

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**IMPLANTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE
LÂMPADAS FLUORESCENTES NO MUNICÍPIO DE
NÃO-ME-TOQUE/RS: ESTUDO DE CASO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Elisa Tumelero Valduga

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**IMPLANTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS
FLUORESCENTES NO MUNICÍPIO DE NÃO-ME-TOQUE/RS:
ESTUDO DE CASO**

Elisa Tumelero Valduga

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Área de Concentração em Saneamento e Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Ambiental.**

**Orientador: Elvis Carissimi, Dr. Eng.
Coorientador: Delmira Beatriz Wolff, Dr. Eng.**

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Valduga, Elisa Tumelero
Implantação da logística reversa de lâmpadas
fluorescentes no município de Não-Me-Toque/RS: estudo de
caso / Elisa Tumelero Valduga.-2015.
102 p.; 30cm

Orientador: Elvis Carissimi
Coorientadora: Delmira Beatriz Wolff
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental, RS, 2015

1. Resíduos Perigosos 2. Impactos Ambientais 3.
Política Nacional de Resíduos Sólidos 4. Gerenciamento
Integrado I. Carissimi, Elvis II. Wolff, Delmira Beatriz
III. Título.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Elisa Tumelero Valduga. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Avenida Alto Jacuí, n. 245, apto 202. Bairro Centro, Não-Me-Toque, RS.

CEP: 99470-000

Fone (0xx)54 34532662; Celular (0xx)54 96051043; E-mail: elisavalduga@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**IMPLANTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS
FLUORESCENTES NO MUNICÍPIO DE NÃO-ME-TOQUE/RS:
ESTUDO DE CASO**


elaborada por
Elisa Tumelero Valduga

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Ambiental

COMISSÃO EXAMINADORA:



Elvis Carissimi, Dr. (UFSM)
(Orientador)



Joel Dias da Silva, Dr. (FURB)



Marta Regina Lopes Tocchetto, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 27 de janeiro de 2015.

Dedico este trabalho a minha família:
minha mãe Izabete, meu pai Antônio, meu noivo Aécio, minha irmã Samira e meu
irmão Samuel.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Elvis Carissimi pelo apoio, orientação, dedicação e confiança depositada em mim;

Aos meus pais Izabete e Antônio pelo incentivo, carinho, dedicação, apoio e pelos ensinamentos de vida que me proporcionaram;

Ao Aécio pelo amor, carinho e companheirismo em todos os momentos.

Aos meus irmãos Samira e Samuel pela ajuda, carinho, amizade e apoio em todos os momentos;

À Prof^a. Delmira Beatriz Wolff, a Prof^a. Rutinéia Tassi, a Prof^a. Marta Tocchetto, e ao Prof. Joel Dias da Silva pelas contribuições e valiosas sugestões ao trabalho;

Aos professores e funcionários do curso de pós-graduação em Engenharia Ambiental pela atenção e empenho com que sempre trabalharam em especial à Rosa Maria Brito pela imensa ajuda prestada;

Aos colegas de mestrado pelo apoio e compreensão;

Aos amigos que proporcionaram momentos de distração e entretenimento;

À Prefeitura Municipal de Não-Me-Toque pela confiança, compreensão e pelo apoio prestado durante toda a etapa do mestrado, em especial ao ex-prefeito Antônio Vicente Piva, a atual prefeita Teodora Lütkemeyer e o Secretário de Agricultura e Meio Ambiente Ivan César Machry;

À Secretaria Municipal de Educação, em especial a Clenice Berghahn e à Secretária de Educação Griselda Blau, pela ajuda e mobilização das escolas para o levantamento dos dados;

À população de Não-Me-Toque pela contribuição em todas as etapas da pesquisa;

E aos colegas de trabalho pelo apoio, amizade e compreensão.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
Universidade Federal de Santa Maria

IMPLANTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES NO MUNICÍPIO DE NÃO-ME-TOQUE/RS: ESTUDO DE CASO

AUTORA: ELISA TUMELERO VALDUGA

ORIENTADOR: ELVIS CARISSIMI

COORIENTADORA: DELMIRA BEATRIZ WOLFF

Data e local de defesa: Santa Maria, 27 de janeiro de 2015.

Esta dissertação apresenta a análise da logística reversa de lâmpadas fluorescentes no município de Não-Me-Toque, situado na região noroeste do Rio Grande do Sul. Com o aumento da produção e consumo de lâmpadas fluorescentes a partir de 2001 e também em função do desestímulo ao consumo de lâmpadas incandescentes, a geração de resíduos perigosos está aumentando. Esses produtos possuem em sua composição metais perigosos, como o mercúrio, que é um metal pesado, tóxico aos organismos e que pode se bioacumular na cadeia alimentar. A logística reversa é um instrumento previsto na Lei Federal 12.305/2010 que determina a destinação final ambientalmente adequada de lâmpadas fluorescentes após o consumo por meio da responsabilidade compartilhada. Deste modo, objetivou-se analisar a logística reversa de lâmpadas fluorescentes no município de Não-Me-Toque sob o ponto de vista dos atores sociais envolvidos, através da realização de entrevistas e aplicação de questionários. Foi possível observar que 36% dos consumidores domiciliares descartam as lâmpadas fluorescentes junto ao RSU enquanto 35% devolvem ao local de compra. Apenas 10% das empresas pesquisadas descartam as lâmpadas fluorescentes junto ao RSU. Os comerciantes e o poder público municipal estão se organizando para realizar a logística reversa, entretanto, não apresentam instalações adequadas quanto ao armazenamento das lâmpadas recolhidas. Os fabricantes, importadores e distribuidores ainda não estão adequados. Por fim, foi proposto um modelo para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes através da centralização do recolhimento.

Palavras-chave: Resíduos Perigosos. Impactos Ambientais. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Gerenciamento Integrado.

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation
Environmental Engineering Post-Graduate Program
Federal University of Santa Maria

DEPLOYMENT OF REVERSE LOGISTICS FLUORESCENT LAMPS IN MUNICIPALITY OF NÃO-ME-TOQUE/RS: CASE STUDY

AUTHOR: ELISA TUMELERO VALDUGA

ADVISOR: ELVIS CARISSIMI

CO-ADVISOR: DELMIRA BEATRIZ WOLFF

Defense Date and Location: Santa Maria, January 27th, 2015.

