

Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

**APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO SOLUÇÃO PARA GESTÃO DOS
RESÍDUOS ELETRÔNICOS**

Evandro Miranda Silva

Profa. Dra. Ana Tereza Caceres Cortez

Rio Claro (SP)

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

EVANDRO MIRANDA SILVA

APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO
SOLUÇÃO PARA GESTÃO DOS RESÍDUOS
ELETRÔNICOS

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP

2012

604.6 Silva, Evandro Miranda
S586a Aplicação da logística reversa como solução para gestão dos resíduos eletrônicos / Evandro Miranda Silva. - Rio Claro : [s.n.], 2012
47 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Ana Tereza C. Cortez

1. Resíduos. 2. Logística reversa. 4. Reciclagem. I. Título.

EVANDRO MIRANDA SILVA

APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO
SOLUÇÃO PARA GESTÃO DOS RESÍDUOS
ELETRÔNICOS.

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Ana Tereza Caceres Cortez (orientador)

Prof. Dr. Manuel Baldomero Rolando Berríos Godoy

Prof. Dr. Fadel David Antonio Tuma Filho

Rio Claro, 14 de novembro de 2012.

Evandro Miranda Silva
Assinatura do(a) aluno(a)


assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente pelo apoio e incentivo de minha família, sem a qual eu não poderia ter realizados feitos até chegar aqui.

Agradeço a acolhida de minha orientadora Profa. Dra. Ana Tereza Caceres Cortez, que me auxiliou em importantes tomadas de decisões para a conclusão deste trabalho.

A Paola Gama Cardoso, por compartilhar conhecimentos, alegrias, angústias e ansiedades, por toda minha passagem na universidade. Sem o auxílio desta pessoa em especial, as coisas seriam bem mais difíceis.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo analisar como se desenvolve o processo de logística reversa aplicado em produtos eletroeletrônicos. Tal análise foi obtida através de pesquisa bibliográfica e com a realização de um estudo de caso, que foi desenvolvido na empresa Oxil Manufatura Reversa, mostrando as vantagens obtidas, bem como as dificuldades enfrentadas na execução do processo logístico reverso. O desenvolvimento desta pesquisa mostra a sua importância na medida em que os resíduos gerados por componentes eletrônicos, que são um dos mais prejudiciais ao meio ambiente e altamente nocivos à saúde humana, possuindo metais pesados e materiais não biodegradáveis em sua composição. Desta maneira, os componentes recolhidos desta atividade, devem ser devidamente reciclados, reaproveitados e por fim alojados em local adequado, etapas essas que fazem parte do processo da logística reversa.

Palavras-Chave: Resíduos eletrônicos. Logística reversa. Reciclagem.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze how develops the reverse logistics process applied in electrical and electronic products. Such analysis was obtained through literature search and with the completion of a case study, which was developed at the company's Oxil Reverse Manufacture, showing the advantages obtained as well as the difficulties faced in the implementation of the reverse logistics process. The development of this research shows its importance in so far as the residues generated by electronic components, which are one of the most harmful to the environment and harmful to human health, highly possessing heavy metals and non-biodegradable materials in their composition. In this way, the components collected from this activity, should be properly recycled, reused and finally housed in suitable location, these steps that are part of the reverse logistics process.

Keywords: Eletronic Waste. Reverse Logistics. Recycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Canais de Distribuição Diretos e Reversos.....	12
Figura 2 - Cadeia de Suprimentos e Ciclo da Logística Reversa	13
Figura 3 - Foco de Atuação da Logística Reversa	14
Figura 4 - Canais de Distribuição de Pós Consumo Diretos e Reversos	16
Figura 5 - Canais Reversos de Bens Duráveis.....	19
Figura 6 - Canais Reversos de Bens Descartáveis	20
Figura 7 - Localização da Oxil.	29
Figura 8 - Ciclo de Negócios da Oxil.	30
Figura 10 – Fluxo Geral - Oxil.	36
Figura 11 - Contratação de Serviço - Oxil.	37
Figura 12 - Recebimento / Armazenamento - Oxil.	38
Figura 13 - Processos Industriais da Linha Branca - Oxil.....	39
Figura 15 - Processos Industriais da Linha Marrom - Oxil.....	40
Figura 16 - Processos Industriais da Linha Toner - Oxil.....	41
Figura 17 - Estocagem Externa - Oxil.	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 : Principais substâncias tóxicas encontradas em produtos eletroeletrônicos e efeitos na saúde.	26
Quadro 2 - Categorias de resíduos eletroeletrônicos	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Lixo eletrônico gerado nos anos de 2005/2006 dos países emergentes da América Latina em toneladas/ano.	24
---	----

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 Logística	12
3.2 Logística Reversa.....	12
3.2.1 Canais Reversos de Revalorização	16
3.2.2 Tipos de Canais Reversos de Revalorização	17
3.3 Aspectos Legais	21
3.4 Resíduos Eletroeletrônicos.....	23
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
5. METODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	31
5.1 Levantamento Bibliográfico	31
5.2 Estudo de Caso	31
5.3 Trabalho de Campo.....	32
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
6.1 Etapas do processo de Logística Reversa efetuados pela Oxil.....	33
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
8. BIBLIOGRAFIA.....	45

1. INTRODUÇÃO

O atual modelo de desenvolvimento, baseado na utilização dos recursos naturais de forma predatória e no consumo acentuado de bens e produtos, tem impactado negativamente o meio ambiente. Isso porque, devido ao crescente estímulo ao consumo, é necessária a captação cada vez maior de matérias-primas, que ao final da cadeia produtiva, se transformam em resíduos, que frequentemente são descartados de maneira incorreta, contribuindo para a poluição dos recursos hídricos, solo e ar.

Sobre essa questão, Guarnieri (2011, p. 21) destaca:

A extração desenfreada dos recursos naturais, a crença de que estes são renováveis e inacabáveis, além do aumento da escala de produção devido à revolução industrial, estimularam a exploração do meio ambiente e elevaram a quantidade gerada de resíduos. Posteriormente, as mudanças de padrões de consumo e as inovações tecnológicas intensificaram esta situação a ponto de ameaçar as gerações vindouras.

É evidente que a quantidade de lixo produzido atualmente é muito grande. Entretanto, grande parte dos resíduos lançados indiscriminadamente no meio ambiente são passíveis de reaproveitamento e reciclagem. Dessa maneira, muito do material que é descartado poderia ser reutilizado, evitando a exploração predatória da matéria-prima, já que os resíduos podem retornar à cadeia produtiva.

Após a realização da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano em 1972, começaram a surgir as primeiras iniciativas na definição de soluções para o problema dos impactos ambientais causados pela ação antrópica, levando as empresas a buscar alternativas para a produção sustentável, através do investimento em mecanismos antipoluentes, substituição de matérias-primas não renováveis por renováveis, redução de desperdícios, eficiência energética e reaproveitamento de resíduos gerados nos processos produtivos e de comercialização dos produtos (GUARNIERI, 2011).

A partir da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, se estabelece a responsabilidade do destino final de determinado produtos como, por exemplo: agrotóxicos (seus resíduos e

embalagens); pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes; produtos eletroeletrônicos e seus componentes, entre outros, aos produtores.

Nesse contexto, o termo “Logística Reversa” está relacionado com as atividades ocorridas após a vida útil dos produtos, tendo como principal objetivo a redução da exploração dos recursos naturais, através do reaproveitamento dos componentes, que são reinseridos no ciclo produtivo. Em contrapartida, os resíduos são passíveis de reaproveitamento, são destinados em locais adequados, evitando assim a degradação do meio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo identificar e analisar como se desenvolve o processo de logística reversa aplicado em produtos de pós-consumo e pós-venda, bem como os impactos associados a este tipo de resíduo. Aqui será apresentado um estudo de caso desenvolvido na empresa líder de mercado, mostrando as vantagens obtidas com a utilização do processo, bem como as dificuldades enfrentadas.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar como o processo de logística reversa se desenvolve, analisando suas etapas;
- Verificar na prática como uma empresa de manufatura reversa atua, atendo a Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- Verificar o nível de aceitação dos consumidores quando se trata de produtos que levam em sua composição matéria prima remanufaturada;
- Estimar quais os setores industriais mais envolvidos com esta questão.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

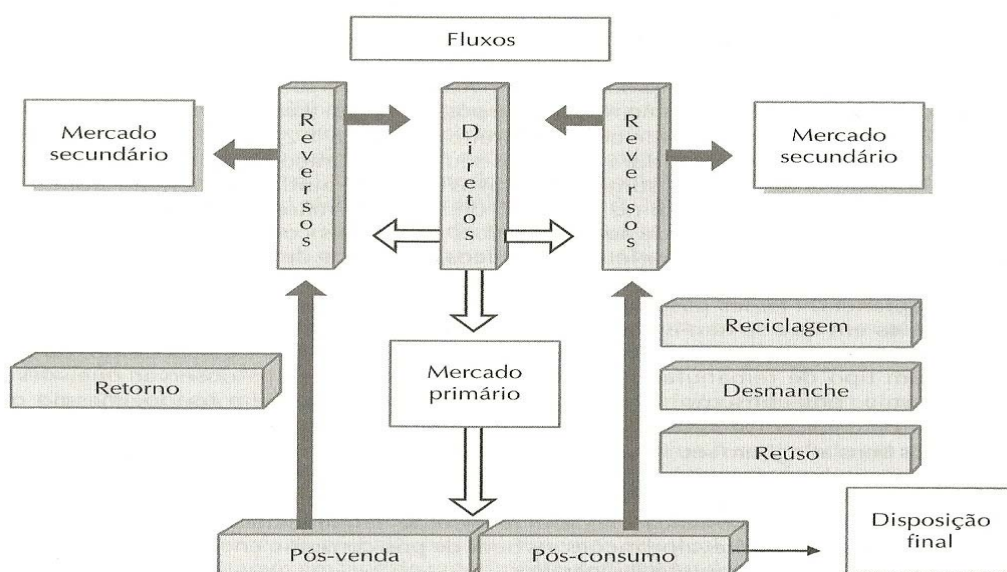
3.1 Logística

Entende-se como Logística as várias etapas de distribuição de determinado produto, englobando a compra e a venda, a devolução da mercadoria por motivos de desistência ou de defeito e também o destino final de um produto, ao final de sua vida útil.

Segundo Vianna (2002), a Logística é responsável por cuidar dos suprimentos e da distribuição de produtos de forma racional. Planejando, coordenando e executando, ela visa à redução de gastos e o acréscimo de competitividade da empresa. Nos últimos anos a eficiência dos processos logísticos tornou-se um dos grandes diferenciais dentre as empresas, fazendo com que prosperem, acarretando em menores gastos em transporte, armazenagem e estocagem de produtos.

3.2 Logística Reversa

A Logística Reversa pode ser entendida como o fluxo contrário ou reverso da cadeia de suprimentos, sendo composta pela coleta, o transporte, a armazenagem, o estoque e desmontagem dos produtos de pós-venda e pós-consumo (Figura 01).



