

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL

ALISSON DE MIRANDA SCHELEIDER

**APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE LOGÍSTICA
REVERSA: CASO DE UMA OBRA DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2015

ALISSON DE MIRANDA SCHELEIDER

**APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE LOGÍSTICA
REVERSA: CASO DE UMA OBRA DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia de Produção Civil do Departamento de Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli

CURITIBA

2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA: CASO DE UMA OBRA DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL

Por

ALISSON DE MIRANDA SCHELEIDER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 30 de junho de 2015, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – André Nagalli, Dr.
UTFPR

Profa. Karina Querne de Carvalho Passig, Dra.
UTFPR

Prof. Carlos Alberto da Costa, MSc.
UTFPR

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele não estaria nessa posição na qual me encontro hoje.

Agradecimentos se tornam uma verdadeira covardia, pois são tantas as pessoas que passaram na vida durante esses anos que se esquecer de algum nome é quase inevitável. Aos amigos de longa data, amigos que fiz durante esses anos, pessoas que de alguma forma contribuíram com essa realização. Do fundo do meu coração, obrigado!

Algumas pessoas, não posso esquecer do nome, pois são essenciais na minha vida. Meu irmão Leonardo e meus pais Alicir e Liene. Obrigado por todas as coisas incríveis que fizeram por mim, não só durante esses anos de graduação, mas ao longo desses meus 24 anos. Obrigado!

E um agradecimento especial ao meu orientador, André Nagalli, por ter me conduzido ao longo desse trabalho, e pela convivência desses anos e claro, pelas brincadeiras que não podem faltar e que tornaram o ambiente mais agradável. Obrigado!

“Ontem eu era inteligente, queria mudar o mundo.
Hoje eu sou sábio, estou mudando a mim mesmo.”

ZULPO, Alexandra

RESUMO

SCHLEIDER, Alisson de M. **APLICABILIDADE DE UM SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA CASO DE UMA OBRA DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL**. 2015. 62 fs. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Construtoras vêm realizando estudos para tentar reduzir a geração de resíduos e conseqüentemente conseguir um atrativo econômico. Neste contexto uma ferramenta se torna essencial para os estudos, a análise da logística reversa aliada com o ciclo de vida útil do produto. Este estudo tem por objetivo identificar a aplicabilidade de um sistema de logística reversa para os resíduos gerados dentro de um canteiro de obras. O estudo foi realizado em uma obra de construção de um edifício residencial em Curitiba – PR, obra com sistema construtivo simples, ou seja, estrutura de concreto armado e alvenaria com blocos cerâmicos. Os dados foram coletados através dos Manifestos de Transporte de Resíduos (MTRs) fornecidos pela construtora e pela coleta de dados visuais. Como resultado, foi possível identificar os resíduos gerados dentro do canteiro de obras e quais são, dentro da logística reversa, os resíduos críticos e potenciais para a aplicação de um sistema de logística reversa (SLR) e também ações internas que visam a contribuir com o SLR. Onde foi possível analisar que os resíduos pertencentes à classe C, da Resolução Conama nº 307/2002 são os que possuem algum item que dificulta a aplicação desse sistema em sua totalidade, pois não agrega valor ao processo e que os resíduos pertencentes à classe A são mais propensos a uma intervenção interna para que se consiga agregar valor, onde pequenas mudanças e ajustes podem interferir de forma positiva a esse sistema de logística reversa.

Palavras-chave: Canteiro de Obras. Manifesto de Transporte de Resíduos. Resíduos da Construção Civil. Ciclo de Vida Útil.

ABSTRACT

SCHELEIDER, Alisson de M. **APPLICABILITY OF A OF REVERSE LOGISTICS SYSTEM CASE OF A RESIDENTIAL BUILDING WORK.** 2015. 62 p. Completion of course work - Department of Construction - DACOC, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2015.

Construction companies have been conducting studies to try to reduce waste generation and therefore achieve an economical attractive. In this context a tool becomes essential for studies, analysis of reverse logistics combined with the life cycle of the product. This study aims to identify the applicability of a reverse logistics system for waste generated within a construction site. The study was conducted at a construction site of a residential building in Curitiba - PR, work with simple construction system, reinforced concrete structure and masonry with ceramic blocks. Data were collected through the Manifestos of Waste Transport (MTRs) provided by construction and collection of visual data. As a result, we could identify the waste generated within the construction site and which are, within the reverse logistics, critics waste and potential for the application of a reverse logistics system (SLR) and also internal actions aimed at contributing to the SLR. Where possible consider that waste belonging to class C of Resolution CONAMA 307/2002 are those with an item which hinders the application of this system in its entirety, as it does not add value to the process and that waste belonging to the class are more likely an internal intervention for one to add value where small changes and adjustments can interfere positively to this reverse logistics system.

Keywords: Construction Site. Manifest of Waste Transport. Construction waste. Cycle of Life.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxos Logísticos	17
Figura 2 - Área de atuação.....	20
Figura 3 - Sistema de Logística Reversa	21
Figura 4 - Fluxos reversos: pós-consumo e pós-venda.....	22
Figura 5 - Diagrama fechado com os aspectos relevantes da logística reversa.....	23
Figura 6 - Significância dos resíduos para cada etapa de obra.....	29
Figura 7 - Ciclo de vida do RCC.....	30
Figura 8 - Relacionamento entre os agentes do sistema de gerenciamento de resíduos	32
Figura 9 - Estratégias para o gerenciamento dos resíduos sólidos.....	32
Figura 10 - Modelo de uma cadeia de fornecimento fechada	58
Figura 11 - Carregamento do caminhão com solo	38
Figura 12 - Solo contaminado com outros resíduos	39
Figura 13 - Madeira não apta para reutilização	40
Figura 14 - Reaproveitamento de madeiras utilizadas em outras etapas.....	40
Figura 15 - Armazenamento de blocos em <i>pallets</i>	42
Figura 16 - Armazenamento de <i>pallets</i> após a utilização	42
Figura 17 - Embalagens com material hidráulico	43
Figura 18 - Transporte de embalagens de prego	44
Figura 19 - Embalagem de polipropileno para materiais hidráulicos.....	45
Figura 20 - Embalagens de papelão para porcelanatos.....	46
Figura 21 - Armazenamento de argamassa para projeção	47
Figura 22 – Cortineiro.....	49
Figura 23 - Brita Reciclada.....	51

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela1 - Resíduos sólidos e seus respectivos impactos ambientais.....	27
Tabela 2 - Geração de Resíduos com base nas MTRs (m ³)	36
Gráfico 1 - Participação dos resíduos na obra	37
Quadro 1 - Aplicabilidade do SLR <i>versus</i> Tipo de Resíduo	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
ATT	Área de Transbordo e Triagem
CLSC	<i>Closed-loop Supply Chain</i>
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DfRL	<i>Design for Reverse Logistics</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCA	<i>Life Cycle Analysis</i>
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduos
NBR	Norma Brasileira
PIGRCC	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
RCC	Resíduo da Construção Civil
RCD	Resíduo de Construção e Demolição
RGRCC	Relatório de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
RLEC	<i>Reverse Logistics Executive Council</i>
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SLR	Sistema de Logística Reversa
RSU	Resíduo Sólido Urbano

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo Geral.....	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
1.2	JUSTIFICATIVA.....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	LOGÍSTICA	17
2.1.1	Logística na construção civil.....	18
2.1.2	Planejamento de um canteiro de obras	19
2.2	LOGÍSTICA REVERSA	19
2.2.1	Análise do Ciclo de Vida.....	23
2.3	LEGISLAÇÃO.....	24
2.4	RESÍDUOS SÓLIDOS	25
2.4.1	Classificação dos Resíduos.....	25
2.4.2	Embalagens na construção civil	27
2.4.3	Geração de RCDs	28
2.4.3.1	Impactos gerados pelo RCDs.....	30
2.4.4	Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil	31
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	METODOLOGIA	34
3.2	ESTUDO DE CASO.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1	CRONOGRAMA FÍSICO <i>versus</i> GERAÇÃO DE RESÍDUOS	36
4.2	ANÁLISE DOS RESÍDUOS GERADOS	37
4.2.1	Solo.....	37
4.2.2	Madeira.....	39
4.2.3	Embalagens.....	41
4.2.3.1	<i>Pallets</i> para blocos de alvenaria.....	41

4.2.3.2	Embalagens de Poliestireno (PS).....	43
4.2.3.3	Embalagens de Polipropileno (PP).....	45
4.2.3.4	Embalagens de papelão	46
4.2.3.5	Embalagens de papel.....	47
4.2.4	Gesso.....	48
4.2.5	Caliça.....	50
4.2.6	Outros resíduos	51
4.3	ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA E MELHORIA NO PROCESSO	52
4.4	APLICABILIDADE DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA <i>versus</i> TIPO DE RESÍDUO	53
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	56
5.1	CONCLUSÃO	56
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	57
	REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

Pode-se evidenciar crescimento considerável da participação econômica do setor da construção civil no cenário nacional, principalmente ao perceber que esse setor representa cerca de 5,5% do PIB nacional e cerca de 9% do PIB do estado do Paraná (CBIC, 2013).

Diante do crescimento econômico do setor da construção civil, a relação dos resíduos sólidos e aspectos econômicos e ambientais cresce à medida que é dada a devida importância a esses dois aspectos.

A questão ambiental força as construtoras a se adequarem às necessidades de mercado e apresentarem resultados satisfatórios para consumidores que, cada vez mais, usam estes como diferenciais para classificarem a reputação de uma empresa.

Como grande parte dos processos construtivos dentro da construção civil é manual e sua atividade, em maioria, se executa *in loco*, esses resíduos geram impactos ambientais dos mais variados tipos, além de acarretar em problemas financeiros e logísticos (NAGALLI, 2014).

Os resíduos sólidos provenientes de atividades da construção civil se tornam um problema, pois em sua grande maioria não há sistema para implantar, ordenar e gerenciar esses resíduos.

Diante de um sistema falho ou inexistente, surgem políticas para estabelecer e implantar esse tipo de sistema dentro do cenário nacional, chamados de sistema de logística reversa (SLR). Pode-se citar o Plano Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), criado em 2010, onde são definidas ações no âmbito dos resíduos sólidos como, por exemplo, sua interação com a saúde pública e qualidade ambiental, redução de volume dos resíduos perigosos, incentivo à indústria da reciclagem e também sistemas de gestão integrada, de capacidade técnica e articulação entre poder público e o setor empresarial.

São vários os fatores que contribuem para aplicação de um sistema indireto, que não vise o fluxo direto de matérias, ou seja, um sistema que englobe o fluxo reverso desses materiais. Fundamentalmente importante para as empresas é uma conscientização do consumidor relacionada com as políticas envolvidas com o ambiente torna mais evidente o valor de um bem ou um produto. Outro fator que

evidencia a necessidade de um sistema logístico reverso é a preocupação com o ambiente e com a necessidade de inovação de produtos ou processos, principalmente no setor da construção civil.

A logística reversa pode ser entendida com uma área da logística que caracteriza o ciclo completo de um bem, ou seja, sua produção, utilização e reaproveitamento (WILLE, 2013). No âmbito das construtoras, a logística reversa pode servir com uma vantagem competitiva uma vez que as pessoas, a sociedade como um todo, reconhece a importância do ambiente e das ações que possam agredi-lo ou ajudá-lo.