This dissertation presents the analysis of reverse logistics fluorescent lamps in the city of NãO-Me-Toque, located in the northwest of Rio Grande do Sul. With increased production and consumption of fluorescent lamps since 2001 and also due to discouragement the consumption of incandescent lamps, the generation of hazardous waste is increasing. These products have in their composition dangerous metals such as mercury, which is a heavy metal, toxic to organisms and can bioaccumulate in the food chain. Reverse logistics is an instrument provided for in the Federal Law 12.305/2010 which determines the final destination environmentally suitable fluorescent lamps after consumption through shared responsibility. Thus, this study aimed to examine the reverse logistics of fluorescent lamps in the city of NãO-Me-Toque from the point of view of the social actors involved, through interviews and questionnaires. It was observed that 36% of household consumers discard fluorescent lamps with the MSW while 35% return to place of purchase. Only 10% of companies surveyed discard fluorescent lamps with the MSW. Traders and the municipal authorities are organizing to reverse logistics, however, do not have adequate facilities in the storage of collected lamps. Manufacturers, importers and distributors are not adequate. Finally, we proposed a model for reverse logistics fluorescent lamps by centralizing the gathering.

Keywords: Hazardous Waste. Environmental impacts. National Solid Waste Policy. Integrated Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Funcionamento de uma lâmpada fluorescente.....	24
Figura 2 – Lâmpada fluorescente compacta	25
Figura 3 – Modelo proposto para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo no Brasil	41
Figura 4 – Localização do município de Não-Me-Toque no RS	45
Figura 5 – Comparativo populacional municipal e taxa de urbanização.....	46
Figura 6 – Produto Interno Bruto – Valor Adicionado	46
Figura 7 – Endereço dos consumidores pessoa física	50
Figura 8 – Gênero dos consumidores pessoa física	51
Figura 9 – Nível de escolaridade dos consumidores pessoa física	51
Figura 10 – Renda familiar mensal dos consumidores pessoa física.....	52
Figura 11 – Área de atuação dos consumidores pessoa física	53
Figura 12 – Tipos de lâmpadas utilizadas pelos consumidores pessoa física.....	54
Figura 13 – Marcas de lâmpadas fluorescentes utilizadas pelos consumidores pessoa física	54
Figura 14 – Locais de descarte das lâmpadas fluorescentes.....	55
Figura 15 – Resultado sobre conhecimento dos consumidores em relação às embalagens das lâmpadas fluorescentes	57
Figura 16 – Resultado sobre o conhecimento dos consumidores em relação à coleta de lâmpadas fluorescentes	58
Figura 17 – Resultado sobre informações dos consumidores em relação ao destino correto das lâmpadas fluorescentes	58
Figura 18 – Resultado sobre conhecimento dos consumidores em relação ao conceito de logística reversa	59
Figura 19 – Resultado do conhecimento dos consumidores em relação à PNRS	59
Figura 20 – Tipos de lâmpadas fluorescentes utilizadas	60
Figura 21 – Geração mensal de lâmpadas fluorescentes	60
Figura 22 – Destino das lâmpadas fluorescentes pós-consumo	61
Figura 23 – Porcentagem de consumidores que descartaram lâmpadas junto ao RSU.....	61
Figura 24 – Lâmpadas fluorescentes tubulares descartadas junto ao RSU.....	62
Figura 25 – Comparação entre o número de lâmpadas fluorescentes que são comercializadas em relação às recolhidas mensalmente	64
Figura 26 – Acondicionamento de lâmpadas fluorescentes recolhidas pelos comerciantes: a) comerciante 01; b) comerciante 02 e c) comerciante 03	64
Figura 27 – Acondicionamento de lâmpadas fluorescentes tubulares recolhidas pelos comerciantes: a) comerciante 02 e b) comerciante 05	65
Figura 28 – Urna coletora de lâmpadas fluorescentes	68
Figura 29 – Empresa A: a) Armazenamento das lâmpadas fluorescentes e b) Processamento de terminais (Batedeira)	71
Figura 30 – Imagens da empresa B a) Fachada; b) Hall de entrada.....	72
Figura 31 – Distância percorrida até uma unidade de descaracterização de lâmpadas fluorescentes	74
Figura 32 – Audiência pública realizada em Não-Me-Toque.....	75
Figura 33 – I Fórum Regional de Logística Reversa	76

Figura 34 – Acondicionamento das lâmpadas fluorescentes descartadas pela prefeitura: a) lâmpadas armazenadas na embalagem; b) lâmpadas mais vulneráveis.....	77
Figura 35 – Sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes em Não-Me-Toque	78
Figura 36 – Modelo para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes em Não-Me-Toque	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição do processo de reciclagem de lâmpadas fluorescentes através da recuperação do mercúrio.....	43
Quadro 2 – Informações contidas nas embalagens das lâmpadas fluorescentes.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de lâmpadas	23
Tabela 2 – Tipos de lâmpadas que contêm mercúrio	25
Tabela 3 – Municípios com coleta seletiva na região sul do país.....	27
Tabela 4 – Composição média dos RSU no Brasil	28
Tabela 5 – Resultados sobre o conhecimento e comportamento dos consumidores em relação às lâmpadas fluorescentes	55
Tabela 6 – Geração de resíduos de lâmpadas na indústria local.....	63
Tabela 7 – Lâmpadas fluorescentes recicladas pela empresa A	70
Tabela 8 – Comparativo entre as empresas	73
Tabela 9 – Preços da CALU.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABILUMI – Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação
- ABILUX – Associação Brasileira da Indústria de Iluminação
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
- AGAS – Associação Gaúcha de Supermercados
- CODECA – Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul – RS
- COMAJA – Consórcio de Desenvolvimento Intermunicipal dos Municípios do Alto Jacuí
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CORI – Comitê Orientador para Implantação de Sistemas de Logística Reversa
- CSCMP – *Council of Supply Chain Management Professionals* (Conselho de Profissionais de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos)
- CTF – Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais
- EPA – *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental)
- EPI – Equipamento de Proteção Individual
- ELC – *European Lamp Companies Federation* (Federação de Fabricantes de Lâmpadas da Europa)
- FATMA – Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina
- FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
- IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
- IEPRAM – Instituto Estadual de Proteção ao Meio Ambiente - RS
- INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias
- LED – *Light-emitting diode* (Diodo Emissor de Luz)
- LF – Lâmpada (s) Fluorescente (s)
- LFC – Lâmpada (s) Fluorescente (s) Compacta (s)
- LR – Logística Reversa
- GTT05 – Grupo Técnico Temático Cinco

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PIB – Produto Interno Bruto

PMA – Programa de Monitoramento Ambiental

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

REEE – Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos

RLEC – *Reverse Logistics Executive Council* (Conselho Executivo de Logística Reversa)

RSU – Resíduo (s) Sólido (s) Urbano (s)

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

EU – União Europeia

UV – Radiação ultravioleta

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário consumidor de lâmpadas fluorescentes: pessoa física	92
APÊNDICE B – Questionário consumidor de lâmpadas fluorescentes: pessoa jurídica	94
APÊNDICE C – Questionário comerciante de lâmpadas fluorescentes	97

