CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

MAYARA EMILIA BARBOSA

ANÁLISE DE PRÁTICAS GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: estudo de múltiplos casos no setor eletroeletrônico da linha branca

São Bernardo do Campo
2014

MAYARA EMILIA BARBOSA

ANÁLISE DE PRÁTICAS GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: estudo de múltiplos casos no setor eletroeletrônico da linha branca

Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro Universitário da FEI, como parte dos requisitos necessários para obtenção de título de Mestre em Engenharia Mecânica, orientada pela Profa Dra. Gabriela Scur.

Área de concentração: Produção

São Bernardo do Campo

2014

Barbosa, Mayara Emilia.
Análise de práticas green supply chain management: estudo de múltiplos casos no setor eletroeletrônico da linha branca / Mayara Emilia Barbosa. São Bernardo do Campo, 2014.
154 f. : il.

Dissertação - Centro Universitário da FEI.
Orientadora: Profa. Dra. Gabriela Scur da Silva.

1. Gestão da cadeia de suprimentos verde. 2. Sistema de gestão ambiental. 3. Resíduos eletroeletrônicos. 4. Linha branca. I. Silva, Gabriela Scur da, orient. II. Título.

CDU 65.012.34

Centro Universitário da **FEI**

APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO
ATA DA BANCA JULGADORA

PGM-10

Programa de Mestrado de Engenharia Mecânica

Aluno: Mayara Emilia Barbosa **Matrícula:** 212301-6

Título do Trabalho: Análise de práticas green supply chain management: estudo de múltiplos casos no setor eletroeletrônico da linha branca.

Área de Concentração: Produção

ORIGINAL ASSINADA

Orientador: Prof.ª Dr.ª Gabriela Scur Almudi

Data da realização da defesa: 09/09/2014

A Banca Julgadora abaixo-assinada atribuiu ao aluno o seguinte:

APROVADO ☒ REPROVADO ☐

São Bernardo do Campo, 09 de Setembro de 2014.

MEMBROS DA BANCA JULGADORA

Prof.ª Dr.ª Gabriela Scur Almudi

Ass.: _____

Prof. Dr. Jacques Demajorovic

Ass.: _____

Prof.ª Dr.ª Roberta de Castro Souza Pião

Ass.: _____

VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

ENDOSSO DO ORIENTADOR APÓS A INCLUSÃO DAS RECOMENDAÇÕES DA BANCA EXAMINADORA

_____

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

_____

Prof. Dr. Agenor de Toledo Fleury

Dedico esta dissertação aos meus amados pais, Edilson e Aparecida, por proporcionarem e serem a motivação para meu desenvolvimento. Também destino este estudo aos meus queridos irmãos, Samara e Hugo, como estímulo e prova de que o conhecimento é o caminho para as grandes conquistas.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por iluminar meus caminhos, abençoar as minhas escolhas e por me dar força a cada dia para a concretização de meus projetos.

Aos meus pais, pelo exemplo, formação e orientação dados ao longo da minha vida, bem como por toda dedicação e total apoio sobre minhas decisões. Também agradeço aos meus irmãos, pelas injeções de ânimo e de motivação dadas durante a execução deste trabalho. Enfim, a todos familiares, pela compreensão de minha ausência neste período.

Ao meu grande companheiro Ebenézer, pela força, inspiração, paciência em meus momentos de irritabilidade e por sua fiel companhia durante os inúmeros dias dedicados para conclusão desta pesquisa.

Em especial agradeço a Profa. Dra. Gabriela Scur, mais do que uma orientadora, alguém que esteve sempre à disposição para conversas que extrapolaram o já bastante amplo campo de pesquisa. Agradeço-lhe por me conduzir com carinho, respeitando meus interesses, acreditando no meu potencial, tranquilizando-me nos meus momentos de incerteza.

Agradeço a todos os demais Professores do Centro Universitário da FEI, pela atenção e compartilhamento de conhecimento. E aos meus amigos e colegas de mestrado pelos anos de convívio, acompanhando meu desenvolvimento e dividindo comigo as ansiedades, angústias e alegrias.

Agradeço a todos os entrevistados das empresas participantes da pesquisa que gentilmente me concederam seu tempo e contribuições, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Finalmente, as demais pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para o resultado deste trabalho.

RESUMO

A exacerbada degradação do meio ambiente, o aumento da consciência dos consumidores na exigência de produtos que não afetem o meio ambiente e a crescente atividade regulamentadora, revelam diferentes desafios para as empresas em todo o mundo, como o desenvolvimento de arranjos que harmonizem o crescimento industrial e a proteção do ambiente. O *Green Supply Chain Management* (GSCM) configura-se como a integração do pensamento ambiental à SCM, incluindo o design do produto, busca e seleção de materiais, processos produtivos, entrega do produto final aos consumidores e gestão do fim de vida do produto após sua vida útil. Este trabalho tem como principal objetivo analisar quais são as práticas do *green supply chain management* adotadas em empresas focais do setor eletroeletrônico da linha branca. Visando ao alcance deste propósito, foi realizada uma pesquisa empírica de cunho qualitativo, através da abordagem de estudos de caso múltiplos. A coleta de dados realizou-se por meio de informações públicas do setor eletroeletrônico da linha branca, além de entrevistas estruturadas, questionários semiabertos e observações diretas em cinco empresas focais com plantas produtivas no território nacional, associadas a ELETROS. Concluindo com os seguintes objetos de estudo: Whirlpool, Electrolux, Mueller, Atlas e Elgin. Além disso, também foi realizada uma entrevista com o gerente executivo da ABREE. Os resultados demonstram que a prática da gestão de resíduos é a mais adotada entre as participantes da pesquisa. Por outro lado, compra verde e análise do ciclo de vida são as práticas menos disseminadas. Verificaram-se diferenças expressivas na adoção de algumas variáveis do GSCM entre as empresas com certificação ISO 14001 e empresas não certificadas. A análise do desempenho ambiental foi entravada pela falta de dados disponibilizados, por questões internas de algumas empresas participantes. Com a pressão das partes interessadas para atendimento aos requisitos ambientais, este trabalho ganha importância, uma vez que explora os conceitos e as práticas do GSCM que refletem o comprometimento ambiental das organizações.

Palavras-chave: Gestão da cadeia de suprimentos verde. Sistema de gestão ambiental. Resíduos eletroeletrônicos. Produtos da linha branca.

ABSTRACT

The exacerbated environmental degradation, increased consumer awareness in demanding products that do not affect the environment, the growing regulatory activity, reveals different challenges for companies around the world, such as the development of arrangements that harmonize industrial growth and environmental protection. The Green Supply Chain Management (GSCM) is configured as integration of environmental thinking to the SCM, including product design, research and selection of materials, production processes, delivering the final product to consumers and end of life management of product after its useful life. This work has as main objective to analyze what practices of green supply chain management focal firms in the electronics sector of the white goods adopt. Aimed to achieve this purpose, an empirical qualitative research, through the multiple case studies approach was performed. Data collection took place of public information from electronics sector of the white goods and structured interviews, questionnaires and direct observations semi open in five focal firms with production plants in the country, associated with ELETROS. Concluding with the following objects of study: Whirlpool, Electrolux, Mueller, Atlas and Elgin. In addition, an interview with the executive manager of ABREE was also performed. The research results demonstrate that the waste management practice is most used among the research participants. On the other hand, green, buy and life cycle analysis practices are less widespread. There were significant differences in the adoption of some variables GSCM among companies with ISO 14001 certified and non-certified companies. The environmental performance analysis was hampered by lack of data available attributable to internal affairs of some participating companies. With pressure from stakeholders to meet environmental requirements, this work gains importance as it explores the concepts and practices of GSCM that reflects on the environmental commitment of the organizations.

Key words: Green supply chain management. Electronic waste. Environmental management system. White goods.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA TEÓRICA ABORDADA 20
FIGURA 2 - CADEIA DE FORNECIMENTO TRADICIONAL 22
FIGURA 3 - ESTRUTURA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS 23
FIGURA 4 - UM MODELO DO GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS 24
FIGURA 5 - CLASSIFICAÇÃO DO GSCM 30
FIGURA 6 - PRÁTICAS GSCM CONSIDERADAS NESTE ESTUDO 32
FIGURA 7 - O FLUXO DOS MATERIAIS 35
FIGURA 8 - ESTRATÉGIAS DE COMPRA VERDE 37
FIGURA 9 - INTEGRANDO GESTÃO AMBIENTAL NAS ATIVIDADES PRODUTIVAS 41
FIGURA 10 - ESPIRAL DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL 45
FIGURA 11 - FLUXO DE RETORNO DE MATERIAL NO CONTEXTO DA LOGÍSTICA REVERSA 51
FIGURA 12 - PERCURSO REVERSO PARA OS BENS DE PÓS-CONSUMO E OS BENS DE PÓS-VENDA 52
FIGURA 13 - MODELO QUE RESUME O OBJETO DE ESTUDO 56
FIGURA 14 - CATEGORIAS DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS 58
FIGURA 15 - CICLO DE VIDA DE ELETROELETRÔNICOS 59
FIGURA 16 - DESTINO DADO AOS APARELHOS ELETRODOMÉSTICOS AO FINAL DA PRIMEIRA VIDA ÚTIL 60
FIGURA 17 - LOGÍSTICA REVERSA DOS REEE 62
FIGURA 18 - RECICLADORAS DE REEE ATUANTES NO BRASIL 63
FIGURA 19 - ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE REEE 64
FIGURA 20 - FRAÇÕES TÍPICAS DE MATERIAIS PRESENTES EM REEE 69
FIGURA 21 - ESTRUTURA DA PNRS 71
FIGURA 22 - HIERARQUIA DE RESÍDUOS SEGUNDO PNRS (2010) 72
FIGURA 23 - CAMINHO QUE O PRODUTO SEGUE HOJE E APÓS ESTABELECIMENTO DA PNRS 73
FIGURA 24 - FLUXO DO ACORDO SETORIAL 75
FIGURA 25 - MODELO DE PESQUISA PARA A CONDUÇÃO DE ESTUDOS DE CASO 85
FIGURA 26 - CONSTRUCTOS E VARIÁVEIS DE PRÁTICAS GSCM PARA ROTEIRO DE PESQUISA 86
FIGURA 27 - COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR 101
FIGURA 28 - INVESTIMENTOS DA WHIRLPOOL EM SUSTENTABILIDADE NO ANO DE 2012 122

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PERFIL DAS EMPRESAS PARTICIPANTES 91
GRÁFICO 2 - PERFIL DOS RESPONDENTES 92
GRÁFICO 3 – ECO DESIGN 108
GRÁFICO 4 - ANÁLISE DO CICLO DE VIDA 111
GRÁFICO 5 - IMPACTO NO CICLO DE VIDA 112
GRÁFICO 6 - CUSTO NO CICLO DE VIDA 113
GRÁFICO 7 - PRÁTICAS GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT 127
GRÁFICO 8 - PRÁTICAS GSCM ENTRE EMPRESAS PARTICIPANTES MULTINACIONAIS E NACIONAIS 128
GRÁFICO 9 - PRÁTICAS GSCM ENTRE EMPRESAS PARTICIPANTES 131

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - PENETRAÇÃO DE EEE EM DOMICÍLIOS BRASILEIROS DE 2006 A 2012 18
QUADRO 2 - LISTA DE ITENS NA AVALIAÇÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS GSCM 31
QUADRO 3 - LISTA DE ITENS PARA AVALIAÇÃO DE RESULTADOS NO DESEMPENHO . 31
QUADRO 4 - INICIATIVAS DE COMPRAS VERDES NO MUNDO 39
QUADRO 5 - ABORDAGEM TEÓRICA E AUTORES RELACIONADOS 55
QUADRO 6 - PRESENÇA DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS EM REEE 68
QUADRO 7 - PRINCIPAIS ARTIGOS PESQUISADOS 82
QUADRO 8 - SITUAÇÕES RELEVANTES PARA DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE PESQUISA 83
QUADRO 9 - RECOMENDAÇÕES DE PESQUISA POR MEIO DA METODOLOGIA ESTUDO DE CASO 84
QUADRO 10 - FABRICANTES DE ELETROELETRÔNICOS DO SEGMENTO DA LINHA BRANCA ASSOCIADAS À ELETROS 88
QUADRO 11 - GESTÃO DE RESÍDUOS (PESO TOTAL POR TIPO E MÉTODO DE DISPOSIÇÃO – EM TONELADAS) 112
QUADRO 12 - DESEMPENHO AMBIENTAL DAS EMPRESAS PARTICIPANTES 119
QUADRO 13 - DESEMPENHO AMBIENTAL DA ELECTROLUX 120
QUADRO 14 - DESEMPENHO AMBIENTAL DA WHIRLPOOL 121
QUADRO 15 - DESEMPENHO AMBIENTAL DA MUELLER 123
QUADRO 16 - DESEMPENHO AMBIENTAL DA ELGIN 124

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - EXPORTAÇÃO DE RESÍDUOS A PARTIR DO BRASIL (EM TONELADAS)..... 63
TABELA 2 - RENDA PER CAPITA E GERAÇÃO DE WEEE 65
TABELA 3 - QUANTIDADES COLETADAS E TRATADAS (EM %) DA GERAÇÃO DE REEE NO ANO DE 2005 NA EUROPA (EU27) 65
TABELA 4 – GESTÃO AMBIENTAL INTERNA 94
TABELA 5 – LOGÍSTICA REVERSA..... 98
TABELA 6 – COMPRA VERDE..... 104
TABELA 7 – GESTÃO DE RESÍDUOS 114
TABELA 8 – FABRICAÇÃO VERDE E REMANUFATURA 116
TABELA 9 - PRÁTICAS GSCM ENTRE EMPRESAS PARTICIPANTES QUE POSSUEM E NÃO ISO 14001 129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI - Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

ABNT - Associação Brasileira de Normas e Técnicas

ABRASA - Associação Brasileira de Serviço em Eletroeletrônicos

ACV - Análise de Ciclo de Vida

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem

CFCs - Cloro-Fluor-Carbonos

CLSC - Closed-loop Supply Chains

EEE - Eletroeletrônicos

EIA - Estudos de Impacto Ambiental

GSCM - Green Supply Chain Management

GTD - Geração, Transmissão e Distribuição

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICA - Indicador de Condição Ambiental

IDG - Indicadores de Desempenho Gerencial

IDO - Indicadores de Desempenho Operacional

IPI - Imposto Sobre Produtos Industrializados

IPP - Índice de Preços ao Produtor

ISO - International Organization for Standardization

LCA - Life Cycle Assessment/Analysis

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

REEE - Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

RIMA - Relatórios de Impacto sobre o Meio Ambiente

ROHS - Restriction on the use of Hazardous Substances

SC - Supply Chain

SCM - Supply Chain management

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

SSCM - Sustainable Supply Chain Management

TBL - Triple Bottom Line

WEEE - Waste Electrical and Electronic Equipment

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15

1.1 Justificativa e Formulação das questões de pesquisa 16

1.2 Objetivos 19

1.3 Delimitações 19

2. A INCORPORAÇÃO DA VARIÁVEL AMBIENTAL AO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT 21

2.1 Gestão da cadeia de suprimento 21

2.1.1 Gestão da cadeia de suprimentos sustentáveis 25

2.1.2 SSCM e GSCM: ponderando os conceitos 27

3. O GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT 28

3.1 Práticas do green supply chain management 29

3.1.1 Ecodesign 33

3.1.1.1 Análise de Ciclo de Vida 34

3.1.2 Compra verde 36

3.1.3 Sistema de Gestão Ambiental 40

3.1.3.1 Sistema de Gestão Ambiental baseado na NBR ISO 14001 43

3.1.4 Gestão de resíduos 45

3.1.5 Fabricação verde e remanufatura 48

3.1.6 Logística Reversa 50

3.1.7 Desempenho ambiental 52

3.2 Síntese das abordagens teóricas e escopo da pesquisa 54

4. CADEIA DE ELETROELETRÔNICOS 57

4.1 Ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos (EEE) 57

4.2 Os resíduos eletroeletrônicos 66

4.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos 70

4.3.1 Acordo Setorial 74

4.4 Especificidades da linha branca 79

5. METODOLOGIA 81

5.1 Justificativa para escolha do método 83

5.2 Estrutura da pesquisa 85

5.3 Objetos de estudo 87

5.4 Coleta de dados 89

6. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS 91

6.1 Perfil das empresas participantes da pesquisa 91

6.2 Perfil dos respondentes da pesquisa 92

6.3 Práticas GSCM 93

6.3.1 Gestão ambiental interna 93

6.3.2 Logística reversa 97

6.3.3 Compra verde 103

6.3.4 Ecodesign 107

6.3.5 Análise do ciclo de vida 110

6.3.6 Gestão de Resíduos 114

6.3.7 Fabricação verde e remanufatura 115

6.3.8 Desempenho ambiental 118

6.4 Motivadores e obstáculos na adoção de práticas ambientais 125

6.5 Comparando o grau de adoção das práticas de GSCM 126

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 132

REFERÊNCIAS 135

APÊNDICE A 146

APÊNDICE B 148

1 INTRODUÇÃO

A exacerbada degradação do meio ambiente, o aumento da consciência dos consumidores na exigência de produtos que não afetem o meio ambiente, a crescente atividade regulamentadora e a nova estrutura econômica são alguns dos motivos para o crescimento da necessidade de implementação de sistemas de gestão ambiental nas organizações (OLIVEIRA; PINHEIRO, 2009).

Esta nova fase ambiental revela diferentes desafios para as empresas em todo o mundo, como o desenvolvimento de arranjos que harmonizem o crescimento industrial e a proteção do ambiente (BEAMON, 1999).

Uma alternativa estratégica que poderá recondicionar a competitividade no setor industrial, e encorajar os concorrentes das empresas que adotam práticas ambientais a se desenvolverem é a adoção de cadeia de suprimentos (ZHOU, 2009). A participação de empresas em cadeias de suprimentos e a incorporação da sustentabilidade em sua gestão são iniciativas que estão sendo utilizadas por diferentes organizações, de diversos segmentos empresariais, com o objetivo de alcançarem vantagem competitiva diante de seus concorrentes e consequentemente conquistarem longevidade no mercado em que atuam (CHRISTOPHER, 2009).

Da mesma forma, para Savitz (2007), no contexto atual abraçar a sustentabilidade surge como alternativa de sucesso no meio empresarial. Neste sentido, Elkington (1999) ao reconhecer que empresas consomem não só recursos financeiros, mas também ambientais e sociais, para exercer suas atividades, desenvolveu a "teoria dos três pilares" (*triple bottom line* – TBL), teoria que defende o desenvolvimento econômico, justiça ambiental e inserção social como fatores igualmente relevantes para a compreensão da sustentabilidade.

As empresas estão em uma interação contínua com a sociedade, consequentemente, fabricantes compartilham a responsabilidade por produtos do berço ao túmulo junto com fornecedores, consumidores e todos os outros atores na cadeia de ciclo de vida do produto. Os fabricantes, fornecedores, usuários e recicladores de produtos, todos possuem um papel a desempenhar para minimizar os efeitos ambientais negativos dos produtos e das emissões. Compartilhar a responsabilidade pelos efeitos ambientais acarreta o uso mais eficiente de recursos e produtos, além de tecnologias mais limpas, melhores relações entre empresas e comunidades e opções de consumo responsáveis (TSOULFAS; PAPPIS, 2006).

A busca de soluções para os problemas ambientais exige, então, que empresários assumam uma nova postura, passando a considerar o meio ambiente em suas decisões. Essa atitude não é apenas fruto do despertar de consciência, mas principalmente, das pressões exercidas pelos governos, pela sociedade e pelo mercado, reciprocamente. Os aspectos ambientais consistem nos "elementos das atividades, produtos e serviços de uma organização que podem interagir com o meio ambiente", já os impactos correspondem a "qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização" (NBR ISO 14001, 2004).

A manutenção organizacional no caminho sustentável passa pela inclusão do propósito da sustentabilidade à SCM. E neste contexto de gradativa demanda sobre sustentabilidade em vínculos interorganizacionais que surgem, desde a década de 1990, termos que integram preocupações ambientais e/ou sociais à cadeia de suprimentos, porém com diferentes escopos, tais quais: gestão da cadeia de suprimento verde (*green supply chain management*, GSCM) (VACHON, S.; KLASSEN, R.D., 2006; SRIVASTAVA, 2007; ZHU et al., 2008; SARKIS et al., 2012); cadeias de suprimento de ciclo fechado (*closed-loop supply chains*, CLSC) (BEAMON, 1999; TSOULFAS; PAPPIS, 2006) e gestão da cadeia de suprimento sustentável (sustainable supply chain management, SSCM) (SEURING; MULLER, 2008).

O *Green Supply Chain Management* está sendo adotado pela indústria em diferentes partes do mundo, embora não de uma maneira muito visível. A extensão e o modo de aplicação do GSCM variam de forma significativa (Rao, 2002). Como resultado, o conceito foi cativado por muitos pesquisadores que buscam identificar a estratégia e metodologia para melhorar a prática GSCM (RAO; HOLT, 2005; LEE, 2008; MAHMOOD; RAHMAN; DEROS, 2011).

1.1 Justificativa e formulação das questões de pesquisa

Com a crescente competição global e o aumento do interesse por questões ambientais, empresas estão cada vez mais dispostas, não só em oferecer alta qualidade e produtos inovadores com preços competitivos, mas também em desenvolver as cadeias de fornecimento que sejam sustentáveis a longo prazo (GUPTA; DESAI, 2011).

Como as empresas tentam se mover em direção à sustentabilidade ambiental, a gestão deve estender seus esforços para melhorar as práticas ambientais em toda a sua cadeia de

suprimento. O interesse acadêmico e empresarial na gestão da cadeia de fornecimento sustentável têm aumentado consideravelmente nos últimos anos (SEURING; MULLER, 2008). Porém, a literatura que define *green supply chain management* (GSCM) ainda está no estágio introdutório (LEE, KIM E CHOI, 2012).

Os autores ainda asseguram que estudos sobre GSCM no desenvolvimento de medidas adequadas sobre as práticas GSCM e desempenho organizacional estão na fase inicial. Portanto, na visão de Lee, Kim e Choi (2012), estudos acadêmicos devem fornecer ferramentas de diagnóstico ou uma lista de verificação para ajudar as empresas a identificar seus problemas e criar soluções nas áreas de gestão ambiental.

Assim como os autores citados retratam a escassez do conceito GSCM na literatura internacional, Jabbour A. e Jabbour C. (2009), afirmam que a literatura brasileira apresenta um vazio teórico-empírico na área de estudo de *Green Supply Chain Management*. Acrescentando, Jabbour et al. (2013) afirmam que pesquisas encontradas em revistas nacionais são predominantemente teóricas, como a de Dias et al. (2012) e Brito e Berardi (2010), deixando a oportunidade de encaminhamento de estudos empíricos, principalmente na discussão de como se adotar práticas GSCM.

Entretanto, este projeto de pesquisa destina-se a contribuir para o desenvolvimento, propagação dos conceitos do *Green Supply Chain Management* no Brasil, e também como fonte de consulta e referência para demais pesquisas nas áreas da sustentabilidade, Supply Chain Management (SCM) e principalmente, do Green Supply Chain Management (GSCM).

Como GSCM está desempenhando um papel cada vez mais importante na manutenção de vantagem competitiva (RAO; HOLT, 2005; TESTA; IRALDO, 2010), as empresas devem investigar seriamente como alavancar práticas GSCM para propiciar melhorias operacionais e relacionais eficientes, e eventualmente, ganhar maior competitividade no mercado global (LEE; KIM; CHOI, 2012).

Os apelos para a incorporação da variável ambiental na formulação de estratégicas no meio empresarial decorrem da percepção de que, em um futuro breve, os negócios poluidores perderão competitividade e o comprometimento ambiental será um limitador das atividades econômicas (BARBIERI, 2007). Essa perspectiva pode parecer ameaçadora, mas várias empresas já perceberam a preocupação com o meio ambiente como uma oportunidade de fortalecimento dos negócios, inclusive o setor eletroeletrônico.

O setor eletroeletrônico revela-se um importante segmento da indústria nacional, responsável pela fabricação de bens de consumo duráveis por empresas de capital intensivo, gerando produtos de alto valor agregado. Segundo a ABINEE (2014), a indústria brasileira de

eletroeletrônico reúne cerca de 4.000 empresas, sendo 80% delas de pequeno porte com menos de 100 colaboradores. O setor eletroeletrônico representa 3,3% do PIB Brasileiro e o número de empregados no final de 2013 foi de 178 mil registrados. Para 2014, o faturamento deverá crescer 5% na comparação com 2013.

Tratando-se do crescimento na área de utilidades domésticas, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostra o aumento da presença de produtos eletroeletrônicos e eletrodomésticos nos lares brasileiros, através da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), divulgada em 2012. A amostragem contempla produtos da linha branca, áudio e vídeo (linha marrom) presentes em milhões de domicílios permanentes, como pode ser observado no quadro abaixo.

Produto	2006		2007		2008		2009		2011		2012	
Fogões	53.348 milhões	99,9%	55.282 milhões	99,9%	56.541 milhões	98,2%	57.638 milhões	98,4%	60.447 milhões	98,8%	62.063 milhões	98,75%
Televisores	50.800 milhões	95,2%	53.218 milhões	96,2%	54.753 milhões	95,1%	56.043 milhões	95,7%	59.381 milhões	96.9%	61.092 milhões	97,20%
Refrigeradores	48.711 milhões	91%	51.158 milhões	92,4%	52.989 milhões	92,1%	54.716 milhões	93,4%	58.690 milhões	95.8%	60.744 milhões	96,65%
Rádio	47.987 milhões	89,9%	49.641 milhões	89,7%	51.173 milhões	88,9%	51.466 milhões	87,9%	51.135 milhões	83.4%	50.821 milhões	80,86%
Máquinas de lavar	20.942 milhões	39,3%	22.259 milhões	40,2%	23.899 milhões	41,5%	25.968 milhões	44,3%	31.250 milhões	51.0%	34.654 milhões	55,14%
Freezer	8.980 milhões	16%	9.188 milhões	16,6%	9.236 milhões	16%	8.919 milhões	15,2%	10.077 milhões	16.4%	10.460 milhões	16,66%

Quadro 1 - Penetração de EEE em domicílios brasileiros de 2006 a 2012
Fonte: IBGE – PNAD, 2012

Porém os impactos ambientais provocados por resíduos eletroeletrônicos têm preocupado a sociedade, empresários e ambientalistas tão intensamente que tais resíduos integram o roteiro da Política Nacional de Resíduos Sólidos. A Lei 12.305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos aponta em sua elaboração a logística reversa e responsabilidade compartilhada, que cabe também ao setor produtivo de eletroeletrônico (KOBAL et al., 2013).

Portanto, esta pesquisa se justifica diante das novas exigências de mercado, além da necessidade do cumprimento dos requisitos legais e adoção de boas práticas relacionadas ao gerenciamento da cadeia de suprimentos e gestão ambiental. E neste cenário formula-se a principal questão que norteia este estudo:

Quais as práticas *green supply chain management* adotadas por empresas focais do setor eletroeletrônico da linha branca?

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é **analisar quais as práticas do *green supply chain management que* são adotadas em empresas focais do setor eletroeletrônico da linha branca.**

De forma a atender ao objetivo geral descrito acima, os seguintes objetivos específicos foram determinados:

a) levantar as práticas GSCM mais disseminadas no setor;
b) examinar a motivação destas empresas focais do setor eletroeletrônico na adoção de práticas GSCM;
c) compreender como estas práticas se traduzem no desempenho da empresa e analisar quais os resultados percebidos nesse processo;
d) identificar se sistemas de gestão ambiental, como a NBR ISO 14001, auxiliam na implementação de melhorias ambientais;
e) verificar quais as causas e como são tratadas as dificuldades de implementação de práticas GSCM nas empresas focais do setor eletroeletrônico.

1.3 Delimitações

O estudo está compreendido na discussão sobre práticas *green supply chain management*, tendo como foco de pesquisa a análise de como tais práticas GSCM estão sendo adotadas pelas empresas focais do setor eletroeletrônico, buscando compreender a importância da adoção de práticas GSCM, além das motivações e dificuldades na adoção destas práticas.

Com o propósito de orientar o estudo na compreensão dos diversos aspectos da sua estrutura, seguem algumas delimitações teóricas desta dissertação. A estrutura teórica abordada nesta dissertação pode ser visualizada na Figura 1. Os conceitos que se encontram em destaque foram desenvolvidos na linha teórica para auxiliar na limitação do escopo do estudo e na transmissão da importância do tópico de pesquisa.

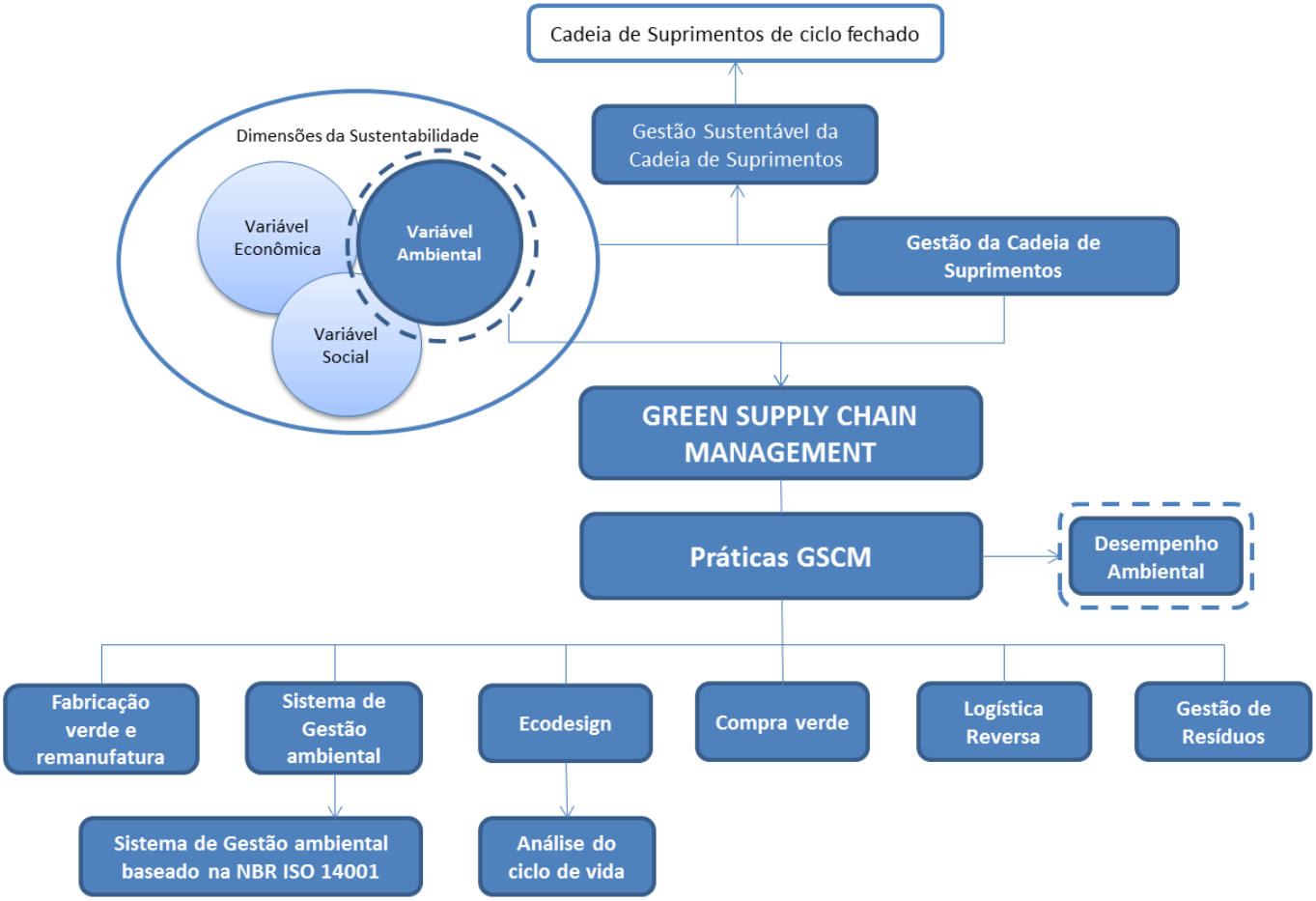


Figura 1 - Estrutura teórica abordada
Fonte: Autor, 2014

Esta pesquisa abrange apenas empresas pertencentes à cadeia de suprimentos de eletroeletrônicos da linha branca, de modo a facilitar a compreensão e contextualização dos resultados obtidos. O estudo de um único setor pertencente à cadeia de suprimentos permite uma maior especificidade no detalhamento e levantamentos dos tipos de atividades de integração estão em andamento, limitando potencialmente a generalização externa (VACHON; KLASSEN, 2008).

O estudo baseou-se em informações públicas do setor e das empresas focais, além de entrevistas estruturadas, questionários semiabertos e observações diretas. No tocante à delimitação temporal, buscou-se analisar o estado das empresas focais eletroeletrônicas em seu período mais recente.

2 A INCORPORAÇÃO DA VARIÁVEL AMBIENTAL AO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

As modificações na conscientização ambiental ocorridas nos últimos anos também têm influenciado o SCM, a partir de requerimentos legais e pressões dos clientes, necessidade do gerenciamento dos resíduos, reuso de materiais e embalagem, recuperação de produtos, alterações projetos de produtos, dentre outros (TAYUR et al., 2003). De acordo com Zhu et al., (2005), as organizações e os pesquisadores começaram a perceber que a gestão ambiental não termina nos limites da organização. Neste sentido, nos subcapítulos a seguir serão descritos o termo gestão de cadeia de suprimentos (*supply chain managenment* – SCM) e a inclusão da variável ambiental em seu contexto, abordando ainda o conceito de cadeia de suprimento sustentável (*sustainable supply chain management*, SSCM), *green supply chain management* – GSCM e suas práticas.

2.1 Gestão da cadeia de suprimento

A estrutura denominada cadeia de suprimentos, conhecida internacionalmente como Supply Chain (SC), é formada quando um grupo de empresas se une para facilitar o processo de fabricação, melhorando o abastecimento de uma linha de produção direta ou indiretamente. O objetivo dessa formação é baixar custos e assim melhorar o preço do produto final, visando alcançar maior competitividade no mercado consumidor. A SC refere-se a todas as atividades associadas à transformação e ao fluxo de bens e serviços, incluindo seus fluxos de informação, desde as fontes dos materiais até os usuários finais (BOWERSOX; CLOSS, 2007).

A Supply Chain é geralmente definida como um caminho linear de único sentido, que integra todas as atividades associadas ao fluxo e transformação de produtos, desde a extração de sua matéria-prima, passando pelo usuário final e seu descarte (BEAMON, 1999; SEURING et al., 2008).

Segundo Chopra e Meindl (2011), uma cadeia de suprimentos consiste em todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente, em atender as requisições dos clientes. A cadeia de suprimentos inclui, além dos fabricantes e fornecedores, transportadoras, empresas de

armazenagem, varejistas e consumidores. A participação em cadeia de suprimentos surgiu como opção para as organizações enfrentarem com mais eficiência o mercado altamente competitivo e, desta forma, criar e entregar valor para seus clientes (CHRISTOPHER, 2009).

De acordo com Beamon (1999) a cadeia de fornecimento tradicional é definida como um processo de produção integrada na qual matéria-prima é fabricada em produtos finais, em seguida, entregues aos clientes (via de distribuição, varejo, ou ambos). A figura 2 abaixo ilustra a estrutura da cadeia de suprimentos tradicional.

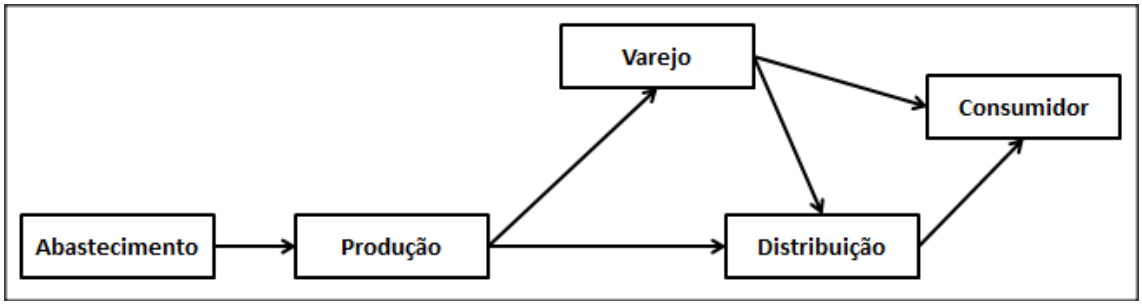


Figura 2 - Cadeia de fornecimento tradicional
Fonte: Autor "adaptado de" Beamon, 1999

A expressão Supply Chain Management (SCM) ou Gestão da Cadeia de Suprimentos foi utilizada pela primeira vez em 1982 pela empresa Booz, Allen & Hamilton em um artigo publicado na revista Financial Times (HECKMANN; SHORTEN; ENGEL, 2003).

O termo apareceu de fato em 1982, mas só começou a ser utilizado no meio acadêmico pouco antes de 1990, sendo que a definição de uma cadeia de suprimentos é feita a partir de uma empresa focal, também chamada de "empresa-mãe". Assim, a cadeia é definida através dos relacionamentos de todas as organizações com as quais a empresa-mãe interage: de um lado os canais de fornecimento e de outro os canais de distribuição e clientes (LAMBERT, COOPER; PAGH; 1998), conforme apresentado na Figura 3.

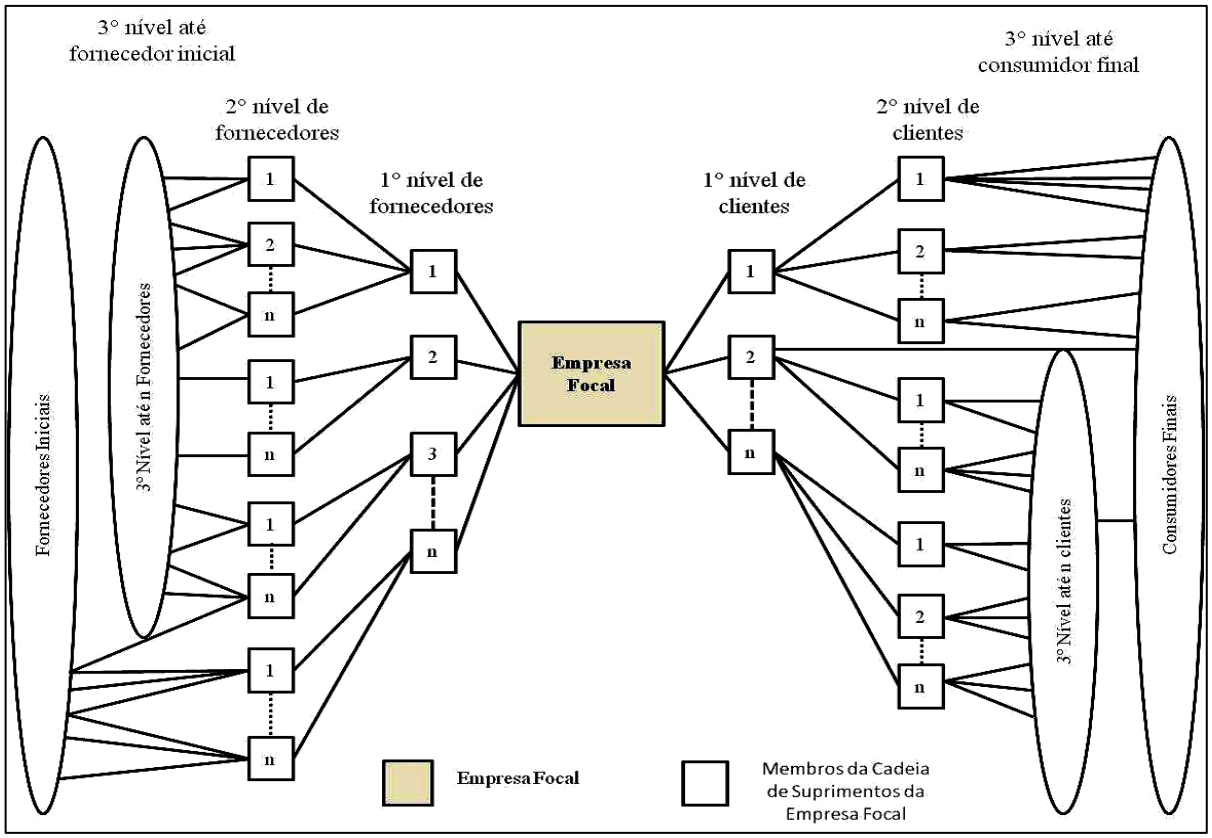


Figura 3 - Estrutura da cadeia de suprimentos
Fonte: Autor "adaptado de" Lambert; Cooper; Pagh, 1998

A cadeia de suprimento tradicional é uma sequência de processos e fluxos que ocorrem em diferentes estágios e entre eles, e se combinam para atender à necessidade de um cliente por um produto (CHOPRA; MEINDL, 2011).

Christopher (2009) reforça a visão de Chopra e Meindl (2011) ao afirmar que a cadeia de suprimentos é a rede de organizações envolvidas, por meio de vínculos a montante e a jusante, nos diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços destinados ao consumidor final.

Segundo Christopher (2009) o gerenciamento cadeia de suprimentos apoia-se na estrutura logística quanto à orientação e planejamento procurando criar um plano único para o fluxo de produtos e de informação ao longo de um negócio, mas também procura criar vínculos e coordenação entre os processos de outras organizações existentes no canal, isto é, fornecedores e clientes, e a própria organização.

Ampliando o conceito, sugeriu-se que a cadeia de suprimentos poderia ser definida com mais precisão como uma rede de organizações conectadas e interdependentes, trabalhando conjuntamente, em regime de cooperação mútua, para controlar, gerenciar e aperfeiçoar o fluxo de matérias-primas e informação dos fornecedores para os clientes finais,

gerando mais valor ao cliente a um custo menor para a cadeia de suprimentos como um todo (CHRISTOPHER, 2009).

Mentzer et al.(2001) propõem uma definição mais abrangente sobre o gerenciamento da cadeia de suprimentos, representado pela Figura 4. Para o autor, o gerenciamento da cadeia de suprimentos é definido como a coordenação estratégica sistemática das tradicionais funções de negócios e das táticas ao longo dessas funções de negócios no âmbito de uma determinada empresa e ao longo dos negócios no âmbito da cadeia de suprimentos, com o objetivo de aperfeiçoar o desempenho a longo prazo das empresas isoladamente e da cadeia de suprimentos como um todo.