Fonte: LEITE, 2009

Figura 1 - Canais de Distribuição Diretos e Reversos

De acordo com Leite (2009, p.17), a Logística Reversa pode ser definida como:

A área da logística empresarial que planeja, opera e controla os fluxos e as informações logísticas correspondentes, dos retornos dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios e ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valores de diversas naturezas: econômico, de prestação de serviços, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, dentre outros.

Guarnieri (2011) afirma que o processo de Logística Reversa possui três pontos de vista principais:

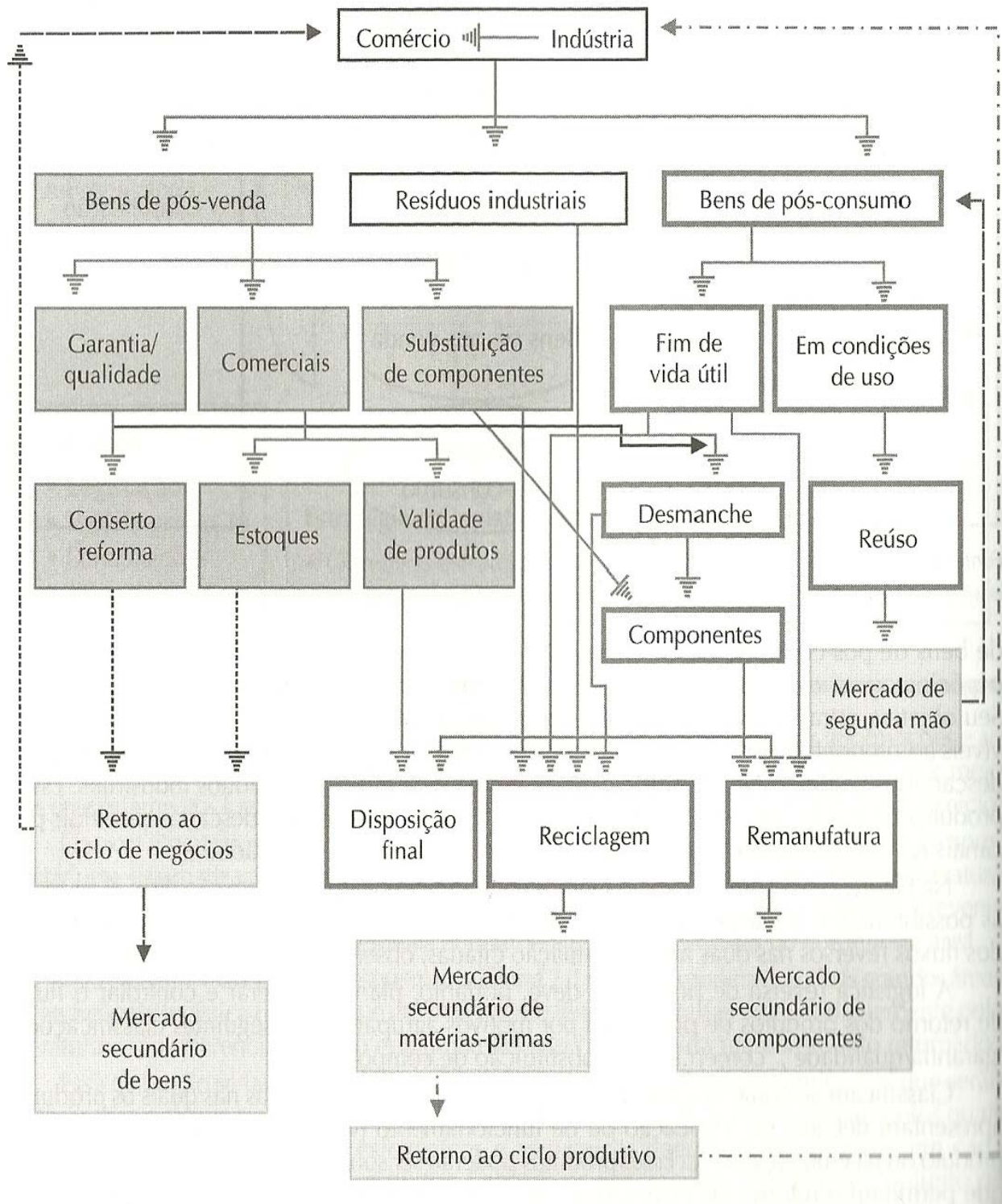
- (1) Logístico: O ciclo de vida de um produto não é finalizado na etapa de entrega ao cliente. Produtos que por algum motivo se tornam obsoletos, danificados, ou não funcionam devidamente devem retornar a origem para serem descartados de forma correta, reparados ou reaproveitados;
- (2) Financeiro: O gerenciamento do fluxo reverso gera gastos, adicionado aos custos para adquirir matéria prima, de armazenagem, transporte e estocagem e de produção, que são tradicionalmente considerados na Logística;
- (3) Ambiental: Os impactos no meio ambiente devem ser considerados e avaliados, durante toda vida de um produto. Esta visão holística é importante para que a rede de logística seja planejada para envolver todas as etapas de produção do bem.



Fonte: GUARNIERI, 2011

Figura 2 - Cadeia de Suprimentos e Ciclo da Logística Reversa

A logística reversa tem como objetivo fazer com que o produto, ao fim de sua vida útil, retorne ao seu ciclo produtivo como um acréscimo na linha de produção de novos itens, evitando a exploração de novos recursos naturais (Figura 2).



Fonte: LEITE, 2009

Figura 3 - Foco de Atuação da Logística Reversa

O fluxograma (Figura 3) descreve os caminhos por onde os bens de pós-consumo, pós-venda e os resíduos gerados na produção dos mesmos, passam até retornar ao ciclo produtivo.

Segundo Guarnieri (2011), a Logística Reversa pode ainda ser dividida em duas áreas de atuação:

- (1) Logística Reversa de Pós Venda: É entendida como a subárea da logística reversa que está focada no planejamento, no controle e na destinação final dos bens com pouco ou sem uso, retornando a cadeia de distribuição por diversos motivos: devoluções por problemas gerais, avarias no transporte, excesso de estoques, prazo de validade expirado, etc...
- (2) Logística Reversa de Pós Consumo: Pode ser entendida como a subárea da logística reversa que trata dos bens no final de sua vida útil, dos bens usados com possibilidade de reutilização (embalagens) e os resíduos industriais.

A natureza do processo de Logística Reversa depende do tipo de material e o motivo pelo qual ele entrou no sistema. Os produtos, em geral, retornam devido a uma necessidade de reparo, reciclagem, descarte, os clientes devolveram ou simplesmente porque os produtos se tornaram obsoletos.

A Logística Reversa e a Logística Verde são conceitos alvos de dúvidas. A Logística Verde possui conceito divergente do conceito de Logística Reversa, pois enquanto a Logística Reversa tem como objetivo atuar nos resíduos após terem sido gerados, a Logística Verde tem como objetivo principal a sustentabilidade ambiental, onde a responsabilidade é do “berço à cova”, ou seja, com intuito de minimizar os impactos ambientais que os produtos geram quem produz deve responsabilizar-se também pelo destino final destes produtos. (GUARNIERI, 2011)

Segundo Guarnieri (2011), a Logística Reversa operacionaliza o retorno dos resíduos após sua geração, sua revalorização e reinserção econômica. Portanto pode-se concluir que a Logística Reversa é uma parte essencial da Logística Verde. Mais do que processos gerenciais, ambas logísticas necessitam também de um processo de conscientização do consumidor.

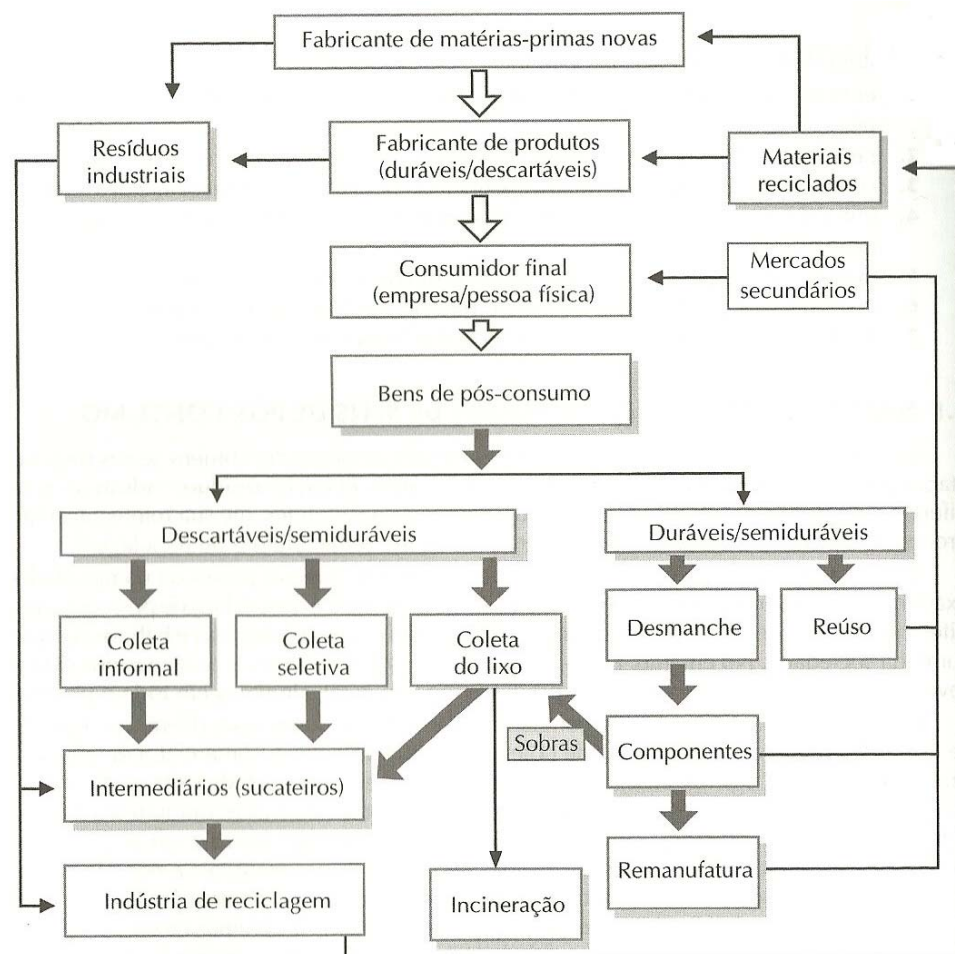
Marien (1998) apud Acosta et al. (2008) acredita que diversas indústrias têm observado a sustentabilidade em suas ações, com isso, apropriam-se da logística

reversa como uma ferramenta de recuperação de investimento, reaproveitando materiais e gerando marketing positivo em seu favor. Sendo assim, determinadas empresas podem obter vantagens competitivas por empregar este processo em sua cadeia produtiva.

3.2.1 Canais Reversos de Revalorização

As alternativas de retorno ao ciclo produtivo e os canais reversos que revalorizam os resíduos de pós-consumo e de pós-venda são o foco do estudo da Logística Reversa (GUARNIERI, 2011) (Figura 4).

