

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

MARIANA TATAGIBA MENDES

**Gerenciamento de embalagens de cimento pós-consumo na
Grande Vitória: Estudo de caso com aplicação de Logística
Reversa.**

VITÓRIA
2012

MARIANA TATAGIBA MENDES

**Gerenciamento de embalagens de cimento pós-consumo na
Grande Vitória: Estudo de caso com aplicação de Logística
Reversa.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof .Dr. Renato Ribeiro Siman

VITÓRIA

2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

M538g Mendes, Mariana Tatagiba, 1986-
Gerenciamento de embalagens de cimento pós-consumo na
Grande Vitória : estudo de caso com aplicação de logística
reversa / Mariana Tatagiba Mendes. – 2012.
82 f. : il.

Orientador: Renato Ribeiro Siman.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Resíduos sólidos. 2. Construção civil. 3. Logística reversa.
4. Cimento - Embalagens. I. Siman, Renato Ribeiro. II.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III.
Título.

CDU: 628

MARIANA TATAGIBA MENDES

**GERENCIAMENTO DE EMBALAGENS DE CIMENTO PÓS-
CONSUMO NA GRANDE VITÓRIA: ESTUDO DE CASO COM
APLICAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Banca Examinadora:

Profº. Dr. Renato Ribeiro Siman
Orientador – UFES

Profª. Dra. Jacqueline Rogéria Bringhent
Examinadora Externa – IFES

Profº. Dr. Maurice Barcellos Costa
Examinador Interno - UFES

Coordenador do PPGEA: Profª. Drª. Regina de Pinho Keller

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Vitória, ES, 24 de agosto de 2012

AGRADECIMENTOS

À Deus que tornou tudo possível;

Aos amigos mestrandos, pela companhia, suporte e amizade;

Aos meus pais, amigos e todos que contribuíram de alguma forma para chegar até aqui;

Ao meu orientador, Professor Renato Siman, que me acolheu e me ajudou com muita paciência e dedicação;

Ao Fabbiano, pelo companheirismo e toda ajuda;

À Empresa Mizu pelo apoio, principalmente à Claudia, funcionária da empresa Mizu, pelo suporte e conselhos;

Ao PPGEA/DEA e professor Florindo, pela oportunidade de ingresso como mestranda;

À CAPES, pela bolsa de estudo;

Aos professores do programa, pelos ensinamentos;

Aos funcionários do PPGEA, pelo auxílio e paciência.

RESUMO

O gerenciamento de resíduos sólidos é um desafio enfrentado pela sociedade atualmente. Existem vários fatores que impactam esse problema, dentre eles, o aumento da quantidade de resíduos gerados. Esse trabalho detalha as principais formas de destinação e o consumo das embalagens de cimento pós-consumo atualmente empregados na Grande Vitória; descreve o processo de logística reversa da sacaria de cimento após utilização na fábrica de cimento estudada; e estuda as alternativas viáveis para a destinação ambientalmente adequada desse resíduo. Para isso foi feito um levantamento de dados em obras da construção civil, uma avaliação na única fábrica que pratica a logística reversa da sacaria de cimento no estado do Espírito Santo e o levantamento de possíveis alternativas de disposição adequada das embalagens retornadas no estado. Foi constatado que existem diversas formas de destinação dos resíduos da construção civil, como disposição em terrenos da prefeitura, aterramento e recolhimento das embalagens pós-consumo. A prática da logística reversa na fábrica de cimento apresenta muitas limitações, como a presença do cimento que impede a reciclagem ou reutilização do mesmo, tornando sua disposição um procedimento custoso para a fábrica de cimento. A falta de planejamento que vise o controle da quantidade de embalagens que retornam, a ausência de um processo de conscientização de todos os participantes, entre outros fatores, impedem o sucesso do processo reverso. Assim, são necessários investimentos tanto no desenvolvimento do fluxo reverso nos setores participantes como em tecnologias para o retorno dessas embalagens em processos produtivos, visando o retorno ambiental e social da implantação da logística reversa.

Palavras chaves: logística reversa, embalagem de cimento, gerenciamento de resíduos sólidos.

ABSTRACT

The solid waste management is a challenge faced by society today. There are several factors that impact this issue, among them, the increase in the amount of waste generated and the lack of companies interested in the same procedures for re-use. This paper details the main forms of disposal and the consumption of cement packaging post-consumer currently used in Vitória; describes the process of reverse logistics in these packages studied on cement plant; and study feasible alternatives to the environmentally sound disposal of waste. For this purpose it was made a data survey on construction works, an evaluation on a single factory that practices the reverse logistics of sacks of cement in Espírito Santo state and a survey of possible alternatives for proper disposal of containers returned in the state. It was found that there are various ways of disposing of construction waste, as available land in the town hall, grounding and collection of post-consumer packaging. The practice of reverse logistics in the cement plant has many limitations, such as the presence of the cement prevents recycling or reuse thereof, making its disposal a costly procedure for the cement plant. The lack of a plan that aims to control the amount of packaging that return and the awareness of all participants sets back the success of the reverse process. Therefore, investments are required both in the development of the reverse flow in the participating sectors and technologies for the return of these packaging in a production process, seeking the return of environmental and social implementation of reverse logistics.

Key words: reverse logistics, cement packaging, solid waste management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação Esquemática dos Processos Logísticos Direto e Reverso.	31
Figura 2 - Visão da cadeia de suprimentos integrada.	32
Figura 3 - Estrutura da logística reversa segundo Revlog (2002).	33
Figura 4 - Processo da logística reversa segundo Brito e Dekker.	34
Figura 5 - Atividades Típicas do Processo Logístico Reverso.	35
Figura 6 - Cadeia de fornecimento e reciclagem de PET.	39
Figura 7 - Logística reversa das embalagens pelo Sistema Ponto Verde.	42
Figura 8 - Embalagem aberta pela ponta (a) e aberta no centro (b).	59
Figura 9 - Processo de ensacamento do cimento.	61
Figura 10 – Bag em estado precário.	64
Figura 11 – Local de prensamento.	65
Figura 12 – Materiais misturados a embalagens retornadas.	66
Figura 13 – Embalagens pós-consumo prensadas.	66
Figura 14 – Big Bag no canteiro de obra com suporte adaptado.	69
Figura 15 – Fluxo direto e reverso das embalagens de cimento pós-consumo.	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Estimativas de geração de Resíduos de Construção Civil.....	17
Quadro 2 - Classificação dos Resíduos da Construção Civil segundo Resolução CONAMA 307.	19
Quadro 3 - Número de municípios do estado do Espírito Santo em relação a forma de disposição dos RCC no solo.	25
Quadro 4 - Incineração nos países desenvolvidos.	26
Quadro 5 - Composição química de clínquer em operação com e sem resíduos.	27
Quadro 6 - Fases e procedimentos aplicados na pesquisa.	45
Quadro 7 - Respostas das empresas de serviço de locação de caçambas.	57
Quadro 8- Sistematização da avaliação do estudo de caso na comparação com a literatura.	70
Quadro 9 – Custos dos resíduos em relação à forma de disposição final.	73

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACACCI – Associação Capixaba Contra o Câncer Infantil

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

ECPC – Embalagens de Cimento Pós-Consumo

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR – Norma Brasileira Registrada

PET - Politereftalato de etileno

PVB - Polivinilbutiral

RCC – Resíduos da Construção Civil

SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento

SUMÁRIO

1	Introdução	13
1.1	Justificativa	13
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
2	Fundamentação Teórica	16
2.1	Resíduos da construção civil.....	16
2.2	Gerenciamento dos resíduos da construção civil	20
2.3	Destinação dos resíduos da construção civil.....	23
2.4	Logística reversa	28
2.4.1	O conceito de logística reversa	28
2.4.2	Logística reversa e termos comuns	31
2.4.3	Estrutura da logística reversa	32
2.4.4	Importância da logística reversa.....	35
2.4.5	Barreiras à logística reversa	37
2.4.6	Logística reversa no Brasil	38
2.4.7	Logística reversa em outros países	41
3	Metodologia.....	44
3.1	Classificação Da Pesquisa.....	44
3.2	FASE 1- Gerenciamento das embalagens de cimento pós-consumo ..	45
3.2.1	Pesquisa Bibliográfica	45
3.2.2	Visitas em obras da construção civil.....	46
3.2.3	Destinação das embalagens de cimento e entulhos com caçambas	47
3.2.4	Coleta de dados entidades públicas	48
3.3	FASE 2 – Estudo de caso	48
3.3.1	Seleção do estudo de caso	48
3.3.2	Visitas à Empresa Mizu	49
3.4	FASE 3 – Levantamento e compilação de alternativas de destinação das embalagens de cimento retornadas.....	52

3.4.1	Pesquisa bibliográfica.....	52
3.4.2	Visita às associações de catadores	52
3.4.3	Levantamento de dados sobre o coprocessamento no estado do ES	53
3.4.4	Levantamento de dados sobre os aterros de Classe II-B – não inertes no estado do ES	53
3.4.5	Compilação e análise das destinações viáveis no estado do ES	53
4	Resultados e Discussões	54
4.1	FASE 1- Gerenciamento das embalagens de cimento pós-consumo ..	54
4.2	FASE 2 - Estudo de caso	60
4.2.1	Mercado	60
4.2.2	A empresa.....	60
4.2.3	Fabricação	60
4.2.4	Processo reverso na fábrica de cimento.....	62
4.2.5	Processo reverso nas obras da construção civil	68
4.3	FASE 3 - Levantamento e compilação de alternativas de destinação das embalagens de cimento retornadas.....	71
5	Conclusão e Recomendações	76
5.1	Conclusão	75
5.2	Recomendações	76
6	Referências	78
7	Anexos.....	81

1 Introdução

1.1 JUSTIFICATIVA

A problemática relacionada com o gerenciamento dos resíduos é uma situação cada vez mais explícita no cotidiano atualmente. Esse problema afeta a sociedade de modo geral, tanto as indústrias que fabricam os produtos, quanto os indivíduos que os consomem gerando os resíduos. Além disso, o aumento desses resíduos está diretamente ligado ao crescimento populacional, principalmente pelo fato da sociedade ter como característica forte o consumismo.

Dentro dessa ideia de crescimento demográfico, a grande geração de resíduos pelo setor da construção civil está inserida na realidade capixaba. Segundo Instituto Jones dos Santos Neves (2012), de 2000 a 2010, a população residente da Região Metropolitana da Grande Vitória cresceu cerca de 250 mil habitantes, com uma taxa média geométrica anual de crescimento de 1,61%.

No Brasil são gerados cerca de 300 kg/m² de resíduos da construção civil em novas edificações, enquanto em países desenvolvidos são aproximadamente 100 kg/m² (MARIANO, 2008). Além disso, os resíduos gerados em obras da construção civil são popularmente considerados de baixa agressividade ao meio ambiente, sendo corriqueiramente encontrados em depósitos a céu aberto e sem revestimento de fundo, entretanto, na realidade, podem comprometer a qualidade das águas superficiais e subterrâneas para o consumo doméstico. Outras vezes, são encaminhados para aterros sanitários sem a devida segregação, o que impede que esses resíduos sejam reutilizados ou reciclados.

O cimento é consumido em todas as fases das obras da construção civil, assim como ocorre com a geração de embalagens de cimento pós-consumo. Mariano (2008) fez a caracterização dos resíduos de uma obra da construção civil, no caso das embalagens de cimento foi identificado a quantidade utilizada em uma obra de 4000 m². Como resultado, foram utilizadas um total de 2.160 embalagens de cimento com massa unitária de 169,5 gramas, gerando um total de 366,12 kg de embalagens

de cimento pós-consumo. Esse valor equivale a 0,08% do total de resíduos gerados na obra. Os resultados foram comparados pelo autor com referências nacionais, que apresentam até 1,4% de resíduos de papel no total gerado.

Apesar de serem constituídas por papel, essas embalagens estão contaminadas por cimento e outros materiais, dificultando o processo de reutilização ou reciclagem das mesmas, necessitando de alternativas viáveis ambientalmente e economicamente.

Um gerenciamento adequado desses resíduos é essencial para que haja controle na disposição desse material. De acordo com resolução CONAMA 307 de 2002, gerenciamento de resíduos é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

Dentro desse conceito de gerenciamento podemos enquadrar o processo de logística reversa. Esse abrange uma destinação ambientalmente adequada para as embalagens de cimento pós-consumo que retornam à empresa, promovendo assim um gerenciamento integrado, englobando tanto os consumidores, obras da construção civil, como os fornecedores e as fábricas de cimento.

Segundo a Lei Federal 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, a logística reversa “é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”.

Se as embalagens de cimento pós-consumo retornassem para um processo de produção com a logística reversa, além de diminuir a quantidade de matéria-prima extraída, esse sistema tende a diminuir a quantidade de rejeitos nos aterros sanitários, consequentemente não interferindo na vida útil do mesmo. Como também, caso seja viável, as empresas poderão apresentar um retorno financeiro com a reutilização desse resíduo.

Esse trabalho tem como foco estudar o processo de logística reversa das embalagens de cimento pós-consumo na única fábrica de cimento que pratica essa metodologia no estado do Espírito Santo, apesar de não ter obrigação desse gerenciamento, avaliando os benefícios e limitações desse tipo de gerenciamento em comparação com a literatura existente. Além disso, avaliar tanto as formas de gerenciamento dessas embalagens nos canteiros de obras como as destinações finais ambientalmente adequadas das mesmas na região.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o emprego da logística reversa como ferramenta de gerenciamento das embalagens de cimento pós-consumo: estudo de caso em uma fábrica de cimento na Grande Vitória/ES.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as principais formas de destinação e o consumo das embalagens de cimento pós-consumo atualmente empregados na Grande Vitória;
- Descrever o processo de logística reversa das embalagens de cimento pós-consumo existente na fábrica de cimento estudada, identificando as limitações e as oportunidades da implantação dessa prática;
- Estudar as alternativas viáveis e limitações para as destinações ambientalmente adequadas das embalagens de cimento pós-consumo.

2 Fundamentação Teórica

2.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil tem crescido de maneira exorbitante em todo o país. Muitas cidades estão crescendo e construindo moradias para um número cada vez maior de pessoas. Só no estado do Espírito Santo a população residente passou de cerca de 2 milhões para mais de 3 milhões de residentes (PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA, 2012). Contudo, esse setor gera grandes impactos ambientais que diminuem a qualidade de vida da sociedade.

Alguns impactos significativos do setor da construção estão relacionados com: grande consumo de recursos naturais não renováveis, ocupação de terras, geração de agentes ambientais como o ruído no processo construtivo, geração e disposição de diferentes tipos de resíduos (BARRETO, 2005), impermeabilização do solo e rebaixamento do lençol freático, diminuindo a qualidade de vida da população (FREITAS, 2009).

Alguns desses impactos estão sendo cada vez mais estudados e se tem procurado encontrar uma solução plausível, que atenda de maneira econômica a várias obras da construção civil.

O impacto gerado pelos resíduos da construção civil (RCC) é grande, principalmente pela grande quantidade gerada e a falta de disposição adequada, dependendo do local, dentre os resíduos urbanos, de 40% a 70% da massa é composta por resíduos da construção (PINTO, 1999). Ainda ocorre em muitos locais uma subestimação dos valores mensurados em relação aos resíduos da construção, muitas vezes ligada à carência de informações sobre esse tipo de resíduo, principalmente na caracterização e diferenciação com os resíduos domiciliares (PINTO, 1999).

Esses valores variam substancialmente entre países, um mínimo de 136 kg de RCC/hab/ano na Suécia podendo chegar a até 3658 kg de RCC/hab/ano na

Alemanha, conforme pode ser observado no Quadro 1 extraída de John e Agopyan (2000).

Quadro 1- Estimativas de geração de Resíduos de Construção Civil.

