ICV. Indicadores de categoria são utilizados para refletir as emissões agregadas ou o uso de recursos para cada potencial de impacto. Esses indicadores de categoria representam impactos ambientais potenciais. (NBRISO 14042)

Elementos da AICV

A estrutura geral da AICV é composta de diversos *elementos obrigatórios* que convertem os resultados do ICV em resultados dos indicadores. Adicionalmente existem *elementos opcionais* para normalização, agrupamento ou ponderação dos resultados dos indicadores e técnicas de análise de dados.

- Elementos obrigatórios:
 - a) Seleção das categorias de impacto, indicadores de categoria e modelos de caracterização;
 - b) Correlação dos resultados do ICV (classificação) às categorias de impacto;
 - c) Cálculo de resultados dos indicadores de categoria (caracterização)

- Elementos opcionais:
 - a) Cálculo de magnitude dos resultados dos indicadores de categoria relacionados a informações de referência;
 - b) Agrupamento: ordenação e, se possível, classificação das categorias de impacto;
 - c) Ponderação: conversão e, se possível, agregação dos resultados dos indicadores através de categorias de impacto utilizando fatores numéricos baseados em escolha de valores;
 - d) Análise da qualidade dos dados: melhor compreensão da confiabilidade do conjunto de resultados dos indicadores, o perfil da AICV.

2.4.4.4 Interpretação do ACV

O objetivo da etapa de interpretação de um ACV é combinar, resumir e discutir resultados do estudo, com o intuito de obter fundamentos para conclusões e recomendações que satisfaçam os objetivos inicialmente propostos. Além disso, tem a função de desenvolver uma apresentação de resultados na forma de um relatório consistente e transparente.

Para efetuar a interpretação são necessários quatro tipos de informações: resultado das etapas anteriores (ICV e AICV), escolha metodológicas (critérios de alocação, fronteiras, categorias de impacto, etc.), juízo de valores admitidos e relação dos envolvidos, seus interesses e obrigações.

De acordo com a norma, existem três elementos básicos na interpretação:

Identificação dos temas de relevância:

Uma vez que os resultados do ICV ou do AICV foram assumidos como de acordo com o objetivo e escopo do estudo, deve-se proceder à identificação dos pontos mais relevantes do estudo. Segundo a norma estes podem ser:

- Aspectos do inventário ou suas categorias (uso de recursos não renováveis, consumo de energia, geração de resíduos, etc).
- Categorias de impacto
- Operações unitárias, processos como transporte, geração de vapor, etc.

Existem diversas técnicas para esta identificação, e os procedimentos a serem revistos variam de caso a caso.

Avaliações

Esta parte dos estudos tem como função determinar a confiabilidade dos resultados, incluindo os temas e relevâncias identificados anteriormente. Os resultados devem ser apresentados de forma clara e compreensível ao usuário determinado para o estudo. De acordo com a norma, pode-se descrever cada uma das etapas como segue:

- *Análise de abrangência*: tem como objetivo verificar se todas as informações relevantes e dados necessários estão disponíveis e completos. Pode resultar na adição de comentários extras ao relatório do estudo, ou mesmo a revisão do ICV ou do AICV;
- *Análise de sensibilidade*: tem como objetivo avaliar a confiabilidade final dos resultados e conclusões, determinado quanto estes são afetados pelas incertezas dos dados, métodos de alocação, cálculos dos indicadores, etc. Esta avaliação deve levar em conta as hipóteses e simplificações feitas na etapa de definições, as análises de sensibilidade e incerteza já realizadas na etapa de ICV e AICV e também a opinião de especialistas na área e experiências anteriores.
- *Análise de consistência*: avalia o quanto às hipóteses, métodos e dados obtidos são consistentes com as definições iniciais. Verificam-se, por exemplo, as diferenças de qualidade de dados entre as diferentes etapas do ciclo de vida se houve consideração de variações temporais/espaciais, se a aplicação de alocação e estabelecimento de

fronteiras adequada, se os elementos da avaliação de impacto estão de acordo com o estabelecido no início, etc.

Conclusões, recomendações e relatório.

Esta última etapa da ACV tem como objetivo estabelecer conclusões e recomendações para os usuários do estudo. Além disso, deve através do relatório, fornecer uma visão transparente e completa do estudo. Estas ações devem ser feitas como segue:

- *Conclusões*: devem ser estabelecidas de modo interativo com outros elementos da etapa de interpretação, considerando sempre definições iniciais;
- *Recomendações*: sempre que apropriado ao objetivo e escopo estabelecidos, devem ser feitas recomendações aos tomadores de decisão que irão utilizar os resultados da ACV. Estas devem ser baseadas no resultado do estudo e justificadas de modo a refletir as conseqüências lógicas e razoáveis destes.
- *Relatório*: uma vez que já se tenha considerado o estudo terminado, seus resultados devem ser relatados ao público alvo. O formato deste relatório deve ser estabelecido na etapa de definições do estudo, embora a norma relacione alguns itens fundamentais.

Finalizando, a norma NBRISO 14040 pede ainda após o término do estudo, a condução de uma avaliação de *Análise Crítica*, que deve verificar o atendimento da norma pelo estudo quanto à metodologia, dados e relatórios. Tanto o realizador do estudo, como o modo de condução do mesmo, devem ser definidos a priori, e a norma traz considerações a respeito dos objetivos, necessidades, processo e responsáveis por este procedimento.

3 SISTEMA DE PRODUÇÃO SCANIA (SPS)

3.1 Histórico

Desde o final dos anos 80, a Scania tem se preocupado em trabalhar com um sistema de produção que, além da alta tecnologia, permita grande participação de pessoas capacitadas na forma de realizar o processo de produção, com envolvimento e criatividade.

O programa “Scania anos 90”, que antecedeu o SPS, preparou a organização para “*os novos tempos*”, que trariam clientes mais exigentes, demandando grande flexibilidade de resposta aos seus anseios, qualidade como sendo responsabilidade de cada um dos envolvidos, e custos que garantam uma margem de lucratividade competitiva.

O SPS veio aprimorar esse processo, integrando ainda mais o homem com sua área de trabalho e pela maior integração do binômio homem-equipamento. Seu objetivo é motivar o homem a integrar-se ao processo em que atua, incentivando-o a conhecer sua situação normal de trabalho, desenvolvendo padrões e rotinas por meio de critérios e métodos uniformes, atuando através de um processo que garanta a qualidade do produto, a fim de evitar perdas desnecessárias bem como, manter sua integridade como pessoa, incentivando-o a desafiar constantemente sua atuação no trabalho, na busca de melhorias contínuas.

O SPS é a base para todas as melhorias na produção, cujos valores, princípios e prioridades que definem os métodos de trabalhos são os mesmos para todas unidades de produção espalhadas pelo mundo. Também devemos considerar que o produto Scania (caminhões, chassis de ônibus e motores) é global, isto é, um mesmo modelo de caminhão pode ser produzido no Brasil e na Suécia simultaneamente dentro das mesmas exigências de qualidade.

O sistema de produção Scania contribuiu para o aumento da produtividade na Scania nos últimos anos. Em 1985 a empresa produzia 1,6 caminhões ano por empregados da produção, durante 2003 este indicador foi para 4,6.

3.2 Filosofias do Sistema de Produção Scania

Cliente em primeiro lugar:

- Atender às necessidades do cliente na hora certa, na quantidade certa e no menor tempo possível.
- Produzir com qualidade e saber ouvir suas necessidades.

Respeito ao indivíduo:

- Saber ouvir, envolver as pessoas no processo e dar *feedback*.

Eliminação do desperdício:

- Olhar permanente na qualidade aumentando a rentabilidade e gerando maior competitividade por meio da redução de perdas.

3.3 Princípios do Sistema de Produção Scania

O sistema é baseado em quatro princípios:

Situação Normal:

Situação normal é o método de trabalho padronizado e visual para atender, em tempo adequado, com a qualidade certa e de maneira balanceada, uma demanda de produção.

Correto a partir de mim:

Significa ter uma atitude pró-ativa de fazer de maneira correta desde o início e sempre entregar a quantidade e qualidade certas ao cliente. Todos sabem o que significa qualidade

certa. Todos têm formação e educação corretas e relevantes de como realizar o trabalho. Existem instruções de trabalho, ferramentas e métodos adequados.

Produção baseada no consumo:

Os pedidos dos clientes iniciam a produção e o processo de produção se comporta como uma corrente contínua de relações cliente/fornecedor. Os clientes recebem o “que” precisam “quando” precisam.

Melhoria contínua:

Processo contínuo de implantação de melhorias que desafiam a situação normal estabelecida, agregando mais valor ao processo produtivo. Melhorias contínuas são atitudes e estado de espírito em busca de melhores meios, todos os dias, através de pequenos passos. É o trabalho com evolução e não revolução, quando se tem a possibilidade de influenciar, o trabalho se torna mais estimulante e desafiador.

3.4 Academia Scania de Produção

Composta basicamente pelo nível gerencial da organização, responsável pelo entendimento, aprofundamento, desenvolvimento pedagógico e aplicação do treinamento, incrementada posteriormente pela participação dos multiplicadores, composta por toda liderança envolvida no processo. O papel da liderança é fundamental como multiplicador dos conceitos durante os treinamentos e apresentações, trazendo a experiência do chão de fábrica e incentivando a sua equipe a desenvolver-se continuamente.

3.5 Prioridades

O Sistema de Produção Scania baseia-se em quatro prioridades

- 1. Segurança e Meio Ambiente**
- 2. Qualidade**
- 3. Entrega**
- 4. Custos**

Estas prioridades são referências para tomada de decisão em temas relacionados ao dia a dia da produção.

3.6 A casa Scania

Graficamente o SPS é representado por uma casa com a seguinte forma (figura 13);

Alicerce - As filosofias Scania, base que norteia o comportamento das pessoas na organização.

Piso - Situação normal, fundamental para os demais princípios.

Paredes - Correto a partir de mim e produção baseada no consumo

Telhado – Melhoria contínua, consolida os princípios e incentiva a redução do desperdício.