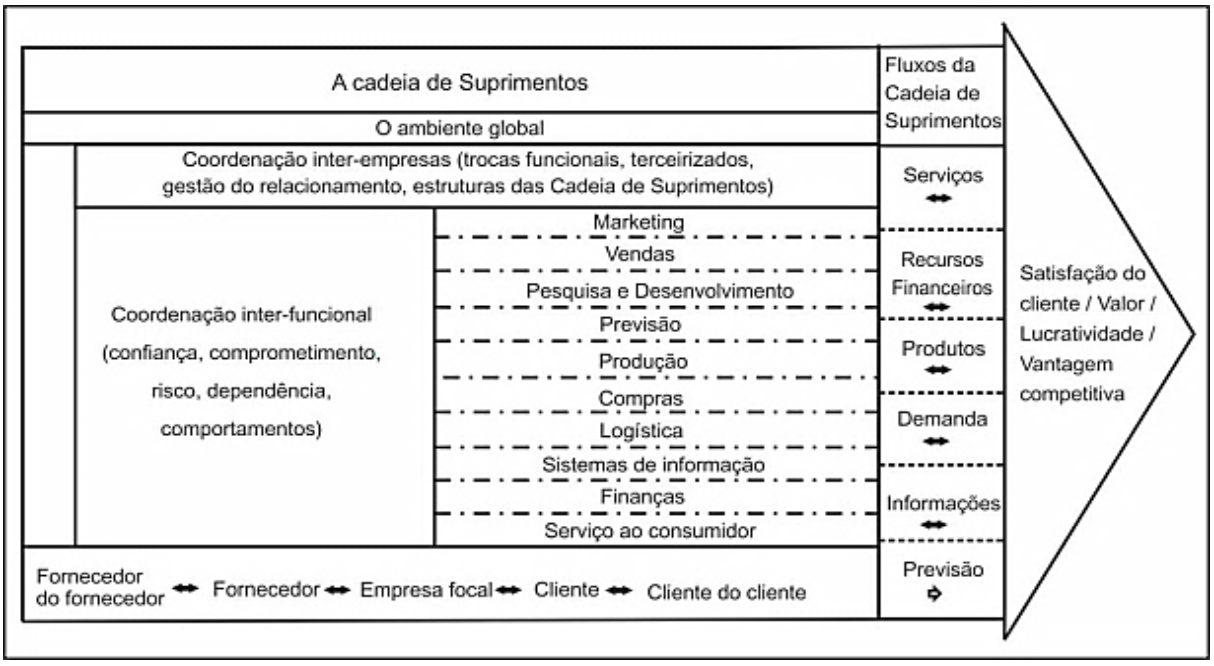


Figura 4 - Um modelo do gerenciamento da cadeia de suprimentos
Fonte: Mentzer et al., 2001

Já Cooper et al. (1997) e Lambert et al. (1998) definem o gerenciamento da cadeia de suprimentos como a integração de processos de negócios, desde o consumidor final até os fornecedores originais, que provêm produtos, serviços e informações que adicionam valor aos consumidores.

Segundo Slack (2009), nenhuma operação produtiva existe isoladamente. Todas as operações fazem parte de uma rede maior, que inclui fornecedores e clientes numa cadeia total de suprimentos. Inclui também fornecedores dos fornecedores e clientes dos clientes. Esta afirmação do autor possui uma ampla abordagem e sugere que essa relação para a operação produtiva acontece desde a extração de matéria-prima até a chegada ao cliente final.

2.1.1 Gestão da cadeia de suprimentos sustentável

Com a crescente demanda para integrar conceitos do tema sustentabilidade na gestão da cadeia de suprimentos, percebe-se uma aproximação de aspectos ambientais e sociais na gestão operacional da cadeia (BRITO; BERARDI, 2010). Surge, assim, o conceito de *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM), ou gestão da cadeia de suprimentos sustentável. A SSCM pode ser conceituada como a gestão dos fluxos de informação, material e capital, bem como a cooperação entre empresas ao longo da cadeia de suprimentos, tendo objetivos das três dimensões do desenvolvimento sustentável (econômica, ambiental e social), levando em consideração que são derivados das necessidades dos clientes e das partes interessadas (BRITO; BERARDI, 2010).

Com relação às pressões ambientais e sociais impostas sobre as empresas, não são de responsabilidade exclusiva de uma organização, mas sim de todos os membros que compõem sua cadeia de suprimentos, pois todos precisam estar envolvidos no atendimento de uma cadeia de suprimentos sustentável que busca satisfazer as necessidades de seus clientes (SEURING et al., 2008). Buscar uma vantagem competitiva sustentável tem sido a preocupação de todo administrador que esteja consciente das realidades do mercado. Em uma sociedade que está cada vez mais se voltando para a sustentabilidade, as empresas que forem capazes de aproveitar e tirar vantagem do conhecimento, e tiverem capacidade de resolução de problemas junto com seus parceiros de cadeia, terão vantagem competitiva mais expressiva (YOUNG A.; YOUNG K., 2001).

Neste sentido, a capacidade de produção mundial precisa ser mais eficiente na utilização dos recursos humanos e naturais com o propósito de contribuir para um desenvolvimento social e ambiental. Assim, as indústrias estão sendo desafiadas a reorganizar suas cadeias de suprimentos ao mesmo tempo em que preservam o meio ambiente e respeitam as comunidades locais. Uma das consequências resultantes do interesse com o desenvolvimento sustentável é a maior preocupação de diferentes *stakeholders* com as práticas produtivas das organizações (VACHON; MAO, 2008).

Em cadeias de suprimentos sustentáveis, critérios ambientais e sociais precisam ser cumpridos pelos membros da cadeia para que estes se mantenham como membros, pois se espera que a competitividade seja mantida ao satisfazer as necessidades de seus clientes e o critério econômico seja cumprido (SEURING et al., 2008).

Corrêa (2010) explica que, uma cadeia de suprimento sustentável "visa garantir que o atendimento de necessidades correntes pela rede não comprometa o atendimento, pelas gerações futuras, das suas necessidades". E como parte do esforço de criar redes de suprimento mais sustentáveis, são estabelecidos fluxos de logística reversa nessas redes, cujas opções associadas a esses fluxos reversos são a reutilização, a reforma, a reciclagem, a coleta, o desmonte, o descarte, entre outras. E um desafio-chave para as organizações é a compreensão do impacto que a sustentabilidade possui para *stakeholders* externos e internos. Assim, as organizações que desejarem melhorar a sustentabilidade de sua cadeia de suprimentos precisarão se tornar mais proativas, passando a monitorar seus fornecedores ao longo de um conjunto de funções de negócio (KEATING et al., 2008).

Na revisão de literatura feita por Seuring et al. (2008) após analisarem 191 artigos sobre gestão da cadeia de suprimentos sustentável no período de 1994 a 2007, tendo como foco três categorias: ambiental, social e ambas, em que buscavam identificar as diferentes pressões ou motivadores para a sustentabilidade na cadeia de suprimentos, os autores constataram como questões norteadoras dos trabalhos duas estratégias, o enfoque na performance econômica ou no desejo de buscar um produto sustentável.

Já Vachon e Klassen (2006) examinaram os antecedentes de práticas ecológicas em 84 plantas norte-americanas e verificaram que a integração tecnológica entre clientes e fornecedores está relacionada positivamente com a colaboração e o monitoramento ambiental. Esse estudo também concluiu que uma maior integração na cadeia de suprimentos pode favorecer a gestão ambiental das empresas. Tais relatos deixam aparente que a cadeia de suprimentos pode proporcionar oportunidades importantes para o desenvolvimento de negócios alinhados com a sustentabilidade.

Para que as organizações se tornarem e permaneçam ambientalmente competitivas devem alargar sua cadeia de suprimentos tradicional, adicionando as práticas sustentáveis dentro de seus processos produtivos, além de indicadores de desempenho (BEAMON, 1999). Os impactos dos processos de produção no meio ambiente podem ocorrer de três maneiras distintas: pelos resíduos (todas as formas), pelo uso de energia e pelo uso de recursos naturais (consumo de matéria-prima). Para atingir a Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos as organizações devem seguir os princípios básicos da gestão ambiental, como exemplo da norma ISO 14000 (BEAMON, 1999). Sob a perspectiva ambiental, a cadeia de suprimento se operacionaliza com a adoção do conceito do ciclo de vida do produto, segundo Barbieri, Cajazeira e Branchini (2009), é necessário identificar e quantificar os impactos ambientais ao longo da cadeia, ou seja, além de considerar as etapas envolvidas no processo de produção,

distribuição e uso, considerar também as etapas dos fluxos reversos associados à recuperação de materiais processados ou usados para reaproveitá-los novamente. Sendo necessária uma maior cooperação entre as empresas parceiras na gestão da cadeia de suprimentos sustentável (SEURING; MÜLLER, 2008).

2.1.2 SSCM e GSCM: ponderando os conceitos

As abordagens que sustentam temas ambientais no vínculo entre as organizações têm sua origem na concentração dos campos de pesquisa em gestão ambiental e SCM (SRIVASTAVA, 2007) e os conteúdos associados à incorporação de aspectos ambientais à SCM apresentam limites indefinidos, fortemente ligados aos interesses dos pesquisadores que o examinam (ZHU; SARKIS, 2004; VACHON; KLASSEN, 2006; SRIVASTAVA, 2007).

Sustainable Supply Chain Management (SSCM) - gestão da cadeia de suprimentos sustentável, corresponde ao gerenciamento dos fluxos de material, informação e capital, bem como, da cooperação entre as empresas que compõem a cadeia, ao mesmo tempo em que considera os objetivos relacionados as dimensões econômica, social e ambiental da sustentabilidade, os quais são resultantes das exigências de seus clientes e *stakeholders* (SEURING et al., 2008).

O *green supply chain management* é definido de forma genérica como a integração de preocupações ambientais à SCM (ZHU et al., 2008). Para Zhu e Sarkis (2004), o GSCM vai desde o monitoramento reativo de programas de gestão ambiental às práticas mais proativas, tais como a reciclagem, recuperação, reconstrução e logística reversa.

Os termos *sustainable supply chain management* (SSCM) e *green supply chain management* (GSCM) são mencionados em diferentes estudos e pesquisas científicas, porém suas definições, dependendo do autor que as citam, ora configuram-se complementares, ora manifestam-se divergentes.

Portanto, dentre os conceitos apresentados, o GSCM é adotado neste trabalho de pesquisa e configura-se como a integração do pensamento ambiental à SCM, incluindo o design do produto, busca e seleção de materiais, processos produtivos, entrega do produto final aos consumidores e gestão do fim de vida do produto após sua vida útil (SRIVASTAVA, 2007).

3 O GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Segundo Beamon (1999) o *Green Supply Chain Management* teve sua origem devido à necessidade de limitação no descarte de resíduos sólidos, no uso consciente dos recursos naturais, na poluição do ar e da água, pela pressão da legislação cada vez mais rígida, é necessário reorganizar as cadeias de suprimentos para se encontrar um novo modelo de gestão que acate tais condições ambientais, pronunciando a chamada cadeia de suprimentos verde.

Para An et.al. (2008) o conceito de GSCM foi um adicionamento de consciência ambiental na gestão da cadeia de suprimento e foi introduzido no final de muitos processos de fabricação.

O *green supply chain management* é definido de forma genérica como a integração de preocupações ambientais à SCM (ZHU et al., 2008). No mesmo sentido, também pode ser descrita como a associação de preocupações ambientais nas práticas interorganizacionais da SCM, incluindo logística reversa (SARKIS et al., 2011).

Como benefício do GSCM apresentam-se a diminuição de custos operacionais, integração de fornecedores no processo de tomada de decisão, substituição de materiais e matérias-primas, distintas estratégias de compras, redução dos desperdícios e das emissões de gases de efeito estufa, além de melhor aproveitamento de recursos naturais, desenvolvimento de produtos mais eficientes, inovação entre outros (BRITO; BERARDI, 2010).

Os estímulos direcionados para a GSCM têm instigado organizações a adotar em sua cadeia o conceito de *close loop* (ciclo fechado), com mais de um sentido, onde o resgate de valor ao longo de todo ciclo de vida de um produto advêm da operação e controle de diferentes tipos e volumes de retornos ao longo do tempo (BEAMON, 1999).

Sarkis (2003) afirma que a *Green Supply Chain* é um modelo de cadeia de suprimento integrada à ecologia industrial, mais propriamente ao arranjo quase fechado de fluxos de matéria-prima e energia, o que se familiariza melhor aos sistemas produtivos existentes.

Para Brito e Berardi (2010) as empresas necessitam detectar as vantagens, principalmente nos resultados financeiros e operacionais para empregar práticas de GSCM. Entretanto, para Zhu e Cote (2004), a *Green Supply Chain* é projetada para melhorar o desempenho econômico e ambiental, estimulando as relações entre compradores e fornecedores e, para isso, precisa-se acatar o acompanhamento do ciclo de vida dos produtos e processos produtivos, e também aplicar a logística reversa para incorporar valor aos coprodutos e resíduos.

3.1 Práticas do green supply chain management

A implementação da GSCM abrange atividades como guarnição de especificações de design para fornecedores, associadas a aspectos ambientais, auditorias aos sistemas de gestão ambiental de fornecedores, cooperação com fornecedores para ecodesign e manejo de retornos dos produtos devolvidos por consumidores, seja por motivo de defeito ou fim da vida útil do item (VACHON; KLASSEN, 2006; ZHU et al., 2008; SARKIS et al., 2011).

Entretanto, antes de designar práticas ambientais, os membros da cadeia de suprimentos devem conceber de uma dimensão sistêmica, o desempenho ambiental. O fundamento para esta ampla abordagem é a comunicação, que deve acontecer na empresa com fornecedores, consumidores, indústria, competidores e governo (CARTER; ELLRAM, 1998). Os vínculos relacionais formados entre as partes citadas são de substancial importância para uma cadeia de suprimentos abordar, de forma proativa, problemas e questões ambientais (ZSIDISIN; SIFERD, 2001).

Tsoulfas e Pappis (2006) citam algumas boas práticas ambientais, tais como definir especificações ecológicas junto aos fornecedores e indicar as possibilidades de retorno, reutilização e recuperação dos produtos junto aos clientes e consumidores. Esses princípios podem ser utilizados pelas empresas com o intuito de desenvolver cadeias de suprimentos "*green*".

Os autores também mostram exemplos de como a adoção desses princípios no projeto do produto, na embalagem, no transporte, na coleta, na reciclagem e na gestão dos ambientes interno e externo podem melhorar o desempenho ambiental das empresas.

Sarkis (2003) assegura que o conceito de GSCM pode ser ilustrado por parques ecoindustriais, em que as empresas possuam práticas ecológicas, desde a produção de energia até o aproveitamento e reutilização de rejeitos. O autor cita a integração de fornecedores, distribuidores e instalações de recuperação como outro exemplo de iniciativa para o GSCM.

Em uma pesquisa realizada por Srivastava (2007), onde foram considerados aproximadamente 1.500 livros e artigos sobre o GSCM, a literatura existente foi categorizada em três grandes grupos, o primeiro expondo a importância do GSCM (abordando definições de termo e escopo do GSCM e sua importância).

O segundo salientando sobre o *Green design* (consciente no *design ambiental*, ou seja, o ecodesign, considerando a avaliação do ciclo de vida do produto e do processo), por fim, o terceiro realçando sobre as operações verdes (engloba todas as características operacionais

relacionadas com a fabricação verde e remanufatura, logística reversa e gestão de resíduos). Esta classificação pode ser analisada na figura 5 para melhor concepção (SRIVASTAVA, 2007).

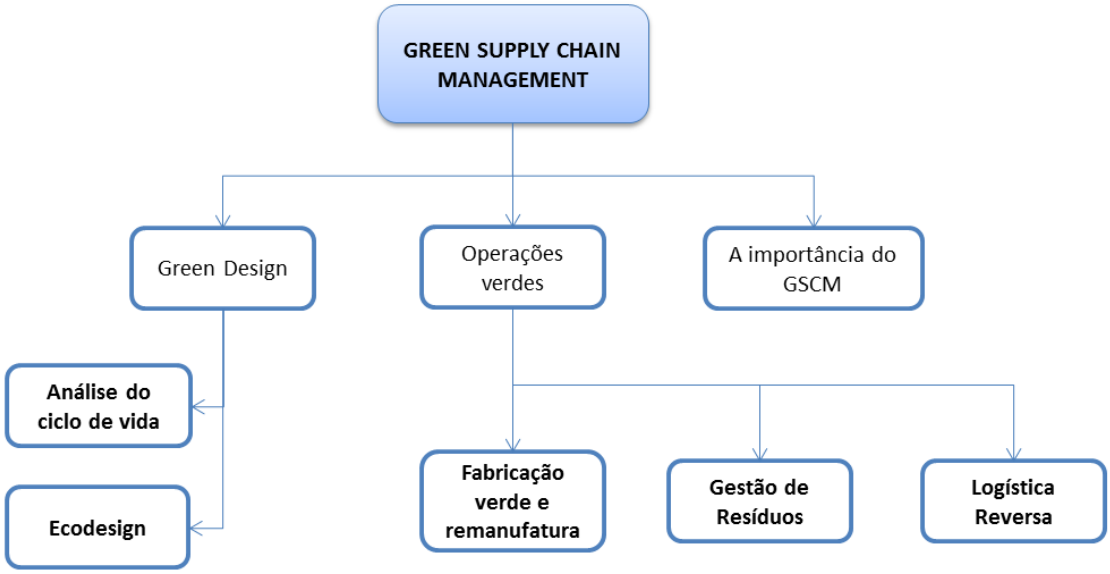


Figura 5 - Classificação do GSCM
Fonte: Autor "adaptado de" Srivastava, 2007

Zhu et al. (2008) validaram os constructos das práticas de GSCM em fabricantes chineses. Inicialmente realizou-se um teste piloto, este foi refinado para melhorar a formulação e significados de alguns itens individuais de avaliação. Subsequentemente, o questionário foi administrado para capturar a implementação de práticas GSCM entre os fabricantes chineses, do qual se obteve uma taxa de retorno de 34,1 %. Os fatores e itens avaliados na implementação de práticas GSCM utilizados na pesquisa de Zhu et al. (2008), são apresentados no quadro 2 e quadro 3. Dois modelos de avaliação na implementação de práticas GSCM foram testados e comparados por meio de análise fatorial confirmatória e os resultados empíricos indicaram que tanto o modelo de primeira ordem para a implementação de práticas GSCM quanto o de segunda, são confiáveis e válidos.

Lista de itens na avaliação para implementação de práticas GSCM	
Fatores	Itens avaliados
Gestão ambiental interna	1. Compromisso de gerentes seniores no GSCM 2. Suporte dos gerentes de nível médio para GSCM 3. Cooperação inter-funcional para melhorias ambientais 4. Gestão ambiental de qualidade total 5. Programas de observância e auditoria ambiental 6. Certificação ISO 14001 7. Existência de Sistemas de Gestão Ambiental
Compra verde	8. Eco rotulagem dos produtos 9. Cooperação com fornecedores para objetivos ambientais 10. A auditoria ambiental para a gestão interna dos fornecedores 11. ISO14001 de Fornecedores 12.Fornecedor de segundo nível possui avaliação prática ambientalmente amigável
Cooperação com clientes	13. Cooperação com os clientes para o projeto ecológico 14. Cooperação com clientes para uma produção mais limpa 15. Cooperação com os clientes para a embalagem verde
Ecodesign	16. Projeto de produtos para consumo reduzido de material/energia 17.Projeto de produtos para a reutilização, reciclagem e recuperação de materiais e componentes 18. Projeto de produtos para evitar e/ou reduzir o uso de produtos perigosos no seu processo de fabricação
Recuperação do investimento	19.Recuperação do investimento (venda) de excesso de estoques/materiais 20. Venda de sucata e materiais utilizados 21. Venda de excesso de bens de capital
A escala de cinco pontos: 1 - não considera; 2 - planejando considerar; 3 - considerando atualmente; 4 - iniciar implementação; 5 - implementação com sucesso	

Quadro 2 - Lista de itens na avaliação para implementação de práticas GSCM
Fonte: Autor "adaptado de" Zhu et al., 2008

Lista de itens para avaliação de resultados no desempenho	
Fatores	Itens avaliados
Desempenho ambiental	1. Redução da emissão de ar 2. Redução de águas residuais 3. Redução de resíduos sólidos 4. Redução do consumo de materiais perigosos/nocivos/tóxicos 5. Diminuição da frequência de acidentes ambientais 6. Melhoria da situação ambiental da empresa
Desempenho econômico	1. Redução de custo na compra de materiais 2. Redução de custos no consumo de energia 3. Diminuição da taxa de tratamento de resíduos 4. Diminuição da taxa de evacuação de resíduos 5. Redução de multa para acidentes ambientais
Desempenho operacional	1. Aumento da quantidade de bens entregues no prazo 2. Redução dos níveis de estoque 3. Redução da taxa de sucata 4. Elevação da qualidade dos produtos 5. Aumento da linha de produtos 6. Melhor utilização da capacidade
A escala de cinco pontos: 1 - não totalmente; 2 - um pouco; 3 - em certo grau; 4 - relativamente significativo; 5 – significativo.	

Quadro 3 - Lista de itens para avaliação de resultados no desempenho
Fonte: Autor "adaptado de" Zhu et al., 2008

A literatura aponta diversas práticas de GSCM, para delimitação do estudo foi escolhida a classificação de Srivastava (2007) e Zhu et al. (2008), portanto, para elaboração deste projeto de pesquisa foram consideradas as seguintes práticas destacadas na figura 6. Conjuntamente foi considerada a prática de avaliação de desempenho, conceito que também foi abordado na pesquisa de Zhu et al. (2008).

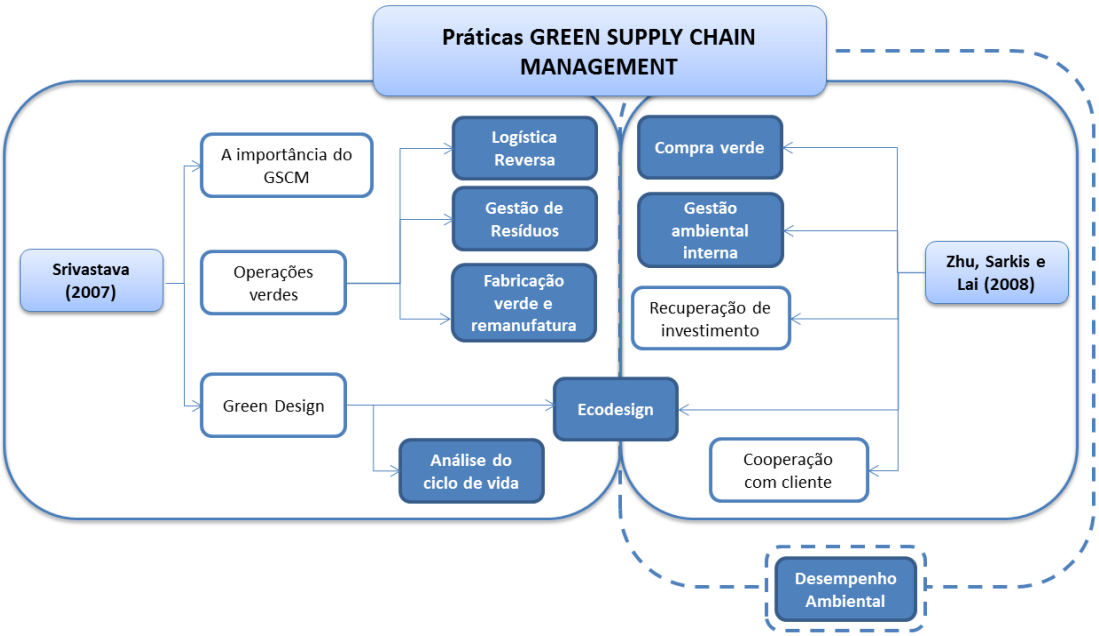


Figura 6 - Práticas GSCM consideradas neste estudo
Fonte: Autor, 2014

A prática de recuperação de investimentos corresponde à aplicação estratégica da reciclagem, reconversão e revenda para conquistar montante de materiais e produtos ao converter ativos excedentes, ativos ociosos e equipamentos usados (quando comprado um novo) em faturamento ao recuperar os gastos (ZHU et al., 2008). E como este projeto de pesquisa está voltado inteiramente ao pilar ambiental dentro do conceito da sustentabilidade, a variável recuperação de investimento é contemplada pelo pilar econômico, portanto, não será considerada nesta pesquisa.

O termo cooperação com os clientes manifesta-se como um modo de troca de conhecimentos entre as partes, assentindo o planejamento e a definição de metas para a melhoria ambiental (ELTAYEB; ZAILANI; RAMAYAH, 2011). Segundo Zhu et al. (2008), a cooperação com o cliente engloba ecodesign, produção mais limpa e embalagem verde. Esta cooperação também está vinculada ao desempenho do produto tanto nos aspectos de conformidade às especificações, quanto à durabilidade, incluindo a qualidade ambiental dos

insumos (VACHON; KLASSEN, 2008). Porém, conceitos como ecodesign, produção mais limpa e desempenho serão abordados de foma abrangente dentro de outros construtos de práticas GSCM. Desta forma, a variável cooperação com cliente não será considerada para não causar repetição de tratamentos.

Entretanto, as demais variáveis: fabricação verde e remanufatura sistema de gestão ambiental; ecodesign; análise do ciclo de vida; compra verde; logística reversa; gestão de resíduos e desempenho ambiental serão descritas mais detalhadamente nos capítulos que seguem.

3.1.1 Ecodesign

Na década de 1990 originou o conceito de ecodesign, quando a indústria eletrônica dos EUA buscava reduzir o impacto no meio ambiente devido sua atividade. Neste contexto, a Associação Americana de Eletrônica (*American Electronics Association*) formou um esquema para desenvolver projetos com preocupação ambiental e providenciar uma base conceitual que favorecesse inicialmente os membros da associação. A partir deste momento, o grau de atenção pela temática cresceu e as expressões ecodesign e *Design for Environment* passaram a ser reportados em projetos de gestão ambiental (BORCHARDT et al., 2008).

A expressão ecodesign tem sido amplamente utilizada na literatura para especificar produtos que atendam a requisitos ambientais. Nesta etapa de design, na qual se define sobre as especificações do produto, sua embalagem e posicionamento de mercado, pode determinar até 80% dos impactos ambientais e dos custos de uma mercadoria. Desta forma, pode-se afirmar que a fase de design é chave para um produto custo-eficiente com um bom desempenho ambiental (REBITZER, 2002).

A incorporação de preocupações ambientais desde o design do produto, com base em ciclo de vida, favorecem os processos aplicados ao produto depois que ele atinge o seu fim de vida tradicional (BEAMON, 2008).

Alguns dos fatores que influenciam a implementação do Ecodesign, segundo Boks (2006), são:

a) pressão externa e requisitos legais;

b) influências econômicas originárias dos interesses dos parceiros da cadeia de valor;

c) percepção e valorização do consumidor pelos aspectos relativos ao impacto ambiental de um produto;
d) desenvolvimento de novas tecnologias.

Como complemento à implementação do ecodesign, menciona-se a análise do ciclo de vida (ACV), conceito apresentado na seção a seguir. A partir da análise do ciclo de vida do produto, características como segurança ambiental e saúde são analisados e integrados através do design, determinando o desenvolvimento de novos produtos e processos, o que configura um campo de pesquisa que envolve: segurança de produtos, gestão de riscos ambientais, conservação de recursos, saúde e segurança ocupacional prevenção da poluição e gerenciamento de resíduos (SRIVASTAVA, 2007). Para Zhu et al. (2008), o *ecodesign* deve considerar a funcionalidade do produto e paralelamente, minimizar os impactos ambientais no ciclo de vida.

3.1.1.1 Análise de Ciclo de Vida

A análise de ciclo de vida (life cycle assessment/analysis - LCA) pode ser compreendida como a principal ferramenta para redução dos danos ambientais da cadeia de suprimento, permitindo que sejam integralmente medidos, analisados e reunidos, os efeitos ambientais de um produto durante todo o seu ciclo de vida, associados a consumo de materiais e energia, e aos diversos tipos de emissões e resíduos associados ao produto. Desta forma, todas as etapas da cadeia de suprimento que contribuem para o impacto ambiental total são introduzidas na avaliação, do uso da matéria-prima ao uso à disposição final do produto, acrescentando-se eventuais ciclos de re-uso, como pode ser observado na figura 7 (TSOUFLAS; PAPPIS, 2006).

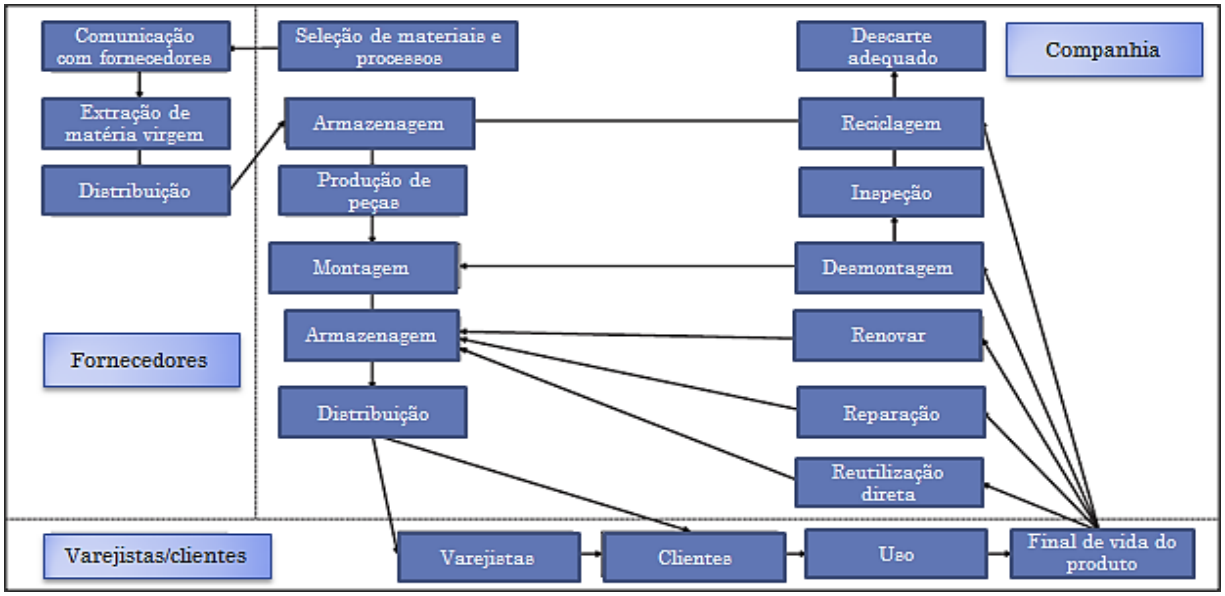


Figura 7 - O fluxo dos materiais
Fonte: Tsoulfas; Pappis, 2006

Tsouflas e Pappis (2006) afirmam que a primeira fase do SC é considerada como design de produto, que inclui a seleção de materiais e métodos para a transformação. Nesta fase de concepção dos produtos e seleção de tecnologia de processamento normalmente se determinam os tipos de poluentes emitidos, resíduos sólidos perigosos gerados, recursos e energia consumida. Durante a próxima etapa, da cadeia de suprimentos para a frente, os materiais são em primeiro lugar processados, assim que finalizado, são embalados, em seguida são transportados para distribuidores e finalmente, os produtos finais chegam aos usuários finais e clientes. Há casos, porém, onde os produtos são diretamente transportados do produtor para o usuário final, sem a intermediação de um distribuidor. Na cadeia reversa, quando o produto não é mais operável ou quando o usuário final decide que não vai usá-lo mais, estes são recolhidos e transportados para instalações adequadas, onde ocorre uma seleção: alguns deles são reprocessados e os restantes são devidamente eliminados. Os itens reprocessados são finalmente distribuídos e reutilizados.

Segundo Rodrigues et al. (2008) a ACV (análise de ciclo de vida) parte do princípio que toda a atividade econômica consome insumos (entradas) e gera rejeitos (saídas), durante e após seu processamento. Nesse sentido, a ACV é uma técnica que avalia os impactos ambientais dos processos industriais, com metodologia descrita nas normas ABNT NBR ISO 14.040 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura e ABNT NBR ISO 14.044 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações, e se inclui entre as técnicas que podem ser usadas em apoio às práticas orientadas pela ecologia industrial e para a fabricação de produtos ecoeficientes.

A investigação proposta pela ACV prevê o acompanhamento dos materiais e energias que compõem um determinado produto, desde a retirada de matéria-prima da natureza (berço), passando por todo o processo produtivo, até o seu descarte na natureza (túmulo). Esta investigação pode ser realizada, a partir da análise do processo produtivo de uma determinada organização, mas, para ser completa, deve acompanhar, ao longo de toda a cadeia de suprimentos, os processos produtivos de todas as empresas responsáveis pela fabricação de um determinado produto, analisando os fluxos de massa e de energia envolvidos. A representação completa da rede de fornecimento é uma meta geralmente muito ampla, nem sempre viável em determinado contexto.

Quanto às dificuldades relativas ao uso da ACV, para Chehebe (2002), a maior limitação da técnica refere-se à abrangência com a qual deve ser efetuada a análise de todo o fluxo de material e energia. Dentre as fontes de incertezas do método destaca-se a exclusão de uma ou mais etapas do processo, considerada incorretamente de pouca importância; tal exclusão pode conduzir a erros; portanto a base de dados deve ser coerente e atualizada.

As análises de ACV a partir das quantificações de materiais utilizados, energia elétrica e água, resultam num balanço que podem auxiliar as empresas na tomada de decisões em relação à mudança e melhoria de processos produtivos, na escolha de insumos, na escolha de fornecedores, entre outros (RODRIGUES et al., 2008).

O método de avaliação dos produtos através do seu ciclo de vida, no qual o comprador avalia todo o caminho percorrido do produto acabado, da extração da matéria-prima, do processo de produção, embalagem, transporte e finalmente a disposição após a vida útil a fim de adquirir o produto que menos agrida o meio ambiente em toda sua cadeia produtiva; trata-se de uma metodologia sofisticada e ao mesmo tempo complexa, poucas organizações a utilizam para definição de uma decisão de compra (SILVA JR, 2007).

3.1.2 Compra verde

A estratégia de compras possui uma importante função na cadeia de suprimentos, visto que atua no limite que interliga a organização com os fornecedores que lhe abastecem com os bens e serviços essenciais para a produção ou processos de serviços da empresa compradora (ZSIDISIN; SIFERD, 2001).

A partir do envolvimento da estratégia de compras em operações que incluem redução, reciclagem, reuso e substituição de materiais, Carter, C. e Carter, J. (1998) definem o termo compra verde. No mesmo sentido, Zsidisin e Siferd (2001) conceitualizam compra verde a partir da seguinte frase:

> [...] conjunto de políticas duradouras de compras, ações tomadas, e relações formadas em resposta a preocupações associadas ao meio ambiente. Essas preocupações relacionam-se à aquisição de matérias primas, incluindo seleção, avaliação e desenvolvimento de fornecedores; operações dos mesmos; distribuição de entrada; embalagem; reciclagem; reuso; redução de recursos; e disposição final dos produtos da empresa.

Além das atividades citadas, Sarkis (1999) afirma que o termo compras também inclui responsabilidades como a seleção de vendedores e de materiais, terceirização, negociação, agendamento de entrega, armazenamento e gestão de materiais.

Para Min e Galle (1997), o desenvolvimento de programas ambientais em compras está fixado a duas estratégias: a redução de fontes e a eliminação de resíduos, como pode ser observado na figura 8.

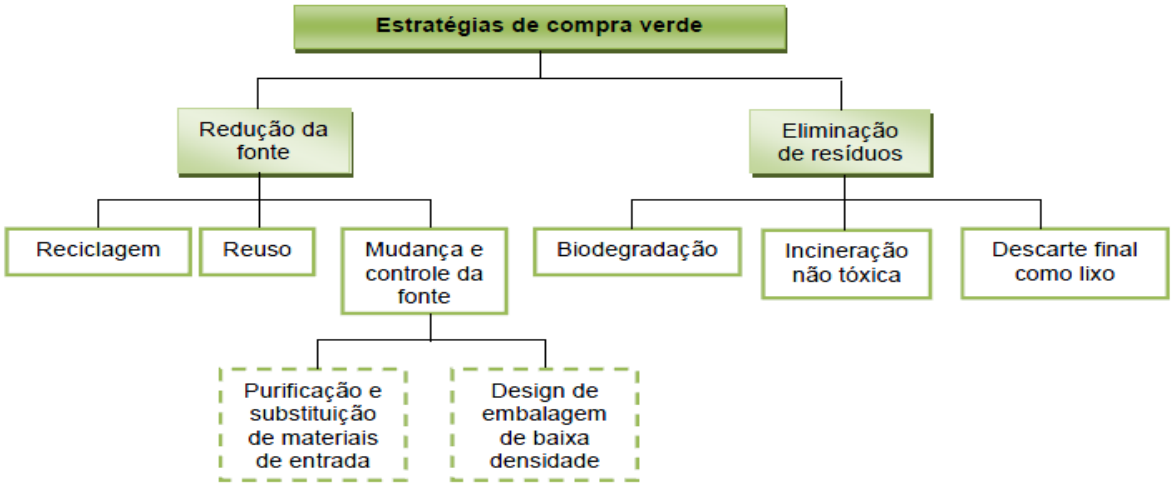


Figura 8 - Estratégias de compra verde
Fonte: Min; Galle, 1997

Assim, um dos modos mais eficientes de enfrentar problemas ambientais é concentrando em práticas de compra verde por meio da prevenção e controle de resíduos na fonte (MIN;GALLE, 1997). Porém, a elaboração deste plano não é uma missão fácil, podendo resultar no aumento de custo de material e limitação de fornecedores qualificados, em virtude à demanda por materiais e componentes diferenciados (MIN;GALLE, 1997).

Neste sentido, os autores listam algumas dificuldades associadas à prática de compra verde, além dos elevados custos de programas ambientais, como: reciclagem não econômica,

reuso não econômico, falta de comprometimento da alta gestão, falta de consciência do comprador e do fornecedor, falta de programas de auditoria, de regulamentação ambiental estadual e federal.

Contudo, Sarkis (1999) revela diversas práticas ambientais que podem ser integradas à estratégia de compras, classificando-as como proativas e reativas. As práticas ambientais reativas englobam: questionários ambientais para fornecedores; análises e auditorias dos fornecedores; auditoria do desempenho ambiental do fornecedor; redução de resíduos de embalagem na interface entre consumidor e fornecedor; e reuso e reciclagem de materiais exigindo cooperação com fornecedores de toda a cadeia.

As práticas ambientais denominadas como proativas incluem: construção e inserção de critérios ambientais nas condições contratuais dos fornecedores; exigência que os fornecedores se submetam a certificação ambiental independente; desenvolvimento em conjunto com os fornecedores de produtos e processos mais limpos; engajamento dos fornecedores na inovação de design ambiental de produtos e processos; condução da análise do ciclo de vida do produto com a cooperação dos fornecedores; busca de influência sobre a legislação em cooperação com os fornecedores; criação de um clube de fornecimento para colaborar com questões ambientais; e coordenação da minimização do impacto global de toda a cadeia de suprimentos (SARKIS,1999).

O autor ainda complementa afirmando que vários elementos necessitam ser inclusos na gestão da relação entre os fornecedores e os clientes para se obter sucesso nas iniciativas citadas anteriormente, sendo estes: estratégia de relacionamento e contratos de longo-prazo; envolvimento das partes; construção de confiança entre as partes; desenvolvimento de ligações entre os níveis de gestão e as funções; envolvimento do fornecedor no design do produto e do processo, formação de times de trabalho e solução de problemas; foco no valor ao invés de custo (SARKIS, 1999).

Organizações que estão preocupadas com a variável ambiental consideram gradativamente o conceito de compra verde (ZHU; SARKIS, 2008). Assim sendo, se a estratégia de compras almeja abordar questões ambientais, ela precisa ser proativa. Por sua vez, práticas de compras proativas incluem, seleção e avaliação de fornecedores, desenvolvimento dos mesmos e integração deles nas iniciativas de gestão ambiental do cliente (WALTON; HANDFIELD; MELNYK, 1998).

Com relação às iniciativas de compras verdes no mundo destacam-se as políticas públicas de muitos países europeus, conforme pode ser visto no quadro 4.

País	Cidade	Inicio	Produto	Alternativa	Barreiras	Resultados
França	Dunkerke	1993	Papel	Papel Reciclado	Falta de Fornecedores Discriminação do Produto Capacitação Compradores Legislação	Redução de Gastos Agenda 21
Itália	Ferrara	1994	Merenda Escolar	Merenda Orgânica	Custo Falta de Fornecedores	Agenda 21 Merenda de Melhor Qualidade
Dinamarca	Kolding	1992	Material de Escritório e Hospital	Materiais Livres de COV´S	Capacitação Compradores	Boa Receptividade dos Fornecedores Redução de Gastos
Austria	Graz	1990	Compra de Máquinas	Estudo de Consumo Energético	Capacitação Compradores	Redução de Gastos
	Viena	2001	Ar Condicionado	Sem CFC	Resistência a Mudanças	
Holanda	Rotterdam	1992	Extintor de Incêndio	Extintor com Rótulo Ambiental	Falta de Fornecedores Legislação Custo	Conscientização dos Fornecedores

Quadro 4 - Iniciativas de compras verdes no mundo
Fonte: Autor “adaptado de” Silva Jr, 2007

Quanto às barreiras, destacaram-se resistência a mudanças, maiores custos, preconceito da força de trabalho com os produtos ambientalmente amigáveis e a aprovação dos clientes internos (SILVA JR; ANDRADE, 2008). Segundo The International (2001), ainda referente às dificuldades para a introdução de compras verdes, cita-se o preço de produtos ambientalmente amigáveis, comparação de performances entre produtos convencionais e os ambientalmente amigáveis, porém o mais relevante é a falta de treinamento para identificar os critérios ambientais relacionados para suas atividades, gerando um quadro de falta de conhecimento cientifico que propicia a inibição do crescimento da cobrança de critérios ambientais em seus processos de compras.

As compras verdes oferecem à indústria a liberdade de descobrir a solução mais barata para satisfazer as demandas do mercado para produtos mais sustentáveis e promover a competição na indústria. Neste sentido, o conceito de compras verdes gera um quadro favorável para ganho de competitividade, assim como uma boa oportunidade de legitimação das organizações perante a sociedade, a partir do momento que incentiva a aquisição de produtos ambientalmente amigáveis, e atua como um elemento de consolidação da ISO 14001, e por fim, demonstra a característica inovadora da gestão ambiental (SILVA JR; ANDRADE, 2008).

3.1.3 Sistema de Gestão Ambiental

Na literatura se encontram diversos conceitos e definições para gestão ambiental, segundo Gupta (1995) o termo indica a integração do desempenho ambiental das organizações com as expectativas dos acionistas, além de constituir uma significativa fonte de novas vantagens competitivas, como custos reduzidos e maior participação no mercado.

De acordo com Barbieri (2007), gestão ambiental corresponde ao conjunto de diretrizes e atividades administrativas e operacionais praticadas pela organização para conduzir problemas ambientais decorrentes da sua atuação ou para prevenir que eles aconteçam futuramente. Da mesma forma, o SGA é definido como um conjunto de atividades administrativas e operacionais inter-relacionadas na abordagem de problemas ambientais atuais a fim de evitar seu surgimento (BARBIERI, 2007).

Para Dias (2011), do ponto de vista organizacional, gestão ambiental é uma expressão utilizada para conceitualizar a gestão empresarial que se conduz para evitar, sempre que possível, problemas para o meio ambiente. Em outras palavras, é a gestão cujo objetivo é auferir que os efeitos ambientais não extrapolem a capacidade de carga do meio onde a empresa se encontra, ou seja, obter-se um desenvolvimento sustentável. O autor, ainda acrescenta que a gestão ambiental é aplicável em empresas de diferentes tamanhos e setores, sendo que qualquer organização pode reduzir o consumo de energia, água ou incentivar o uso de produtos recicláveis.

Por outro lado, a gestão ambiental também pode conceitualizar um processo pelo qual as organizações gerenciam suas questões ambientais (verdes) e desenvolvem estratégias (BANERJEE, 2001).

Na visão de Angel e Klassen (1999), gestão ambiental representa mais do que um conjunto de atividades operacionais individuais, envolvendo e integrando também os níveis operacionais em todo o sistema de operações. O modelo que integra as questões ambientais no processo produtivo desenvolvido por Angel e Klassen, é representado na figura 9.