País	Kg/hab/ano
Suécia	136 – 680
Holanda	820 – 1300
EUA	463 – 584
Bélgica	735 – 3359
Dinamarca	440 –2010
Itália	600-690
Alemanha	963-3658
Japão	758
Portugal	325
Brasil	230-660

Fonte: Adaptada de John e Agopyan (2000, p. 3).

Barreto (2005) define resíduos da construção civil como “os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, metais, telhas, fiação elétrica etc., chamados de entulhos de obras, calça ou metralha.”

Um resíduo ainda pouco estudado são as embalagens de cimento pós-consumo (ECPC), que armazenam o cimento com papel kraft de múltiplas folhas. Trata-se de uma embalagem usada no mundo inteiro, sendo adequada para o transporte e para aplicação rápida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2012).

A embalagem de papel é o único que permite o preenchimento com o material ainda bastante aquecido. Mas o saco de papel, apesar de todo o cuidado e adequação da embalagem, não impede a ação direta da água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2012).

O cimento apresenta substâncias que podem dificultar o gerenciamento das ECPC. De maneira geral, a produção de cimento ocorre com a extração da matéria prima, sendo o calcário seu principal componente, esse material é moído e misturado a outros insumos, como argila, óxido de ferro e óxido de alumínio, a essa mistura dá-se o nome de farinha crua (MILANEZ, 2007).

Essa mistura é encaminhada para os fornos de cimento, onde é aquecida a temperaturas entre 1.200 e 1.500 °C, formando o clínquer. Este material é resfriado, misturado com outros aditivos (como gesso e escoria de alto forno) e moído, dando origem ao cimento (ACHTERNBOSCH, et al., 2003; SANTI, 2003 apud MILANEZ, 2007).

A Resolução CONAMA 307 (BRASIL, 2002) surge direcionada para os RCC buscando auxiliar no gerenciamento desse tipo de resíduo. A resolução também define a disposição final dos resíduos da construção civil de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos Resíduos da Construção Civil segundo Resolução CONAMA 307.

Classe	Tipologia	Forma de destinação
A	São os resíduos reutilizáveis ou reciclados como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos e de outras obras de infraestrutura; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos, argamassas e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto.	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, etc.	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: amianto, tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: BRASIL (2002).

No ano de 2004 a ABNT NBR 10004 foi reformulada e os resíduos foram divididos em apenas duas classes: a) Classe I – perigosos e b) Classe II – não-perigosos, sendo a Classe II subdividida em outras duas Classes II A – não-inertes e II B – inertes. Alguns resíduos, como a embalagem de cimento pós-consumo devido, principalmente, ao pH e presença de contaminantes, podem ser classificados como Classe I (JOHN e AGOPYAN, 2012).

Além das referidas resoluções, a ABNT editou, em 2004, uma série de normas relativas aos resíduos da construção civil. Algumas das referidas normas são:

- NBR 15.112/2004 – Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;

- NBR 15.113/2004 – Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros – Diretrizes para projetos, implantação e operação;
- NBR 15.114/2004 – Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.115/2004 – Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos e;
- NBR 15.116/2004 – Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

As NBR 15.112, NBR 15.113 e NBR 15.114 tratam de diretrizes que auxiliam de forma técnica a adequação das destinações dos diversos resíduos da construção civil. Aquela se refere a todas as classes pertencentes a Resolução CONAMA 307, já as duas últimas se referem apenas à Classe A.

As demais normas são voltadas a reciclagem dos agregados reciclados que, segundo a resolução CONAMA 307, “são os materiais granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.” Essas normas auxiliam, assim, a utilização do entulho da construção, ou seja, na reutilização dos resíduos da construção civil.

Uma observação importante é a diferença de nomenclatura em relação à resolução CONAMA 307 e as normas da ABNT, aquela utiliza a terminologia “resíduos de construção e demolição (RCD)”, essas utilizam “resíduos da construção civil (RCC)” (LOVATO, 2007).

2.2 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O gerenciamento dos resíduos da construção se tornou necessário para amenizar os impactos gerados pelo setor da construção. Pinto (1999, p. 14) argumenta que para tentar solucionar o problema dos resíduos da construção é necessário que “se

constitua uma base sólida de informações, com a identificação precisa das características dos diversos componentes dos RSU, dos agentes envolvidos e dos fluxos ocorrentes nas áreas urbanas”.

O gerenciamento de RCC apresenta algumas complexidades, como (BLUMENSHEIN, 2004):

- grande volume de resíduos produzidos;
- grande quantidade de obras da construção civil;
- pouca participação governamental para ajudar no problema da gestão dos resíduos;
- poucos estudos para analisar o potencial de reciclagem dos resíduos;
- falta de compromisso em atender a legislação existente;
- baixa fiscalização.

Outro fator importante é que essa gestão deve iniciar junto com a fase de concepção do empreendimento, assim, adequando as etapas seguintes junto com a gestão dos resíduos conforme a necessidade. Além disso, dentro do gerenciamento de RCC deve ter alguns objetivos essenciais, em ordem de prioridade (SINDUSCON-MG, 2008):

- reduzir os desperdícios e o volume de resíduos gerados;
- segregar os resíduos por classes e tipos;
- reutilizar materiais que não necessite de alguma transformação;
- reciclar os resíduos.

Deve haver também uma política de conscientização e treinamento entre os participantes do processo de gerenciamento em todas as etapas (BLUMENSHEIN, 2004).

Caso não seja possível evitar a geração de resíduo, é necessário que esse seja segregado para ser posteriormente reutilizado. A etapa de segregação é essencial para que a reciclagem ocorra de forma adequada. Dados internacionais afirmam que a viabilidade de reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil pode ocorrer em 92% de resíduos limpos (BLUMENSHEIN, 2004).

O Brasil está em um estágio diferente em relação aos outros países quanto à gestão dos resíduos. Nos Estados Unidos já existe uma política para resíduos desde o final da década de 60, chamada de *Resource Conservation and Recovering Act* (RCRA) (JOHN e AGOPYAN, 2000).

Com exceção de alguns processos, como por exemplo a indústria cimenteira, alumínio e de aço. A indústria cimenteira recicla aproximadamente mais de 5 milhões de toneladas por ano de escória de alto-forno, cinzas volantes, pneus, etc. com o coprocessamento (JOHN, 2000).

A reciclagem de resíduos apresenta diversas vantagens, como a preservação de recursos naturais; redução do volume em aterros e incineração; redução do consumo energético; e geração de empregos. Entretanto, longas distâncias para transporte, gastos com energia e a tecnologia envolvida podem tornar a reciclagem indesejável (JOHN, 2000).

BLUMENSHEIN (2004), em seu trabalho, detalha todo o processo de reciclagem de resíduos nas obras da construção civil. Primeiramente é importante a preparação e adequação do canteiro de obra para a gestão dos resíduos, isso inclui áreas para armazenamento dos diferentes resíduos, áreas adequadas para disposição dos resíduos no canteiro até a coleta devidamente sinalizada, local para armazenamento temporário (como contêineres) e a definição de um fluxo de transporte dos materiais.

Após a segregação, o resíduo deverá ser quantificado pela empresa. Esse controle permitirá que a empresa identifique a quantidade de locais para armazenamento, carros para transporte interno, etc. (BLUMENSHEIN, 2004).

O local de armazenamento dos materiais, como contêineres, deverá ser fechado para evitar a “contaminação dos resíduos”, comprometendo a qualidade do material. Blumenshein (2004) sugere também que a venda dos resíduos e a arrecadação seja oferecida para os trabalhadores como forma de incentivo.

Existe o programa Banco de resíduos, no qual a pessoa física ou jurídica oferta seu resíduo e outros indivíduos podem adquiri-lo (FIESP, 2012). Alguns estados já têm suas bolsas de resíduos próprias.

Outra metodologia conhecida como 3R's visa uma gestão sustentável. Os 3R's correspondem à Reduzir os resíduos ao mínimo; Reutilizar e Reciclar ao máximo. Com o objetivo de minimizar os impactos causados pelos resíduos industriais gerados (BARRETO, 2005).

SINDUSCON-MG (2008) cita algumas vantagens com a implantação da gestão de resíduos, como a diminuição do custo de produção; a diminuição da quantidade de recursos naturais e energia; menos contaminação do meio ambiente; e diminuição dos gastos com a gestão dos resíduos.

No trabalho desenvolvido por Mariano (2008), a aplicação do programa de gerenciamento de resíduos trouxe vantagens ambientais e econômicas, sendo as maiores vantagens a não disposição dos resíduos em aterros e a não exploração de matéria-prima devido ao reaproveitamento dos resíduos.

2.3 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Chermont e Motta (1996 apud DIAS, 2006) afirmam que um sistema integrado de resíduos sólidos visa obter respostas para duas questões principais. A primeira refere-se à quantidade física de lixo a ser gerada, com o objetivo de existir um balanço ótimo entre a opção de reduzir a geração de lixo na fonte e os custos de tratamento, após geração do lixo; e a segunda, está relacionada com as melhores combinações entre as diversas opções de destinação final dos resíduos.

Existem várias opções de destinação dos resíduos. A forma mais apropriada é a reciclagem, uma vez que diminui os impactos ambientais gerados pelos resíduos, podendo até gerar uma fonte de renda. No Brasil, os setores de alumínio, papel, plástico e vidro, são os quatro setores industriais que abrigam as principais atividades de reciclagem pós-consumo (ABRELPE, 2010).

Entretanto, a falta de compromisso dos agentes colaboradores na gestão dos resíduos gera um grave problema de destinação inadequada. Foram recolhidos na cidade de São Paulo oito milhões de toneladas de RCC removidos de vias e logradouros públicos em nove anos. Essas empresas, que depositam os resíduos

dessa forma, diminuem seus custos com transporte e com a disposição adequada (SCHNEIDER e PHILIPPI, 2004).

Pinto (2005, p. 8) cita os principais problemas gerados por essa disposição inadequada dos resíduos:

- degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- proliferação de agentes transmissores de doenças;
- assoreamento de rios e córregos;
- obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias, sarjetas, etc.
- ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo à circulação de pessoas e veículos, além da própria degradação da paisagem urbana;
- existência e acúmulo de resíduos que podem gerar risco por sua periculosidade.

As formas de destinação final ambientalmente adequada das embalagens de cimento pós-consumo podem envolver a reciclagem, a incineração e a disposição em aterro sanitário (FIESP, 2011). Contudo, a reciclagem, apesar de suas vantagens, nem sempre é viável, principalmente devido à presença de contaminantes e à mistura dos diversos tipos de resíduos no processo de coleta.

No Brasil as formas mais utilizadas de destinação são os aterros e os lixões (DIAS, 2006). Segundo dados de ABRELPE (2010) “61% dos municípios brasileiros ainda fazem uso de unidades de destinação inadequada de resíduos, encaminhando-os para lixões e aterros controlados, que pouco se diferenciam dos lixões”.

Os RCC foram proibidos de serem depositados em aterros de resíduos domiciliares segundo a Resolução CONAMA 307 (BRASIL, 2002), esses resíduos devem ser depositados separados em aterros especiais.

Os aterros de RCC, de acordo com a mesma resolução, são “áreas onde devem ser empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando à preservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para

confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.”

Contudo, ainda é pequeno o número de municípios que apresentam esse aterro especial, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2008), apenas 10% dos municípios no país utilizam esse tipo de disposição para os RCC e apenas 7% faz algum tipo de processamento, como triagem ou reaproveitamento.

No estado do Espírito Santo, dos 78 municípios, 60 desses tem serviço de manejo de resíduos da construção e demolição, sendo a forma de destinação do estado detalhada no Quadro 3 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008).

Quadro 3 - Número de municípios do estado do Espírito Santo em relação a forma de disposição dos RCC no solo.

FORMAS DE DISPOSIÇÃO NO SOLO	NÚMERO DE MUNICÍPIOS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Disposição em vazadouro, em conjunto com os demais resíduos	6
Disposição/utilização sob controle em aterro convencional, em conjunto com os demais resíduos	8
Disposição sob controle, em pátio ou galpão de estocagem da prefeitura, específico para resíduos especiais	1
Disposição transitória sob controle, em aterro da prefeitura específico para resíduos especiais	–
Disposição transitória sob controle, em aterro de terceiros específico para resíduos especiais	5
Utilização definitiva e sob controle dos resíduos como material de aterro, pela prefeitura, após triagem e remoção dos resíduos classes B, C e D	19
Utilização definitiva e sob controle dos resíduos como material de aterro, por terceiros, após triagem e remoção dos resíduos classes B, C e D	7
Outras	22

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2008).

Outra forma de destinação dos resíduos é a incineração, processo de destruição térmico realizado sob alta temperatura com tempo de residência controlada e muito utilizada para o tratamento de resíduos de alta periculosidade, como resíduos hospitalares e industriais, ou que necessitam de destruição completa, visto que pode reduzir em até 90% o volume do resíduo (DIAS, 2006).

Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000), 0,4% de todo lixo produzido no Brasil é incinerado, no Sudeste esse número sobe para 0,6% do total produzido na região.

A incineração apresenta desvantagens como o alto custo operacional e geração de gases resultantes da queima, mas ainda é muito utilizada nos principais países da União Europeia (Quadro 4) (DIAS, 2006).

Quadro 4 - Incineração nos países desenvolvidos.

País	População (milhões)	Geração de lixo (milh.t/a)	No. de incineradores	% incinerado	Recuperação de energia
Suíça	7	2,9	29	80	80%
Japão	123	44,5	1893	72	Principais
Dinamarca	5	2,6	32	65	100%
Suécia	9	2,7	21	59	100%
França	56	18,5	100	41	68% da capac.
Holanda	15	7,1	9	39	50% das usinas
Alemanha	61	40,5	51	30	
Itália	58	15,6	51	17	30% da capac.
USA	248	180	168	19	75 % das usinas
Espanha	38	11,8	21	15	24 % das usinas
Reino Unido	57	35	7	5	25 % da capac.

Fonte: BNDES (1997 apud MENEZES, GERLACH e MENEZES, 2000).

No processo de produção de cimento são utilizados fornos rotativos operando em temperaturas de 1.450°C, em que a temperatura de chama oscila em torno de 2.000°C. Dessa forma, o setor cimenteiro demanda o consumo de grandes volumes de combustíveis.

Em 1990, começaram os usos de resíduos industriais e sucatas nesse processo, conhecido como coprocessamento (ROCHA e LINS, 2011). Alguns combustíveis

alternativos tradicionalmente usados na indústria cimenteira são: bagaço de cana, casca de arroz, casca de coco, resíduos de madeira, lenha, moinha de carvão vegetal, pneus, alcatrão, coque de petróleo (ROCHA e LINS, 2011).

Ainda de acordo Rocha e Lins (2011) quando o resíduo é utilizado como combustível, o termo apropriado é coíncineração; quando o resíduo é utilizado como fonte de calor e matéria-prima, podendo ser incorporado ao clínquer e melhorando a qualidade do produto, o termo mais apropriado é coprocessamento.

O coprocessamento gera uma grande variedade de emissões atmosféricas, incluindo NO_x, SO_x, CO, CO₂, compostos orgânicos voláteis, metais pesados, amônia e cloro (Quadro 5) (Santi, 2003 apud Milanez, 2007).

Dentre os poluentes envolvidos no coprocessamento, uma parte é destruída pelas altas temperaturas; outra parte é incorporada ao clínquer; e uma terceira parte é dispersa juntamente com as emissões atmosféricas, causando diversos impactos sobre o meio ambiente e a saúde das pessoas que entram em contato com esses materiais (MILANEZ, 2007).

Quadro 5 - Composição química de clínquer em operação com e sem resíduos.

		Branco	Resíduos
As	ppm	4,9	5,6
Cd	ppb	18	62
Co	ppm	2,8	17
Cr	ppm	54,5	99,2
Hg	ppb	70	72
Mn	%	0,08	0,04
Ni	ppm	21,6	61,3
Pb	ppm	5,7	4,1
Sb	ppb	75	54
Se	ppb	N/d	0,3

Fonte: Maringolo (2001 apud Milanez, 2007).