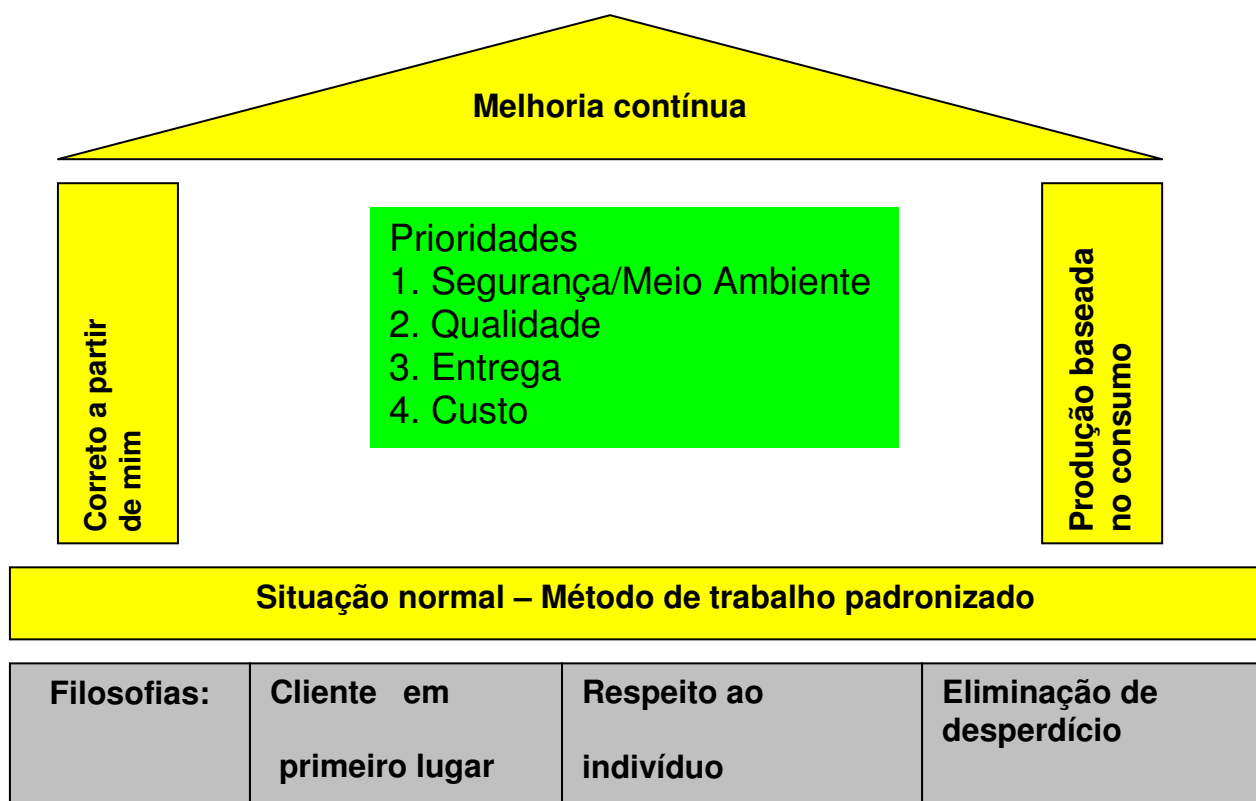


FIGURA 13 – CASA SCANIA

4 PAPELÃO ONDULADO

Oficialmente, tem-se notícia que foi produzido papel pela primeira vez na China, no ano 105 da nossa era. O inventor foi Ts'ai Lun, e o seu processo consistia em fragmentar em uma tina cheia de água, pedaços de bambu, rami, rede de pescar e roupas usadas; o cal ajudava no desfibrilamento; na pasta assim formada, submergia-se um quadrado de madeira revestido de um fino tecido de seda, a forma manual como era conhecido.

Retirado o quadro da tina a forma, cheia de pasta, a água escorria, deixando sobre a tela uma fina folha que era removida e estendida sobre uma mesa. Repetia-se a operação e, as folhas eram prensadas para perder mais água e posteriormente colocadas para secar. (SOUZA e GIRRACH, 2002)

4.1 Matéria - Prima

A celulose é a matéria prima principal no processo de fabricação do papel, sem o qual o papel não existe. Ela consiste da parte fibrosa da madeira, que é obtida por processo de polpação em uma fábrica de celulose. (SOUZA e GIRRACH, 2002)

A molécula da celulose pertence à função dos carboidratos ou, mais corretamente, a dos glicídios. É um polissacarídeo formado por unidades de monossacarídeos B-D-glucose, que se ligam entre si através de carbono 1 e 4 dando origem a um polímero linear.

O processo de obtenção da celulose chama-se polpação alcalina que inclui todos os métodos de produção da pasta celulósica, nos quais os vegetais contendo fibras de celulose são tratados com solução alcalinas aquosas, altas temperaturas (cerca de 170 °C) e pressões controladas.

Os dois principais processos alcalinos na produção de pastas químicas são o processo soda e o processo kraft ou sulfato. No processo soda, o principal reagente químico é o hidróxido de sódio, enquanto no processo sulfato usa-se, além do hidróxido de sódio, o sulfeto de sódio. Atualmente, toda pasta química é preparada por meio do processo kraft ou sulfato, no Brasil cerca 81% da produção é por processo kraft, sendo 12% processo soda e o 7% restante por outros processos. (DRAGONI, 2003)

As madeiras mais utilizadas para extrair a celulose são o Pinus e o Eucalipto.

O Pinus possui fibra longa (mínimo 2 mm e máximo 4 mm) e por esta razão é utilizada para produção de embalagens por oferecer maior resistência a tração. O papel produzido recebe o nome de kraft.

O Eucalipto possui fibra curta (mínimo 0,5 mm e máximo 2 mm) este tipo de papel é mais utilizado na área de impressão e escrita, como os papéis apergaminhados e offset, pois apresenta menor resistência mecânica e melhor acabamento. (SOUZA e GIRRACH, 2002)

4.2 O Papelão Ondulado

O papelão ondulado é uma estrutura formada por um ou mais elementos ondulados (miolos), fixados a um ou mais elementos planos (capas), por meio de adesivo aplicado no topo das ondas.

O papelão ondulado usado na fabricação de caixas e acessórios é obtido por meio de várias combinações de papéis que compõem a capa e o miolo (papel-capas e papel-miolo).

Sua composição é definida em função do desempenho da embalagem que se deseja obter, o que é realizado laboratorialmente através de ensaios físicos e mecânicos. (DRAGONI, 2003)

As primeiras patentes para fazer papelão ondulado apareceram na Inglaterra em 1856, onde era utilizado na parte interna de chapéus.

Nos Estados Unidos, a primeira patente foi concedida a Jones em 1871, para uma folha ondulada, sem capas, utilizadas para embalar vidros de lampiões e outros objetos frágeis. O primeiro a usar caixa de papelão ondulado de parede simples foi um fabricante de produtos de cereais, o qual em 1903, conseguiu aprovação oficial de fretes para esse tipo de caixa de transporte.

No fim da 1ª Guerra Mundial, cerca de 20% das caixas fabricadas eram de papelão ondulado e 80% eram fabricadas de madeira. Já no fim da 2ª Guerra Mundial, a situação era inversa, ou seja, 80% das caixas eram de papelão ondulado e papelão sólido. A modificação deveu-se a fatores como: menor custo, maior produção, melhor aproveitamento do espaço para estocar as embalagens, barateamento de frete, etc.

Atualmente a forma mais comum de embalagem é a caixa de papelão ondulado, cerca de 90% dos produtos embalados são expedidos em embalagens de papelão ondulado. (SOUZA e GUIRRACH, 2002)

4.3 Tipos de estruturas

De acordo com a terminologia da NBR 5985, os tipos de papelão ondulado são:

Face simples - Estrutura formada elemento ondulado (miolo) colado e um elemento plano (capa), figura 14.



FIGURA 14 – PAPELÃO ONDULADO FACE SIMPLES

Parede Simples – Estrutura formada por um elemento ondulado (miolo) colado, em ambos os lados, a elementos planos (capas), figura 15.



FIGURA 15 – PAPELÃO ONDULADO PAREDE SIMPLES

Parede dupla – Estrutura formada por três elementos planos colados e dois elementos ondulados, intercalados, figura 16.

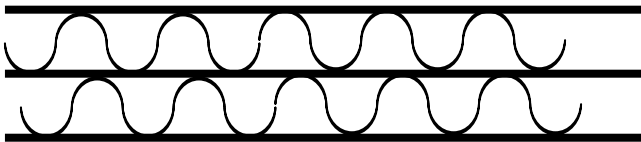


FIGURA 16 – PAPELÃO ONDULADO PAREDE DUPLA

Parede tripla-Estrutura formada por quatro elementos planos colados a três elementos ondulados, intercalados, figura17.

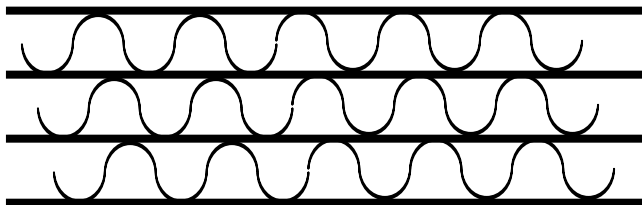


FIGURA 17 – PAPELÃO ONDULADO PAREDE TRIPLA

Parede múltipla-Estrutura formada por cinco elementos planos colados a quatro ou mais elementos ondulados, intercalados, figura18.

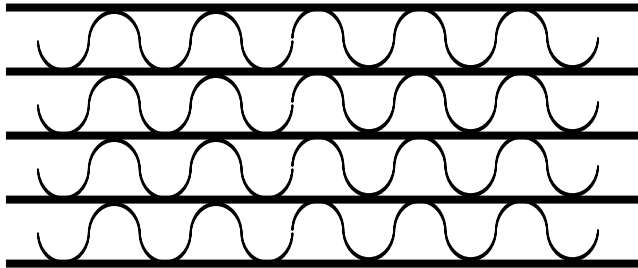


FIGURA 18 – PAPELÃO ONDULADO PAREDE MÚLTIPLA

4.4 Tipos de ondas

As espessuras do papelão ondulado variam de acordo com o fabricante e o tempo de vida do rolo ondulator, como mostra a tabela 01

TABELA 01-TIPOS DE ONDA

Tipo de onda	Espessura do papelão ondulado em mm	Número de ondas em 10cm
A	4,5 a 5,0	de 11 a 13
C	3,5 a 4,0	de 13 a 15
B	2,5 a 3,0	de 16 a 18
E	1,2 a 1,5	de 31 a 38
F	0.76	41
N	0.6	56

FONTE: SOUZA e GIRRACH (2002)

- As ondas C e B são normais de produção para a parede simples.
- A onda BC, junção de B e C, é normal para linha de produção para parede dupla
- No Brasil a onda A é pouco produzida

4.5 Fabricação da chapa

A chapa de papelão é fabricada em uma máquina conhecida como onduladeira. Nesta máquina, os papéis são combinados, de tal forma, que o papel miolo (ondulado) é colado aos papéis capas, dando uma forma ao papelão ondulado. Supondo que uma onduladeira tenha cilindros para produzir a onda B e C, isto quer dizer que podemos fabricar nessa máquina, o papelão ondulado de face simples em onda B, o face simples em onda C, o parede dupla BC que é a combinação de duas ondas. (Figura 19)

A parede múltipla pode ser fabricada em uma onduladeira especial ou pela colagem secativa de várias faces simples e uma parede simples em uma coladeira a parte.