Com a implantação de um sistema de logística reversa e um programa de educação ambiental, instrumentos descritos na PNRS são possíveis de abrandar impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos, melhorar a qualidade da sociedade como um todo, proporcionar balanço ambiental positivo e desenvolver maior sustentabilidade ao planeta, uma vez que o objetivo é a redução e reutilização de matérias-primas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar a aplicabilidade de um sistema de logística reversa em uma obra de um edifício residencial localizado na cidade de Curitiba, Paraná.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Listar os materiais usados na obra e suas formas de manejo, transporte e armazenagem na obra;
- Classificar os resíduos gerados com base na NBR 10004 (ABNT, 2004) e na Resolução Conama nº 307/2002;
- Identificar o transporte dos resíduos gerados do canteiro de obra até o local de disposição e;
- Propor um sistema de logística reversa (SLR) adequado para a realidade da obra visando os diversos tipos de resíduos gerados.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o crescimento da população, um problema que vem se destacando no cenário nacional é a questão dos resíduos gerados, que se torna um assunto complexo devido aos grandes volumes gerados, o que em números se transforma em média, meia tonelada por ano, segundo dados da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2014).

Neste contexto, a indústria da construção civil é o setor que mais gera resíduos sólidos urbanos (RSU) causando mais impactos ambientais que outros setores. Isso fica evidenciado, pois aproximadamente um terço do volume dos RSU é composto pelos resíduos da construção civil (RCC's) (ABRECON, 2014).

O setor da construção civil, atualmente, tem como meta conciliar o seu desenvolvimento econômico com o desenvolvimento sustentável, que cada vez mais, é cobrado pela sociedade. Os impactos ambientais vão além da geração de resíduos, o item mais importante, mas também, os impactos pelo consumo de recursos naturais e pela modificação da paisagem.

Esse desenvolvimento sustentável é alcançado pelo interesse de políticas públicas para os resíduos gerados no setor, tais como a resolução 307 de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010.

A necessidade de políticas públicas fica evidenciada pela quantidade exorbitante de RSUs que em sua maioria não possuem logística adequada para sua disposição, uma vez que, 70% do resíduo gerado são provenientes de reformas, pequenas obras e em obras de demolição, segundo dados levantados pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil de São Paulo (SINDUSCON-SP).

Dentro dessa necessidade se faz o conceito de logística reversa, pois por muito tempo as únicas preocupações das empresas eram as perdas internas e sobras do processo de produção, o marketing relacionado com questões pós-vendas. Conhecido o impacto ambiental desses resíduos, a construção de uma rede reversa que possibilite o reaproveitamento desses, seria um caminho para minimização do problema, pois reduziria disposições clandestinas e demanda por aterros sanitários.

Este trabalho tem por finalidade situar o leitor no contexto dos impactos ambientais provocados pelos resíduos sólidos em um canteiro de obras, levando em conta o tipo de transporte, de manuseio, destinação final e, a aplicabilidade de um sistema logístico reverso (SLR).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LOGÍSTICA

Entende-se como logística uma ferramenta integrante do gerenciamento da cadeia de suprimentos que engloba o planejamento, implantação e controle do fluxo e armazenagem de produtos (MARTINATO, 2008).

Segundo Vieira (2009) em um ambiente globalizado a logística aplicada de forma eficiente é um diferencial econômico que garante menores custos na movimentação, transporte, armazenagem e estoque.

Para Ballou (1993):

A logística empresarial trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, assim, como os fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviços adequados aos clientes a um custo razoável.

Ainda segundo Martinato (2008) os fluxos que associados à logística percorrem todo o processo, desde os fornecedores até o consumidor final. Mas esse fluxo não se limita somente ao fluxo de materiais, mas ainda um fluxo de informações que percorre as duas 'vias' desse processo, e o fluxo de dinheiro na qual o caminho é o inverso dos materiais (Figura 1).



Figura 1 - Fluxos Logísticos

Fonte: Novaes (2007) *apud* Martinato (2008)

Assim para Martinato (2008) a logística procura incorporar:

- Prazos previamente acordados ao longo de toda a cadeia de suprimentos;
- Integração efetiva e sistêmica entre todos os fatores da empresa;
- Integração efetiva e sistêmica entre fornecedores e clientes;
- Busca da otimização global, envolvendo a racionalização dos processos e a redução de custos em toda a cadeia de suprimentos;
- Satisfação plena do cliente, mantendo o nível de serviço pré-estabelecido e adequado;

Neste contexto pode-se afirmar que a logística é um processo multidisciplinar, definição válida para o meio da construção civil, que aplicada nesse cenário visa garantir todo o ciclo dos recursos materiais (desde processamento, armazenagem até a sua disponibilização) e também um dimensionamento da produção e gestão desses fluxos fixos.

2.1.1 Logística na construção civil

A importância da logística na construção civil é voltada, como dito anteriormente, para planejamento, controle e armazenamento de produtos e execução de serviços. Com isso, a importância da logística geral é essencial para melhor organização do canteiro de obras, controle e gestão da produção e de estoques, conseqüentemente colaborando para redução de desperdícios e melhoria contínua dos processos de produção.

Com a implantação da logística no canteiro de obras, os indicadores de resultado incorporam maior controle, tornando mais rápida e eficaz as tomadas de decisões sobre os prazos e custos inicialmente determinados.

Pode-se avaliar que a construção civil não utiliza os conceitos da logística, fato que acarreta em uma não contribuição para redução de índices de desperdício (NASCIMENTO, 2014).

2.1.2 Planejamento de um canteiro de obras

Segundo Nascimento (2014), um canteiro de obras bem formulado minimiza desperdícios dentro de um ambiente onde este é um item que está presente em todos os processos dentro do canteiro de obras. Além disso, o canteiro bem formulado minimiza o tempo de execução do serviço, movimentação de pessoas e materiais e conseqüentemente na redução no custo global de uma obra.

Souza e Franco (1997) acrescentam um cronograma completo ou até mesmo simplificado como motivo para a minimização de desperdícios. Isso indica uma previsão de serviços e mão de obra necessária, na qual combinado com indicadores de mercado implica em quantidades necessárias de insumos.

Em vários estudos, como os de Souza e Franco (1997), John e Agopyan (2000) e Nascimento (2014), recomenda-se um dimensionamento de equipamentos de transporte com base no processo construtivo implantado dentro da obra. Datas de montagem e desmontagem desses equipamentos devem ser incluídas no cronograma da obra, assim evitando desperdícios desnecessários.

2.2 LOGÍSTICA REVERSA

Entende-se como logística reversa uma área da logística na qual a finalidade é analisar o fluxo contrário ao da logística, com o objetivo de recapturar valor. Por isso, a logística reversa se assemelha ao fluxo do dinheiro citado no item anterior (MARTINATO, 2008).

No âmbito empresarial Leite (2010) entende a logística reversa como ferramenta empresarial que visa planejar, operar e controlar 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. Essa ferramenta fica exemplificada na Figura 2.

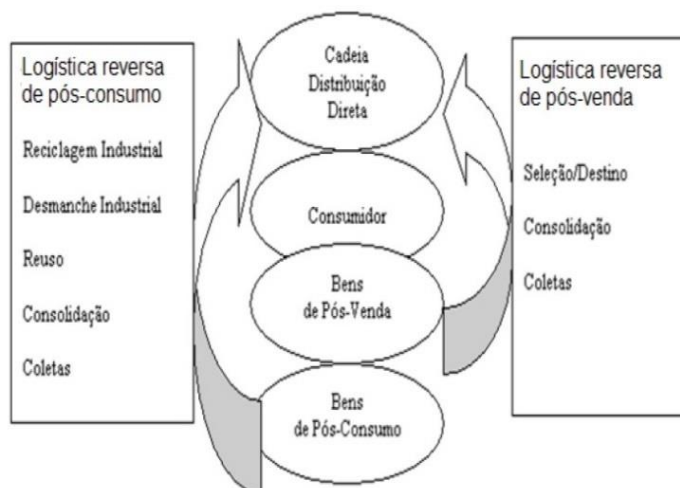


Figura 2 - Área de atuação
Fonte: Adaptado de LEITE (2003).

Um dos principais conceitos da logística reversa é que as embalagens reutilizáveis, assim como produtos, tanto danificados ou defeituosos podem ser reciclados ou reutilizados pelo fabricante e assim desenvolver um sistema de melhoria para o produto em questão. Na logística reversa, medir a quantidade de itens descartados é medir a falha no projeto do produto e/ou do processo de recuperação (HARRINGTON, 2006).

O Conselho Executivo de Logística Reversa (RLEC – *Reverse Logistics Executive Council*) (2004) define a logística reversa como o processo de movimentação de mercadorias do seu destino final para outro ponto, com o objetivo de obter um valor que de outra maneira estaria indisponível, ou ainda, para a disposição final dos produtos. Segundo o RLEC, as atividades de logística reversa incluem:

- Processamento de retorno de mercadorias por danos, sazonalidade, reestocagem, salvados, *recall* ou excesso de estoque;
- Reciclagem ou reutilização de embalagens, acondicionamento ou remanufatura de produtos;
- Descarte de equipamentos obsoletos, controle de materiais perigosos ou recuperação de patrimônio.

Para tanto é crucial identificar como o bem produzido irá retornar até o seu ponto de origem, como o consumidor irá devolvê-lo, qual o caminho que ele irá percorrer e quais os responsáveis envolvidos nesse retorno.

Em um sistema que demande aquisições, processos, estrutura e produção, o procedimento deve ter um foco separado, o que fica evidenciado na Figura 3 (POKHAREL E MUTHA, 2009). As aquisições englobam produtos usados, reciclados, ou que de alguma maneira passem pelo sistema de logística reversa. A origem desses produtos pode ser analisada em termos de qualidade e quantidade. Durante o restante do procedimento, esses produtos podem ser separados a níveis de qualidade e podem ser consolidados para disposição ou processo secundário, geralmente, pré-processamento ou remanufatura.

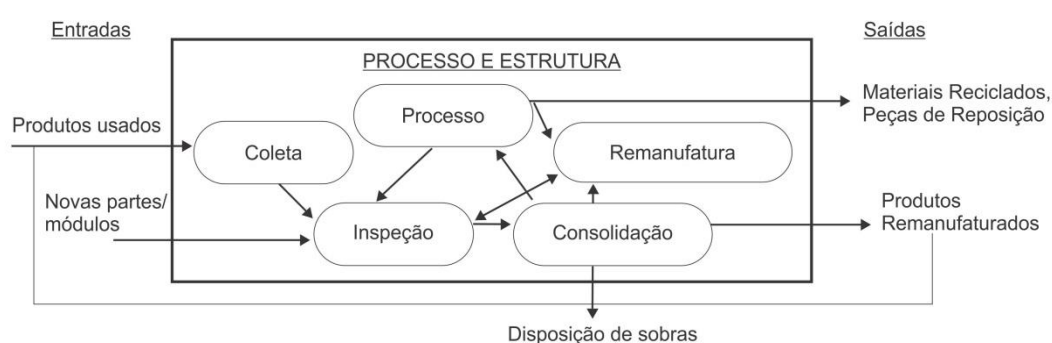


Figura 3 - Sistema de Logística Reversa
Fonte: Adaptado de Pokharel e Mutha (2009)

Segundo o CREA (2011) devido à complexidade desse sistema, o mesmo necessita de vários profissionais ao longo do processo. O sistema de logística reversa conta com um comitê exclusivo, contando com um grupo técnico de assessoramento e grupos técnicos temáticos que estudam os descartes de diversos tipos de materiais.