Os níveis e as características das emissões dos poluentes atmosféricos dependem das características tecnológicas e operacionais do processo industrial, em especial, dos fornos rotativos de clínquer, da composição química e mineralógica dos insumos, e da composição química dos combustíveis (ROCHA e LINS, 2011).

Segundo Minalez (2007) esse setor está crescendo no país, no período 1991-2003, foram coqueados, em média, 125 mil ton/ano; entretanto, em 2004, o total chegou a 400 mil toneladas de resíduos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2004 apud MILANEZ, 2007), isso devido, dentre outros fatores, ao baixo custo.

As principais normas federais para controle de emissões dos fornos de cimento são a Resolução CONAMA 264, que dispõe sobre procedimentos e os critérios específicos da coqueação, e a Resolução CONAMA 316, que trata dos procedimentos e dos critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento de resíduos. A maior parte dos critérios de emissões é definida na primeira, como as substâncias que não podem ser tratadas em fornos de cimento, enquanto que a segunda faz referência específica aos limites de emissão de dioxinas e furanos (MILANEZ, 2007).

Milanez (2007) afirma que existem falhas nessas normas, assim como na fiscalização e controle desse processo, principalmente devido à vulnerabilidade institucional das agências ambientais e à limitada capacidade técnica.

2.4 LOGÍSTICA REVERSA

2.4.1 O conceito de logística reversa

Antigamente, até metade do século XX, não havia a preocupação sobre as questões ambientais que existe hoje. Entretanto, no início dos anos 70, um estudo chamado Clube de Roma declarou que com a taxa de crescimento da população, com o uso dos recursos naturais e com a poluição, a produção de comida chegaria no limite em alguns anos (BRITO e DEKKER, 2002). A partir disso começaram a surgir os termos

como: reciclagem, reutilização, responsabilidade ambiental, assim como, mais atualmente o termo logística reversa.

Antes da aprovação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.305) em 2010, já existiam setores que eram obrigados a recolher seus materiais, como fábricas de pilhas, baterias, agrotóxico, entre outros.

Existem também diversas formas de fluxo reverso que foram tomando formas diferentes, sem a organização adequada, mas com um objetivo em comum, a reutilização do material.

O Brasil é um dos maiores recicladores de latinhas de alumínio no mundo, mais de 90% das latinhas são recicladas (ABRELPE, 2010). Entretanto, isso ocorre de maneira desorganizada, na qual diversos catadores ficam sujeito a um trabalho informal e muitas vezes considerado desumano.

Segundo RevLog (2002), grupo de trabalho internacional sobre Logística Reversa (LR), a LR é um tema muito amplo que abrange todo o sistema operacional em relação à reutilização de produtos e gestão de materiais. RevLog (2002) ainda retrata a LR como todas as atividades logísticas de coletar, desmontar, processar os produtos e materiais usados a fim de garantir uma recuperação sustentável.

Rogers e Tibben-Lembke (1998, p.02) definem a LR como o processo de planejamento, implementação e controle eficiente do custo de matérias-primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recuperação de valor ou descarte apropriado.

Stock (2001 apud CAMPOS, 2006) define logística reversa como a logística na função de retorno de produtos, originados na redução, reciclagem, substituição e reuso de materiais, disposição final, reparo e remanufatura.

Leite (2003, p. 16) conceitua a 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 dos canais de distribuição reversos,

agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros”.

Além disso, o autor afirma que a logística reversa de pós-consumo é a área que opera e gerencia o fluxo reverso e as informações referentes aos bens de consumo, produtos em fim de vida útil ou usados com possibilidade de reutilização e os resíduos industriais em geral, descartados pela sociedade em geral que retornam ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo por meio de canais de distribuição reversos específicos.

Alguns autores utilizam o conceito de logística reversa com outros termos. Thierry et al. (1995 apud QUESADA, 2003) utilizam o termo ‘Gerenciamento de recuperação de produtos’ como “todas aquelas atividades que abrangem a gestão de todos os produtos, componentes e materiais descartados e usados que estão sob a responsabilidade de uma empresa de manufatura. O objetivo do gerenciamento de recuperação de produtos é recuperar o máximo possível o valor econômico (e ecológico), reduzindo assim a quantidade final de resíduos”.

Algumas diferenças entre o fluxo reverso de bens de pós-venda e pós-consumo estão relacionados com a origem e o destino. As principais origens na área pós-venda são o retorno do consumidor final, do varejo e das embalagens retornáveis. Já no pós-consumo estão o retorno do domicílio, do mercado e outros similares. O destino no pós-venda abrange, principalmente, a assistência técnica, enquanto no fluxo relacionado ao pós-consumo estão o reuso, reciclagem, destino final, entre outros (LEITE, 2008).

Lacerda (2002) relata que a “logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados (e seu fluxo de informação) do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar um descarte adequado”. Como pode ser verificado na Figura 1 a configuração geral do processo da logística reversa.

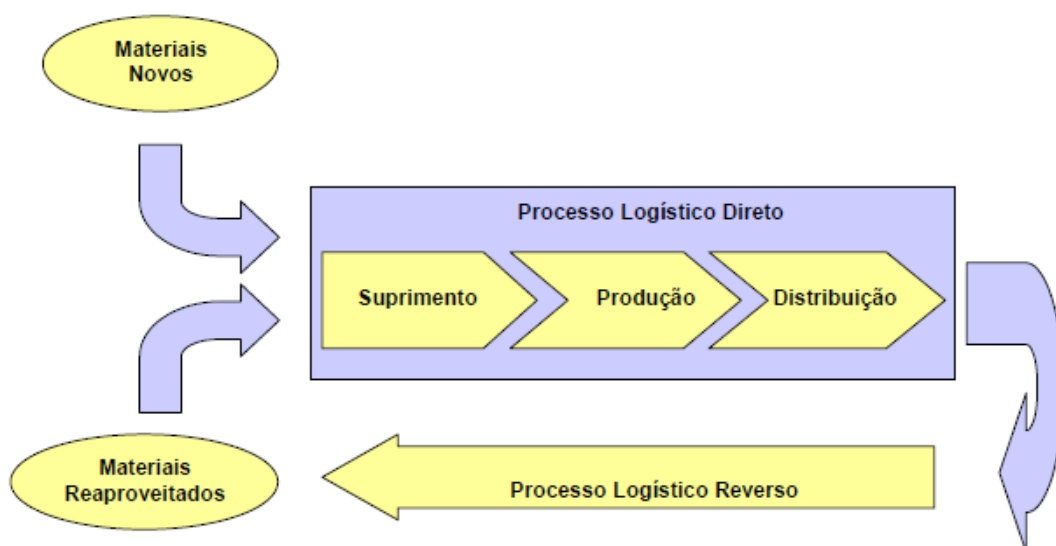


Figura 1 - Representação Esquemática dos Processos Logísticos Direto e Reverso.

Fonte: Lacerda, 2002.

Quesada (2003), em uma pesquisa com diversos autores que conceituam a logística reversa, sugere a seguinte definição: a gestão de qualquer tipo de item (usados ou não, produtos acabados ou apenas componentes, peças ou materiais), que, por diferentes razões são enviados de um membro da cadeia de suprimento para qualquer membro anterior da mesma cadeia. Além disso, materiais recuperados ou reparados que seguem para outra cadeia sem ser a de origem.

2.4.2 Logística reversa e termos comuns

Existe também a logística verde que está relacionada com as atividades que minimizam os impactos ambientais das mesmas (Rogers and Tibben-Lembke, 1998), diferente da logística reversa, que está relacionada com o fluxo reverso das matérias.

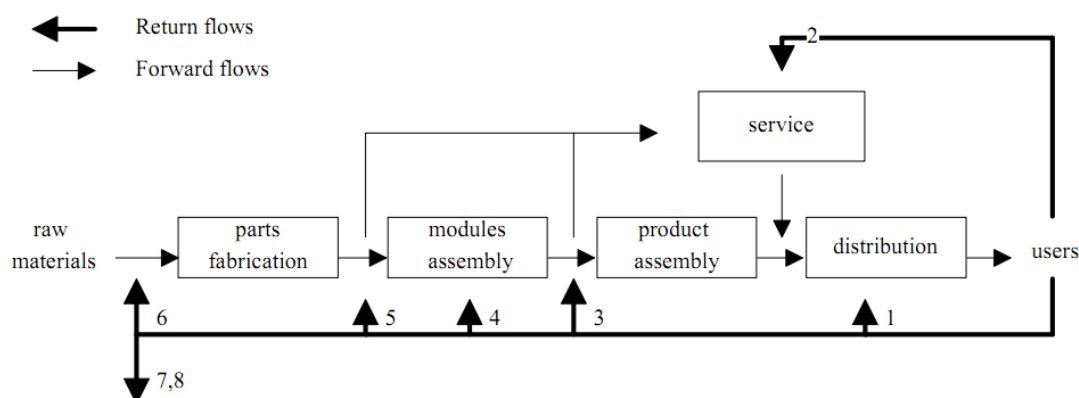
Lacerda (2002) relata que o termo 'logística reversa' está inserido num campo mais amplo que é o 'ciclo de vida', o ciclo de vida envolve desde a extração da matéria-prima até sua disposição final.

O autor ainda afirma que existe uma tendência das empresas se responsabilizarem pelo ciclo de vida dos seus produtos, significa ser legalmente responsável pelo seu

destino após a entrega dos produtos aos clientes e do impacto que estes produzem no meio ambiente.

A logística reversa apresenta semelhança com alguns termos que englobam a reciclagem e a logística dos fluxos dos materiais. Como o caso da logística direta, Quesada (2003) cita que a logística reversa envolve o retorno dos materiais para o ponto de origem através dos fluxos reversos, mas também, está relacionado ao fluxo direto quando esses materiais são transformados e são encaminhados para clientes.

Alguns desses autores afirmam que apenas os produtos que seguiram pelo fluxo direto podem retornar pelo fluxo reverso, contudo, o fluxo reverso pode ter diferentes possibilidades (CAMPOS, 2006), como pode ser observado na Figura 2.



Waste Management	1. Product Recovery Management		Direct Reuse
7. Incineration 8. Landfilling	5. Cannibalization 6. Recycling	2. Repair 3. Refurbishing 4. Remanufacturing	1. Direct reuse/ resale

Figura 2 - Visão da cadeia de suprimentos integrada.

Fonte: Thierry et al. (1995 apud Quesada, 2003).

2.4.3 Estrutura da logística reversa

A estrutura da Logística reversa é dividida em três campos: área de pesquisa, recuperação e grupo de produtos (REVLOG, 2002). A área de pesquisa está subdividida em 5 grupos, como observado na Figura 3: distribuição (DIS), relacionada com logística de distribuição, como a integração entre o fluxo direto e o reverso; planejamento da produção e controle de estoque (PPC), em relação a

gestão dos produtos retornados; tecnologia da informação (IT), utiliza ferramentas tecnológicas para auxiliar a gestão do fluxo reverso; economia empresarial (BEC), engloba as questões de custos e parâmetros qualitativos; e integração (INT), análise global do sistema reverso.

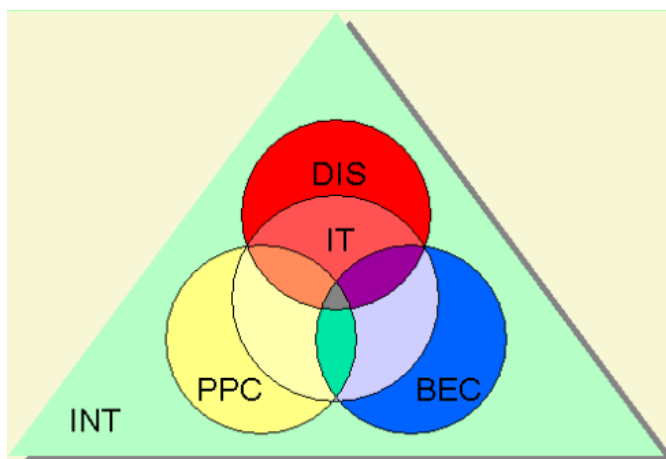


Figura 3 - Estrutura da logística reversa segundo Revlog (2002).

Fonte: Revlog (2002)

A recuperação está relacionada com: reuso direto, materiais reciclados, reparação, renovação e remanufatura. E o grupo de produtos tem como exemplos: bens de consumo; máquinas pesadas; transporte a granel e embalagem (REVLOG, 2002).

Outros autores aplicam a logística reversa de forma esquemática, Brito e Dekker (2002) divide o fluxo de retorno em quatro processos principais. Primeiramente ocorre a etapa da coleta do material; seguida pelos processos de inspeção, seleção e classificação; a terceira etapa envolve o reprocessamento ou recuperação direta do material retorna; e por fim uma redistribuição, como a Figura 4.

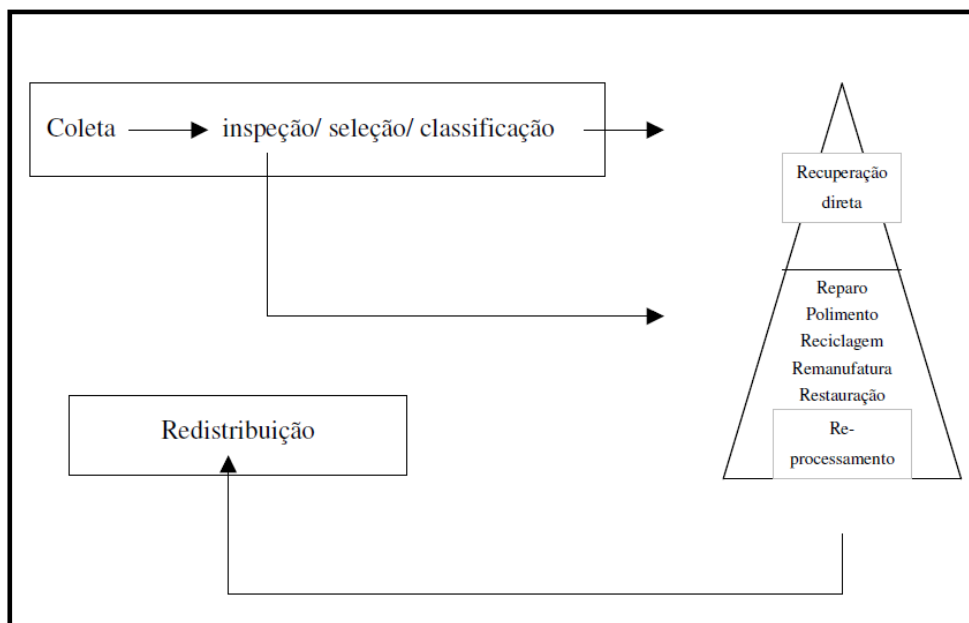


Figura 4 - Processo da logística reversa segundo Brito e Dekker. Fonte: Campos (2006, p. 17).

Outros autores utilizam diferentes visões em relação ao canal reverso que o produto seguirá. Thierry et al. (1995 apud Quesada, 2003) dividem os produtos recuperados em três categorias: gerenciamento final, gerenciamento de recuperação de produtos e reuso direto. O gerenciamento final envolve incineração e/ou aterramento; o gerenciamento de recuperação de produtos está relacionado com recuperação, reciclagem, reutilização e processos semelhantes; e o reuso direto não há qualquer reparo ou modificação no produto recuperado pra ser novamente utilizado. Além disso, o retorno do produto não é necessariamente para a empresa que o produziu.

A Figura 5 retrata o fluxo reverso dos materiais retornados e as diferentes destinações segundo Lacerda (2002). A segregação é uma etapa essencial nesse processo, sendo que os destinos dependem do tipo de material e a finalidade pelo qual os materiais entraram no sistema (LACERDA, 2002).

Segundo Leite (2008), a quantidade que retorna no processo reverso depende de alguns fatores, como setor empresarial, tipo de produto, nível de desenvolvimento e região geográfica.