Na saída da onduladeira há os vincadores e facas rotativas que cortam a chapa na largura e um facão que corta no comprimento. (Dragoni, 2003)

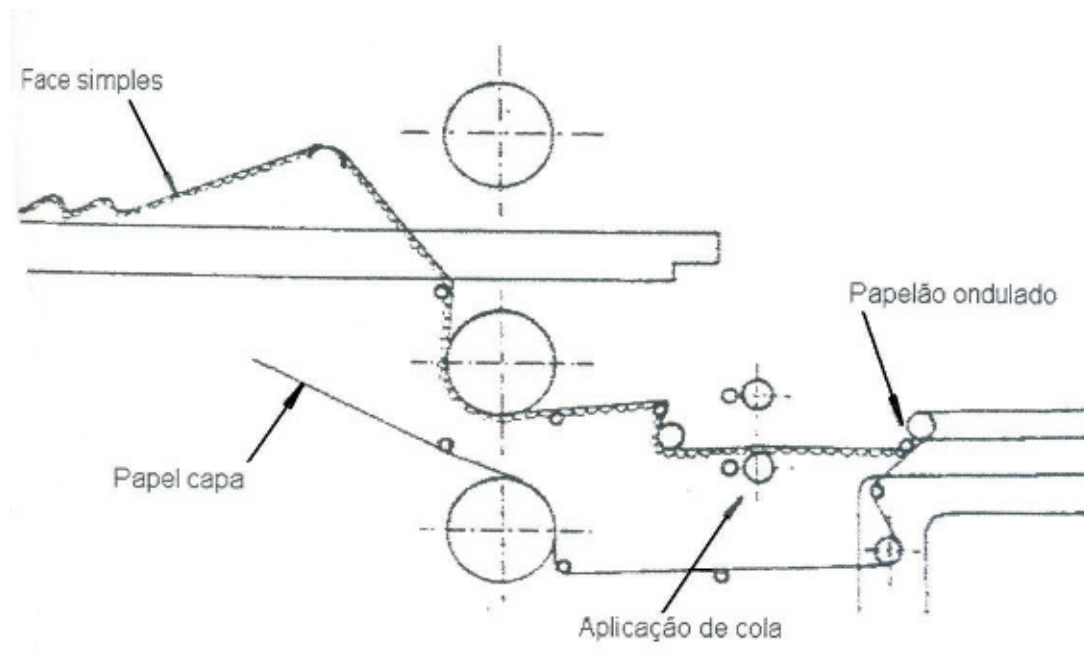


FIGURA 19 –ONDULADEIRA
FONTE: SOUZA e GIRRACH (2002)

4.6 Fabricação da caixa de papelão

No projeto de embalagem deve-se ter uma visão clara do produto a ser embalado. Deve-se também ter em mãos todas informações possíveis do produto, desde a fabricação até o consumidor final, pois é ele quem aprova ou não a embalagem.

Para todo produto embalado temos as medidas básicas de comprimento (C), largura (L) e altura (A), independente da sua forma.

As medidas (CxLxA) são externas ao produto e internas da embalagem. A figura 20 mostra um esquema típico da embalagem de papelão ondulado.

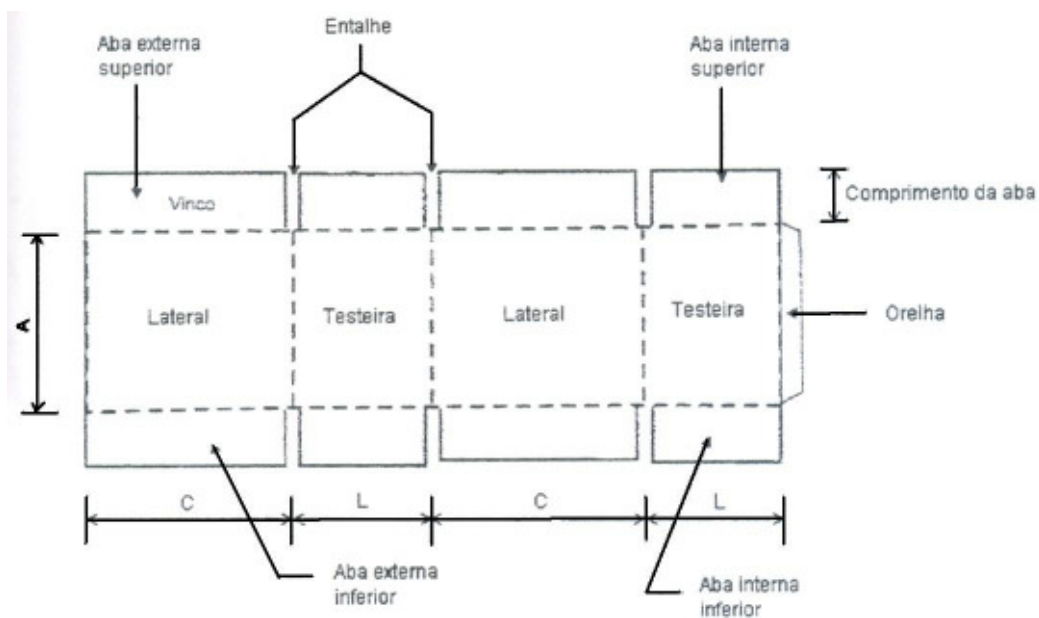


FIGURA 20 – ESQUEMA DA CAIXA DE PAPELÃO
 FONTE: SOUZA e GIRRACH (2002)

5 O PLÁSTICO

Cita Mano (1985) que o termo vem do grego, e significa “adequado a moldagem”. Plásticos são materiais que contém, como componente principal, um polímero sintético, e se caracterizam porque, embora sólidos em temperatura ambiente em seu estado final, tornam-se fluídos possíveis de serem moldados, por ação isolada ou conjunta de calor e pressão. Plásticos também são chamados de *matéria plástica*, denominação inadequada.

Para uma melhor compreensão, destacamos alguns conceitos da literatura especializada:

Polímero

De acordo com Mano (1985) a expressão *polímero* foi criada por Berzelius em 1832 para designar compostos de peso moleculares múltiplos, ou de mesmo peso molecular. São considerados polímeros as moléculas relativamente grandes, de pesos moleculares na ordem de 10^2 a 10^6 , em cuja estrutura se encontram, repetidas, unidades simples chamadas *meros*.

Monômeros:

Segundo Mano (1985) são compostos químicos que reagem para formar polímeros. A reação química que conduz à formação de polímeros é a polimerização.

Termoplástico

Em Mano (1985) são os polímeros que permitem fusão por aquecimento e solidificação por resfriamento. Ainda em Moura e Banzato (1997) são os plásticos capazes de serem amolecidos pelo calor endurecidos pelo resfriamento, repetidamente.

5.1 Matéria Prima

Montenegro et al (1997) cita que a matéria prima básica (monômero) é o polipropileno, que deve ter um alto nível de pureza (superior a 99,5% e isento de água, oxigênio, dióxido de carbono, hidrogênio, enxofre e acetileno).

A fonte predominante para a produção de propeno é o craqueamento da nafta, uma vez que o gás natural não oferece vantagem competitiva.

5.2 Processos de Produção

Montenegro et al (1997), descreve que o polipropileno é obtido através da polimerização do gás propeno (monômero), utilizando os catalisadores do tipo Ziegler-Natta. Destaca ainda que a tecnologia de obtenção do polipropileno é um setor de evolução tecnológica constante tanto no que se refere aos processos quanto aos catalizadores.

O polipropileno deve ser visto e como um conjunto de três tipos: homopolímero, copolímero estático e copolímero alternado.

Os três polímeros podem ser modificados e adaptados às utilizações específicas através das técnicas de formulação e compostagem.

O copolímero estático de polipropileno se obtém por adição de eteno ao propeno, é mais resistente ao impacto e há uma melhoria acentuada na transparência.

5.3 Processo de transformação

A injeção é um processo de moldagem de materiais plásticos onde o material é fluidificado por aquecimento, e em seguida injetado em um molde.

Estes moldes são fabricados em aços endurecidos, para um ciclo de produção alto, ou em alumínio ou em outros materiais quando o ciclo de produção não for alto. Por este motivo torna-se um processo caro quando a quantidade de peças que se deseja produzir não justifique os custos do molde. Por outro lado, têm-se neste processo peças com grande precisão e com tolerâncias de medidas muito pequenas.

Na injetora existe um conjunto chamado de rosca-pistão, onde o plástico é fluidificado para ser injetado no molde. A cavidade se enche de plástico sob grande pressão, que podem variar de 5000 a 20.000 psi, e sofre um resfriamento indo para o estado sólido e em seguida a peça é extraída da cavidade.