Tavares (2004) em seu estudo cita dois aspectos importantes para um desenvolvimento eficiente para a logística reserva. Um primeiro aspecto se refere à Legislação Ambiental que guia as empresas a cerca de suas responsabilidades no controle do ciclo do produto, como um todo. Com isso, as empresas são legalmente responsáveis pelo impacto de produtos e serviços no ambiente. O outro aspecto está relacionado, com a parte integrante desse processo, o consumidor, com consciência ecológica exige dos fornecedores maior responsabilidade e assim credibilizando empresas, aumentando sua vantagem competitiva ao mercado na qual está inserido.

Na parte econômica da logística reversa, Hosseini *et al.* (2014) evidenciam dois fatores para potencialização no setor da construção civil e também relacionado aos fluxos reversos de pós-consumo e pós-venda, conforme indicado na Figura 4.

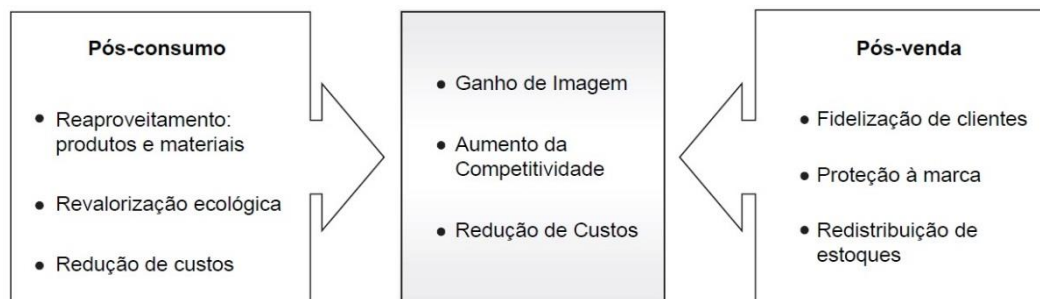


Figura 4 - Fluxos reversos: pós-consumo e pós-venda
Fonte: adaptado de Leite (2010)

Esses fatores geram em conjunto, segundo Rodrigues *et al.* (2002), um ganho de valores para a construção civil. Enquanto o pós-consumo é voltado para a parte física e de certo modo para a parte social dos componentes do sistema, como por exemplo, a reutilização e reciclagem de produtos; o pós-venda é mais voltado para o *marketing* desses componentes do sistema, como por exemplo, um *recall* de qualidade e até lançamento de produtos.

Um conceito que Hosseini *et al.* (2014) tentam analisar é a correlação do processo construtivo adotado com a confecção de um sistema de logística reversa (DfRL – *Design for Reverse Logistics*). A implementação de um sistema proposto pelo autor visa manter os materiais em seu ciclo indefinidamente, implicando juntamente com a redução de resíduos oriundos do setor da construção.

A incorporação de um sistema de logística reversa dentro da construção pode afetar todos os itens gerenciais do processo de logística reversa, afetando preços e custos, a qualidade dos itens devolvidos, a estrutura global da logística reversa, riscos e incertezas (HOSSEINI *et al.*, 2014). Outros itens que envolvem a implementação do sistema de logística reversa, sendo eles aspectos positivos ou negativos podem ser facilmente visualizados na Figura 5, com destaque positivo para requisitos técnicos e operacionais, imagem verde e economia em longo prazo. E como destaque negativo para a implementação desse sistema seria, o custo inicial, conformidade com normas ambientais, consumo de recursos, locais para disposição.

Ainda segundo o autor, o objetivo dessa ferramenta é cumprir todos os objetivos globais e estratégicos do sistema bem como o contexto de produção.

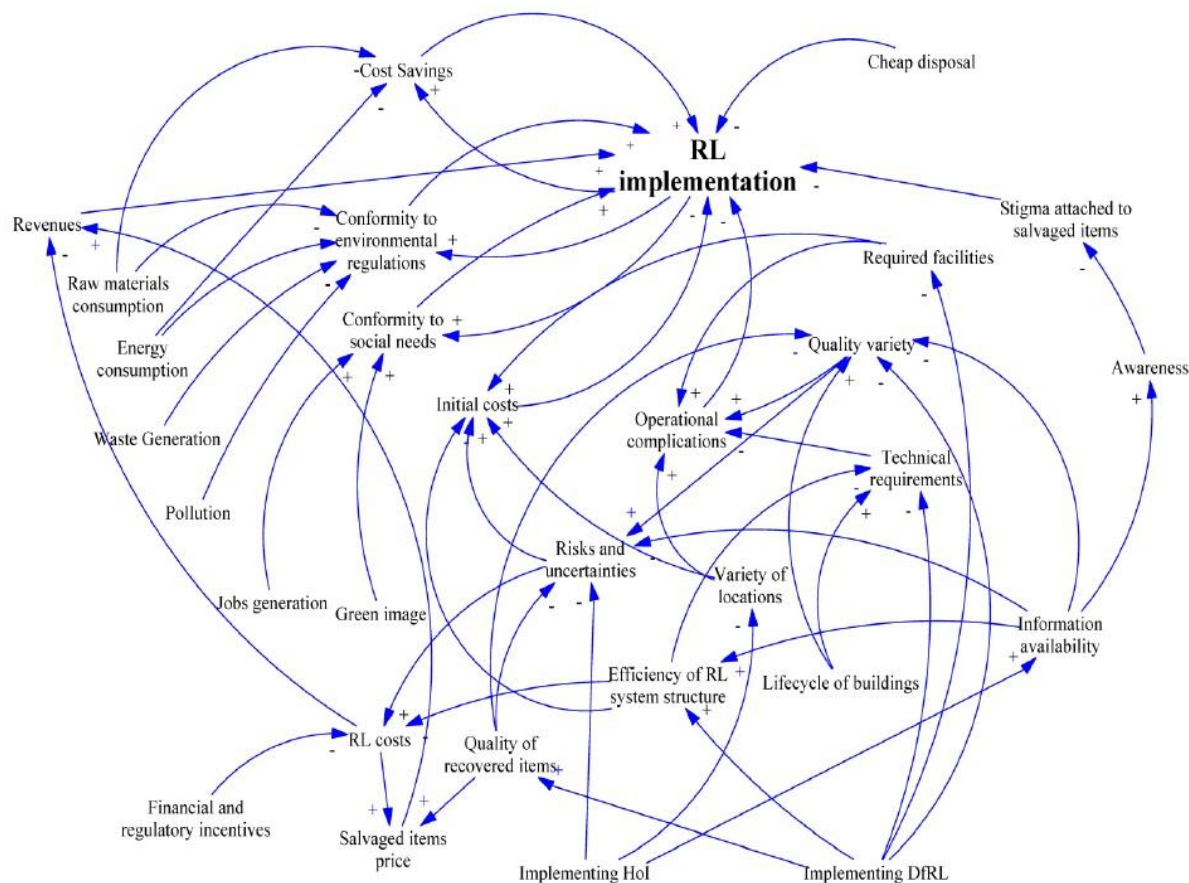


Figura 5 - Diagrama fechado com os aspectos relevantes da logística reversa
Fonte: Hosseini et al. (2014)

A implantação de práticas relacionadas à logística reversa dentro de um canteiro de obras pode resultar em reciclagem e reutilização de resíduos em até 85% do peso de materiais e redução do custo total referente a matérias na ordem de 30% a 50%, segundo dados obtidos por Hosseini et al. (2014) *apud* Gorgolewski (2008).

2.2.1 Análise do Ciclo de Vida

Para uma possível redução de custos provenientes da reutilização de materiais é utilizada uma ferramenta adequada destinada para este fim: LCA (*Life*

Cycle Analysis - Análise de Ciclo de Vida) a qual é recomendada na ISO 14000. A LCA envolve um estudo detalhado desde a obtenção da matéria-prima do produto, na sua produção, distribuição, uso, possível reuso ou reciclagem, ou ainda, na sua disposição final. Ela permite determinar quanto será usado de energia e de matéria-prima, bem como quantidade de resíduos sólidos, líquidos e gasosos que será gerada em cada estágio do ciclo de vida do produto.

Em termos práticos, é uma ferramenta gerencial que tem por função investigar o impacto ambiental gerado por um produto durante todo o seu ciclo de vida. Através dessa ferramenta é possível analisar o processo como um todo, incluindo escolha de fornecedores, fabricação do produto, transporte, utilização e reciclagem (BERTÉ, 2013 *apud* BERGAMO e STEFANELLO, 2014).

Para utilização da análise do ciclo de vida, os impactos ambientais devem ser mínimos, analisando desde o *marketing* do produto até qual seria a possível destinação final dos produtos.

A maior vantagem dessa ferramenta é a possibilidade de definição dos requisitos dos sistemas de logística reversa antes de sua operação efetiva, ou seja, a possibilidade de avaliar os impactos ambientais do produto antes de sua fabricação (BERGAMO e STEFANELLO, 2014).

2.3 LEGISLAÇÃO

Diante da necessidade de preservação do ambiente, o gerenciamento de resíduo sólido, não só no âmbito da construção civil, é de importância vital para a população para que haja possibilidade de desenvolvimento de um sistema autossustentável, onde a curto e médio prazo há uma tendência do funcionamento funcional ser forçado por meio de leis que regulamentam esse tópico e que em longo prazo se tornam rentáveis (MARCHESE, 2013).

Diversas normas referenciam, como um todo os resíduos sólidos, onde pode-se dar ênfase para o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) sob lei número 12.305 de 2010. Essa política tem por finalidade realizar a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos.

Art. 1º - Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos

sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º - Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos. (BRASIL, 2010).

Na esfera municipal, Curitiba, foco de estudo do presente trabalho, possui procedimentos próprios que obrigam empresas a cumprir itens com relação aos resíduos sólidos, dispostos pelos instrumentos, conforme citado por Nagalli (2014):

- Lei Municipal nº 7.972 (Curitiba, 1992): evidencia sobre o transporte de resíduos;
- Decreto Municipal nº 1.120 (Curitiba, 1997): regulamentação sobre o transporte e disposição de RCCs;
- Decreto Municipal nº 1.068 (Curitiba, 2004a): regulamentação do PIGRCC;
- Decreto Municipal nº 983 (Curitiba, 2004b): dispõe sobre a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos;
- Decreto Municipal nº 852 (Curitiba, 2007): dita sobre a obrigatoriedade de utilização de agregados reciclados – oriundos da construção civil classe A, em obras e serviços de pavimentação;
- Portaria Municipal nº 007 (Curitiba, 2008a): impõe o RGRCC;
- Decreto Municipal nº 609 (Curitiba, 2008b): propõe um modelo de manifesto de transporte de resíduos (MTRs);

2.4 RESÍDUOS SÓLIDOS

Diante dos problemas destacados, classificar os resíduos sólidos é uma ferramenta importante para sua redução, pois torna seu controle e disposição mais eficiente.

2.4.1 Classificação dos Resíduos

Para a correta destinação dos resíduos sólidos além de conhecer sua classificação é necessária a criação de laudos, nos quais são indicados os responsáveis pelo processo de transporte e disposição.