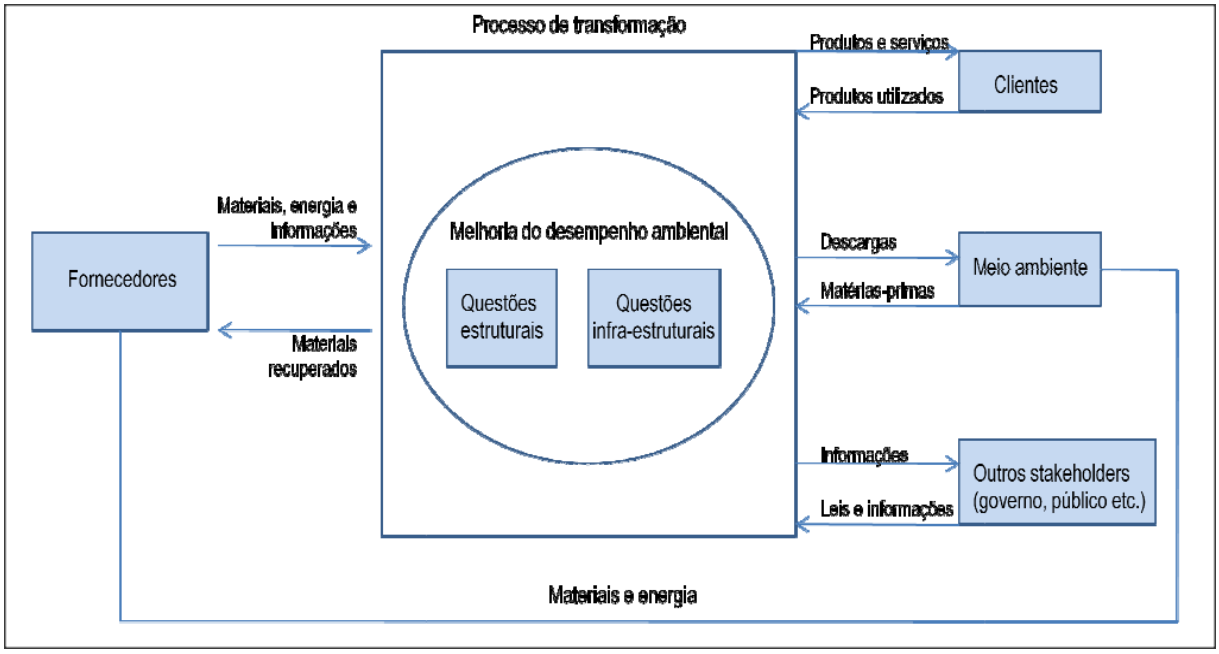


Figura 9 - Integrando gestão ambiental nas atividades produtivas
Fonte: Angel; Klassen, 1999

Dessa forma, as considerações ambientais são relevantes em diferentes níveis de uma empresa, incluindo operações de estratégia, integrando as dimensões estruturais e de infraestrutura, e da cadeia de valor de clientes, fornecedores, além de outros *stakeholders* externos. Decisões operacionais de infraestrutura são de natureza tática, devido à necessidade de ligá-las aos aspectos específicos do funcionamento da empresa, incluem os relacionados com fornecedores, novos produtos, força de trabalho, gestão da qualidade e sistemas de planejamento e controle. Já as decisões operacionais estruturais são caracterizadas por seus impactos a longo prazo, a dificuldade de reverter ou desfazê-la uma vez que estão em vigor, e sua tendência a exigir o investimento de capital substancial quando alterado ou estendido; incluem instalações, tecnologia de processo, capacidade e integração vertical. Na visão dos autores, a gestão deve evoluir em direção a uma integração mais efetiva das questões ambientais no processo de transformação. (ANGEL; KLASSEN, 1999).

Segundo Oliveira e Pinheiro (2009) com necessidade de redução de custos e adequação dos produtos e processos de produção às necessidades do mercado, as organizações, são pressionadas a atualizar seus sistemas de gestão a fim de que disponibilizem maior qualidade de produtos, viabilizem e suportem inovações tecnológicas, contribuam com o desenvolvimento sustentável, garantam o aumento da competitividade e, consequentemente, da lucratividade. Neste sentido, os sistemas de gestão ambiental têm sido uma das possibilidades utilizadas pelas empresas para alcançarem estes objetivos. Os SGAs requerem a formalização dos procedimentos operacionais, instituem o seu monitoramento e

incentivam a melhoria contínua, viabilizando a redução da emissão de resíduos e o menor consumo de recursos naturais.

De acordo com Fortunski (2008) o SGA pode ser designado como parte do sistema de gestão organizacional utilizado para projetar, implementar e gerenciar a política ambiental, incluindo elementos interdependentes, como a estrutura organizacional, a distribuição de responsabilidades e o planejamento de práticas, procedimentos, recursos e processos necessários para o estabelecimento da referida política e seus objetivos.

Segundo Campos e Melo (2008) a implementação de um SGA permite com que o processo produtivo seja reavaliado continuamente, colaborando na busca de procedimentos, padrões comportamentais e mecanismos menos nocivos ao meio ambiente. Neste sentido, Perotto et al. (2008) acrescenta que os SGAs são relevantes ferramentas de identificação de problemas e soluções ambientais baseados nos conceitos de melhoria contínua.

Os benefícios identificados com a normalização e certificação de um SGA, pelos padrões da norma NBR ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental, de acordo com Gavronski et al. (2008), podem ser divididos em dois grupos principais: internos e externos. Os benefícios internos estão relacionados ao desempenho financeiro e a melhoria na produtividade. Já o externo é representado pelos stakeholders, pela sociedade e competitividade do mercado.

De acordo com Tauchen e Brandli (2006) os benefícios de um SGA que se destacam são: economias para a melhoria da produtividade e redução no consumo de energia, água e materiais de expediente; o estabelecimento das conformidades com a legislação ambiental; reduzindo os riscos de incorrer em penalidades ou gerar passivos ambientais; a evidência de práticas responsáveis e melhora na imagem externa da instituição; e a geração de oportunidades de pesquisa.

Diversos são os benefícios de se implementar um sistema de gestão ambiental encontrados na literatura científica, sendo os principais: acesso a novos mercados, aumento do *share*, gestão obediente à legislação, incentivos reguladores, redução de riscos, acesso a mais capital, melhor acessibilidade seguros, melhoria do processo produtivo, melhoria do desempenho ambiental, melhoria na relação com colaboradores, melhoria na gestão geral da organização, vantagem competitiva dentro de segmentos específicos, melhoria da imagem pública, atendimento das exigências dos clientes, aumento da qualidade de vida, realização de operações limpas, aumento da competitividade do produto ou serviço e conscientização pública (CHAN; WONG, 2006; GAVRONSKI et al., 2008; FORTUNSKI, 2008; OLIVEIRA; PINHEIRO, 2009; GONZÁLEZ; SARKIS; ADENZO-DÍAS, 2008).

Porém tais benefícios somente serão atingidos se aliados a outros fatores como: comprometimento da alta direção, gestão da mudança e monitoramento das características externas, sociais e técnicos (SAMBASIVAN; FEI, 2008).

Além de dispor o aumento da responsabilidade social e a criação das condições para cumprimento da legislação vigente, os SGAs possibilitam reconhecer oportunidades para reduzir o uso de materiais e energia, e também melhorar a eficiência dos processos (CHAN; WONG, 2006).

Quanto às dificuldades para implantação de um sistema de gestão ambiental, destacam-se: a alta dependência do comprometimento dos empregados e, consequentemente, a forma como foram motivados, além de falhas na comunicação e as distorções nas estruturas de poder (CHAN; WONG, 2006). Outras dificuldades relativas ao SGA são: barreiras orçamentárias; falta de estrutura dos órgãos ambientais, que são lentos nas respostas às demandas; necessidade de contratação do serviço de especialistas devido à falta de informações dos órgãos ambientais e excesso ou duplicidade de relatórios; poucas empresas confiáveis para a destinação dos resíduos, gerando altos custos de descarte devido à grande demanda e falta de concorrência; ausência de conscientização das autoridades municipais e estaduais e da população, em geral, sobre a importância do controle ambiental (OLIVEIRA; SERRA, 2010).

Segundo Oliveira e Serra (2010), na implementação e gerenciamento de um SGA ISO 14001, alguns investimentos são necessários, o que contribui para aumento dos custos organizacionais, como: adequação da estrutura empresarial, intensificação de treinamentos, modernização de equipamentos, desenvolvimento de programas de conscientização, instituição de auditorias, entre outros. Segundo González; Sarkis e Adenso-Días (2008) é possível notar uma positiva relação entre a empresa que possui um SGA ISO 14001 certificado e as exigências concebidas aos fornecedores, em relação às questões ambientais, dessa forma, a preocupação ambiental se difunde também à montante da cadeia.

3.1.3.1 Sistema de Gestão Ambiental baseado na NBR ISO 14001

A *International Organization for Standartization* (ISO) agrupa organizações de normalização de mais de 100 países do mundo, com o intuito de padronização dos métodos, medidas, materiais e sua utilização na área ambiental de empresas, elaborou, em 1992, uma

série de normas para gestão ambiental, a série ISO 14000, que inclui normas com diretrizes para Gestão Ambiental reconhecidas internacionalmente, ditando a credibilidade às organizações nesta área. A ISO 14001, elaborada e publicada em 1996, relacionada ao SGA, é a norma certificável da série e aplicável a qualquer tipo e porte de empresas. No Brasil, a ISO é representada pela Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), criada em 1940, reconhecida pelo governo brasileiro como "Fórum Nacional de Normalização", é uma sociedade privada, sem fins lucrativos, formada por pessoas físicas e jurídicas, que elabora normas de diversos domínios de atividades, além de certificar produtos e sistemas. A norma internacional de Sistema de Gestão Ambiental foi revisada em 2004, atualizada e publicada em português pela ABNT, a NBR ISO 14001:2004, com o propósito de assentir "...a uma organização desenvolver e implementar uma política e objetivos que leve em conta os requisitos legais e outros requisitos por ela subscritos e informações referentes aos aspectos ambientais significativos" (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

O sistema de gestão ambiental com base na norma ISO 14001 tem como objetivo prover as organizações de elementos de um SGA eficaz que possam ser integrados a outros requisitos da gestão e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos. A sua finalidade geral é equilibrar a proteção ambiental e a prevenção de poluição com as necessidades socioeconômicas. Muitos desses requisitos podem ser abordados simultaneamente ou reapreciados a qualquer momento (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

Segundo Nicolella (2004) os principais elementos da norma ISO 14001:2004 são: (1) Política Ambiental; (2) Planejamento; (3) Implementação e Operação; (4) Verificação e ação corretiva; (5) Análise crítica, representados na figura 10, inspirado nos sistemas de gestão da qualidade, amparado na metodologia conhecida como *Plan, Do, Check, Act* (PDCA), que pode ser descrito da seguinte forma:

a) Planejar: desenvolver os objetivos e processos necessários para atingir os resultados em concordância com a política ambiental da empresa.
b) Executar: implementar os processos.
c) Verificar: monitorar e medir os processos em conformidade com a política ambiental, objetivos, metas, requisitos legais e outros, e relatar os resultados.
d) Agir: atuar persistentemente na melhoria do desempenho do sistema da gestão ambiental.

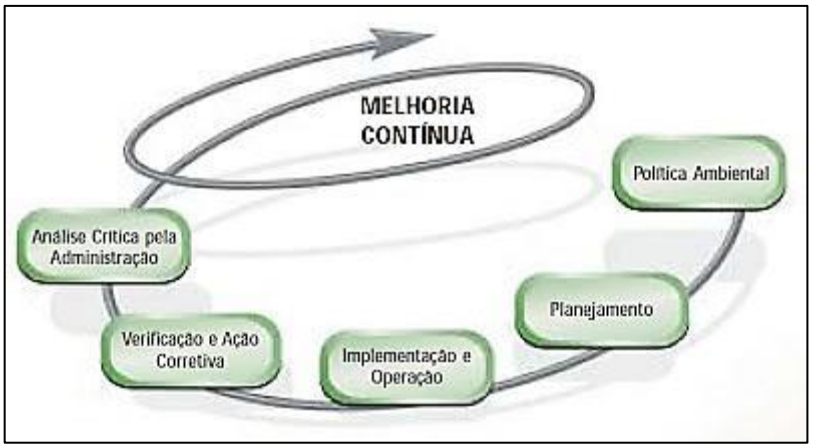


Figura 10 - Espiral do sistema de gestão ambiental
Fonte: ABNT NBR ISO 14001, 2004

A estrutura da norma ISO 14001:2004 segue a distribuição: introdução; objetivo; referências normativas; termos e definições; requisitos do sistema de gestão ambiental (requisitos gerais, política ambiental, planejamento, implantação e operação, verificação e ação corretiva, e análise crítica pela administração); e orientações para o uso da norma (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

Para o cumprimento da política do meio ambiente, dos objetivos e metas ambientais segundo a NBR ISO 14001:2004 recomenda-se à organização, a avaliação de suas operações associadas com seus aspectos ambientais identificados e a segurança do controle e tratamento, adequados aos impactos ambientais (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

A avaliação do impacto ambiental permite analisar o resíduo identificado quanto a seu grau de periculosidade, estabelecido na NBR 10004:2004. A ABNT NBR 10004 (2004) classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Quanto maior o grau de periculosidade, maior o impacto ambiental causado. Levantar os impactos significativos é fundamental para a criação de ações corretivas e emergenciais. A Gestão de Resíduos de acordo com a norma NBR 10004 (2004) será tratada na seção seguinte.

3.1.4 Gestão de resíduos

Todas as matérias-primas, água e energia que ingressam em uma organização são transformadas em produto que será vendido, ou deixam a organização na forma de resíduos

sólidos, efluentes líquidos ou emissões atmosféricas, os quais devem ser tratados. Portanto, quanto menor a quantidade de resíduos gerados, mais baixos serão os custos para o tratamento destes (CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2012).

Existem diversas possíveis classificações para as práticas ambientalmente conscientes, para Sarkis (2003) as cinco principais práticas ou elementos que impactam na gestão dos resíduos gerados na cadeia de suprimentos incluem: a redução, o reuso, a remanufatura, a reciclagem e as alternativas de destinação dos resíduos (ordenados numa escala de maior ao menor impacto ambiental).

Gupta (1995) foca em duas técnicas: a redução na utilização de recursos na fonte e a prevenção da poluição e reciclagem. Entretanto, Srivastava (2007) afirma que o gerenciamento de resíduos inclue três atividades:

a) Redução: uma das estratégias ambientais mais importantes é a redução na fonte de poluição e resíduos (RAO, 2007). O autor afirma em outras palavras que, o esforço é para diminuir a quantidade ou alterar o tipo de resíduos gerados no início da cadeia de suprimento através de práticas de reciclagem, reutilização e assim por diante. Da mesma forma, Gupta (1995) assegura que esta estratégia inclui uma boa gestão das práticas, substituição de insumos, reformulação de produtos, alterações tecnologicamente verdes e/ou modificações no processo. Beamon (1999) acrescenta admitindo que a cadeia de suprimentos deve ser ajustada para acolher as preocupações ambientais relacionadas com a minimização dos resíduos e a utilização de recursos.
b) Prevenção da poluição: segundo Barbieri (2007) a prevenção da poluição aumenta a produtividade da empresa, pois a diminuição de poluentes em sua origem se traduz em recursos poupados, oportunizando maior produção de bens de consumo com uma quantidade menor de insumos. Acerca deste tema Gupta (1995) salienta sobre a importância do controle de inventário, melhorias na manutenção, prevenção de vazamentos e derramamentos, melhorias na programação e manutenção preventiva. Já Vachon e Klassen (2006) estabelecem que as práticas de questões ambientais e de desempenho incluem tanto atividades internas quanto externas, sejam elas relacionadas à prevenção da poluição antes de ser gerada, como também a reciclagem dos resíduos, extração de recursos e utilização de matérias-primas, ou mesmo na captura de poluentes nocivos e sua adequada eliminação.

c) Disposição final: sempre foi um problema que conduz a conscientização verde (SRIVASTAVA, 2007). Para Ali et al. (2005), a disposição final dos resíduos sólidos deve ser uma parte inseparável para o planejamento de gestão integrada de resíduos, sendo algumas das práticas mais comuns para descarte de resíduos sólidos: a disposição em aterros sanitários, incineração, reciclagem energética e compostagem.

Para assegurar a destinação final adequada dos resíduos sólidos, deverá ser realizada a caracterização e classificação de acordo com a ABNT NBR 10004 (2004) - Resíduos sólidos - Classificação. De acordo com a norma, esta classificação envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

A ABNT NBR 10004 (2004) classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Seguindo o agrupamento:

a) Resíduos classe I – Perigosos: aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, resíduos inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos;

b) Resíduos classe II – Não perigosos:

– Resíduos classe II A – Não inertes: são os resíduos não classificados na classe I e na classe II B. Podem apresentar características como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

– Resíduos classe II B – Inertes: Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007 (2004) - Amostragem de resíduos sólidos, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006 (2004) - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Independente da quantidade de atividades desenvolvidas no gerenciamento de resíduos e diferentes classificações para as práticas ambientalmente conscientes, Gupta (1995) assegura que um plano de redução de resíduos deve ser organizado, abrangente e contar com o esforço contínuo para minimizar sua produção.

Neste sentido, outra prática que também auxilia no esforço para minimizar a produção de resíduos e que será descrita na próxima seção, trata-se da fabricação verde e remanufatura, que referem-se a todos os aspectos relacionados com a fabricação, remanufatura, uso, manuseio e gestão de resíduos dos produtos.

3.1.5 Fabricação verde e remanufatura

A fabricação verde é caracterizada como os processos de produção que utilizam matérias-primas com relativamente baixo impacto ambiental, que são consideravelmente eficientes e que geram moderados ou nenhum resíduo ou poluição (NINLAWAN, 2010). Neste sentido, o termo produção verde associa-se ao da produção mais limpa, que segundo o CEBDS (2012), o princípio básico da metodologia de Produção mais Limpa também é eliminar a poluição durante o processo de produção.

A produção verde estimula a inovação, integração e melhoria dos produtos, processos e serviços, portanto, é uma estratégia organizacional que foca na rentabilidade, utilizando processos operacionais ambientalmente amigáveis (EMMETT; SOOD, 2010).

De acordo com Srivastava (2007), a produção verde consiste nas atividades de: redução; reciclagem; remanufatura: recuperação de materiais; remanufatura: reuso; gerenciamento de estoque e planejamento da produção. Segundo Nunes e Bennett (2010), as operações verdes visam aumentar a eficiência e integrar continuamente os 4Rs na produção:

a) Redução: a partir de equipamentos e instalações funcionando de maneira correta, dispostos em layouts de produção adequados, a organização reduz o consumo de energia, água e insumos. À vista disso, a importância ambiental enfatizada na manutenção de equipamentos e instalações tem forte influencia em relação à produtividade. As manutenções preventivas também auxiliam no aumento da vida útil dos equipamentos, prevenindo paradas de produção por falhas desses equipamentos (FRANCO; FILIPIM, 2007).
b) Reciclagem: para Srivastava (2007), a reciclagem possui o propósito de recuperação do material utilizado e produtos fora de funcionamento. Segundo Teixeira e César (2005), é um método que promove a reutilização da matéria-prima oriunda tanto de processos industriais, quanto àquela contida nos produtos finalizados e considerados no fim da vida útil, não sendo mais possível o seu reuso ou

remanufatura. O material reciclado frequentemente é empregado em diferentes processos e produtos, devido à possibilidade de perda de características destes materiais, dificultando sua reintegração nos processos iniciais.

c) Remanufatura: Recuperação de materiais: de acordo com Srivastava (2007), a recuperação do produto reporta-se ao amplo conjunto de atividades destinadas a recuperar o valor de um produto no final da sua vida útil, sendo subdividida em recuperação e desmontagem:

   - Recuperação: segundo Teixeira e César (2005), a recuperação é uma técnica que realiza o retorno das matérias-primas descartadas após a produção ou após o uso pelos consumidores finais. Estes materiais são depurados para atingir uma qualidade semelhante ao da matéria virgem, assentindo que sejam utilizados nos mesmos processos produtivos originais.

   - Desmontagem: Srivastava (2007) descreve o termo como sendo um método sistemático de separar o produto nas suas partes constituintes, componentes, subconjuntos ou outros subprodutos.

d) Remanufatura: Reuso: técnica que visa o reuso de produtos que foram descartados, através da avaliação de produtos que possam ser recuperados, consertados, atualizados, revendidos e reusados. De acordo com Gupta (1995), o reuso de um produto economiza horas de produção, custos de reprocessamento e disposição final.

Apesar dos inúmeros benefícios e oportunidades, os sistemas de remanufatura têm permanecido inertes pelos avanços em tecnologia, produtividade e qualidade nos últimos trinta anos (KUCNER, 2008). Segundo Guide (2000) existem sete particularidades complicadoras no ambiente da remanufatura, sendo elas: incertezas relacionadas ao tempo e à quantidade de retorno de produtos (reflexo da natureza incerta da vida do produto); balanceamento da demanda do mercado de reuso com o retorno de produtos; processo de desmontagem (pois os produtos, em geral, não são projetados para esta operação); diferença na qualidade das peças retornadas; restrições de materiais equivalentes; incertezas de rota e tempo de processamento; além de questões da logística reversa.

Tratando-se desta última particularidade, ainda há muito a ser desenvolvido em termos de canais de distribuição reversos, este termo será melhor abordado no subcapítulo a seguir.

3.1.6 Logística Reversa

No início dos anos 70, registrou-se a primeira citação na literatura sobre estratégia de retorno de materiais, através do emprego do termo *Reverse Distribution* por Zikmund e Stanton (1971), referindo-se à similaridade dos conceitos de distribuição, aplicados no sentido contrário, em consequência à necessidade de recolhimento de materiais sólidos procedentes do pós-consumo para reutilização pelo produtor. Anos depois, o termo *Reverse Distribution Channels* foi utilizado por Ginter e Starling (1978) numa publicação do *California Management Review*, salientando a questão da reciclagem e seus benefícios econômicos e ecológicos, destacando a importância dos meios de distribuição reversos na contribuição da viabilidade econômica do processo de retorno dos materiais (DIAS; LABEGALINIB; CSILLAGC, 2012).

Já em 1981, a distribuição reversa era descrita por Lambert e Stock (1981) como o produto seguindo na contramão de um caminho de único sentido, sendo que a maioria das entregas de produtos transcorre em uma direção. Em 1982, o termo Logística Reversa foi utilizado por Barnes (1982) na publicação do *Journal of Macromarketing*, referindo-se à crescente importância da reciclagem em benefício dos negócios e da sociedade (DIAS; LABEGALINIB; CSILLAGC, 2012).

A logística reversa possibilita que os produtos vencidos ou contaminados, além dos produtos que estão no final de sua vida útil sejam retirados do mercado. Segundo Leite (2009) a logística reversa é denominada da seguinte forma:

> [...] área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo dos 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 (LEITE, 2009, pp. 16-17).

O fluxo de retorno de material no contexto da logística reversa é classificado por Fleichmann (2001) em categorias, como: retorno no fim de uso (para os produtos já consumidos e utilizados), retorno comercial (produtos devolvidos por insatisfação do cliente), embalagens reutilizáveis, subprodutos (produtos que não apresentam condições de uso) e acondicionadores (referem-se aos paletes, caixas reutilizáveis, etc.). O caminho de retorno que cada categoria segue é descrita pela figura 11.

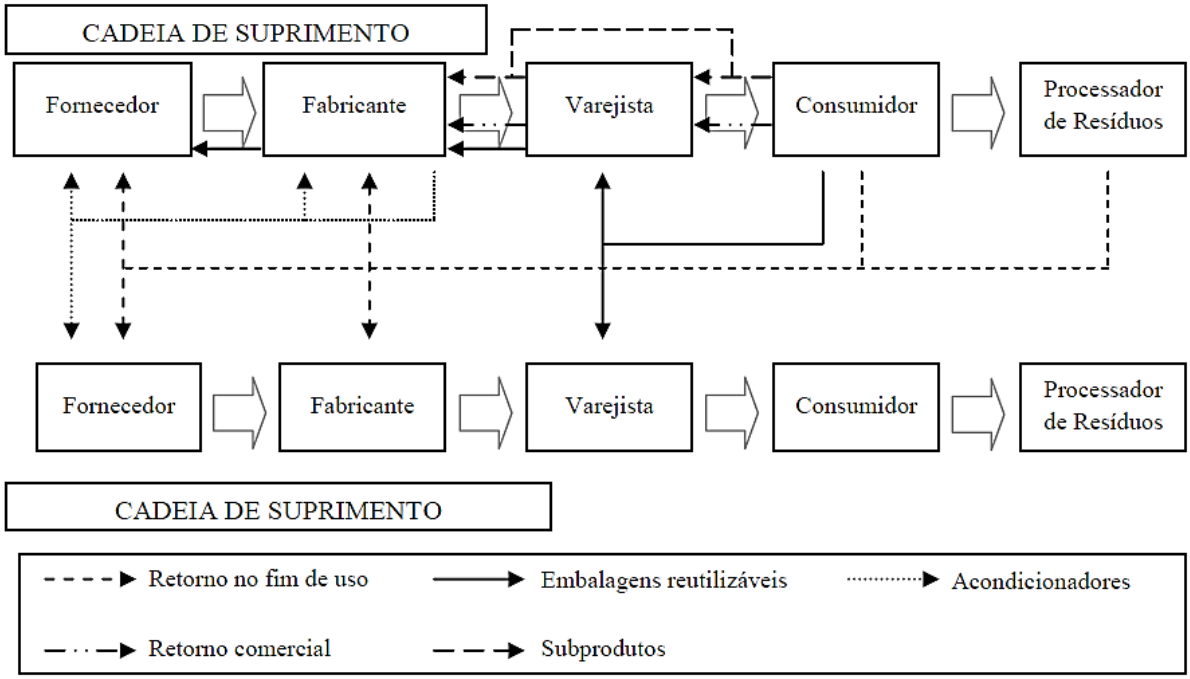


Figura 11 - Fluxo de retorno de material no contexto da logística reversa
Fonte: Autor "adaptado de" Fleichmann, 2001

Segundo Leite (2009), a logística reversa pode ser dividida em duas áreas de atuação: logística reversa de pós-venda e logística reversa de pós-consumo, diferenciadas pelo estágio do ciclo de vida útil. A logística reversa de pós-venda pode ser compreendida como a área que trata do planejamento, do controle e da destinação dos bens sem uso ou com pouco uso, que retornam à cadeia de distribuição por diversos motivos: prazo de validade expirado, devoluções por problemas de garantia, excesso de estoques, avarias no transporte, entre outros. Por outro lado, a logística reversa de pós-consumo pode ser descrita como a área que cuida dos bens no final de sua vida útil, dos bens usados com possibilidade de reutilização (embalagens, paletes) e dos resíduos industriais (LEITE, 2009).

A figura 12 ilustra o percurso reverso para que os bens de pós-consumo e os bens de pós-venda sejam reintroduzidos na cadeia de distribuição direta.

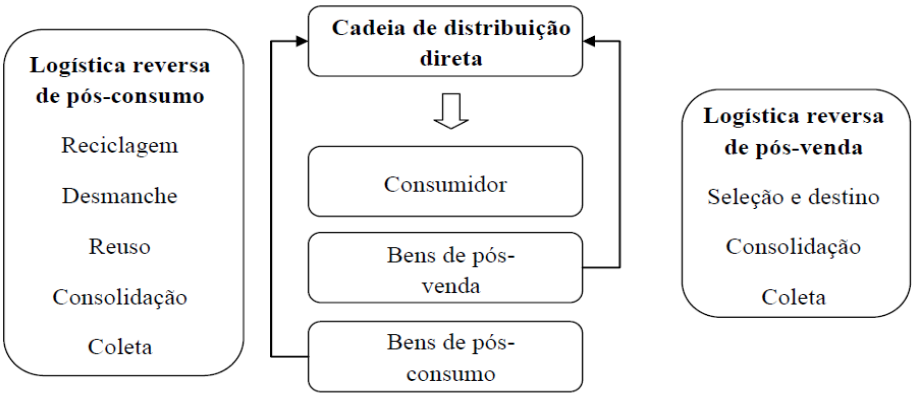


Figura 12 - Percurso reverso para que os bens de pós-consumo e os bens de pós-venda
Fonte: Autor "adaptado de" Leite 2009

De acordo com Bowersox e Closs (2001), as necessidades da logística reversa também são designadas pelas legislações que proíbem o descarte indiscriminado de resíduos no meio ambiente e incentivam a reciclagem. No Brasil, a legislação exige a prática de logística reversa através do estabelecimento da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (CEMPRE, 2010), conceito que será abordado mais adiante no capítulo 4.3.

Primeiramente, será tratado na seção a seguir, o conceito de desempenho ambiental, a partir da afirmação de que este valor é otimizado pela prática do GSCM, cada vez mais disseminada entre as organizações (TESTA; IRALDO, 2010). Além do termo também ser abordado na pesquisa de Zhu et al. (2008).

3.1.7 Desempenho ambiental

Uma medida é utilizada para indicar a eficiência e/ou a eficácia de um sistema existente, ou para comparar o desempenho de sistemas alternativos concorrentes (BEAMON, 1999).

As métricas de desempenho do *Supply Chain* convencional foram orientadas ao custo, qualidade e tempo (BEAMON, 1999). No entanto, com intuito de atender exigências do governo, dos clientes e das partes interessadas, as organizações estão acrescentando requisitos de responsabilidade ambiental e social em suas avaliações (SHAW et al., 2010).

Porém, o desempenho econômico é normalmente o intento mais importante para organizações que pretendem implementar práticas de gestão ambiental, especialmente para as empresas nos países em desenvolvimento (ZHU; SARKIS, 2004). Tsai e Hung (2009)

complementam afirmando que quando não existe integração entre custos e avaliação de desempenho, o significado de custo ambiental ou desempenho ambiental se tornar ambíguo, pois não se conhecem seus efeitos. Os autores ainda advertem que os clientes não estão necessariamente dispostos a pagar um valor mais alto por produtos verdes, dando preferência a estes quando os seus preços são equivalentes aos demais.

A princípio, as organizações separavam o desempenho ambiental do desempenho operacional, no entanto, com a evolução dos conceitos de gestão ambiental, empresas começam a integrar os objetivos ambientais no âmbito dos seus objetivos operacionais (BEAMON, 1999). Já na visão de Shaw et al. (2010), existe uma clara diferença entre a teoria e a prática no desenvolvimento de uma medida de performance ambiental, por isso, as empresas necessitam de uma maior orientação sobre a gestão do desempenho ambiental na cadeia de suprimentos, seja através de sistemas de gestão ambiental já existente ou de legislação governamental.

De acordo com Eltayeba et al. (2011), os resultados ambientais são consequências das iniciativas positivas da *green supply chain* sobre o ambiente, interna e externamente às organizações. Estas iniciativas incluem a redução de resíduos sólidos e líquidos, redução das emissões atmosféricas, redução no consumo de recursos e de materiais perigosos/tóxicos, diminuição da frequência de acidentes ambientais, e melhorias na saúde dos funcionários e da comunidade em geral.

A ABNT NBR ISO 14031 (2004) - Gestão ambiental - Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes, orienta como uma organização pode avaliar o seu desempenho ambiental. A norma também trata da seleção de indicadores de desempenho adequados e do modo como o desempenho pode ser avaliado segundo critérios definidos pela administração. Esta informação pode ser usada como uma base para relatórios internos e externos sobre o desempenho ambiental (ISO, 2012). Segundo a ABNT NBR ISO 14031 (2004) os indicadores de desempenho ambiental podem ser divididos em três categorias:

a) Indicadores de Desempenho Operacional (IDO): fornece informação sobre o desempenho ambiental das operações de uma organização. São indicados para todas as empresas e constituem a base para avaliar os aspectos ambientais, sendo alguns exemplos destes indicadores: o consumo, em quantidades totais ou em relação ao volume de produção, de materiais, energia e água, e a geração de emissões e resíduos.
b) Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG): fornece informação sobre os esforços gerenciais para melhorar o desempenho ambiental de uma organização. Estes

indicadores avaliam, indiretamente, os esforços de proteção ambiental desenvolvidos pela empresa e os resultados alcançados no que diz respeito à influência dos seus aspectos ambientais. O número de auditorias ambientais, a formação dos quadros, as auditorias aos fornecedores, os casos de não cumprimento da legislação, fábricas certificadas, etc., servem como exemplo destes indicadores. Contudo fornecem informação quantitativa sobre as atividades de gestão ambiental para controle, mas não informação sobre o desempenho ou impactos ambientais. As normas ABNT NBR ISO 14031 (2004) não aconselham, portanto, uma utilização exclusiva dos IDG na avaliação do desempenho ambiental, uma vez que eles não representam os impactos materiais no ambiente, podendo até mesmo ocultá-los.

c) Indicador de Condição Ambiental (ICA): fornecem especificamente informações das condições de qualidade do ambiente no âmbito local, regional, nacional ou global. São utilizados para fornecer informação dos impactos das emissões atmosféricas na qualidade do ar ou das águas. As condições ambientais ao redor da empresa são geralmente monitoradas pelas entidades governamentais. Os indicadores nacionais e globais para a avaliação da qualidade do ambiente são geralmente denominados “indicadores ambientais” ou “indicadores das condições ambientais” e não como “indicadores de desempenho”.

Em uma pesquisa, Sarkis et al. (2012) identificou três tipos de fabricantes industriais chineses, os primeiros adeptos de práticas GSCM, os seguidores e os retardatários. O estudo indicou que as diferenças existentes entre os três tipos de adeptos de práticas GSCM ocorre em termos de seu desempenho ambiental, operacional e econômico. Segundo Beamon (1999) as organizações devem desenvolver procedimentos que estendem-se sobre as operações de análise, melhoria contínua, medição, objetivos e desempenho ambientais, para alcançar o GSCM.

3.2 Síntese das abordagens teóricas e escopo da pesquisa

Os conceitos abordados na revisão da literatura e as práticas de GSCM (variáveis de pesquisa) tratados na primeira parte deste projeto de pesquisa se encontram no quadro 5, com o propósito de auxiliar na visualização de todo o conteúdo citado e seus respectivos autores.

	CONCEITOS ABORDADOS		AUTORES RELACIONADOS
PARTE I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	A incorporação da variável ambiental ao SCM	Gestão da cadeia de suprimento	Lambert, Cooper; Pagh (1998); Beamon (1999); Heckmann; Shorten; Engel (2003); Bowersox e Closs (2007); Mentzer et al.(2001); Seuring e Muller (2008); Slack (2009); Christopher (2009); Chopra e Meindl (2011)
		Gestão da cadeia de suprimentos sustentável	Beamon (1999); Young e Young (2001); Vachon e Klassen (2006); Seuring e Muller (2008); Vachon e Mao (2008); Keating et al. (2008); Barbieri, Cajazeira e Branchini (2009); Brito e Berardi (2010); Corrêa (2010)
	Green Supply Chain Management Srivastava (2007) e Zhu et al. (2008) **VARIÁVEIS CONSIDERADAS NA PESQUISA**	GSCM	Carter e Ellram (1998); Beamon (1999); Zsidisin e Siferd (2001); Sarkis (2003); Zhu e Cote (2004); Zhu e Sarkis (2004); Vachon e Klassen (2006); Tsoulfas e Pappis (2006); Srivastava (2007); Zhu et al. (2008); An et.al. (2008); Vachon e Klassen (2008); Brito e Berardi (2010); Sarkis et al. (2011); Eltayeb; Zailani; Ramayah (2011)
		Gestão Ambiental	Gupta (1995); Angel e Klassen (1999); Banerjee (2001); Rowland-Jones e Cresser (2005); Chan e Wong (2006); Tauchen e Brandli (2006); Barbieri (2007); Fortunski (2008); Sambasivan e Fei (2008); Perotto et al. (2008); González et al. (2008); Gavronski et al. (2008); Oliveira e Pinheiro (2009); Zhu, Sarkis e Lai (2008); Campos e Melo (2008); Oliveira e Serra (2010); Dias (2011);
		Compra verde	Min e Galle (1997); Carter e Carter (1998); Walton et al. (1998); Sarkis (1999); Zsidisin e Siferd (2001); Zhu, Sarkis e Lai (2008); Zhu e Sarkis (2008)
		Fabricação verde e remanufatura	Gupta (1995); Teixeira e César (2005); Srivastava (2007); Franco e Filipim (2007); Nunes e Bennett (2010); Ninlawan (2010); Emmett e Sood (2010)
		Logística reversa	Bowersox e Closs (2001); Fleichmann (2001); Leite (2006); Vachon e Klassen (2006); Srivastava (2007); Dias et al. (2012)
		Ecodesign	Rebitzer (2002); Srivastava (2007) Zhu, Sarkis e Lai (2008); Beamon (2008); Borchardt et al. (2008)
		Análise do ciclo de vida	Tsoulfas e Pappis (2006); ABNT NBR ISO 14.040 (2006) - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura; ABNT NBR ISO 14.044 (2006) - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações; Srivastava (2007); Zhu, Sarkis e Lai (2008); Rodrigues et al. (2013)
		Gestão de resíduos	Gupta (1995); Beamon (1999); Sarkis (2003); Ali et al. (2005); Vachon e Klassen (2006); Srivastava (2007); Rao (2007); Barbieri (2007); ABNT NBR 10004 (2004) - Resíduos sólidos – Classificação; ABNT NBR 10007 (2004) - Amostragem de resíduos sólidos; ABNT NBR 10006 (2004) - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos
		Avaliação de desempenho	Beamon (1999); Zhu e Sarkis (2004); ABNT NBR ISO 14031 (2004) - Gestão ambiental - Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes; Tsai e Hung (2009); Testa e Iraldo (2010); Shaw et al. (2010); Eltayeba et al. (2011)

Quadro 5 - Abordagem teórica e autores relacionados
Fonte: Autor, 2014

Contudo o presente projeto de pesquisa se delimita no estudo de práticas GSCM adotadas por empresas focais e que consequentemente se estendem a seus fornecedores e clientes. A partir das considerações realizadas anteriormente, elaborou-se a um modelo para melhor compreensão da abordagem desta pesquisa, representado na figura 13, sendo a parte destacada em vermelho, a síntese do objeto de estudo.

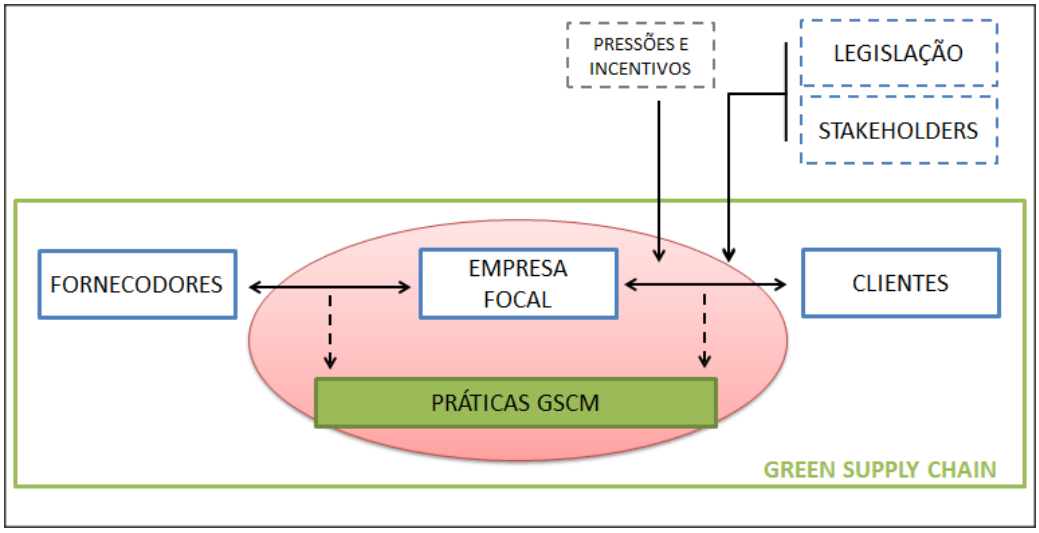


Figura 13 - Modelo que resume o objeto de estudo
Fonte: Autor, 2014

Seuring e Muller (2008) afirmam a existência de pressões externas de regulamentação e exigências legais, além de incentivos, a partir da demanda dos clientes, resposta aos stakeholders e vantagem competitiva, para consolidação do *green supply chain management*. Para que as organizações se tornem e permaneçam ambientalmente competitivas, segundo Beamon (1999), estas devem alargar sua cadeia de suprimentos tradicional, adicionando as práticas "*green"* dentro de seus processos produtivos e indicadores de desempenho.

Outra forma também eficaz de contribuir para a sustentabilidade seria através da cooperação de empresas. Os fabricantes não só devem ser responsabilizados pelos processos que ocorrem nas suas instalações, mas também pela seleção de fornecedores e parceiros, pois compartilham a responsabilidade por produtos do "berço ao túmulo" na cadeia de ciclo de vida. Assim sendo, todos possuem um papel a desempenhar para minimizar os efeitos ambientais negativos dos produtos e dos terminais de emissões.

Seuring e Muller (2008) afirmam que a empresa focal muitas vezes necessita tomar frente da cadeia de fornecimento pela necessidade econômica, portanto, quando a empresa focal é pressionada, ela geralmente passa esta pressão para os fornecedores.

4 CADEIA DE ELETROELETRÔNICOS

Com o vertiginoso desenvolvimento tecnológico, a produção de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) é um dos segmentos que mais cresce no mundo (Hischier; Wäger; Gauglhofer, 2005 apud AUGUSTO, 2013). Ao mesmo tempo em que o consumo de EEE se amplia, observa-se também uma crescente preocupação em relação aos impactos gerados pelos equipamentos eletrônicos ao final de sua vida útil. Neste sentido, nos subcapítulos a seguir será descrito o ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos e seus resíduos. E por fim será abordada a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, regulamentação que definem planos, programas, objetivos e prazos que impulsionam os principais agentes do mercado a organizar uma destinação apropriada para os resíduos sólidos gerados na manufatura e após o consumo de diversos bens, entre eles os produtos do setor eletroeletrônico.

4.1 Ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos (EEE)

A manufatura dos eletroeletrônicos é realizada entre diversas empresas, caracterizadas pelas etapas de criação, concepção, fabricação e montagem. Produzidos de maneira modular, componentes dedicados a fins diversos são reunidos em conjuntos de crescente complexidade. Cada um dos componentes e dos subcomponentes pode ter sido manufaturado por distintos fabricantes, em diferentes partes do mundo (ABDI, 2012). O setor eletroeletrônico é composto por várias segmentações industriais, como: plástico e borracha; minero-metalurgia; mecânica; papel e celulose (embalagens); indústria química; materiais elétricos básicos; eletrônica (semicondutores, placas, circuitos, outros); software; componentes mecânicos; e é responsável por produzir bens de consumo, de capital, e energia (GUTIERREZ; ALEXANDRE, 2003).

Por conta das características específicas da manufatura de EEE e do cenário internacional de matérias-primas e componentes, a importação tem um papel fundamental na manufatura. Muitos componentes e subcomponentes são importados - em especial de países do leste asiático - para posterior montagem dentro do Brasil. Grande parte da produção dos subcomponentes e componentes são mecanizadas, principalmente para aqueles que exigem precisão. Já a montagem dos componentes nos equipamentos em si é frequentemente um

processo manual, com a solda ou colagem dos componentes em placas, o fechamento de gabinetes e a afixação de parafusos (ABDI, 2012). Os produtos manufaturados podem ser divididos em quatro abrangentes categorias, caracterizadas por diferentes portes, componentes e tempo de vida útil, como mostra a figura 14.

Figura 14 - Categorias de produtos eletroeletrônicos
Fonte: ABDI, 2012

Segundo ABDI (2012) a principal via de escoamento da produção de EEE, o comércio é responsável pela venda dos produtos ao usuário final, possuindo alta presença geográfica através de distribuidoras, grandes redes varejistas, pequeno comércio e sites de comércio eletrônico, podendo realizar a venda de todas as linhas de EEE, ou concentrar somente em algumas linhas de produtos. A alta concorrência com produtos do mercado cinza é um dos desafios enfrentados pelo setor eletroeletrônico no Brasil. Segundo estudo realizado pela ABINEE, a ilegalidade chega a 30% em algumas linhas.