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Previsão de municípios gaúchos com pontos de entrega de lâmpadas e número estimado de recipientes (Adaptado da proposta de acordo setorial).....	99
ANEXO 2 – Empresas e entidades que assinaram o acordo setorial que estabelece a logística reversa de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista	102

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Considerações gerais	19
1.2	Motivação e hipótese	20
1.3	Objetivos	21
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	23
2.1	Lâmpadas fluorescentes.....	23
2.2	Aspectos toxicológicos sobre o mercúrio	26
2.3	Coleta seletiva.....	27
2.4	Resíduos sólidos perigosos.....	28
2.5	Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	29
2.6	Logística reversa	31
2.7	Acordo setorial para a logística reversa.....	32
2.7.1	Histórico.....	32
2.7.2	Definições.....	33
2.7.3	Responsabilidades	34
2.8	Logística reversa de produtos pós-consumo	35
2.9	Logística reversa em outros países.....	35
2.9.1	União Europeia	35
2.9.2	Estados Unidos.....	38
2.9.3	Japão.....	38
2.9.4	China	38
2.10	Modelagem e operacionalidade da logística reversa	39
2.11	Processamento de lâmpadas fluorescentes pós-consumo.....	42
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	45
3.1	Local de estudo	45
3.2	Levantamento dos dados	47
3.3	Análise dos dados	48
3.4	Modelo para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1	Consumidores de lâmpadas fluorescentes (pessoa física).....	50
4.1.1	Perfil dos consumidores	50
4.1.2	Comportamento dos consumidores.....	53
4.2	Consumidores de lâmpadas fluorescentes (pessoa jurídica)	59
4.2.1	Questionários	59
4.2.2	Dados da prefeitura municipal	63
4.3	Comerciantes de lâmpadas fluorescentes	63
4.4	Distribuidores, importadores e fabricantes de lâmpadas fluorescentes	65
4.4.1	Embalagens.....	65
4.4.2	Atuação das empresas distribuidoras, importadoras e fabricantes	67
4.5	Descaracterização e reciclagem de lâmpadas fluorescentes.....	69
4.6	Logística para a descaracterização, descontaminação e reciclagem....	73
4.7	Diagnóstico da gestão e do gerenciamento dos resíduos de lâmpadas fluorescentes em Não-Me-Toque	74
4.7.1	Aspectos legais e mobilização da comunidade	74
4.7.2	Atuação da Prefeitura Municipal	76

4.8	Logística reversa de lâmpadas fluorescentes em Não-Me-Toque	77
4.9	Modelo para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes	78
4.9.1	Centralização do recolhimento	78
4.9.2	Estimativa de custos.....	81
4.10	Considerações finais.....	81
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS	
	FUTUROS	83
5.1	Conclusões	83
5.2	Sugestões e recomendações para trabalhos futuros	85
	REFERÊNCIAS.....	86
	APÊNDICES	92
	ANEXOS	99

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações gerais

O consumo de lâmpadas fluorescentes no Brasil se expandiu a partir de 2001 com a política de racionamento de energia lançada pelo governo federal, em função da crise energética que o país estava passando. Nessa época o governo brasileiro implantou medidas para diminuição do consumo de energia, dentre elas, a substituição do uso de lâmpadas incandescentes pelas lâmpadas fluorescentes, que consomem menos energia, e tem vida útil maior. Em decorrência disso, houve um aumento crescente no consumo e na geração de resíduos de lâmpadas fluorescentes usadas (BRASIL, 2001).

As lâmpadas incandescentes deverão estar extintas do mercado brasileiro até 2017, o que poderá trazer para o país uma economia de energia de 6,4%, entretanto espera-se um aumento do consumo das lâmpadas fluorescentes e LED (ABILUX, 2013). Dessa forma a geração de resíduos de lâmpadas fluorescentes está aumentando, sendo extremamente necessária a implantação das políticas de coleta e destinação final adequada. No Brasil, apenas 2,4% das lâmpadas são recicladas (MMA, 2009).

Um dos componentes das lâmpadas fluorescentes é o mercúrio, sendo este um metal pesado, tóxico aos organismos e que pode se acumular na cadeia alimentar (RAPOSO, 2001). O descarte inadequado de lâmpadas de mercúrio pode causar contaminação ambiental, pois o mercúrio quando liberado no meio ambiente, seja através de estações de tratamento de efluentes e incineradores de resíduos sólidos ou através da água lixiviada de aterros ou lixões, pode provocar a contaminação de cursos d'água, solo ou ecossistemas. Dessa forma, torna-se essencial envolver os fabricantes de lâmpadas fluorescentes e os grandes geradores deste tipo de resíduo na busca de soluções que possam minimizar o impacto ambiental causado pelo seu descarte inadequado (RAPOSO, 2000).

Em diversos municípios ocorrem descartes de lâmpadas fluorescentes em locais impróprios, o que pode comprometer o equilíbrio do meio ambiente por esse resíduo ser, na sua maioria, perigoso e tóxico e afetar a saúde da população. Segundo Laruccia et al (2011), descartar as lâmpadas fluorescentes usadas junto

aos resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma tendência, mostrando que os consumidores de lâmpadas fluorescentes apresentam comportamento inadequado em relação ao seu descarte.

Apesar disso, estão sendo criadas políticas públicas para redução dos impactos causados pela geração de resíduos. Um dos mais recentes instrumentos instituído pelo poder público para atingir esse objetivo é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da publicação da Lei 12.305, em 02 de agosto de 2010, com a instituição da logística reversa (BRASIL, 2010a).

A inclusão da logística reversa na política de resíduos sólidos brasileira é considerada um marco, pois esse instrumento determina que ao final da vida útil de um produto, ele deverá ser devolvido ao fabricante ou ao importador para reciclagem ou para outro tratamento apropriado. Assim, os produtos não apenas deverão ser fabricados com materiais que possam ser reutilizados ou reciclados, mas também para produzir a menor quantidade possível de resíduos sólidos (ABRELPE, 2013).

1.2 Motivação e hipótese

Os resíduos sólidos ainda são um problema para a sociedade, principalmente os resíduos que possuem elementos perigosos em sua composição, como por exemplo, as lâmpadas fluorescentes, que são compostas de metais pesados. As lâmpadas fluorescentes quando são quebradas ou enterradas podem contaminar o meio ambiente, demandando certo cuidado na sua manipulação e descarte, ou seja, o que era considerado como uma solução ambiental, por diminuir o consumo de energia, pode vir a ser um problema ambiental no futuro. Dessa forma, evitar que esses resíduos sejam descartados incorretamente no meio ambiente é fundamental para a conservação ambiental, e a viabilização da logística reversa é um caminho importante que pode ser seguido em busca desse objetivo.