Em termos de normas, na NBR nº10004 (ABNT, 2004) são classificados resíduos de acordo com sua periculosidade:

- Classe I – perigosos, apresentam em suas características propriedades que possam causar algum tipo de dano à saúde pública;
- Classe II A – não perigosos e não inertes, que possuem características como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
- Classe II B – não perigosos e inertes, são os resíduos que em contato com água não tiveram nenhum componente solubilizado a concentrações superiores as dos padrões de potabilidade da água.

Para atender o enfoque desse trabalho é necessário também classificar os resíduos provenientes da construção e demolição. Na Resolução CONAMA nº 307 de 2002, são definidos os resíduos de construção civil e demolição (RCCs) como sendo: “os resíduos proveniente de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultados da preparação e da escavação de terrenos; resíduos estes como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, dentre outros, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”.

Ainda de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/02, os RCDs são classificados nas classes:

- Classe A – Resíduos em que sua reciclagem como agregados de construções, reformas e demolições é viável (incluindo o solo);
- Classe B – Resíduos recicláveis para outras definições, exemplo de papel, plástico, gesso, dentre outros;
- Classe C – Resíduos em que sua reciclagem é inviável ou não há disponibilizado tecnologia para esse fim;
- Classe D – Resíduos perigosos, exemplo de solventes, tintas, dentre outros.

Santos e Neto (2009) listam diversos resíduos sólidos e seus respectivos impactos no ambiente.

Tabela1 - Resíduos sólidos e seus respectivos impactos ambientais

ASPECTO (Causa)	IMPACTO (Efeito)
Resíduos sólidos – papel, papelão	Ocupação de aterro
Resíduos Sólidos – plásticos, PVC	Ocupação de aterro
Resíduos Sólidos – sucatas metálicas	Ocupação de aterro
Resíduos não recicláveis – papel higiênico, guardanapo, entre outros.	Ocupação de aterro
Lâmpadas fluorescentes usadas (vapor de mercúrio ou sódio)	Contaminação do solo
Pilhas e baterias usadas	Contaminação do solo
Estopa contaminada com óleo e graxa	Contaminação do solo
Areia/solo contaminados com óleo	Contaminação do solo
Solo escavado	Aterro Irregular
Embalagens contaminadas com óleo lubrificantes e graxas	Contaminação do solo
Resíduos ou sobras de concreto	Poluição do solo
EPI's usados	Ocupação de aterro
Lages, tijolos, pisos fragmentados	Poluição do solo

Fonte: Santos e Neto (2009)

2.4.2 Embalagens na construção civil

Os materiais utilizáveis e recicláveis estão espalhados por todo o ciclo da obra, desde sua fundação até o acabamento, e nesse processo diversos tipos de materiais e diversas formas de condicionamento dos mesmos (PARISOTTO, 2014).

Correia (2011) *apud* Parisotto (2014) classifica em seu estudo as embalagens em três níveis:

- Embalagem primária: são tipos de embalagem que constitui seu consumo no ponto de venda;
- Embalagem secundária: embalagens que no ponto de compra são produtos utilizados pelo consumidor final. Este tipo de embalagem pode ser retirado do produto sem afetar suas características;
- Embalagem terciária: concebida para facilitar a movimentação e o transporte de uma série de unidade de venda ou embalagens grupadas, a fim de evitar danos físicos durante a movimentação e o transporte.

Avaliando os diferentes tipos de embalagens encontradas em um canteiro de obras, pode-se analisar a produtividade como um item relacionado com o condicionamento de materiais (PARISOTTO, 2014). O autor afirma também que um sistema paletizado além de aumentar a produtividade, aumenta a eficiência de transporte até o canteiro de obras, dentro do mesmo e, reduz a quantidade de mão de obras envolvida.

2.4.3 Geração de RCDs

Como o trabalho da indústria da construção civil é um setor em sua maioria manual, fica evidente a quantidade de desperdícios, onde os RCDs são basicamente gerados em três fases: construção, manutenção e demolição (SANTOS, 2007).

Segundo Jonh e Agopyan (2000), o nível de desperdícios se dá em sua maioria na fase de manutenção, o que é corroborado de acordo com os seguintes fatores:

- Correção de patologias;
- Reformas ou modernização do edifício ou de parte do mesmo, que normalmente exigem demolições parciais;
- Descarte de componentes que tenham atingido o final da vida útil e por isso necessitam ser substituídos;

Nas fases de construção e demolição, há geração do chamado entulho, conglomerado de RCDs, que possui característica peculiar devido o tamanho da empresa em questão, tamanho de empreendimento ou o emprego de métodos construtivos diferentes, na Figura 6 é apresentada a significância dos resíduos de acordo com cada etapa de uma obra.

Fases da Obra	Instalações Provisórias	Fundação	Superestrutura	Alvenaria	Cobertura e Impermeabilização	Instalações Prediais	Revestimentos
Solo	PS	MS	PS	NE	NE	NE	NE
Metal	NE	SG	SG	SG	PS	PS	NE
Papel, Plástico, PVC e Vidro	PS	PS	PS	PS	PS	SG	PS
Manta Asfáltica	NE	PS	PS	NE	SG	NE	NE
Cerâmica	NE	NE	NE	NE	SG	NE	MS
Gesso	NE	NE	NE	NE	PS	NE	SG
Madeira	MS	SG	SG	SG	NE	PS	SG
Argamassa	NE	NE	PS	SG	PS	SG	MS
Brita, Areia, Concreto e Cimento	MS	MS	MS	MS	PS	PS	PS
NE - não existente		PS - Pouco Significativo		SG - Significativo		MS - Muito Significativo	

Figura 6 - Significância dos resíduos para cada etapa de obra

Fonte: Autor

Segundo Lima (2013) diversos aspectos influenciam na quantidade, composição e característica desse resíduo, nas quais são destacados:

- O nível de desenvolvimento da indústria da construção local;
- Qualidade e treinamento da mão de obra disponível;
- Técnicas de construção e demolição empregadas;
- Adoção de programas de qualidade e redução de perdas;
- Adoção de processos de reciclagem e reutilização do canteiro;
- Os tipos de materiais predominantes e/ou disponíveis na região;
- O desenvolvimento de obras na região;
- Desenvolvimento econômico da região;
- A demanda por novas construções.

O ciclo de vida dos agregados da construção civil, de sua extração até a destinação final é ilustrada na Figura7. Os RCCs podem ser destinados à reutilização, reciclagem e para áreas de transporte e triagem.

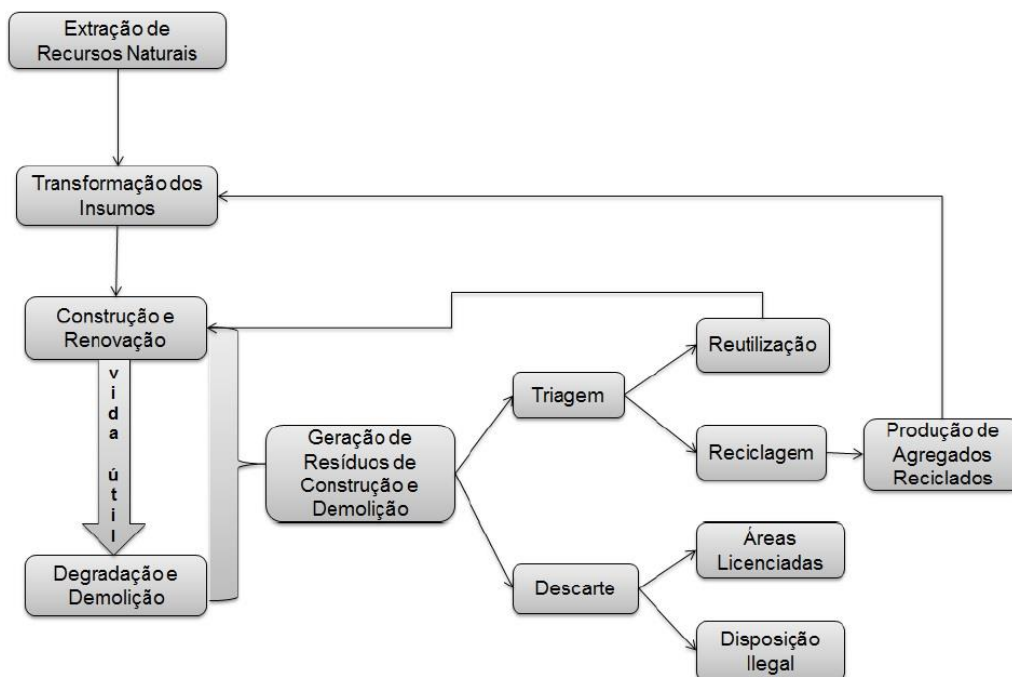


Figura 7 - Ciclo de vida do RCC
Fonte: Ferreira e Moreira (2013)

A composição química dos RCCs está vinculada à composição dos materiais nele encontrados ou até mesmo das dimensões desses materiais em geral. Esse entulho pode ser composto por: concretos, argamassas, pedras, cerâmica, solos e asfalto (FERREIRA, MOREIRA, 2013).

2.4.3.1 Impactos gerados pelo RCDs

Na Resolução nº 001/86 do CONAMA, é definido impacto ambiental sendo:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais (CONAMA, 1986).

A disposição inadequada de RCD se torna pois gera diversos impactos, poluindo a paisagem urbana, danificando a drenagem urbana e, dependendo da sua composição podendo prejudicar a saúde pública. Quando há acúmulo de RCD em

local inadequado, há atração de resíduos não inertes, que oferece um ambiente propício para vetores patogênicos (SCHNEIDER, 2003 *apud* SANTOS, 2007).

O descaso do poder público aliado à falta de consciência ambiental para o entulho gera os chamados “bota-fora” e aterros clandestinos. Esses fatores juntamente com a falta de conhecimento técnico e a especulação imobiliária explicam o uso inadequado de RCD como material de aterro na recuperação de terrenos acidentados (SANTOS, 2007).

Sendo a geração de RCD inevitável devido a diversos fatores, Santos (2007) justifica a definição de bases políticas, capazes de proporcionar subsídios para modificar o quadro de degradação ambiental, um fator essencial para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Acerca da preocupação com o ambiente, que deve englobar os processos desenvolvidos pelos diferentes setores envolvidos, esses processos logísticos anteriormente citados se alinham com essa proposta, onde se pode comprovar com a implementação da logística reversa, onde a reciclagem do entulho gerado dentro do canteiro de obra é efetivada por parcerias entre a empresa (construtora) e na maioria das vezes, com os fornecedores envolvidos com a obra (REZENDE *et al.*, 2013).

2.4.4 Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil

O gerenciamento se refere aos aspectos operacionais e tecnológicos e abrangem diversos fatores empresariais: administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho (qualidade e produtividade) (MARTINS, 2012).

Assim, no processo de gerenciamento dos resíduos de construção civil, não é apenas as construtoras que incorporam o processo, mas também outras peças do gerenciamento, ver Figura 8: Geradores, transportadores, destinatários, agentes de fiscalização, fornecedores, clientes, consultores, auditores e pesquisadores. Pode-se, com base nos componentes do sistema determinar um núcleo, na qual têm atuação executiva no âmbito dos resíduos (NAGALLI, 2014).