É da China que se tem a maior parte das importações de EEE para o país, contando com 35% de participação em 2011 segundo a ABINEE. Do total de R$ 39,5 bilhões em importações de eletroeletrônicos, os equipamentos de telecomunicações, informática e utilidades domésticas somam R$ 12,6 bilhões. Representam mais de 4% das importações totais do Brasil. Os importadores mais representativos são distribuidoras atacadistas e revendedores para o varejo. Segundo a legislação, os próprios possuem responsabilidade legal em relação aos produtos importados (ABDI, 2012).

Os eletroeletrônicos de usuário primário perdem valor pelo uso quando atingem seu efetivo fim de vida útil, não oferecendo mais condições de uso, ou quando produtos mais

atrativos são lançados no mercado, motivando uma substituição (MAGALHÃES, 2011). Segundo Leite (2003) a difusão de inovações acarreta um cenário obsoleto para os produtos, reduzindo cada vez mais o ciclo de vida útil, potencializando a descartabilidade. Assim sendo, o bem durável passa a ter um período de descarte como o dos bens semiduráveis e por fim os bens antes considerados semiduráveis condicionam-se ao período de bens descartáveis.

Posteriormente á substituição, um eletroeletrônico é normalmente destinado a alguém ou algum lugar, podendo ter alguma das destinações, como: venda a uma empresa de conserto e comercialização de equipamentos de segunda mão, onde serão reparados e vendidos; doação para uma nova fonte de uso; retorno ao ciclo produtivo para desmontagem ou reciclagem; disposição final em local apropriado ou não (MAGALHÃES, 2011).

Mesmo com a cultura do reuso, existem casos em que o material não tem mais serventia, e deve portanto ser descartado. Estudos com consumidores apontam que grande parte deles está preocupada com o descarte correto dos eletroeletrônicos, mas que poucos sabem o que fazer com esse material, seja por falta de informação ou pela ausência de locais apropriados para o descarte (Nascimento; Val e Mota, 2010 apud ABDI, 2012).

A logística reversa é uma prática que somente se inicia quando um consumidor de fato descarta o seu equipamento eletroeletrônico, esteja esse em condições de uso ou não, tenha o equipamento passado pela fase de reuso ou não, como pode ser observado na figura 15 (ABDI, 2012).

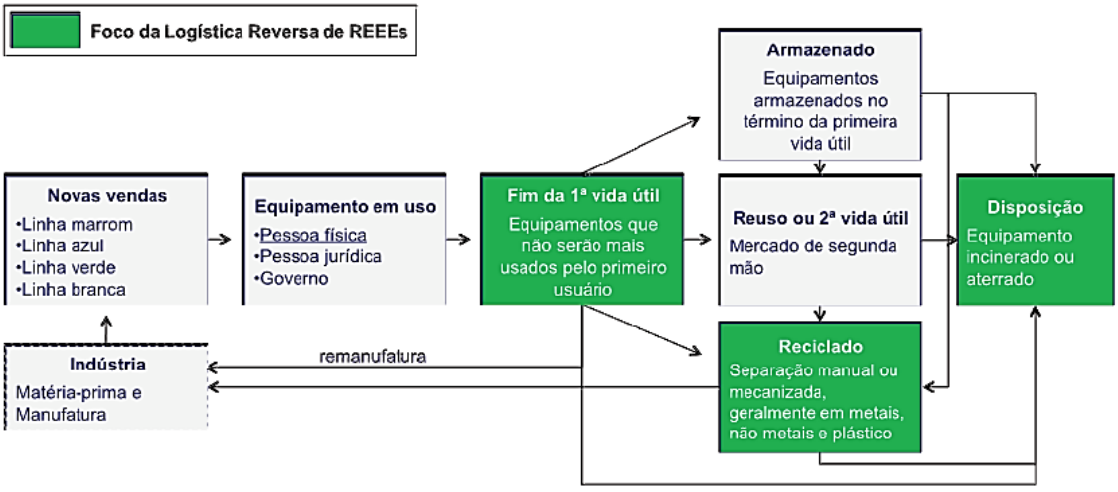
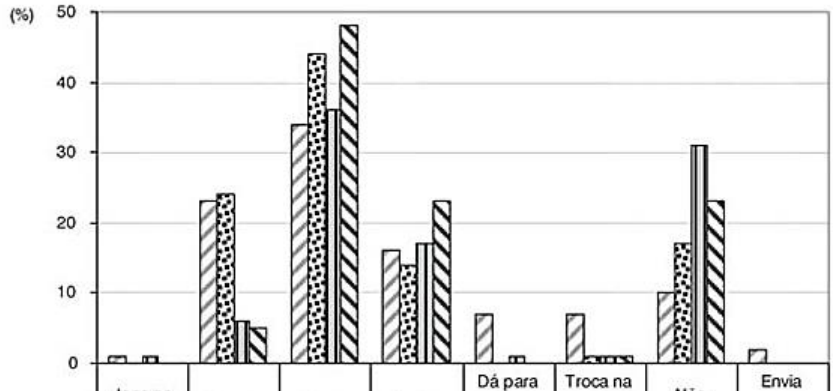


Figura 15 - Ciclo de vida de eletroeletrônicos
Fonte: Autor “adaptado de” Leite, 2009

A coleta de REEE (resíduos de equipamentos eletroeletrônicos) consiste no recebimento, armazenamento temporário e encaminhamento desse tipo de material. Pode

acontecer em pontos fixos, ou então acompanhando temporariamente campanhas de coleta de materiais. O varejo já tem oferecido, pontualmente e de maneira espontânea, pontos de recebimento de diferentes materiais eletroeletrônicos ou afins. Outro canal com grande potencial para realizar a coleta de REEE são as oficinas de assistência técnica: estabelecimentos que realizam o conserto ou a manutenção de aparelhos eletrônicos em geral, contam com mais de 10 mil oficinas em todo o país, segundo a ABRASA (Associação Brasileira de Serviço em Eletroeletrônicos). As cooperativas de catadores também podem ser citadas como um canal, pois costumam fazer a coleta, triagem e em alguns casos até o pré-processamento (desmontagem) de REEE. De acordo com a ABDI (2012) a coleta e o pré-processamento de REEE's representam em torno de 15% do faturamento das cooperativas de catadores segundo levantamento feito durante as entrevistas com os atores da cadeia. Por fim, algumas empresas de pequeno porte que atuam na triagem, pré-processamento e reaproveitamento de alguns materiais também atuam como pontos de recebimento de REEE (ABDI, 2012).

Um estudo realizado por Franco e Lange (2011) com o objetivo de determinar o fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) no município de Belo Horizonte - Minas Gerais, Brasil, mostrou que a principal destinação dada pelos consumidores particulares para o descarte desses resíduos é a doação, como pode ser visto na figura 16.



	Joga no lixo	Guarda	Doa	Vende	Dá para criança brincar	Troca na compra de um novo	Não respondeu	Envia para re-ciclagem
Celular	1	23	34	16	7	7	10	2
TV	0	24	44	14	0	1	17	0
PC	1	6	36	17	1	1	31	0
Geladeira	0	5	48	23	0	1	23	0

Figura 16 - Destino dado aos aparelhos eletrodomésticos ao final da primeira vida útil
Fonte: Franco; Lange, 2011

Depois dos REEE serem coletados, triados e em alguns casos pré-processados (desmontagem), estes podem ser reciclados. A reciclagem é um processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. Em geral, cumprem uma série de etapas (Franco, 2008):

a) Eliminação dos dados, no caso de equipamentos de informática e telecomunicações;
b) Pesagem;
c) Desmontagem;
d) Separação por tipo de materiais - ferrosos, não ferrosos e plásticos;
e) Compactação dos materiais de características similares;
f) Processamento mecânico e/ou químico para recuperação de materiais de valor. Essa etapa pode ser subdividida em uma ou mais fases, como: trituração e moagem; desintoxicação; filtragem; liquidificação; separação por densidade; separação por eletrólise; decantação; refinagem;
g) Tratamento e disposição de resíduos perigosos.

Através da reciclagem, os REEE dão origem a matéria prima não-virgem que pode ser devidamente reinserida no processo produtivo, reduzindo a demanda por extração de nova matéria-prima (ABDI, 2012).

Achillas et al. (2010) representa mais detalhadamente os processos e diferentes práticas relacionadas aos REEE após seu fim de vida útil. As características relacionadas ao fluxo posterior à utilização dos equipamentos eletroeletrônicos, foi o foco da pesquisa destes autores. Eles também identificam as possibilidades de reuso e reciclagem como alternativas após o tratamento inicial dos REEE, como atividades de classificação, testes de usabilidade, segregação dos materiais e trituração. Os componentes que não apresentam condições de serem reutilizados, seguem para a reciclagem, de acordo com o tipo de material, como mostra a figura 17.

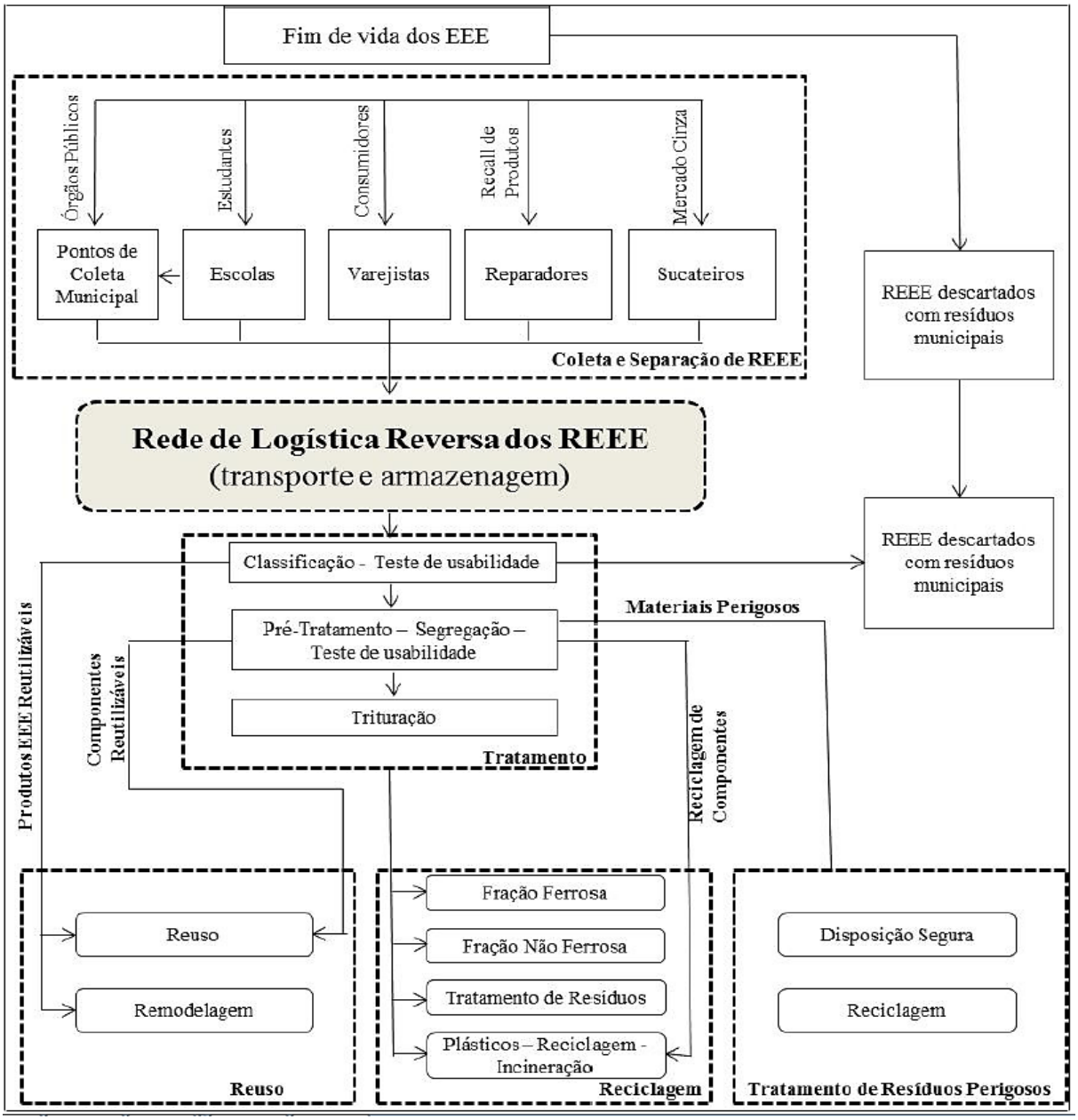


Figura 17 - Logística Reversa dos REEE
Fonte: Achillas et al., 2010

Segundo a ABDI (2012) a área de reciclagem de eletrônicos conta com recicladoras em diferentes regiões do Brasil, como pode ser verificado na figura 18. Porém, o setor de reciclagem brasileiro sofre de instabilidade no fornecimento de materiais, ocasionada pela alta informalidade da coleta e da logística. Devido à escala ainda relativamente pequena, faltam também ao setor as condições de investir em tecnologia.

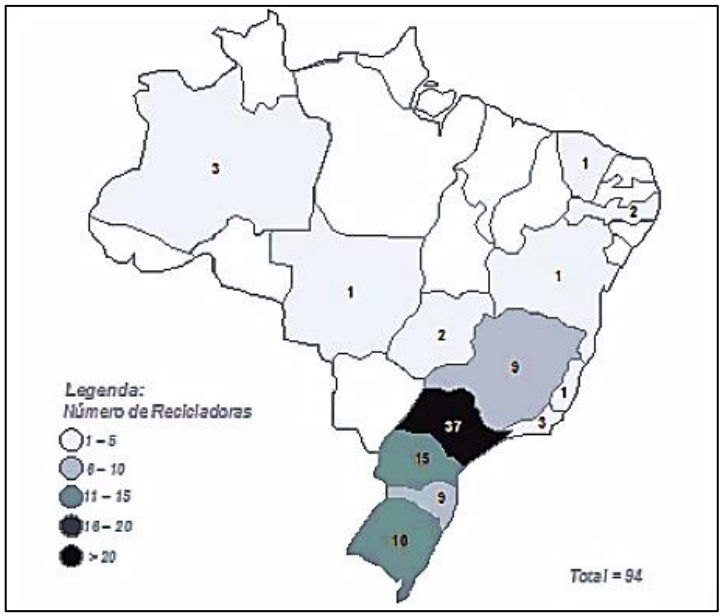


Figura 18 - Recicladoras de REEE atuantes no Brasil
Fonte: Análise Inventta apud ABDI, 2012

Dessa forma, o que existe no país para separação e tratamento de insumos nobres de REEE tem baixa eficiência quando comparado com tecnologias existentes em outros países. Parte considerável dos REEE gerados no país precisam assim ser exportados para o devido tratamento. Um levantamento realizado no sistema Aliceweb apontou que em 2011, um volume superior a 20.000 toneladas de resíduos potencialmente originados de equipamentos eletroeletrônicos, foram exportados a partir do Brasil, como pode ser observado na tabela 1 (ABDI, 2012).

Tabela 1 - Exportação de resíduos a partir do Brasil (em toneladas)

Tipo de Resíduo	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Polímeros e outros plásticos	13.826	12.409	7.984	3.946	5.473	5.772
Ferro	7.317	19.571	30.705	18.842	9.815	15.774
Acumuladores Eletr. de Chumbo	-	-	-	-	6	32
Vidro	-	145	4	14	7	-
Total	**21.143**	**32.126**	**38.693**	**22.802**	**15.300**	**21.579**

Fonte: Aliceweb apud ABDI, 2012

A partir de um estudo da consultoria Inventta publicado pela ABDI (2012) é possível observar a estimativa da geração de REEE até o ano de 2020 no Brasil, como mostra a figura 19. Para fins de simplificação da análise segmentaram-se os resíduos em dois grandes grupos: os resíduos de grande porte e os de pequeno porte. O volume de REEE de grande porte foi calculado somando todos os REEE's provenientes da linha branca (Refrigeradores, Fogões, Lava roupa e Ar condicionado). O volume de REEE de pequeno porte foi calculado somando

todos os outros REEE's considerados no estudo (Televisor/Monitor, LCD/Plasma, DVD/VHS, Produtos de áudio, Desktop, Notebooks, Impressoras, Celulares, Batedeira, Liquidificador, Ferro elétrico, Furadeira) e obteve-se o seguinte volume potencial de geração de REEE's (figura 19).

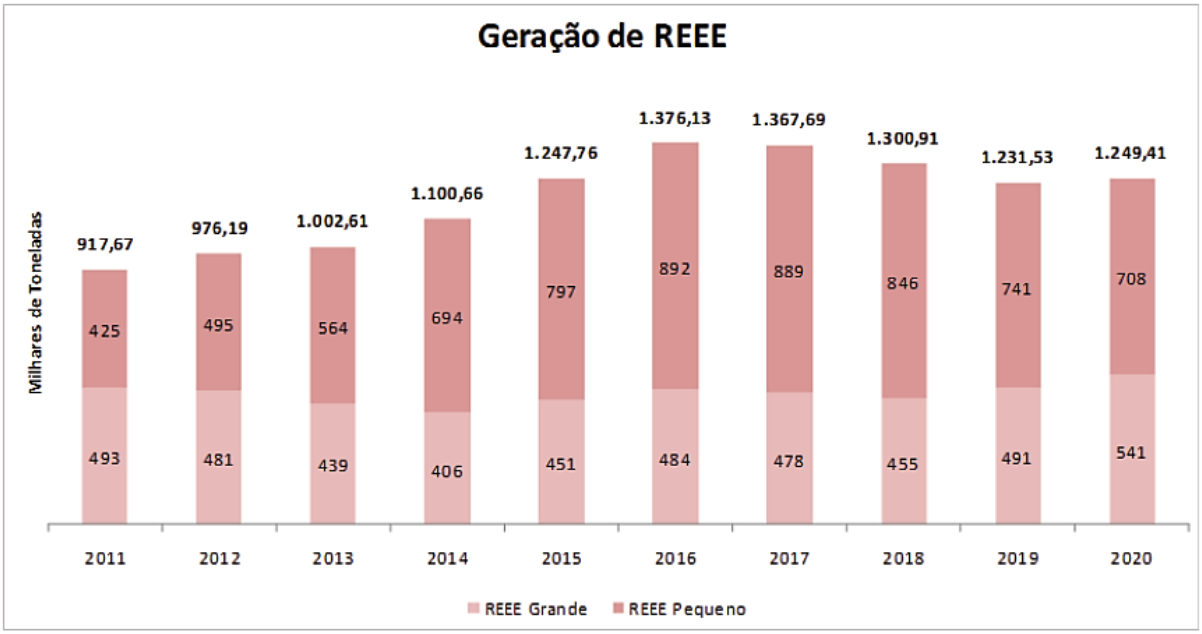


Figura 19 - Estimativa da geração de REEE
Fonte: Análise Inventta apud ABDI, 2012

Como análise da proporcionalidade dos resultados, comparou-se o valor encontrado com referências internacionais. Para comparação, neste estudo da consultoria Inventta publicado pela ABDI (2012), utilizou-se o PIB per capita (que apresentou forte correlação com a geração de REEE per capita), como pode ser analisado na tabela 2.

Tabela 2 - Renda per capita e geração de WEEE

País	PIB (US$/habitante)	Geração WEEE (kg/habitante)
Dinamarca	34.600	23,2
Finlândia	30.900	23,0
Alemanha	30.400	14,6
Reino Unido	30.300	29,4
França	29.900	24,0
Suécia	29.800	23,9
Estôtnia	16.700	8,2
Hungria	16.300	11,4
Lituânia	13.700	6,3
Polônia	13.300	8,4
Bulgária	9.600	5,7
Brasil (mínimo 2011)	11.900	4,8
Brasil (máximo 2016)	11.900	7,2

Fonte: Análise Inventta apud ABDI, 2012

Já como exemplo de dados no tratamento de REEE, a Tabela 3 apresenta quantidades coletadas e tratadas (em %) da geração de REEE no ano de 2005 na Europa, resultados da política imposta pela Diretiva WEEE (*waste electrical, and electronic equipment*) extraídos do relatório de revisão da diretiva elaborada pela Universidade das Nações Unidas entre outros (UNU et al., 2007).

Tabela 3 - Quantidades coletadas e tratadas (em %) da geração de REEE no ano de 2005 na Europa (EU27)

	Categoria de Tratamento	% Coletado da geração de REEE
1A	Equipamentos domiciliares grandes	16,3%
1B	Geladeira e freezer	27,3%
1C	Outros item 1 de menor tamanho	40,0%
2, 5A, 8	Pequenos equipamentos domésticos	26,6%
3A	TI e Telecom, exc monitores TRC.	27,8%
3B	Monitores de Tubos de Raios Catódicos	35,3%
3C	Monitores de Cristal Liquido	40,5%
4A	Eletrônicos exc. TRC	40,1%
4B	Monitores TRC para TVs	29,9%
4C	Monitores de TV "Flat panel"	40,5%
5B	Lâmpadas	27,9%
6	Ferramentas eletro-eletrônicas	20,8%
7	Brinquedos e equipo.esportes.	24,3%
8	Equipamentos médicos	49,7%
9	Instrumentos de monitoramento	65,2%
10	Dispensers automáticos	59,4%

Fonte: United Nations University - UNU et al., 2007

Entretanto, por mais que se busque um significativo resultado na recuperação e reciclagem de materiais, o processamento de REEE acaba gerando uma quantidade de rejeito, material cujo reaproveitamento é inviável. Como ele é composto muitas vezes por elementos potencialmente perigosos, é necessário adotar medidas de minimização de seu impacto socioambiental. Ao contrário de outros tipos de resíduo, no caso dos REEE a valorização energética (incineração com subsequente transformação de calor em energia elétrica) não é recomendada, devido a presença de metais pesados como o cobre e o chumbo, que exigiriam o tratamento especial dos gases da combustão e dos rejeitos da incineração, o que colocaria em risco a viabilidade econômica do processo (Franco, 2008). O caminho alternativo que resta é a distribuição ordenada dos rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas para evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e minimizar impactos ambientais adversos (ABDI, 2012).

4.2 Os resíduos eletroeletrônicos

Os equipamentos eletroeletrônicos ao final de sua vida útil, esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso, passam a ser considerados resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). É notório que alguns equipamentos possuem um ciclo de vida mais curto, como o caso dos equipamentos de telecomunicações, devido à incorporação de novas tecnologias ou à indisponibilidade de peças de reposição, estes são substituídos e, portanto descartados mais rapidamente (ABDI, 2012).

Os REEE são compostos por distintas concentrações de diversos materiais, como plásticos, vidros, componentes eletrônicos, mais de vinte tipos de metais pesados e outros; estes são frequentemente dispostos em camadas e subcomponentes afixados por solda ou cola. Certos equipamentos ainda recebem jatos de substâncias químicas específicas seja para proteção contra corrosão, como para o retardamento de chamas. A extração de cada material exige um procedimento diferenciado, portanto, sua separação para processamento e eventual reciclagem tem uma alta complexidade, custo e impacto (ABDI, 2012).

Entre os metais pesados estão o alumínio, arsênio, cádmio, bário, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, entre outros (Silva; Martins e Oliveira, 2007) apud ABDI (2012). Todos esses elementos são potencialmente tóxicos, resultando dois tipos de riscos: contaminação das pessoas que manipulam os REEE e contaminação do meio ambiente. Tanto o consumidor que

mantém e utiliza em casa equipamentos antigos, quanto os envolvidos com a coleta, triagem, descaracterização e reciclagem dos equipamentos, estão potencialmente expostos ao risco de contaminação por metais pesados ou outros elementos. Os efeitos no organismo podem ser graves, por isso, toda a manipulação e processamento devem ser realizados com os devidos equipamentos de proteção pessoal. O mesmo cuidado deve ser tomado se tratando do meio ambiente, os REEE não devem, de forma alguma, ser depositados diretamente na natureza ou junto a rejeitos orgânicos, pois o pequeno contato dos metais pesados com a água incorre em imediata contaminação do chorume, multiplicando o impacto decorrente de qualquer eventual vazamento. E se penetrar no solo, esse material pode contaminar lençóis subterrâneos ou acumular-se em seres vivos, com consequências negativas para o ambiente como um todo. Assim sendo, todas os estágios da logística reversa devem levar em conta esses riscos, e implementar maneiras de preveni-los (ABDI, 2012).

Uma lista dos componentes que contém substâncias perigosas contidas em alguns REEE, obtida em um projeto comissionado pelo Ministério do Meio Ambiente do Reino Unido, pode ser analisada no Quadro 6 (AEA Technology, 2006).

É possível observar nesta lista que muitos dos componentes utilizados anos atrás, já não são comuns mesmo em mercados de países em desenvolvimento, como por exemplo, os discos flexíveis que foram substituídos por “pen drives” e outros dispositivos de memória. Nesse sentido, a velocidade de mudança do setor de eletroeletrônicos é um fator a ser considerado na gestão dos REEE.

Substâncias	Ocorrência nos REEE
Compostos Halogenados	
PCB - Bifenilas policloradas	Condensadores, transformadores
TBBA - Tetrabromo-bisfenol A PBB bifenilas polibromadas PBDE eter difenil polibromados	Retardadores de chamas para plásticos em componentes termoplásticos: placas de circuito, gabinetes e cabos, etc..
CFC Clorofluorcabonos	Refrigeradores, condicinadores de ar, e outros.
PVC polivinil clorados	Cabos
Metais pesados e outros metais	
Arsênio	Pequenas quantidades na forma de arseneto de gálio em diodos
Bário	Monitores de tubo de raios catódicos MTRC
Berílio	Fontes de energia, lentes raio x.
Cádmio	Baterias recarregáveis de níquel-cádmio, camada fuorescente dos MTRC, tonners e tintas, tambores das máquinas fotocopiadoras.
Cromo hexavalente	Fitas de dados, disco flexível
Chumbo	Monitores MTRC, baterias, placas PCI
Lítio	Baterias de lítio
Mercúrio	Lampadas fuorescentes dos LCDs, algumas baterias alcalinas.
Níquel	Baterias NiCd e NiMH, canhão de eletróns dos MTRC
Terras raras (Ítrio, Európio)	
Selênio	Tambores das fotocopiadoras antigas
Zinco sulfeto	Interior da tela dos MTRC
Outros	
Poeira de Tonner	Cartuchos de tonner
Substâncias radioativas	Equipamentos médicos, detectores de incêndio

Quadro 6 - Presença de Substâncias perigosas em REEE
Fonte: AEA Technology, 2006

Quando se trata da composição dos materiais presentes nos REEE em percentual, Ongondo, Williams e Cherrett (2011) afirmam que uma definição generalizada sobre esta composição é dificultada pela diversidade dos tipos de materiais presentes nestes resíduos. Porém, algumas pesquisas evidenciam cinco categorias de materiais: metais ferrosos, metais não ferrosos, vidros, plásticos e outros materiais. A Figura 20 apresenta, além destes percentuais, os valores percentuais dos materiais poluentes e perigosos.

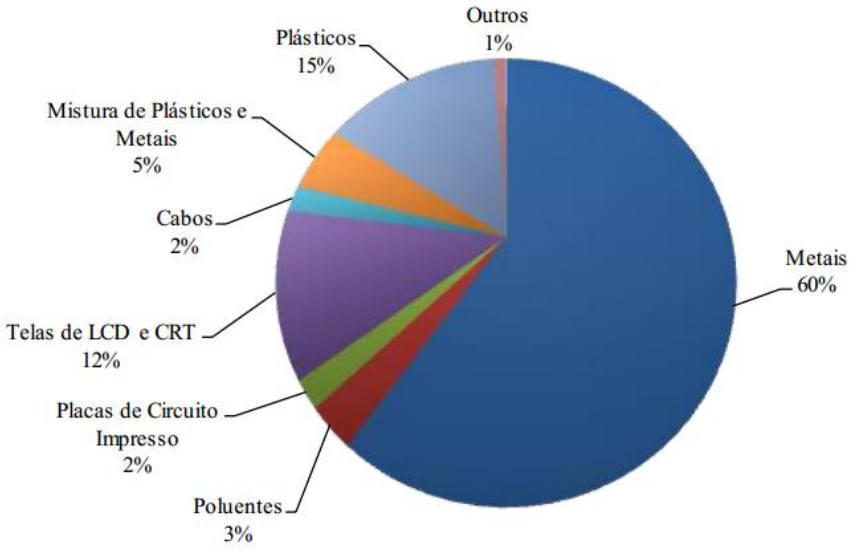


Figura 20 - Frações Típicas de Materiais Presentes em REEE
Fonte: Autor "adaptado de" Widmer et al., 2005

Como pode ser observado na figura, o ferro e o aço são os materiais mais comuns encontrados nos REEE, em função do peso, e respondem por mais da metade do peso total dos REEE. Em segundo lugar estão os plásticos, que representam 21% do peso dos REEE. Os metais não ferrosos, incluindo os metais preciosos, representam 13% do peso, com o cobre contabilizando 7% do peso total.

A preocupação com o resíduo eletroeletrônico, vem crescentemente destacando-se no âmbito do poder público, que decorre impondo limites através de ações no estabelecimento de leis mais rigorosas. Neste contexto, a quantidade de legislações ambientais no panorama mundial cresce, tendo destaque a diretriz *Waste, Electrical and Electronic Equipment* (WEEE), aprovada em 2002 pelo parlamento europeu, que estabelece quotas de recuperação de produtos e redução na quantidade de lixo eletrônico que entra nos aterros; e também, a diretriz *Restriction on the use of Hazardous Substances* (ROHS), que entrou em vigor em 2006, com objetivo de evitar ou reduzir o volume de produtos tóxicos e metais pesados que entram na União Européia (LEITE, 2009).

A atenção com os REEE é mundial, como pode ser constatado através dos estudos de Goodman (2008) e de Yang, Lu e Xu (2008) que salientam as atitudes de países como Estados Unidos e China em termos de políticas públicas que principalmente controlem o uso de determinadas substâncias causadoras de impacto ambiental. As principais substâncias restringidas ao uso em eletroeletrônicos nos Estados Unidos, por exemplo, são os retardadores de chama bromados, cádmio, chumbo e seus compostos, cromo hexavalente dentre outros. Por outro lado, a China apoia o desenvolvimento de formas pertinentes de coleta e disposição

do lixo eletrônico e o controle da importação ilegal do REEE, enfim, uma regulamentação mais ampla em termos mundiais para o resíduo eletrônico.

No Brasil, o desenvolvimento da política ambiental ocorreu conforme o contexto internacional, principalmente a legislação europeia, mesmo que diferentes fases tenham surgido defasadas ou sobrepostas (Magrini, 2004). De acordo com a ABDI (2012), alguns estados brasileiros fixaram legislações que tratam da política de REEE e discutem sobre a responsabilidade de cada ator no ciclo de vida do produto. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que será abordada mais detalhadamente no tópico a seguir, introduz a Logística Reversa para esses resíduos, atribuindo a responsabilidade pós-consumo aos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores.

4.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei n. 12.305/2010, em agosto de 2010, regulamentada em dezembro do mesmo ano pelo Decreto n. 7.404/2010, estabeleceu um novo marco regulatório para a sociedade brasileira ao definir um regime de responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida de diversos produtos (BRASIL, Decreto 7.404, 2010). Apesar de a PNRS (BRASIL, Lei nº. 12.305, 2010) apontar uma aparente contemporaneidade, a abordagem legal no âmbito da sustentabilidade e ambiental ergue-se há mais de trinta anos, podendo ser referenciada a lei n. 6.938/1981, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (GUARNIERI et al., 2011). Contudo, a PNRS insere-se no elenco das grandes discussões da atualidade em conjunto com a manutenção dos recursos naturais não renováveis, com a qualidade de vida dos indivíduos contraposta ao aumento do padrão e do poder de consumo pessoal, como também com a consequente geração de resíduos de bens pós-consumo (BARBIERI, 2007; GUTIERREZ; ZANIN, 2011).

A PNRS e sua regulamentação definem planos, programas, objetivos e prazos que impulsionam os principais agentes do mercado: governo, indústria, comércio, importadores, prestadores de serviços e consumidores, a organizar uma destinação apropriada para os resíduos sólidos gerados na manufatura e após o consumo de diversos bens, entre eles os produtos do setor eletroeletrônico (BRASIL, Decreto 7.404, 2010).

A estrutura da Lei nº 12.305/2010 é fracionada em quatro títulos, distribuídos em 11 capítulos e suas sessões, totalizando 57 artigos, como apresentado na figura 21, tratando dos "seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como das 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" (BRASIL, Decreto 7.404, 2010).

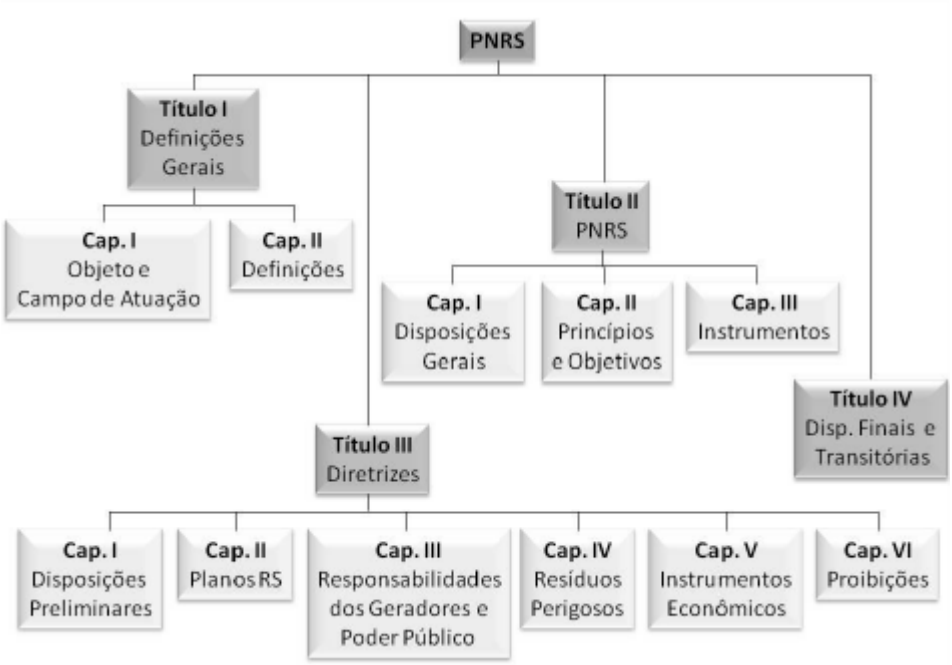


Figura 21 - Estrutura da PNRS
Fonte: Augusto, 2013

Além de estabelecer o procedimento de logística reversa visando reciclar, reinserir e reaproveitar os resíduos na cadeia produtiva, impulsionando a disposição ambientalmente correta dos rejeitos finais desses processos (BRASIL, Decreto 7.404, 2010). Outro elemento importante na nova política é intensificar a questão da gestão de resíduos a partir de uma perspectiva integrada (MONTEIRO, et al., 2001), a partir da Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida e os Acordos setoriais (YOSHIDA, 2012, MIGLIANO, 2012, REVEILLEAU, 2011), incluindo a promoção do conceito de ecoeficiência, direcionando os processos de produção, de forma a gerar menos resíduos (BRASIL, Decreto 7.404, 2010), a partir da hierarquia de resíduos definida pela PNRS, demonstrada na Figura 22, na qual apresenta-se em ordem decrescente de preferência as alternativas para a gestão de tratamento de resíduos, sendo, a disposição final em aterro, a última alternativa que deverá ser escolhida na impossibilidade de outras alternativas (BRASIL, Lei nº. 12.305, 2010).

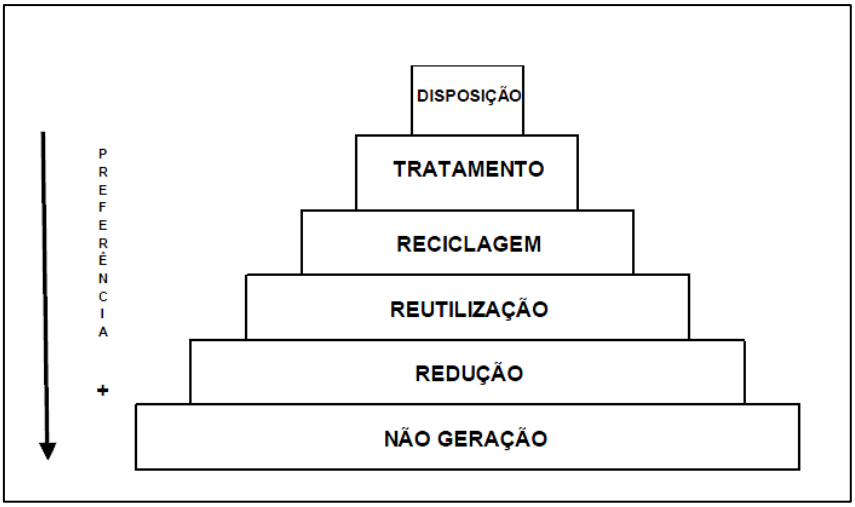


Figura 22 - Hierarquia de resíduos segundo PNRS (2010)
Fonte: BRASIL, Decreto 7.404, 2010

Tratando-se da responsabilidade compartilhada, de acordo com o art. 30 da Lei nº 12.305/2010, esta será implantada de "forma individualizada e encadeada". No caso das empresas geradoras de resíduos sólidos, sejam elas fabricantes ou importadoras de: agrotóxicos e suas embalagens; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos do setor eletroeletrônico e seus componentes, serão responsáveis por criarem e implantarem sistemas de LR, para captação dos seus produtos após o uso, independentemente do sistema de limpeza urbana, como ilustra a figura 23. Neste sentido a LR mostrou-se um importante instrumento adotado pela PNRS para a implantação da responsabilidade compartilhada, que envolve no processo de retorno, a cadeia de suprimento ou destinação final ambientalmente adequados, os resíduos e rejeitos, respectivamente, a todos os atores envolvidos no ciclo de vida do produto (BRASIL, Lei nº. 12.305, 2010).

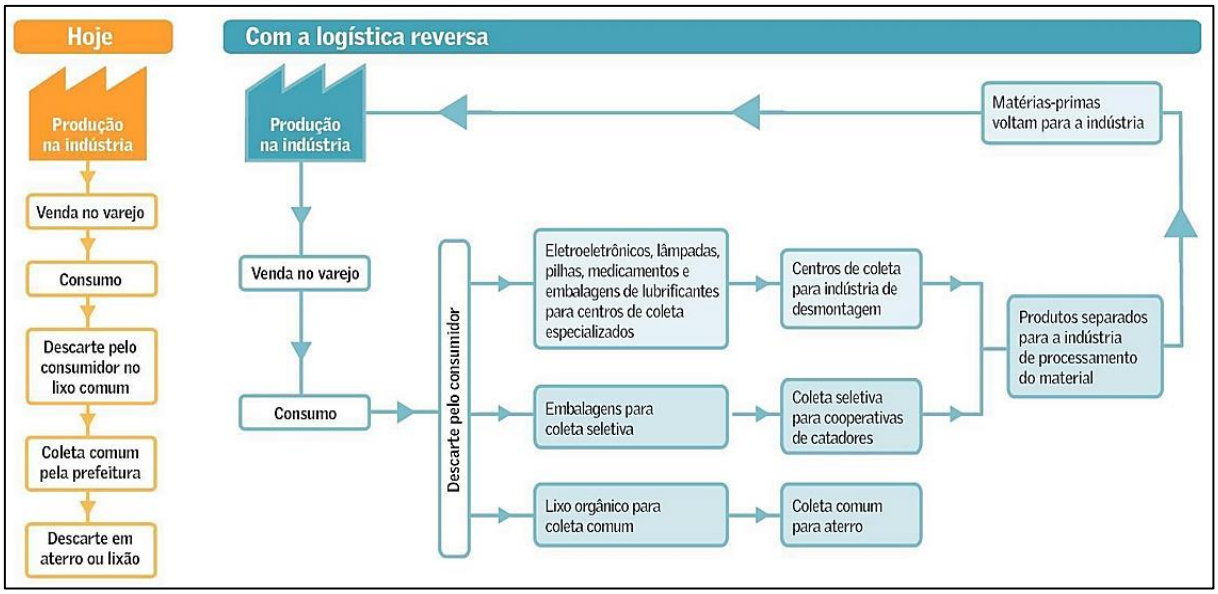


Figura 23 - Caminho que o produto segue hoje e após estabelecimento da PNRS
Fonte: Cempre, 2010

O sistema de LR será implementado de forma progressiva, no caso dos EEE e seus componentes, assim como nas lâmpadas, segundo cronograma estabelecido em regulamento, de acordo com o art. 56 da PNRS (BRASIL, Lei 12.305, 2010), devido à complexidade do tema e às divergências de interesses entre os setores envolvidos.

Assim sendo, uma lista de dificuldades que precisam ser superadas para viabilização da implementação da LR dos REEE foi apresentada pela ABINEE, membro e relatora do GTT de EEE:

a) Inexistência de uma política fiscal simplificada para a movimentação de REEE;
b) Falta de empresas para reciclagem tecnicamente e legalmente adequadas;
c) Necessidade ou não de licenciamento dos postos/centros de recebimento e homologação do contentor face à indefinição da periculosidade do REEE no final da vida útil;
d) Inexistência de uma tratativa para manuseio, movimentação, transporte e armazenamento dos produtos em fim de vida útil (resíduos) até o reciclador;
e) Dificuldades de transporte em algumas regiões e licenciamento único para transitar no País;
f) Criação de leis divergentes pelos Municípios e Estados;
g) Complexidade de alguns produtos em função do tamanho, tecnologia;
h) Dificuldade atual de dispor os rejeitos de forma ambientalmente adequada em determinadas regiões do Brasil;

i) Ausência de uma política federal para definição de balanço financeiro quanto à provisão de recursos para custear o processo de retorno GT3 Desoneração e Incentivos Fiscais – Coordenação MDIC;
j) Unificação das informações/sistemas ambientais estaduais junto ao Cadastro Técnico Federal (CTF) do Ibama e a implantação do SINIR.

Entre os problemas citados anteriormente, destaca-se a falta de unificação das Leis municipais e estaduais, uma política fiscal simplificada para a movimentação dos REEE, assim como a dificuldade do transporte e licenciamento único para transitar no país, considerando as dimensões territoriais do Brasil. Outro fator apresentado pela ABINEE (2012) é a falta de empresas de reciclagem devidamente habilitadas, tendo sua maior concentração na região sul e sudeste (ABDI, 2012), impactando mais ainda o custo do transporte para as outras regiões.

4.3.1 Acordo Setorial

Segundo Reveilleau (2011) o estabelecimento da LR de REEE, conforme a PNRS, dependerá de acordos setoriais, envolvendo o comprometimento de todos os atores envolvidos na cadeia produtiva para o desenvolvimento sustentável.

O acordo setorial, representa um dos elementos fundamentais da gestão compartilhada, o qual poderá ser firmado, através de contrato, entre o poder público e fabricantes, importadores, ou comerciantes dos produtos e fabricantes de embalagens, obrigados a implementar o Sistema de LR, com o propósito de assegurar a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A abrangência deste contrato pode ser nacional, regional, estadual ou municipal (BRASIL, Decreto 7.404, 2010).

O procedimento para elaboração e cumprimento do acordo setorial poderá ser iniciado pelo Poder Público ou setor privado, como mostra a figura 24 a seguir (BRASIL, Decreto 7.404, 2010). Os acordos iniciados pelo Poder Público serão precedidos de editais de chamamento, aprovados previamente pelo Comitê Orientador (CORI), através do Grupo Técnico (GT) do setor relacionado, para avaliação da viabilidade técnica e econômica antes de sua publicação. O Ministério do Meio Ambiente (MMA) enviará a proposta ao CORI para consulta pública. Já, os acordos iniciados pelo setor privado, deverão apresentar proposta formal ao MMA, contendo os requisitos mínimos estipulados no art. 23 do Decreto 7.404/10.