No início da cadeia da Logística Reversa, é tida a necessidade de identificar os materiais que retornam, verificando qual canal reverso tal material será destinado. Desta forma as empresas precisam encontrar formas eficientes e economicamente viáveis para coletar, triar e distribuir estes itens. (LACERDA, 2009)



Fonte: LEITE, 2009

Figura 4 - Canais de Distribuição de Pós Consumo Diretos e Reversos

Todo o ciclo da Logística Reversa deve estar bem “amarrado”, pois se alguma das etapas estiver desconexa, potencialmente as demais etapas irão sofrer danos.

Ao fim de sua vida útil, os produtos são destinados por duas áreas distintas de atuação: dos bens duráveis e dos descartáveis. Na área dos bens duráveis o produto segue o canal reverso de desmontagem onde é feito o reaproveitamento de seus componentes, sofrem remanufatura, retornando ao mercado secundário ou ao processo industrial. Os bens descartáveis tem sua destinação à reciclagem, retornando ao processo industrial como matérias-primas secundárias ou seguem para a disposição final em aterros sanitários ou incinerados. (LEITE, 2009)

Segundo Leite (2009), os ciclos reversos podem ser classificados de duas maneiras:

- (1) Ciclo Aberto: É caracterizado como o caso dos produtos que após serem reciclados não perdem suas características, desta forma, podem ser utilizados na fabricação dos mesmos produtos que originaram os resíduos. Como exemplo temos o ferro, o alumínio, o vidro, dentre outros.
- (2) Ciclo Fechado: São caracterizados pelo retorno de resíduos de determinado produtos após o fim de sua vida útil, sendo extraído o material constituinte de forma seletiva para a fabricação de outro produto similar. Temos como exemplo os componentes dos resíduos eletrônicos, peças de automóveis, pilhas e baterias, etc.

3.2.2 Tipos de Canais Reversos de Revalorização

Guarnieri (2011) elencou os diversos tipos de canais reversos de revalorização, conforme ilustram os itens seguintes (Figuras 5 e 6).

Reuso ou Reutilização: É o processo em que se tem a extensão de uso de um produto de pós-consumo com a mesma função para qual foi originado, ausente de processos de remanufatura. Podemos ter como exemplo o retrabalho de peças com defeito, o reaproveitamento de sobras de matéria prima, dentre outros.

Desmanche: É o sistema de revalorização de um produto durável de pós-consumo ou de pós venda, que após sua coleta, é inserido em processo industrial de

desmontagem no qual seus componentes em condição de uso são separados dos demais componentes.

Remanufatura: Trata-se de um tipo específico de reuso de peças e componentes usados, tendo em vista o emprego nos mesmos equipamentos novamente. Ela ocorre quando os componentes do produto apresentam defeito, precisando ser refeitos para que o produto ingresse no mercado secundário.

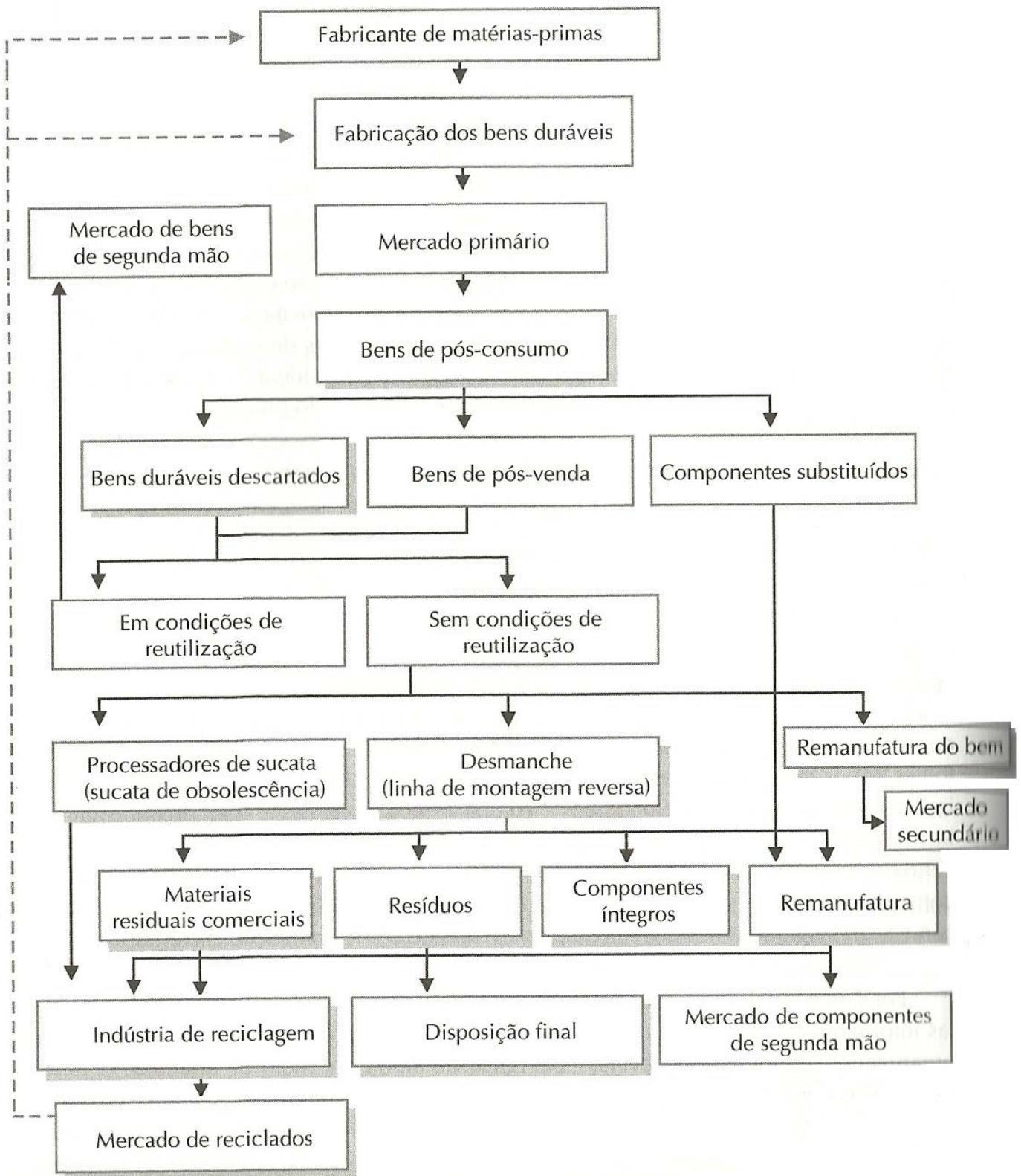
Reciclagem: É o canal reverso de revalorização, onde os materiais constituintes dos produtos descartados são extraídos, originando matéria-prima secundária ou reciclada, que posteriormente será reinserida na fabricação de novos produtos.

Para esta reinserção são necessárias as etapas de coleta, seleção, preparação, reciclagem industrial e reintegração ao ciclo produtivo.

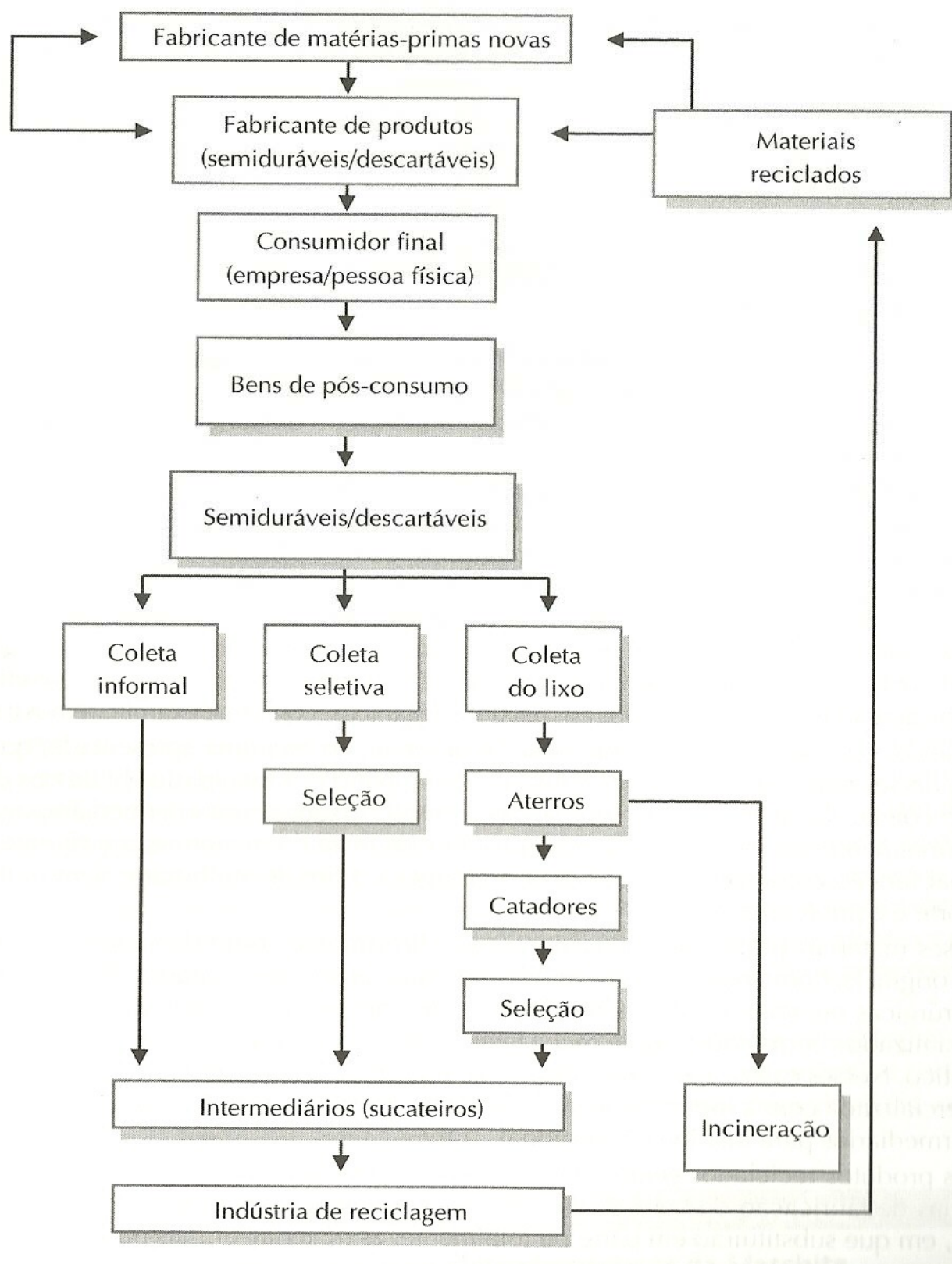
Venda ao Mercado Secundário: Revalorização dos bens que efetua a coleta e o direcionamento para o mercado de segunda mão. Os bens de consumo duráveis, após seu descarte, transformam-se em produtos de pós-consumo, apresentando condições de utilização, sendo comercializados inúmeras vezes, até o fim de sua vida útil. Temos como exemplo os automóveis.