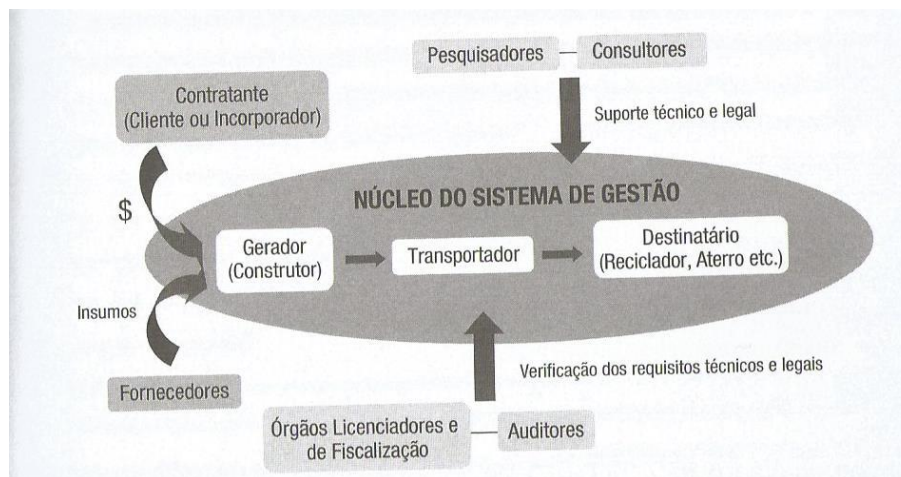


Figura 8 - Relacionamento entre os agentes do sistema de gerenciamento de resíduos

Fonte: Nagalli (2014)

Na Figura 9 de acordo com a PNRS é representada a situação atual e a ideal, para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, onde no cenário atual há uma preocupação maior no controle dos resíduos do que da poluição, ou seja, a preocupação maior, o ideal proposto na figura seria em reduzir esses resíduos (MARTINS, 2012).



Figura 9 - Estratégias para o gerenciamento dos resíduos sólidos

Fonte: Schalch e Cordoba (2011) apud Martins (2012)

Como a indústria da construção civil é linear, ou seja, os materiais rejeitados têm a finalidade de um aterro, e os resíduos de demolição não tem outra finalidade, o ideal seria um cenário sem desperdícios o que forçaria uma cadeia de

fornecimento fechado (*CLSC – Closed-loop supply chain*) (HOSSEINI *et al.*, 2014), conforme retratado na Figura 10.

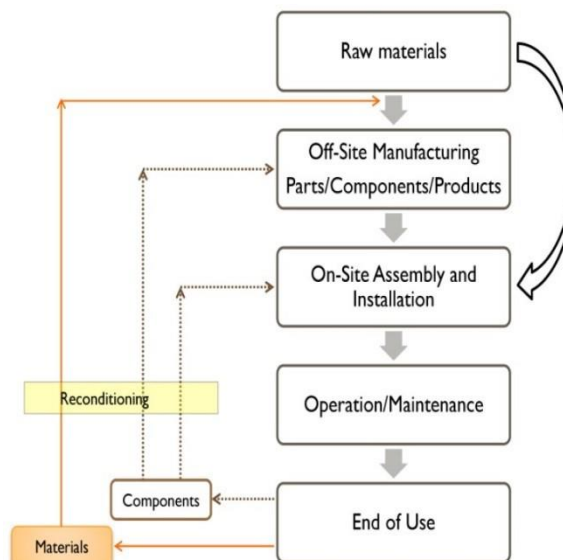


Figura 10 - Modelo de uma cadeia de fornecimento fechada
Fonte: Hosseini *et al.* (2014)

O CLSC visa incluir o reaproveitamento dos materiais após cada etapa descrita na figura anterior. A logística reversa juntamente com esses conceitos do CLSC representa os diferentes processos de envio de materiais de volta para os mercados de construção (HOSSEINI, 2014).

No entanto, diferentes alternativas como os possíveis cenários para os materiais após sua extração poderiam ser esperadas como opções, conforme ilustrado na Figura 10.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 METODOLOGIA

O presente trabalho se baseia em uma análise crítica da aplicabilidade dos conceitos do sistema de logística reversa no âmbito de um canteiro de obras.

Primeiramente foi determinado um local adequado para observar e aplicar todos os conceitos envolvidos na revisão bibliográfica deste trabalho.

A escolha foi feita a partir da obra em que o autor do trabalho atua como estagiário, tendo assim maior facilidade de observar o cotidiano do canteiro de obras.

Após a seleção do local de estudo, foi feito um acompanhamento do cotidiano da obra com ênfase nos materiais e insumos utilizados por cerca de 90 dias.

Como o objetivo do presente trabalho é analisar a aplicabilidade de um sistema de logística reversa as coletas de dados foram feitas de acordo com o cronograma físico da obra até duas semanas antes da avaliação deste trabalho. Essas coletas de dados foram feitas através de imagens e informações técnicas fornecidas pelo almoxarife responsável pela obra.

A divisão da coleta de dados seguiu o seguinte roteiro:

- Identificação dos materiais;
- Caracterização de sua embalagem (se houver);
- Forma de transporte deste material, sentido fornecedor – obra;
- Classificação dos resíduos gerados (próprio insumo ou embalagens) de acordo com resoluções do CONAMA e normas da ABNT;
- Destinação final de insumos ou embalagens;

Para uma análise dos resultados com a coleta de dados foi realizado um levantamento da quantidade de resíduos da obra por intermédio dos manifesto de transporte de resíduos (MTRs). Esses documentos têm como características identificar o tipo de resíduo retirado, e informações do gerador, transportador, e coletor desse resíduo, conforme diretrizes do Decreto Municipal nº 609 (Curitiba, 2008b).

Posteriormente, foi elaborado um quadro, onde é possível identificar os aspectos citados anteriormente e visualizar o objetivo principal do trabalho, ou seja, se para cada item deste quadro (Quadro 2) é aplicável um sistema de logística reversa.

3.2 ESTUDO DE CASO

A análise foi realizada em uma obra residencial na cidade de Curitiba, Paraná, com 84 apartamentos de alto padrão, com área média de 190m², podendo chegar até 352 m², dispostos em cinco torres de dez pavimentos cada e com dois subsolos.

A obra pertence a uma construtora de Curitiba e está sendo construída em terreno de 19.557 m² e possuindo uma área construída total de 37,950 m². Vale ressaltar que aproximadamente 51% da área do terreno é considerada mata nativa, o que inviabiliza seu uso.

O empreendimento possui um refeitório, vestiários e banheiros para a equipe de obra conforme a norma vigente. Na obra há almoxarifado e um escritório de engenharia, e locais para depósito de materiais considerados obsoletos.

A etapa de estrutura foi executada por meio de um sistema construtivo convencional, ou seja, toda estrutura foi executada em concreto armado. Na etapa de alvenaria foram utilizados blocos cerâmicos e gesso liso para revestimentos internos.

Por se tratar de uma obra considerada grande, em área de terreno, o corpo de engenharia decidiu tratar o canteiro de obras como duas obras distintas: a primeira relacionada ao corpo das torres e a segunda relacionada às áreas comuns, como por exemplo, garagens adjacentes, áreas de lazer e piscinas.

O corpo técnico da obra é composto por 1 coordenador de obra, 2 técnicos de edificações, 3 estagiários, 1 almoxarife, 2 mestres de obras, 2 contramestres e 2 técnicos de segurança, totalizando 13 funcionários.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para cada resíduo gerado foi feito um levantamento que pode ser visualizado na Tabela 1 no item 4.1 e como isso é gerado dentro do canteiro de obra, se é possível aplicar um sistema de logística reversa e detectada sua presença sua possível melhoria.

4.1 CRONOGRAMA FÍSICO *versus* GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Na Tabela 1 é mostrada a relação dos resíduos retirados, conforme MTRs, e as etapas da obra com base no cronograma disponibilizado pela construtora.

Tabela 1 – Volume de resíduos gerados com base nas MTRs (m³)

	Caliça	Solo	Madeira	Metal	Isopor	Plástico	Papel/Papelão	Gesso
Instalações Provisórias	55							
Escavação/Terraplenagem – Etapa 1		11228						
Fundação/Estrutura			10					
Superestrutura – Etapa 1			545,5	15,5	14,75	24		
Alvenaria/Contra piso/Revestimento com argamassa	678,8					30,5	22,25	
Escavação/Terraplenagem – Etapa 2		42						
Superestrutura – Etapa 2			359,75	2,5	2,5			
Forro de gesso e divisórias de <i>drywall</i>								7,75

Fonte: Autor

Analisando quantidade de resíduos gerados, e com auxílio do Gráfico 1, é observada a participação de volume retirado de cada resíduo com o total de resíduo gerado pela obra.

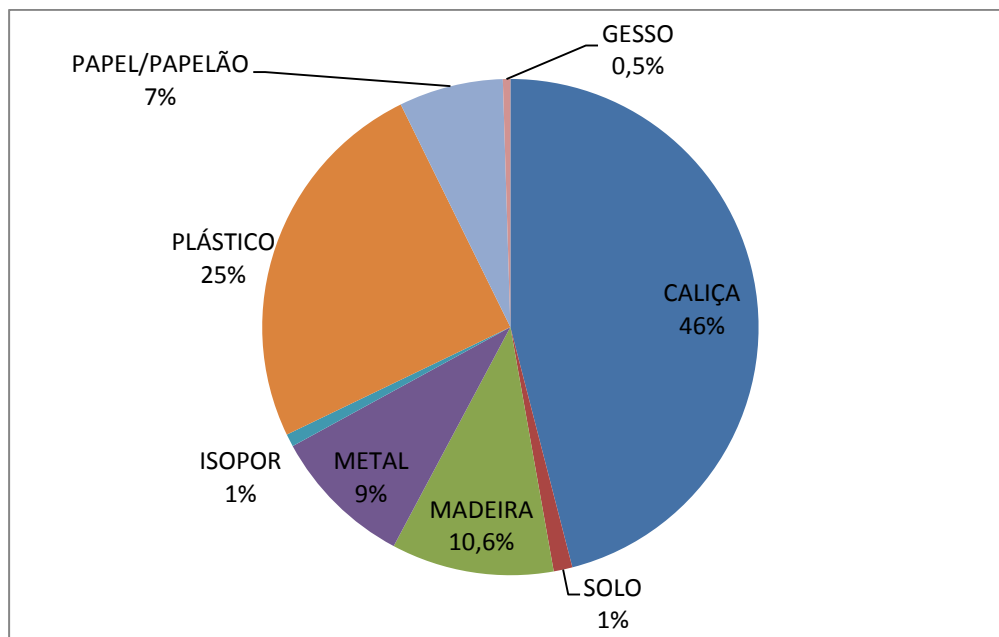


Gráfico 1 – Análise da composição gravimétrica dos resíduos gerados na obra.

Fonte: Autor

Vale ressaltar que como a entrega do empreendimento acontecerá em abril de 2016, algumas etapas relevantes para um estudo mais completo não foram avaliadas.

4.2 ANÁLISE DOS RESÍDUOS GERADOS

4.2.1 Solo

Embora o solo seja classificado na Resolução CONAMA nº 307/02 como resíduo reciclável como agregado, na prática acontece o oposto, pois como a geração ocorre em sua totalidade na fase inicial de qualquer obra de edifício residencial não há outra destinação dentro do canteiro de obras e por consequência esse solo é destinado à ATTs específicas.

As Áreas de Transbordo e Triagem (ATTs) são os estabelecimentos destinados ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos gerados e transportados por agentes públicos ou privados, cuja área, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, deve ser usada para triagem dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para adequada disposição, conforme especificações da norma brasileira NBR 15.112/2004.