A aprovação da PNRS pode ser uma solução para o problema gerado pelas lâmpadas fluorescentes, entretanto, o governo, os estados e os municípios, devem se organizar para cumprir com as determinações da lei. Da mesma forma, o termo “logística reversa” é novo na legislação brasileira, e sua implantação e aceitação demandam esforços de vários setores da sociedade.

Nesse contexto, pretendeu-se avaliar sistematicamente todo o processo de logística reversa de lâmpadas fluorescentes dentro do município de Não-Me-

Toque/RS, pois a responsabilidade pela viabilização do sistema de logística reversa é compartilhada, sendo necessárias ações de todos os atores sociais envolvidos. Sendo assim, realizou-se um estudo detalhado do comportamento dos consumidores em relação às lâmpadas fluorescentes no quesito pós-consumo, para compreender os motivos que levariam a descartá-las incorretamente, criando desta forma, subsídios para políticas públicas de gestão de resíduos sólidos no âmbito municipal.

O município de Não-Me-Toque está localizado na região noroeste do Rio Grande do Sul e possui aproximadamente 16 mil habitantes (IBGE, 2014). Esse município apresenta ascendente industrialização em função do setor de máquinas e implementos agrícolas (NÃO-ME-TOQUE, 2013).

A viabilidade de implantação do sistema de logística de lâmpadas fluorescentes será possível somente através da atuação integrada de todos os responsáveis, desde o fabricante do produto até o consumidor final. Nessa pesquisa partiu-se do princípio que para a viabilização do sistema de logística reversa, os comerciantes deveriam optar por revender apenas os produtos de fabricantes, importadores e distribuidores que recolhessem as lâmpadas fluorescentes pós-consumo, exercendo uma pressão para que as demais empresas cumpram a sua obrigação com o recolhimento e a destinação ambientalmente adequada.

1.3 Objetivos

O objetivo desse trabalho foi analisar a operacionalidade da logística reversa de lâmpadas fluorescentes no município de Não-Me-Toque/RS, com base no estudo dos atores sociais envolvidos na responsabilidade compartilhada. Como objetivos específicos, este trabalho visou:

- a) Diagnosticar o comportamento dos consumidores de lâmpadas fluorescentes em relação ao seu consumo, descarte e conscientização;
- b) Identificar e diagnosticar os estabelecimentos que comercializam lâmpadas fluorescentes no município;
- c) Efetuar o levantamento dos pontos de coleta de lâmpadas fluorescentes nos estabelecimentos comerciais estudados, mensurando a quantidade recebida, as condições de armazenamento e o destino final;

- d) Analisar a atuação dos distribuidores, fabricantes e/ou importadores de lâmpadas fluorescentes comercializadas no município em relação às suas estratégias de implementação da logística reversa;
- e) Diagnosticar os mecanismos de reciclagem de lâmpadas fluorescentes;
- f) Analisar a gestão e o gerenciamento dos resíduos de lâmpadas fluorescentes realizado no município;
- g) Apresentar um modelo para o sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes no município de Não-Me-Toque.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Lâmpadas fluorescentes

A lâmpada é um dispositivo elétrico que transforma energia elétrica em energia luminosa e /ou energia térmica. Os tipos de lâmpadas mais comuns são as lâmpadas incandescentes, as lâmpadas de halógeno e as lâmpadas de descarga de gás (tabela 1) (ELC, 2013).

Tabela 1 – Tipos de lâmpadas

Categoria	Tempo de vida (horas)	Potência (W)
Incandescente	1000	60
Halógena	2000	35
Fluorescente	12000	36
FLC integral	6-15000	11
FLC não-integral	12000	13
HID	20000	200

Fonte: Adaptado de ELC (2013)

As lâmpadas de descarga utilizam um processo de descarga de corrente elétrica, conduzida por uma substância volátil (mercúrio líquido ou um gás) para a geração de luz. Dentro do envoltório de vidro de uma lâmpada fluorescente há argônio e vapor de mercúrio, rarefeitos. Em cada extremidade do tubo há um eletrodo sob a forma de um filamento, revestido com um óxido. Quando se liga a lâmpada, os filamentos se aquecem e emitem elétrons que iniciam a ionização do gás. Um disparador interrompe então o circuito e desliga o aquecimento dos filamentos. O reator ligado à lâmpada produz imediatamente um impulso de alta voltagem, que inicia a descarga no argônio. Essa descarga aquece e vaporiza o mercúrio, cuja maior quantidade está inicialmente sob estado líquido (figura 1) (OSRAM, 2013).

Os elétrons provenientes do filamento se chocam com as moléculas de gás mercúrio contidas no tubo, o que produz não só a excitação como também a

ionização dos átomos, que são acelerados pela diferença de voltagem entre os terminais do tubo, e ao se chocarem com outros átomos provocam outras excitações. O retorno desses átomos ao estado fundamental ocorre com a emissão de fótons de energia correspondente a radiações visíveis e ultravioleta (invisíveis). A radiação ultravioleta, ao se chocar com o revestimento fluorescente do tubo (diversos sais de fósforo) produz luz visível (OSRAM, 2013).

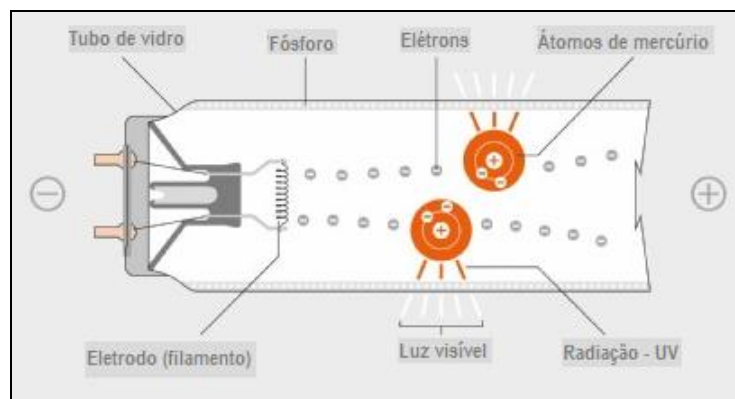


Figura 1 – Funcionamento de uma lâmpada fluorescente

Fonte: Adaptado de OSRAM (2013)

Como nas lâmpadas fluorescentes a maior parte da energia fornecida é transformada em luz, seu rendimento é maior do que das lâmpadas incandescentes, que produzem muito mais calor. As lâmpadas de mercúrio têm um tempo de vida de 3 a 5 anos, ou um tempo de operação de aproximadamente 20.000 horas, em condições normais de uso. As lâmpadas fluorescentes são mais econômicas e duráveis, ou seja, na substituição de uma lâmpada incandescente de 100W por uma fluorescente compacta de 23W, a economia é de cerca de R\$30,00 em 1000 horas de utilização, ou aproximadamente um ano (ABILUX, 2013).

As lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) com reator integrado (figura 2) são lâmpadas a descarga em versões compactas das fluorescentes tubulares. Seu tubo de vidro, em cujas extremidades se localizam eletrodos, é recoberto com camadas de pó fluorescente, de cuja natureza depende a composição espectral do fluxo luminoso produzido. O meio interno é constituído por atmosfera de gases, podendo possuir uma quantidade de mercúrio. O reator é integrado a sua base constituindo uma peça única (BRASIL, 2006). As LFC usam até 75% menos energia do que as tradicionais lâmpadas incandescentes, durando até dez vezes mais e

podem economizar cerca de US\$30 em custos com eletricidade durante a sua vida útil (EPA, 2014).

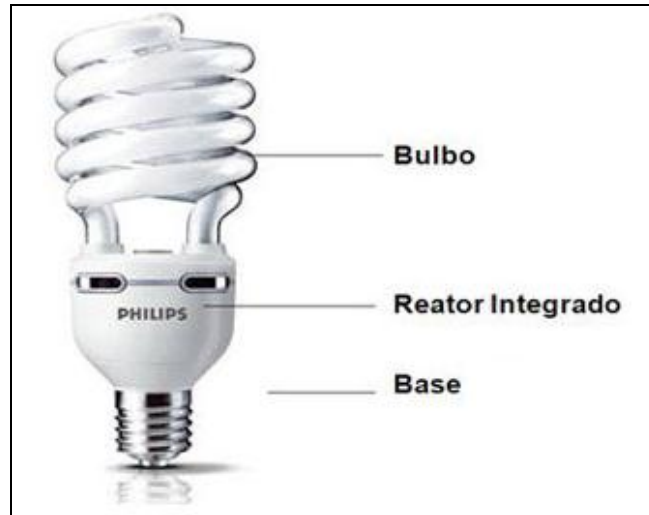


Figura 2 – Lâmpada fluorescente compacta

Fonte: PHILIPS (2014)

Segundo a EPA (2014) a maioria das LFC contém de 2mg a 10mg de mercúrio e embora essa quantidade seja considerada relativamente pequena é importante que seja realizada a correta reciclagem das lâmpadas usadas a fim de recuperar o mercúrio contido em cada uma. Esse metal é um componente essencial das LFC, permitindo que a lâmpada seja uma fonte de luz eficiente. Nenhum mercúrio é liberado quando as lâmpadas estão em uso, só podendo ser emitido através do rompimento das mesmas. Na tabela 2 são apresentadas as quantidades de mercúrio presentes em alguns tipos de lâmpadas.

Tabela 2 – Tipos de lâmpadas que contêm mercúrio

Tipo de lâmpada	Quantidade média de mercúrio
Fluorescente tubular 15 W a 110 W	0,015 g
Fluorescente compacta 5 W a 42 W	0,004 g
Luz mista 160 W a 500 W	0,017 g
Vapor de mercúrio 80 W a 400 W	0,032 g
Vapor de sódio 70 W a 1000 W	0,019 g
Vapor metálico 35 W a 2000 W	0,045 g

Fonte: Adaptado de MMA (2009)

O setor de iluminação brasileiro está organizado através da Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (ABILUX), que tem por finalidade representar e defender a indústria nacional de lâmpadas e aparelhos elétricos de iluminação e da ABILUMI, que é a Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação.

2.2 Aspectos toxicológicos sobre o mercúrio

O mercúrio é um metal pesado, naturalmente encontrado na crosta terrestre, ocorrendo no ar, no solo e na água. Este metal assume diversas formas químicas, que podem ser divididas nas seguintes categorias: mercúrio metálico ou elementar (Hg); mercúrio inorgânico, principalmente na forma de sais mercúricos (HgCl_2 , HgS) e mercurosos (Hg_2Cl_2); e mercúrio orgânico (metilmercúrio, etilmercúrio, etc). O mercúrio metálico (Hg) é um metal prateado e brilhante, que ocorre em estado líquido na temperatura ambiente e volatiliza facilmente para a atmosfera formando vapores de mercúrio. Os vapores de mercúrio são incolores e inodoros e se formam em maior quantidade com o aumento da temperatura (BRASIL, 2013).

Segundo Derísio (2007), o mercúrio se encontra distribuído no meio ambiente e seu aumento se deve a indústrias e aplicações agrícolas. A toxicidade aguda, através de mercúrio no homem é caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, danos nos ossos e morte, mostrando-se mais tóxico na forma de metilmercúrio. O mercúrio é tóxico tanto para o homem, como para os animais, sendo a concentração limite estabelecida para as águas superficiais doces de 0,0002 mg/l para as classes 1 e 2 e 0,002mg/l para a classe 3.

O mercúrio é empregado em centenas de aplicações, dentre as quais em acendedores elétricos e em bulbos de luzes fluorescentes. Nas lâmpadas fluorescentes, uma vez que os átomos de mercúrio energizados emitem luz na região do ultravioleta mais do que na região do visível do espectro, os bulbos são cobertos com um material que absorve UV e a reemite como luz visível. O metal é liberado para o ambiente se as lâmpadas são quebradas. O mercúrio é um dos metais mais voláteis e seu vapor é altamente tóxico (BAIRD; CANN, 2011).

Embora normalmente os metais pesados sejam poluentes da água, eles são na maioria das vezes transportados de um lugar para outro via atmosfera. Grandes quantidades de vapor de mercúrio são liberadas no ar como resultado da queima irregular de carvão e combustíveis e de lixos municipais incinerados que contém

mercúrio proveniente de lâmpadas fluorescentes e outros resíduos. O mercúrio vaporizado é eventualmente oxidado e retorna com a chuva e com a neve, normalmente precipitando longe do lugar de onde ele foi emitido originalmente. No ar a maior parte do mercúrio elementar está no estado de vapor com somente uma pequena fração ligada às partículas da atmosfera. O mercúrio atmosférico pode viajar por longas distâncias antes de ser oxidado e então dissolvido pela chuva e subsequentemente, depositado sobre a terra ou nos corpos aquáticos. Esse ciclo global do mercúrio resulta em sua distribuição em partes remotas do planeta (BAIRD; CANN, 2011).

Como exemplo de problema relacionado ao mercúrio, pode ser citado o Mal de Minamata, detectado em 1953 no Japão. A presença de metilmercúrio nas águas, com o lançamento de efluentes industriais atingiu a população que consumiu peixes contaminados, causando grande número de mortes e deformações genéticas. Houve acúmulo de compostos organomercuriais no sistema nervoso humano, principalmente no cérebro e na medula (BRAGA et al, 2005).

2.3 Coleta seletiva

A coleta seletiva é um dos instrumentos da PNRS, sendo definida como a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição e composição (BRASIL, 2010a). Em torno de 60% dos municípios brasileiros possuem coleta seletiva, enquanto que no sul do país este índice sobe para 79,5% (tabela 3) (ABRELPE, 2012).