Incineração: É o ato de queimar até reduzir o produto em cinzas. Agrega valor econômico ao resíduo, pois é possível transforma-la em energia elétrica. Esta técnica não é bem vista por causa da emissão de gases nocivos.

Disposição Final: É o local para onde são destinados os resíduos sem condições de revalorização. Quando não existe mais a serventia para o processo industrial, os resíduos devem receber disposição final em aterro sanitário, de forma segura para o meio ambiente e para a população.



Fonte: LEITE, 2009
 Figura 5 - Canais Reversos de Bens Duráveis



Fonte: LEITE, 2009

Figura 6 - Canais Reversos de Bens Descartáveis

3.3 Aspectos Legais

Segundo a Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), logística reversa é definida como:

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 (BRASIL, 2010, art. 3º).

Esta mesma lei, em seu Art. 33, define quais as atividades produtivas e econômicas que são obrigadas a estruturar e implementar sistemas de logística reversa (de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos), sendo:

[...], os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Ainda no Art. 33 (parágrafo 3), fica estabelecido que cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, tomar as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa, tendo como base o estabelecido neste artigo, podendo:

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;

II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos de que trata o § 1º [o parágrafo 1º se refere aos produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e dos demais produtos e embalagens].

Após o uso dos produtos e das embalagens, os consumidores, deverão efetuar a devolução aos comerciantes ou distribuidores. Já os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens recolhidos. Por sua vez, os fabricantes e os importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens recebidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente -SISNAMA e, pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, quando houver. Com exceção dos consumidores, todos os participantes dos sistemas de logística reversa deverão manter atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente e a outras autoridades, as informações sobre a realização das ações sob sua responsabilidade (BRASIL, 2010).

O art. 42 desta mesma lei destaca que o poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender as iniciativas de:

IV - desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, nos termos do inciso I do caput do art. 11, regional;

V - estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa;

[...]

VIII - desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos (BRASIL, 2010).

Segundo a Lei do Estado de São Paulo, nº 13.576 de 6 de julho de 2009 (Lei do Lixo Tecnológico), que institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo eletrônico, os produtos e componentes eletrônicos considerados lixo tecnológico devem receber destinação final adequada que não provoque danos ou impactos negativos ao meio ambiente. A lei ainda enfatiza que a responsabilidade pela destinação final de tais produtos/componentes é partilhada entre as empresas que produzam, comercializem ou importem produtos e componentes eletrônicos (Art. 1º).

Em seu Art. 2º, a Lei descreve que é considerado lixo eletrônico:

[...] os aparelhos eletrodomésticos e os equipamentos e componentes eletrônicos de uso doméstico, industrial, comercial ou no setor de serviços que estejam em desuso e sujeitos à disposição final, tais como:

- I - componentes e periféricos de computadores;
- II - monitores e televisores;
- III - acumuladores de energia (baterias e pilhas);
- IV - produtos magnetizados.

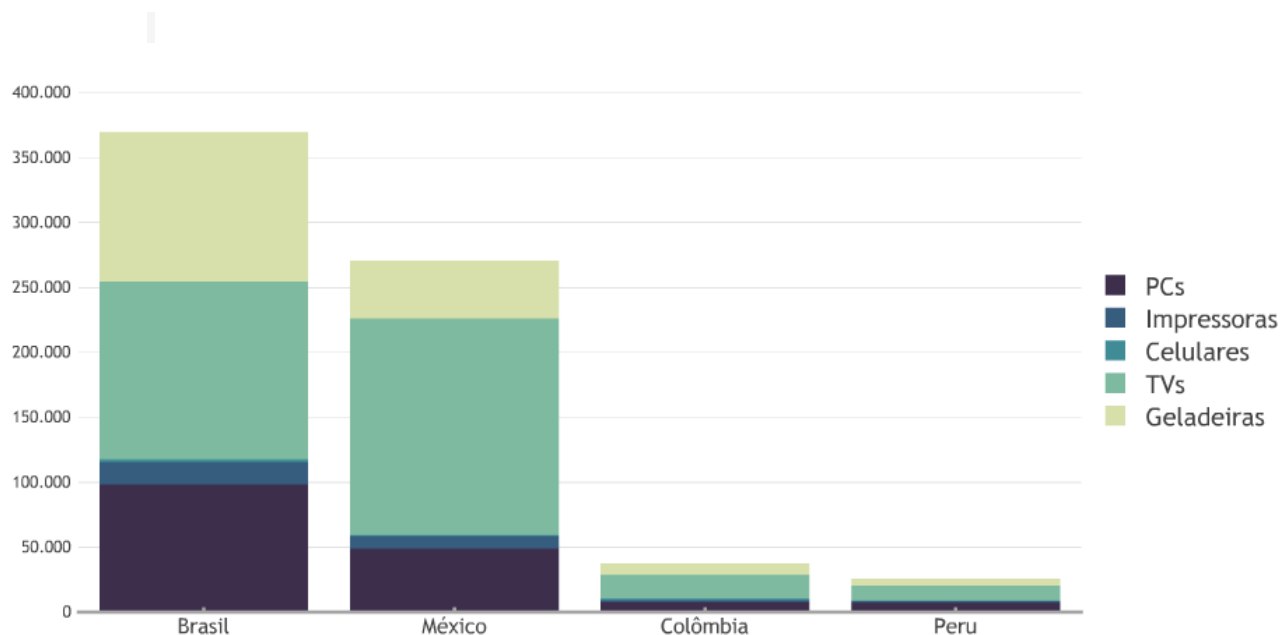
Em seu Art. 3º, a Lei determina que a destinação final ambientalmente adequada do lixo eletrônico deverá ocorrer através de: processos de reciclagem e aproveitamento do produto ou de seus componentes (seja para a finalidade original ou diversa); práticas de reutilização total ou parcial de produtos ou componentes tecnológicos; e neutralização e disposição final apropriada dos componentes tecnológicos equiparados a lixo químico.

A Lei ainda determina que os produtos e componentes eletrônicos comercializados no estado de São Paulo devem conter (na embalagem ou rótulo) informações ao consumidor advertindo de que tais produtos não podem ser descartados em lixo comum; orientando sobre postos de entrega do lixo eletrônico e ainda devem alertar sobre a existência de metais pesados ou substâncias tóxicas entre os componentes do produto (Art. 4º). Além disso, a Lei afirma que é de responsabilidade da empresa que fabrica, importa ou comercializa produtos eletrônicos, manter pontos de coleta para receber o lixo tecnológico a ser descartado pelo consumidor (Art. 5º).

3.4 Resíduos Eletroeletrônicos

Segundo o relatório intitulado *Recycling – from E-Waste to Resources* (2010), divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), no mundo, a geração de lixo eletrônico é cerca de 40 milhões de toneladas por ano. O relatório, que reúne dados de países em desenvolvimento e que são representativos sobre a questão do lixo eletrônico, cita casos de alguns países “problemáticos”, como por exemplo, a China, onde especialistas alertam que além do aumento significativo do lixo eletrônico, a maior parte deste é tratada de maneira inadequada, liberando poluentes para a atmosfera que podem agravar o aquecimento global.

O relatório destaca que as informações sobre a situação do lixo eletrônico no Brasil são escassas. Porém, a partir de dados coletados em um estudo realizado pela EMPA (*Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research*) em 2008, o relatório estima que o Brasil seja o país emergente que mais gera lixo por pessoa a cada ano (Gráfico 1).



Fonte: PNUMA, 2010.

Gráfico 1 - Lixo eletrônico gerado nos anos de 2005/2006 dos países emergentes da América Latina em toneladas/ano.

Segundo Guarnieri (2011) o Brasil gera aproximadamente 680 mil toneladas/ano de resíduos eletrônicos. Desse total, estima-se que apenas 1% tem um destino ambiental correto.

Em geral, os produtos elétricos e eletrônicos possuem vários módulos básicos, como por exemplo, conjuntos/placas de circuitos impressos, cabos, cordões e fios, plásticos anti-chama, comutadores e disjuntores de mercúrio, equipamentos de visualização (como telas de cristal líquido), pilhas e acumuladores, meios de armazenamento de dados, dispositivos luminosos, condensadores, resistências e relês, sensores e conectores. Do ponto de vista ambiental, as substâncias mais problemáticas presentes nestes componentes são os metais pesados, como o mercúrio, chumbo, cádmio e cromo, gases de efeito estufa, as substâncias halogenadas, como os clorofluocarbonetos (CFC), bifenilas policloradas (PCBs), cloreto de polivinila (PVC) e retardadores de chama bromados, amianto e arsênio 8

(GUARNIERI, 2011). A quadro 1 apresenta as principais substâncias tóxicas encontradas em produtos eletroeletrônicos, algumas forma de exposição e os possíveis danos a saúde.

Substância	Uso/exposição	Efeitos na saúde
Arsênio	Utilizado pela indústria de eletrônica na fabricação de semicondutores de gálio-arseniato nas áreas de telecomunicações, pilhas solares e pesquisas espaciais. A exposição a níveis mais altos ocorre principalmente nos postos de trabalho e próximo dos aterros de resíduos perigosos.	Em níveis elevados, o arsênio inorgânico pode causar a morte. A exposição a níveis mais baixos por tempo prolongado pode causar descoloração da pele e a aparência de verrugas pequenas.
Berílio	As ligas de berílio são usadas para fazer componentes elétricos e eletrônicos ou como materiais de construção de maquinaria ou moldes de plástico. Podem ser encontrados em quantias pequenas em produtos de consumo, como televisores, calculadores e computadores. O contato direto com o metal existente nesses produtos é pouco provável, desde que esses materiais estejam devidamente protegidos em compartimentos que impeçam sua exposição direta. A exposição ocasional pode ocorrer em locais onde o material é extraído, processado ou convertido em metais, ligas e outros produtos químicos.	As pessoas expostas a níveis elevados de berílio no ar podem apresentar danos aos pulmões. De 1 a 15% das pessoas ocasionalmente ao berílio no ar podem se tornar sensíveis a ele, podendo desenvolver a doença crônica do berílio. Estudos com trabalhadores expostos ao berílio demonstram um aumento nos riscos de ocorrência de câncer de pulmão.
Cádmio	O cádmio é utilizado principalmente na fabricação de baterias, revestimentos ou plásticos. A exposição geralmente ocorre onde os produtos que possuem cádmio em sua composição são fabricados.	Danifica os pulmões e também pode causar irritações no aparelho digestivo. A Agência Internacional para a Pesquisa do Câncer (IARC) classificou que o cádmio é carcinogênico para os seres humanos.
Chumbo	A exposição ao chumbo pode ocorrer pelo ar, principalmente nos locais de reciclagem, onde os equipamentos eletrônicos são quebrados e triturados ou pela ingestão de água e/ou alimentos contaminados.	O chumbo acumula-se no ambiente, produzindo efeitos tóxicos em animais, plantas e microrganismos. Em seres humanos pode causar danos no sistema nervoso central e periférico e no sistema endócrino.
Mercúrio	O mercúrio metálico é utilizado em uma variedade de uso doméstico e industrial, incluindo termostatos, lâmpadas fluorescentes, barômetros, etc. Aproximadamente 15% do total são liberados ao solo por fertilizantes,	A exposição a níveis elevados do mercúrio metálico, inorgânico o orgânico pode danificar o cérebro, os rins e o feto em formação. O Metil mercúrio e os vapores metálicos são mais prejudiciais do