Segundo Mano (1985), o processo de injeção consiste em introduzir a composição moldável fundida no molde, por intermédio de pressão, fornecida por um êmbolo. É o mais comum dos processos de moldagem e é geralmente aplicável a termoplásticos, como mostra a figura 21

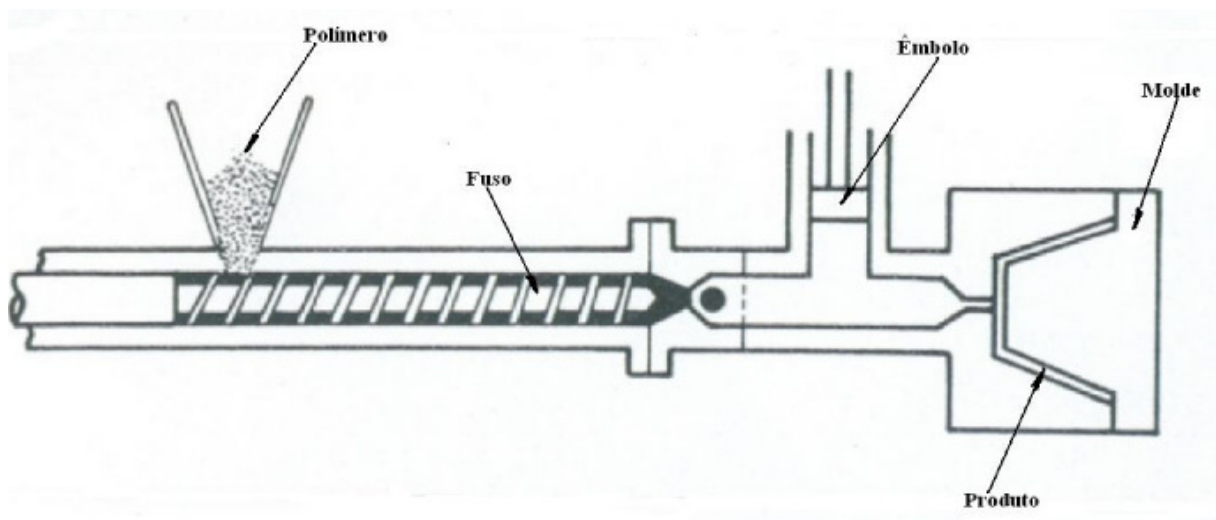


FIGURA 21 - INJETORA DE PLÁSTICO

6 RECICLAGEM

6.1 Reciclagem do papelão ondulado

A indústria do papel se confunde com a reciclagem de matéria-prima. Somente a partir da década de 1970, incrementou-se o uso da matéria-prima virgem para fabricação de celulose.

No Brasil, a reciclagem de papel e papelão passa pelas Centrais de Aparas que são empresas estruturadas para receber o material separado dos pequenos sucateiros, cooperativas de catadores e de grandes empresas que fazem a separação de resíduos. As empresas aparistas encaminham o material a reciclar para as empresas de papelão ondulado, as quais mantêm contrato de fornecimento.

A reciclagem do papelão é relativamente simples e consiste na desagregação das fibras de celulose através do hidrapulper e a partir daí alguns processos auxiliares de branqueamento da massa dependendo da aplicação do papelão.

A celulose reciclada é misturada com a celulose virgem de acordo com a aplicação do papelão, e seguindo as regras comerciais adotadas. A proporção comercial mais usada é de 35% de fibra virgem e 65% de fibras recicladas.

De acordo com os dados da ABPO¹, a taxa de reciclagem do papelão ondulado no Brasil é de 79%.

A figura 22 mostra o ciclo da reciclagem no Brasil.

¹ABPO – Associação Brasileira de Papelão Ondulado

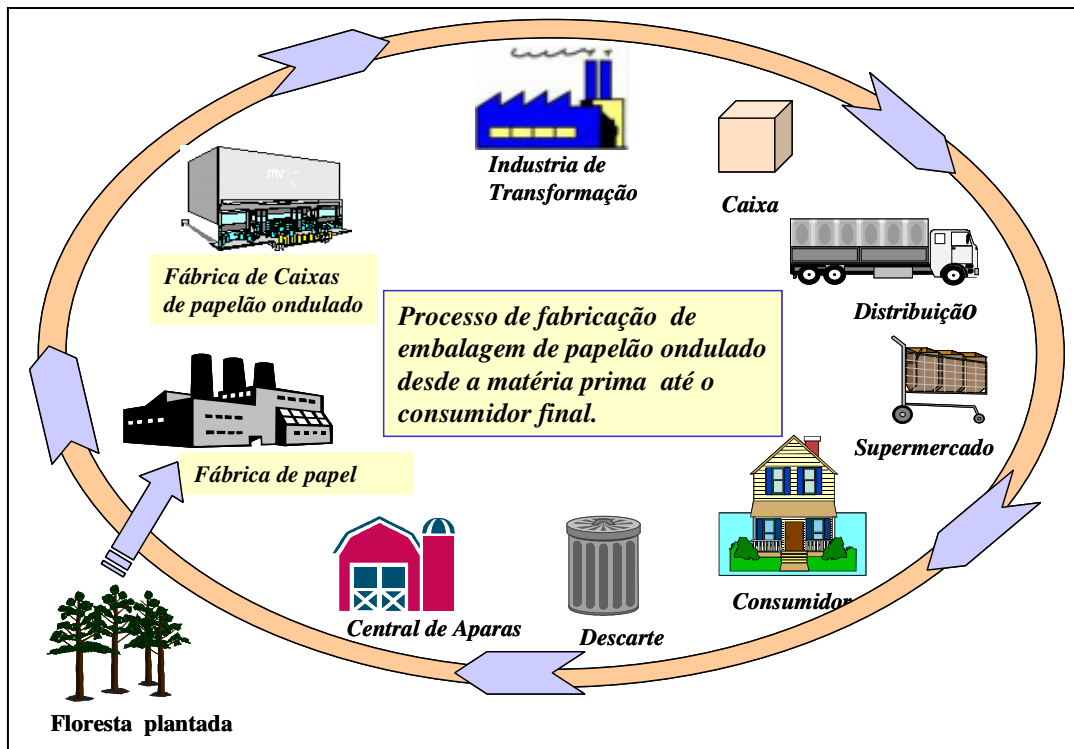


FIGURA: 22 – A RECICLAGEM DO PAPELÃO NO BRASIL

FONTE : ABPO - Associação Brasileira de Papelão Ondulado, 2006

A tabela 02 mostra a expedição anual de caixas, acessórios e chapas de papel

TABELA:02- EXPEDIÇÃO ANUAL DE CAIXA DE PAPELÃO

Ano	Toneladas	1.000 m2
2000	2.048.937	3.737.772
2001	2.061.022	3.701.603
2002	2.144.113	3.920.175
2003	1.885.916	3.464.750
2004	2.106.832	3.918.961
2005	2.156.429	4.004.252
2006	2.178.717	4.114.119

FONTE : ABPO - Associação Brasileira de Papelão Ondulado, 2006

6.2 Reciclagem do plástico

Este tópico visa trazer informações atualizadas sobre a reciclagem de resíduo plástico no Brasil.

De acordo com Piva e Wiebeck (2004) todo material, quando não tem mais valor de uso ou não existe mais utilidade em conservá-lo, é denominado resíduo ou lixo. Por definição, resíduo sólido urbano são aqueles descartados por residências, comércio, instituições, fazendas e pequenas fábricas. Resíduos industriais são aqueles gerados pela indústria pesada, automobilística, eletroeletrônica, construção civil e resíduos de incineração.

Segundo Piva e Wiebeck (2004), a reciclagem consiste num processo de separação e de transformação de materiais de forma a propiciar a sua recuperação. Os materiais originam-se de resíduos de processo industrial ou de produto pós-consumo.

A reciclagem de polímeros pode ser englobada em três tipos distintos: mecânica, química e energética.

A reciclagem mecânica consiste na combinação de processos para o reaproveitamento do resíduo transformando-o em grânulos para a fabricação de outros produtos.

No Brasil, a reciclagem mecânica é o processo mais usado, estima-se que 20% dos resíduos plásticos pós-consumo passam por este processo.

A reciclagem, química converte através de um processo tecnológico o resíduo plástico em matérias-primas petroquímicas básicas.

A reciclagem energética é um processo tecnológico de recuperação da energia contida nos resíduos plásticos, através de incineradores com queima a altas temperaturas. Em alguns países a reciclagem energética atinge 50% de utilização em relação às outras. O Japão é um dos países que dá preferência a incineração devido aos altos custos dos aterros sanitários e escassez de área para aterros.

No Brasil são geradas mais de 500 mil toneladas por ano de resíduos, os plásticos contribuem com 6 a 10% do total de resíduos sólidos de acordo com pesquisa CEMPRE/IPT¹ (figura 23).

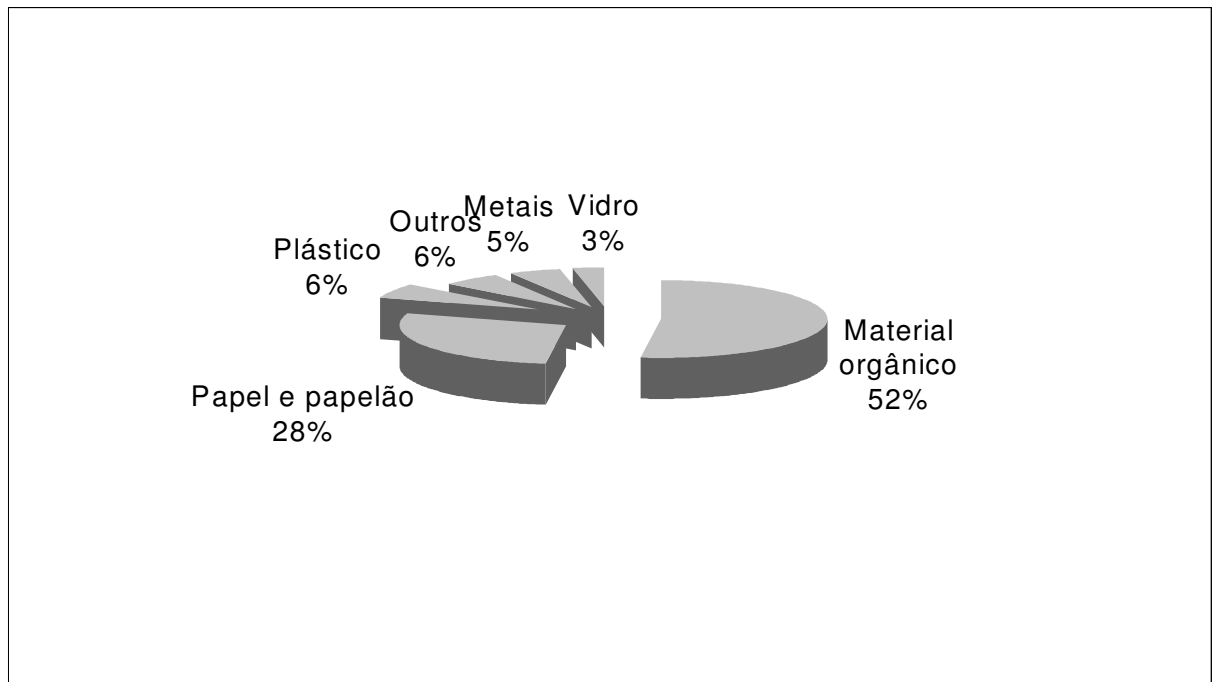


FIGURA 23 - COMPOSIÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO
FONTE: PIVA e WIEBECK,2004