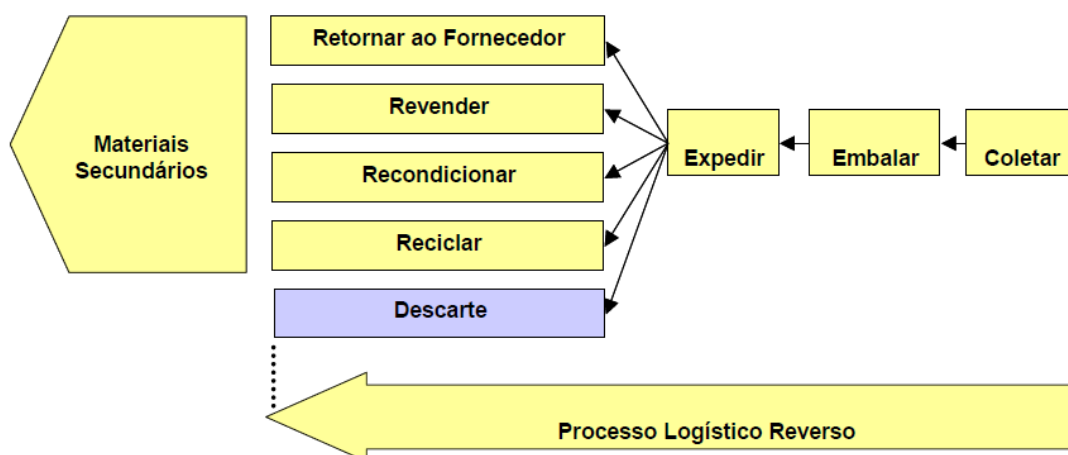


Figura 5 - Atividades Típicas do Processo Logístico Reverso.

Fonte: Lacerda, 2002

2.4.4 Importância da logística reversa

A logística reversa tem sido implantada em vários ramos por diversos motivos, dentre eles a necessidade de diferenciação entre serviços oferecidos (crescente competição no mercado) e políticas com objetivo de cortar custos (Moritz et al., 2001 e Fleischmann et al., 2001 apud Gonçalves e Marins, 2006).

O aumento cada vez mais expressivo da descartabilidade dos produtos em geral, não apresentando formas de destinação devidamente estruturados e organizados, provocando o desequilíbrio entre as quantidades descartadas e as reaproveitadas, tem tornado a dificuldade de disposição do lixo urbano um dos mais graves problemas ambientais da atualidade (LEITE, 2003, p. 20).

A importância da logística reversa também pode ser avaliada em duas situações, o econômico e o social. O econômico está relacionado com a reutilização ou revenda dos materiais retornados, gerando um ganho financeiro para a empresa, e no âmbito social refere-se aos ganhos recebidos pela sociedade com o processo reverso das empresas (CAMPOS, 2006).

O fator ecológico contribui fortemente para que se evidencie a implementação da LR nas diversas atividades empresariais, por meio do aparecimento de um novo consumidor que se sensibiliza cada vez mais com os aspectos ambientais do

planeta e as possibilidades de impacto dos produtos no meio ambiente (LEITE, 2003).

De acordo com Lacerda (2002), alguns dos principais motivos do crescimento da implantação da logística reversa ainda são: questões ambientais, aumento das exigências legais em relação à responsabilidade das empresas quanto seus produtos e conscientização ambiental crescente; concorrência, valorização de empresas com boas políticas de retorno de produtos; e redução de custos, principalmente embalagens retornáveis e reutilização de materiais.

Para Brito e Dekker (2002) e Revlog (2002), as principais razões pelas quais os produtos entram no fluxo reverso são econômicas; legislatórias; e de responsabilidade social.

Campos (2006, p. 19) cita ainda alguns processos importantes que pode ser observada a atuação da logística reversa:

- retorno de mercadorias, devoluções por problemas relativos à garantia ou à qualidade;
- retorno de embalagens e/ou materiais de auxílio no transporte, o que se dá, por exemplo, com as embalagens secundárias e terciárias, como paletes e engradados de cerveja;
- retorno de estoque, ocorridos em razão de erro de expedição, excesso de estoque, mercadorias em consignação, liquidação de estação de vendas, pontas de estoque, eliminação de materiais obsoletos, etc.;
- “limpeza” dos canais de distribuição, após o ciclo de vida do produto;
- recall, em razão de devoluções por motivos legais ou por diferenciação do serviço aos clientes;
- substituição de componentes, para manutenção e consertos ao longo da vida útil de determinados produtos;
- programa de reciclagens;
- recolhimento de materiais perigosos ao ambiente e/ou às pessoas, exigido por lei, como é o caso de pilhas e baterias ou lixo hospitalar;
- recuperação de ativos em poder de clientes ou parceiros.

- fim da vida-útil do produto que será encaminhado a desmanche, reciclagem ou disposição final.

2.4.5 Barreiras à logística reversa

Leite (2003) cita alguns fatores podem dificultar o ciclo reverso dos materiais, em alguns casos, a causa principal pode ser a baixa disponibilidade do produto de pós-consumo, devido a dificuldades de captação que impedem escalas econômicas de atividades; em outros casos, a causa pode ser a característica monopsônica ou oligopsônica dos mercados de matérias-primas secundárias, que desencoraja os investimentos não verticalizados, dificultando a estruturação logística adequada e o desenvolvimento de novas aplicações para os materiais reciclados, entre outras possibilidades.

Segundo Lacerda (2002), os fatores críticos para a eficiência do processo de logística reversa são:

- Bons controles de entrada – separação e classificação eficiente dos produtos retornadas para uma destinação adequada;
- Processos padronizados e mapeados – ter as atividades padronizadas, principalmente por se tratar de um processo esporádico;
- Tempo de ciclo reduzidos - se refere ao tempo entre a identificação do processo adequado (reciclagem, disposição ou retorno de produtos) e seu efetivo processamento;
- Sistemas de informação – cuidar de variáveis importantes, como rastreamento de retornos, medição dos tempos de ciclo, medição do desempenho de fornecedores;
- Rede logística planejada – planejamento e estrutura adequada para o fluxo reverso;
- Relações colaborativas entre clientes e fornecedores – uma boa relação entre clientes e fornecedores é essencial para que haja uma relação de confiança, principalmente em se tratando da logística reversa de pós-venda.

2.4.6 Logística reversa no Brasil

No Brasil a legislação estabelece a obrigatoriedade de estruturação e implementação de sistema para as cadeias produtivas de: agrotóxicos (seus resíduos e embalagem); pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes (seus resíduos e embalagens); lâmpadas fluorescentes (de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista); e produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

Outros casos não apresentam obrigatoriedade legal, mas são amplamente aplicados, como a reciclagem do alumínio. O Brasil reciclou, em 2010, 439 mil toneladas de alumínio, considerando a relação entre volume e o consumo doméstico, esse valor supera a média mundial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALUMÍNIO, 2010).

Em relação ao PET, no Brasil, são reciclados cerca de 50% da produção, mais ainda é inferior ao alumínio e o vidro. Isso se deve a alguns fatores como a dificuldade no transporte comparado com demais materiais e desconhecimento do PET como segundo material que melhor remunera o catador (FORMIGONI e CAMPOS, 2012).

Existem casos de sucesso, como a pesquisa de Giovannini e Krugianskas (2008) que avaliaram a empresa BASF com a utilização de PET reciclado para a produção de resina alquílica. Durante a implantação desse procedimento uma das principais dificuldades estava relacionada com fornecedores e produtos adequados para serem reutilizados.

Assim, devido à necessidade do mercado, surgiu a Clean Pet, com intuito de produzir flocos de material reciclado com padrões definidos. Para manter o padrão de qualidade a Clean Pet apresenta exigências em relação aos materiais retornados e estabeleceu um esquema de incentivos com seus fornecedores (GIOVANNINI e KRUGIANSKAS, 2008). A Figura 6 apresenta o esquema da cadeia de fornecimento.

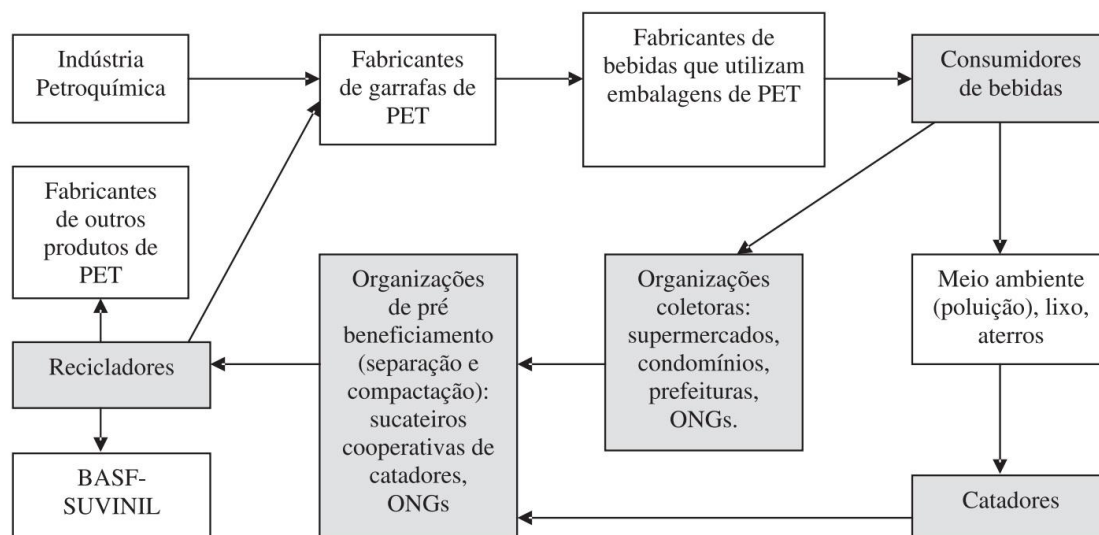


Figura 6 - Cadeia de fornecimento e reciclagem de PET.

Fonte: Giovannini e Krugianskas, 2008

Dentro dessa pesquisa foi apresentada uma associação que faz a parte de coleta, segregação e envio do PET para Clean Pet, composta por moradores de rua e carroceiros, que junto com a comunidade, obtiveram nesse sistema um bom resultado social (GIOVANNINI e KRUGIANSKAS, 2008).

O Conselho de Logística Reversa do Brasil (CLRB), fundado em 2008, realizou uma pesquisa para mapear os hábitos das empresas brasileiras em relação à logística reversa. Foram aplicados questionários em 187 empresas de diversos ramos, um dos temas foi sobre o motivo de implantar a logística reversa e a resposta mais citada foi a competitividade das empresas e o menos citado foi a questão legal (MARINO, 2009).

Em relação ao destino final, a pesquisa averiguou que revenda para mercado original e reciclagem são os destinos mais importantes. Outro indicador está relacionado ao valor de retorno do processo reverso em relação ao total de vendas, a maioria respondeu que está entre 1% e 5%, e 6% dos entrevistados afirmaram que supera 20% do total (MARINO, 2009).

Gonçalves e Marins (2006) estudaram o processo de logística reversa na área de laminação de vidros através do reaproveitamento da sucata no próprio processo de

produção. Além disso, avaliaram o processo da logística reversa em relação às dificuldades e vantagens competitivas nas empresas.

Essa empresa fabrica o PVB (Polivinilbutiral). O PVB é utilizado como uma película de proteção intercalada nos vidros de automóveis, carros e aviões. O resíduo formado pelo PVB e o vidro são submetidos a altas temperaturas e pressões e esse novo produto é reutilizado na produção de PVB.

Esse processo apresentou dificuldades, principalmente em relação a alterações necessárias no sistema como um todo e no processo produtivo. Entretanto, a prática da logística reversa possibilitou a redução do consumo de matéria-prima e descontos nas comprar de produtos novos.

Santos (2010) fez uma pesquisa com 21 empresas do setor moveleiro da cidade de Linhares/ES em relação à utilização da logística reversa como instrumento da gestão ambiental. Segundo o autor, a pesquisa mostra que 95% das empresas realizam a coleta seletiva de lixo.

Ainda segundo essa pesquisa, quase 30% acreditam que a reutilização dos produtos de assistência técnica aumenta os custos. E em relação à destinação adequada dos produtos de assistência técnica que não tem condições de reutilização, 43% das empresas avaliadas alegaram a geração de um custo na destinação desses produtos, sendo este um motivo de não aplicar a Logística Reversa; 33% enxergaram a possibilidade de reverter este custo através da venda a empresas especializadas; 19% alegam que a sua destinação é uma barreira para a competitividade; e apenas 5% entende que a destinação adequada dos produtos sem utilização na empresa gera um ganho em imagem ambiental.

Existe no país o Comitê Orientador da Logística Reversa, um dos órgãos previstos no decreto que legisla sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente, o comitê tem a participação dos ministros da Saúde; do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e o da Fazenda.

Dentre suas atribuições está a de estabelecer a orientação estratégica da implementação de sistemas de logística reversa; a definição das prioridades e

aprovação do cronograma para o lançamento de editais de lançamento; as regras para o funcionamento do grupo técnico de assessoramento do colegiado; e os critérios de decisão no caso de empate nas deliberações colegiadas (MMA, 2012).

2.4.7 Logística reversa em outros países

Na Europa o gerenciamento dos resíduos iniciou com a definição de estratégias para gestão dos resíduos em 1994, nessa época foi emitida uma diretiva geral e cada país pode se adaptar a essa norma. Essa diretiva apresenta duas fases com metas, sendo que para cada país foram dados tempos diferentes para alcançarem as mesmas metas, de acordo com seu desenvolvimento na área de gestão dos resíduos (Tabela 1).

Tabela 1- Metas de reciclagem e valorização de embalagens de acordo com a diretiva europeia.

ANOS	VALORIZAÇÃO	RECICLAGEM %					
		Global	Vidro	Papel	Metais	Plástico	Madeira
1ª Fase	≥ 50%	≥ 25	≥ 15	≥ 15	≥ 15	≥ 15	≥ 15
2ª Fase	≥ 60%	55-80	≥ 60	≥ 60	≥ 50	≥ 22,5	≥ 15

Fonte: Marino, 2011.

Segundo Luís Veiga Martins, o diretor-geral da sociedade Ponto Verde de Portugal, uma marca que representa a participação das empresas no esquema que financia o processo reverso das embalagens na Europa, os valores na Tabela 1 têm como principal referência a aptidão do material à reciclagem.

Existe ainda na Europa uma entidade chamada Pro Europe (*Packaging Recovery Organisation Europe*), que além de licenciar a Ponto Verde, abriga as organizações para reciclagem de embalagens na Europa (MARINO, 2011). A Figura 7 representa a logística reversa das embalagens pelo sistema Ponto Verde.

Existe também a Legislação Europeia sobre Retornos (*European Take-back Legislation*) no setor de produtos eletrônicos (Toffel, 2003 apud Gonçalves e Marins, 2006).



Figura 7 - Logística reversa das embalagens pelo Sistema Ponto Verde.

Fonte: Marino (2011).

Esse sistema apresenta o ecovalor, que é o valor pago pela indústria que varia em relação ao custo de gestão do material retornado, do qual seu produto é produzido. Segundo Marino (2011), esse sistema causou uma conscientização por parte de algumas empresas que diminuíram a matéria-prima utilizada nos seus produtos para amenizar o ecovalor.

Existe ainda a Legislação Europeia sobre Retornos (European Take-back Legislation) no setor de produtos eletrônicos (Toffel, 2003 apud Gonçalves e Marins, 2006).

Nos Estados Unidos, os governos locais são os principais responsáveis pela reciclagem de embalagens. Apesar das empresas americanas reciclarem grande quantidade de resíduos, esses não seguem o fluxo reverso, são encaminhados diretamente para empresas recicladoras (ROGERS E TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Ainda nos Estados Unidos, a logística reversa contabiliza cerca de 4% dos custos logísticos totais, um valor estimado de US\$ 35 a 42 bilhões ao ano (CHAVES E ALCÂNTARA, 2009).