	fungicidas e pelos resíduos urbanos municipais (por exemplo, resíduos que contêm baterias esgotadas, interruptores elétricos ou termômetros). A exposição ocorre pela inalação do ar, ingestão e água ou alimento contaminado.	que as outras formas. Os efeitos no cérebro podem resultar em irritabilidade, timidez, tremores, alterações na visão ou audição e problemas de memória.
Tálio	É utilizado na fabricação de dispositivos eletrônicos, de interruptores.	Níveis elevados no ar podem resultar em efeitos no sistema nervoso. Sua ingestão em níveis elevados resulta em vômitos, diarreia e perda provisória de cabelo.
PBDEs <i>(polybrominated diphenyl ethers)</i>	PBDEs são um grupo de compostos sintéticos químicos orgânicos, retardantes de chama são adicionados a uma variedade de produtos de consumo para torná-los resistentes à queima. Seu principal uso é nos gabinetes de eletrônicos (televisores, computadores, eletrodomésticos, plásticos que reveste cabos e conectores). Há concentrações baixas de PBDEs no ar e na poeira suspensa no interior de ambientes com computadores e/ou outros dispositivos eletrônicos, como os televisores. Os trabalhadores envolvidos na produção de resinas contendo PBDE estão expostos a concentrações mais elevadas. A exposição também pode ocorrer nos postos de trabalho onde os produtos de plástico e de espuma que contêm PBDEs são reciclados e também onde os equipamentos eletrônicos que contêm PBDEs são reparados.	Muito pouco se sabe sobre seus efeitos na saúde humana, mas existem relatos de efeitos em animais. Ratos que ingeriram comida com quantias moderadas de PBDEs por alguns dias tiveram efeitos na glândula tireoide. Evidências preliminares sugerem que as concentrações elevadas de PBDEs podem causar alterações neurocomportamentais e afetar o sistema imunológico.
PCB <i>(Polychlorinated biphenyls)</i>	PCBs têm sido usados como fluidos lubrificantes em transformadores, capacitores e outros equipamentos eletrônicos. PCBs podem ser liberados no ambiente nos locais de destinação final de resíduos perigosos, pelo uso de dispositivos elétricos antigos, como televisores ou refrigeradores, que liberam pequenas quantidades de PCBs no ar quando começam a aquecer.	Os efeitos a saúde associados com a exposição a PCBs incluem problemas de pele em adultos e mudanças neurocomportamentais e imunológicas em crianças.

Fonte: Adaptada de Agency for Toxicity Substances and Disease Registry (ATSDR) citada por Rodrigues (2007).

Quadro 1 : Principais substâncias tóxicas encontradas em produtos eletroeletrônicos e efeitos na saúde.

Os resíduos eletroeletrônicos (REEs) contêm diversos materiais que podem ser reciclados e/ou recuperados. Entretanto, o manuseio ou o descarte incorreto destes REEs pode causar problemas à saúde humana e ao meio ambiente, por meio da contaminação, principalmente do solo e das águas subterrâneas.

Para Guarnieri (2011), o mercado de recicláveis dos eletroeletrônicos no Brasil é composto por três vertentes:

- (1) Mercado de matérias-primas: é composto pelos “ferros-velhos”, depósitos de resíduos sólidos e cooperativas de reciclagem. Suas atividades englobam desde a recepção dos produtos que não apresentam mais condições de utilização, desmontagem e separação dos produtos em matérias-primas e o encaminhamento para as indústrias que irão reaproveitar esses resíduos no processo de reciclagem.
- (2) Mercado de Lojas (varejo): é caracterizado pela compra e venda de produtos eletroeletrônicos (como TVs, computadores, telefones celulares, etc.). Nesse tipo de mercado, as lojas compram grandes lotes de produtos que serão revendidos peça a peça no varejo. Em contrapartida, as empresas verificam as condições destes produtos, realizando manutenções quando necessárias e disponibilizam os produtos que estão em condições de uso para a venda.
- (3) Mercado/Atividades Marginais: caracteriza-se por atividades geralmente ligadas à educação e inclusão digital e podem ser ligadas a iniciativa governamental ou não. Como exemplo, pode-se citar o Projeto Computadores para Inclusão, que através de oficinas, realizam a triagem, recondicionamento, empacotamento e entrega de equipamentos de informática doados por empresas públicas ou privadas.

A autora ainda destaca que os resíduos eletroeletrônicos podem ser divididos em cinco categorias: Linha Branca, Linha de Consumo, Linha de TI e Telecom, Linha de Som e Imagem e Pilhas, Baterias e Lâmpadas (Quadro 2).

Categorias	Exemplos de Produtos
Linha Branca	Grandes eletrodomésticos: máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar louça, secadoras, geladeiras e freezers, fogões, microondas.
Linha de Consumo	Liquidificadores, cafeteiras, máquinas de pão, batedeiras e demais eletrodomésticos utilizados na cozinha, secadores, aparelhos alisadores, ferros de passar, ferramentas elétricas e eletrônicas, equipamentos que utilizem lâmpadas, brinquedos, aparelhos de lazer e esportes, equipamentos médicos e de monitoramento, equipamentos de autodistribuição, transformadores, entre outros.
Linha de Ti e Telecom	Aparelhos de DVDs, computadores, telefones celulares e fixos, interfones, palmtops, notebooks, netbooks, aparelhos de MP3 a MP10, impressoras, scanners, aparelhos de fax, entre outros.
Linha de Som e Imagem	Televisores, videocassetes, aparelhos de DVDs e blue ray, câmeras de foto e vídeo, videogames, rádios, auto-rádios, tocadiscos, aparelhos de som, cd players, sistemas de som integrados, calculadoras, instrumentos musicais eletrônicos, disquetes, Cds, DVDs, entre outros.
Pilhas e baterias e lâmpadas	Pilhas de uso domésticos, baterias automotivas, baterias de computadores, baterias de celulares e telefones, baterias industriais, lâmpadas fluorescentes e incandescentes e do tipo LED.

Fonte: Guarnieri (2011)

Quadro 2 - Categorias de resíduos eletroeletrônicos

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Oxil, empresa selecionada para estudo de caso, é uma das pioneiras no setor de manufatura reversa no Brasil, atuando desde 1998 no processo de reutilização de resíduos eletroeletrônicos gerados pela produção, por produtos obsoletos ou inadequados ao consumo.

Localizada no Município de Paulínia, no estado de São Paulo, atende a demanda de remanufatura reversa de todo o território Brasileiro (Figura 7).



Fonte: Google, 2012.

Figura 7 - Localização da Oxil.

Promovendo um processo de desmontagem, descaracterização e revalorização deste tipo de resíduos, mais de 85% do material processado é aproveitado. O produto desta reciclagem ingressa novamente no ciclo produtivo, servindo como para a cadeia produtiva como matéria prima. Os itens que não são passíveis de reciclagem recebem destinação correta, em aterros sanitários (Figura 8).

Os clientes da Oxil são empresas do ramo de tecnologia, indústrias de bens de consumo, órgãos públicos, companhias de eletricidade, dentre outras. Desta

maneira promovem ganho em sustentabilidade, preservando os recursos naturais disponíveis, bem como reduzindo o impacto ambiental que estes itens causam.



Fonte: OXIL, 2012.

Figura 8 - Ciclo de Negócios da Oxil.

Programas de redução de consumo de energia elétrica, promovidos por empresas do ramo, a fim de substituir refrigeradores antigos por novos, fomentam as atividades da Oxil, acarretando em manufatura reversa destes refrigeradores obsoletos (Figura 9).



Fonte: OXIL, 2012.

Figura 9 - Programa de eficiência energética da Oxil.

5. METODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho pretende evidenciar uma situação que por si só não pode ser explicada e compreendida. Trata-se de atividade que compreende a complexidade da realidade em qual estamos inseridos.

Desta maneira, adotou-se abordagem qualitativa para o desenvolvimento da investigação. Segundo Godoy (1995), a pesquisa qualitativa possui determinadas características. O ambiente natural exerce o papel de fornecedor de dados, já o pesquisador deve basear-se em situações, depoimentos, entrevistas e citações que contribuam para a conclusão da pesquisa.

Para o desenvolvimento do trabalho, adotaram-se os procedimentos metodológicos descritos nos itens subsequentes.

5.1 Levantamento Bibliográfico

Para efetivação da proposta, foi realizado levantamento bibliográfico em trabalhos com temática referentes ao tema, para embasamento teórico-metodológico da pesquisa.

Foi executado levantamento documental acerca da Legislação Ambiental (Federal e Estadual), que diz respeito a temática de gestão de resíduos sólidos.

5.2 Estudo de Caso

Inicialmente procedeu-se uma ampla identificação e análise de estudos prévios e informações disponíveis em fontes secundárias, o que permitiu a elaboração, o que permitiu a elaboração de um pré-diagnóstico do processo de logística e manufatura reversa no Brasil. Este documento serviu como base para a identificação de necessidades adicionais de informações, quais foram obtidas posteriormente obtidas em processo de entrevistas diretas. Com base nestas informações, o pré-diagnóstico foi revisto, gerando elementos para a produção de um diagnóstico final.

5.3 Trabalho de Campo

No dia 17/09/2012 foi realizada visita técnica na unidade fabril da empresa Oxil Manufatura Reversa, localizada na Avenida Sidney Cardon de Oliveira, 69, Paulínia - São Paulo. No decorrer da visita puderam ser observadas todas as etapas do processo da manufatura reversa, juntamente com aplicação de questionário ao pessoal responsável.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Etapas do processo de Logística Reversa efetuados pela Oxil

A partir dos dados obtidos na entrevista e no decorrer do trabalho de campo, é possível efetuar uma análise mais profunda do processo de logística e manufatura reversa de produto eletroeletrônicos em seu fim devida útil e/ou pós-consumo.

Genericamente o processo de logística e manufatura reversa, realizado pela empresa contempla as seguintes fases: Contratação do serviço, recebimento e armazenamento dos itens, processo industrial de manufatura reversa (divergente de produto para produto), estocagem externa e destinação final do resíduo gerado (Figura 10).

Contratação do Serviço

- Fechamento de acordo com o cliente (diversos setores industriais);
- Liberação para a chegada do material;
- A Oxil recebe e o armazena (Figura 11).