Na análise do estudo de caso foi constatado observando dados do item 4.1 que a retirada de solo da obra aconteceu em quase sua totalidade (em porcentagem) no início da obra nos meses de junho a setembro do ano de 2013.

É observado também que foi feita a retirada de solo em meses esporádicos, pois como se trata de uma obra com grande área essa etapa de escavação e terraplenagem foi feita em duas etapas.

Nessa segunda etapa de escavação grande maioria das cargas de solo retiradas – esse transporte é feito com caminhão basculante (14 m³) por empresa contratada – foi enviada para outras obras evitando assim exportação do solo para aterros.

A maior preocupação do corpo de engenharia da obra era fazer um controle dos caminhões que saíam do canteiro de obra, Figura 11, com as MTRs recebidas pela empresa contratada.



Figura 11 - Carregamento do caminhão com solo
Fonte: Autor

Outro item observado é a contaminação do solo por outros resíduos, conforme Figura 12 principalmente nessa segunda etapa de escavação onde esse serviço é realizado em paralelo com outros de outras etapas.



Figura 12 - Solo contaminado com outros resíduos

Fonte: Autor

Na segunda etapa de escavação do cronograma da obra, o solo retirado foi utilizado em outras obras da empresa para reaterro, para isso o solo não deveria estar contaminado com outros resíduos de outras classes (B, C ou D).

Analisando a PNRS pode se observar que sua determinação de responsabilidade dos envolvidos é atendida e que há um princípio de logística reversa envolvido onde o solo é utilizado como sua função primária.

4.2.2 Madeira

Presente em todas as etapas iniciais de uma obra, a madeira pode ser considerada um resíduo onde um sistema que facilite o seu gerenciamento dentro e fora do canteiro de obra pode ser empregado. Isso fica evidenciado na etapa de superestrutura da obra onde a reutilização e conseqüentemente seu desperdício é acentuado.

Em termos práticos a madeira pode ser utilizada como fôrmas para estrutura e pode ser utilizada diversas vezes. Quando é considerada obsoleta nas fases de estrutura e superestrutura ainda possui utilidade em outras etapas presentes no dia a dia de uma obra.

No estudo de caso, a maioria das madeiras utilizadas na etapa de fundação foi reaproveitada na fase de estrutura, não como função de confeccionar fôrmas para concreto, mas sim como suporte para as etapas subseqüentes, como por exemplo, auxiliar na amarração de fôrmas para concreto conforme Figura 13.



Figura 13 - Madeira não apta para reutilização

Fonte: Autor

Essas fôrmas de chapas de madeira compensada, foram utilizadas duas vezes, somado com um jogo de formas para subsolo, térreo e casa de máquinas, o que justifica o alto índice de resíduos gerados.

O jogo que não tinha mais sua função primária, que seria as de fôrmas de concreto, foi separado entre chapas que ainda seriam utilizadas e entre aquelas que não tinham mais nenhuma utilidade, essas últimas foram descartadas via caçamba e as que seriam passíveis de reaproveitamento foram utilizadas para itens corriqueiros de um canteiro de obra, como demonstrado na Figura 14, como sinalização, proteção de segurança, e chapas de tamanho considerável foram tratadas e utilizadas na confecção de ambientes como refeitório, alojamentos, e armazenagem de materiais.



Figura 14 - Reaproveitamento de madeiras utilizadas em outras etapas

Fonte: Autor

A madeira classificada na Resolução CONAMA nº307/02 como resíduo passível de reciclagem para outros fins, se torna um item crítico na geração de resíduos, pois sua utilização é indispensável nas etapas de uma obra.

A ausência de pavimentos tipo uniforme, aumentou para o desperdício acentuado de madeiras mesmo com medidas de reaproveitamento internas, como o mostrado na Figura 14. Esse resíduo é transportado até uma indústria que faz a triagem das madeiras e as trituradas, revendendo esse novo material para uma fábrica especializada em comércio de chapas recicladas.

Um item que pode minimizar o volume de resíduos de madeira gerados dentro de um canteiro de obra seria a utilização de fôrmas metálicas mas que envolveriam um maior planejamento pré-executivo que, a maioria das pequenas e médias construtoras não possuem. Essa utilização de fôrmas metálicas contribuiria para um menor tempo de execução, mas consequentemente um aumento no valor global da obra.

4.2.3 Embalagens

Além dos resíduos acima citados, as embalagens podem não ocupar um grande volume gerado como os demais, mas estão presentes em todas as etapas de uma obra. Para a análise das embalagens separou-se o estudo nos principais itens e sua participação no canteiro de obras.

4.2.3.1 *Pallets* para blocos de alvenaria

Os *pallets* desempenham várias funções dentro de um canteiro de obras, a principal seria o acondicionamento de blocos cerâmicos e blocos de concreto, mas com uma função secundária, a de auxiliar na logística dentro do canteiro de obras.

Com um tamanho padrão de 1,20 x 1,00 metros, conforme Figura 15, a utilização se faz necessária devido à obra não possuir área suficiente para estoque. O uso dos *pallets* é recomendado, pois sua rotatividade é considerada alta, uma vez que o tempo total dentro do canteiro de obras, tempo de descarga somado com a carga e descarga da grua em lugar adequado é baixo.



Figura 15 - Armazenamento de blocos em *pallets*

Fonte: Autor

Este tipo de acondicionamento é um exemplo prático de como um sistema logístico reverso pode ser aplicado. Na obra em questão após a utilização dos blocos, os *pallets* são armazenados em local apropriado e retirados em caminhões da própria fornecedora, vide Figura 16.



Figura 16 - Armazenamento de *pallets* após a utilização

Fonte: Autor

A demanda de *pallets*, que é interligada com a utilização de blocos cerâmicos, sacos de cimento e outros, foi acompanhada juntamente com o almoxarife da obra onde foi estimada a geração de 12 *pallets*/dia.

Esse *pallets* são acumulados por duas semanas e então é solicitado sua retirada ao fornecedor dos materiais citadas. Há também *pallets* que são devolvidos com dano ou quebras, nesses casos eles não são reaproveitados em sua função

original. Por exemplo, o fornecedor dos blocos cerâmicos utiliza as peças danificadas como aquecimento de fornos na sua linha de fabricação.

4.2.3.2 Embalagens de Poliestireno (PS)

Este tipo de embalagens é comumente utilizado como embalagens primárias, que segundo a NBR 9198 (ABNT, 2010), são embalagens que estão em contato com o produto, o que é o caso, de produtos como pregos, materiais hidráulicos e elétricos, conforme Figura 17.



Figura 17 - Embalagens com material hidráulico

Fonte: Autor

Segundo Correia (2011) essas embalagens plásticas são classificadas como embalagens onde segundo a NBR 13230 (ABNT, 1994) sua resina é o Poliestireno – PS, que tem como principais características, impermeabilidade, rigidez, leveza e transparência.

As embalagens dos materiais hidráulicos e elétricos são mais fáceis de controlar, uma vez que quando esses materiais chegam ao canteiro de obra são destinados até o almoxarifado onde são entregues sem embalagens.

Embalagens de materiais que necessitam de algum tipo de proteção até sua utilização têm sua triagem feita dentro do próprio almoxarifado. Entretanto há embalagens não controladas no almoxarifado e nem no canteiro de obra, que representam um número negativo para geração de resíduos, pois sem controle

adequado, esse tipo de resíduo é depositado com outro tipo, o que dificulta ou inibe possível reciclagem.

Essa situação se agrava principalmente nas etapas de estrutura e superestrutura, pois a quantidade necessária de prego supera qualquer outra etapa da obra.

Em termos quantitativos, um carpinteiro utiliza cerca de 1 kg de prego a cada 2 dias. Sabendo que cada embalagem de prego tem dimensões de 20x12x4 cm e sua capacidade é de 1 kg, cada carpinteiro utiliza em média 3 embalagens por semana, na Figura 18 pode-se observar a utilização da embalagem por um funcionário.



Figura 18 - Transporte de embalagens de prego

Fonte: Parisotto (2014)

Do ponto de vista da logística reversa, as embalagens representam ponto crítico, pois não possuem destinação adequada, onde em muitos casos são misturadas com outros tipos de resíduos, o que acarreta em reciclagem falha, prejudicando o fornecedor.

No caso específico das embalagens de prego, um compartimento que o funcionário pudesse carregar esse tipo de material sem precisar da utilização de sua embalagem seria o mais adequado.

Nas embalagens em geral, o mais correto seria realizar treinamentos com todos os funcionários envolvidos no processo, destacando a importância da reciclagem desses resíduos.

Outras ações minimizariam a geração desses resíduos como, por exemplo, a locação de pequenas baias espalhadas pela obra ou uma bonificação para os empreiteiros terceirizados que destinassem os resíduos de forma adequada. Essas ações descritas não são realizadas no estudo de caso, mas que foram apresentados ao corpo de engenharia.

4.2.3.3 Embalagens de Polipropileno (PP)

Esse tipo de embalagem é passível de controle mais rigoroso uma vez que sua reciclagem é dificultada se contaminada com outros resíduos. Sua reciclagem feita de forma mecânica consiste em derretimento e moldagem.



Figura 19 - Embalagem de polipropileno para materiais hidráulicos

Fonte: Autor

Comumente utilizado como embalagem primária para transporte de peças, hidráulicas ou elétricas, vide Figura 19, a embalagem de polipropileno propicia um sistema de logística reversa falho, pois segundo Marcondes e Cardoso (2005) não é um sistema bem estruturado, onde o ponto principal seria uma revalorização em outros mercados ou adequada disposição e reciclagem.

4.2.3.4 Embalagens de papelão

Semelhante às embalagens de plástico as de papelão são utilizadas dentro de uma obra como acondicionante tratado como secundário. As embalagens secundárias são caracterizadas por um conjunto de embalagens primárias com a principal função de reaprovisionamento (PARISOTTO, 2014).

Observa-se grande utilização para itens de dimensões pequenas, como conexões hidráulicas, elétricas e pregos. E também a utilização como embalagens secundárias, onde a conservação do material é mais necessária, por exemplo, em quadros elétricos, porcelanatos, dentre outros, como mostrado na Figura 20.



Figura 20 - Embalagens de papelão para porcelanatos

Fonte: Autor

No caso em estudo a parcela mais representativa é apontada como acondicionante para misturadores monocomando que são tratadas como embalagens primárias e também caixas para armazenamento de pregos.

A reutilização das embalagens de papelão é feita através de um reaproveitamento dentro do próprio almoxarifado, desde que as dimensões sejam significativas para acondicionar outro tipo de material, e quando esta está danificada ou não possui dimensões para reaproveitamento e feito uma triagem dentro do canteiro e feita destinação através de caçambas.

Por se tratar em sua maioria de embalagens secundárias um aumento em suas dimensões conseqüentemente um aumento na capacidade de armazenamento de embalagens primárias, reduziria a geração de resíduos provenientes desse tipo de material.

No estudo de caso, as embalagens de papelão são corretamente dispostas o que acarreta em uma revalorização desse tipo de material em outro tipo de mercado. O autor observou que a utilização desse material é imprescindível dentro do canteiro de obras, mas que não representa um impasse à utilização de um sistema de logística reversa.

4.2.3.5 Embalagens de papel

Comumente utilizado nas fases de alvenaria e revestimentos, o uso das embalagens de papel de cimento e argamassas é imprescindível, geralmente possui dimensões de 70 x 40 x 10 cm e capacidade de 50 kg, conforme Figura 21.