Tabela 3 – Municípios com coleta seletiva na região sul do país

Iniciativas de coleta seletiva	2011	2012
Sim	936	945
Não	252	243
Total	1.188	

Fonte: ABRELPE (2012)

No estado do Rio Grande do Sul, 70% dos RSU são descartados em aterros sanitários, 17,5% em aterro controlado e 12,5 em lixões. Na tabela 4 é apresentada a composição dos RSU no Brasil (ABRELPE, 2012).

Tabela 4 – Composição média dos RSU no Brasil

Tipo de material	Quantidade
Metal	2,9%
Papel, papelão e tetrapak	13,1%
Plástico	13,5%
Vidro	2,4%
Material orgânico	51,4%
Outros	16,7%

Fonte: ABRELPE (2012)

2.4 Resíduos sólidos perigosos

As lâmpadas com vapor de mercúrio após o uso são consideradas resíduos sólidos perigosos, pois apresentam como constituinte o mercúrio, que é tóxico e confere periculosidade aos resíduos (ABNT, 2004). Essas lâmpadas vêm sendo descartadas na maioria das vezes como resíduo comum, apesar de serem resíduos perigosos (PHILLIP Jr., 2005).

No Rio Grande do Sul as lâmpadas fluorescentes contendo mercúrio são consideradas resíduos sólidos do “pós-consumo”, quando descartadas pelos usuários, sendo proibido o descarte desses resíduos e demais artefatos que contenham metais pesados em RSU ou comercial. Estes produtos descartados devem ser separados e acondicionados em recipientes adequados para destinação específica, ficando proibida a disposição em depósitos públicos de resíduos sólidos e a sua incineração (RIO GRANDE DO SUL, 2008).

O armazenamento de resíduos sólidos perigosos é a sua contenção temporária, em área autorizada pelo órgão ambiental, à espera da reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda as condições básicas de segurança. O armazenamento deve ser feito de modo que não altere a quantidade e qualidade do resíduo, sendo o acondicionamento realizado em contêineres, tambores, tanques e/ou a granel (ABNT, 1992).

Todo e qualquer manuseio de resíduos perigosos nas instalações de armazenamento deve ser executado com pessoal dotado de equipamento de

proteção individual (EPI) adequado. Deve ser considerada a necessidade de equipamentos de controle de poluição e/ou sistemas de tratamento de poluentes ambientais, em função das características dos resíduos, das condições de armazenamento e da operação do sistema (ABNT, 1992).

No Rio Grande do Sul, o acondicionamento e o transporte para a instalação destinada ao armazenamento intermediário dos resíduos sólidos oriundos do “pós-consumo” são de responsabilidade dos estabelecimentos que comercializam os produtos e das redes de assistência técnica estabelecidas no território estadual. A periodicidade de coleta deve ser estabelecida pelos mesmos, em função da capacidade de acondicionamento nos recipientes para a coleta seletiva (RIO GRANDE DO SUL, 2008).

O armazenamento intermediário e a destinação final são de responsabilidade dos fabricantes e importadores dos produtos. Na ausência de instalações físicas destes no Estado, esta atividade deve ser exercida pelos representantes comerciais. A localização de instalações para o armazenamento intermediário de resíduos sólidos deve ser licenciada junto a FEPAM e seguir um programa regional de distribuição (RIO GRANDE DO SUL, 2008).

2.5 Política Nacional de Resíduos Sólidos

O gerenciamento dos resíduos sólidos em áreas urbanas se baseou, historicamente, na coleta e no afastamento dos resíduos pelas administrações municipais ou locais. Dessa forma, a sociedade levou muito tempo para perceber os problemas gerados pelos resíduos sólidos (PHILLIP JR., 2005).

Em 2010 foi instituída pelo governo federal a PNRS, Lei Federal 12.305, relativa à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Um dos princípios da PNRS é a responsabilidade compartilhada, que objetiva minimizar o volume dos resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos. O ciclo de vida do produto caracteriza-se pelas etapas que envolverão o seu desenvolvimento, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final (BRASIL, 2010a).

A PNRS objetiva principalmente a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, bem como a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Essa lei também determina que as aquisições e contratações governamentais devam priorizar bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 2010a).

Para a execução da PNRS foram criados diversos instrumentos, dentre eles, os sistemas de logística reversa. Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm responsabilidade que abrange o recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua destinação final ambientalmente adequada. Para assegurar a implantação e operacionalização do sistema podem ser implantados procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados, disponibilizados postos de entrega de resíduos ou atuação em parceria com cooperativas e outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2010a).

Ficam, de acordo com a PNRS, obrigados a estruturar e implantar sistemas de logística reversa, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes. O sistema de logística reversa deverá operar de forma que os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores. Esses deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores, que darão a destinação ambientalmente adequada (BRASIL, 2010a).

Os sistemas de logística reversa serão implementados e operacionalizados por meio de acordos setoriais, regulamentos expedidos pelo poder público e termos de compromisso. A realização da logística reversa será no limite da proporção dos produtos colocados no mercado interno, conforme as metas estabelecidas no instrumento que determinar a sua implementação. Os acordos setoriais são atos de natureza contratual visando à implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010b).

2.6 Logística reversa

O órgão de referência mundial para a logística reversa é o Conselho Executivo de Logística Reversa (*Reverse Logistics Executive Council - RLEC*). O Conselho de Profissionais de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (*Council of Supply Chain Management Professionals - CSCMP*) é a maior associação internacional de profissionais, estudantes e estudiosos da logística dispersos pelo mundo inteiro (RAZZOLINI FILHO; BERTÉ, 2009).

O RLEC (2013) define a logística reversa como o processo de planejamento, execução e controle da eficiência, do custo efetivo do fluxo de matérias-primas, produtos em processo, de bens acabados, bem como de relações de informações, do ponto de consumo para o ponto de origem. Mais precisamente, a logística reversa é o processo de transporte de mercadorias a partir de seu destino final com o propósito de obter valor ou realizar o descarte adequadamente.

A logística reversa também pode ser entendida como o processo de planejamento, implantação e controle da eficiência, custo efetivo, fluxo de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo ao ponto de origem com o propósito de recapturar ou criar valor ou eliminação adequada (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999). Atividades como redução na fonte ou substituição de materiais fazem parte da “logística verde” ou “logística ambiental”, ao contrário da logística reversa, que está baseada no fluxo de produtos e materiais no sentido contrário, no retorno dos produtos, nos mercados secundários e no marketing de retorno (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 2001). Atividades de logística verde incluem a medição do impacto ambiental dos modos de transporte, a certificação ISO 14000, a redução do consumo de energia das atividades e redução do uso de materiais (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Segundo Leite (2002) a logística reversa de pós-venda é considerada o retorno de um produto que é devolvido por questões comerciais, erros no processamento de pedidos, defeitos, avarias, dentre outros. A logística reversa de pós-consumo está relacionada aos produtos descartados pela sociedade em fim de vida útil ou com possibilidades de reuso, que retornam ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo através de canais de distribuição reversos.