¹CEMPRE/IPT-Compromisso Empresarial para Reciclagem/ Instituto de Pesquisa Tecnológica

Dentre a fração correspondente de 6 a 10% aos materiais plásticos a contribuição por tipo de resina mostra-se da seguinte forma (figura 24);

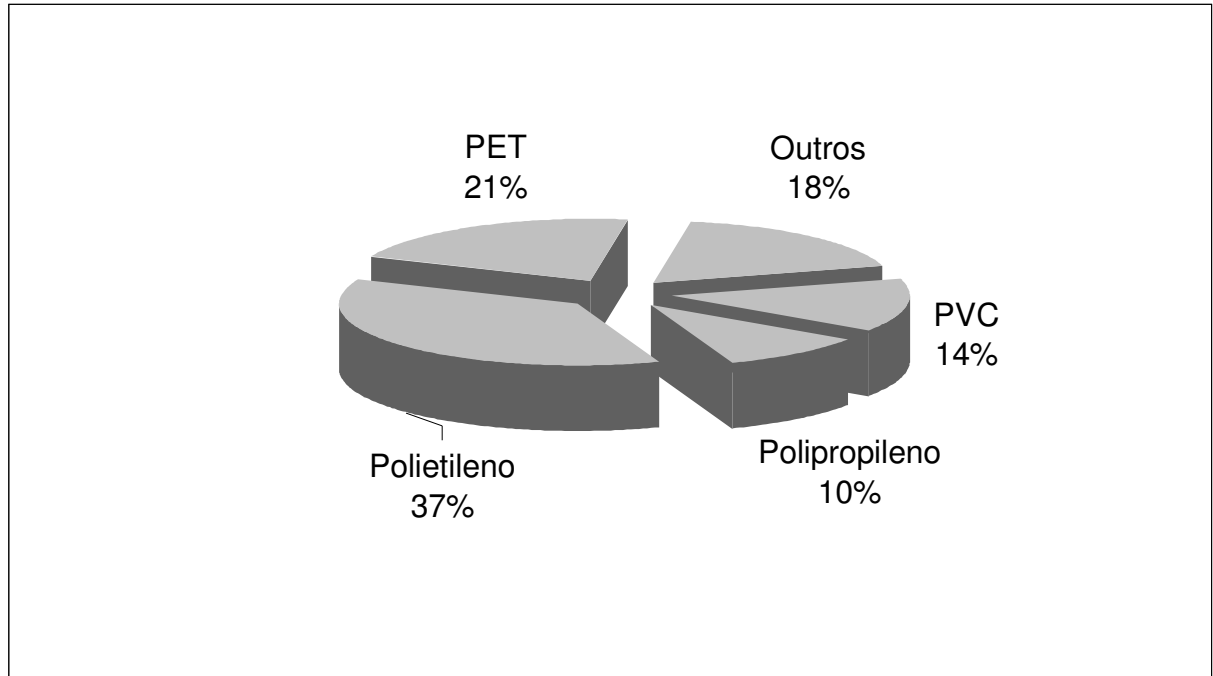


FIGURA 24 - PARTICIPAÇÃO DOS PLÁSTICOS NO RESÍDUO SÓLIDO URBANO
FONTE: PIVA e WIEBECK,2004

Citam ainda Piva e Wiebeck (2004) que até o momento a forma encontrada para lidar com o problema do descarte é a de transformar o resíduo plástico em matéria-prima com a reintegração no processo produtivo. No Brasil, ainda a forma generalizada de descarte é a adoção dos lixões ou vazadouros que lançam os resíduos ao solo a céu aberto.

A adoção dos lixões é uma forma inadequada que pode causar danos ao meio ambiente e saúde pública.

A reciclagem de resíduos sólidos como solução ambiental é uma prática comum para os transformadores de plásticos norte-americanos e europeus.

A tabela 03 mostra o destino final dado aos resíduos sólidos em vários países do mundo.

TABELA 03 - DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

PAÍSES	INCINERADO (%)	ATERRO (%)	COMPOSTAGEM (%)	RECICLADO (%)
Dinamarca	48	29	4	19
França	40	43	9	8
Holanda	35	45	5	15
Alemanha	34	46	3	17
Noruega	22	67	4	7
Reino unido	8	90	-	2
Itália	16	74	7	3
Suécia	47	34	3	16
Suíça	59	12	7	22
Áustria	9	63	15	13
Estados Unidos	16	67	2	15
Japão	75	20	5	-
Brasil	0,1	99	0,9	-

FONTE: PIVA e WIEBECK,2004

7 MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 Materiais

7.1.2 Caixa de papelão ondulado

A celulose é a matéria prima principal no processo de fabricação do papel, sem o qual o papel não existe. Ela consiste da parte fibrosa da madeira, que é obtida por processo de polpação em uma fábrica de celulose. A molécula da celulose pertence a função dos carboidratos ou, mais corretamente, a dos glicídios. É um polissacarídeo formado por unidades de monossacarídeos B-D-glucose, que se ligam entre si através de carbono 1 e 4 dando origem a um polímero linear.

O papelão ondulado é uma estrutura formada por um ou mais elementos ondulados (miolos), fixados a um ou mais elementos planos (capas), por meio de adesivo aplicado no topo das ondas. Na atualidade a forma mais comum de embalagem é a caixa de papelão ondulado, que mundialmente, representa 90% de todos os produtos embalados e expedidos, de acordo com Souza e Guirrach (2002).

Caixa de papelão ondulado de parede simples com onda tipo C.

- Dimensão: 180x144x90mm
- Peso: 0,080 kg
- Capacidade de carga: 6,0kg
- Volume: 2,0 l



FIGURA 25 – CAIXA DE PAPELÃO ONDULADO

3.1.1 Caixa plástica

Para a produção de caixas plásticas utiliza-se como matéria prima básica o polipropileno, obtido da polimerização do gás propeno (monômero), através dos catalisadores do tipo Ziegler-Natta.

O processo de produção de caixas plásticas utilizado é a injeção, sendo um processo de moldagem de materiais plásticos onde o material é fluidificado por aquecimento, e em seguida injetado em um molde.

Estes moldes são fabricados em aços endurecidos para um ciclo de produção alto. Por este motivo torna-se um processo caro quando a quantidade de peças que se deseja produzir não justifique os custos do molde.

No Brasil, a partir de 1995, a indústria automobilística iniciou o uso de caixas plásticas para acondicionamento de peças pequenas tais como parafusos, porcas arruelas, rebites, peças plásticas e de borracha.

Hoje o uso de caixas plásticas é crescente, e tem como objetivo a redução de resíduos sólidos para atender metas anuais das empresas definidas pela ISO-14000, e também para atender os novos métodos logísticos de abastecimento de linhas de produção.

Caixa plástica injetada construída em polipropileno (PP) em cor azul .

- Dimensão: 300x200x147 mm
- Peso: 0,518 kg
- Capacidade de carga: 15,0kg
- Volume: 5,0 l



FIGURA 26 – CAIXA PLÁSTICA

7.2 Método

7.1.2 Considerações iniciais

Os capítulos apresentados na revisão da literatura têm como finalidade fornecer conceitos e informações necessárias ao levantamento dos produtos, fluxos e dados, os quais serão analisados e deverão subsidiar o resultado da pesquisa proposta.

Visando estruturar o estudo propõe-se uma metodologia para adequação destas atividades, onde apresenta-se os instrumentos para a apuração das informações nos fluxos que usam embalagens reutilizáveis ou descartáveis.

7.2.2 Tipo de pesquisa

Do ponto de vista de sua natureza a pesquisa é do tipo aplicada, tendo em vista que busca conhecimentos para aplicação prática orientadas à solução de um problema da empresa em questão.

Segundo Marconi e Lakatos (1996), a pesquisa aplicada caracteriza-se por seu interesse prático, sendo os resultados utilizados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade.

Formalmente apresenta-se do tipo qualitativa uma vez que não é necessário o uso de métodos e técnicas estatísticas. O processo e o seu significado são os focos principais da abordagem, sendo os dados coletados fornecidos pelo ambiente analisado.

Dentro do seu objetivo, a pesquisa é do tipo exploratória e busca a familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito. Desta forma torna-se necessário realizar um levantamento

bibliográfico e avaliar os dados fornecidos pela empresa.

Citam Marconi e Lakatos (1996) que estudos formulativos, sistemáticos ou exploratórios enfatizam a descoberta de idéias e discernimentos.

Do ponto de vista de procedimentos técnicos a pesquisa foi feita por meio de um estudo de caso onde foi feito um estudo aprofundado de apenas dois objetos, a caixa de papelão ondulado e a caixa plástica, visando conhecê-los de maneira ampla e detalhada.

Yin (2001) cita que a essência de um estudo de caso, a principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que ele tenta esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados.

7.2.3 O Método Macbeth

O foco principal do método é a interação entre os agentes e o analista de decisão. Tendo em vista a dificuldade do ser humano de avaliar preferências em escalas numéricas, o método utiliza uma escala nominal, para as avaliações pelos diferentes agentes da decisão. Essa escala será, durante o processo de decisão, transformada em uma escala numérica, para posterior reavaliação. (GOMES, 2007)

Portanto, no uso prático do método Macbeth, a primeira etapa consiste em se definir uma escala, de forma a poder avaliar as preferências entre os critérios de decisão. Para tanto questiona-se o tomador de decisão mediante uma comparação por pares, identificando a existência e a intensidade de preferência entre os dois critérios. De modo a auxiliar nesta comparação, o Macbeth utiliza a seguinte escala nominal pré-definida:

- 0 - não há preferência
- 1 - preferência muito fraca
- 2 - preferência fraca
- 3 - preferência moderada
- 4 - preferência forte
- 5 - preferência muito forte
- 6 - preferência extrema

Essa escala é maleável, permitindo a escolha de valores intermediários entre os pré-definidos.