Recebimento e Armazenamento

- Chegada de veículo com material na empresa;
- Portaria / Expedição libera a entrada do veículo;
- Ocorre a pesagem da carga;
- O veículo é posicionado no local de armazenagem;
- Ocorre o descarregamento;
- Material fica disponível para entrada em linha de produção específica, podendo ser:
- Linha Branca (equipamentos de cozinha, refrigeração e área de serviço);
- Linha Marrom (equipamentos de áudio e vídeo);
- Linha Toner (cartuchos de impressão) (Figura 12).

Linha Branca

- Após a armazenagem, geladeiras ficam na área de triagem;

- Ocorre a retirada do gás, motor e porta;
- Motores e portas são estocados em pallets;
- O Gás é envazado;
- O restante da geladeira é encaminhado para a linha de desmontagem;
- O material processado é estocado e fica aguardando destino final (Figura 13).

Linha Marrom

- Após a retirada do material palletizado, ocorre a mobilização para linha de produção;
- Na linha de produção é feita a desmontagem / desparafuzação do equipamento (Figura 14);
- Ocorre a pré-triagem e separação dos componentes
- Os componentes plásticos são moídos e embalados;
- Os demais componentes são encaminhados para uma segunda linha de produção, onde sofrem descaracterização específica e são embalados;
- O material processado é estocado e fica aguardando destino final (Figura 15)



Fonte: OXIL, 2012.

Figura 14 - Linha de Produção - Oxil.

Linha Toner

- Após o ingresso dos toners na linha de produção específica, são descaracterizados em máquinas;
- Na própria máquina ocorre triagem, separando resíduos do pó tonalizante presente nos toners;
- Após a linha de triagem, o produto final é embalado e estocado (Figura 16).

Estocagem Externa

- Após a passagem pelas etapas de produção das linhas branca, marrom e toner, o material previamente embalado é disponibilizado para expedição;
- Expedição armazena o material em área externa e/ ou caçambas;
- Material armazenado fica disponível para destinação final (Figura 17)

Destinação Final

- No caso do subproduto das linhas de produção possuir valor comercial, a empresa comercializa-os, agendando a retirada dos mesmos;
- Sendo resíduo classe II (não perigoso), o material é encaminhado para aterro sanitário;
- Sendo resíduo classe I (perigoso), o material é encaminhado para outro parceiro que ficará responsável pelo gerenciamento e/ ou destinação do resíduo (Figura 18).



Figura 10 – Fluxo Geral - Oxil.

CONTRATAÇÃO SERVIÇO

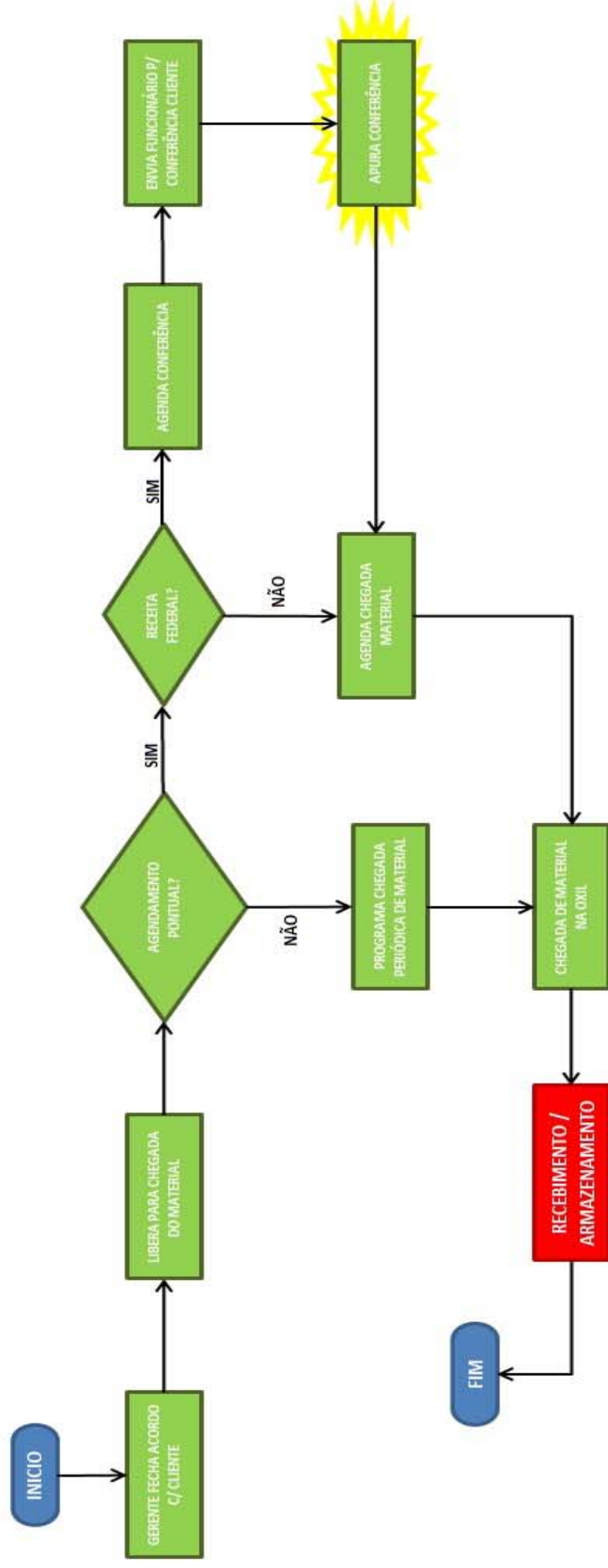


Figura 11 - Contratação de Serviço - Oxil.

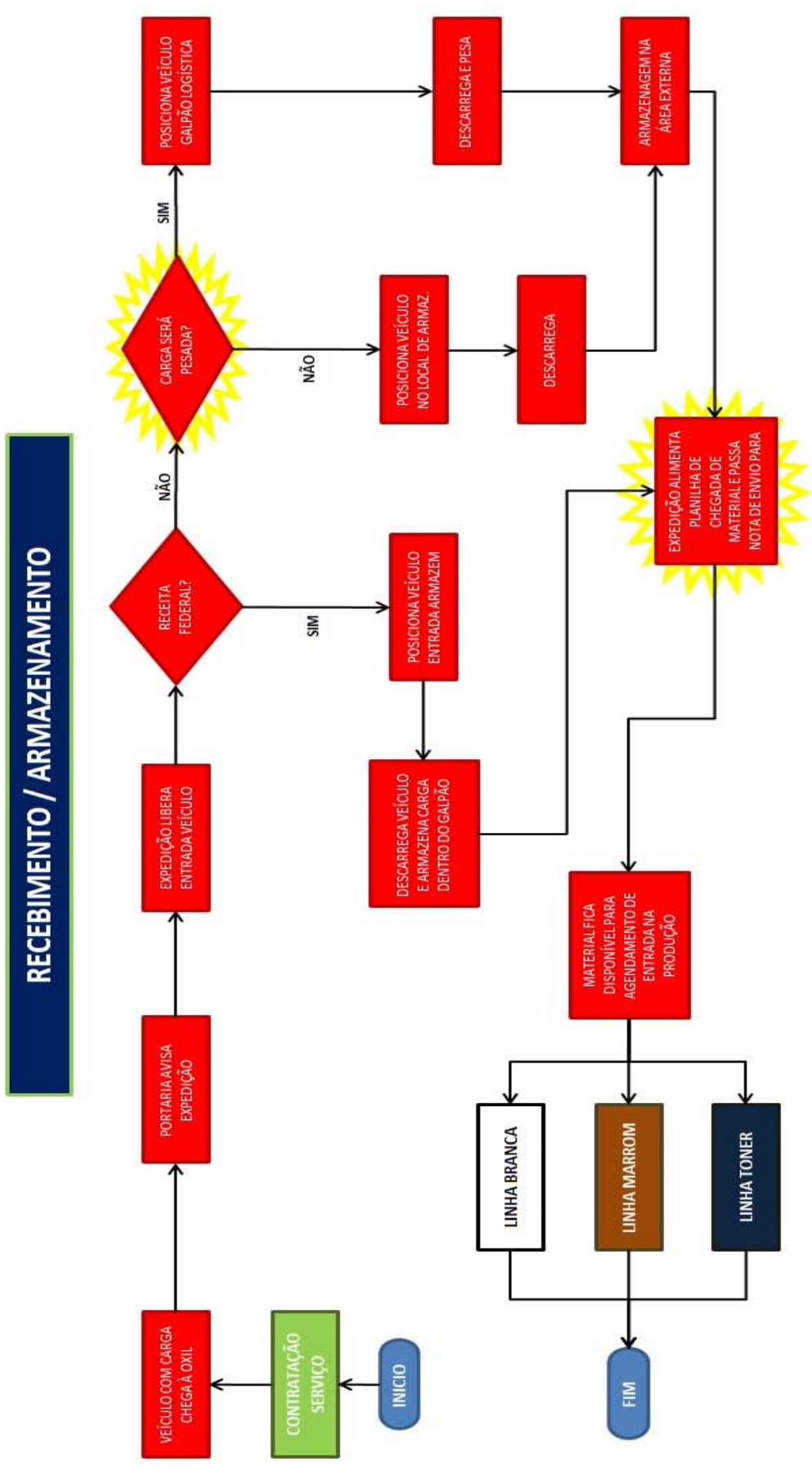


Figura 12 - Recebimento / Armazenamento - Oxil.