Na PNRS a logística reversa tem enfoque ambiental, sendo considerada um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto

de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. Os consumidores que descumprirem as obrigações previstas nos sistemas de logística reversa e de coleta seletiva estarão sujeitos à penalidade de advertência. Havendo reincidência poderá ser aplicada multa no valor de R\$ 50,00 a R\$ 500,00 (BRASIL, 2010b).

Para que seja implantada a logística reversa no Brasil o governo federal instituiu em 2011 o Comitê Orientador para Implantação de Sistemas de Logística Reversa (CORI). O Comitê é formado por diversos ministérios e tem por finalidade definir as regras para devolução dos resíduos à indústria, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos. Também foram criados grupos técnicos temáticos, tendo por finalidade elaborar propostas de modelagem e dar subsídios aos editais de chamamento para os acordos setoriais. O Grupo Técnico Temático Cinco (GTT05) é o grupo responsável pela logística reversa de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista (MMA, 2013).

2.7 Acordo setorial para a logística reversa

2.7.1 Histórico

O Ministério do Meio Ambiente publicou em 03 de julho de 2012 o edital de chamamento Nº 01/2012 a fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de lâmpadas fluorescentes. O edital objetivou a elaboração do acordo setorial para a implementação de sistema de logística reversa de abrangência nacional, estabelecendo prazo de 120 (cento e vinte) dias para a apresentação das propostas pelos envolvidos (MMA, 2012).

A proposta de acordo setorial teve que atender a alguns pressupostos como, a disposição final em aterros apenas dos rejeitos, a implantação de forma individualizada e encadeada da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. As propostas também tiveram que conter alguns requisitos como a indicação dos órgãos públicos encarregados de alguma etapa da logística, com a forma de pagamento específico, caso necessário, a indicação das formas de participação do consumidor, o plano de comunicação, dentre outros (MMA, 2012).

A proposta de acordo setorial passou por consulta pública (MMA, 2014a) e teve aprovação do CORI, no dia 27 de novembro de 2014. Firmaram o acordo 32 empresas e entidades representantes do setor. O acordo tem validade de dois anos a partir da sua assinatura (BRASIL, 2014).

2.7.2 Definições

As metas de implantação da logística reversa de lâmpadas devem ser progressivas, considerando-se um prazo de até cinco anos, a partir da publicação do acordo setorial. Assim, de acordo com a proposta de acordo setorial, uma ou mais entidades gestoras, dotadas de personalidade jurídica própria, e sem fins lucrativos, administrarão a implantação e a operação da logística reversa de lâmpadas. Caberá aos fabricantes e importadores, signatários do acordo setorial, repassarem à entidade gestora os recursos necessários. Esse repasse corresponderá à proporção da quantidade de lâmpadas colocadas no mercado (MMA, 2014b).

Conforme a proposta de acordo setorial o sistema de logística reversa é considerado o conjunto de ações que englobam o recolhimento, transporte e destinação final ambientalmente adequada de lâmpadas descartadas. Esse sistema compreende os produtos colocados no mercado, por fabricantes ou importadores, a partir de 03 de agosto de 2010. O acordo terá abrangência nacional para lâmpadas descartadas por geradores domiciliares, podendo ser estendidas aos geradores não domiciliares (MMA, 2014b).

Enquadram-se na definição de gerador domiciliar de resíduos os consumidores pessoas físicas que geram lâmpadas descartadas em suas atividades domésticas. São considerados geradores não domiciliares de resíduos as pessoas jurídicas, públicas ou privadas, que utilizam lâmpadas no âmbito da consecução dos seus objetivos sociais (MMA, 2014b).

Os geradores domiciliares deverão entregar as lâmpadas descartadas separadas das demais frações de RSU, em pontos de entrega ou por meio de coletas eventuais. Os pontos de entrega são os locais determinados para recebimento e armazenamento temporário das lâmpadas. Os pontos de consolidação são os locais determinados para fins de consolidação das lâmpadas

descartadas provenientes dos pontos de entrega ou via gerador não domiciliar de resíduos (MMA, 2014b).

Os pontos de entrega e os pontos de consolidação serão estrategicamente distribuídos no território nacional conforme o estabelecido no acordo setorial. Assim, no Estado do Rio Grande do Sul, apenas os municípios listados no anexo 1, a partir de 25.122 habitantes, irão receber pontos de entrega no âmbito do sistema, com prazo de um a cinco anos (fases) para a implantação. O restante dos municípios não será contemplado com pontos de entrega (MMA, 2014b).

O sistema não contempla a integração de sistemas já existentes ou que venham a ser criados por geradores não domiciliares, incluindo iniciativas dos Estados e Municípios. Conforme a proposta de acordo setorial a coleta e o tratamento somente serão feitas através de loja contratada, pontos de coleta profissionais e operadores de serviço de tratamento registrados, pois os resíduos de lâmpadas e seus componentes perigosos exigem uma infraestrutura padronizada e que atenda a mais alta qualidade relativa à segurança ambiental e humana (MMA, 2014b).

2.7.3 Responsabilidades

Os distribuidores e comerciantes inseridos no sistema que atuarem como pontos de entrega devem ser integrados mediante instrumento legal próprio a ser formalizado com a entidade gestora. De acordo com a proposta de acordo setorial serão responsabilidades dos distribuidores e comerciantes (MMA, 2014b):

- a) Receber e instalar os recipientes, mantendo a estrutura física, administrativa e de mão de obra necessária para a entrega pelo gerador domiciliar;
- b) Recepcionar as lâmpadas entregues;
- c) Cuidar do acondicionamento e armazenamento temporário;
- d) Informar ao gerador domiciliar sobre o processo de devolução e a forma de recebimento.

Os fundos necessários para implantação do sistema serão repassados pelos fabricantes e importadores por meio de pagamento ou contribuição financeira paga pelo consumidor por ocasião da aquisição de cada lâmpada, devendo constar tal

informação no campo de observação da nota fiscal. Dentre outras responsabilidades, serão deveres dos fabricantes e importadores (MMA, 2014b):

- a) Dar destinação final ambientalmente adequada a todas as lâmpadas descartadas entregues;
- b) Articular com as redes de distribuição e comercialização, assistência técnica, e com o poder público municipal e estadual, a implantação da estrutura necessária para viabilizar um fluxo de entrega das lâmpadas descartadas;
- c) Implantar sistemas de tecnologia da informação;
- d) Escolher e disponibilizar os recipientes aos distribuidores e comerciantes nos pontos de entrega e prover aos operadores a capacitação técnica.