Figura 21 - Armazenamento de argamassa para projeção
Fonte: Autor

Sua geração é acentuada devido ao tipo de transporte dentro do canteiro de obra, por se tratar de uma embalagem de papel frágil à forma de transporte manual acarreta em rasgos na embalagem e conseqüentemente perda de material, isto torna a embalagem muito suscetível a um depósito irregular, pois acaba deixando pedaços durante o transporte horizontal.

Uma alternativa de reduzir a geração de resíduos seria utilização desses materiais que empregam embalagens de plástico à granel, mas como dito anteriormente em outros itens, necessitaria de adaptação por parte dos trabalhadores terceirizados e de logística estruturada por parte da construtora.

A logística reversa pode ser inserida nesse item, uma vez que os resíduos de plásticos são corretamente separados e seu processo de reciclagem remete a embalagem ao seu fornecedor.

4.2.4 Gesso

Com a introdução recente do gesso na construção civil na forma de placas ou revestimento, se agravou a reciclagem dos RCDs, pois a sua mistura acarreta em vários fatores prejudiciais (ÂNGULO *et al.*, 2010).

A causa da grande geração de resíduo apontado no canteiro de obra em estudo é com relação ao projeto executivo, muitas alterações ou até mesmo erro no projeto gera quantidade excessiva de resíduos de gesso.

No levantamento da quantidade de resíduos de gesso, observou-se erro no projeto o qual foi apontado pela engenharia como a causa principal do desperdício: no projeto de forro de gesso fornecido não está contemplado o cortineiro, item que aparece nos demais projetos. Esse cortineiro, Figura 22, é especificado quando há automação nas persianas das janelas do apartamento, e isto gera excessivos recortes na placa de gesso, que se fossem informados a empresa responsável pela aplicação, seriam feitos na própria loja e evitariam essa atividade no canteiro de obra.



Figura 22 – Cortineiro

Fonte: Autor

Para efeito de reciclagem, é importante a correta separação dos resíduos de gesso com os demais resíduos, por mais que a Resolução CONAMA classifique o resíduo de gesso como passível de reciclagem. Por mais que seja um resíduo que não ocupe volume e possa ser triturado, ele não é classificado como Classe A, como resíduo passível de reciclagem como agregado, pois o gesso em termos microscópico forma etringita¹ secundária que tem por característica ser expansiva, propriedade que pode causar fissuração em concretos e argamassas.

Para aplicação da logística reversa¹ nos resíduos de gesso, é preciso controle mais rígido dentro do canteiro de obra, pois para agregar valor no processo de reciclagem é necessária destinação correta para ATTs especializadas. Ações simples podem contribuir com esse controle, como por exemplo, locais para disposição espalhados em cada andar do edifício, o que facilitaria a homogeneidade dos resíduos e dificultaria contaminação por outros.

¹ A etringita, também, como alto-sulfato ou trissulfoaluminato de cálcio hidratado, a etringita é normalmente o primeiro produto a cristalizar-se durante a primeira hora de hidratação do cimento à temperatura ambiente, contribuindo para o enrijecimento, pega e desenvolvimento da resistência inicial da pasta (MEHTA; MONTEIRO, 2008)

4.2.5 Caliça

Caliça é segundo a ABRECON (2014), fragmentos resultantes de construção e demolição como, pedregulhos, areia, tijolos, argamassas, concretos dentre outros. É considerado um item representativo na composição de resíduos da obra, cerca de 41% do resíduo gerado pós fundação. A caliça é proveniente em sua maioria de serviço mal executado ou de alterações de projetos.

Assim como os resíduos de gesso, pequenas alterações em projetos perda de material e conseqüentemente grande volume de resíduos, o corpo de engenharia da obra estima que do volume até então levantado cerca de 75% do resíduo de gesso é devido a alterações de projeto.

Um problema apontado são as personalizações de apartamentos, por se tratar de um empreendimento de alto padrão, os clientes conseguem aprovar alterações de plantas e em várias situações mais de uma vez, o que gera retrabalho dentro da obra.

Por ser um resíduo que ocupa volume, o princípio de logística reversa pode ser aplicado de forma indireta: o destino final ser um fornecedor secundário, uma vez que há uma composição de agregados na caliça e fazer triagem baseado nesse princípio seria inviável. No estudo de caso, a caliça foi comercializada com uma empresa que fabrica brita reciclada, Figura 23, e essa brita foi utilizada na própria obra.



Figura 23 - Brita Reciclada

Fonte: Autor

Além de ser mais viável economicamente, segundo levantamento feito junto ao almoxarife da obra, a brita reciclada possibilita redução de volume em termos absolutos no canteiro de obras. Há apenas uma ressalva na utilização da brita reciclada, sua utilização como agregado na fabricação de concreto é muito restrita. A brita reciclada foi utilizada como regularização de base para confecção de piso de garagem em concreto.

4.2.6 Outros resíduos

Outros tipos de materiais geram resíduos, mas devido a sua quantidade ou seu impacto são menos destacados. Casos por exemplo de manta asfáltica, isopor, metais, PVC e telas.

Um exemplo prático de aplicação de Sistema de Logística Reversa é o caso dos metais. Presentes em toda a etapa de estrutura sua geração de resíduos é baixa se comparada à caliça e madeira, mas é um item cuja separação dentro do canteiro de obra se faz de forma eficiente, onde depois de separada seu destino acaba sendo o fornecedor principal, no caso da obra, a siderúrgica onde possui uma parceria voltada para a reciclagem.

Os demais materiais citados não têm influência direta na composição do resíduo, pois sua triagem é relativamente simples, o único material passível de algum cuidado é a manta asfáltica, pois se não se ocorrer triagem adequada pode contaminar os outros resíduos dificultando sua reciclagem.

4.3 ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA E MELHORIA NO PROCESSO

Para adequação a um sistema de logística reversa em um canteiro de obras e após análise dos resíduos gerados, é necessária manutenção de algumas práticas e a melhoria de outras.

Com relação ao solo, a ideia de reutilização em outras obras se faz válida uma vez que esse resíduo é utilizado na sua função principal e acaba não ocupando volume nos aterros.

Resíduos de gesso e calça são resultados em sua grande maioria de alterações e/ou erros no projeto e erros de execução. Do ponto de vista da calça o seu resíduo atende a ideia de logística reversa onde o resíduo é utilizado na função principal ou uma função secundária. Como dito anteriormente, sendo as técnicas de reciclagem de gesso ainda restritas no Brasil, esses resíduos não atendem os princípios de logística reversa, pois são transportados até as ATTs onde são repassadas até a indústria competente para esse tipo de reciclagem.

Os resíduos que podem sofrer mais alterações para se adequar a um possível sistema de logística reversa são os resíduos de embalagens em geral. Podem-se destacar embalagens de papelão e papel onde sua reciclagem é simples e acaba retornando a sua função principal.

A geração desses resíduos pode ser minimizada com medidas simples, como por exemplo, aumentar sua capacidade de armazenamento de produtos, ou no caso de embalagens secundárias, armazenar mais embalagens primárias. Esse tipo de alteração não depende da solicitação da construtora, e sim de adaptação do processo de fabricação do fornecedor. Esse tipo de alteração não é levado adiante pelos fornecedores, pois qualquer alteração é inviável economicamente.

É inevitável a geração de resíduos dentro de um canteiro de obra, mas com um sistema de logística reverso bem estruturado, seja no âmbito da obra, ou da

construtora, aliado com um planejamento prévio, medidas simples de reciclagem e uma conscientização de funcionários é possível redução drástica da geração de resíduos e por consequência nos custos envolvidos no sobre transporte.

Alvos de resistência por parte da construtora, medidas mais drásticas baseadas no conceito de logística reversa causariam custo inicial para a construtora, mas esse investimento seria recuperado no final da obra, com redução no volume de resíduo transportado.

4.4 APLICABILIDADE DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA *versus* TIPO DE RESÍDUO

No Quadro 1 é apresentado dados sobre os resíduos levantados no presente trabalho como: se é usado como embalagem, o seu transporte após o resíduo ser gerado, sua classificação de acordo com as normas vigente, seu destino final, apenas para reciclagem ou é retornado ao destino e se este resíduo é passível de ser aplicado sob a perspectiva do SLR.

Nessa análise foram indicados três categorias para o SLR relacionado ao canteiro de obras.

- Aplicável: onde ações dentro do canteiro da obra permitem a revalorização do resíduo, sua reciclagem e sua reutilização pelo fornecedor primária. Seu controle é relativamente simples.
- Aplicável Parcialmente: onde é necessária uma reformulação de ações dentro do canteiro de obra e onde o controle deve ser extremamente rigoroso para facilitar o retorno dos resíduos.
- Não Aplicável: onde não há dentro do canteiro possibilidade para revalorização dos resíduos, sendo apenas com reciclagem ou com uma correta separação.

Outro fator notado é o seu transporte, feito através de caçambas. O autor propõe que o transporte seja feito pelo próprio fornecedor primário, acarretando em maior controle da qualidade dos resíduos, dividindo a responsabilidade com a obra e consequentemente em longo prazo a diminuição dos custos envolvidos, de transporte e fornecimento de materiais.

Material/ Resíduo	Embalagem	Transporte (Pós Utilização)	Classificação - Resolução CONAMA nº307/2002	Classificação - NBR 10004/2004	Destino Final	Aplicabilidade do SLR
Solo	-	Caminhões Basculantes	A	II-B	Outras Obras	Aplicável
Madeira	-	Caçambas	B	II-A	Usinas de Reciclagem	Aplicável
Embalagens de Plástico	Primárias	Caçambas	B	II-A	Usinas de Reciclagem	Aplicável
Papel/Papelão	Primárias/Se cundárias	Caçambas	B	II-A	Usinas de Reciclagem	Aplicável
Gesso	-	Caçambas	B	II-A	ATTs Especializada	Aplicável Parcialmente
Caliça	-	Caçambas	A	II-B	Usinas de Reciclagem/ Canteiro de Obra	Aplicável
Manta Asfáltica	-	Caçambas	C	I e II-A	ATTs Especializada	Não Aplicável
Isopor	-	Caçambas	C	II-B	ATTs Especializada	Aplicável Parcialmente
Metais	-	Caçambas	B	II-B	Siderúrgicas	Aplicável
PVC	-	Caçambas	B	II-B	Usinas de Reciclagem	Aplicável
Telas	-	Caçambas	B	II-B	Usinas de Reciclagem	Aplicável

Quadro 1 - Aplicabilidade do SLR versus Tipo de Resíduo

Fonte: Autor

Considerando o teor do Quadro 1, a manta asfáltica foi caracterizada como um item onde não é possível de aplicar o SLR, pois sua presença dentro do canteiro de obra é resultado do mau planejamento e onde sua reciclagem não agrega valor ao resíduo. Vale ressaltar que esse resíduo é passível de contaminação dos demais, o que dificultaria sua reciclagem.

A triagem dos resíduos de gesso, depois de contaminado com outros resíduos, é um item no qual o sistema de logística reversa é aplicável parcialmente, pois não oferece rentabilidade econômica, pois a classificação do gesso alterada na Resolução CONAMA nº 431/2011, apenas sinalizada para um processo de reciclagem, não se ele pode ser econômico para o gerador e para o fornecedor.