LINHA BRANCA

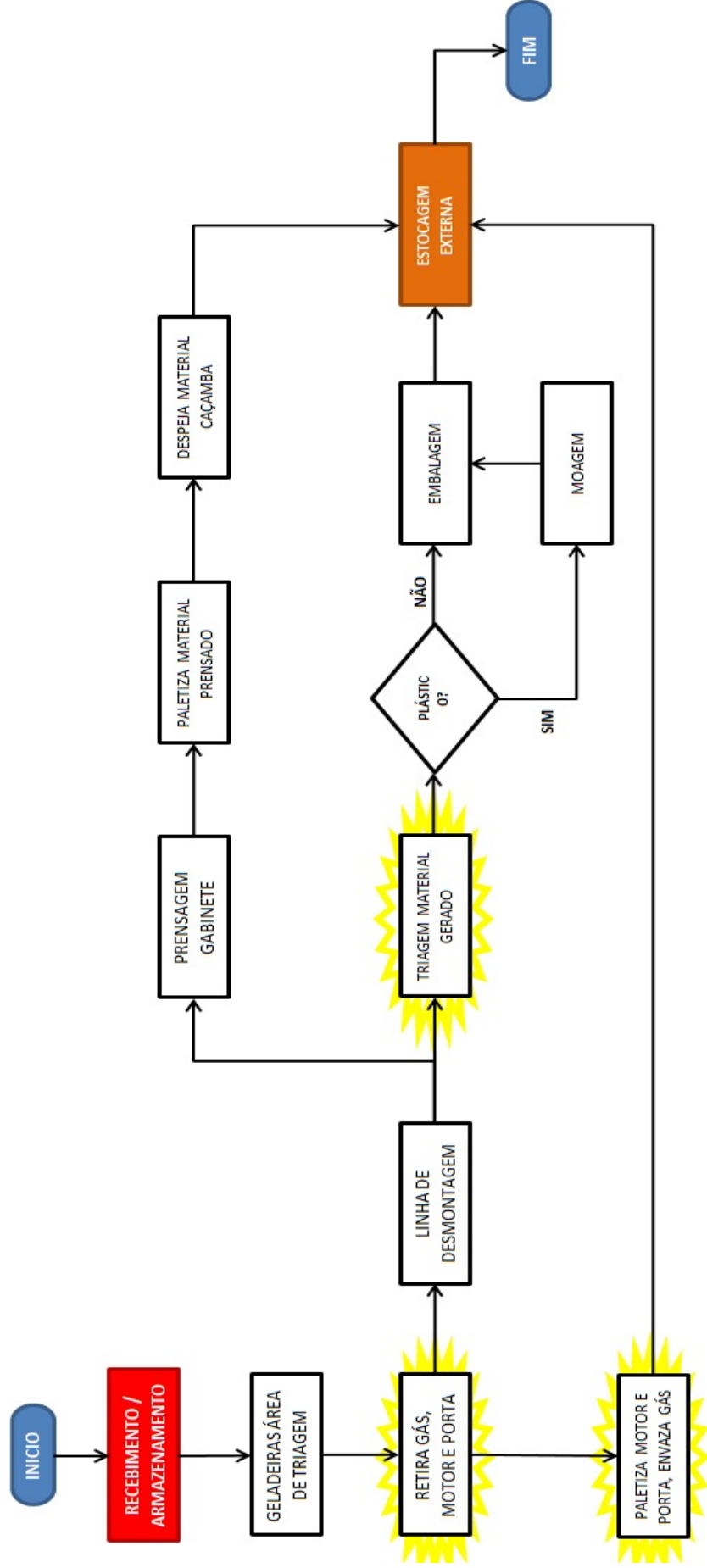


Figura 13 - Processos Industriais da Linha Branca - Oxil.

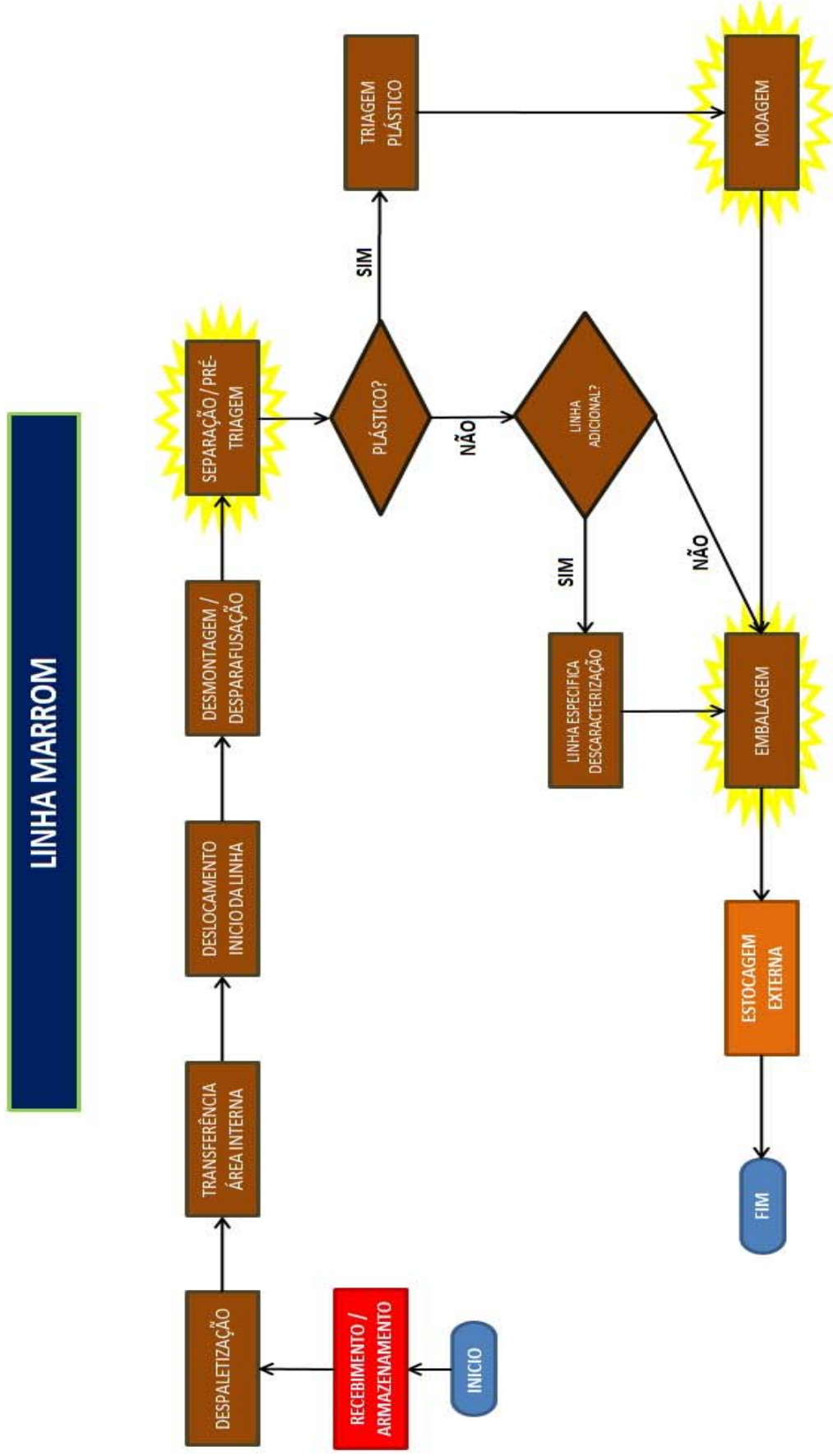


Figura 15 - Processos Industriais da Linha Marrom - Oxil.

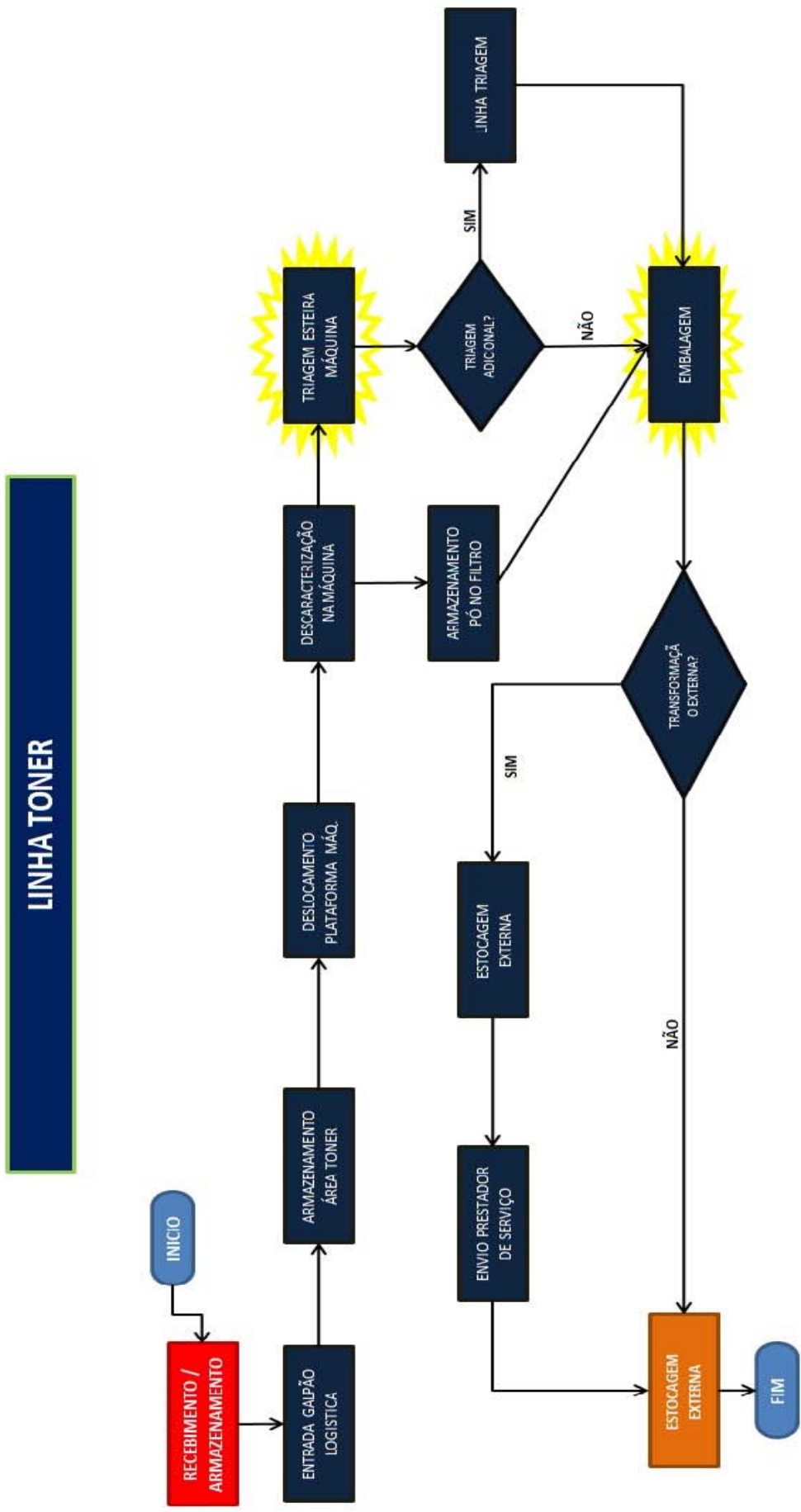


Figura 16 - Processos Industriais da Linha Toner - Oxil.