Brito et al. (2003) fizeram uma revisão com artigos relacionados à logística reversa, foram analisados 60 artigos, dos quais 14 América do Norte, 2 da Ásia, 1 da América do Sul e mais de 50 eram de casos da Europa. Havendo uma desigualdade nítida do desenvolvimento da logística reversa geograficamente. Quase metade são casos que lidam com metais, máquinas e equipamentos. Cerca de 30% são produtos como papel, madeira e plástico; alimentos, bebidas e vestuário em torno de 20%; e menos de 10% na categoria de minérios e minerais.

Dentro desse trabalho as principais questões que motivaram a implantação da prática de logística reversa foram: econômico com 57% dos casos estudados, que está relacionado com lucro direto e indireto, o marketing verde e a antecipação da legislação; legislação com 25%; e responsabilidade, pode ser tanto a social como a ambiental, ficou com 18% dos estudos de casos analisados. Já as formas de recuperação dessa pesquisa foram: recuperação direta, que envolve revenda, reutilização e redistribuição com 32%, e o processo de recuperação que se relaciona com a reparação, reciclagem, disposição, entre outros, com 68%.

3 Metodologia

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Marconi e Lakatos (2001), no método quantitativo os pesquisadores utilizam amostras amplas e de informações numéricas, enquanto que no qualitativo as amostras são reduzidas, os dados são analisados em seu conteúdo psicossocial e os instrumentos de coleta não são estruturas.

A pesquisa qualitativa pode ser organizada em uma sequência linear de etapas, as quais podem ser aplicadas separadamente (FLICK, 2009).

O atual trabalho assumiu uma forma de abordagem de caráter qualitativo e exploratória, cujo objetivo é familiarizar-se com um assunto ainda pouco conhecido, pouco explorado (GIL, 1991). Como o caso da logística reversa das embalagens de cimento pós-consumo que apresenta poucos dados na literatura.

A pesquisa está dividida em três fases. Inicialmente, na Fase 1 a pesquisa teve como foco a aplicação de questionários em obras da construção civil e levantamento de dados em entidades públicas para avaliar a situação atual do gerenciamento das embalagens de cimento pós-consumo.

A segunda fase teve o intuito de aprofundar o conhecimento na área de logística reversa da sacaria de cimento com utilização de um estudo de caso. O estudo de caso avaliado está enquadrado como um estudo exploratório-descritivo combinado. Esse tipo de estudo tem caráter exploratório e por objetivo descrever completamente o fenômeno estudado (MARCONI e LAKATOS, 2003).

Posteriormente, na terceira fase, ocorreu um levantamento e compilação das informações em relação às alternativas de destinação das embalagens de cimento retornadas no estado do Espírito Santo. O Quadro 6 apresenta um resumo geral das fases descritas.

Quadro 6 - Fases e procedimentos aplicados na pesquisa.

Fase	Nome	Procedimentos de coleta de dados	Procedimentos de análise de dados
1	Gerenciamento das embalagens de cimento pós-consumo	Pesquisa bibliográfica; Questionário e Observação direta; Levantamento de dados	Tratamento das informações coletadas
2	Estudo de caso	Pesquisa bibliográfica; Questionário e Observação direta	Elucidação do processo da análise e comparação com a literatura
3	Levantamento e compilação das alternativas de destinação das embalagens de cimento retornadas	Pesquisa bibliográfica; Questionário; Levantamento de dados	Compilação e análise dos resultados

Fonte: Próprio autor

O objetivo relacionado com a Fase 1 é identificar as principais formas de destinação e o consumo das embalagens de cimento pós-consumo empregados na Grande Vitória no período de janeiro a abril de 2011; com a Fase 2 é descrever o processo de logística reversa das embalagens de cimento pós-consumo existente na fábrica de cimento estudada, identificando as limitações e as oportunidades da implantação dessa prática; e com a Fase 3 é estudar as alternativas viáveis para a destinação ambientalmente adequada das embalagens de cimento pós-consumo.

3.2 FASE 1- GERENCIAMENTO DAS EMBALAGENS DE CIMENTO PÓS-CONSUMO

3.2.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é um estudo desenvolvido a partir de materiais já publicados, ou seja, livros, periódicos, redes eletrônicas, portal de periódicos da CAPES. A finalidade da pesquisa bibliográfica é “colocar o pesquisador em contato

direto com tudo que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates” (MARCONI e LAKATOS, 2003, p. 183)

Na pesquisa bibliográfica foram levantadas e analisadas as bibliografias específicas e correlatas aos assuntos: Resíduos de Construção Civil; Legislação Vigente sobre resíduos; Destinação final correta dos resíduos; Logística reversa; Reciclagem e Reutilização de resíduos; Indústria Cimenteira; Práticas de logística reversa aplicada a outros resíduos.

3.2.2 Visitas em obras da construção civil

As visitas nas obras da construção civil foram feitas com questionários semiestruturados (Questionário 1) aplicados nos municípios de Vitória, Serra e Vila Velha. Foram visitadas um total de 35 obras, sendo 14 em Vitória, 12 na Serra e 9 em Vila Velha de janeiro a abril de 2011.

Os procedimentos para coleta de dados nas obras da construção civil foram através de amostragem não probabilística. Devido à existência de muitas obras na região da Grande Vitória e a dificuldade em criar uma amostragem aleatória, na qual cada obra tem a mesma chance de ser visitada, foi utilizada a amostragem por conveniência, assim as obras visitadas foram escolhidas pela facilidade de acesso. Como o intuito não é generalização dos dados, apenas o levantamento do gerenciamento do resíduo em estudo, essa metodologia é suficiente para alcançar os objetivos propostos.

Questionário 1 - Gerenciamento das Embalagens de Cimento

Data:

Município:

Bairro:

Cargo do entrevistado:

(☐) Engenheiro, (☐) Técnico, (☐) Encarregado de obra, (☐) Mestre de obra, (☐) Outro

1 - Qual o tipo e a marca de cimento utilizado? E qual o peso e volume das embalagens de cimentos utilizados?

2 - As embalagens de cimento pós-consumo são reutilizados de alguma forma? (☐) Sim (☐) Não. Como?

3 - Quais as formas de disposição das embalagens de cimento pós-consumo:

() Caçamba () Lixo comum () Terreno baldio () Venda () Doação () Outros

4 - Pode-se fazer uma avaliação visual do local onde são armazenadas as embalagens de cimento pós-consumo?

Os objetivos do questionário foram avaliar quais os tipos de cimento utilizados, as principais marcas utilizadas (pergunta 1), as formas de destinação das embalagens de cimento pós-consumo (perguntas 2 e 3) e uma avaliação visual dos locais onde são armazenadas as referidas embalagens no canteiro de obra (pergunta 4). Não houve validação dos questionários do trabalho.

As visitas não foram agendadas. Em cada obra foi explicada a finalidade da pesquisa e solicitado para entrevistar com o responsável presente no momento.

Para tratamento das informações coletadas, foram segregadas e classificadas as respostas do questionário e avaliadas de forma a caracterizar o gerenciamento das embalagens de cimento pós-consumo na região.

3.2.3 Destinação das embalagens de cimento e entulhos com caçambas

Dentre as destinações pesquisadas nas obras da Grande Vitória, foi constatado que muitas apresentam a utilização de caçamba como forma de destinação das embalagens de cimento utilizadas e demais entulhos. Dessa forma, para avaliar a destinação dos entulhos, foram aplicados questionários (Questionário 2) via telefone nas empresas que trabalham com aluguel de caçamba na Grande Vitória para conhecer qual a média de caçambas alugadas por empresa (perguntas 1 e 2), se há segregação desses entulhos (pergunta 3) e quais as destinações do entulho (pergunta 4, 5 e 6).

Questionário 2 - Empresas de Aluguel de Caçambas

1 - Há recolhimento de entulhos de obras pela empresa?

2 - Qual a quantidade mensal de caçambas que são recolhidas nas obras?

3 - Existe algum tipo de segregação do material recolhido?

4 - Onde são depositados os entulhos?

5 - Sempre depositaram nesse local?

6 - Precisam pagar para depositar nesse local?

3.2.4 Coleta de dados entidades públicas e privadas

Foram pesquisados dados do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC) no site do órgão, como também, contato via e-mail com o mesmo, sobre a situação de produção de cimento por cada fábrica do estado do Espírito Santo nos últimos anos, e ainda dados do INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, com o objetivo de auxiliar no estudo da representação da empresa estudada na Fase 2.

3.3 FASE 2 – ESTUDO DE CASO

3.3.1 Seleção do estudo de caso

Os dados gerados na Fase 1 da pesquisa apresentaram uma forma de gerenciamento das embalagens de cimento pós-consumo aplicada por apenas uma única empresa no estado do Espírito Santo, a Mizu Cimentos, através da utilização de um processo com recolhimento e retorno das embalagens à empresa que as fabrica. Esse processo foi objeto de estudo nessa pesquisa, tornando a empresa um estudo de caso.

O estudo de caso é útil quando um fenômeno é amplo e complexo; quando uma abordagem holística ou uma investigação aprofundada é necessária; e quando um fenômeno não pode ser estudado fora do contexto em que ocorre (BENBASAT et al. 1987 apud DUBÉ e PARÉ, 2003).

Essa técnica se encaixou adequadamente para alcançar os objetivos propostos em relação à logística reversa. A ideia está centrada no conhecimento aprofundado e descrição da prática, para que assim possa ser avaliada.

Eisenhardt (1989) afirma que não existe um formato padrão para a análise dos dados dos estudos de casos. Dubé e Paré (2003) citam como técnicas de análise de dados utilizadas em alguns trabalhos com estudo de caso, a elucidação do processo da análise, a comparação com a literatura, anotações de campo, esquema de codificação, entre outros.

Para analisar os dados descritos relativos ao estudo de caso foi utilizada a técnica de adequação padrão, na qual os resultados obtidos a partir da realização da pesquisa empírica são comparados com o padrão geral de resultados oriundo da literatura (YIN, 2001). A etapa de pesquisa bibliográfica foi fundamental para utilização dessa metodologia.

3.3.2 Visitas à Empresa Mizu

As visitas periódicas à Empresa Mizu foram feitas de agosto a dezembro de 2011 com o intuito de conhecer e analisar todo o processo da logística reversa, desde a produção do cimento até o retorno das embalagens à fábrica.

As visitas iniciais foram acompanhadas pelo setor de meio ambiente e, de acordo com as informações prestadas, foram identificadas inicialmente quatro etapas na prática da logística reversa. Essas visitas serviram de embasamento para formulação de um questionário inicial (Questionário 3) como forma de entender o processo da logística reversa.

Questionário 3 - Questionário Inicial

ETAPA 1 - Entrega do cimento e do big bag

Primeiro contato do cliente

Responsável:

Entrega do cimento e envio da big bag

Responsável:

Como são adquiridos as big bags?

Quais clientes recebem as big bags? Como é feita essa distinção?

Quem faz e como os big bags são dispostos nas obras da construção civil?

ETAPA 2 - Recolhimento da big bag:

Responsável:

Quando as big bags são coletadas?

Como ocorre o processo de reposição das bags?

Tem controle da quantidade que retorna?

ETAPA 3 - Segregação, classificação e compactação das embalagens de cimento pós-consumo

Qual o caminho que as embalagens de cimento pós-consumo percorrem quando chegam na fábrica?

ETAPA 4 - Destinação final

Quais são os tipos de destinação final que as embalagens de cimento pós-consumo recebe atualmente?

Foram aplicados também questionários no setor comercial da empresa (Questionário 4) e no setor do meio ambiente (Questionário 5). O setor de meio ambiente é responsável por toda prática da logística reversa e o setor comercial é responsável pela etapa inicial para implantação das bags nas obras e contato inicial com os clientes. Aplicados com data marcada, foi dada preferência para aplicação do questionário pessoalmente para que houvesse liberdade de desenvolver perguntas correlatas, essa etapa foi feita no início do projeto com a finalidade de aprofundamento do estudo do processo e de acordo com as necessidades da pesquisa.

O Questionário 4 teve como foco conhecer o mercado da Empresa Mizu (perguntas 1, 2, 3), a etapa de inicial do processo reverso (perguntas 4, 5, 6, 7, 8) e o gerenciamento do processo reverso (perguntas 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)

Questionário 4 – Setor Comercial

Entrevistado:

Cargo:

Data:

1. Quantas embalagens de cimento são vendidas por ano?
2. Qual a porcentagem de embalagem de cimento que são vendidos para revendedora e quantos são vendidos direto para construtora?
3. As entregas de cimento são feitas pela própria Mizu? Têm entregas todos os dias?
4. Qual a empresa que oferece as embalagens de cimento?
5. Qual é a empresa que oferece as bags? Qual material dessas bags?
6. Geralmente pode ocorrer no primeiro contato? Os clientes pedem ou vocês oferecem?
7. Algum cliente já negou o recebimento da bag? Alegou algum motivo?
8. Há algum treinamento ou orientação às obras que recebem as bags?
9. Quais são os municípios que recebem a bag?
10. Qual dia da semana os sacos são coletados? Quem coleta?
11. Como ocorre o processo de reposição das bags?
12. Quem coloca as bags nas obras? Há alguma exigência? Como local coberto.
13. Quem recebe as bags na Mizu?
14. Qual foi o montante de investimento necessário para implantar a Central de Reciclagem?
15. Outras filiais da Mizu aplicam a logística reversa? Quais? O que é feito com as embalagens?

No Questionário 5, aplicado ao setor de meio ambiente, houve uma preocupação de entender a forma de gerenciamento da destinação das embalagens retornadas

(perguntas 1, 2, 3 e 4) e o grau de importância da empresa em relação às questões ambientais (perguntas 5 e 6).

Questionário 5 – Setor Meio Ambiente

- 1. O que ocorre com as bags assim que chegam na Mizu?**
- 2. Existe o controle de quantas embalagens retornam?**
- 3. Existem outras coisas misturadas com as embalagens?**
- 4. Qual o caminho que as embalagens percorrem quando chegam na Mizu? Quem são os responsáveis por essas etapas?**
- 5. Quais foram as tentativas de destinação final feitas até hoje? Quais foram os principais problemas enfrentados?**
- 6. Existem outros projetos na área de meio ambiente?**

A partir do aprofundamento no estudo do processo reverso, foram escolhidas etapas para a pesquisa do caso. Na primeira etapa foi apresentado todo o processo de produção; na segunda etapa foi analisado como ocorre o processo reverso na empresa, como a entrega e o retorno das bags; e por fim, a etapa do processo nas obras da construção civil.

A etapa de caracterização do processo de produção foi feito junto com encarregado da produção e o técnico de segurança do trabalho em toda a área da fábrica da Empresa Mizu. Todas as etapas foram explicadas pelos mesmos e fotografadas.

A segunda etapa foi feita em campo a partir da observação direta, respostas dos questionários e comparação com a literatura.

A terceira etapa foi avaliada através dos questionários aplicados na Fase 1 e 2 e as visitas nas obras da construção civil que apresentam o recolhimento das embalagens utilizadas pela Empresa Mizu. Essas visitas foram feitas em março de 2012. A Mizu repassou algumas obras que participam do processo reverso e em visita a três dessas obras foi avaliado o processo de retorno das bags a partir de observação direta e questionamentos informais aos responsáveis técnicos.

3.4 FASE 3 – LEVANTAMENTO E COMPILAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO DAS EMBALAGENS DE CIMENTO RETORNADAS

3.4.1 Pesquisa bibliográfica

Primeiramente foram pesquisadas quais as possíveis destinações para as embalagens retornadas a partir de destinações ambientalmente adequadas praticadas na região do estado do Espírito Santo.

A partir disso, foram feitas pesquisas para cada destinação encontrada, as quais foram: associação de catadores, empresas de coprocessamento e aterros sanitários. Ressaltando que, no momento da pesquisa, não havia qualquer forma de disposição final das embalagens de cimento pós-consumo utilizada pela Empresa Mizu, acumulando esses resíduos no pátio da empresa.