7.3 Procedimentos

7.3.1 Fronteiras do sistema de produto

A delimitação de fronteiras em geral se inicia com uma visão geral do sistema de produto, usualmente representada por um fluxograma de processos. A partir da opinião de especialistas e da sensibilidade do realizador do estudo, define-se uma primeira fronteira, que poderá ser alterada ou não dependendo das conclusões do inventário. (ISO 14041)

De forma preliminar a fronteira do estudo está limitada as dependências da empresa, sua relação com o fornecedor e à destinação de resíduo sólidos a aterros sanitários (figura 27).

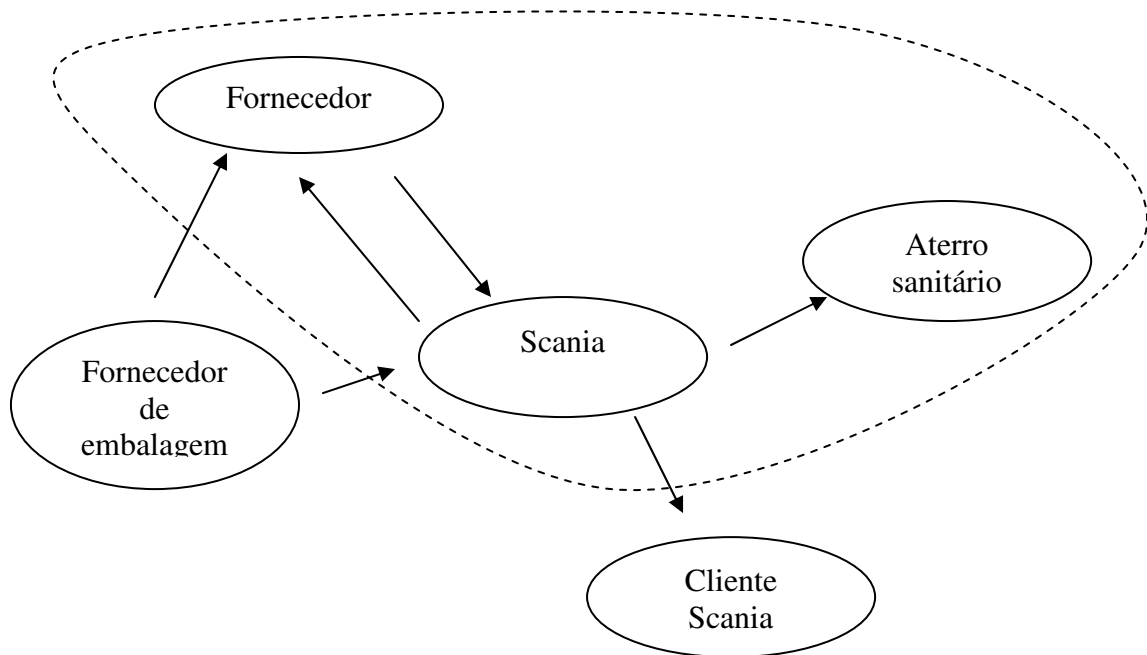


FIGURA 27 - FRONTEIRA DO SISTEMA

Onde identifica-se:

Fornecedor - Fabricante de peças e componentes para a produção de veículos;

Fornecedor de embalagem - Comercializa e produz embalagem;

Scania - Unidade industrial para produção e distribuição de veículos;

Cliente Scania – Concessionária de veículos ou distribuidor de peças e componentes;

Aterro Sanitário – Empresa que recebe os resíduos sólidos retirados da Scania.

7.3.2 Fluxos de embalagens

A) Caixa de papelão

O fornecedor de peças solicita ao fabricante de caixas de papelão a quantidade necessária de caixas para abastecer o seu processo produtivo. De acordo com a demanda da montadora e através do sistema de transporte *milk-run* as peças, embaladas em caixas de papelão, são coletadas e entregues aos depósitos logísticos da montadora. Segundo o mix de produção as peças são chamadas para consumo nas linhas de montagem e as embalagens assim que vazias são coletadas e enviadas a área de resíduos da empresa para reciclagem ou descarte.

(Figura 28)

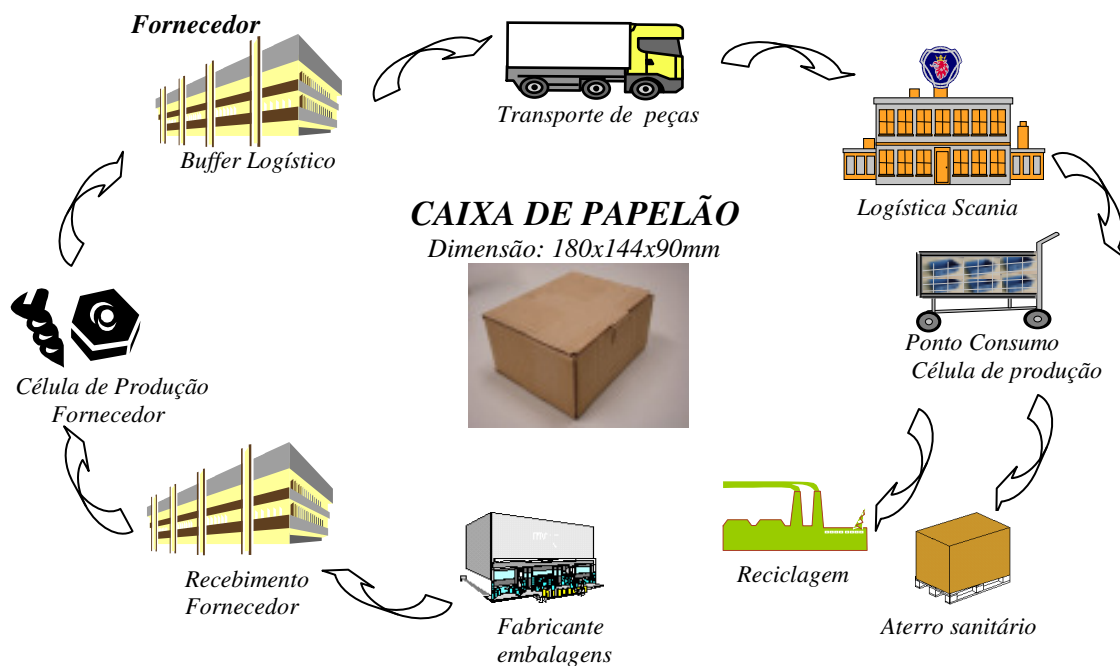


FIGURA 28 – FLUXO DA CAIXA DE PAPELÃO

B) Caixa Plástica

O fornecedor de peças recebe, via sistema *milk-run*, as embalagens vazias em quantidade necessária para abastecer o seu processo produtivo. De acordo com a demanda da montadora e através do sistema de transporte *milk-run* as peças, embaladas em caixas plásticas, são coletadas e entregues aos depósitos logísticos da montadora. Segundo o mix de produção as peças são chamadas para consumo nas linhas de montagem, as embalagens assim que vazias são coletadas e enviadas a área de expedição de embalagens, onde são selecionadas e limpas, e novamente enviadas ao fornecedor via sistema *milk-run*, para reuso nas próximas entregas. A área de expedição de embalagem é responsável por receber e inspecionar as caixas, retirar os eventuais resíduos sólidos ou identificações das caixas, bem como segregá-las para lavagem ou em caso de danos enviá-las para descarte. (Figura 29)

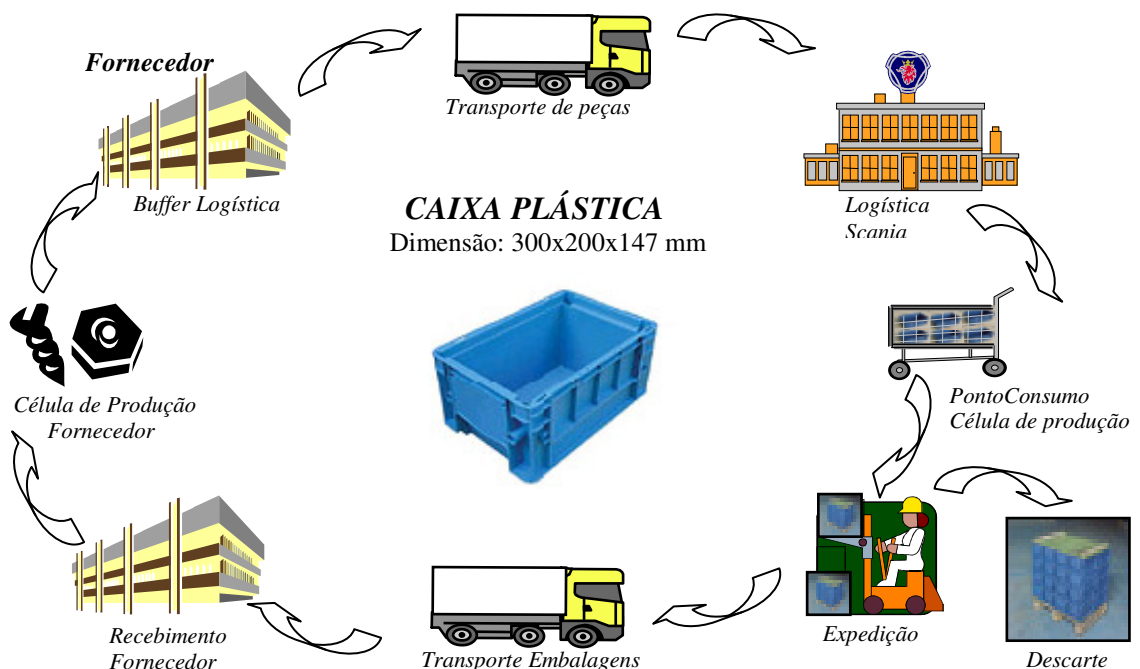


FIGURA 29 – FLUXO DA CAIXA PLÁSTICA

7.3.3 Análise dos dados do fluxo de embalagem

- 1) Coletar dados com base nos fluxos logísticos de materiais apresentados acima.
- 2) Estabelecer categorias de análise de acordo com o referencial teórico
- 3) Selecionar e pontuar os dados obtidos adotando como referência o sistema de pontuação proposto no método Macbeth;

- 0 – não há preferência
- 2 - preferência fraca
- 4 – preferência forte
- 6 – preferência extrema

Como escala é maleável, permitindo a escolha de valores intermediários entre os pré-definidos optou-se pela simplificação da escala para caracterizar a preferência.