Os resíduos de isopor são gerados pela obra em pequenas quantidades e isto contribui para a aplicabilidade do SLR parcialmente, pois não haveria supostamente retorno econômico significativo na triagem desses resíduos e consequentemente as obras em geral não dão a devida atenção a esse tipo de resíduo.

Resíduos onde a aplicação do SLR é relativamente fácil ou é existente, são caracterizados por sua fácil triagem dentro do canteiro de obras, ou pelas ATTs especializadas. Nos casos de resíduos de calça e madeira, além de ser fácil a sua triagem, apresentam um retorno econômico ou onde seu processo de reciclagem é viável, conforme estudo de Miranda *et al.* (2009).

De maneira geral, os resíduos que agregam valor ao processo reverso seja na sua reciclagem ou reuso foram classificados como aplicável. Isso pode ser observado com a relação dos resíduos da classe C, onde esses por não ter tecnologia de reciclagem viável ou sua reciclagem não ser economicamente viável é classificado como não aplicável ou aplicável parcialmente, esse tipo de resíduo apenas dificulta o processo de reciclagem dos outros tipos de resíduos.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÃO

Fazendo uma análise quantitativa e qualitativa dos dados apresentados é possível identificar pontos positivos e negativos do ponto de vista da aplicabilidade de um sistema de logística reversa.

Vale ressaltar que para uma interpretação maior dos resultados se valia de uma análise global da obra, do início até a sua conclusão. Isso se torna inviável devido ao cronograma físico de uma obra, na grande maioria superiores a dois anos e um cronograma de trabalho de conclusão de curso.

A coleta e a interpretação dos dados foram feitas de forma coerente onde uma análise dos potenciais pontos críticos do ponto de vista econômico e ambiental foram apontados.

A logística reversa é uma ferramenta indispensável na busca de vantagem competitiva e controle operacional das empresas, além de atender a requisitos legais. Porém, ainda necessita de reestruturação para adequar os procedimentos e aplicações de sistemas necessários ao fluxo do processo.

A implantação de um sistema de logística reversa contribui para a tomada de decisões da empresa e deve ser considerada em todo o ciclo de vida do produto.

Analisando separadamente os resíduos, pode-se destacar as embalagens como resíduos de fácil adaptação a um SLR, pois sua reciclagem é relativamente simples e a questão ambiental e econômica é variável. As embalagens possuem uma alta rotatividade dentro de um canteiro de obras, por terem pequenas dimensões e seu uso primário pode ser transmutável.

Os resíduos de gesso atendem parcialmente a ideia de sistema de logística reversa, pois como dito anteriormente, sua reciclagem é restrita ainda no Brasil e esse tipo de resíduo não é aproveitado dentro do canteiro de obra.

A importância desse resíduo é alta, pois a contaminação de outros resíduos com o resíduo de gesso prejudica a reciclagem e conseqüentemente a aplicação de um SLR.

Os demais resíduos atendem o princípio de logística reversa uma vez que uma mudança na forma de utilização dos materiais acarreta em grandes mudanças na geração desses resíduos.

A aplicabilidade de um sistema de logística reversa é viável onde a maioria dos resíduos analisado já possuem métodos para sua diminuição ou para agregar valor. A única preocupação seria com os resíduos da classe C, pois estes não apresentam algum item a ser trabalhar para agregar valor ao processo logístico reverso, ações mais específicas podem amenizar o impacto desses resíduos nos demais resíduos que possuem brechas para agregar valor.

Em um canteiro de obra, os resíduos além de afetar a parte econômica afetam a ocupação de espaço física e em tempos onde a construção civil é mais rápida, mais enxuta e mais tecnológica, esses são fatores que interferem diretamente no resultado final.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com a pesquisa realizada sobre a geração de resíduos e a logística reversa, e através dos resultados obtidos, pode-se listar algumas sugestões de trabalhos a serem desenvolvidos:

- Realizar um estudo sobre o impacto ambiental em um canteiro de obra aplicando os princípios da logística reversa;
- Realizar um estudo sobre o impacto econômico em um canteiro de obra aplicando os princípios da logística reversa;
- Realizar a análise de todos os resíduos gerados dentro de uma obra;
- Verificar a aplicabilidade de um sistema de logística reversa em outros tipos de obras.

REFERÊNCIAS

ÂNGULO, Sérgio C.; ZORDAN, Sérgio E.; JOHN, Vanderley M. **Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil**. Artigo. Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica EPUSP. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 10004 (2004) – Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRECON. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **Definição de Calça**. Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/Conteudo/5/O-que-e.aspx>>. 2014. Acesso em 21/03/2015, 17:20.

_____. **Seminário Riscos e Responsabilidades Ambientais na Construção: a Segurança Jurídica em Gestão e Práticas Sustentáveis. 2012**. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/userfiles/download/2_Gilberto-Meirelles_061212.pdf>. 2012. Acesso em 21/03/2015, 16:00.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo, Atlas, 1993.

BERGAMO, Krystiane M. L.; STEFANELLO, Paulinho R. Logística Reversa nos Ambientes Empresariais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Curitiba. V. 5, n. 3. 2014.

BERTÉ, Rodrigues; FILHO, Edelvino R. **O reverso da logística**. Curitiba, Intersaberes, 2013.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292p.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986: Critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental**. Janeiro, 1986.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). **Resolução nº307, de 5 de julho de 2002: Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Julho, 2002.

CORREIA, Sara Isabel Nunes. **Análise do fluxo de embalagem de madeira. Metodologia de cálculo de taxa de reciclagem.** 2011, 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, PT, 2011.

CURITIBA, Prefeitura Municipal. **Lei Municipal nº 7.972, de 24 de junho de 1992. Dispõe sobre o transporte de resíduos.** Curitiba, 1992.

_____. **Decreto Municipal nº 1.120, de 24 de novembro de 1997. Regulamenta o transporte e disposição de resíduos da construção civil.** Curitiba, 1997.

_____. **Decreto Municipal nº 983, de 26 de outubro de 2004. Regulamenta os artigos 12, 21 e 22 da Lei nº 7.833, de 19 de dezembro de 1991, dispondo sobre a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos no Município de Curitiba.** Curitiba, 2004a.

_____. **Decreto Municipal nº 1.068, de 18 de novembro de 2004. Institui o regulamento do plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil no Município de Curitiba.** Curitiba, 2004b.

_____. **Decreto Municipal nº 852, de 15 de agosto de 2007. Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos sólidos da construção civil classe A, em obras e serviços de pavimentação de vias públicas, contratadas pelo município de Curitiba.** Curitiba, 2007.

_____. **Portaria Municipal nº 007, de 4 de março de 2008. Institui o Relatório de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.** Diário Oficial do Município, n.19, março, 2008a.

_____. **Decreto Municipal nº 609, de 2 de julho de 2008. Regulamenta o modelo de Manifesto de Transporte de Resíduos.** Curitiba, 2008b.

GORGOLEWSKI, Mark. **Designing with reused building components: some challenges, Building Research and Information**. University of South Australia. v. 2, n. 36, p. 175-188, 2008.

FERREIRA, Aline R. L.; MOREIRA, Hélinah C. **Análise Crítica da Gestão de Resíduos de Construção Civil: Estudo de caso do Município do Rio de Janeiro**. Projeto (Graduação). Curso Superior de Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

HARRINGTON Ryan. **Reverse Logistics: Customer Satisfaction, Environment Key to Success in the 21st Century**. Long Beach, California, EUA. Reverse Logistics Magazine, Winter/Spring, 2006. Disponível em: <<http://www.rlmagazine.com/edition01p14.php>>. Acesso em 23/01/2015, 13:55.

HOSSEINI, Maria. R.; CHILESHE, Nicholas; RAMEEZDEEN, Raufdeen; LEHMANN, Steffen. Reverse Logistics for the Construction Industry: Lessons from Manufacturing Context. **International Journal of Construction Engineering Management**. Perth, Austrália. v. 3, n.3, p. 75-90, 2014.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. In: Seminário reciclagem de resíduos sólidos domiciliares, 2000, São Paulo. Anais. São Paulo.2000.

LEITE, Paulo R. **Logística Reversa – Meio Ambiente e Competitividade**. São Paulo, Prentice Hall, 2010.

LIMA, Francisco M. da R. de S. **A Formação da mineração urbana no Brasil – Reciclagem de RCD e a produção de agregados**. Tese (Doutorado). Curso de Engenharia Ambiental. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARCONDES, Fábica C. S.; CARDOSO Francisco F. **Logística Contribuição para Aplicação do Conceito de Logística Reversa**. Artigo. In: IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2005.

MARCHESE, Letícia de Q. **Logística Reversa das Embalagens e sua Contribuição para a Implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos**.

2013. 95f. Dissertação (Pós Graduação). Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento. Centro Universitário Univates, Lajeado, Rio Grande do Sul, 2012.

MARTINS, Flávia G.; **Gestão e Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em Obras de Grande Porte – Estudo de Caso**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Ciências, Programa de Engenharia Hidráulica e Saneamento. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MIRANDA, Leonardo F. R.; ÂNGULO, Sérgio C.; CARELI, Élcio D. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008**. Artigo. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre. v. 9, n. 1, p. 57-71, Janeiro/Março, 2009

MARTINATO, André. **Canais de logística reversa na cadeia do óleo lubrificante no Estado de São Paulo: o caso das embalagens plásticas**. 2008. 79f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso Superior em Engenharia de Produção Mecânica. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2008.

MEHTA, Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. v. 1. 176p .

NASCIMENTO, Renata R. **Logística na Construção de Edifícios Estudo de Caso em Grande Construtora**. 2014. 138f. Monografia (Pós Graduação). Pós Graduação lato-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PARISOTTO, Lucas S. **Avaliação dos Resíduos de Embalagens dos Materiais da Construção – Estudo de uma obra residencial em Curitiba, PR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso superior em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

POKHAREL, Shaligram; MUTHA, Akshay. **Perspectives in reverse logistics. A review resources, conservation and recycling**.V 53, 2009.

RODRIGUES, Déborah F.; RODRIGUES, Gisela. G; LEAL, José E.; PIZZOLATO, Nélio D. **Logística Reversa – Conceitos e Componentes do Sistema**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 22. 2002, Curitiba. ABEPRO, 2002.

SANTOS, Eder C. G. dos. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Geotecnia. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2007.

SANTOS, Thiago J. de S.; NETO, José L. S. **Identificação de aspectos ambientais e seus respectivos impactos em construção civil**. Artigo (Graduação). Graduação em Tecnologia Ambiental na Faculdade Católica do Tocantins, Palmas, Tocantins, 2009.

SCHNEIDER, Dan M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SOUZA, Ubiraci E. L. de.; FRANCO, Luiz S. **Definição do layout do canteiro de obras**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. BT/PCC, 177p., 1997.

REZENDE, Hélder A.; JESUS, Romério, B.; MOURA, R. C. de A. **A Logística no contexto da construção civil**. Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas. Sergipe. v. 1, n. 16, p.135-146, 2013.

TAVARES, Kelli T. **Análise da Logística Reversa da Empresa AMBEV**. 2004. 93f. Trabalho de Conclusão de Estágio (Graduação). Curso Superior em Bacharelado em Administração. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

WILLE, Mariana M. **Logística Reversa: Conceitos, Legislação e Sistema de Custeio Aplicável**. Artigo. Faculdade OPET, Curitiba, Paraná, 2010.