Nas associações de catadores foi aplicado um questionário e nas demais foi feita uma pesquisa bibliográfica.

3.4.2 Visita às associações de catadores

As aplicações do Questionário 6 foram feitas em fevereiro de 2012. Nas visitas foi explicado o objetivo de trabalho antes da aplicação do referido questionário.

Foi possível avaliar se existe o recolhimento das embalagens de cimento (perguntas 1 e 2), quais as vantagens e desvantagens desse recolhimento (perguntas 3 e 4) e a viabilidade do recolhimento caso não houvesse a contaminação pelo cimento (pergunta 5), gerando novas alternativas de disposição pela empresa.

Questionário 6 - Associação de Catadores

- 1. Vocês recolhem sacos de cimento vazios? Se não, por quê?**
- 2. Conhecem algum local que recolhe esse tipo de material?**
- 3. Qual o retorno econômico da reciclagem do papel comparado com os demais materiais recicláveis?**
- 4. Quais empresas que fazem reciclagem de papel na região?**
- 5. Caso esses sacos fossem lavados e retirados o excesso de cimento, você acha que seria viável a reciclagem? Vocês recolheriam?**

3.4.3 Levantamento de dados sobre o coprocessamento no estado do ES

Através do site do SNIC foi possível descobrir as fábricas de cimento existentes no ES e, via telefone, foi verificado quais apresentam o coprocessamento. Além disso, foi feito um estudo desse tipo de destinação.

3.4.4 Levantamento de dados sobre os aterros de Classe II-B – não inertes no estado do ES

Foi feita uma breve pesquisa no aterro sanitário localizado no município de Cariacica/ES, a fim de conhecer se os resíduos da construção civil são enviados para aterros próprios e se há reaproveitamento dos mesmos.

3.4.5 Compilação e análise das destinações viáveis no estado do ES

Após levantamento e análise das alternativas com potencial para destinar a sacaria de forma ambientalmente correta, foi feita uma análise das informações a fim de respaldar a escolha da destinação final mais apropriada ambientalmente.

4 Resultados e Discussões

O Capítulo 4 está dividido conforme a metodologia escolhida. As aplicações dos questionários foram feitas de acordo com a necessidade observada durante o projeto, portanto, as perguntas não seguem uma sequência lógica dos assuntos abordados. Para um melhor entendimento e organização das informações geradas pelos questionários, as respostas das perguntas foram agrupadas de acordo com o tema abordado.

4.1 FASE 1- GERENCIAMENTO DAS EMBALAGENS DE CIMENTO PÓS-CONSUMO

A Fase 1 foi composta de pesquisa bibliográfica dos temas abordados, aplicação de questionário em obras da construção civil e em empresas de aluguel de caçambas e levantamento de dados em entidades públicas para estudar o gerenciamento das embalagens de cimento pós-consumo na região da Grande Vitória.

Na Fase 1 foram pesquisadas, através da aplicação de questionário, 35 obras localizadas em Vitória, Vila Velha e Serra. As obras foram escolhidas por conveniência e ao acaso. A maioria das obras visitadas em Vitória se concentrou no bairro de Jardim Camburi, principalmente devido ao grande crescimento do setor da construção civil na região, pelo mesmo motivo o bairro da Praia da Costa no município de Vila Velha.

Do total, trinta obras são de grandes prédios com mais de cinco andares, os demais foram pequenas obras como galpão e houve a participação da obra de um hospital público. Os entrevistados variaram entre almoxarifes, pedreiros, técnicos e engenheiros.

As obras visitadas apresentaram diferentes construtoras com diferentes formas de gerenciamento dos resíduos. Foi observado que nas grandes construtoras (que apresentam maior quantidade de obras sendo construídas) existe uma maior conscientização quanto à destinação dos resíduos, como a preocupação na

segregação dos mesmos, enquanto nas pequenas havia pouca ou nenhuma forma de gestão dos resíduos.

Nas obras visitadas foram levantados a utilização de três marcas de cimento, referente às fábricas do estado do Espírito Santo: Mizu, Holcim e Nassau. Segundo informações do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento via e-mail, a produção de cimento no Estado do Espírito Santo em 2010 por empresa foi: 197 mil toneladas pela Holcim; 654 mil toneladas pela Mizu; e 1.519 mil toneladas pela Nassau (Itabira).

A Nassau Cimentos apresenta um total de 10 fábricas no Brasil, sendo sua única filial da região Sudeste localizada no estado do Espírito Santo, e é a sexta fábrica de cimento que mais produz no Sudeste. Já a Holcim Cimentos apresenta no total 5 fábricas, todas localizadas na região sudeste e ocupa o quarto lugar de produção na região (SNIC, 2012).

A pesquisa feita por Santos (2005) nas empresas de cimento capixabas afirma que a Mizu e a Nassau movimentam um fluxo de cimento ensacado para outros estados, concluindo que ocorre um superavitário na produção de cimento do estado do Espírito Santo. Sendo que a Empresa Mizu é a única que utiliza um sistema de recolhimento das embalagens de cimento pós-consumo, desde 2009.

Ainda conforme as respostas da pergunta 1 do Questionário 1, foi averiguado que todas as obras visitadas utilizam embalagens de 50 quilogramas na forma ensacada e a granel. Além disso, mais de 70% utiliza do tipo de cimento CP III, considerado o cimento “ecológico”, uma vez que aproveita o rejeito das siderúrgicas e apresenta menor lançamento de CO₂ na atmosfera (CAMPELLO, 2008), e as demais utilizam CP II.

O cimento do tipo II é fabricado em sua maioria pela Nassau Cimentos, enquanto que o do tipo III é fabricado pela Mizu e Holcim (SANTOS, 2005).

Em relação à reutilização das embalagens de cimento vazias feita na Pergunta 2 do Questionário 1, foi averiguado que apenas uma obra visitada apresentava essa característica. A obra utiliza algumas embalagens como parte integrante da laje,

contudo, ainda é uma quantidade muito pequena comparada com a consumida pela obra.

A avaliação das obras, Pergunta 3 do Questionário 1, gerou dados em relação à destinação das embalagens de cimento pós-consumo. Através do questionário foi verificado que nessas obras existem quatro formas de destinação desse resíduo: através de serviço de locação de caçambas (17/35), sistema de limpeza pública municipal (10/35), doação (2/35) e recolhimento das embalagens de cimento pós-consumo pela empresa fabricante (6/35).

Apenas dois entrevistados alegaram que doam seus resíduos, anteriormente separados e classificados, para entidades filantrópicas. Cerca de dezessete obras utilizam aluguel de caçambas, dez obras depositam suas embalagens para serem recolhidas pela prefeitura como lixo comum e outras seis apresentam o recolhimento pela empresa fabricante do cimento.

Entre os entrevistados que alegaram a forma de destinação das embalagens como doação, foi citada a ACACCI como entidade recebedora. Contudo, em contato via telefone com a associação, não souberam informar se essa afirmação confere.

As obras que utilizam os serviços da prefeitura colocam suas embalagens utilizadas em sacos plásticos e depositam na calçada da obra. Esse procedimento não gera nenhum gasto de disposição para a obra. A coleta municipal é paga às prefeituras através de uma taxa.

Em Vitória, por exemplo, existe a Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos (TCRS) que varia com a localização, o tipo de ocupação (residencial, comercial, industrial) e o porte do imóvel. Com base nesses dados, os bairros foram classificados em diferentes grupos que os diferenciam pelo nível da produção de lixo (PREFEITURA DE VITÓRIA, 2012).

No município de Vitória existe também um projeto chamado Estações Bota-Fora, esses locais são reservados e preparados para receber pequenas quantidades de entulhos, cada morador pode descartar até 1 m³ de entulho (PREFEITURA DE VITÓRIA, 2012).

A maior parte das obras visitadas apresentou como destinação das embalagens a disposição em caçambas. Com isso, foi importante avaliar essa forma de destinação e, assim, foi feito um breve questionamento com cinco empresas de aluguel de caçambas, conforme Quadro 7.

Quadro 7 - Respostas das empresas de serviço de locação de caçambas.

Empresa	Qual a quantidade de caçambas recolhidas por mês?	O material recolhido é segregado?	Onde ocorre a disposição do material?	Sempre depositaram nesses locais?	Pagam para depositar nesses locais?
A	Não informado.	Não	Áreas licenciadas pela prefeitura.	Sim	Depende do material
B	Não informado.	Não	Áreas licenciadas pela prefeitura e particulares; doação e aterro sanitário.	Sim	Depende do material
C	Cerca de 300.	Sim. As obras segregam.	Aterro sanitário.	Sim	Sim
D	Não informado.	Sim. As obras segregam.	Áreas licenciadas pela prefeitura.	Sim	Não
E	Cerca de 120.	Sim. As obras segregam.	Áreas particulares licenciadas e aterro sanitário.	Sim	Não

Fonte: Próprio autor.

Nas respostas do Quadro 7 é averiguado que três empresas afirmam a segregação do material depositado nas caçambas, contudo, essa separação pode não ter uma finalidade útil, uma vez que nas áreas licenciadas pela prefeitura não há reutilização desses materiais.

Como também, observa-se a disposição em aterros sanitários, o que é esperado que ocorra, principalmente, para os resíduos perigosos, gerando um custo para essas empresas. Isso é observado nas respostas “depende do material” e “sim” na última coluna. Contudo, há incertezas na veracidade das respostas, já que duas

empresas que alegam não haver qualquer tipo de segregação utilizam dessa forma de disposição.

Segundo dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2008), obtidos através da coleta de dados nas entidades públicas, 19 dos 78 municípios do estado do Espírito Santo, alegam a “utilização definitiva e sob controle dos resíduos como material de aterro, pela prefeitura, após triagem e remoção dos resíduos classes B, C e D” e nenhum município se enquadrava como “Disposição transitória sob controle, em aterro da prefeitura específico para resíduos especiais”. Situação essa diferente da encontrada na pesquisa.

A prefeitura apresenta métodos alternativos de disposição nos quais inviabiliza a reutilização dos resíduos, uma vez que não há qualquer forma de segregação nesses locais ou controle da disposição dos entulhos.

A Lei Federal 12.305 de 2010 prevê o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, que apresenta em seu conteúdo mínimo, entre outros itens, procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Assim, é esperado que a forma de gestão dos resíduos nos municípios apresente mais retornos ambientais e sociais.

Na Pergunta 4 do Questionário 1 foi possível fazer uma avaliação visual feita nos locais onde são armazenadas as embalagens foi observado que na maioria das obras não havia locais próprios para condicionar as embalagens. Muitas vezes estavam em locais sem cobertura e misturadas a outros materiais.

Observou-se também que em muitas obras as embalagens eram dispostas inicialmente próximas a betoneira, mas depois eram misturadas com demais materiais em caçambas ou outros locais. De acordo com Leite (2008), as dificuldades de desmontagem, separação de componentes e a mistura com outros materiais elevam os custos do reaproveitamento.

Além disso, a forma como a embalagem é aberta, pelas pontas ou no centro, varia entre as obras, conforme Figura 8.



Figura 8 - Embalagem aberta pela ponta (a) e aberta no centro (b).

Fonte: Arquivo do autor.

Esse procedimento pode influenciar no processo de reaproveitamento, uma vez que o cimento apresenta contaminantes que podem impedir a reutilização da embalagem, conforme será visto. Essa embalagem é formada por duas folhas de papéis, uma interna em contato direto com o cimento e uma externa, cujas formas de reaproveitamento podem ser diferentes caso exista diferentes concentrações de contaminação.

A ausência de uma cultura e a preparação do canteiro de obra para a gestão dos resíduos, como locais para armazenamento, entre outros já citados por Blumennshein (2004), dificultam um gerenciamento adequado.

No processo de recolhimento de suas embalagens nas obras, o fabricante se responsabiliza pela destinação desses resíduos. Apenas uma fábrica no estado do Espírito Santo utiliza esse procedimento, como já foi citado. A fábrica da Mizu Cimentos teve um estudo mais aprofundado na Fase 2.

4.2 FASE 2 - ESTUDO DE CASO

4.2.1 Mercado

No ano de 2010 o estado do Espírito Santo produziu cerca de 2.370.000 toneladas de cimento. Isso corresponde a quase 8% da produção na região Sudeste e a cerca de 4% no Brasil (SNIC, 2012).

No Espírito Santo existem hoje três fábricas de cimento distribuídas da seguinte forma, duas fábricas na Grande Vitória e uma fábrica em Cachoeiro do Itapemirim. A Empresa Mizu está localizada no município da Serra e existe desde 1998.

4.2.2 A empresa

A Mizu Cimentos apresenta quatro fábricas no Brasil, sendo uma no Espírito Santo, uma em Sergipe, uma no Rio de Janeiro e uma em São Paulo. A fábrica localizada na Grande Vitória fornece cimentos do tipo CP II e CP III, não houve informações em relação à quantidade vendida ou lucro da empresa, conforme Perguntas 1 e 2 do Questionário 1.

A empresa atende o mercado capixaba, principalmente os municípios de Vitória, Serra, Vila Velha e Guarapari, bem como, os estados da Bahia, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

4.2.3 Fabricação

A produção de cimento da fábrica da Mizu não contempla a operação com fornos de cimento e extração de calcário, uma vez que o clínquer bruto chega à empresa em caminhões e é depositado em um grande galpão coberto. Em seu processo de produção é utilizado a escória advinda da siderúrgica localizada nas proximidades da fábrica de cimento.

Esse processo de produção interfere diretamente na logística reversa, visto que as demais fábricas da Mizu também implantaram a logística reversa e aplicam o

coprocessamento como destinação final. Situação essa impossibilitada na filial da Serra/ES devido à ausência dos fornos de cimento, não apresentando local próprio para destinação da sacaria.

O clínquer bruto, material protegido em local coberto, é utilizado para alimentar a tremonha que dispõe o material na correia transportadora, que também apresenta uma cobertura protetora. Esse material é armazenado em silos para, então, entrar no processo de produção.

Essa escória também é estocada e segue pela correia até o moinho de rolos UBE e o clínquer para o moinho *Polysius*. Todo material moído segue para câmara de estocagem para, posteriormente, ser ensacado.

O cimento é expedido a granel e embalado em saco de 50kg, que podem ser transportados por rodovias e ferrovias. A operação de ensacamento é realizada por meio de duas unidades com capacidade para 4800 sacos/hora, em sistema semi-automático. Conforme a Figura 9, é possível observar como são as embalagens antes do processo de ensacamento.



Figura 9 - Processo de ensacamento do cimento.

Fonte: Arquivo do autor

Conforme resposta da Pergunta 4 do Questionário 4, essas embalagens são fornecidas por uma empresa situada na cidade de Curitiba. Segundo informações do setor de meio ambiente, a empresa apresenta um método de reciclagem de embalagens de papel, contudo, o transporte não seria viável economicamente.

4.2.4 Processo reverso na fábrica de cimento

Os resultados apresentados nessa etapa foram tratados comparando a situação prática da logística reversa na Empresa Mizu com a encontrada na literatura. Essa comparação pode apresentar tanto situações opostas como similares.

Segundo Eisenhardt (1989) os conflitos existentes entre a literatura e as teorias emergentes são importantes por dois motivos, primeiro que quando os pesquisadores ignoram resultados conflitantes podem diminuir a confiança nos resultados; e segundo que podem contribuir para o surgimento de novas ideias.

Já encontrar resultados similares com a literatura ajuda com a validação dos mesmos, pois pode ocorrer de alguns resultados do caso estudado estarem associados à outros casos semelhantes (DUBÉ e PARÉ, 2003).

A descrição do processo reverso foi feito através da aplicação dos questionários e observação direta. Já a teoria foi encontrada a partir da pesquisa bibliográfica feita sobre o tema logística reversa.