As propostas serão avaliadas pelo MMA de acordo com os critérios previstos no art. 28 no decreto e enviadas ao CORI para consulta pública (BRASIL, Decreto 7.404, 2010).

Figura 24 – Fluxo do acordo setorial
Fonte: Augusto, 2013

Na ocorrência de consulta pública, o MMA deverá receber, analisar e sistematizar as contribuições e documentos apresentados pelos órgãos e entidades públicas e privadas, garantindo a publicidade no acordo, e posteriormente a sua validação, encaminhará a proposta ao CORI, que definirá se irá rejeitar, pedir complementação ou aceitar. No caso da aceitação, será chamado o setor proponente para assinatura de acordo setorial com o MMA. Porém quando não houver acordo setorial ou regulamento, na mesma área de abrangência, o Sistema de LR poderá ser implementado por regulamento, através de decreto publicado pelo Poder Executivo, mediante a consulta pública e avaliação da viabilidade técnica e econômica pelo CORI ou por termo de compromisso (BRASIL, Decreto 7.404, 2010).

O CORI é composto "pelos Ministérios: do Meio Ambiente, da Saúde, da Fazenda, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior", sendo instituído em 17 de fevereiro de 2011. Da mesma forma o Grupo Técnico de Assessoramento (GTA) possui sua formação estabelecida pelos técnicos dos mesmos cinco ministérios.

O Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa (CORI) apoiado pelo Grupo Técnico de Assessoramento (GTA), possuem juntos, a missão de nortear as ações do governo, para a implantação da LR, de forma a implementar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, focando na elaboração de acordos setoriais. Por determinação do CORI, foram criados cinco Grupos de Técnicos Temáticos (GTT) com a

finalidade de elaborar propostas de modelagem da Logística Reversa e subsídios para o edital de chamamento para o Acordo Setorial das cinco cadeias identificadas como prioritárias, sendo elas: medicamentos, lâmpadas fluorescentes, EEE, embalagens de óleos lubrificantes e geral (BRASIL-MMA, 2012c).

De acordo com o Edital de chamamento, a proposta de acordo setorial deverá abordar em seu conteúdo mínimo (BRASIL-MMA, 2013b), além da indicação dos produtos contemplados, a discriminação das etapas do Sistema LR, com a operacionalização e o "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos participantes do sistema no processo de recolhimento, armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos produtos", podendo antecipar a necessidade de incentivos governamentais, assim como a avaliação dos benefícios ambientais a serem gerados pela implantação da LR. Deverá conter, ainda, a possibilidade de contratação de cooperativas ou afins, assim com entidades juridicamente constituídas para realização das ações propostas ou do titular do serviço de limpeza urbana, com a declaração da devida remuneração, nesse último caso. Na descrição da operacionalização, deverá estar estabelecido em qual etapa do ciclo de vida o sistema de LR está inserido, assim como o detalhamento de sua operação (AUGUSTO, 2013).

No que se refere ao consumidor, este deverá assumir seu papel no Sistema de LR dos REEE, em relação a forma de descarte. A educação ambiental, não formal, com formação de gestores municipais, líderes de comunidade ou associações e formadores de opinião, também faz parte do acordo.

Além deste conteúdo mínimo, o Acordo setorial deve apresentar metas nacionais de implantação progressiva do sistema de LR, respeitando a requisitos específicos obrigatórios, a serem alcançados em até cinco anos após a sua assinatura:

a) Atender 100% (cem por cento) dos municípios com população superior a 80.000 (oitenta mil) habitantes, nos quais a destinação final ambientalmente adequada deverá abranger 100% (cem por cento) dos resíduos recebidos;
b) Manter um ponto de coleta de REEE para cada 25.000 (vinte e cinco mil) habitantes, no mínimo;
c) Recolher e dar destinação final ambientalmente adequada a 17% (dezessete por cento), em peso, de todos os EEE objetos do Edital, colocados no mercado nacional no ano anterior.

O edital de chamamento para LR de produtos eletroeletrônicos, segmento foco desta pesquisa, foi publicado em 13 de fevereiro de 2013, com data final em 12 de junho de 2013, para envio das propostas de acordo setorial, abrangendo os resíduos provenientes "de

produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes, cujo adequado funcionamento depende de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 220 volts.” (AUGUSTO, 2013).

No total foram enviadas quatro propostas de acordo setorial pelo setor de EEE ao MMA para serem avaliadas. Em previsão, o acordo seria assinado em outubro de 2013 (BRASIL-MMA, 2013a). Duas das propostas foram enviadas pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica da (Abinee), em conjunto com a Associação Brasileira dos Distribuidores de Tecnologia da Informação (Abradisti) e o Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel Celular e Pessoal (SindiTelebrasil). Porém em devolutiva do MMA, foi solicitada a consolidação de todas as propostas (indústria, comércio, distribuidoras e operadoras) em uma proposta única, exigindo que os pleitos e condicionantes fossem tratados em fórum separado do Acordo Setorial. No mês de outubro de 2013, em reunião com o MMA, é protocolada uma carta assinada pelas entidades ABINEE (que representa os fabricantes de celulares e de baterias), ELETROS (que reúne fabricantes da linha branca (geladeira e fogão) e linha marrom (aparelhos de TV)), CNC (entidade sindical do comércio de bens, serviços e turismo), ABRAS (que representa o setor supermercadista), IDV (representante das empresas varejistas de diferentes setores de atuação nacional), SINDITELEBRASIL (que representa as operadoras de telecom) e ABRADISTI (que congrega os distribuidores de equipamentos de informática) informando andamento dos trabalhos para unificação das propostas, e ratificando que não haveria assinatura do Acordo Setorial se os pleitos e condicionantes não fossem previamente solucionados. Agora condensados a seis itens:

a) Criação de Entidade de Controle e Governança dos Sistemas de LR Implantados;
b) Reconhecimento da não periculosidade dos REEE descartados enquanto não haja alteração das suas características físico-químicas;
c) Criação de norma legal que discipline a renúncia da titularidade do REEE descartado;
d) Envolvimento vinculante de todos os atores do ciclo de vida dos produtos eletroeletrônicos não signatários do acordo setorial;
e) Criação de documento autodeclaratório de transporte dos REEE com validade em todo território nacional, documentando a natureza e origem da carga;
f) Em estudo, participação pecuniária do consumidor para custeio da LR, destacada do preço e isenta de tributação, e instrumentos/mecanismos de compensação/custeio produtos órfãos.

Em janeiro de 2014 registra-se nova proposta, unificada pelas entidades: ABINEE, ELETROS, CNC, ABRAS, IDV, SINDITELEBRASIL e ABRADISTI. Em março deste ano, uma nova devolutiva do MMA é recebida, elogiando quanto à evolução da proposta unificada, além de apontadas algumas sugestões e recomendações de melhoria; houve também o reconhecimento que os pleitos e condicionantes extrapolam as questões ambientais, portanto foram oficiados outros ministérios para auxílio na solução; e por fim, solicitação de aguardo quanto ao posicionamento dos Ministérios para continuidade das discussões visando a assinatura do Acordo Setorial (SARAIVA, 2014).

Enquanto o acordo é negociado, num esforço focado na operacionalização do sistema de logística reversa e no atendimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos, foi criada, em 29 de junho de 2011, a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos – ABREE, que tem como propósito definir e organizar a gestão de resíduos sólidos pós-consumo de seus associados, visando à implementação de sistemas coletivos de logística reversa de larga escala, promovendo o rateio de custos conforme a participação na cadeia (ABREE, 2014). A associação é constituída hoje por 13 empresas, sendo maior parte delas também associadas à ELETROS - Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos, entidade a qual a ABREE possui parceria.

Com intuito de compreender melhor sobre o funcionamento da ABREE, sua participação da no acordo setorial, além dos desafios que a entidade enfrenta, agendou-se entrevista com o gerente executivo da associação, engenheiro Herbert Mascarenhas, para levantamento de dados secundários e complemento de informações ao estudo. Buscou-se também respostas para captar como se sucede a disposição final dos resíduos pós-consumo da linha branca, em específico, e quais as dificuldades e os benefícios na disposição final do resíduos pós-consumo desta categoria. O questionário utilizado na entrevista encontra-se no Apêndice I e os dados coletados serão apresentados no decorrer da seção 6.3.2.

Enfim, a Lei 12.305/2010 estabelece em linhas gerais o ciclo de destinação pós-consumo e as responsabilidades de cada elo da cadeia, contudo, não define como será a divisão dos custos da gestão dos resíduos. Explicita, porém, que não cabe ao poder público arcar com a responsabilidade dos demais elos sem a devida remuneração por essa tarefa. Assim como explica Reveilleau (2011), a demora em promulgar a Lei foi devida ao conflito de interesses envolvidos e à resistência de atores da cadeia em assumir os custos inerentes à atividade. Por outro lado, Acosta, Wegner e Padula (2008) discutem sobre a importância da conscientização do consumidor final para seu eficaz envolvimento do processo de LR.

4.4 Especificidades da linha branca

O segmento tradicionalmente conhecido no mercado como linha branca é composto principalmente pelos produtos: refrigeradores, freezers verticais e horizontais, condicionadores de ar, lavadoras de louças, lavadoras de roupa, secadoras, fornos de micro-ondas e fogões. Estes produtos são intensivos em corte, dobra, furação, tratamento, pintura e injeção de plástico, apresentando pouca complexidade tanto no produto como no processo.

Segundo Mascarenhas (2005) a linha branca se divide em categorias de classificação, sendo 80% produtos essenciais (fogão a gás, refrigerador e lavadora automática e semi automática), 18,5% produtos complementares (secadora, micro-ondas, freezer, centrífuga, condicionador de ar, lavadora de louça e depurador de ar) e apenas 1,5% correspondem a produtos da linha alta (flash cook, coifas, fornos de parede, cooktops e resfriador de vinho).

No Brasil, a indústria de linha branca, nas últimas décadas, foi marcada por um processo de internacionalização e concentração, sendo que as empresas de capital nacional existentes foram sendo gradativamente incorporadas por empresas de capital estrangeiro, o que levou a uma maior concentração de capital (MARTÌNEZ, 2004). Esse processo possibilitou a entrada de investimentos diretos estrangeiros fomentando a reestruturação produtiva, alterando a estrutura e estratégia de atuação das empresas do segmento e pressionando mudanças em toda a cadeia produtiva do segmento, com a intensificação da especialização e, assim, reforçando a necessidade de externalização de operações e construindo novas relações com os fornecedores. Neste contexto, as exigências colocadas pelas montadoras da Linha Branca com seus fornecedores forçaram a implantação de sistemas de gestão de qualidade e auditorias periódicas, impulsionaram a redução do número de fornecedores e aumentaram a relação de dependência entre montadoras-fornecedores. Dessa forma, a estratégia adotada pelos grandes grupos do segmento é determinante no processo produtivo de seus fornecedores, sendo este dependente da demanda da primeira (CADAMURO, 2012).

Este segmento no Brasil apresenta portanto características de elevada demanda reprimida, forte influência da expansão do nível de renda e de políticas governamentais e concentração da oferta em poucos fabricantes (SANTOS; SOUZA; COSTA, 1996). As principais empresas de atuação mundial, também presentes no território nacional são Electrolux, Whirlpool Corporation e Panasonic (SANTOS; SOUZA; COSTA, 1996).

Segundo Cadamuro (2012) o número de trabalhadores do segmento de Linha Branca é estimado em 38,5 mil. Deste total de trabalhadores:

a) 73,7% possuem ocupações em áreas manuais, 15,5% em áreas administrativas, 9,9% em ocupações de nível técnico (médio e superior) e 0,9% em áreas de apoio;
b) 79,9% estão concentrados em empresas de grande porte, 14,6% trabalham em empresas de médio porte e 5,6% em empresas de pequeno porte;

Com relação ao tempo médio de casa no atual emprego, Cadamuro (2012) afirma ser de 1 a 2 anos para 25,6% dos trabalhadores e de 5 a 10 anos para 20,9%. Cerca de 13% dos trabalhadores tem entre 6 meses e 1 ano de trabalho no mesmo emprego. E se tratando da formação 63,8% dos trabalhadores do setor possuem o segundo grau completo, 12,3% possuem ensino superior completo e outros 8,3% concluíram o ensino fundamental.

Uma tendência mundial do setor é a busca do consumo energético e dos efeitos ambientais nocivos. Como exemplo, o lançamento de produtos verdes, como a geladeira com a substituição do gás cloroflúor carboneto (CFC) (SANTOS; SOUZA; COSTA, 1996).

5 METODOLOGIA

A partir das características apresentadas pelo estudo proposto pode-se considerar este como sendo uma pesquisa empírica de cunho qualitativo, através da abordagem de estudos de casos múltiplos. A técnica qualitativa utiliza estratégias como narrativas, estudos baseados em teoria ou estudos de teoria embasados na realidade. Nesta técnica o pesquisador coleta dados em desenvolvimento com o intuito principal de desenvolver temas a partir dos dados. (CRESWELL, 2007). Essa estratégia pareceu ser a mais apropriada em função do tipo de questão a ser abordada, da contemporaneidade dos fatos estudados e da impossibilidade de manipulação de comportamentos, conforme esclarece Yin (2005). O método qualitativo, de acordo com Dias (2000), proporciona um relacionamento mais flexível e lida com informações mais subjetivas e com maior riqueza de detalhes, proporcionando profundidade de análise a partir da compreensão do contexto do problema.

Quanto à finalidade, a pesquisa é descritiva, pois objetiva observar, registrar e analisar práticas de GSCM em organizações do setor eletroeletrônico, correlacionando fatos ou fenômenos que contribuam para o entendimento de questões estratégicas sem, contudo, interferir na sua ocorrência (CERVO; BERVIAN, 2002).

Como meios para a realização do trabalho serão utilizados a pesquisa bibliográfica, a entrevista semiestruturada e a observação direta. A pesquisa bibliográfica permitiu a elaboração do referencial teórico, o que auxiliou na limitação do escopo do estudo e na transmissão da importância do tópico de pesquisa. Segundo Creswell (2007) a teoria pode ser compreendida como uma previsão ou como uma explicação científica para avançar o conhecimento em determinadas áreas.

A revisão bibliográfica efetivou-se a partir de pesquisas em livros e principalmente artigos recentes da literatura de *Supply Chain Management* e *Green Supply Chain Management*, além de outros conceitos abordados. As consultas em livros foram mais utilizadas na busca por definições dos conceitos chaves. Já com relação aos artigos, em princípio, a busca foi limitada aos artigos dos últimos 10 anos, porém como observou-se uma pequena quantidade de trabalhos referentes ao assunto, as consultas foram realizadas em *papers* com até 16 anos de publicação, com o intuito de enriquecer a base teórica. No quadro 7 encontram-se alguns dos principais artigos utilizados, com seus respectivos autores, título, *journals* e ano de publicação.

PRINCIPAIS ARTIGOS PESQUISADOS

Autores e ano	*Journals*	*Título*
LAMBERT, D.; COOPER, M.; PAGH, J. (1998)	The International Journal of Logistics Management	Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities.
BEAMON (1999)	Logistics Information Management	Designing the green supply chain
SARKIS, J. (2003)	Journal of Cleaner Production	A strategic decision framework for green supply chain management.
RAO, P; HOLT, D. (2005)	International Journal of Operations & Productions Management	Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance?
TSOULFAS, G.T.; PAPPIS, C.P. (2006)	Journal of Cleaner Production	Environmental principles applicable to supply chains design and operation.
VACHON, S.; KLASSEN, R.D. (2006)	International Journal of Operations and Production Management	Extending green practices across the supply chain: the impact of upstream and downstream integration.
SRIVASTAVA, S. K. (2007)	International Journal of Management Reviews	Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review.
VACHON, S. (2007)	International Journal of Production Research	Green supply chain practices and the selection of environmental technologies.
SEURING et al. (2008)	Journal of Cleaner Production	From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management.
ZHU, Q. et al. (2008)	International Journal Production Economics	Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation.
SARKIS, J. et al. (2011)	International Journal Economics	An organizational theoretic review of green supply chain management literature.
LEE, S. M.; KIM, S. T.; CHOI D. (2012)	Industrial Management & Data Systems	Green supply chain management and organizational performance
SARKIS, J. et al. (2012)	Journal of Engineering and Technology Management	Green supply chain management innovation diffusion and its relationship to organizational improvement: An ecological modernization perspective

Quadro 7 – Principais artigos pesquisados
Fonte: Autor, 2014

A pesquisa foi realizada na base de dados do ProQuest, Sielo e EBSCO, a partir da seleção das palavras: *Green Supply Chain Management, Sustainable Supply Chain Management, Green Practices*. Como resultado obteve-se mais de 10 mil artigos, identificou-se 72 deles que relevância e poderiam ser utilizados para este estudo.

5.1 Justificativa para escolha do método

De acordo com Yin (2009) existem três condições associadas a escolha do método de pesquisa mais adequado: "(a) o tipo de questão de pesquisa proposto; (b) a extensão do controle que um investigador tem sobre os eventos comportamentais reais; (c) o grau de enfoque sobre eventos contemporâneos em oposição aos eventos históricos." No quadro 8 cada uma dessas três condições é relacionada a cinco dos principais métodos de pesquisa.

Estratégia de Pesquisa	Forma de questão de pesquisa	Exige controle dos eventos comportamentais?	Enfoca eventos contemporâneos?
1. Experimento	Como, por quê?	Sim	Sim
2. Levantamento (survey)	Quem, o que, onde, quanto?	Não	Sim
3. Análise de arquivos	Quem, o que, onde, quanto?	Não	Sim/Não
4. Pesquisa histórica	Como, por quê?	Não	Não
5. Estudo de caso	Como, por quê?	Não	Sim

Quadro 8 - Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa
Fonte: Autor "adaptado de" Yin, 2009

Considerando a formulação do problema de pesquisa, assumindo-se as questões do tipo "como?" e "por quê?", Yin (2009) afirma que estudo de caso é o método mais apropriado para examinar acontecimentos contemporâneos sem que o pesquisador possa manipular comportamentos relevantes. E, embora esta metodologia utilize técnicas de outras estratégias, como da pesquisa histórica, esta possui duas fontes de evidências adicionais: a observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas das pessoas que nele estão envolvidas (YIN, 2009).

O estudo de artigos para levantamento teórico possibilitou a construção do quadro 9, que aponta por parte dos autores a necessidade e oportunidade de se explorar práticas ambientais em cadeias de suprimentos através da aplicação da metodologia estudo de caso.

Srivastava (2007)	Estudos de caso empíricos detalhados precisam ser realizados em áreas como compromisso organizacional à GSCM no âmbito da empresa e da cadeia de suprimento. "Ainda que muitos estudos empíricos (estudos de caso, métodos baseados em *survey*, etc.) tenham sido realizados, eles não trataram de todos e de cada aspecto de GSCM. [...] Mais pesquisa é necessária para apoiar a evolução na prática de negócio em *greening* ao longo de toda a cadeia de suprimento." (p. 70).
Seuring et al. (2008)	Recomendam aos pesquisadores que seus trabalhos baseiem-se na abordagem TBL e que dêem preferência a metodologias de estudo de caso e *survey*. Estudos de caso ao longo de cadeias de suprimento são necessários.
Zhu et al. (2008)	Recomendam a análise de como promover práticas de GSCM, incluindo-se organizações de pequeno porte: "o que é exitoso e o que não é?" (p. 335).

Quadro 9 - Recomendações de pesquisa por meio da metodologia estudo de caso
Fonte: Autor, 2014

Segundo Seuring et al. (2008) uma das vantagens do emprego do estudo de caso em SCM é que essa metodologia permite a observação direta do campo, o que pode ser particularmente apropriado para abordar diversas empresas de uma cadeia de suprimento. O autor ao explorar 130 artigos publicados no período de 1994 a 2005 no campo específico de SSCM, constatou o uso da metodologia de estudo de caso em 40% (51) deles, dos quais 33 em publicações voltadas à gestão ambiental, 13 em operações, logística e SCM, e 6 em ética empresarial. Predominam os artigos com análise restrita à empresa focal (27) ou a relacionamentos entre a empresa focal e fornecedores diretos (15); em quatro artigos apenas três camadas foram abordados e cinco deles trataram de quatro ou mais camadas da cadeia de suprimento, incluindo-se a empresa focal.

O estudo de caso é um método de pesquisa que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto. Caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos (EISENHARDT, 1989; YIN, 2009).

Os critérios de escolha dos casos são essenciais para a qualidade dos resultados, devendo ser definidos previamente e com extremo cuidado. O pesquisador deve decidir quais e quantos casos são necessários para atingir a profundidade e amplitude desejada no estudo (EISENHARDT, 1989). A seleção dos casos deve observar dois aspectos: os casos devem ser teoricamente úteis para os objetivos da pesquisa, e em número suficiente para permitir a análise desejada. Quanto à adequação dos casos, a questão é se representam de fato o

fenômeno estudado, fornecendo os elementos necessários para verificar as proposições e responder às questões de pesquisa (YIN, 2009). Quanto ao número de casos, Eisenhardt (1989) sugere que varie entre quatro e dez, pois acima disso o processamento dos dados por parte do pesquisador passa a ser comprometido em função da quantidade de informações levantadas e, abaixo de quatro, torna-se difícil gerar teorias coesas. Diante das considerações expostas, neste projeto de pesquisa foi realizado um estudo de múltiplos casos em empresas focais do setor eletroeletrônico da linha branca, no qual cinco casos foram estudados.

5.2 Estrutura da pesquisa

Com o propósito de organizar e de prover rigor à estrutura deste estudo, adotou-se o modelo de pesquisa de Stuart et al. (2002) para a condução de estudos de caso, o qual exibe uma simples formação em cinco estágios (figura 25), sendo eles: definição da questão de pesquisa, desenvolvimento dos instrumentos de pesquisa, coleta de dados, análise de dados e disseminação dos resultados.

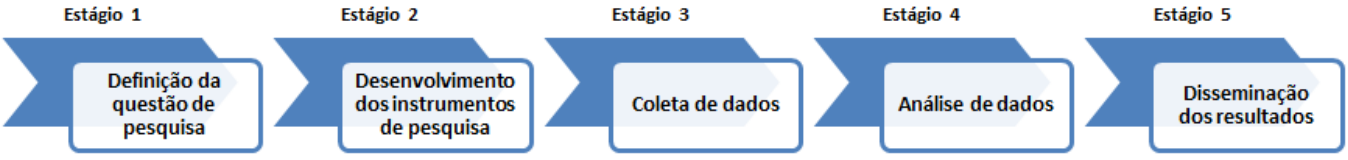


Figura 25 - Modelo de pesquisa para a condução de estudos de caso
Fonte: Autor “adaptado de” Stuart et al., 2002

Para o levantamento dos dados foram realizadas entrevistas pessoais, apoiadas por um roteiro baseado em revisão da literatura, o que proporciona algum controle ao pesquisador na coleta de dados relevantes. Assim sendo, elaborou-se um modelo para representação dos constructos de práticas GSCM e seu respectivo desdobramento em variáveis, as quais apoiaram a composição do roteiro de pesquisa, expostas na figura 26.

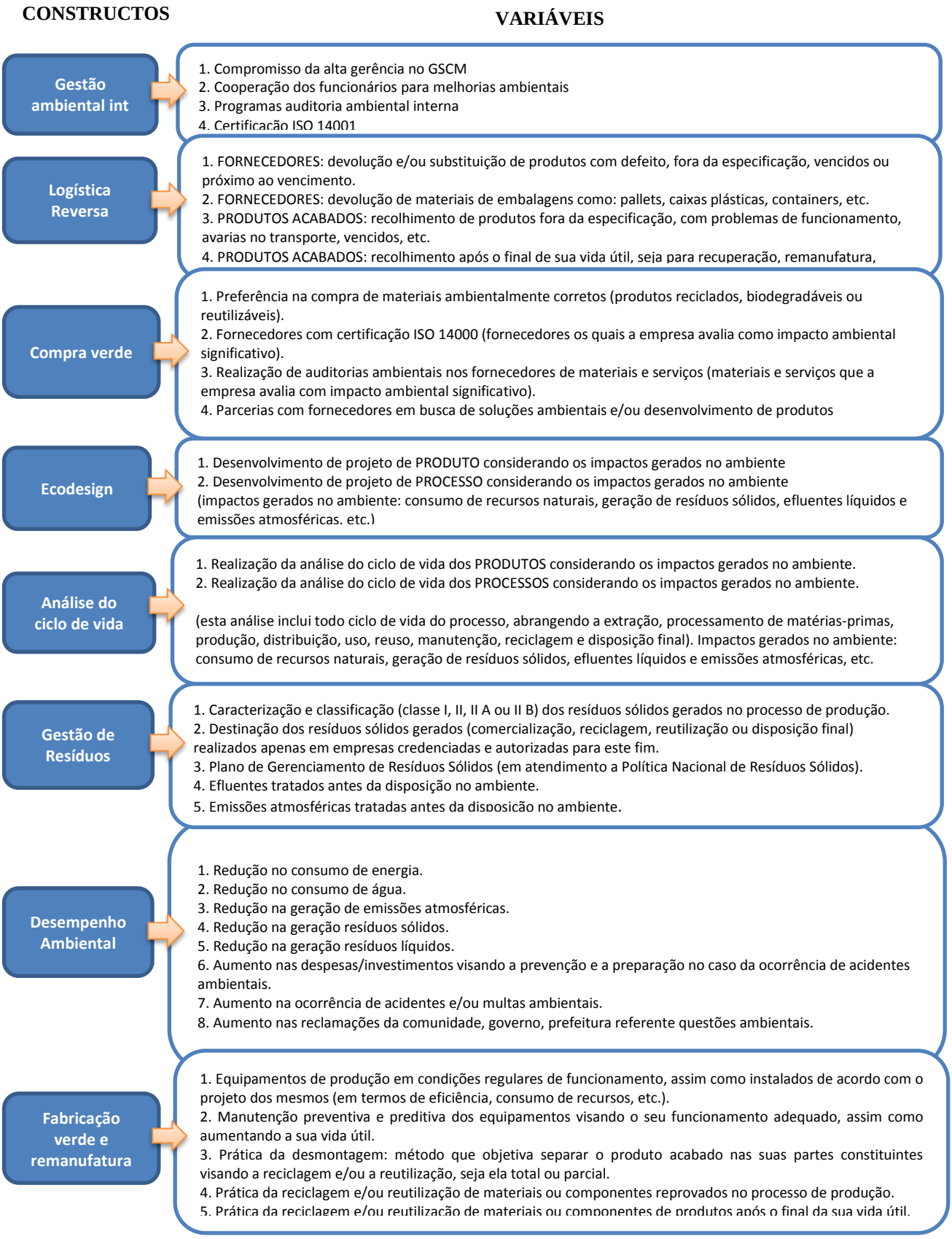


Figura 26 - Constructos e variáveis de práticas GSCM para roteiro de pesquisa
Fonte: Autor, 2014

5.3 Objetos de estudo

Os constructos e variáveis de práticas GSCM utilizados no roteiro de pesquisa foram previamente validados através da opinião de especialistas sobre o tema e após adaptação final do questionário, os mesmos foram submetidos às empresas do setor eletroeletrônico da linha branca com plantas produtivas no território nacional, associadas a ELETROS – Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos, entidade de classe que representa o setor de eletroeletrônicos da linha branca.

Através de contato telefônico, email institucional e rede social profissional (LinkedIn) solicitou-se o endereço de email dos responsáveis pela área ambiental de cada empresa. Na falta do profissional da área ambiental, solicitou-se o contato da área de qualidade e/ou operações.

A ELETROS reúne as maiores fabricantes de eletrodomésticos e eletroeletrônicos de consumo do país, totalizando 32 empresas associadas, que representam importantes marcas dos segmentos de linha branca, áudio e vídeo (linha marron) e linha de portáteis. Do total de associadas, 58% destinam-se à produção de eletroeletrônicos da linha branca, limitando o escopo do estudo a estas empresas, como mostra o quadro 10.

EMPRESAS	*MARCAS*
Whirlpool	BRASTEMP Consul KitchenAid
Electrolux	Electrolux
Samsung	SAMSUNG
Mabe	GE Continental DAKO BOSCH*
LG	LG Life's Good
Panasonic	Panasonic
CCE	cce
Esmaltec	Esmaltec ELETRODOMÉSTICOS
Latina	LATINA
Mueller	mueller Sua família merece.
KIN do Brasil	KIN
Britânia Philco	Philco BRITÂNIA
Atlas	ATLAS ELETRODOMÉSTICOS
Springer Carrier	Midea Carrier
Komeco	KOMECO
Hitachi do Brasil	HITACHI
Daikin	DAIKIN
Elgin	ELGIN

* Produtos desta marca são distribuídos pela empresa.

Quadro 10 - Fabricantes de eletroeletrônicos do segmento da linha branca associadas à ELETROS
Fonte: Autor “adaptado de” ELETROS, 2014

Foram descartadas da possibilidade de estudo, as empresas importadoras e/ou exportadoras que não possuem processo produtivo no Brasil, e empresas pertencentes ao mesmo grupo, foi mantida apenas uma referência. Posteriormente às exclusões acima, obteve-se um total de 18 empresas que teriam condições de participar do estudo de caso.

5.4 Coleta de dados

A coleta de dados realizou-se por meio do uso de roteiro de perguntas padronizados, com questões estruturadas e abertas, os quais foram preenchidos pelo pesquisador, quando utilizado em entrevistas pessoais na planta da empresa, ou então pelo membro da empresa, de preferência pelo responsável pela área ambiental, quando não possível a visita do pesquisador à organização. Neste último caso, fazendo-se uso da internet, obtendo as respostas do questionário via email, e para aprofundamento das respostas utilizou-se contato telefônico e também via skype.

O questionário da pesquisa, que encontra-se disponível no apêndice A, foi validado por meio da apresentação do arquivo a dois docentes, um representante da área de sustentabilidade, e um especialista da área de Supply Chain e Green Supply Chain Management.

No período de 28 de abril de 2014 a 10 de julho de 2014, executou-se todo o processo de coleta de dados, desde o primeiro contato com o responsável da área ambiental, visitas nas plantas industriais, até o envio e recebimento de questionário via email, entre outros meios já citados.

Entre as empresas associadas a ELETROS que produzem eletroeletrônicos da linha branca, 27,8% se disponibilizaram a participar do projeto de pesquisa, entre as representantes desta porcentagem, duas das maiores marcas no segmento, a Whirlpool e a Electrolux. Quanto as demais empresas, alegaram a seguinte posição:

- A CCE informou não estar produzindo produtos eletroeletrônicos da linha branca a alguns anos.

- A Samsung explicou que todas as informações que podem ser divulgadas estão no site da empresa e, as que não estão, não podem ser divulgadas devido normas da empresa.

- A Mabe esclareceu que no momento seria inviável a participação da empresa na pesquisa, pois estão em processo de Recuperação Judicial, o que tem inviabilizado várias iniciativas e oportunidades referentes ao tema. Contudo, a organização afirmou acompanhar e participar fortemente de todos os processos envolvendo a PNRS, os regulamentos estaduais e municipais, além de participarem da ABREE – Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos. Em síntese, a Mabe assegura atender o estritamente necessário aos requisitos legais.

- A LG Electronics informou que, para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos, os alunos podem utilizar as informações disponibilizadas nos canais oficiais da empresa ou já veiculadas por meio da imprensa.

- A Panasonic alegou estar iniciando na área da linha branca e por esse motivo entende que ainda não possui subsídios suficientes para colaborar com este projeto de pesquisa, além de comunicar estar em fase de estruturação.

- A Esmaltec justificou não poder participar deste estudo devido a diretrizes internas da empresa.

- o Grupo Britânia mencionou não ter autorização para a divulgação destes dados, uma vez que o acordo setorial das fabricantes se encontra em aprovação no Ministério do Meio Ambiente em Brasília.

A coleta de dados foi finalizada em 10 de julho de 2014, concluindo com os seguintes objetos de estudo: Whirlpool, Electrolux, Mueller, Atlas e Elgin.

Como complemento de informações ao estudo, vale ressaltar que a coleta de dados também contou com a entrevista do gerente executivo da ABREE, engenheiro Herbert Mascarenhas para levantamento das dificuldades e benefícios na disposição final dos resíduos pós-consumo da linha branca e com a apresentação da ELETROS, documento em power point recente apresentado ao Ministério da Fazenda, disponibilizado por um dos respondentes das empresas estudadas, apresentando as dificuldades do setor EEE diante das exigências do governo quanto a PNRS, e possíveis propostas de curto, médio e longo prazo para que tais exigências se concretizem.

6 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Este capítulo está subdividido em quatro seções que, coletivamente, apresentam as peculiaridades dos objetos de estudo. A seção 6.1 expõe o perfil das empresas participantes da pesquisa e, a seção 6.2 apresenta o perfil dos respondentes do questionário. Na seção 6.3 são analisados os dados referentes às práticas do GSCM, assim como o desempenho ambiental. Por fim, a seção 6.4 exibe e discute os principais obstáculos e oportunidades na adoção de práticas ambientais identificados pelos entrevistados.

6.1 Perfil das empresas participantes da pesquisa

Conforme é possível verificar no gráfico 1, a pesquisa é composta por quatro empresas de grande porte (Whirlpool, Electrolux, Elgin e Atlas) e uma de médio porte (Mueller), segundo a classificação de porte de empresa adotada pelo BNDES e aplicável a todos os setores, sendo apenas a Whirlpool e Electrolux empresas multinacionais.

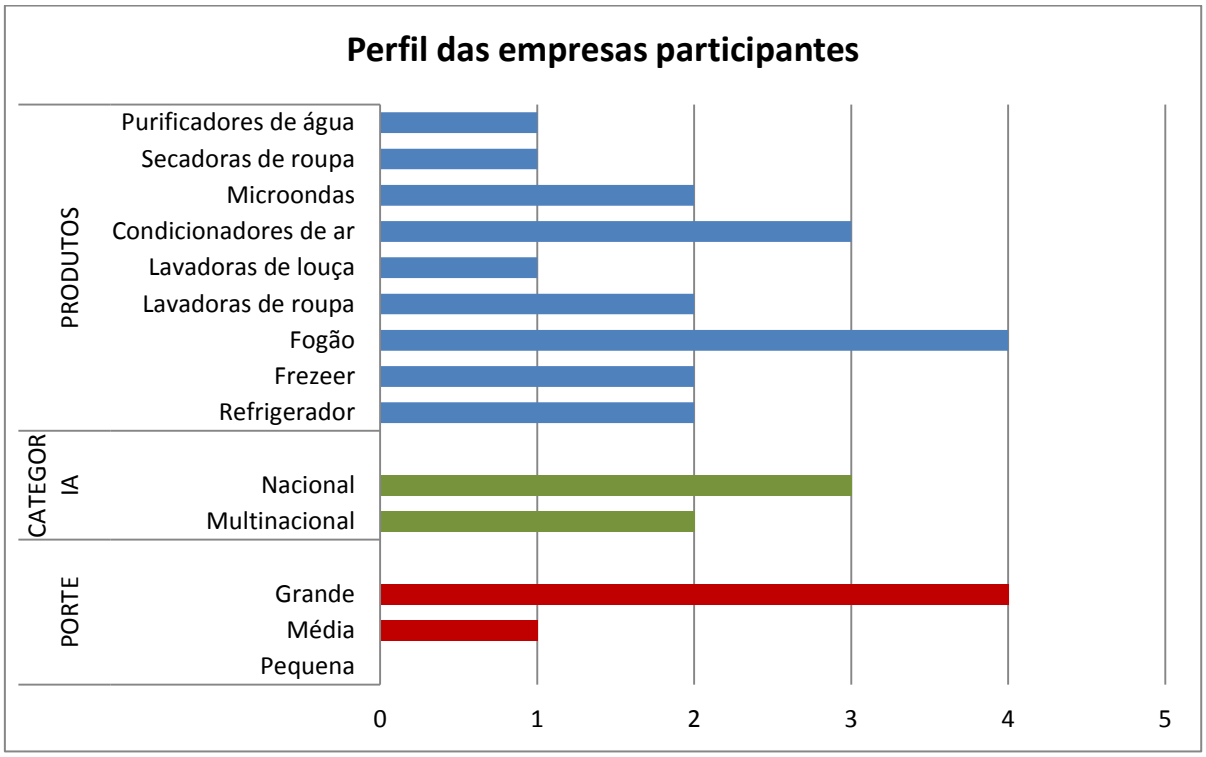


Gráfico 1 - Perfil das empresas participantes
Fonte: Autor, 2014

Foi constatado que dentre os diversos produtos pertencentes à linha branca, o fogão é produzido comumente por quatro das empresas participantes, e o condicionador de ar por três delas. Em relação aos demais produtos, duas das empresas participantes fabricam micro-ondas, lavadoras de roupa, freezers e também refrigeradores. E apenas uma das empresas participantes da pesquisa fabricam purificadores de água, secadoras de roupa e lavadoras de louça.

Na próxima seção são apresentadas as características dos respondentes da pesquisa. Esta análise possibilita compreender, de maneira mais concreta a relação do perfil profissional que atua na área ambiental, se responsabilizando e respondendo pela organização nestes aspectos.

6.2 Perfil dos respondentes da pesquisa

Além do levantamento do perfil das empresas participantes da pesquisa, foi pautado o perfil dos respondentes da pesquisa. Verifica-se no gráfico 2 que dois dos participantes são de nível de gerência, os outros participantes correspondem ao nível de analista, especialista e diretor.

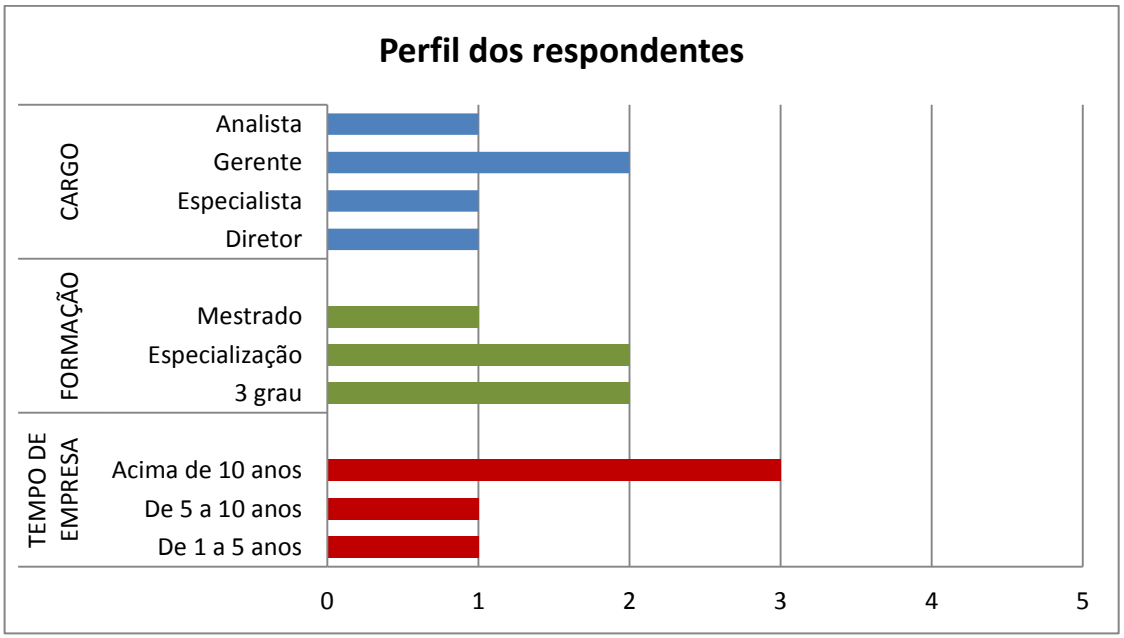


Gráfico 2 - Perfil dos respondentes
Fonte: Autor, 2014

Com relação à formação, o gráfico 2 indica que dois dos participantes possuem nível de especialização, um concluiu o mestrado e os outros dois apenas finalizaram o terceiro grau, sendo esta última a formação mínima entre os respondestes desta pesquisa.

Já relacionado ao tempo de empresa, destaca-se no gráfico 2 que quatro dos respondentes da pesquisa possuem mais de 5 anos de empresa, tendo: um deles entre 5 a 10 anos e três acima de 10 anos de empresa. Apenas um dos participantes possui entre 1 a 5 anos de empresa, sendo está a segunda passagem pela empresa.

A partir das informações indicadas referentes ao perfil dos respondentes apura-se que o referido estudo foi contemplado por colaboradores participantes da área ambiental, em sua maioria, com qualificação de terceiro grau ou superior e conhecimento considerável das empresas em vista ao tempo que nelas trabalham.

6.3 Práticas GSCM

Este subcapítulo abrange as práticas Green Supply Chain Management utilizadas no desenvolvimento desta pesquisa, escolhidas a partir da classificação de Srivastava (2007) e Zhu, Sarkis e Lai (2008) para delimitação do estudo. As práticas GSCM consideradas são: Gestão ambiental interna; Logística reversa; Compras verdes; Ecodesign; Análise do ciclo de vida; Gestão de resíduos e Fabricação verde e remanufatura, apresentadas respectivamente nas seções a seguir. Conjuntamente foi abordada a prática de avaliação de desempenho, conceito que também foi considerado na pesquisa de Zhu, Sarkis e Lai (2008).

6.3.1 Gestão ambiental interna

a) Compromisso da alta gerência no GSCM

Como pode ser observado na tabela 4, duas das empresas pesquisadas possuem o compromisso da alta gerência no GSCM, sendo elas Mueller e Electrolux. Segundo participante da Electrolux, a alta gerência é bastante engajada, sendo que todos participam das reuniões referentes ao tema. O respondente da Whirlpool alegou que tal prática não está

totalmente implementada na empresa, pois o compromisso da alta gerência com questões ambientais sempre tem oportunidade de melhoria. A Atlas está em fase inicial de implementação da prática e a Elgin planeja esta implementação na justificativa de que esta não é a prioridade da organização no momento.

Segundo Oliveira e Pinheiro (2009) os SGAs requerem a formalização dos procedimentos operacionais. Neste contexto, o respondente da Elgin alega que mesmo a empresa não possuindo uma política formal ambiental, existe uma preocupação com o meio ambiente e também em atender às normas, a legislação. Desta forma, a Elgin segue executando aquilo que a lei exige e o que o mercado pede, dentro dos padrões éticos da sociedade.

A política da Mueller assinada pelo presidente e principais diretores em atendimento aos requisitos legais estabelece a satisfação do cliente, melhorias contínuas e ambientais. Baseado nos conceitos de melhoria contínua, os SGAs são relevantes ferramentas de identificação de problemas e soluções ambientais, afirma Perotto et al. (2008).

Tabela 4 – Gestão Ambiental Interna

Gestão Ambiental Interna					
VARIÁVEIS	Empresas participantes				
	Whirlpool	**Electrolux**	**Mueller**	**Elgin**	**Atlas**
1. Compromisso da alta gerência no GSCM	4	5	5	2	3
2. Cooperação dos funcionários para melhorias ambientais	5	5	5	5	2
3. Programas auditoria ambiental interna	5	5	5	2	2
4. Certificação ISO 14001	5	5	5	1	1
Média	4,75	5	5	2,5	2
% de implementação da prática de gestão ambiental interna	95%	100%	100%	50%	40%
Legenda: 1 não implementado; 2 planejado para ser implementado; 3 implementação em fase inicial; 4 implementado parcialmente; 5 implementado totalmente					

Fonte: Autor, 2014

O respondente da Mueller afirma que para o bom funcionamento da gestão ambiental interna é essencial o comprometimento de cima para baixo, além de treinamento e orientação, caso contrário, o sucesso não é alcançado nesta prática. Fatores como comprometimento da alta direção, gestão da mudança e monitoramento também são listados na literatura como condutores para se conquistar os benefícios do SGA (SAMBASIVAN; FEI, 2008).

b) Cooperação dos funcionários para melhorias ambientais

Na tabela 4, também se analisa que quatro das participantes afirmam possuir a prática de cooperação dos funcionários para melhorias ambientais totalmente implementada. Sendo apenas a Atlas a representante que ainda planeja implementar essa variável.