4) Avaliar e analisar os dados a partir do referencial teórico proposto e das prioridades da empresa, individualmente, comparando-os através de uma matriz de decisão onde nas linhas listam-se as prioridades da empresa e na coluna listam-se os referenciais teóricos.

5) A cada cruzamento de linha/coluna mostra-se o resultado correspondente, de acordo com o sistema de pontuação proposto, para cada uma das alternativas, ou seja, caixa de papelão ondulado ou caixa plástica. A matriz será composta de cinco linhas e cinco colunas.

6) Os dados para análise, coletados na empresa advém de consulta a especialistas para cada área avaliada e corresponde ao período dos anos de 2003 à 2006.

O apoio multicritério à decisão não pretende, portanto, uma solução ótima para o problema, mas sim a solução de compromisso na qual deve prevalecer o consenso entre as partes envolvidas. Essa abordagem visa apoiar o processo decisório com a recomendação de ações que estejam em sintonia com as preferências expressas pelos múltiplos agentes de decisão.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como proposto no capítulo 7 item 7.3, dos procedimentos, após avaliação e análise dos fluxos dos dados a partir do referencial teórico proposto e das prioridades da empresa, elaborou-se a tabela 04 para o fluxo da caixa de papelão, a tabela 05 para o fluxo da caixa plástica, e a tabela 06 de resumo, agrupando os dados da tabela 04 e 05 para facilitar a comparação dos dados encontrados.

TABELA 04 – RESULTADOS PARA CAIXA DE PAPELÃO

Papelão	Sistema de embalagem	Logística reversa	Milk-run	ACV	Reciclagem	Total
Segurança	2	4	0	4	4	14
Meio-ambiente	6	4	0	4	6	20
Qualidade	2	0	0	0	0	2
Entrega	2	0	0	0	0	2
Custo	(2)	(2)	0	0	(2)	(6)
Total	12	8	0	8	10	

() Valor não considerado na somatória por coluna

TABELA 05 – RESULTADOS PARA CAIXA PLÁSTICA

Plástico	Sistema de embalagem	Logística reversa	Milk-run	ACV	Reciclagem	Total
Segurança	6	6	6	2	2	22
Meio-ambiente	4	6	6	2	2	20
Qualidade	6	6	4	0	0	16
Entrega	6	6	4	0	0	16
Custo	(6)	(4)	(2)	(2)	(2)	(16)
Total	22	24	20	4	4	

() Valor não considerado na somatória por coluna

TABELA 06 – RESUMO DOS RESULTADOS

	Sistema de embalagem		Logística reversa		Milk-run		ACV		Reciclagem		Total	
	Papelão	Plástico	Papelão	Plástico	Papelão	Plástico	Papelão	Plástico	Papelão	Plástico	Papelão	Plástico
Materiais												
Segurança	2	6	4	6	0	6	4	2	4	2	14	22
Meio-ambiente	6	4	4	6	0	6	4	2	6	2	20	20
Qualidade	2	6	0	6	0	4	0	0	0	0	2	16
Entrega	2	6	0	6	0	4	0	0	0	0	2	16
Custo	(2)	(6)	(2)	(4)	0	(2)	0	(2)	(2)	(2)	(6)	(16)
Total	12	22	8	24	0	20	8	4	10	4		

() Valor não considerado na somatória por coluna

8.1 Referencial teórico

Todos os dados apresentados neste item têm como referência a tabela 06 de resumo que, foi criada para facilitar esta discussão

Para o **Sistema de embalagem**, nota-se que a caixa plástica tem uma pontuação melhor em todas as prioridades com exceção do meio ambiente, onde as caixas de papelão são recolhidas para reciclagem enquanto e as caixas plásticas sofrem processo de lavagem para reuso o que causa impacto direto a meio ambiente com o consumo de água.

Como pode-se observar a pontuação do custo não foi considerada nos resultados das colunas dos referenciais teóricos, para não distorcer a avaliação da somatória dos pontos por coluna. O quesito custo deve ser analisado no seu valor absoluto por coluna, observa-se que apenas no sistema de embalagem ele é significativo.

O melhor desempenho da caixa plástica, reforça o conceito de embalagem onde Moura e Banzato (1997), destacam que o objetivo da embalagem é criar as melhores condições para seu transporte, armazenagem, distribuição, consumo e um meio de assegurar a entrega de um

produto numa condição razoável ao menor custo global. Dentro deste conceito fica claro que as prioridades de qualidade e entrega são alcançadas com a embalagem plástica.

Destaca-se também que os postos de trabalho ficam mais limpos e organizados, e que as caixas plásticas permitem melhor identificação do seu conteúdo pois contém local de etiqueta definido na própria caixa

Na **Logística reversa** a caixa plástica tem 24 pontos, o seu melhor desempenho, motivado pelo seu reuso no processo de embalagens retornáveis, contra 8 pontos da caixa de papelão onde a reversibilidade está somente no processo de reciclagem.

O reuso da caixa plástica, através do processo retornável, vem de encontro à definição de Leite (2003) que entende logística reversa como a área da logística que planeja, opera e controla os fluxos e as informações do retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos.

No caso em estudo o retorno da embalagem ao ciclo produtivo é operado pelo canal reverso definido no fluxo da caixa plástica na figura 29 do capítulo 7.3 item 7.3.2.

Maia (2001) reforça ainda que, está delineando-se cada vez mais, a tendência de utilização de embalagens reutilizáveis ou de múltiplas viagens, para produtos usados nos mais diversos pontos tais como montadoras, armazéns de varejo, lojas e expedições entre plantas.

Observa-se ainda que o uso de embalagens retornáveis educa o fornecedor a ter mais disciplina no seu processo produtivo e na sua logística, ou seja, produzir no momento certo, na quantidade certa para utilizar a embalagem apropriada.

O **Milk-run** não é aplicado para caixas de papelão por serem de uso *one-way*, o transporte de embalagens vazias só ocorre para as caixas plásticas.

O sistema *Milk-run* é a ferramenta que operacionaliza e o retorno de embalagens, segundo

Moura (2000), a grande maioria das indústrias automobilísticas aplica este conceito para agregar valor a cadeia de suprimentos.

O sistema otimiza a distribuição da embalagem vazia ao fornecedor entregando a embalagem especificada ao produto na quantidade correta e no momento do uso, como foi apresentado anteriormente na figura 09 do capítulo 2.3 item 2.3.4.

O conceito de embalagem reutilizável também pode ser aplicado ao sistema convencional de entregas, porém necessita de um circulante maior de embalagens visto que as quantidades transportadas e os estoques serão maiores tanto no fornecedor quanto no cliente. Neste caso existem obrigações do fornecedor tais como, área física, controle e administração do estoque que podem gerar custos adicionais.

A gestão de estoque de embalagem pelo fornecedor está caracterizada no fluxo da caixa de papelão na figura 28 do capítulo 7.3 item 7.3.2, onde o fornecedor de peças e componentes tem o encargo de administrar o fabricante de embalagem de papelão.

A ACV é favorável a caixa de papelão dentro do conceito “do berço ao túmulo” devido a alta reciclagem (79%) e o processo reverso do uso da matéria prima reciclada na produção de novas caixas, ao passo que hoje ainda no Brasil a reciclagem de plástico é incipiente e os danos causado ao ambiente pelo descarte sem controle é grande.

Dentro da revisão da literatura sobre a definição de ACV, que consta no capítulo 2.4 item 2.4.3, encontram-se diversas definições de autores diferentes que estão explicitados abaixo e serão discutidas a seguir:

De acordo com ABNT NBR ISO 14050:2004, é a compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida.

Considera Ribeiro (2003) que cada etapa do ciclo de vida de um produto possui seus aspectos ambientais, onde é necessário utilizar-se uma metodologia que contabilize a totalidade de interações, que ocorrem em diferentes processos, muitas vezes em distintos espaço e tempo.

Cita Mourad et al (2002) que é um instrumento que permite uma contabilização ambiental, onde consideram-se as retiradas dos recursos naturais e energia da natureza e as devoluções para o mesmo, permite também a avaliação dos impactos ambientais potenciais relativos às entradas e saídas do sistema.

Segundo Chehebe (1997) é uma técnica para avaliação dos aspectos e impactos ambientais potenciais associados a um produto. Compreende desde a extração da matéria prima elementar que entra no sistema produtivo até a disposição do produto final, abordagem conhecida como “do berço ao túmulo”.

Nota-se que Chehebe (1997) cita a avaliação associado a um produto já a ABNT (2004) fala das avaliações das entradas e saídas de um sistema de produto, este conceito também é reforçado por Mourad et al (2002) e Ribeiro (2003) ainda enfatiza o conceito de espaço e tempo na avaliação.

Os autores são unânimes em conceituar que o estudo deve ser conduzido desde a exploração dos recursos naturais, matéria prima até a disposição final de um sistema de produto.

Os termos usados para o estudo vão de técnica de avaliação, contabilização ambiental, metodologia de que contabilize a totalidade de interações até compilação e avaliação das entradas e saídas do sistema.

De acordo com Mourad et al (2002) a otimização de um sistema de embalagem sob o aspecto ambiental requer um trabalho de parceria entre os fabricantes dos materiais de embalagem, profissionais de *marketing*, operadores logísticos, técnicos de produção, da reciclagem e, inclusive, o consumidor.

Em comparação com as principais etapas do ciclo de vida de um produto observa-se que o presente estudo foca-se nas etapas de embalagem, transporte, uso/reuso e reciclagem, portanto não abrange de forma plena o ACV. Estas etapas estão representadas de forma esquemática na figura 10 do capítulo 2.4 ítem 2.4.3.

De forma concreta observa-se que há um campo amplo de estudo para aplicação do ACV, um destes estudos deve definir o consumo de energia de forma global, de acordo com a matriz energética de cada região por exemplo, no Brasil a matriz hidrelétrica é predominante.

Além das possíveis oportunidades econômicas oriundas do reaproveitamento, reutilização, reprocessamento, reciclagem e etc., a questão da preservação ambiental dirigirá esforços das empresas a fim de defenderem sua imagem corporativa e seus negócios, enquanto a sociedades se defenderão por meio de legislações e regulamentos específicos, afirma Leite (2003).