Ainda existe pouca literatura sobre esse tema, contudo, a logística reversa está se tornando parte relevante do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos; muitas empresas que, até há pouco tempo, não lhe davam a devida importância, estão revendo essa postura (GIUNTINI E ANDEL, 1995 apud GOLÇALVEZ E MARINS, 2006).

O contato inicial com a Empresa Mizu foi feita através da Técnica de Segurança do Trabalho e, após conversas informais, se iniciaram as visitas periódicas para aplicar o Questionário 3 e 4 e conhecer os fluxos direto e reverso da fábrica de cimento.

De acordo com a respostas da Pergunta 6 do Questionário 4, a primeira etapa do processo na empresa ocorre com o contato do cliente no setor comercial a fim de adquirir o cimento. Nessa etapa é formalizada a venda e oferecido o serviço de recolhimento das embalagens. Na época que a empresa estava procurando formas de destinação final do resíduo com menor custo, principalmente no ano de 2011, esse serviço não foi oferecido, só ocorrendo se solicitado.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos não obriga a estruturação e a implementação de sistemas de logística reversa para as embalagens de cimento pós-consumo. Contudo, conforme artigo 30 dessa Política, foi instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, devendo existir um compromisso por parte do governo, das empresas e da sociedade sobre a destinação final dos resíduos consoante as diretrizes da Política.

A Política exige também que as embalagens sejam fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem. Além disso, determina que as embalagens sejam: restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto; projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contêm; e recicladas, se a reutilização não for possível.

Em relação ao caso estudado, as embalagens de cimento de papel são importantes pois suportam a temperatura na qual o cimento é ensacado. Entretanto, a presença do cimento após o consumo impede a reutilização e a reciclagem do resíduo.

Já ocorreu do cliente negar para a Empresa Mizu a participação no processo reverso alegando não apresentar uma quantidade que justifique o recolhimento, conforme a Pergunta 7 do Questionário 4.

É importante ressaltar que a Lei Federal 12.305 de 2010 prevê que as empresas de construção civil estão sujeitas à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Prevê ainda que, conforme artigo 25 dessa lei, “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento”.

É essencial que haja alguma forma de incentivo para a participação da sociedade no processo reverso. Leite (2012) cita que “o consumidor não pode ser exigido de algo que não é factível. Se quisermos atraí-lo, temos que incentivá-lo”, cita ainda o exemplo da Europa, onde o vidro não é recolhido como lixo comum, ficando esse obrigado a devolução voluntária.

De acordo com a Pergunta 3 do Questionário 4 foi verificado que a entrega do cimento é feita por empresa terceirizada todos os dias da semana. Durante alguns dias da entrega do cimento nas obras que participam do processo reverso, são entregues também as bags que são instaladas no canteiro de obra pelo próprio motorista do transporte do produto.

Na Pergunta 5 do Questionário 4 foi alegado que as bags são compradas em empresas da região, são feitas de tecido de polipropileno e apresentam uma resistência razoável, visto que foi observado que algumas que chegam do processo reverso não podem ser reutilizadas devido ao estado precário em que se encontram (Figura 10). A conscientização da preservação das bags é importante para que não surja outro passivo ambiental para a empresa.



Figura 10 – Bag em estado precário.

Fonte: Arquivo do autor

Segundo Marino (2009), o foco da logística reversa é retornar com os produtos de forma eficiente procurando tirar o máximo valor do reaproveitamento ou destinando de forma correta. Assim, é preciso se atentar a alguns detalhes da etapa reversa para que esse objetivo seja alcançado.

O transporte, por exemplo, é feito pelos mesmos caminhões de entrega das embalagens novas, algumas vezes não apresentam a cobertura adequada para impedir o contato com a água de chuva, podendo impossibilitar alguma forma de reaproveitamento.

Conforme resposta da Pergunta 8 do Questionário 4, na empresa existe também treinamento dos motoristas, revendedores e com algumas obras participantes sobre a logística reversa. Contudo, esse treinamento ainda é feito em uma parcela muito pequena em relação às obras que participam da etapa reversa.

Uma relação colaborativa entre empresa e cliente e a implantação de uma cultura com foco na otimização do processo reverso em todas as etapas, são essenciais para um resultado favorável do processo reverso (LACERDA, 2002 e LEITE, 2008).

De acordo com a resposta da Pergunta 1 do Questionário 5, atualmente, ao chegarem à fábrica, essas bags são depositadas próximas à prensa e, posteriormente, ocorre o processo de prensamento (Figura 11). Esse procedimento acontece periodicamente, de acordo com a necessidade e viabilidade da empresa.



Figura 11 – Local de prensamento.

Fonte: Arquivo do autor

Muitas vezes ocorre a presença de outros materiais misturados junto com as embalagens retornadas nas bags. Esse material se torna mais um custo para a Mizu, que destina esse material de forma ambientalmente adequada, conforme relata o responsável pelo setor de meio ambiente na resposta da Pergunta 3 do Questionário 5. Na Figura 12 observa-se a presença de roupa, plástico e latas de tintas junto com as embalagens de cimento pós-consumo.



Figura 12 – Materiais misturados a embalagens retornadas.

Fonte: Arquivo do autor

O prensamento é feito por dois trabalhadores da empresa, eles retiram as embalagens das bags, separam o material e colocam na prensa, conforme resposta para Pergunta 4 do Questionário 5. Essas embalagens prensadas são depositadas em um local coberto (Figura 13).



Figura 13 – Embalagens pós-consumo prensadas.

Fonte: Arquivo do autor

Foi averiguado na resposta da Pergunta 2 do Questionário 5 que nesse retorno não há qualquer controle da quantidade retornada ou a pesagem das mesmas. Para Leite (2008), uma das maiores dificuldades para o sucesso do processo reverso é a falta de informações relativas ao produto e à quantidade de retorno.

O autor ainda afirma que é importante ter conhecimento do sistema para que não se torne um inibidor do processo reverso, como informações relativas à forma de tratar

tecnologicamente os produtos no reaproveitamento, conhecer o mercado de destinação de produtos retornados, oportunidades de reaproveitamento e as empresas que apresentam processos similares.

Conforme informado durante a entrevista no setor de meio ambiente, anteriormente, as embalagens retornadas eram enviadas ao aterro sanitário, contudo, devido ao alto custo, visto que eram enquadradas como Classe I, iniciou-se um estudo para o reaproveitamento das mesmas.

Conforme resposta da Pergunta 5 do Questionário 5, um desses projetos foi avaliar a limpeza das embalagens de forma manual. O resultado foi satisfatório, visto que as embalagens limpas manualmente se apresentavam sem a contaminação significativa pelo cimento. Contudo essa técnica não é viável uma vez que seriam necessárias muitas pessoas já que a quantidade de embalagens retornadas é grande.

Outra tentativa foi para produção de telhas, contudo, o custo da produção aumentou, possivelmente devido à presença do cimento que dificulta o processamento das embalagens.

Houve uma avaliação para enviar as embalagens para o coprocessamento nos locais que são fabricados o clínquer bruto. Contudo, muitas vezes, os caminhões que transportam já tem carga de retorno. Além disso, o preço do frete não compensa essa forma de disposição.

O custo do retorno de um produto é de três a dez vezes mais caro do que levar o produto ao mercado, afirma Leite (2012). Segundo respostas da Pergunta 14 do Questionário 4, os gastos gerados com a implantação da logística reversa englobam: a prensa, máquina de grampo das embalagens prensadas, frentes com as tentativas de reaproveitamento, bags e distribuição.

Na resposta para Pergunta 6 do Questionário 5, foi alegado que a empresa apresenta outros projetos na área ambiental, como a coleta seletiva, doação para reaproveitamento do papel e do papelão, não se enquadra aqui as embalagens retornadas, contudo caso seja retirado o cimento a empresa recolheria as mesmas; recuperação dos palets de madeira junto com uma associação de dependentes químicos e a cortina verde, objetivando a preservação da fauna e flora local.

Atualmente, a empresa ainda está fase de estudo das possíveis alternativas de destinações de forma haja benefícios ambiental e não gere gastos significativos para a empresa e envia seus resíduos para o aterro sanitário.

4.2.5 Processo reverso nas obras da construção civil

A Empresa Mizu inseriu o processo reverso em algumas obras que comprem sua marca de cimento. Em visita a algumas dessas obras, foi verificado que, de fato, há a separação das embalagens de cimento nas bags e algumas ainda separavam todos os resíduos de acordo com o material, contudo, foi alegado que o motivo principal da utilização dessa marca de cimento ainda é o preço.

Segundo pesquisa do Conselho de Logística Reversa do Brasil (CLRB) sobre o perfil das empresas brasileiras em relação à logística reversa, um pouco mais de 50% finalizam o retorno em 1 semana, 35% em 1 mês e em torno de 5% para o retorno de até 3 meses ou superior (MARINO, 2009).

No caso estudado, as bags são recolhidas de 7 em 7 dias ou de 15 em 15 dias, dependendo da quantidade de cimento utilizada pela obra. Após essa primeira entrega da bag, a troca ocorre na entrega de mais cimento. Em muitos casos, os próprios trabalhadores da obra fazem a substituição do saco.

A Empresa Mizu oferece junto com a bag um suporte metálico que permite que essa fique aberta durante todo tempo. Foi observado que algumas obras adaptam o suporte e utilizam outros materiais, conforme Figura 14 que utiliza pedaços de vergalhão.



Figura 14 – Big Bag no canteiro de obra com suporte adaptado.

Fonte: Arquivo do autor.

Foi observado também que a localização das bags nas obras não está de acordo com o sugerido pela empresa, como local coberto e cimentado, conforme Pergunta 12 do Questionário 4.

De maneira geral, o fluxo direto e reverso do processo da logística reversa das embalagens de cimento pós-consumo da Empresa Mizu pode ser observado na Figura 15.

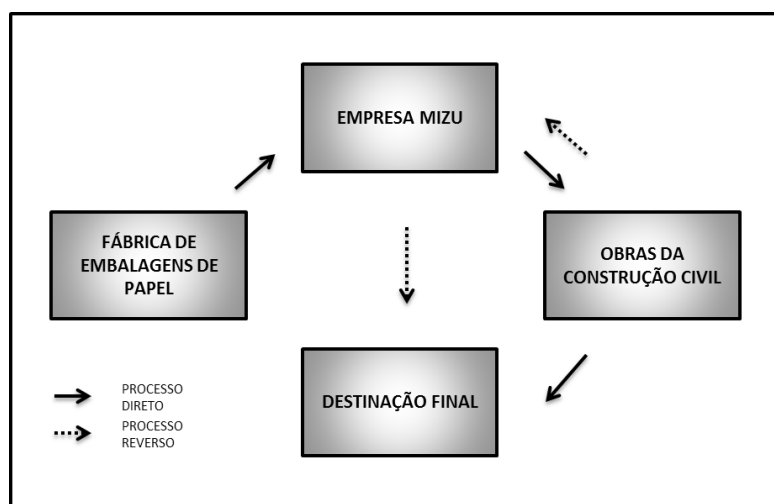


Figura 15 – Fluxo direto e reverso das embalagens de cimento pós-consumo.

Fonte: Próprio autor.

A logística reversa das embalagens de cimento pós-consumo apresenta um avanço dentro do gerenciamento dos resíduos da construção civil, não apenas aumentando a possibilidade de reaproveitamento, mas também a questão do aumento da vida útil dos aterros sanitários quando ocorre a sua reciclagem.

Segundo Leite (2012), as empresas que trabalham apenas com aterro de resíduos industriais estão também focando na reciclagem e remanufatura, devido a essa tendência de mudança no mercado.

Contudo, essas embalagens retornadas ainda são um problema para a empresa que procura um método que haja tanto benefícios ambientais como econômicos.

O Quadro 8 apresenta a sistematização da avaliação do processo reverso na Empresa Mizu comparando com a literatura.

Quadro 8- Sistematização da avaliação do estudo de caso na comparação com a literatura.

Etapas do processo reverso	Oportunidades	Limitações
Contato do cliente no setor comercial	Oferta do serviço de recolhimento das ECPC	Falta de incentivo para participação no processo reverso
Entrega do cimento e das bags	Oferta de bags e suportes para segregação do material	Geração de passivos ambientais devido à baixa resistência da bag e presença de outros materiais
		Treinamento de poucas empresas participantes
Retorno das bags à fábrica	Garantia de uma destinação ambientalmente adequada	Não existe controle no retorno das ECPC
		Falta de planejamento prévio para a destinação adequada

Fonte: Próprio autor.

4.3 FASE 3 - LEVANTAMENTO E COMPILAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO DAS EMBALAGENS DE CIMENTO RETORNADAS

Nas visitas à Empresa Mizu foi notado que uma das principais limitações referente à prática da logística reversa é a destinação final ambientalmente adequada das embalagens retornadas, tornando-se seu estudo um dos objetivos deste trabalho.

Durante a época de recolhimento de informações na Mizu, uma grande quantidade de resíduos está estocada no pátio da empresa aguardando uma destinação viável ambientalmente e economicamente.

A avaliação das destinações ambientalmente adequadas e os dados gerados pela pesquisa bibliográfica foram analisados segundo os aspectos ambientais, como geração de poluentes, reutilização do material e geração de energia. Também foram analisados alguns aspectos econômicos referentes às formas de destinações.

Na análise da reciclagem das embalagens, foram visitadas duas associações de catadores na cidade de Vitória e aplicado o Questionário 6 para o funcionário responsável no momento da visita.

Atualmente, ambas as associações não recolhem as embalagens de cimento pós-consumo. Uma alega não haver empresas que comprem esse tipo de papel, e a outra associação, apesar do problema com a revenda, assume que já recolheu esse tipo de material, contudo, a presença do cimento gera problemas na lubrificação da máquina que faz o prensamento do papel.

Quando questionadas sobre o recolhimento caso houvesse a limpeza das embalagens, ambas afirmaram que acreditam ser possível a reutilização das mesmas, apesar do papel não ser o material mais lucrativo por tonelada. Esse varia conforme o tipo: o papel branco pode chegar a até R\$ 0,32s/ton, enquanto o papelão está em torno de R\$ 0,25/ton.

Cada material é revendido para empresas diversas. No caso do papel, ambas as associações revendem para a Aparas Vitória, empresa localizada na cidade de Vila Velha.

A reciclagem é uma opção que apresenta grande vantagem em relação à questão ambiental, uma vez que não há geração de lixo, diminuindo o consumo de matéria-prima e energia (JOHN, 2000). Entretanto, em relação à embalagem de cimento retornada, ocorre a presença de um contaminante que impede o processo de reciclagem, no caso citado, o cimento presente no papel inviabiliza a reutilização do resíduo.

O aterro sanitário apresenta diversas áreas para destinação de acordo com a classificação do resíduo. Foi contactado um desses aterros e averiguado que no caso dos resíduos da construção civil, esses são encaminhados para o aterro de inertes, pois são enquadrados como Classe II B (ABNT, 2004).

Segundo a ABNT NBR 10004, resíduos classe II B - Inertes são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Foi informado também que caso haja a presença de algum material enquadrado como Classe I, todo o resto é enquadrado nessa mesma classe devido a contaminação dos demais resíduos. Dessa forma, as embalagens, quando não eram prensadas, foram classificadas como Classe I. Para ser enquadrado como resíduo perigoso, esse deve constar nos anexos da NBR 10004 ou apresentar inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade através de métodos de avaliação. Contudo, após o processo de prensamento, as embalagens passaram a ser enquadradas como Classe II-A.

Ainda segundo informações, não há nenhuma forma de aproveitamento do entulho da construção civil no aterro sanitário. Esse, se não segregado na obra, não tem como ser reutilizado.

Os aterros sanitários são destinações ambientalmente adequadas, visto que apresentam todo o aparato de preservação ambiental, como a proteção de infiltração do lixiviado pelo solo e reaproveitamento dos gases gerados. Entretanto, apresentam seu tempo de vida útil limitado à área ocupada, atualmente isso tem se

tornado um problema uma vez que a quantidade de lixo gerado tem aumentado significativamente (PINTO, 1999).