Na Whirlpool a gestão ambiental interna é facilitada por um time de 35 multiplicadores, colaboradores de todas as unidades da empresa cuja missão é promover e coordenar a implementação das metas anuais de sustentabilidade, além de receber e disseminar as informações e encaminhar projetos e ações relacionados a este assunto para a organização. Para assegurar que este tema seja tratado de forma transversal em todas as áreas do negócio, a empresa criou o Comitê de Sustentabilidade em 2011. Com a função de definir prioridades e aprovar as iniciativas estratégicas, o comitê é composto por quatro diretores e o gerente geral de Sustentabilidade, e pode contar com outros integrantes, dependendo dos assuntos em pauta.

A Electrolux argumenta que a única dificuldade de todas as organizações é conseguir a cooperação de terceiros, por não possuírem a cultura da empresa.

Na Mueller existe um comitê ambiental que envolve as diversas áreas da empresa (engenharia, compras, logística, vendas, etc.) para incitar o surgimento de ações e ideias de boas práticas, além da conscientização dos colaboradores através de treinamentos.

A Elgin, por sua vez, realiza campanhas para obtenção de sugestões de melhorias para a empresa, para isso envolve os colaboradores de todos os níveis hierárquicos, premiando aqueles que indicarem as melhores propostas. A empresa também dispõe de uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), que aborda diversos interesses dos colaboradores, e destina uma semana do ano para expor temas sociais, projetos, ou até mesmo ambientais.

Diante deste cenário voltado para a cooperação dos funcionários para melhorias ambientais, a literatura atenta quanto às dificuldades para implantação de um sistema de gestão ambiental destacando a alta dependência do comprometimento dos empregados e, consequentemente, a forma como foram motivados (CHAN; WONG, 2006).

c) Programas de auditoria ambiental interna

Segundo Oliveira e Serra (2010) na implementação e gerenciamento de um SGA ISO 14001, alguns investimentos são necessários, o que contribui para aumento dos custos organizacionais, como: adequação da estrutura empresarial, intensificação de treinamentos,

modernização de equipamentos, desenvolvimento de programas de conscientização, instituição de auditorias, entre outros.

Com relação aos programas de auditoria ambiental interna, a tabela 4 mostra que as empresas, Whirlpool, Electrolux e Mueller possuem essa prática implementada por completo. Nestas empresas as auditorias ambientais internas ocorrem de maneira integrada à qualidade e também à segurança ocupacional, sendo realizadas internamente a cada semestre com auditores internos e anualmente com o órgão certificador externo.

De acordo com o respondente da Whirlpool, nas auditorias são avaliados pontos fortes e pontos fracos. Para os pontos fracos, às não conformidades, estabelecem-se planos de ação, com responsáveis e prazos para solução dos problemas identificados. Se tais inconformidades forem identificadas pelo órgão certificador externo, a certificação é suspensa até a correção, se não corrigido, a organização corre o risco de perder a certificação.

As outras duas participantes da pesquisa estão na fase de planejamento de implementaçãov da prática de auditoria ambiental interna, sendo Elgin e Atlas. A Elgin mesmo não possuindo a prática de auditoria ambiental interna formalmente implementada, realiza esporadicamente a fiscalização do volume de resíduos líquidos e sólidos gerados.

d) Certificação ISO 14001

Ainda referente à tabela 4, pode-se examinar que a maior parte das empresas participantes da pesquisa possuem certificação ISO 14001, de maneira mais concreta três delas, sendo apenas uma empresa nacional, a Mueller, as outras duas multinacionais, Whirlpool e Electrolux. A Elgin e a Atlas não possuem essa certificação, e por hora também não planejam essa implementação, por tratar-se de uma certificação prescindível até o momento e com alto custo. Segundo literatura especializada, a barreira orçamentária é uma das dificuldades relativas ao SGA (OLIVEIRA; SERRA, 2010).

No caso da Mueller, respondente afirma que a implementação da certificação ISO 14001 foi facilitada pelo fato de a empresa já dispor da certificação de qualidade, a ISO 9001, além de ser um interessante requisito exigido para exportação. Neste sentido, um dos benefícios de se implementar um sistema de gestão ambiental encontrados na literatura científica, é o acesso a novos mercados (OLIVEIRA; PINHEIRO, 2009). Entretanto, de maneira geral, o respondente da Mueller alega que no país existem muitas leis municipais, estaduais e federais, portanto as fabricantes são bastantes cobradas em termos de requisitos ambientais.

O respondente da Mueller afirma que possuir a certificação ISO 14001, não quer dizer que a empresa não polui. O correto é buscar o equilíbrio entre o que se retira e o que se emite. E o que é emitido necessita de um rigoroso controle que é permitido através dos indicadores e metas. Caso um indicador extrapole a meta, uma ocorrência é aberta no sistema, cobrando o gestor da área na elaboração de um plano de ação, até que aquele indicador volte a se normalizar.

Segundo Relatório de Sustentabilidade da Whirlpool, a empresa concentra esforços na consolidação do respeito ao meio ambiente, como parte da cultura da organização voltada a gestão ambiental, tornando mais rigoroso o monitoramento dos processos e motivando os funcionários a aderirem aos conceitos de sustentabilidade.

Monitorar e medir os processos em conformidade com a política ambiental, objetivos, metas, requisitos legais e outros; e relatar os resultados são alguns dos principais elementos da norma ISO 14001:2004, segundo Nicolella, Marques e Skorupa (2004).

6.3.2 Logística reversa

De acordo com Leite (2006), a logística reversa pode ser dividida em duas áreas de atuação: logística reversa de pós-venda e logística reversa de pós-consumo, diferenciadas pelo estágio do ciclo de vida útil.

A logística reversa de pós-venda pode ser compreendida como a área que trata do controle e da destinação dos bens sem uso ou com pouco uso, que retornam à cadeia de distribuição por diversos motivos: prazo de validade expirado, devoluções por problemas de garantia, avarias no transporte, entre outros (LEITE, 2006). Nesta pesquisa a logística reversa de pós-venda é destinada para recolhimento de produtos acabados (terceira variável) e também praticada com os fornecedores, na devolução e/ou substituição de produtos com defeito, fora da especificação, identificada como a primeira variável.

Por outro lado, a logística reversa de pós-consumo pode ser descrita como a área que cuida dos bens no final de sua vida útil, dos bens usados com possibilidade de reutilização de embalagens/paletes e dos resíduos industriais (LEITE, 2006). Para Fleichmann (2001), o fluxo de retorno de embalagens/ paletes entra na categoria de acondicionadores, neste estudo é compreendido como segunda variável (Práticas da logística reversa com fornecedores: devolução de materiais de embalagens como: paletes, caixas plásticas, containers, etc).

Já a prática da logística reversa para recolhimento dos produtos acabados após o final de sua vida útil, seja para recuperação, remanufatura, reciclagem ou destinação final, é especificada como a quarta variável.

Tratando-se das práticas da logística reversa com fornecedores na devolução e/ou substituição de produtos com defeito ou fora da especificação, pode ser observado na tabela 5 que três participantes possuem a prática incorporada à empresa, sendo elas Electrolux, Mueller e Elgin. A Whirlpool a possui à variável 1 parcialmente implementada.

A exemplo disso a Electrolux garante a prática da logística reversa com fornecedores na devolução e/ou substituição de produtos fora da especificação a partir do momento que a inclui nos contratos da empresa com seus fornecedores.

Como pode ser analisado na tabela 5, a Atlas não possui nenhuma das variáveis de logística reversa com os fornecedores (variável 1 e 2). A Elgin planeja a implementação da variável de devolução de materiais de embalagens com os fornecedores, enquanto a Mueller possui parcialmente implementada a variável em questão. Já as demais empresas, Whirlpool e Electrolux, possuem essa variável completamente implementada.

Tabela 5 – Logística Reversa

Logística Reversa					
VARIÁVEIS	Empresas participantes				
	Whirlpool	**Electrolux**	**Mueller**	**Elgin**	**Atlas**
1. Práticas da logística reversa com fornecedores: devolução e/ou substituição de produtos com defeito, fora da especificação.	4	5	5	5	1
2. Práticas da logística reversa com fornecedores: devolução de materiais de embalagens como: pallets, caixas plásticas, containers, etc.	5	5	4	2	1
3. Práticas da logística reversa para recolhimento de produtos acabados: produtos fora da especificação, com problemas de funcionamento, avarias no transporte, etc.	5	5	5	4	2
4. Práticas da logística reversa para recolhimento dos produtos acabados após o final de sua vida útil, seja para recuperação, remanufatura, reciclagem ou destinação final.	3	3	2	2	2
Média	4,25	4,5	4	3,25	1,5
% de implementação da prática de logística reversa	85%	90%	80%	65%	30%
Legenda: 1 não implementado; 2 planejado para ser implementado; 3 implementação em fase inicial; 4 implementado parcialmente; 5 implementado totalmente					

Fonte: Autor, 2014

Respondente da Electrolux afirma que os paletes utilizados no transporte dos produtos, podem ser reutilizados aproximadamente seis vezes antes de seu descarte.

A Whirlpool além de realizar a prática da logística reversa com fornecedores na devolução de materiais de embalagens, realiza a recuperação de embalagens de clientes diretos. Mas essa corresponde a uma pequena parcela das vendas, sendo a maior parte efetivada pelo setor varejista, mas neste setor a prática ainda não foi disseminada devido ao menor controle de entrega. No estado de São Paulo, recolheram-se mais de 136 toneladas de resíduos como isopor, papelão e plástico. Grande parte das embalagens coletadas é encaminhada para a Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Diadema (Cooperlimpa). O volume de resíduos recolhidos em 2011 apresenta uma elevação de 81% em relação ao ano anterior.

Na tabela 5 também pode ser observado que três das participantes da pesquisa (Whirlpool, Electrolux e Mueller) realizam a prática da logística reversa para recolhimento de produtos acabados, que se encontram fora da especificação, com problemas de funcionamento ou com avarias no transporte. A Elgin, que possui a variável parcialmente implementada e a Atlas ainda planeja essa implementação.

O respondente da Elgin explica que esta prática é de grande importância para análise dos produtos que apresentam problemas de funcionamento ou encontram-se fora de especificação, dessa forma o problema poderá ser detectado, impedido que ocorra na fabricação dos demais.

Por fim, tratando-se da prática da logística reversa para recolhimento dos produtos acabados após o final de sua vida útil, seja para recuperação, remanufatura, reciclagem ou destinação final, é possível observar na tabela 5 que o cenário de implementação desta prática se modifica, sendo que nenhuma das empresas participantes a possuem nem ao menos parcialmente implementada. A Electrolux e a Whirlpool estão iniciando a prática e as demais empresas seguem o fluxo, mas ainda na fase de planejamento.

A Electrolux alega que a prática, a princípio, apenas é efetiva nas vendas diretas, pelo maior controle de saídas, característica que a empresa deixa de possuir quando as vendas ocorrem no varejo.

De acordo com Bowersox e Closs (2001), as necessidades da logística reversa também são designadas pelas legislações que proíbem o descarte indiscriminado de resíduos no meio ambiente e incentivam a reciclagem. Para o respondente da Whirlpool os desafios para a implantação do sistema de LR são justamente fazer cumprir a lei nº 12.305/2010 da PNRS e ter a responsabilidade compartilhada em toda a cadeia, desde os consumidores, passando pelo

varejo, transportadores, fabricantes e importadores e recicladores, bem como o governo. Segundo ele, a partir do momento que todos fizerem sua parte, auxiliando a cadeia de logística reversa como um todo, e o Acordo Setorial for estabelecido, a LR irá funcionar.

Entretanto, respondente da Whirlpool também pronuncia sobre os benefícios alcançados com a implantação do sistema de LR, de deixar de jogar o que pode ser reciclado e criar empregos para uma nova indústria de reciclagem no Brasil.

Para o respondente da Elgin, o desalinhamento entre os grupos setoriais e o impasse com o governo quanto ao custo são alguns dos desafios para implementação do sistema de LR. Assim como explica Reveilleau (2011), a demora em promulgar a Lei foi devida ao conflito de interesses envolvidos e à resistência de atores da cadeia em assumir os custos inerentes à atividade.

A Electrolux, Mueller e Whirlpool, são associadas a uma entidade responsável por definir e organizar a gestão de resíduos sólidos (pós-consumo), através da contratação, fiscalização e auditoria dos serviços prestados por terceiros, para a implementação de sistemas coletivos de logística reversa de larga escala, além de promover o rateio de custos por participação na cadeia, denominada Associação Brasileira de Reciclagem de Eletrônicos e Eletrodomésticos - ABREE.

Em entrevista com gerente executivo da ABREE, discutiu-se a participação da entidade no Acordo Setorial, as dificuldades e os benefícios da LR e disposição final dos resíduos pós-consumo da linha branca.

O entrevistado explica que quando um produto em seu final de vida é descartado, ele vira resíduo e perde identidade, deixando de possuir uma marca, tornando-se um agregado de matéria prima que necessita de separação. Neste sentido, quando colocam-se fabricantes concorrentes trabalhando juntos na manipulação do resíduo, estas deixam de ser concorrentes e transferem seus esforços a um objetivo comum, cumprir a PNRS ao menor custo possível. Trabalhando juntas, portanto, as fabricantes conseguem criar uma logística suficiente para dividir esses custos e paralelamente, dispor de volume residual com ganho de escala. E para que este sistema seja justo, cada fabricante paga pelo processo de LR, reciclagem e destinação final proporcional à quantidade de produto colocado no mercado.

Tratando-se especificadamente de produtos refrigerados (condicionadores de ar, refrigeradores e freezers), estes necessitam de planta específica, com controle de pressão e temperatura, para se retirar o gás residual, o CFC e também se esgotar o óleo presente na composição destes EEE. Porém no Brasil só existem duas plantas de recicladoras com estas

condições para trabalhar como grupo de recolha de produtos refrigerados, com capacidade inferior a 10 toneladas, afirma o gerente da ABREE.

O mesmo acrescenta que quando se trata dos grandes EEE (fogão, refrigerador, freezer, etc.) demanda-se de espaço e mão de obra para a desmontagem dos produtos.

No entanto, de maneira geral, o maior desafio no processo é o da logística reversa, afirma o respondente, pois trata-se do descarte de um produto desconhecido, em um lugar que não se sabe qual é, e que será destinado a um local que ainda não se possui. Assim sendo, quando se dispõe de muitas variáveis, impõe-se uma constante, no caso da LR, fixam-se os pontos e coleta, mas ainda assim não se tem ação sobre o consumidor.

De acordo com informações da ELETROS, o segmento de eletroeletrônicos tem uma particularidade: o brasileiro acredita que há valor agregado no produto e estende sua vida útil, dificultando assim o controle de quando esse produto será descartado. O consumidor tem a propriedade de entregar ou não o produto à destinação final e também de escolher o momento e para quem gostaria de entregá-lo. Em função dessa cultura de repasse/reuso, a vida útil do produto acaba sendo maior do que a projetada pelo fabricante/importador. Ou seja, os produtos eletroeletrônicos, antes de serem descartados, serão reutilizados, doados ou vendidos, como mostra a figura 27.

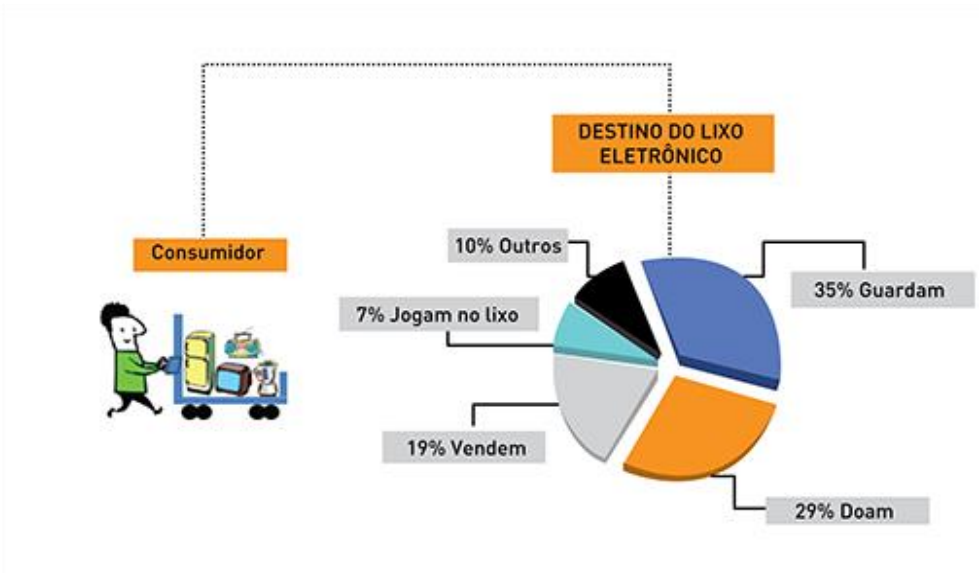


Figura 27 – Comportamento do consumidor
Fonte: Relatório GIA Global Intelligence Alliance, 2011 apud Fundação Dom Cabral

Sobre este contexto, o executivo da ABREE declara que a grande dificuldade é que a camada capaz de entender a importância do descarte para sustentabilidade é a que menos influencia no todo, sendo a classe média e média-baixa a representativa.

De modo particular, o representante da ABREE menciona que o governo se precipitou com o imediatismo da política de resíduos, estabelecendo metas de recolha sem planejar como fazer para que todos os atores da cadeia participem de maneira efetiva. Uma das soluções seria o estabelecimento de uma limitação da responsabilidade de cada membro da cadeia (consumidor, varejista, fabricante, importador), para que o conceito de responsabilidade compartilhada seja factual.

Diante das tantas exigências do governo com a PNRS e do crítico cenário no qual o setor de EEE se instaura, com a forte pressão de aumento de custo das principais matérias primas, como: aço, resinas, embalagens e EPS (Poliestireno Expandido – EPS, conhecido como isopor), alumínio e vidros, além dos custos adicionais com transporte, salários, assistência médica, energia elétrica e PPB (Processo Produtivo Básico), e o aumento do número de barreiras técnicas/regulatórias em diversos países da América Latina, o que fere inclusive as normas da OMC – Organização Mundial do Comércio, trouxe comprometimento e aumentos reais com forte impacto na competitividade das empresas brasileiras (ELETROS, 2014).

Neste contexto, a extensa cadeia produtiva de EEE vem sofrendo com estes impactos na reestruturação atual para se fazer cumprir tais exigências. Portanto, a ELETROS propõe ao Ministério da Fazenda propostas de curto, médio e longo prazo (ELETROS, 2014).

Entre as medidas de impacto a curto prazo inclusas em apresentação da ELETROS (2014) consta a redução do IPI; inclusão da categoria semiautomática no Programa Minha Casa Melhor (o que trará vantagens ao consumidor de economia na conta de luz e água, além do baixo custo de manutenção, gerando assim menor impacto ambiental) e equalização das metodologias Estaduais de Margem de Valor Agregados - MVA’s com o objetivo de se evitar discrepância de valores e procedimentos entre os Estados, por meio da limitação do recolhimento por substituição tributária ao faturamento do substituído e com isso a indústria faria o papel de recolhedora apenas de empresas de pequeno porte.

A ELETROS propõe a redução imediata do IPI até dezembro de 2014, afirmando que essa é uma medida que impacta, causa movimentação e gera expectativa, tendo efeito instantâneo e pontual no revendedor. No momento seguinte gera demanda e reposição de estoques, fazendo girar toda a cadeia do ciclo econômico. E quando estabilizadas as vendas e/ou via programa de substituição de eficiência energética, o IPI retorna ao normal. Além disso, a ELETROS assegura que o aumento do MVA alimenta o aumento do preço e por consequência alimenta um novo MVA, ainda maior. É um sistema que gera inflação, por isso

deveria ser limitado aos *mark-ups* (diferença entre o custo de um bem ou serviço e seu preço de venda) conhecidos e praticados pelo varejo médio (ELETROS, 2014).

Por outro lado, a ELETROS (2014) apresenta as medidas de impacto de médio prazo com: financiamento de impostos (compreende na adoção de procedimento similar a de alguns Estados para pagamento do ICMS (Imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços), ou seja, diferir o IPI e/ou PIS/CONFINS por 36 meses. Paga-se 20% do imposto devido para o mês de referência e difere-se 80% do valor por 36 meses corrigidos a Taxa de Juros de Longo Prazo – TJLP); tornar optativo o regime de recolhimento (patronal ou sobre a receita bruta) de tal forma a ficar caracterizada a intenção do benefício e remoção do Novo Reintegra para recolocação da condição anterior de 3% sobre a receita decorrente da exportação.

Por fim, as medidas de impacto de longo prazo estabelecidas pela ELETROS (2014) trata da substituição de refrigeradores com eficiência energética, com o financiamento do próprio IPI, com base no potencial de economia de consumo de energia, com as seguintes premissas:

a) Produtos de 10 a 15 anos de uso consomem de 450 kWh/ano;
b) Os refrigeradores atuais consomem de 360 a 410 kWh/ano;
c) Consumo dos refrigeradores velhos de 19 – 29 TWh e os refrigeradores novos de 18 – 24 TWh;
d) Isto implica na economia de 1 – 5 TWh/ano. Considerando que a utilização de uma turbina hidrelétrica é de 4818 h/ano, obtém-se uma capacidade equivalente de 200 – 900 MWh. Adicionalmente há importantes impactos ambientais e sociais.

Diante das propostas da ELETROS, nenhuma resposta do Ministério da Fazenda foi noticiada até o momento.

6.3.3 Compra verde

Sarkis (1999) revela diversas práticas ambientais que podem ser integradas à estratégia de compras, classificando-as como proativas e reativas. As práticas de compras proativas incluem, seleção e avaliação de fornecedores, desenvolvimento dos mesmos e integração deles nas iniciativas de gestão ambiental do cliente (WALTON et al., 1998).

a) Preferência na compra de materiais ambientalmente corretos

De acordo com a tabela 6, duas das empresas participantes não possuem preferência na compra de materiais ambientalmente corretos, sendo elas: Whirlpool e Atlas. Por outro lado, a Electrolux e Mueller são empresas que detêm essa preferência. A Elgin possui essa variável parcialmente implementada, e explica ponderar a compra de materiais ambientalmente corretos seguindo o critério custo/benefício.

Neste contexto, a Electrolux traçou o desafio de aumentar a quota de material reciclado em seus produtos, mesmo que às vezes a empresa tenha que pagar um valor mais elevado na compra de materiais ambientalmente corretos. The International (2001) esclarece que o preço de produtos ambientalmente amigáveis está entre as dificuldades para a introdução de compras verdes.

Tabela 6 – Compra verde

Compra Verde					
VARIÁVEIS	Empresas participantes				
	Whirlpool	**Electrolux**	**Mueller**	**Elgin**	**Atlas**
1. Preferência na compra de materiais ambientalmente corretos (produtos reciclados, biodegradáveis ou reutilizáveis).	1	5	5	4	1
2. Fornecedores com certificação ISO 14001 (fornecedores os quais a empresa avalia como impacto ambiental significativo)	4	4	4	2	1
3. Realização de auditorias ambientais nos fornecedores de materiais e serviços (materiais e serviços que a empresa avalia com impacto ambiental significativo).	5	5	4	1	1
4. Parcerias com fornecedores em busca de soluções ambientais e/ou desenvolvimento de produtos ambientalmente corretos.	4	5	4	1	1
Média	3,5	4,75	4,25	2	1
% de implementação da prática de compra verde	70%	95%	85%	40%	20%
Legenda: 1 não implementado; 2 planejado para ser implementado; 3 implementação em fase inicial; 4 implementado parcialmente; 5 implementado totalmente					

Fonte: Autor, 2014

A Whirlpool, por sua vez, explica que as motivações para a prática ainda não ter sido implementada, se dá devido ao custo e qualidade, prioridades para a empresa, pois o custo precisa ser compatível, além da necessidade em atender a qualidade, os requisitos técnicos exigidos da matéria prima e peças. Da mesma forma a literatura aponta o alto custo como

barreiras na implementação da prática de compras verdes (SILVA JR E ANDRADE, 2008), além da comparação de performances entre produtos convencionais e os ambientalmente amigáveis (THE INTERNATIONAL, 2001).

b) Fornecedores com certificação ISO 14001

As práticas ambientais denominadas como proativas incluem a seleção e avaliação de fornecedores (Walton et al., 1998) e a exigência de que os fornecedores se submetam a certificação ambiental independente (SARKIS,1999).

Portanto, com relação à certificação ISO 14001 dos fornecedores, pode-se analisar na tabela 6 que duas das empresas participantes (Whirlpool e Electrolux) afirmaram possuir e dar preferência a fornecedores com a certificação, a Mueller possui a variável parcialmente implementada e as demais empresas (Elgin e Atlas) não a possuem.

A Elgin explica que a empresa possui uma lista de fornecedores homologados segundo requisitos de preço, qualidade e prazo, mas a condição ambiental ainda não é exigida de seus fornecedores.

Para a Whirlpool o requisito ambiental mínimo exigido dos fornecedores é estar de acordo com todas as legislações, e aqueles que possuírem certificação ambiental, podem obter uma posição de destaque.

Por outro lado, a Mueller exige de seus fornecedores alguns requisitos, como documentos ambientais, cadastro no IBAMA, licença ambiental. A Electrolux alega exigir de seus fornecedores um concreto sistema de gestão ambiental implementado, porém a certificação não é requisito obrigatório para os fornecedores de ambas as empresas, devido ao alto custo de implementação e manutenção.

Neste sentido, a construção e inserção de critérios ambientais nas condições contratuais dos fornecedores também é uma prática estabelecida como proativa (SARKIS,1999).

c) Realização de auditorias ambientais nos fornecedores de materiais e serviços

Segundo Sarkis (1999) as práticas ambientais reativas englobam análises e auditorias dos fornecedores e também a redução de resíduos na interface entre consumidor e fornecedor. Neste sentido, ainda de acordo com a tabela 6, pode ser observado que as empresas

Electrolux, Whirlpool e Mueller realizam auditorias ambientais em seus fornecedores. Apesar desta última empresa ainda não estar com a variável implementada por completo.

Na Whirlpool as auditorias ambientais nos fornecedores de materiais e serviços ocorre uma vez por ano dentro do programa de auditoria de fornecedores e se problemas são identificados são montados planos de ações e prazos são definidos para que o fornecedor resolva o problema e apresente o que foi feito. No caso da Electrolux, seus fornecedores são auditados anualmente em código de conduta social e ambiental.

Já o respondente da Mueller afirma não realizar auditorias ambientais nos fornecedores, mas sim visitas técnicas, sem uma frequência efetiva. Por outro lado, a Elgin relata ocasionalmente acompanhar e fiscalizar empresas prestadoras de serviços com a incumbência de destinar corretamente os resíduos da empresa.

d) Parcerias com fornecedores em busca de soluções ambientais e/ou desenvolvimento de produtos ambientalmente corretos

Entre as práticas de compras proativas está inclusa a integração de fornecedores nas iniciativas de gestão ambiental do cliente (WALTON et al., 1998) e envolvimento do mesmo no design do produto (SARKIS, 1999). Portanto, na tabela 6 também pode ser observado a quantidade de empresas que possuem parcerias com seus fornecedores em busca de soluções ambientais e/ou desenvolvimento de produtos corretos. Das empresas que possuem essa parceria, a Electrolux possui a variável totalmente implementada, já a Whirlpool e Mueller a incorporaram parcialmente. Por fim, a Elgin e Atlas, correspondem às empresas que ainda não possuem essa parceria com seus fornecedores.

A Whirlpool possui um Sistema de Gestão Integrada para Fornecedores (SGIF), com a função de avaliar o desempenho dos fornecedores de material direto em relação às normas de qualidade, segurança, saúde, meio ambiente e responsabilidade social. Lançado em 2004, o sistema foi implementado lentamente de fornecedor a fornecedor ao longo dos últimos anos. Toda mudança apresenta resistência, mas com o tempo os fornecedores que compreenderam essa necessidade foram mantidos nesta posição até hoje. Em 2011, a companhia implementou o Sistema de Gestão Integrada de Fornecedores de Materiais e Serviços Indiretos (SGIF-MSI), que tem a mesma finalidade da versão para fornecedores de materiais diretos, com o objetivo de garantir que os eles atinjam os requisitos mínimos de fornecimento e conduta estabelecidos pela companhia. O plano é qualificar 100% dos fornecedores de materiais e serviços indiretos com risco médio e alto.

Da mesma forma, a Electrolux possui parcerias com seus fornecedores diretos no desenvolvimento da sustentabilidade do produto, aumentando a porcentagem de reciclabilidade. Porém o respondente da pesquisa afirma que tratando-se de fornecedores indiretos essa prática torna-se bastante complicada.

A Mueller já estabeleceu algumas parcerias com fornecedores na busca de soluções ambientais, e a exemplo disso, utilizam caixas plásticas retornáveis no fornecimento de alguns componentes e embalagens em colmeia, ao invés de individualizadas. Com isso, realiza-se a economia de material utilizado para transporte dos componentes, se reduz a geração de resíduos e otimiza-se o tempo de manuseio para montagem e instalação dos componentes.

Para se obter sucesso nas iniciativas citadas anteriormente é necessário incluir na relação entre os fornecedores e os clientes alguns elementos como o envolvimento das partes, formação de times de trabalho e solução de problemas, foco no valor ao invés de custo (SARKIS, 1999).

6.3.4 Ecodesign

No gráfico 3 é apresentada a porcentagem das empresas em relação à escala de implementação da prática de ecodesign. E, tratando-se do desenvolvimento de projeto de produto considerando os impactos gerados no ambiente, a Electrolux é a única empresa que possui essa prática completamente implementada. A Whirlpool, Elgin e Mueller implementaram a prática parcialmente, enquanto a Atlas ainda planeja essa implementação.

A literatura afirma que nesta etapa de design, na qual se define sobre as especificações do produto, sua embalagem e posicionamento de mercado, pode determinar até 80% dos impactos ambientais e dos custos de uma mercadoria (REBITZER, 2002). Desse modo, a Whirlpool também assegura que o benefício desta prática é de encontrar oportunidades de sustentabilidade (redução de custo e redução de impactos ambientais). No nível de projeto, essa avaliação de impactos foi implementada através do DfE (*Design for the Environment*), a partir da medição dessas oportunidades e decisão de quais variáveis equivalem a possíveis implementações. A implementação dessa matriz DfE teve início em 2010, com o apoio de especialistas da Universidade de São Paulo, por meio de um projeto-piloto em refrigeração. A partir de 2012, essa metodologia foi integrada ao processo de desenvolvimento dos demais produtos.

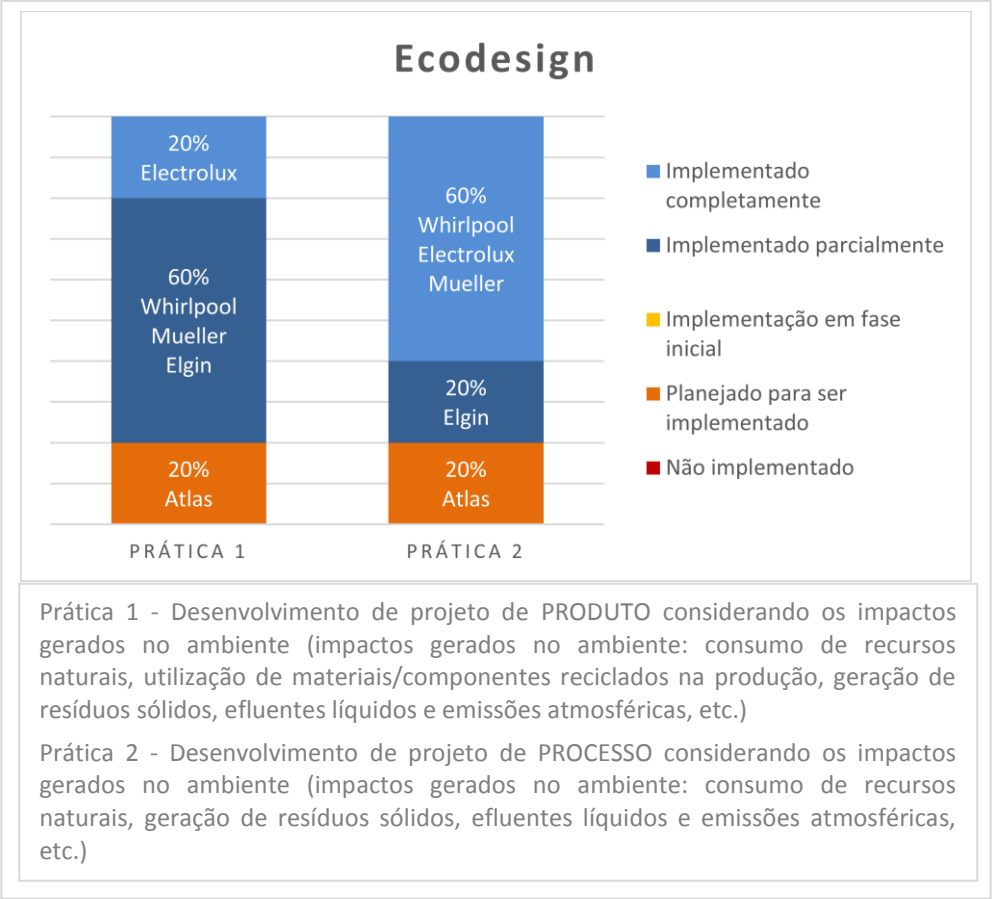


Gráfico 3 - Ecodesign
Fonte: Autor, 2014

Como exemplo, a Whirlpool apresentou seu novo produto, o refrigerador Brastemp Inverse Viva! cujo diferencial é o baixo consumo de energia elétrica, propiciado por um compressor inteligente, que tem a tecnologia VCC (compressor de capacidade variável). Além de incorporar melhorias que agora estão sendo adotadas em outras linhas de refrigeradores, como: uso de gases com menor potencial de aquecimento global, como o isobutano e o cicloisopentano; índice de reciclabilidade superior a 80%, isto é, suas peças e componentes podem ser desmontados e dar origem a outros produtos ao final do ciclo de vida; e fabricado de acordo com a diretiva europeia ROHS, que limita o uso de substâncias restritas. O percentual do faturamento da Whirlpool proveniente de produtos inovadores, em 2010 foi de 23%, em 2011 de 25% e no ano de 2012, o percentual foi de 27%.

Por outro lado, a dificuldade apontada pela Whirlpool em relação ao ecodesign, está na introdução desta prática que envolve a medição de novas variáveis: de recursos, poluição e resíduos, dentre tantas outras que já se tem que cumprir no desenvolvimento de produtos, como custo, qualidade, prazos, design, etc. Para a empresa, um produto inovador deve apresentar atributos únicos, estimular os consumidores e ter a capacidade de gerar valor para

os acionistas. No ano passado, a companhia realizou 73 depósitos de patentes no Brasil e tornou-se a primeira empresa privada em número de depósito de patentes no Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Além de possuir 19 laboratórios de pesquisa e desenvolvimento e 5 centros de tecnologia em território nacional, dedicados a ar condicionado, cocção, lavanderia, motores e refrigeração. Os centros de tecnologia são referências para todas as unidades da Whirlpool no mundo, em cada categoria de produto. Nesses locais são desenvolvidos produtos e projetos inovadores exportados para mais de 70 países.

No desenvolvimento de projeto de produto a Mueller preocupa-se primeiramente com a qualidade e inovação tecnológica, no quesito ambiental a organização busca alternativas no projeto de produto para reduzir os impactos gerados no ambiente, mas o respondente da empresa afirma que qualquer produto fabricado polui, seja na fabricação e/ou no uso. Da mesma forma, para Zhu et al. (2008), o *ecodesign* deve considerar a funcionalidade do produto e paralelamente, minimizar os impactos ambientais reproduzidos.

O respondente da Elgin relata que o status da empresa "parcialmente implementado" para a prática de ecodesign no projeto do produto, se designa na busca por acrescentar um *green* ao produto, de acordo com o custo/benefício, quando possível, de maneira a não alterar a qualidade.

A Electrolux busca otimizar o uso de materiais na fabricação de produtos para melhorar a eficiência dos recursos e facilitar a reciclagem. Na organização, os materiais utilizados nos produtos consistem principalmente de aço, plásticos e componentes. Neste sentido, o design sustentável destina-se na constante análise de como estes materiais podem ser utilizados de maneira a trazer menor impacto possível, envolvendo também a busca de alternativas para reduzir os impactos ambientais. Além disso, a organização afirma publicar orientações e dicas para o uso eficiente de produtos.

Além disso, a Electrolux possui o programa *Green Spirit*, que é parte integrante do Sistema de Manufatura da empresa. Neste sentido, os objetivos no desenvolvimento de projetos de processos são definidos para reduzir continuamente o consumo de recursos, resíduos e emissões. Mas o respondente da empresa afirma que o desenvolvimento de projetos voltado ao produto ainda apresenta muita oportunidade de melhoria, a partir do momento que o consumidor estiver disposto a pagar por esse aperfeiçoamento. Segundo Boks (2006) percepção e valorização do consumidor pelos aspectos relativos ao impacto ambiental de um produto é um dos fatores que influenciam a implementação do ecodesign.

A literatura afirma que a incorporação de preocupações ambientais desde o design do produto, com base em ciclo de vida, favorecem os processos aplicados ao produto depois que ele atinge o seu fim de vida tradicional (BEAMON, 2008).

Com relação à prática do ecodesign no desenvolvimento de projeto para processos, o gráfico 3 mostra que o número de empresas que possui essa prática implementada por completo aumenta quando comparado à prática de projeto para produto, sendo estas Whirlpool, Electrolux e Mueller. No entanto, apenas a Elgin possui a prática implementada parcialmente. A Atlas, por sua vez, mantém seu posicionamento, planejando a implementação de ambas as práticas de ecodesign, tanto para projeto de produto, quanto de processo.

Consoante ao Relatório de Sustentabilidade da empresa, a Whirlpool desenvolve na manufatura, especificamente um processo de aprovação de modificações de processos, chamado PAS = Process Approval System (Sistema de Aprovação de Processos), e incluí as variáveis ambientais nessa ferramenta usada pelos engenheiros de processos. Trata-se de um *check list* complexo de várias etapas ao longo do desenvolvimento de um processo novo ou da aquisição de novos equipamentos de manufatura. Desta maneira, consideram-se também os aspectos ambientais nos processos e linhas de montagem da empresa, portanto os conceitos de fabricação verde ou produção mais limpa e gestão ambiental são levados em conta.

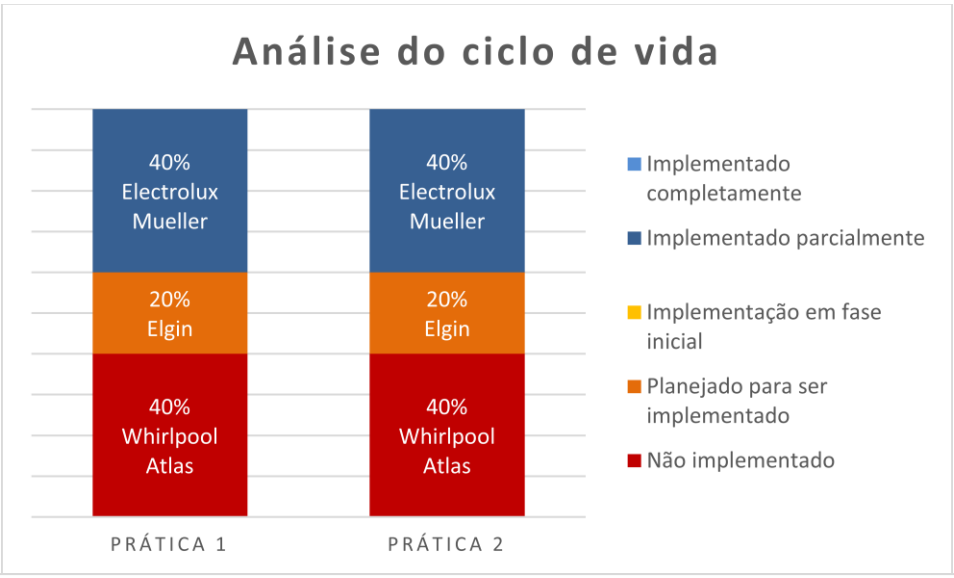
Os projetos de processos que a Mueller realiza consistem no investimento em maquinário para melhor eficiência e redução de resíduos gerados.

6.3.5 Análise do ciclo de vida

Sobre a análise do ciclo de vida, o gráfico 4 expõe uma estatística análoga tanto para o produto quanto para o processo. Ambas apresentando, 40% das empresas participantes da pesquisa com a prática parcialmente incorporada, 20% planeja essa implementação e os demais 40% correspondem as empresas que não a possuem.

A Mueller alega a realização parcial da prática de análise do ciclo de vida pois estabelece a limitação desta análise da atividade de fabricação em diante, não sendo realizada desde a extração da matéria prima. A investigação da ACV pode ser realizada, a partir da análise do processo produtivo de uma determinada organização, mas, para ser completa, deve acompanhar, ao longo de toda a cadeia de suprimentos, os processos produtivos de todas as

empresas responsáveis pela fabricação de um determinado produto, analisando os fluxos de massa e de energia envolvidos (RODRIGUES et al., 2013).



Prática 1 - Realização da análise do ciclo de vida dos PRODUTOS considerando os impactos gerados no ambiente (esta análise inclui todo ciclo de vida do produto, abrangendo a extração, processamento de matérias-primas, produção, distribuição, uso, reuso, manutenção, reciclagem e disposição final). Impactos gerados no ambiente: consumo de recursos naturais, geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, etc.

Prática 2 - Realização da análise do ciclo de vida dos PROCESSOS considerando os impactos gerados no ambiente (esta análise inclui todo ciclo de vida do processo, abrangendo a extração, processamento de matérias-primas, produção, distribuição, uso, reuso, manutenção, reciclagem e disposição final). Impactos gerados no ambiente: consumo de recursos naturais, geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, etc.

Gráfico 4 – Análise do ciclo de vida
Fonte: Autor, 2014

A Whirlpool é uma das organizações que não possui a prática de análise do ciclo de vida, entretanto implantou o Design for Environment (DfE) e estão através dessa ferramenta considerando aspectos do ciclo de vida. Segundo respondente, a ACV como um todo é um processo muito complexo, que exigiria pessoas dedicadas somente a isso, com resultados muito demorados e falta de dados da realidade brasileira. No entanto, o respondente afirma que a organização está alcançando bons resultados com o DfE, como acompanhamento, quantificação do consumo de materiais, energia, água e geração de resíduos associado ao produto. Alguns desses números são expostos no Relatório de Sustentabilidade da empresa, como exemplo apresenta-se o quadro 11, que mostra a gestão de resíduos de 2009 a 2011.