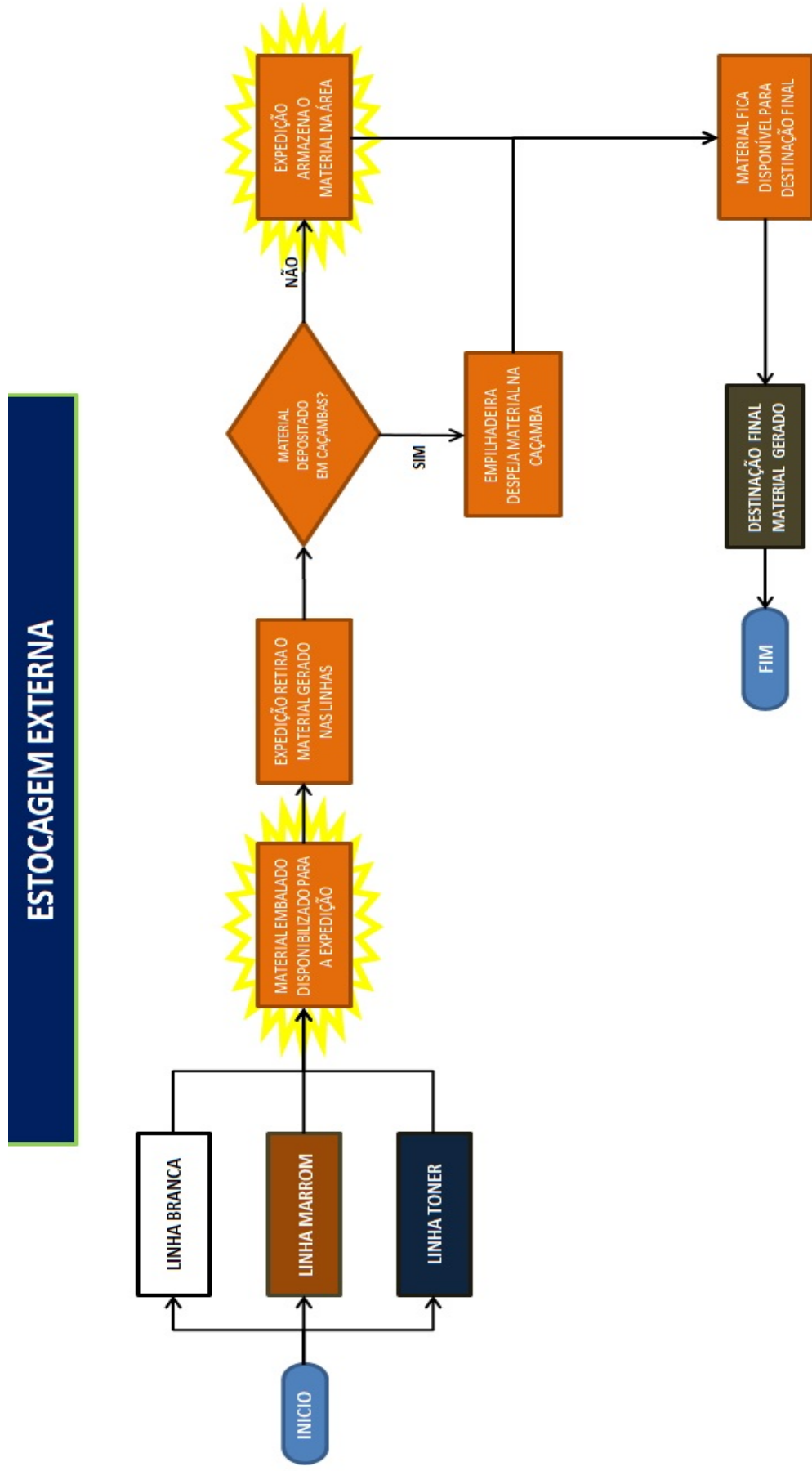


Figura 17 - Estocagem Externa - Oxil.

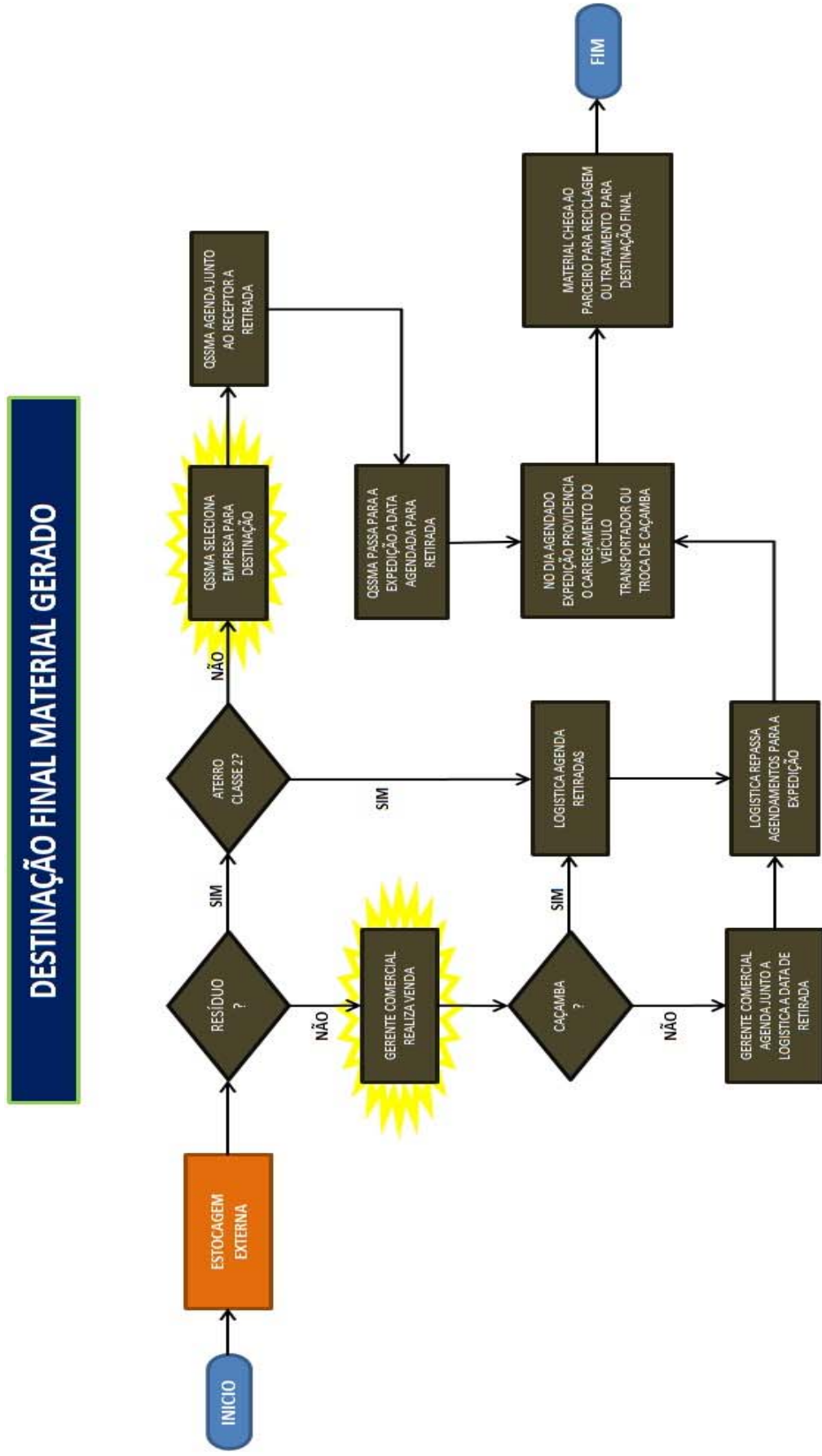


Figura 18 - Estocagem Externa - Oxil.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O meio ambiente é um fator de grande preocupação em nossa sociedade, e consequentemente as empresas inseridas no meio social tem enxergado esta demanda. As empresas são cobradas por suas atitudes, e desta maneira devem reduzir os impactos negativos de suas operações sobre o meio ambiente.

A logística e a manufatura reversa entram neste cenário como alternativa ambiental e economicamente viável para as empresas.

O presente trabalho procurou identificar e analisar como se desenvolve o processo de logística reversa aplicado em produtos de pós-consumo e pós-venda, bem como os impactos associados a este tipo de resíduo. Foi realizado um estudo de caso desenvolvido na empresa líder de mercado, mostrando as vantagens obtidas, bem como as dificuldades enfrentadas.

Verificou-se que a preocupação sobre a questão da reciclagem de produtos em fim de vida útil é atual, e que ainda são poucos os canais de distribuição reversos existentes, bem como empresas especializadas no reaproveitamento de matérias e/ ou componentes de equipamentos eletroeletrônicos de pós-consumo. Programas de coleta específicos para este tipo de produtos são escassos.

Algumas empresas apresentam programas de coleta voluntária apenas como estratégia de marketing verde.

Pode-se observar que nossa sociedade está tendenciosa a armazenar temporariamente os produtos após seu fim de vida útil em decorrência da ausência de locais apropriados para destinação segura destes resíduos.

A ausência de sistemas eficientes de coleta, de triagem de material para reciclagem, a falta de estrutura operacional, de tecnologia apropriada para a recuperação de equipamentos e falta de fiscalização por parte do poder público contribui para o descarte irregular destes itens.

Conclui-se que é necessário uma maior conscientização e comprometimento geral da sociedade para com a questão ambiental.

8. BIBLIOGRAFIA

ACOSTA, B.; PADULA, A.D. ; WEGNER, D. *Logística reversa como mecanismo para redução do impacto ambiental originado pelo lixo informático*. Revista Eletrônica de Ciência Administrativa. v.7, n. 1, p. 1-12, maio 2008. Disponível em: <<http://revistas.facecla.com.br/index.php/recadm/article/view/67>>. Acesso em 07 out. 2011.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 12 out. 2011.

ESTRE. *Oxil – Manufatura Reversa e Destinação de Resíduos Eletroeletrônicos*, 2012. Disponível em: <<http://www.estre.com.br/unidades.php>>. Acesso em 08 set. 2012.

GUARNIERI, P. *Logística Reversa: Em Busca do Equilíbrio Econômico e Ambiental*. Recife: Editora Clube de Autores, 2011.

GODOY, A. S. *Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades*. São Paulo: Revista de Administração de Empresas, 1995.

GONÇALVES, M. E. ; MARINS, F. A. S. *Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso*. GESTÃO & PRODUÇÃO, v.13, n.3, p.397-410, set.-dez. 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n3/03.pdf>>. Acesso em 07 out. 2011.

LACERDA, L. *LOGÍSTICA REVERSA: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais*. Disponível em: <http://www.sargas.com.br/site/artigos_pdf/artigo_logistica_reversa_leonardo_lacerda.pdf>. Acesso em 08 set. 2012

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 3º. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1991. 270 p.

LEITE, P.R. *Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

OLIVEIRA, M. A dinâmica da logística reversa, 2009, 4p. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo_471850.shtml>. Acesso em 10 out. 2011.

ONU. *Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies: RECYCLING FROM E-WASTE TO RESOURCES*, 2009. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/EWaste_final.pdf>. Acesso em 06 ago. 2012.

PALHARES, I. O consumo de tecnologia no rastro da aceleração da obsolescência. Revista eletrônica de jornalismo científico. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=70&id=869>>. Acesso em 08 out. 2011.

RAZZOLINI FILHO, E.; BERTÉ, R. *O Reverso da Logística e as Questões Ambientais no Brasil*. Curitiba: Ibpex, 2009.

RODRIGUES, A. C. *Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: Estudo da cadeia pós-consumo no Brasil*. 321 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Santa Bárbara do Oeste, 2007.

São Paulo. Assembleia de Legislativa. *Lei nº 13.576, de 06 de julho de 2009: Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico*. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/817923/lei-do-lixo-tecnologico-lei-13576-09-sao-paulo-sp>>. Acesso em 07 set. 2012.

VIANNA, J.J. *Administração de Materiais: Um Enfoque Prático*. São Paulo: Editora Atlas, 2002.