A Empresa Mizu encaminhava as embalagens de cimento retornadas para o aterro sanitário que, segundo informações da empresa, quando classificado como Classe I, o preço para aterramento era em torno de R\$ 900,00/ton. Após o processo de prensamento, foi reclassificado como Classe II-A, esse preço está em torno de R\$ 300,00/ton. varia de R\$ 150,00 a 600,00/ton para Resíduo Classe I e II, conforme Quadro 9.

Quadro 9 – Custos dos resíduos em relação à forma de disposição final.

FORMA DE DESTINAÇÃO	CUSTOS APROXIMADOS
INCINERAÇÃO	R\$ 1.000,00 a 2.000,00/ton para Resíduo Classe I
FORNOS DE CIMENTO	R\$ 150,00 A 600,00/ton para Resíduo Classe I e II
ATERROS	R\$ 60,00 a R\$ 130,00/ton para Resíduo Classe II

Fonte: Oliveira (2005).

O coprocessamento é o método utilizado nas outras filiais da empresa Mizu. No caso da empresa estudada não é possível que seja feito na própria fábrica, entretanto existe uma empresa que apresenta esse procedimento no Espírito Santo.

Esse processo diminui quase que completamente os resíduos, contudo não destrói todos os poluentes presentes nos resíduos (MILANEZ, 2007). Alguns materiais podem ser transformados em novos poluentes, como as dioxinas e furanos, e emitidos para o ambiente. Outros, como no caso dos metais, podem ser dispersos na forma de vapores, partículas ou mesmo produto final (MILANEZ, 2007).

Segundo o relatório da oficina intitulada “A coincineração de resíduos em fornos de cimento: uma visão da Justiça Ambiental sobre o chamado coprocessamento”, que foi realizada em 2006 no Rio de Janeiro, a prática do coprocessamento no Brasil pode gerar riscos à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente. Isso ocorre devido

à formação de partículas poluentes, volatilização de metais pesados, bem como sua concentração e ainda o risco de acidentes durante o transporte dos resíduos da fonte geradora à indústria de cimento (ROCHA e LINS, 2011).

Alguns problemas ambientais foram inumerados por Milanez (2007) como, por exemplo, alguns limites para emissão definidos pelo governo federal serem ainda muito altos quando comparados aos valores estabelecidos na União Europeia.

Outro ponto citado pelo autor está no artigo 10 da Resolução CONAMA 264 de 1999 que exige que as empresas obtenham licença para a queima a partir da análise dos resíduos individuais, sendo desconsiderado que durante o processo de queima que esses resíduos podem reagir e formar novos compostos, como também não define uma frequência mínima para análises dos resíduos a serem tratados. Dessa forma, as cimenteiras não precisam verificar se os resíduos enviados para coincineração ao longo de um período mantiveram sempre as mesmas composições e propriedades.

Não há ainda determinação da validade da licença de operação para a coincineração, ficando a critério de cada estado que seja criado um processo de renovação de licença. Essa brecha permite que alguns fornos continuem operando, independente da qualidade da manutenção e operação dos mesmos (MILANEZ, 2007).

Os custos devem ser avaliados levando em consideração, além do valor da disposição, o gasto com transporte. No caso estudado, considerando as embalagens retornadas como Classe II-A, os custos com a disposição são semelhantes. Contudo, como a empresa que faz essa disposição está localizada em uma cidade distante 170 km da Empresa Mizu, sendo que o valor com transporte pode vir a ser o dobro em relação ao aterro, localizado na cidade vizinha a Serra.

A reciclagem, o coprocessamento e o aterramento apresentam diversas vantagens e desvantagens, contudo a reciclagem ainda é a melhor opção para processos como de logística reversa, uma vez que, além das questões ambientais, esse procedimento gera poucos gastos, envolvendo apenas o transporte. Podendo ainda surgir fonte de renda para a empresa com a viabilidade da reciclagem, como o caso do banco de resíduos.

Em relação ao caso, considerando que atualmente não há formas de reciclagem ou reutilização viáveis economicamente das embalagens de cimento pós-consumo, uma avaliação ambiental aponta o aterro sanitário como melhor opção, visto que o coprocessamento ainda apresenta muitas dúvidas em relação ao benefício ambiental no curto prazo.

É importante ressaltar que o aterro sanitário pode deixar de ser uma opção benéfica a médio e longo prazo, uma vez que apresenta uma vida útil curta, problema esse não encontrado no coprocessamento. De maneira geral, é importante que sejam estudadas tecnologias de reciclagem desse material para que a prática da logística reversa das embalagens de cimento pós-consumo complete as vantagens ambientais inerentes a esse processo.

5 Conclusão e Recomendações

5.1 CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho relativo ao detalhamento das principais formas de destinação e o consumo das embalagens de cimento pós-consumo atualmente empregados na Grande Vitória obteve resultados satisfatórios, uma vez que foi possível averiguar o consumo em relação às marcas utilizadas, no caso foram três marcas e a utilização das embalagens de 50 kg em sua maioria. Como também, a utilização de destinações pós-consumo sem qualquer forma de segregação dos resíduos, inviabilizando, assim, sua reutilização ou reciclagem.

Na maioria das obras visitadas, os resíduos são destinados através de serviço de locação de caçambas, cuja disposição final não é de conhecimento do dono da obra ou da empresa que fabrica o cimento, dificultando a coresponsabilidade. Foi possível conhecer também formas de destinação não usuais como a doação e a logística reversa, que se tornou o foco do trabalho.

Na etapa relacionada com a descrição do processo de logística reversa das embalagens de cimento pós-consumo na fábrica de cimento estudada foi possível identificar as limitações, como a falta de planejamento, gerando gastos imprevisíveis, como com a destinação ambientalmente adequada; a falta de controle das embalagens retornadas, não sendo possível avaliar a taxa de retorno e a taxa de perda, dificultando a projeção de disposição desse resíduo; e a falta de um programa de treinamento e conscientização para que haja mais participação e colaboração no processo.

Foram avaliadas também as oportunidades da implantação dessa prática, essa iniciativa pode servir de exemplo para outras empresas do setor e empresas que trabalham com embalagens, como cal e argamassa; como pode também aumentar a possibilidade de reutilização ou reciclagem dessas embalagens através das tentativas e estudos promovidos pela empresa. Apesar de o preço ser considerado o motivo principal do consumo dessa marca, o marketing verde pode aumentar as vendas, principalmente em construtoras que valorizam esse tipo de gerenciamento.

Para o objetivo relacionado com o estudo das alternativas viáveis para a destinação ambientalmente adequada das embalagens de cimento pós-consumo, foi verificado que para a localização da fábrica, o aterro sanitário ainda é a melhor opção, visto que, além de ser uma destinação adequada do ponto de vista ambiental, o gasto com o transporte desse resíduo é menor que para o coprocessamento.

De maneira geral, a reciclagem é a destinação mais adequada tanto ambientalmente como financeiramente, contudo, ainda são necessários estudos para viabilizar tecnologicamente a reciclagem desse material, gerando assim retornos para a empresa, com a diminuição dos custos de disposição final, e para a sociedade, não interferindo na vida útil dos aterros ou com disposição inadequada.

5.2 RECOMENDAÇÕES

- Estudo das possibilidades de retorno das embalagens de cimento pós-consumo em processos produtivos;
- Levantamento da quantidade de embalagens que retornam na logística reversa e análise dos benefícios econômicos para a empresa;
- Avaliação do desenvolvimento da logística reversa no setor da construção civil na região da Grande Vitória.

6 Referências

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALUMÍNIO. **Relatório de Sustentabilidade Indústria Brasileira do Alumínio - 2010**, 2010. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/reciclagem/brasil.asp>>. Acesso em: Abr 2012.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Como armazenar cimento**. Disponível em: <www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/como-armazenar-cimento>. Acesso em: 03. Mai. 2012.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2010.pdf>>. Acesso em: Abr 2012.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**. Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**. Procedimento para Obtenção de Extrato Solubilizado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: solo e resíduos sólidos: amostragem de resíduos: procedimento. Rio de Janeiro, 1987.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578** - Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991.
8. BARRETO, I. M. **Gestão de resíduos na construção civil**. SENAI/SE; SENAI/DN; COMPETIR; SEBRAE/SE; SINDUSCON/SE. Aracaju, p. 28. 2005.
9. BLUMENSHEIN, R. N. **Cartilha do Projeto de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras**. Universidade de Brasília. Brasília. 2004.
10. BRASIL. Lei 12.305, de 02 de Agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> > Acesso em: 10 Jan. 2012.
11. BRASIL. **Resolução CONAMA 264 de 26 de agosto de 1999**. Dispõe sobre Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos. 1999.
12. BRASIL. **Resolução CONAMA 307 de 5 de julho de 2002**. Dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil. 2002.
13. BRITO, M. P. D.; DEKKER, R. **Reverse Logistics – a framework**. Econometric Institute Report, 2002.
14. BRITO, M. P. D.; DEKKER, R.; FLAPPER, S. D. P. **Reverse Logistics - A review of case studies**, 2003.
15. CAMPOS, T. **Logística reversa: aplicação ao problema das embalagens da CEAGESP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. São Paulo. 2006.
16. CAPELLO, G. Cimento Ecológico. **Revista Arquitetura e Construção**. n. 2. 2008.

17. CHAVES, G. L. D.; ALCANTARA, R. L. C. Logística reversa: uma análise de sua evolução por meio da revisão de literatura. **Empresa Sargas**. Disponível em: <http://www.sargas.com.br/site/art_premio_sargas/artigo_logistica_reversa_gisele_chaves.pdf>. Acesso em: 14. Mai. 2012.
18. DIAS, F. P. **A incineração de resíduos sólidos: análise custo benefício do incinerador de resíduos sólidos do P-Sul – DF**. Dissertação (Mestrado em Economia). UNB - Universidade de Brasília, 2006.
19. DUBÉ, L.; PARÉ, G. Rigor in information systems positivist case research: current practices, trends, and recommendations. **MIS Quarterly**, v. 27, n. 4, 2003. p. 597-635.
20. EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. [S.l.]: **Academy of Management Review**, 1989. p. 532-550.
21. FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Bolsa de resíduos**. Disponível em: <<http://apps.fiesp.com.br/bolsaresiduos/>>. Acesso em: Mar 2012.
22. FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Departamento de Meio Ambiente**. 2011. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/arquivos/2011/arquivos/pnrs_e_decreto.pdf>. Acesso em: Mar 2012.
23. FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 2ed. Porto Alegre: Bookman. 2009.
24. FORMIGONI, A.; CAMPOS, I. P. A. **Reciclagem de PET no Brasil**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos07/1200_1200_ARTIGO%20-%20RECICLAGEM%20DE%20PET%20NO%20BRASIL.pdf>. Acesso em: 22. Abr. 2012.
25. FREITAS, I. M. **Os Resíduos de Construção Civil no Município de Araraquara/SP**. Centro Universitário De Araraquara. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). UNIARA. São Paulo. 2009.
26. GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3º ed. São Paulo: Atlas, 1991.
27. GIOVANNINI, F.; KRUGIANSKAS, I. Fatores Críticos de Sucesso para a Criação de um Processo Inovador Sustentável de Reciclagem: um Estudo de Caso. **RAC**, Curitiba, v. 12, n. 4, p. 931 - 951, Out/Dez 2008.
28. GONÇALVES, M. E.; MARINS, F. A. S. Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Gestão e Produção**, v.13, n.3, p.397-410, Set/Dez 2006.
29. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. 2008.
30. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22. Abr 2012.
31. INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Dinâmica Populacional**. Disponível em: <www.ijsn.es.gov.br>. Acesso em: 05. Set. 2012.

32. JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil - contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (livre docência) – Escola Politécnica. São Paulo. 2000.
33. JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. Seminário Reciclagem de Resíduos Domiciliares, 2000. Disponível em: <www.reciclagem.pcc.usp.br>. Acesso em: 19 fev 2012.
34. LACERDA, L. Logística Reversa – Uma Visão Sobre os Conceitos Básicos e as Práticas Operacionais. **Revista TecnoLogistica**. Curitiba. p. 46-50. 2002.
35. LEITE, P. R. Custo ou oportunidade? **Revista TecnoLogistica**, Curitiba, n. 199, p. 44 - 50, Junho 2012.
36. LEITE, P. R. Logística reversa - inibidores da cadeia reversa. **Revista TecnoLogistica**, v. XVI, n. 154, p. 104 - 107, Setembro 2008.
37. LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
38. LOVATO, P. S. **Verificação dos parâmetros de controle de agregados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
39. MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.
40. MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
41. MARIANO, L. S. **Gerenciamento de resíduos da construção civil com reaproveitamento estrutural: estudo de caso de uma obra com 4.000m²**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). Universidade Federal do Paraná. [S.I.]. 2008.
42. MARINO, S. Pesquisa mostra evolução da logística reversa no país. **Revista TecnoLogistica**, v. ano XVI, n. 162, p. 30 - 36, Maio 2009.
43. MARINO, S. Um exemplo para o Brasil. **Revista TecnoLogistica**, v. ano XVI, n. 185, p. 51 - 57, Abril 2011.
44. MENEZES, R. A. A., Gerlach, J. L., Menezes, M. A. Associação Brasileira de Limpeza Pública **Estágio Atual da Incineração no Brasil**. VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. Parque Barigui – Curitiba. 2000.
45. MILANEZ, B. **Co-Incineração de Resíduos Industriais em Fornos de Cimento**. IX ENGEMA - Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente., p. 17. 2007.
46. MMA. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://blog.mma.gov.br>. Acesso em: 10 Jun. 2012.
47. OLIVEIRA, J. R. D. **Geração de Resíduos**. Material de aula, 2005. Disponível em: <ftp://ftp.cefetes.br/Cursos/MetalurgiaMateriais/Joseroberto/P%D3S/AULAS/2-Dados%20de%20gera%E7%E3o%20de%20Res%EDduos.pdf>. Acesso em: 12 Ab. 2012.

-
48. PINTO, T. D. P. **Gestão Ambiental de resíduos de construção civil**: a experiência do SindusCon-SP. Obra Limpa. São Paulo. 2005.
49. PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.
50. PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA. **SERRA em NÚMEROS**: Indicadores Sociais e econômicos do Município. [S.l.]: [s.n.], 2012.
51. PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. **Secretaria de serviços**. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br>>. Acesso em: 10 Jun 2012.
52. QUESADA, I. F. **The concept of reverse logistics** - A review of literature. [S.l.]. 2003.
53. REVLOG. **The European Working Group on Reverse Logistics**, 2002. Disponível em: <<http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/>>. Acesso em: 12 Fev. 2012.
54. ROCHA, S. D. F.; LINS, V. D. F. C. **Aspectos do coprocessamento de resíduos**, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n1/a03v16n1.pdf>>. Acesso em: 12 Abr 2012.
55. ROGERS, D. S.; e TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going Backwards**: Reverse Logistics Trends and Practices. University of Nevada, Reno, 1998.
56. SANTOS, D. L. **A Logística Reversa como instrumento para a gestão ambiental dos produtos de pós-venda da indústria moveleira**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental). Faculdade de Aracruz. 2010.
57. SANTOS, J. R. D. **Ação e reação em oligopólio homogêneo, um estudo de caso**: a indústria de cimento capixaba. Dissertação (Mestrado em ciências contábeis). FUCEPE. 2005.
58. SCHNEIDER, D. M.; PHILIPPI, A. J. Gestão pública de resíduos da construção civil no município de São Paulo. **Ambiente Construído**. 2004. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3571/1977>>. Acesso em: 20 Fev. 2012.
59. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Relatório Anual 2010**. Disponível em: <<http://www.snac.org.br/>>. Acesso em: 03 Fev. 2012.
60. SINDUSCON-MG. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 3ª ed. SINDUSCON-MG, 2008. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/img/meioambiente/04.pdf>>. Acesso em: 20 fev 2012.
61. YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

7 ANEXOS