	Resíduos para aterro		Resíduos para coprocessamento	Reciclagem de resíduos		Sucatas	Incineração		Total	
	Perigosos Classe I	Não perigosos Classe II	Perigosos Classe I	Perigosos Classe I	Não perigosos Classe II		Perigosos Classe I	Não perigosos Classe II	Perigosos Classe I	Não perigosos Classe II
2009	304	817	222	126	9	11.568	0	0	652	12.394
2010	236	1.465	520	1.134	191	29.319	26	86	1.916	31.061
2011	**112**	**1.525**	**224**	**1.081**	**224**	**34.490**	**321**	**119**	**1.739**	**36.358**

Quadro 11 – Gestão de resíduos (peso total por tipo e método de disposição – em toneladas)
Fonte: Relatório de Sustentabilidade da Whirlpool, 2011

Segundo respondente da Whirlpool a empresa possui toda a gestão ambiental de suas atividades (escritórios e fábricas) e também possui o DfE no projeto de produtos, portanto possuem concreta trajetória rumo à implementação da prática da análise do ciclo de vida. Com a nova ferramenta para desenvolvimento de produtos chamada Design for Environment (DfE), as tecnologias e os materiais empregados nos projetos são especificados levando-se em consideração os aspectos de qualidade, custo e eficiência simultaneamente à performance ambiental do produto, isto é, os impactos sobre o meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida, desde a produção das matérias primas até o descarte final na fase pós-consumo. Esses impactos são avaliados na escolha de matérias primas, peças e componentes, na eficiência do consumo de água e energia, na reciclabilidade do produto e minimização de resíduos.

A Electrolux é guiada por uma abordagem onde o impacto ambiental é medido durante todo o ciclo de vida do produto, desde a extração de matéria-prima, fabricação, transporte, utilização até o fim de vida. Segundo Relatório de Sustentabilidade publicado pela empresa, 70% do impacto total de um aparelho eletroeletrônico ocorre durante o seu uso, através do consumo de energia e água. Como exemplo, o relatório apresenta a avaliação do ciclo de vida de uma geladeira, sendo que 88% do impacto ambiental total ocorre durante o uso, sob a forma de consumo de eletricidade e emissões de CO2, como mostra o gráfico 5.

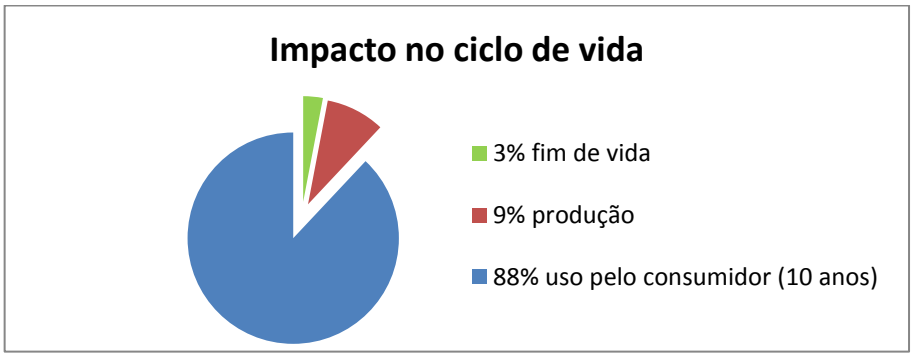


Gráfico 5 - Impacto no ciclo de vida
Fonte: Relatório Anual da Electrolux, 2013

Uma análise similar do custo total do ciclo de vida mostra que as despesas de energia elétrica e demais gastos acumulados excedem o preço de compra inicial. O impacto do custo no ciclo de vida de uma máquina de lavar média é demostrado gráfico 6.

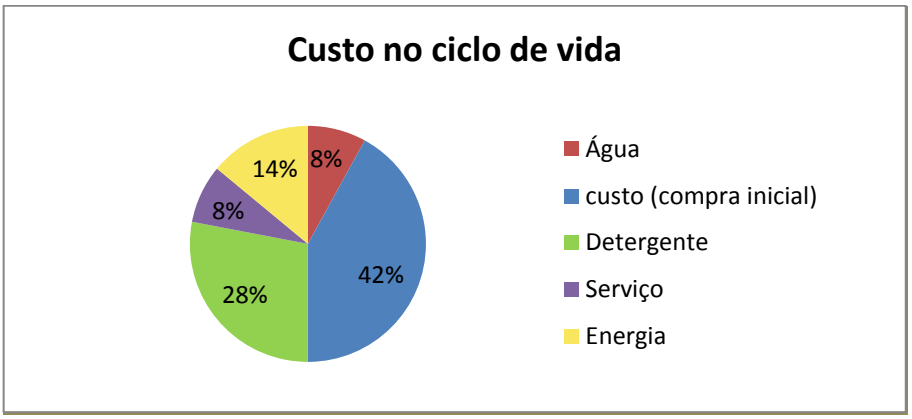


Gráfico 6 - Custo no ciclo de vida
Fonte: Relatório Anual da Electrolux, 2013

Assim sendo, para o consumidor, a escolha de um aparelho com um desempenho ambiental traz poupança a longo prazo. Vale ressaltar que essa análise do ciclo de vida é uma prática da sede internacional da Electrolux, não sendo realizada individualmente pela matriz brasileira. De maneira complementar o respondente da empresa confessa que a teoria da análise do ciclo de vida na prática é muito custosa e pouco aproveitada, uma vez que o ciclo atinge o fornecedor, este não possui estrutura para realizar a substituição de materiais e continuar com o preço compatível.

Neste contexto, Tsouflas e Pappis (2006) afirmam que a primeira fase do *supply chain* é considerada como design de produto, que inclui a seleção de materiais e métodos para a transformação. Nesta fase de concepção dos produtos e seleção de tecnologia de processamento normalmente se determinam os tipos de poluentes emitidos, resíduos sólidos perigosos gerados, recursos e energia consumida. Tsouflas e Pappis (2006) acrescentam que todas as etapas da cadeia de suprimento que contribuem para o impacto ambiental total são introduzidas na avaliação, do uso da matéria-prima ao uso à disposição final do produto, acrescentando-se eventuais ciclos de reuso.

Quanto às dificuldades relativas ao uso da ACV, para Giannetti, Biagio e Almeida (2006) e Chehebe (2002), a maior limitação da técnica refere-se à abrangência com a qual deve ser efetuada a análise de todo o fluxo de material e energia. Esse é o obstáculo enfrentado pela Mueller, empresa que realiza a ACV da etapa de fabricação para frente, como já citado anteriormente.

6.3.6 Gestão de Resíduos

De acordo com a tabela 7 de Gestão de Resíduos, as companhias Whirlpool, Electrolux e Mueller implementaram completamente todas as cinco variáveis referentes ao tema: caracterização dos resíduos sólidos gerados no processo de produção; destinação dos resíduos sólidos gerados (comercialização, reciclagem, reutilização ou disposição final) realizados apenas em empresas credenciadas e autorizadas para este fim; Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (em atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos); efluentes e emissões atmosféricas tratados antes da disposição no ambiente, respectivamente.

Tabela 7 – Gestão de Resíduos

Gestão de Resíduos					
VARIÁVEIS	Empresas participantes				
	Whirlpool	**Electrolux**	**Mueller**	**Elgin**	**Atlas**
1. Caracterização e classificação (classe I, II, II A ou II B) dos resíduos sólidos gerados no processo de produção.	5	5	5	3	2
2. Destinação dos resíduos sólidos gerados (comercialização, reciclagem, reutilização ou disposição final) realizados apenas em empresas credenciadas e autorizadas para este fim.	5	5	5	5	2
3. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (em atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos).	5	5	5	5	2
4. Efluentes tratados antes da disposição no ambiente.	5	5	5	5	1
5. Emissões atmosféricas tratadas antes da disposição no ambiente.	5	5	5	4	1
Média	5	5	5	4,4	1,6
% de implementação da prática de gestão de resíduos	100%	100%	100%	88%	32%
Legenda: 1 não implementado; 2 planejado para ser implementado; 3 implementação em fase inicial; 4 implementado parcialmente; 5 implementado totalmente					

Fonte: Autor, 2014

A Elgin possui a variável de tratamento de emissões atmosféricas parcialmente implementada e também está iniciando a caracterização e classificação dos resíduos sólidos. Já com relação as demais variáveis (2, 3 e 4), a empresa afirma possuí-las implementadas por completo.

A Atlas, por sua vez, não possui nenhuma das variáveis, porém planeja a implementação das variáveis 1, 2 e 3.

Na Mueller também são realizados relatórios para gestão de resíduos, mas por não ser obrigatória a publicação, estes apenas são atualizados anualmente para controle da empresa. Referindo-se à destinação dos resíduos sólidos gerados pela empresa, estes são comercializados para reciclagem.

Na Electrolux a utilização de materiais na produção está continuamente melhorando, enquanto os resíduos perigosos e resíduos destinados para aterros estão sendo reduzidos ano a ano. Todos os resíduos perigosos (principalmente óleos, solventes e outros produtos químicos) é gerido de acordo com os regulamentos locais. A empresa ainda auxilia na preservação do meio ambiente, através da substituição do CFC (clorofluorcarbono) nos condicionadores de ar por HCFC (R22 ou Hidroclorofluorcarbono) e HFC (R-134a ou Hidrofluorcarbono), que não afetam a camada de ozônio. Tratando-se de condicionadores de ar, a Elgin também afirma realizar essa substituição de gases, a fim de acompanhar o mercado e a legislação, além de minimizar os efeitos negativos de seus produtos ao meio.

Desse modo, Gupta (1995) foca em duas técnicas para gestão de resíduos: a redução na utilização de recursos na fonte e a reciclagem. O autor assegura que esta estratégia de redução inclui uma boa gestão das práticas, substituição de insumos, reformulação de produtos, alterações tecnologicamente verdes e/ou modificações no processo (GUPTA, 1995).

6.3.7 Fabricação verde e remanufatura

Referindo-se a prática de fabricação verde e remanufatura, é possível observar na tabela 8, que as empresas Whirlpool, Electrolux, Mueller e Elgin são responsáveis por incorporar completamente as variáveis 1, 2, 3 e 4. Neste sentindo, as empresas citadas possuem seus equipamentos de produção em condições regulares de funcionamento, assim como instalados de acordo com o projeto dos mesmos; realizam a manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos visando o seu funcionamento adequado, assim como aumentando a sua vida útil; realizam a desmontagem do produto acabado nas suas partes constituintes visando a reciclagem e/ou a reutilização; além de executar a prática da reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes reprovados no processo de produção.

Por outro lado, a Atlas está iniciando a prática de manutenção preventiva e preditiva e também o método de desmontagem, além de planejar a instalação adequada de seus equipamentos.

Tabela 8 – Fabricação Verde e Remanufatura

Fabricação Verde e Remanufatura					
VARIÁVEIS	Empresas participantes				
	Whirlpool	**Electrolux**	**Mueller**	**Elgin**	**Atlas**
1. Equipamentos de produção em condições regulares de funcionamento, assim como instalados de acordo com o projeto dos mesmos (em termos de eficiência, consumo de recursos, etc.).	5	5	5	5	2
2. Manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos visando o seu funcionamento adequado, assim como aumentando a sua vida útil.	5	5	5	5	3
3. Prática da desmontagem: método que objetiva separar o produto acabado nas suas partes constituintes visando a reciclagem e/ou a reutilização, seja ela total ou parcial.	5	5	5	5	3
4. Prática da reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes reprovados no processo de produção.	5	5	5	5	2
5. Prática da reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes de produtos após o final da sua vida útil.	4	3	2	2	1
Média	4,8	4,6	4,4	4,4	2,2
% de implementação da prática de fabricação verde e remanufatura	96%	92%	88%	88%	44%
Legenda: 1 não implementado; 2 planejado para ser implementado; 3 implementação em fase inicial; 4 implementado parcialmente; 5 implementado totalmente					

Fonte: Autor, 2014

Quanto aos equipamentos, em condições regulares de funcionamento, assim como instalados de acordo com o projeto dos mesmos auxilia na redução do consumo de energia, água e insumos pela organização (NUNES; BENNETT, 2010). Na Electrolux o requisito ambiental é analisado no momento da compra de um novo equipamento. Porém a aquisição de uma nova máquina pode causar um grande impacto ao meio ambiente, se tivermos por exemplo uma nova prensa, o equipamento é composto por grande volume de aço, que teria que ser extraído para sua fabricação. Neste caso, a melhor solução seria a reforma do equipamento que a empresa já possui, assegura o respondente.

Discorrendo sobre a prática de manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos, com base na tabela 8, é possível verificar que a Whirlpool possui um programa estruturado de manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção corretiva, evoluído ao longo de

muitos anos, afirma o respondente da pesquisa. Este programa está ligado ao modo de trabalho da empresa, baseado no *Lean Manufacturing*, através de práticas de otimização de produção, de redução de desperdícios e aumento da eficiência em geral, que organizam a fábrica toda , trazem benefícios ambientais e otimizam todo o planejamento de manutenção.

Em vista disso, a importância ambiental enfatizada na manutenção de equipamentos e instalações tem forte influencia em relação à produtividade (FRANCO; FILIPIM, 2007).

No caso da Electrolux, as manutenções preventivas e preditivas ocorrem durante os 30 dias de férias, período em que a fábrica encontra-se completamente paralisada. Caso contrário, as manutenções possuem característica corretiva, consistindo na substituição de peças ou componentes que se desgastam ou falham. Neste caso, os reparos normalmente são executados sem planejamento e em caráter emergencial.

As manutenções preventivas também auxiliam no aumento da vida útil dos equipamentos, prevenindo paradas de produção por falhas desses equipamentos (FRANCO; FILIPIM, 2007).

Referindo-se a prática da desmontagem, a Whirlpool possui uma linha de desmontagem na fábrica que é destinada aos produtos que apresentam defeitos na produção e também no transporte logístico (distribuição). E para os produtos no final de sua vida útil a empresa possui parceria com a ABREE na destinação adequada dos produtos desta categoria, seja para reciclagem, desmontagem, a fim de atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A prática da reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes reprovados no processo de produção apenas não é realizada pela Atlas, que ainda planeja sua implementação. Já as demais empresas participantes da pesquisa, possuem essa prática de reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes reprovados no processo de produção já consolidada.

Entretanto, é reduzido o número de representantes que possuem a prática da reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes de produtos após o final da sua vida útil, apenas a Electrolux e a Whirlpool estão iniciando ou já possuem a prática parcialmente implementada, respectivamente. De acordo com o volume de produção da Electrolux, essa prática ainda é pequena, afirma o respondente, acreditando que a prática estará disseminada no território nacional após aproximadamente sete anos do estabelecimento do Acordo Setorial. A Atlas por sua vez, não deu início a esta incorporação, enquanto a Elgin e a Mueller planejam realizá-la.

Segundo Guide (2000) existem particularidades complicadoras no ambiente da remanufatura, sendo uma delas, as incertezas relacionadas ao tempo e à quantidade de retorno

de produtos (reflexo da natureza incerta da vida do produto). Esta também foi uma das dificuldades citadas pelo executivo da ABREE ao associar o processo de remanufatura dos produtos EEE em consequência da atividade de logística reversa dos mesmos.

6.3.8 Desempenho ambiental

Vale ressaltar que esta análise foi entravada pela falta de dados das empresas participantes da pesquisa. Por questões internas das empresas, Whirlpool e Electrolux não responderam as questões referentes ao desempenho ambiental, mas como as fabricantes utilizam como ferramenta metodológica para gestão e acompanhamento de metas as diretrizes da Global Reporting Initiative, organização internacional cuja missão é definir critérios para a elaboração de relatórios anuais de sustentabilidade, os dados de desempenho posteriormente detalhados, foram obtidos a partir destes relatórios anuais de sustentabilidade, disponíveis no site oficial de cada organização.

De acordo com Eltayeba et al. (2011), os resultados ambientais são consequências das iniciativas positivas da *green supply chain* sobre o ambiente, interna e externamente às organizações. Estas iniciativas incluem a redução de resíduos sólidos e líquidos, redução das emissões atmosféricas, redução no consumo de recursos e de materiais perigosos/tóxicos, diminuição da frequência de acidentes ambientais, e melhorias na saúde dos funcionários e da comunidade em geral.

Tal colocação corrobora os resultados obtidos para algumas das variáveis de desempenho ambiental das empresas estudadas, em conformidade com a quantidade de práticas GSCM adotadas por cada uma delas, como mostra o quadro 12.

Silva e Ribeiro (2005) em um estudo envolvendo 75 empresas certificadas com ISO 14001, relatam que nas empresas certificadas houve reduções dos efluentes líquidos e das emissões de poluentes atmosféricos, além da diminuição da geração de resíduos sólidos. Foi relatada também a redução do consumo de água e de energia.

	Empresas certificadas com ISO 140001			Empresas não certificadas	
Variáveis do desempenho ambiental	**Whirlpool**	**Electrolux**	**Mueller**	**Elgin**	**Atlas**
Produção Anual da Empresa			↑		
Consumo de energia elétrica		↓	↑	↓	
Consumo de água	↓	↓	↑	↓	
Volume de emissões atmosféricas	↑	↓			
Volume de resíduos sólidos gerados	P* ↓ NP** =	P* ↑ NP** ↓	↑	↑	
Volume de resíduos líquidos gerados		↓	=	↑	
Despesas/Investimentos operacionais com o gerenciamento ambiental			↓		
Ocorrência de acidentes		0	0		
Multas ambientais		0	0		
Reclamações referente a questões ambientais		Algumas, pela empresa estar localizada em meio urbano	0		
Índices de refugo e sucata	↑		↑		

P* - resíduos perigosos
NP** - resíduos não perigosos
Quadro 12 – Desempenho ambiental das empresas participantes
Fonte: Autor, 2014

Porém o mesmo não pode ser afirmado nesta pesquisa, pois diante do quadro 12, observa-se que algumas das variáveis de desempenho ambiental das empresas certificadas aumentaram no período analisado.

Portanto, para melhor visualização, os dados de desempenho ambiental serão apresentados a seguir, separadamente, de acordo com a resposta das empresas.

a) ELECTROLUX

Nos Relatórios de Sustentabilidade da Electrolux não foram encontrados os dados referente à produção anual da empresa, despesas/investimentos operacionais com o gerenciamento ambiental, ocorrência de acidentes, multas ambientas, reclamações da comunidade, vizinhança, governo e prefeitura referente a questões ambientais, índices de refugo e sucata. Os dados obtidos estão dispostos no quadro 13.

	2010	2011	2012	2013
Consumo de energia elétrica (MWh)	Aprox. 1.400.000	Aprox. 1.100.000	Aprox. 1.300.000	Aprox. 1.280.000
Consumo de água (m³/ano)	7.740.240	5.012.195	5.347.109	4.758.302
Volume de emissões atmosféricas (ton)	460.000	345.000	390.000	395.000
Volume de resíduos sólidos gerados (ton)	**Perigosos** 2.912 **Não Perigosos** Compostagem 735 Reciclagem 146.711 Incineração 984 Aterro 18.065	**Perigosos** 2.197 **Não Perigosos** Compostagem 1.503 Reciclagem 138.919 Incineração 749 Aterro 12.642	**Perigosos** 3.309 **Não Perigosos** Compostagem 1.205 Reciclagem 194.098 Incineração 1.268 Aterro 13.612	**Perigosos** 3.693 **Não Perigosos** Compostagem 188 Reciclagem 141.581 Incineração 483 Aterro 14.231
Volume de resíduos líquidos gerados (m³/ano)	2.436.453	1.683.867	1.358.546	1.638.043

Quadro 13 – Desempenho ambiental da Electrolux
Fonte: Respondente da empresa, 2014

Verifica-se no quadro 13, a redução do consumo de energia elétrica e água, em 8,6% e 38,5% respectivamente, quando comparado os dados de 2010 em relação a 2013. Também se analisa a diminuição em 14% do volume de emissões atmosféricas.

Tratando dos resíduos gerados, observa-se um aumento em 26,8% dos resíduos sólidos perigosos, porém os resíduos sólidos não perigosos foram reduzidos tanto para a destinação de compostagem e reciclagem, quanto para incineração e aterros. Assim como os resíduos sólidos não perigosos, os resíduos líquidos sofreram redução de aproximadamente 30%.

De acordo com o Relatório da empresa, o uso de energia e as emissões de CO2 são prioridades na eficiência dos recursos. Porém o estabelecimento de novas fábricas aumentou os fatores de emissão da eletricidade revelando um impacto negativo sobre os resultados do consumo de energia e emissões de carbono absolutos em 2013, como mostra o quadro 13.

Medidas de eficiência energética foram implementadas na empresa, através do programa *Green Spirit*, salvando cerca de 200.000 toneladas de CO2 equivalente entre 2005 e 2013. A eliminação do alto potencial de aquecimento global por gases de efeito estufa resultou na retirada de cerca de 28.000 toneladas de CO2e em 2013.

Segundo respondente da pesquisa a empresa não registra a ocorrência de acidentes e multas ambientais no período de 13 anos, desde a implementação da gestão ambiental interna na empresa. Apenas o apontamento de algumas reclamações quanto ao ruído, da comunidade e vizinhança, devido desenvolvimento do bairro, que atualmente se situa em meio urbano. Referindo-se as despesas e investimentos operacionais com o gerenciamento ambiental, estas são realizadas quando necessário.

b) WHIRLPOOL

O Relatório de Sustentabilidade da Whirlpool referente ao ano de 2013 ainda não foi publicado, portanto nenhum dos dados deste período estão descritos no quadro de desempenho.

Também não foram encontrados nos relatórios da empresa, os dados referente à produção anual da empresa, consumo de energia elétrica, volume de resíduos líquidos gerados, ocorrência de acidentes, multas ambientas e reclamações da comunidade, vizinhança, governo e prefeitura referente a questões ambientais. Entretanto, os dados obtidos estão dispostos no quadro 14.

	2010	2011	2012	2013
Consumo de água (m^3)	843.000	693.000	684.000	
Volume de emissões atmosféricas (ton)	89.476	77.336	91.075	
Volume de resíduos sólidos gerados (ton)	**Perigosos** Aterro 236 Cooprocessados 520 Reciclados 1.134 Incineração 26 **Não Perigosos** Aterro 1.465 Cooprocessados - Reciclados 191 Incineração 86	**Perigosos** Aterro 112 Cooprocessados 224 Reciclados 1.081 Incineração 321 **Não Perigosos** Aterro 1.525 Cooprocessados - Reciclados 224 Incineração 119	**Perigosos** Aterro 44 Cooprocessados 517 Reciclados 980 Incineração 13 **Não Perigosos** Aterro 1.457 Cooprocessados 48 Reciclados 611 Incineração 323	
Índices de refugo e sucata	29.319	34.490	31.852	

Quadro 14 – Desempenho Ambiental da Whirlpool
Fonte: Respondente da empresa, 2014

Como pode ser observado no quadro 14, de 2010 a 2011 o consumo de água reduziu em 17%, segundo Relatório de Sustentabilidade da Whirlpool tal diminuição ocorreu devido à revisão de processos de fabricação e de procedimentos de testes, troca de válvulas de descarga e instalação de redes de água com controle visual de tubulações, permitindo a identificação de vazamentos e o reparo com maior agilidade, além da construção de sistemas de captação de água de chuva e investimentos no tratamento de efluentes, poupando no ano, 14 mil m³ de água.

A redução do total de emissões de gases de efeito estufa em 2011, reportada no Inventário de Emissões da empresa, alcançou um total de 9.303 toneladas de carbono equivalente, representando 18% a menos que no ano anterior. Os fatores que mais contribuiram para esse recuo, apontados no Relatório de Sustentabilidade da Whirlpool, foram a troca dos gases HFCs (usado no circuito de refrigeração de refrigeradores) e HCFCs (usado na expansão da espuma de poliuretano) pelos hidrocarbonetos (HCs) isobutano e cicloisopentano, que, que além de não agredirem a camada de ozônio, possuem baixo potencial de aquecimento global.

Se tratando das despesas/investimentos operacionais com o gerenciamento ambiental, apenas foi relatado o orçamento de 2012, com um valor total de R$12,9 milhões, distribuído em percentual entre: investimentos sociais, gestão de resíduos perigosos, economia de água, gestão de resíduos não perigosos, monitoramento da água e solo, controle de emissões, energia – conservação e manutenção, entre outros, como mostra a figura 28.

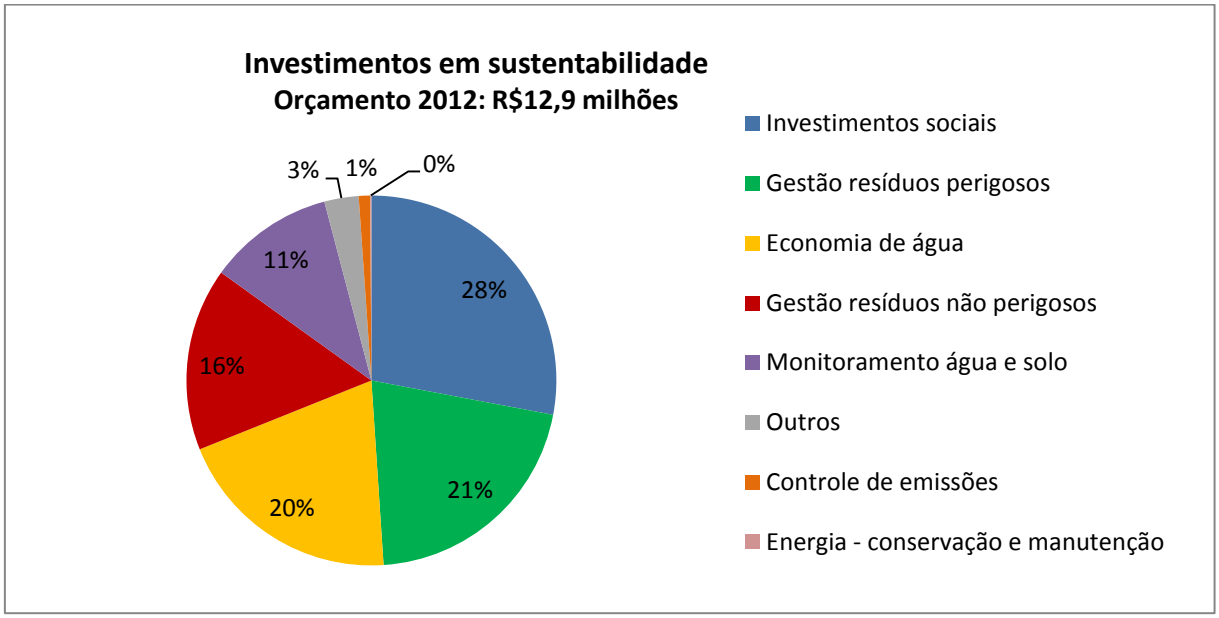


Figura 28- Investimentos da Whirlpool em sustentabilidade no ano de 2012
Fonte: Relatório de Sustentabilidade da Whirlpool, 2012

A economia de energia, segundo Relatório da empresa, pode ser explicada pela substituição em uma linha de montagem do shrink, invólucro plástico de refrigeradores, pelo stretch hood, filme plástico elástico que não precisa ser aquecido para aderir ao produto.

Com relação a variável de gestão de resíduos, a fábrica diminuiu em 18% a quantidade de resíduos industriais enviados a aterros. Além de coletar, transportar e reciclar 382 toneladas de metais, plásticos, fiação elétrica e gases refrigerantes de refrigeradores e freezers usados.

c) MUELLER

O desempenho ambiental da Mueller, no período de 2010 a 2013 apresentou os seguintes dados:

	2010	2011	2012	2013
Produção Anual da Empresa (Produtos absolutos (fogões e fornos)	495.075	537.103	624.870	692.995
Consumo de energia elétrica (Kwh)	564.188	3.467.989	4.594.265	6.486.726
Consumo de água (litros)	Monitoramento iniciou em outubro/10 – devido aos trabalhos visando a ISO14001.	35.797.800	42.166.000	39.675.500
Volume de emissões atmosféricas	Apenas efetuado as medições para atendimento aos requisitos legais – ok dentro das especificações exigidas			
Volume de resíduos sólidos gerados (kg)	Reciclados: 1.431.826 Não reciclados: 12.430 Contaminados: 18.790	1.565.690 18.500 23.160	2.028.311 29.400 28.417	2.322.974 35.150 21.025
Volume de resíduos líquidos gerados	Temos ETE – reutiliza água tratada			
Despesas/Investimentos operacionais com o gerenciamento ambiental	95.000,00	23.000,00	65.000,00	74.000,00
Ocorrência de acidentes	0	0	0	0
Multas ambientais	0	0	0	0
Reclamações da comunidade, vizinhança, governo e prefeitura referente a questões ambientais	0	0	0	0
Índices de refugo e sucata	0,10%	0,32%	0,50%	1,34%

Quadro 15 – Desempenho Ambiental da Mueller
Fonte: Respondente da empresa, 2014

Os dados mostram uma crescente produção anual da empresa em termos de produtos absolutos fabricados e também um significativo aumento no consumo de água e energia elétrica no decorrer do período.

As medições do volume de emissões atmosféricas são efetuadas apenas para atendimento aos requisitos legais e encontram-se dentro das especificações exigidas pelo IBAMA (2013) segundo Formulário de Emissões Atmosféricas − Fontes Energéticas.

O volume de resíduos líquidos gerados é disposto na Estação de Tratamento de Efluentes para tratamento e posterior reutilização da água tratada. Já os resíduos sólidos são categorizados em reciclados, não reciclados e contaminados, apresentando valores progressivos de geração.

As despesas e investimentos operacionais com o gerenciamento ambiental assumem dimensões variadas, mas acometem nos quatro anos consecutivos, mostrando o esforço da empresa nos quesitos ambientais.

d) ELGIN

Os dados de desempenho ambiental, entre o período de 2010 a 2013, disponibilizados pela Elgin estão dispostos no quadro 16.

	2010	2011	2012	2013
Consumo de energia elétrica (Kwh)	5.875.949	5.669.763	5.276.244	5.472.757
Consumo de água (m³)	47.780	35.129,5	44.593	24.948,5
Volume de resíduos sólidos gerados Pó de Madeira Resíd Sanitário + Restos de Refeição Lodo de ETE Borra de Tinta Sucata de EPI's Pilhas e Baterias	 123.860 Kg 274.400 Kg 3.170 Ton. 33.430 Kg ---------- ----------	 295.590 Kg 275.400 Kg 8.430 Ton. 11.020 Kg 3.400 Kg 763,50 Kg	 218.630 Kg 343.75 Kg 6.620 Ton. ---------- 4.870 Kg 2.400,60 Kg	 207.750 Kg 213.600 Kg 10.880 Ton ---------- 3.100 Kg 2.832,53 Kg
Volume de resíduos líquidos gerados (litros)	33.000	37.000	23.500	40.600
Ocorrência de acidentes	Não	Não	Não	Não
Multas ambientais	Não	Não	Não	Não
Reclamações da comunidade, vizinhança, governo e prefeitura referente a questões ambientais	Não	Não	Não	Não

Quadro 16 – Desempenho Ambiental da Elgin
Fonte: Respondente da empresa, 2014

Verifica-se no quadro 16, uma sutil redução do consumo de energia elétrica, quando comparado o valor do ano de 2010 em relação a 2013. A variável de consumo da água diminuiu drasticamente, gerando uma economia de aproximadamente 48%, devido a instalação de poço artesiano.

Por outro lado, é possível analisar a expansão de resíduos gerados. Os resíduos líquidos aumentaram 23% em 2013, comparado ao valor de resíduo líquido gerado há três anos atrás. Os resíduos sólidos, em sua maioria, também tiveram seus valores acrescidos.

e) ATLAS

A Atlas não disponibilizou nenhum dos dados referentes ao desempenho ambiental compreendido no questionário estruturado aplicado à empresa, motivada por questões internas da organização.

6.4 Motivadores e obstáculos na adoção de práticas ambientais

Segundo a literatura, o desempenho econômico é normalmente o intento mais importante para organizações que pretendem implementar práticas de gestão ambiental, especialmente para as empresas nos países em desenvolvimento (ZHU; SARKIS, 2004). Porém não foi este o fator apontado pelas empresas participantes como motivador na adoção de práticas ambientais.

A Electrolux acredita que as pressões das regulamentações nacionais/internacionais e a estratégia de marketing, são alguns dos fatores que motivam a adoção de práticas ecológicas. Porém a maior motivação da empresa se dá devido à circunstância cultural sustentável dos acionistas que possuem procedência europeia.

A Mueller destaca que o diferencial na estratégia de marketing é o principal motivador na adoção de práticas ambientais para a fabricante, este fator segue atrelado aos critérios ambientais exigidos na prática de exportação e acaba influenciando outros fornecedores e fabricantes na adoção de práticas ambientais.

O lucro não foi assentido como um motivador, mas respondente da Mueller acredita que este cenário possa modificar a longo prazo, à medida que aumenta a conscientização dos consumidores, que hoje estabelecem preço e qualidade como prioridade.

Entretanto, tratando-se dos obstáculos à efetiva resposta ambiental, a Electrolux aponta como principal obstáculo, a falta de consciência do consumidor. Neste sentido, o respondente da pesquisa ainda acrescenta, afirmando que um maior número de práticas será implementado quando o consumidor possuir percepção quanto aos critérios ambientais e estiver disposto a pagar por isso. Assim sendo, Tsai e Hung (2009) advertem que os clientes não estão necessariamente dispostos a pagar um valor mais alto por produtos verdes, dando preferência a estes quando os seus preços são equivalentes aos demais.

O respondente da Mueller ressalta que a conscientização de maneira geral (envolvendo fornecedores, fabricantes, colaboradores, consumidores) é a maior dificuldade para adoção de práticas *green*.

Porém o custo também pode ser indicado como um obstáculo, segundo a Mueller, pois muitos fabricantes possuem um SGA muito bem incorporado, mas não possuem certificação devido ao custo elevado.

6.5 Comparando o grau de adoção das práticas de GSCM

Com o intuito de fornecer a visualização geral dos resultados coletados, é possível observar no gráfico 7, a adoção das práticas do GSCM nas empresas do setor eletroeletrônico da linha branca.

Verifica-se no gráfico 7 a distribuição das práticas do GSCM, as variáveis estudadas na pesquisa e o resultado a partir dos dados coletados. Nota-se que as práticas GSCM mais adotadas pelas empresas do segmento eletroeletrônico da linha branca estudadas estão relacionadas à fabricação verde e remanufatura e gestão de resíduos.

A alta adoção da prática de gestão de resíduos pode estar fortemente associada à legislação vigente referente ao gerenciamento, tratamento e disposição dos resíduos. Dentre elas, pode-se citar a ABNT NBR 10004 (2004): referente à caracterização e classificação dos resíduos; a ABNT NBR 11174 (1990), referente ao armazenamento de resíduos; a ABNT NBR 12235 (1992), sobre o armazenamento de resíduos perigosos; e a ABNT NBR 13221 (2010), referente ao transporte de resíduos perigosos. Destaca-se ainda a lei 12.305 que foi

promulgada em 02 de agosto de 2010, referente à gestão de resíduos: a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Srivastava (2007) alega que a disposição dos resíduos tem sido um intenso problema, fato que tem levado à consciência verde. Nesta pesquisa observou-se que os esforços para minimizar esta disposição dos resíduos tem sido o foco em detrimento das outras práticas.

Reforçando os resultados da prática de fabricação verde e remanufatura, de acordo com Franco e Filipim (2007), a manutenção de equipamentos e instalações tem forte influência em relação à produtividade e as questões ambientais.

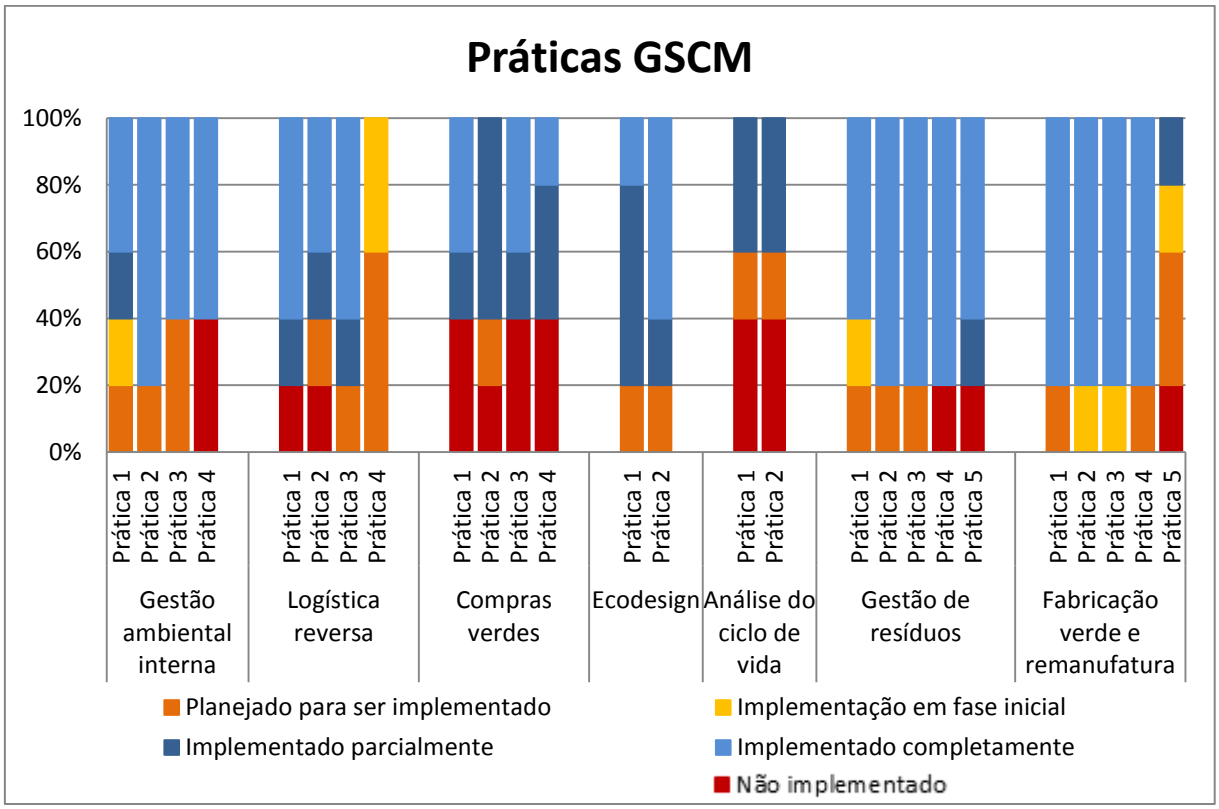


Gráfico 7 – Práticas Green Supply Chain Management
Fonte: Autor, 2014

Tratando-se das práticas menos disseminadas, denomina-se compra verde e análise do ciclo de vida, como as menos adotadas pelas empresas participantes do estudo.

Cabe salientar que as duas práticas relacionadas aos produtos após o final de sua vida útil, tanto a prática da reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes de produtos após o final da sua vida útil (Prática 5 – Fabricação verde e remanufatura), quanto à prática da logística reversa para recolhimento dos produtos acabados após o final de sua vida útil, seja para recuperação, remanufatura, reciclagem ou destinação final (Prática 4 – Logística reversa), ambas apresentaram-se predominantemente em fase de planejamento ou início de

implementação, quando não implementada. No caso da reciclagem e/ou reutilização de materiais, a prática apresenta porcentagem de apenas 20% parcialmente implementada pelas organizações.

De fato, o planejamento e o início da implementação da logística reversa neste caso, explica a não implementação e o baixo valor no planejamento e implementação em fase inicial, pois se não ocorre o recolhimento dos produtos no final de sua vida útil, não há como se praticar a reciclagem e/ou reutilização dos mesmos. Porém este contexto tende a se modificar e a implementação da LR de REEE se disseminar, consoante com a PNRS, uma vez aprovado o acordo setorial das fabricantes de eletroeletrônicos, envolvendo o comprometimento de todos os atores envolvidos na cadeia produtiva.

Contudo, abordando-se o grau de implementação das práticas GSCM entre as empresas multinacionais e nacionais, o gráfico 8 expõe a liderança das multinacionais no percentual de práticas GSCM implementadas, quando comparado às empresas nacionais.

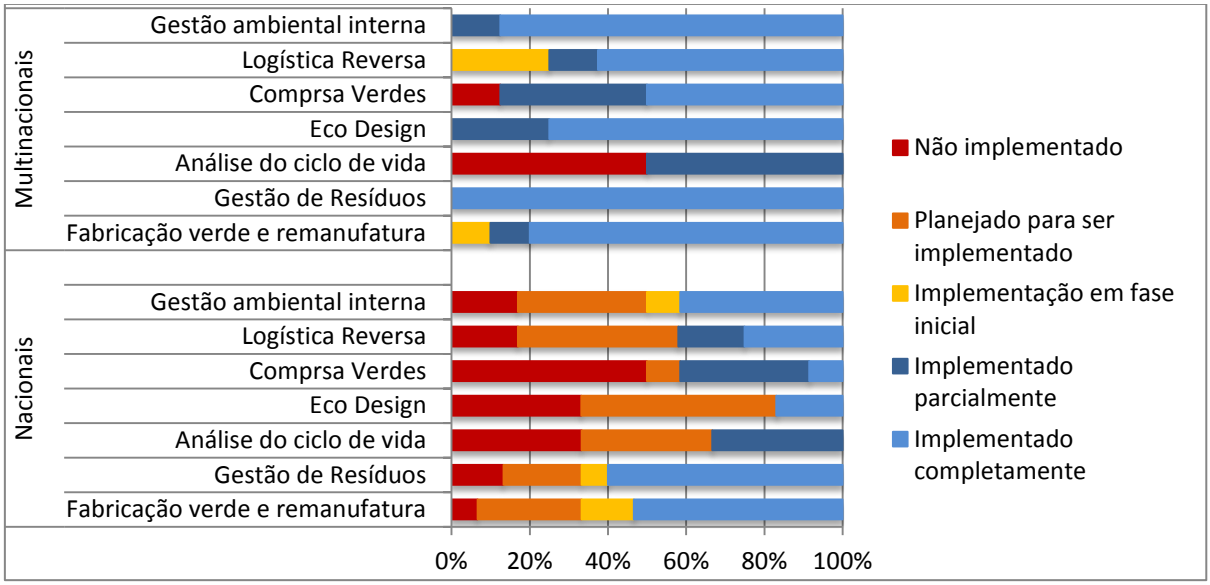


Gráfico 8 - Práticas GSCM entre empresas participantes multinacionais e nacionais
Fonte: Autor, 2014

Quando se trata da prática de gestão ambiental, Dias (2011) afirma que esta é aplicável em empresas de diferentes tamanhos e setores, sendo que qualquer organização pode reduzir o consumo de energia, água ou incentivar o uso de produtos recicláveis, corroborando os resultados apresentados no gráfico 8 referente à prática de gestão ambiental interna.

Em outra perspectiva, comparou-se a diferença no grau de adoção das práticas GSCM entre empresas que possuem e não ISO 14001, baseado na média aritmética das respostas coletadas. Conforme resultados obtidos, expostos na Tabela 9, pode-se verificar que algumas

variáveis apresentaram diferenças expressivas (como as destacadas na tabela 9), e outras variáveis nem tanto.

Tabela 9 - Práticas GSCM entre empresas participantes que possuem e não ISO 14001

VARIÁVEIS	Empresas que possuem ISO 14001	Empresas que não possuem ISO 14001	DIFERENÇA em %	
Gestão ambiental interna				
Prática 1	4,67	2,5	46,5	%
Prática 2	5	3,5	30,0	%
Prática 3	5	2	60,0	%
Prática 4	5	1	80,0	%
Logística Reversa				
Prática 1	4,67	3	35,8	%
Prática 2	4,67	1,5	67,9	%
Prática 3	5	3	40,0	%
Prática 4	2,67	2	25,1	%
Compras Verdes				
Prática 1	3,67	2,5	31,9	%
Prática 2	4	1,5	62,5	%
Prática 3	4,67	1	78,6	%
Prática 4	4,33	1	76,9	%
Eco Design				
Prática 1	4,33	3	30,7	%
Prática 2	5	3	40,0	%
Análise do ciclo de vida				
Prática 1	3	1,5	50,0	%
Prática 2	3	1,5	50,0	%
Gestão de Resíduos				
Prática 1	5	2,5	50,0	%
Prática 2	5	3,5	30,0	%
Prática 3	5	3,5	30,0	%
Prática 4	5	3	40,0	%
Prática 5	5	2,5	50,0	%
Fabricação verde e remanufatura				
Prática 1	5	3,5	30,0	%
Prática 2	5	4	20,0	%
Prática 3	5	4	20,0	%
Prática 4	5	3,5	30,0	%
Prática 5	3	1,5	50,0	%

Fonte: Autor, 2014

As variáveis referentes às práticas de ecodesign, análise do ciclo de vida, gestão de resíduos e fabricação verde e remanufatura, apresentaram diferença de até 50%. Algumas

outras variáveis relacionadas às práticas de gestão ambiental interna, logística reversa e compras verdes, apresentaram diferenças consideráveis, superiores a 60%.