No capítulo 2.4.1 do histórico da ACV constata-se que as embalagens estão proximamente ligadas ao desenvolvimento da ACV, desde os estudos financiados pela Coca-Cola em 1965, passando pelos estudos realizados pelo *Swiss Federal Laboratories for Testing and Research* em 1984, até a norma diretiva 85/839 publicada pela Comunidade Européia em 1985, que incorporaram a metodologia ACV para embalagens na área de alimentos. Percebe-se assim que estudos consistentes da ACV para embalagens, impulsionados pelas questões ambientais, devem acontecer com mais intensidade trazendo um a nova dinâmica no projeto, desenvolvimento e fabricação de embalagens, bem como a relação entre consumidor e a sociedade em geral.

Quanto a **reciclagem** tem-se, no sistema em estudo, um aproveitamento bem maior da caixa de papelão com 10 pontos, comparada a caixa plástica com 4 pontos, motivado principalmente pelo interesse econômico na reciclagem do papelão.

Reforça De Biazzzi (2002) que os fatores que impulsionam o fluxo reverso variam de produto para produto e até mesmo entre os participantes dentro da cadeia de um mesmo produto. Assim, quando a recuperação de um material é extremamente vantajosa, grande parte dos elos da cadeia é bem remunerada e conseqüentemente interessada no bom funcionamento dessa cadeia. Neste caso temos no Brasil as Centrais de Aparas são as empresas estruturadas que operam este elo da cadeia como mostra a figura 22 do capítulo 6 item 6.1.

8.2 Prioridades do Sistema de Produção Scania (SPS)

Com o objetivo de facilitar a discussão dos resultados com o foco nas prioridades do SPS elaborou-se a tabela 07, condensada da tabela 06, que mostra apenas as prioridades os materiais e total de pontos obtidos para cada prioridade.

TABELA 07 – RESULTADOS VERSUS PRIORIDADES SPS

		Total	
		Papelão	Plástico
1	Segurança	14	22
1	Meio-ambiente	20	20
2	Qualidade	2	16
3	Entrega	2	16
4	Custo	(6)	(16)

() Valor não considerado na somatória por coluna

A **segurança** para o operário no uso da caixa plástica, com 20 pontos, é maior devido a rigidez da caixa, facilidade de manuseio e de empilhamento, caixas de papelão, com 10 pontos, não são rígidas, são difíceis de manusear e são limitadas para o empilhamento.

No **Meio-ambiente** temos a mesma pontuação de 20 pontos para ambas as caixas, a vantagem do papelão é a alta reciclagem e a reversibilidade da matéria prima na produção de novas caixas, no plástico destaca-se o processo de embalagens retornáveis valorizada na logística reversa e no *Milk-run*.

A **qualidade** dos produtos embalados é mais bem preservada em caixas plásticas devido a sua forma e rigidez, que facilitam o transporte o manuseio e a disposição do produto no ponto de consumo. As caixas de papelão além de não possuírem rigidez depende da montagem e fechamento da caixa pelo fornecedor de peças que pode ter a qualidade da embalagem comprometida neste processo.

A **entrega** é garantida com o uso de embalagens plásticas retornáveis no sistema *Milk-run*, de coleta programada, onde o cliente entrega a embalagem vazia pronta para uso ao fornecedor. O cálculo do cliente da quantidade circulante de embalagem, com base no fluxo logístico e na demanda de produção, é fundamental neste sistema. Com o uso de embalagem de papelão a entrega pode ser comprometida caso o fabricante de embalagem de embalagem não cumpra a programação de entrega do fornecedor de componentes, vide figura 28 do capítulo 7.3 item 7.3.2.

O **custo** inicial de um sistema de embalagem plástica retornável com 16 pontos é alto, comparada a embalagem de papelão *one-way* com 6 pontos, e deve-se também considerar o custo fixo da logística reversa na limpeza e preparação da embalagem para reuso, como também o custo fixo do transporte da embalagem vazia no sistema *Milk-run*. A análise isolada do custo pode inviabilizar o uso de embalagens plásticas, principalmente em um horizonte de fornecimento a curto prazo.

9 CONCLUSÕES

Buscando atingir o objetivo estabelecido no início trabalho, ou seja, identificar os benefícios do uso de embalagens de papelão ondulado ou embalagens plásticas no sistema de abastecimento da produção, considerando ainda os aspectos da viabilidade logística, o ciclo de vida e os impactos ambientais para cada tipo de embalagem, e por meio de um estudo de caso aprofundado de apenas dois objetos, a caixa de papelão ondulado e a caixa plástica, visando conhecê-los de maneira ampla e detalhada, levaram às seguintes conclusões:

- a caixa plástica mostra melhores resultados para os quesitos de sistema de embalagem, logística reversa e *Milk-run*, em contra partida a caixa de papelão tem melhor desempenho nos quesitos de ACV e reciclagem;
- de acordo com a pontuação, a caixa plástica melhor atende as prioridades do SPS embora a pontuação de custo do sistema seja maior isoladamente, o custo é definido como a última prioridade (4) no SPS;
- a análise isolada do custo pode inviabilizar o uso de embalagens plásticas, principalmente em um horizonte de fornecimento a curto prazo;
- a caixa de papelão devido a alta porcentagem de reciclagem (79%) e o processo reverso do uso da matéria prima reciclada na produção de novas caixas, motivado pelo interesse econômico, é o tipo de embalagem de uso mais comum utilizada.

10 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

O pesquisador, por mais que deseje aprofundamento do tema, deve saber em que momento parar e finalizar um trabalho ou um projeto, que constituem uma etapa de seu caminho de descobertas.

Ainda assim, não é difícil perceber que uma decisão, que pode parecer excelente hoje, será amanhã passível de revelar-se catastrófica. Isso sugere a noção do que é uma boa decisão, somente vale para um cenário específico.

Desta forma sugere-se:

- Conduzir estudos de ACV para embalagens de papelão e de plástico, de acordo com série de normas ISO 14040, para determinar os impactos ambientais destes materiais.
- Elaborar estudos de Logística Reversa das embalagens de papelão e de plástico para retorno dos seus materiais constituintes ao ciclo produtivo ou de negócios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIMA; S. E BATTAGLIA; **A Logística Reversa - da terra para a terra uma visão do ciclo total**. São Paulo: Revista Tecnológica, 2003

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001**: sistemas da gestão ambiental – requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2004

_____. **NBR ISO 14041**: gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida – definição de objetivo e escopo e análise de inventário. Rio de Janeiro, 2004

_____. **NBR ISO 14042**: gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida – avaliação do impacto do ciclo de vida. Rio de Janeiro, 2004

_____. **NBR ISO 14043**: gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida – interpretação do ciclo de vida. Rio de Janeiro, 2004

_____. **NBR ISO 14050**: gestão ambiental - vocabulário. Rio de Janeiro, 2004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PAPELÃO ONDULADO. **ABPO**: São Paulo, 2006

CABRAL; A.C.D. **Diagnóstico do Sistema de Embalagem**. São Caetano do Sul: Apostila de aula da Escola de Engenharia Mauá, 2002

CHEHEBE, J.R. **Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.120 p.

DE BIAZZI, L. F.: **Logística reversa: o que é realmente e como é gerenciada**. São Paulo: Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. 250p.

DORNIER, P.P.;ERNST,R.;FENDER,M.;KOUVELIUS,P.**Logística e operações globais.**

São Paulo: Atlas, 2000

DRAGONI; P. **Tecnologia de Fabricação do Papel-Básico.** São Paulo: SENAI-SP, 2003

FLEISCHMANN,M. **Quantitative models for reverse logistics.**Berlin: Springer, 2001

GOMES; L.F.A.M. **Teoria da decisão.** São Paulo: Thomson Learning, 2007. 116 p.

GURGEL, F.A. **Logística industrial.** São Paulo: Atlas, 2000. 484 p.

HAWKEN; P. ;LOVINS;A.;LOVINSL.H. **Capitalismo Natural - criando a nova revolução industrial.** São Paulo: Editora Cultrix, 1999. 358 p.

LAMBERT,D.M.;STOCK,J.R.;ELLRAM,L.M.**Fundamentals of logistics management.**Columbus:McGraw-Hill,1998

LEITE, P.R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade.** São Paulo: Prentice Hall,2003. 250 p.

MAIA,D.W.O **uso de embalagens reutilizáveis nos canais de exportação da FIAT.**Florianópolis: Dissertação(Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina,2001.

92p.

MARCOCCIA; R. **SPS -Sistema de Produção Scania - uma abordagem de conceito para a Scania do Brasil.** São Bernardo do Campo: Technoart Design Gráfico & Comunicação, 2003

MARCONI, M.A. E LAKATOS;E.M. **Técnicas de pesquisa.**São Paulo: Atlas, 1996.231p.

MANO; E.B. **Introdução a Polímeros.**São Paulo: Editora Edgard Blücher,1985.

MENDONÇA; P.C.C. E KEEDI; S. **Transporte e Seguros no comércio exterior.** São Paulo: Aduaneiras,1997. 190 p.

MONTENEGRO et al **Polipropileno.** São Paulo, 1997. Disponível em:
<<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/polipr2a.pdf>>

Acesso em: 28 Setembro 2006

MOURA, R.C.; E BANZATO, J.M. **Embalagem, unitização&contenirização.** São Paulo: IMAN,1997.354 p.

MOURA; D.A. **Caracterização e análise de um sistema de coleta programada de peças. ” Milk-Run”, na indústria automobilística nacional.** São Paulo: Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000

MOURAD, A.L. et al **Avaliação do ciclo de vida :princípios e aplicações.** Campinas: CETEA/SEMPRE, 2002. 92 p.

NOVAES;A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição.** Rio de Janeiro: Editora Campus,2001

PIVA; A.M. E WIEBECK;H. **Reciclagem do plástico: como fazer da reciclagem um negócio lucrativo.** São Paulo: Artliber Editora, 2004.111 p.

RIBEIRO; F.M. **Inventário de ciclo de vida da geração hidrelétrica no Brasil- Usina de Itaipu: primeira aproximação.** São Paulo: Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, 2003

SOUZA; E. E GIRRACH;G.C.P. **Flexografia.** São Paulo: SENAI-SP, 2002

YIN; R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.**Porto Alegre:Bookman, 2001.199 p.