Segundo González, Sarkis, Adenso-Díaz (2008) é possível notar uma positiva relação entre a empresa que possui um SGA ISO 14001 certificado e as exigências concebidas aos fornecedores, em relação às questões ambientais, dessa forma, a preocupação ambiental se difunde também à montante da cadeia. Tal fato é confirmado pela tabela 9, expondo as empresas com certificação ISO 14001 as maiores médias relacionadas à prática de compras verdes, quando comparada com as médias das empresas que não possuem certificação.

Entre as empresas que possuem ISO 14001 as práticas de gestão ambiental interna e gestão de resíduos, apresentaram média superior a 4,67. Desta forma, é possível se considerar que as práticas citadas já se consolidaram entre as empresas participantes da pesquisa que possuem ISO 14001.

Vale ressaltar que as empresas multinacionais participantes da pesquisa possuem a ISO 14001. Esse fato pode ser explicado por Rao (2007). Segundo ele, a certificação justifica-se devido ao cliente estar em lugares distantes e, muitas vezes em outros países, o que torna impossível a verificação e o acompanhamento do desempenho ambiental destas empresas. Por este motivo, eles preferem um selo com acreditação internacional, como a ISO 14001, o que lhes podem assegurar um bom desempenho ambiental destes fornecedores e parceiros de negócios.

Entretanto, a não certificação pode estar associada aos altos custos de implementação, conforme mencionado por Pombo e Magrini (2008). Os autores ainda sugerem que para vencer esta barreira, a empresa inicie com a introdução de um sistema de gestão ambiental básico, gradualmente transformando-o em um sistema mais sofisticado.

Por fim, fracionando os dados coletados das práticas GSCM por empresas participantes da pesquisa, pode ser observado no gráfico 9 em síntese, que a Electrolux, Mueller e Whirlpool, respectivamente, são as organizações que afirmam dispor do maior número de práticas GSCM implementadas.

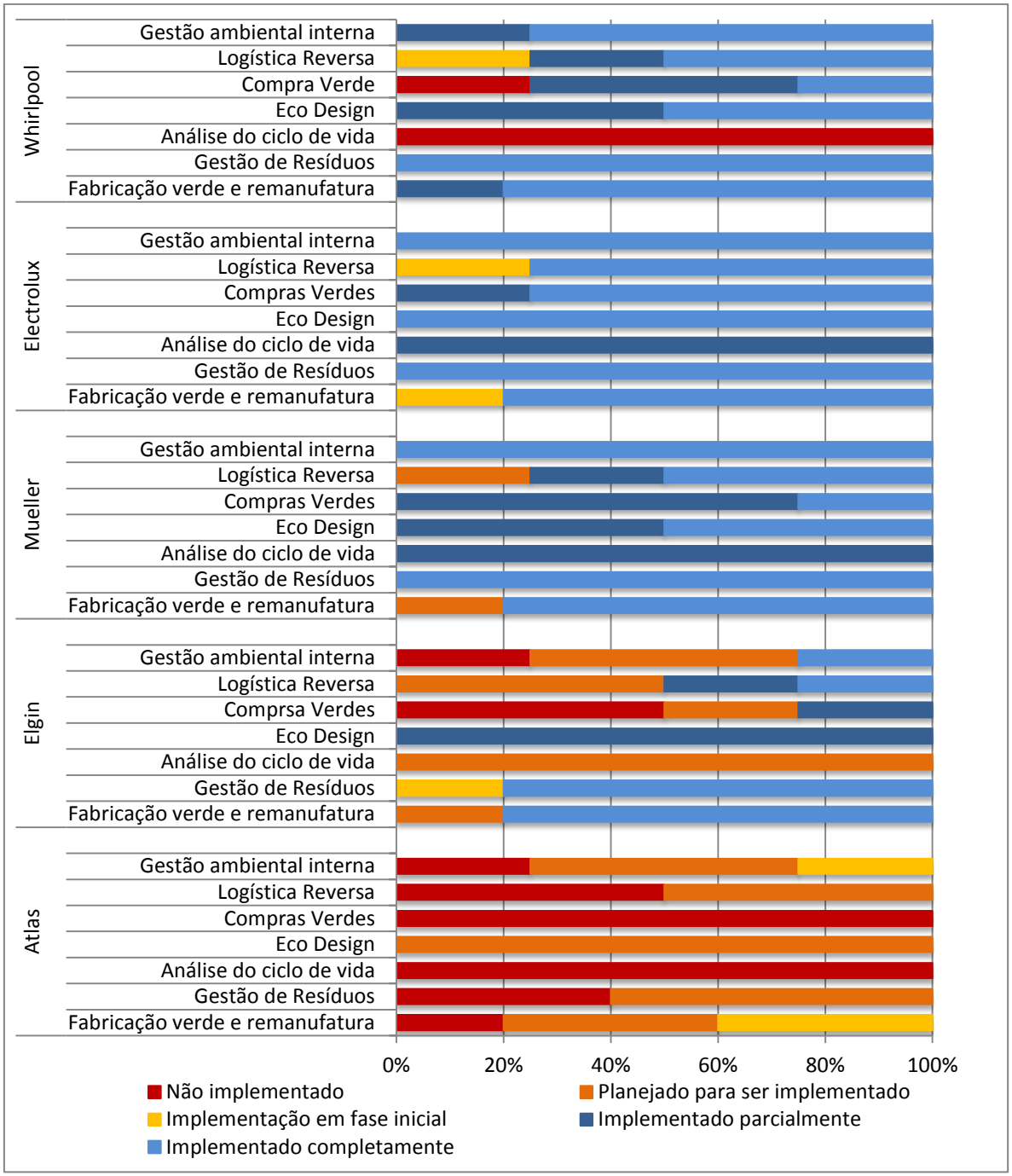


Gráfico 9 - Práticas GSCM entre empresas participantes
Fonte: Autor, 2014

É importante evidenciar que as demais empresas, Elgin e Atlas, mesmo apresentando um cenário de menor implementação de práticas GSCM, alegam em grande representatividade percentual, como mostra o gráfico 9, o planejamento da implementação de muitas variáveis das práticas GSCM. Desta forma, constata-se que a evolução e disseminação das práticas GSCM entre as fabricantes de eletroeletrônicos da linha branca é progressiva.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização da pesquisa empírica através do estudo de casos múltiplos, pode-se alcançar o principal objetivo de analisar quais as práticas do *green supply chain management* são adotadas em empresas focais do setor eletroeletrônico da linha branca. Igualmente foram atingidos os objetivos específicos de levantar as práticas GSCM mais disseminadas no setor, examinar a motivação e como são tratadas as dificuldades de implementação de práticas GSCM nas empresas focais estudadas, além de identificar se sistemas de gestão ambiental, como a NBR ISO 14001, auxiliam na implementação de melhorias ambientais.

De acordo com os resultados desta pesquisa, verificou-se que a prática GSCM mais adotada pelas fabricantes de EEE da linha branca, associadas à ELETROS, é a prática de gestão de resíduos. Essa ocorrência pode ser explicada pela forte influência da legislação brasileira referente ao tema.

A prática de gestão ambiental interna revelou resultados positivos quanto à implementação das variáveis de compromisso da alta gerência no GSCM, cooperação dos funcionários para melhorias ambientais e programas de auditoria ambiental interna. As empresas participantes que ainda não implementaram essas variáveis, planejam essa ação. Porém o mesmo não pode ser citado quando se trata da variável de certificação ISO 14001, devido ao alto custo de sua implementação, conforme analisado na literatura.

Referente ao *ecodesign* constatou-se uma razoável adoção desta prática. Podendo ser observado que a variável de desenvolvimento de projeto de produto, é melhor aceita pelas empresas participantes desta pesquisa, quando comparada a variável de desenvolvimento de processo.

Já com relação às práticas de análise do ciclo de vida de produto e processo, essas são adotadas pela minoria das empresas pesquisadas, e ainda assim não foram completamente incorporadas. Entretanto, esta avaliação é extremamente necessária para a preservação ambiental de forma abrangente, tendo em vista que são considerados todos os produtos e serviços utilizados, desde a fabricação até o descarte final após a sua vida útil.

A prática de compras verdes apresentou um baixo resultado de implementação, considerando-se o aumento de custo de material e limitação de fornecedores qualificados, em virtude à demanda por materiais e componentes diferenciados. A parceria entre fabricantes e fornecedores, na busca por soluções ambientais, é uma variável que ainda necessita de avanço no setor EEE.

Embora não muito explorado neste trabalho, observou-se que algumas das variáveis de desempenho ambiental das empresas aumentaram no período analisado, contrapondo a afirmação de Eltayeba et al. (2011), quando coloca que os resultados ambientais são consequências das iniciativas positivas da *green supply chain* sobre o ambiente, interna e externamente as organizações, incluindo a redução de resíduos sólidos e líquidos, redução das emissões atmosféricas, redução no consumo de recursos e de materiais perigosos/tóxicos e diminuição da frequência de acidentes ambientais.

Com relação a prática de fabricação verde e remanufatura, constatou-se que grande parte das empresas possuem seus equipamentos de produção em condições regulares de funcionamento, assim como instalados de acordo com o projeto dos mesmos; realizam a manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos visando o seu funcionamento adequado, assim como aumentando a sua vida útil; realizam a desmontagem do produto acabado nas suas partes constituintes visando a reciclagem e/ou a reutilização; além de executar a prática da reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes reprovados no processo de produção.

Porém, a prática de logística reversa para recolhimento dos produtos acabados após o final de sua vida útil ainda não está estabelecida neste cenário. Da mesma forma se delineia a prática de reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes de produtos após o final de sua vida útil, pois esta depende da execução da primeira para sua efetivação.

A baixa conscientização, a comunicação insuficiente e os entraves fiscais e financeiros são alguns dos fatores que atrasam a concretização da prática de logística reversa e consequentemente, reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes de produtos após o final da sua vida útil.

No Brasil, o problema da conscientização está disseminado em todo o seu território, devido ao tamanho e diferenças socioeconômicas e culturais do país; por isso será necessário um investimento denso em todo território nacional para a efetivação da LR de REEE (AUGUSTO, 2013).

No entanto, este contexto tende a se modificar e a implementação da LR de REEE se disseminar, consoante com a PNRS, uma vez aprovado o acordo setorial das fabricantes de eletroeletrônicos, envolvendo o comprometimento de todos os atores envolvidos na cadeia produtiva.

A pesquisa restringiu-se a fabricantes eletroeletrônicos associados à ELETROS, para compreender quais as práticas GSCM mais disseminadas no segmento da linha branca e identificar motivadores e barreiras na implementação destas práticas. A limitação na

disponibilidade dos dados, por questões internas de algumas empresas participantes da pesquisa, impossibilitou uma avaliação do desempenho ambiental mais profunda e detalhada.

O elevado índice de empresas que não demostraram interesse em participar da pesquisa; reduziu a quantidade de objetos de estudo a cinco fabricantes, entretanto, duas delas definidas como principais empresas de atuação mundial, Electrolux e Whirlpool Corporation.

Este trabalho pretendeu contribuir para a divulgação do termo GSCM em território nacional, assim como trazer conteúdo, tanto para a academia quanto para as empresas, por meio das percepções e experiências dos objetos de estudo, assim como os insights apresentados pelos entrevistados, a fim de auxiliar a implantação de práticas GSCM em outras organizações.

A presente pesquisa ganha relevância frente às novas exigências de mercado ao cumprimento dos requisitos legais e adoção de práticas relacionadas ao gerenciamento da cadeia de suprimentos e sua relação com a gestão ambiental.

Com base nos resultados deste estudo, pode-se evidenciar à sociedade, academia, empresas e demais partes interessadas, a evolução do comprometimento com a preservação ambiental e a progressiva disseminação das práticas GSCM entre as fabricantes de eletroeletrônicos da linha branca.

Como já afirmado por Jabbour et al. (2013) as pesquisas encontradas em revistas nacionais são predominantemente teóricas. Portanto, é consentida a oportunidade de encaminhamento de futuros estudos empíricos na discussão de como se adotar práticas GSCM e de que maneira enfrentar os desafios na implementação destas práticas.

Outro ponto importante observado nesta pesquisa, refere-se a proatividade das empresas na adoção de práticas sociais. Diante disso, recomendam-se estudos futuros envolvendo o tripé da sustentabilidade, a partir da interação dos aspectos econômicos, ambientais e sociais, no sentido de ampliar o olhar das práticas de *green supply chain management* para, *sustainable supply chain management* (SSCM) – gestão da cadeia de suprimentos sustentável.

Também recomendam-se pesquisas futuras que possam realizar análises mais detalhadas, em um universo de amostragem mais amplo, que contemple empresas de outros segmentos, de forma a possibilitar uma generalização das conclusões.

REFERÊNCIAS

ABDI - Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos**: análise de viabilidade técnica e econômica, p.44, 2012.

ABINEE. **Desempenho setorial**: perspectiva para 2014. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm#perspec>. Acesso em: 23 fev 2014.

ABINEE. A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade. 2012. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/programas/imagens/abinee20.pdf>. Acesso em: 23 fev 2014.

ACHILLAS, C et al. Optimising reverse logistics network to support policy-making in the case of electrical and electronic equipment. **Waste Management**, v. 30, p. 2592-2600, 2010.

ACOSTA, B.; WEGNER, D.; PADULA, A. D. Logística reversa como mecanismo para a redução do impacto ambiental originado pelo lixo informático. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa** - RECADM, v.7, n.1, p. 1-12, maio 2008. Disponível em: <http://revistas.facecla.com.br/index.php/recadm/article/view/67/209>. Acesso em: 23 de abril de 2014.

AEA TECHNOLOGY. **WEEE & Hazardous Waste Part 2**. Comissionado pelo Departamento de Meio Ambiente, Alimentos, e Assuntos Rurais (DEFRA) Reino Unido, Londres, 2006.

ALI, M. et al. **Waste disposal in developing countries**. WEEL Factsheet, 2005. Disponível em: <http://www.lboro.ac.uk/well/resources/fact-sheets/fact-sheets-htm/waste.htm>. Acesso em: 17 fev 2014.

AN, Hee Kyung et al. A framework for Green Supply Chain Management complying with RoHS directive. In: **CRRConference 2008**: Call for Papers open! Queen's University Belfast, sept, 2008.

ANGELL, L. C; KLASSEN, R. D. Integrating environmental issues into the mainstream: an agenda for research in operations management. **Journal of Operations Management**, v. 17, n. 5, p. 575-598, aug, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR **10004:2004** - Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **ABNT NBR 10006:2004** - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **ABNT NBR ISO 14001:2004** – Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **ABNT NBR ISO 14031:2004** - Gestão ambiental - Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes. Rio de Janeiro, 2004.

AUGUSTO, E. E. F. **Logística reversa de computadores e celulares em países em desenvolvimento**: desafios e perspectivas para a implantação do modelo brasileiro no Estado de São Paulo. 2013. 158 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresa). Área de Concentração: Inovação e Sustentabilidade. Centro Universitário da FEI, São Paulo.

BANERJEE, S. B. Managerial perceptions of coporate environmentalism: interpretations from industry and strategic implications for organizations. **Journal of Management Studies**, v. 38, n. 4, p. 489-513, 2001.

BARBIERI, J.C. **Gestão ambiental empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARBIERI, J.C.; CAZAJEIRA, J. E. R.; BRANCHINI, O. Cadeia de Suprimento e avaliação do ciclo de vida do produto: revisão teórica e exemplo de aplicação. **Revista o Papel**, 2009. Disponível em:<http://www.revistaopapel.org.br/noticiaanexos/1311883092_de7b3647b9dfc4ef6d0a128a5cb3ec6b_1778858231.pdf>. Acesso em 21 fev. 2014.

BEAMON, B.M. Designing the green supply chain. **Logistics Information Management**, Bingley, v.12, n.4, p.332-342, July/ Aug. 1999.

BEAMON, B. M. Sustainability and the future of supply chain management. Operation sand Supply Chain Management, v. 1, n. 1, p. 4-18, may 2008.

BORCHARDT, M. et al. Considerações sobre ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. **Ambiente & Sociedade**, v. 11, n. 2, p. 341-353, 2008.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística Empresarial**: o processo de integração da cadeia de suprimentos. São Paulo: Atlas, 2007.

BRASIL. Decreto 7.404 de 23 de dezembro de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm> Acesso em Acesso em: 12 jun. 2014.

BRASIL, Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 12 jun. 2014.

BRASIL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política nacional de resíduos sólidos:** ações do MMA e governo federal, lei nº 12.305/2010, decreto nº 7.404/2010. [2013a?]. Disponível em: <http://www.conferenciameioambiente.gov.br/wp-content/uploads/2013/04/A%C3%A7%C3%B5es-do-MMA-e-Governo-Federal-PNRS.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2014.

_____. **Chamamento para a Elaboração de Acordo Setorial para a Implantação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes:** edital nº 01/2013. 2013. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1360956094.pdf>. Acesso em: 16 jun 2014.

_____. **Grupo de Assessoramento do Comitê: Grupo Técnico de Assessoramento** (GTA). 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa/pneus>. Acesso em: 16 jun 2014.

BRITO, Renata Peregrino ; BERARDI, Patricia Calicchio. Vantagem competitiva na gestão sustentável da cadeia de suprimentos : um meta estudo. **RAE**. São Paulo, v. 50, n 2, p. 155-169, abr./jun. 2010

CADAMURO, A. **A indústria da linha branca no Brasil** - Diagnóstico e Propostas dos Metalúrgicos. Confederação Nacional dos Metalúrgicos da CUT- CNM/CUT e Federação dos Sindicatos Metalúrgicos da CUT/SP - FEM-CUT/SP. Fev/ 2012. Disponível em: <http://www.cnmcut.org.br/midias/arquivo/180-cartliha-eletro-final.pdf>. Acesso em: 23 abril 2014.

CAMPOS, L. M. S.; MELO, D. A. Indicadores de desempenho dos sistemas de gestão ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. **Revista Produção**, v. 18, n. 3, p. 540-555, 2008.

CARTER, C. R; CARTER, J. R. Interorganizational determinants of environmental purchasing: initial evidence from the consumer products industries. **Decision Science**, v.29, n. 3, p. 659-684, 1998.

CARTER, Craig R., ELLRAM, Lisa M. Reverse Logistics: A Review of the Literature and Framework for Future Investigation. **Journal of Business Logistics**, Vol 19, No 1, 1998.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**: Agora é lei, 2010. Disponível em: <www.cempre.org.br>. Acesso em: 23 abril 2014.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2 ed.: Porto Alegre: Artmed, 2007.

CHAN, E. S. W.; WONG, S. C. K. Motivations for ISO 14001 in the hotel industry. **Tourism Management**, v. 27, p. 481-492, 2006.

CHEHEBE, J. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos:** Ferramenta Gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2002.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gestão da cadeia de suprimentos:** estratégia, planejamento e operações. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimento:** criando redes que agregam valor. 2. ed. São Paulo: Cengace Learning, 2009.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Guia da produção mais limpa:** faça você mesmo. Disponível em:< http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/guia-da-pmaisl.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2014.

COOPER, Martha C.; LAMBERT, Douglas M.; PAGH, Janus D. Supply Chain Management: More than a new name for logistics. **The International Journal of Logistics Management**, v. 8, n. 1, p.14, 1997.

CORRÊA, L. H. **Gestão de redes de suprimentos:** integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado. São Paulo: Atlas, 2010.

DIAS, S. L. F. G; LABEGALINIB, L.; CSILLAGC, J. M. Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais. **Produção**, v. 22, n. 3, p. 517-533, maio/ago. 2012

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental:** responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo; Atlas; 220 p. 2011.

EISENHARDT, K. Building theories from case study research. **The academy of management review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, oct 1989.

ELKINGTON, J. **Triple bottom line revolution:** reporting for the third millennium. Australian CPA, v. 69, p. 75, 1999.

ELETROS. **Apresentação ao Ministério da Fazenda**. 2014. (Apresentação em Power Point).

ELTAYEB, T. K.; ZAILANI, S.; RAMAYAH, T. Green supply chain initiatives among certified companies in Malaysia and environmental sustainability: investigating the outcomes. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 5, p. 495-506, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.09.003>. Acesso em: 15 nov 2013.

EMMETT, S.; SOOD, V. **Green supply chains:** an action manifest. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2010. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=xs3a8OvSCXkC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Green+supply+chains:+an+action+manifest&ots=yH3nqooYUG&sig=IuUHYfv_qFT4hMeZyxRkwCdapxM&redir_esc=y#v=onepage&q=Green%20supply%20chains%3A%20an%20action%20manifest&f=false>. Acesso em: 15 março 2014.

FLEISCHMANN, M., BEULLENS, P., BLOEMHOF-RUWAARD, J.M. and Van Wassenhove, L.N. The impact of product recovery on logistics network design. **Production & Operations Management**, v.10, p.156–173, 2001.

FORTUNSKI, B. Does the environmental management standard ISO 14001 stimulate sustainable development? An example from the energy sector in Poland. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 19, n. 2, p. 204-212, 2008.

FRANCO, C. E.; FILIPIM, M. Produção verde: administração da produção com ênfase em ferramentas ambientais. In: **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGeT)**, 5, 2007.

FRANCO, R. G. F. **Protocolo de Referência para Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos para o Município de Belo Horizonte**, 2008, 162p. Dissertação

(Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

FRANCO, R. G. F.; LANGE, L. C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Universidade Federal de Minas Gerais. v.16 n.1, p.73-82, jan/mar 2011.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. **Acordo setorial:** tentativas em diferentes escalas. Disponível em: < http://www.fdc.org.br/hotsites/mail/livro_sustentabilidade_poder/oasis/ciclo-sustentavel-philips-antecipando/acordo-setorial-tentativas-em-diferentes-escalas.html>. Acesso em: 23 de junho de 2014.

GAVRONSKI, I., FERRER, G., PAIVA, E. L. ISO 14001 Certification in Brazil: motivations and benefits. **Journal of Cleaner Production**, v.16, p.87-94, 2008.

GIANNETTI, E.; ALMEIDA, C. **Ecologia Industrial:** conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2006.

GONZÁLEZ, P.; SARKIS, J.; ADENSO-DÍAZ, B. Environmental management system certification and its influence on corporate practices: evidence from the automotive industry. International **Journal of Operations & Production Management**, v. 28, n. 11, p. 1021-1041, 2008.

GOODMAN, P. Current and future hazardous substance legislation affecting electrical and electronic equipment. **Review of European Community & International Environmental Law**, vol. 17 no. 3, p. 261-9, 2008.

GUARNIERI, P. et al. Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. **Revista Produção**, v. 16, n. 1, p. 126-139, Jan./Abr. 2006.

GUIDE, V. D. R., 2000. Production Planning and Control for Remanufacturing: industry practice and research needs. **Journal of Operations Management**. 18, 467-483.

GUPTA, M. C. Environmental management and its impact on the operations function. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 8, p. 34-51, 1995.

GUPTA, S.; O. PALSULE-DESAI. Sustainable Supply Chain Management: Review and Research Opportunities. **IIMB Management Review**, 23, p. 234 - 245. Elsevier, 2011.

GUTIERREZ, R.F; ZANIN, M. Empreendimentos econômicos de catadores de resíduos e legislações vigentes: avanços e limites. **Revista Interinstitucional de Psicologia**, 4 (2), Edição Especial, p. 113-121, dez., 2011.

GUTIERREZ, R. M. V.; ALEXANDRE, P. V. M. **Complexo Eletrônico Brasileiro e Competitividade**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n. 18, p. 165-192, 2003. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1805.pdf >. Acesso em: 14 fev. 2014.

HECKMANN, P., SHORTEN, D., ENGEL, H. Capturing the Value of Supply Chain Management. **Purchasing and Supply Management**, v. 6, p. 67-83, 2003. Disponível em: < http://www.strategy-business.com/article/22165?pg=all >. Acesso em: 18 out 2013.

IBAMA. **MMA - Formulário de Emissões Atmosféricas:** fontes energéticas. 2013. Disponível em: <https://servicos.ibama.gov.br/ctf/manual/html/manual_formulario_emissoes_atmosfericas_fontes_energeticas.pdf >.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2001**. Rio de Janeiro, 2012.

INMETRO. **Certificações válidas por Estado da Federação**. Relatório emitido em: 25/02/2014. Disponível em:< http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/Rel_Cert_Validos_Loc_Geografica.asp?Chamador=INMETRO14&tipo=INMETROEXT>

JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C. Are supplier selection criteria going green? case studies of companies in Brazil. **Industrial Management & Data Systems**, v. 109, n. 4, p. 477-495, 2009.

JABBOUR, A. B. L. S. et al. Esverdeando a cadeia de suprimentos: algumas evidências de empresas localizadas no Brasil. **Revista Gestão e Produção**. São Carlos, vol.20, no.4, 2013.

KEATING, B. et al. In pursuit of a sustainable supply chain: insights from Westpac Banking Corporation. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 13, n.3, p. 175-179, 2008.

KOBAL, A.B.C et al. Cadeia de suprimento verde e logística reversa - os desafios com os resíduos eletroeletrônicos. **Revista Produto & Produção**. v.14, n.1, p.55-83, fev.2013. Disponível em: < hhttp://seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/view/29594/24772>. Acesso em: 4 fev. 2014.

KUCNER, R. J., 2008. **A Socio-Technical Study of Lean Manufacturing Deployment in the Remanufacturing Context**. Department of Industrial and Operations Engineering. Detroit, University of Michigan. Doutorado em Industrial and Operations Engineering: 290.

LAMBERT, D.; COOPER, M.; PAGH, J. Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. **The International Journal of Logistics Management**, v. 9, n. 2, p. 119, 1998.

LEE, S.Y. Drivers for the participation of small and medium-sized suppliers in green supply chain initiatives. **Supply Chain Management: an International Journal**, v. 13, n. 3, p. 185-198, 2008.

LEE, S. M.; KIM, S. T.; CHOI D. Green supply chain management and organizational performance. **Industrial Management & Data Systems**. Vol. 112, No. 8, pp. 1148-1180, 2012.

LEITE, P.R. **Logística reversa:** meio ambiente e competitividade. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MAGALHÃES, A.P.S**. Logística reversa de eletrodomésticos da linha branca:** processo de escolha pelo método da análise hierárquica - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

MAGRINI, A. **Política e Gestão Ambiental:** conceitos e instrumentos. in Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas. Editores: Magrini, A.; Santos, M.A. IVIG, COPPE/UFRJ, 2004.

MAHMOOD, W. H. W.; RAHMAN, M. N. AB.; DEROS, B. M. The Relationship between Manufacturing System Performance and Green Practices in Supply Chain Management. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, 59, 2011.

MARTINEZ, M. **A construção da qualificação:** um estudo de caso na indústria de linha branca. 2004. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

MENTZER, J.T. et al. Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

MIN, H. e GALLE, W. P. Green Purchasing Strategies: Trends and Implications. **International Journal of Purchasing and Materials Management**; 1997.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001.

NICOLELLA, G; MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A. **Sistema de gestão ambiental:** aspectos teóricos e análise de um conjunto de empresas da região de Campinas, SP/Jaquariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

NINLAWAN, C. et al. The implementation of green supply chain management practices in electronics industry. **Proceedings of International MultiConference of Engineers and Computer Scientists**, v. 3, mar. 2010.

NUNES, B.; BENNETT, D. Green operations initiatives in the automotive industry: an environmental reports analysis and benchmarking study. Benchmarking: **An International Journal**, v. 17, n. 3, p. 396-410, 2010.

OLIVEIRA, O. J.; PINHEIRO, C. R. M. S. Best practices for the implantation of ISO 14001 norms: a study of change management in two industrial companies in the Midwest region of the state of São Paulo - Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 9, p. 883-885, 2009.

OLIVEIRA, O. J.; SERRA J. R. Benefícios e dificuldades da gestão ambiental com base na ISO 14001 em empresas industriais de São Paulo. **Revista Produção**. v. 20, n. 3, p. 429-438, 2010.

ONGONDO, F. O. WILLIAMS, I. D.; CHERRETT, T. J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. **Waste Management**, v. 31, n. 4, p. 714-730, 2011.

PARKINSON, H. J.,THOMPSON, G., 2004. Systematic Approach to the Planning and Execution of Product Remanufacture. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: **Journal of Process Mechanical Engineering**. 218, 1-13.

PEROTTO, E. et al. Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study. **Journal of Cleaner Production**, v.16, n. 4, p. 517530, 2008.

POMBO, F. R.; MAGRINI, A. Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil. **Gestão da Produção**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2008.

RAO, P. Greening the supply chain: a new initiative in South East Asia. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 6, p. 632-655, 2002.

_____. Greening of the supply chain: an empirical study for SMES in the Philippine context. **Journal of Asia Business Studies**, v. 1, n. 2, p. 55-66, 2007.

RAO, P.; HOLT, D. Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance**? International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 9, p. 898–916, 2005. Disponível em: <http://wenku.baidu.com/view/2104e1d8a58da0116c174928.html >. Acesso em: 12 fev 2014.

REBITZER G. Integrating life cycle costing and life cycle assessment for managing costs and environmental impacts in supply chains. In: SEURING S; GOLDBACH, M. (eds). **Cost management in supply chains**. Heidelberg: Physica, 2002, par. 2, cap. 2, p. 127–145.

REVEILLEAU, A. C. A. de A. Política nacional de resíduos sólidos: aspectos da responsabilidade dos geradores na cadeia do ciclo da vida do produto. **Revista Internacional de Direito e Cidadania (RIDC)**, n. 10, p. 163-174, jun. 2011.

RODRIGUES, C. R. B. et al. Sistemas computacionais de apoio a ferramenta análise de ciclo de vida do produto (ACV). XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais**, Rio de Janeiro, 2008.

SLACK, N. et. al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SAMBASIVAN, M.; FEI, N. Y. Evaluation of critical success factors of implementation of ISO 14001 using analytic hierarchy process (AHP): a case study from Malaysia. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 13, p. 1424-1433, 2008.

SANTOS, A. M. M.; SOUZA, A. J.; COSTA, C. S. **Bens de consumo:** linha branca. Rio de Janeiro: BNDS, 1996. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set206.pdf>. Acesso em: 12 de abril de 2014.

SARAIVA, A. **REEE-Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos:** Audiência Pública - Grupo de Trabalho sobre Política Tributária e Sustentabilidade. ABINEE [2014?]

SARKIS, Joseph. **How Green is the Supply Chain:** Practice and Research. Graduate School of Management, Clark University, Worcester, MA, USA, 1999.

SARKIS, J. A strategic decision framework for green supply chain management. **Journal of Cleaner Production.** 11, 2003.

SARKIS, J; ZHU, Q; LAI, K. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. **International Journal of Production Economics**, v. 130, n. 1, p. 1-15; Mar. 2011.

SARKIS, J. et al. Green supply chain management innovation diffusion and its relationship to organizational improvement: An ecological modernization perspective. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 29, p. 168–185, 2012.

SAVITZ, A. W. **A empresa sustentável:** o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, p. 1699-1710, 2008.

SEURING, S. et al. Sustainability and supply chain management – An introduction to the special issue. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, p. 1545-51, 2008.

SHAW, S. et al. Developing environmental supply chain performance measures. **Benchmarking: An International Journal**, v. 17, n. 3, p. 320-339, 2010.

SILVA, D. A.; RIBEIRO, H. Certificação ambiental empresarial e sustentabilidade: desafios da comunicação. **Saúde e Sociedade**, v.14, n.1, p.52-67, 2005.

SILVA JÚNIOR, Antônio Costa. **Oportunidades para compras verdes na Petróleo Brasileiro S.A**/ Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2007.

SILVA JÚNIOR, A. C.; ANDRADE, J. C. Oportunidades Para Compras Verdes no Setor de Suprimentos da Petróleo Brasileiro S.A. **XXXII Encontro da ANPAD**. Rio de Janeiro/RJ – 6 a 10 de setembro de 2008.

SRIVASTAVA, S. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International Journal of Management Reviews**, v.9, n.1, p. 53-80, 2007.

STUART, I.; MCCUTCHEON, D.; HANDFIELD, R.; MCLACHLIN, R.; SAMSON, D. Effective case research in operations management: a process perspective. **Journal of Operations Management**, v. 20, n. 5, p. 419-433, 2002.

TAUCHEN, J; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implementação em campus universitário/ Environmental management in higher-education institutions: a model for implementation at a university campi. **Gest. Prod**. vol. 13. no.3. São Carlos. Sept/Dec. 2006.

TAYUR, S. et al. Quantitative models for supply chain management. 6. ed. Massachusetts: Springer Science+Business Media; 2003. **International Series in Operatins Research & Management Science.** Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=cLH1gjnnqWoC&pg=PA7&hl=pt-PT&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q&f=false >. Acesso em: 4 out 2013.

TEIXEIRA, M. G.; CÉSAR, S. F. Ecologia Industrial e eco-design: requisitos para a determinação de materiais ecologicamente corretos. **Revista Design in Foco**, v. 2, n. 1, p. 51-60, 2005.

TESTA, F; IRALDO, F. Shadows and lights of GSCM (Green Supply Chain Management): determinants and effects of these practices based on a multi-national study. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 10-11, p. 953-62, Jul. 2010.

THE INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIROMENTAL INITIATIVES ICLEI. International survery on national green procurement pratices, 2001. Disponível em: < http://www. iclei.org>. Acesso em: 15 abril 2014

TSAI, W. -H.; HUNG, S-J. A fuzzy goal programming approach for green supply chain optimisation under activity-based costing and performance evaluation with a value-chain structure. **International Journal of Production Research**, v. 47, n. 18, p. 4991-5017, 2009.

TSOULFAS, G.T.; PAPPIS, C.P. Environmental principles applicable to supply chains design and operation. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v.14, n.18, p.1593-1602, 2006.

UNITED NATIONS UNIVERSITY - UNU, AEA Technology, Gaiker, Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, TU Delft. **Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)**: Final Report.UNU: Bonn, Alemanha, ago 2007.

VACHON, S.; KLASSEN, R.D. Extending green practices across the supply chain: the impact of upstream and downstream integration. International **Journal of Operations and Production Management**, Bingley, v.26, n.7, p.795-821, jul 2006.

VACHON; KLASSEN, 2008 - VACHON, S; KLASSEN, R. D. Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain. International **Journal of Production Economics**, v. 111, p. 299–315, 2008.

VACHON, S.; MAO, Z. Linking supply chain strength to sustainable development: a country-level analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.16, p.1552-1560, 2008.

WALTON, S; HANDFIELD, R. B; MELNYK, S. A. The green supply chain: integrating suppliers into environmental management processes. **Journal of Supply Chain Management**, v. 34, n. 2, p. 2-11, 1998.

WIDMER et al., 2005. Global perspectives on e-waste. **Environ Impact Assess** Rev, 25 (2005), pp. 436–458

YANG, J.; LU, B.; XU, C. WEEE flow and mitigating measures in China. **Waste Management.** 28, 1589-1597, 2008.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 4ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

YOUNG, A.; YOUNG, K. Sustainable Supply Network Management. Corporate Environmental Strategy, v. 8, n. 3, p. 260-268, 2001.

ZHOU, F. Study on the implementation of green supply chain management in textile enterprises. **Journal of Sustainable Development**, v. 2, n. 1, p. 75-79, 2009.

ZHU, Q.; COTE, R. P. Integrating green supply chain management into an embryonic. In: **Journal of Cleaner Production** 12, 2004.

ZHU, Q. et al. Green supply chain management in China: pressures, practices and performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 5, p. 449-468, 2005.

ZHU, Q; SARKIS, J. Relationships between operational practices and performance among early adopters of GSC practices in Chinese manufacturing enterprises. **Journal of Operations Management**, v. 22, p. 265–289, 2004.

ZHU, Q et al.. The role of organizational size in the adoption of green supply chain management practices in China. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 337, n. 6, p. 322-337, 2008.

ZSIDISIN, G; SIFERD, S. Environmental purchasing: a framework for theory development. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 7, n. 1, p. 61-73, Mar. 2001.

APÊNDICE A

Questionário Aberto – Entrevista (Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos - ABREE)

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: PRODUÇÃO

Questionário aberto – Entrevista (ABREE)

ANÁLISE DE PRÁTICAS DO GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: estudo de múltiplos casos no setor eletroeletrônico de São Paulo

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome:_____

Cargo:_____

Deseja receber os resultados da pesquisa: ( ) Sim ( ) Não

POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

- Qual a importância e as motivações para a implantação da PNRS no setor de REEE?
- Quais são os maiores desafios para a implantação da PNRS em nosso país?

LOGÍSTICA REVERSA

- Quais são os desafios para a implantação do sistema de LR de REEE no Brasil?
- O que falta para que a implantação do sistema de LR de REEE se concretize?
- Quais os benefícios com a implantação do sistema de LR de REEE?
- Com o aumento da demanda de REEE os recicladores existentes irão conseguir atender a esse mercado a fim de alcançar as metas a serem estabelecida no Acordo Setorial?
- Serão necessários investimento em inovação tecnológica e infraestrutura para viabilizar a porcentagem de reciclagem dos EEE?

ACORDO SETORIAL

- Qual a importância da implantação do sistema de LR de REEE ser realizado através do Acordo Setorial?
- Qual a participação da ABREE neste acordo?
- Como ocorre a disposição final do resíduos pós-consumo da linha branca, em específico?
- Quais são os desafios que a ABREE enfrenta?
- Quais as dificuldades na disposição final dos resíduos pós-consumo da linha branca?

APÊNDICE B

Questionário Semiestruturado – Entrevista (empresa focal)

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: PRODUÇÃO

Questionário Semiestruturado – Entrevista (empresa focal)
ANÁLISE DE PRÁTICAS DO GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: estudo de múltiplos casos no setor eletroeletrônico de São Paulo

INFORMAÇÕES GERAIS DA EMPRESA

Nome da empresa:_____

Tipo empresa: ( ) Nacional ( ) Multinacional

Faturamento Bruto de 2013?_____

Produtos:_____

Quantidade total de funcionários: _____

Deseja receber os resultados da pesquisa: ( ) Sim ( ) Não

INFORMAÇÕES DO RESPONDENTE DA PESQUISA

Cargo:_____
Formação:_____
Tempo de empresa:_____

Horário de início:____:____
Horário de término:____:____

Por favor, responda a situação atual da sua empresa considerando as práticas listadas a seguir:

1 não implementado
2 planejado para ser implementado
3 implementação em fase inicial
4 implementado parcialmente
5 implementado totalmente

GESTÃO AMBIENTAL INTERNA
( ) Compromisso da alta gerência no GSCM
( ) Cooperação dos funcionários para melhorias ambientais
( ) Programas auditoria ambiental interna
( ) Certificação ISO 14001
OBS:

LOGÍSTICA REVERSA
( ) Práticas da logística reversa com fornecedores: devolução e/ou substituição de produtos com defeito, fora da especificação.
( ) Práticas da logística reversa com fornecedores: devolução de materiais de embalagens como: pallets, caixas plásticas, containers, etc.
( ) Práticas da logística reversa para recolhimento de produtos acabados: produtos fora da especificação, com problemas de funcionamento, avarias no transporte, etc.
( ) Práticas da logística reversa para recolhimento dos produtos acabados após o final de sua vida útil, seja para recuperação, remanufatura, reciclagem ou destinação final.
OBS:

COMPRAS VERDES
( ) Preferência na compra de materiais ambientalmente corretos (produtos reciclados, biodegradáveis ou reutilizáveis).
( ) Fornecedores com certificação ISO 14001 (fornecedores os quais a empresa avalia como impacto ambiental significativo).
( ) Realização de auditorias ambientais nos fornecedores de materiais e serviços (materiais e serviços que a empresa avalia com impacto ambiental significativo).
( ) Parcerias com fornecedores em busca de soluções ambientais e/ou desenvolvimento de produtos ambientalmente corretos.
OBS:

ECODESIGN
( ) Desenvolvimento de projeto de PRODUTO considerando os impactos gerados no ambiente (impactos gerados no ambiente: consumo de recursos naturais, utilização de materiais/componentes reciclados na produção, geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, etc.)

( ) Desenvolvimento de projeto de PROCESSO considerando os impactos gerados no ambiente (impactos gerados no ambiente: consumo de recursos naturais, geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, etc.)
OBS:

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

( ) Realização da análise do ciclo de vida dos PRODUTOS considerando os impactos gerados no ambiente (esta análise inclui todo ciclo de vida do produto, abrangendo a extração, processamento de matérias-primas, produção, distribuição, uso, reuso, manutenção, reciclagem e disposição final). Impactos gerados no ambiente: consumo de recursos naturais, geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, etc.
( ) Realização da análise do ciclo de vida dos PROCESSOS considerando os impactos gerados no ambiente (esta análise inclui todo ciclo de vida do processo, abrangendo a extração, processamento de matérias-primas, produção, distribuição, uso, reuso, manutenção, reciclagem e disposição final). Impactos gerados no ambiente: consumo de recursos naturais, geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, etc.
OBS:

GESTÃO DE RESÍDUOS

( ) Caracterização e classificação (classe I, II, II A ou II B) dos resíduos sólidos gerados no processo de produção.
( ) Destinação dos resíduos sólidos gerados (comercialização, reciclagem, reutilização ou disposição final) realizados apenas em empresas credenciadas e autorizadas para este fim.
( ) Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (em atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos).
( ) Efluentes tratados antes da disposição no ambiente.
( ) Emissões atmosféricas tratadas antes da disposição no ambiente.
OBS:

FABRICAÇÃO VERDE E REMANUFATURA

( ) Equipamentos de produção em condições regulares de funcionamento, assim como instalados de acordo com o projeto dos mesmos (em termos de eficiência, consumo de recursos, etc.).

( ) Manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos visando o seu funcionamento adequado, assim como o aumento de sua vida útil.

( ) Prática da desmontagem: método que objetiva separar o produto acabado nas suas partes constituintes visando a reciclagem e/ou a reutilização, seja ela total ou parcial.

( ) Prática da reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes reprovados no processo de produção.

( ) Prática da reciclagem e/ou reutilização de materiais ou componentes de produtos após o final da sua vida útil.

OBS:

DESEMPENHO AMBIENTAL

	2010	2011	2012	2013
Produção Anual da Empresa (Toneladas ou Peças)				
Consumo de energia elétrica				
Consumo de água				
Volume de emissões atmosféricas				
Volume de resíduos sólidos gerados				
Volume de resíduos líquidos gerados				
Despesas/Investimentos operacionais com o gerenciamento ambiental				
Ocorrência de acidentes				
Multas ambientais				
Reclamações da comunidade, vizinhança, governo e prefeitura referente a questões ambientais				
Índices de refugo e sucata				

QUESTÕES ABERTAS:

Motivadores para adoção de práticas ecológicas

- Por que adotar práticas ecológicas? (pressões, estratégia, lucratividade)
  - *Pressão de regulamentações nacionais /internacionais?*
  - *Crescente conscientização e demanda/exigência dos consumidores?*
  - *Estratégia de marketing/mercado para serem pioneiros?*
  - *Possível lucratividade?*
  - *Os clientes pagam mais por isso?*

Obstáculos à efetiva resposta ambiental

- Quais são as maiores dificuldades para adoção de práticas ambientais?
  - *Altos custos de programas ambientais*
  - *Falta de comprometimento da alta gestão*
  - *Falta de consciência do comprador*
  - *Falta de consciência do fornecedor*
  - *Falta de programas de auditoria ou padrões ambientais no nível de empresa*
  - *Regulamentação ambiental estadual ou federal*