2.8 Logística reversa de produtos pós-consumo

A logística reversa para alguns resíduos foi estabelecida na legislação federal em resoluções publicadas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Dentre estas normativas destacam-se as resoluções para a destinação ambientalmente adequada dos pneus, óleos lubrificantes, pilhas e baterias e normativas referentes aos agrotóxicos, entretanto ainda não há nenhuma resolução do CONAMA definindo como proceder-se-á a logística reversa de eletroeletrônicos e de lâmpadas fluorescentes (CONAMA, 2005; 2008; 2009).

2.9 Logística reversa em outros países

2.9.1 União Europeia

Na União Europeia (UE) foram definidos objetivos e metas específicos para limitar a geração de resíduos e otimizar a organização do tratamento e disposição entre os seus Estados-Membros. Todos os Estados-Membros da UE e da Área Econômica Europeia estão submetidos aos princípios e metas introduzidos pela Diretiva de Resíduos 2008/98/EC. Essa Diretiva introduz o “princípio de poluidor pagador” e a “responsabilidade estendida do produtor”, tornando os fabricantes

responsáveis por todo ciclo de vida dos produtos e embalagens que produzem (ABRELPE, 2013).

A responsabilidade estendida do produtor obriga produtores, importadores e vendedores a internalizar os custos da gestão de resíduos nos preços de seus produtos. Um dos objetivos da responsabilidade estendida ao produtor é transferir o ônus econômico de administrar os produtos ao final de sua vida útil do governo e dos contribuintes para os produtores e consumidores (ABRELPE, 2013).

A Diretiva 2002/96/CE trata da gestão de resíduos elétricos e eletrônicos (REEE), estando também incluídas as lâmpadas fluorescentes, bem como outros equipamentos de iluminação. Também foram criadas as Diretivas 2003/108/CE e a 2002/95/CE, que trata da redução de substâncias perigosas contidas nesses produtos (GUERRA; MURINO; ROMANO, 2009).

De acordo com a Diretiva 2002/96/CE os produtores de lâmpadas fluorescentes são responsáveis pela recuperação do equipamento ao final de sua vida útil, financiando o recolhimento, o tratamento, a valorização e a eliminação desses resíduos. Através da responsabilidade do produtor há um incentivo à fabricação de equipamentos que facilitem sua reparação, reutilização, desmontagem e reciclagem, assim o recolhimento separado da coleta de RSU é uma condição prévia para se atingir a proteção da saúde humana e do ambiente da comunidade europeia. A Diretiva define como produtor qualquer pessoa que:

- a) proceda a fabricação e venda de equipamentos elétricos e eletrônicos de marca própria;
- b) proceda à revenda, de marca própria, de equipamentos produzidos por outros fornecedores;
- c) proceda à importação ou exportação de equipamentos elétricos e eletrônicos para um Estado-Membro, enquanto atividade profissional.

Essas Diretivas supracitadas foram implantadas conjuntamente na Itália, junto com o Decreto Legislativo 151/2005. Os REEE são divididos em 10 categorias e cinco grupos. Resíduos dentro do mesmo grupo são tratados da mesma maneira, para facilitar o gerenciamento no centro de recolhimento, facilitar o transporte e a adoção de medidas de segurança. Na Itália os fabricantes desses produtos são responsáveis por implantar, financiar e gerir os centros de recolhimento de lâmpadas fluorescentes, além de informar os consumidores quanto ao correto gerenciamento desses resíduos. Segundo a Diretiva deveriam ser coletados até 2008, 4 kg/pessoa

por ano de REEE, entretanto apenas 2 kg/pessoa são efetivamente coletados na Itália contra uma média europeia de 6 kg/pessoa (GUERRA; MURINO; ROMANO, 2009).

Segundo Bacilla (2012), a responsabilidade pela gestão da logística reversa (coleta e transporte) na Alemanha é a Associação sem fins lucrativos, fundada pelos fabricantes de lâmpadas. A responsabilidade pela reciclagem é de consórcios independentes da associação, que realizam a gestão financeira, visando repassar as contribuições mensalmente à gestora das atividades logísticas e aos recicladores.

A lei que trata da logística reversa na Alemanha foi instituída em 2005, incluindo requisitos para recicladores, metas de reciclagem, critérios para o gerenciamento do sistema de retorno e limites de mercúrio por tipo de lâmpada. Nesse país são mais de 6000 pontos de coleta de lâmpadas fluorescentes para usuários domésticos, aproximadamente 400 para pequenas e médias indústrias e 600 para grandes companhias (BACILLA, 2012).

Em Portugal a preocupação quanto o estado atual do ambiente e a tendência de degradação está presente em Diretivas Comunitárias e legislação através de princípios e normas aplicáveis ao sistema de gestão de resíduos. Essas diretivas e decretos-lei visam principalmente a redução do consumo de recursos através do reaproveitamento dos resíduos. Tanto ao nível de Portugal, quanto da União Europeia, os princípios e normas aplicáveis ao sistema de gestão de resíduos, atribuem aos fabricantes a responsabilidade pelo ciclo de vida total dos produtos (BARROSO; MACHADO, 2005).

O instrumento para gestão dos resíduos em Portugal é o Plano Estratégico dos Resíduos Industriais. Esse plano tem como objetivos o aumento das taxas de reutilização e reciclagem, desenvolvimento de novos modelos de gestão de resíduos e programação da fase de infraestrutura básica que integra o recolhimento, transporte, tratamento e destinação final em aterro (BARROSO; MACHADO, 2005).

Com os aterros sobrelotados e a escassez de incineradoras (em número e capacidade), cada vez mais, tem sido despendidos esforços para reintegrar os resíduos nos processos produtivos originais. Essas medidas objetivam a minimização das substâncias a depor em aterro, bem como a redução do consumo de recursos naturais (BARROSO; MACHADO, 2005).

2.9.2 Estados Unidos

O recolhimento de lâmpadas fluorescentes nesse país tem sido realizado principalmente por iniciativas dos consumidores e dos municípios (SILVEIRA; CHANG, 2011). Segundo Rogers e Tibben-Lembke (1998) nos Estados Unidos têm sido discutidas propostas para atribuir ao fabricante a responsabilidade pelos produtos em fim de vida útil. Por exemplo, muitos estados exigem que revendedores de baterias de veículos recebam de volta as baterias usadas. Em locais onde a legislação não obriga que o fabricante receba de volta o produto, estes não estão sendo autorizados a depositá-los em aterros sanitários. Em alguns casos essa medida irá forçar o estabelecimento a instalar um sistema de recolhimento.

2.9.3 Japão

A lâmpada fluorescente é o principal produto que contém mercúrio no Japão e anualmente são geradas cerca de cinco toneladas de mercúrio proveniente desses produtos. Nesse país, de forma a evitar a poluição por causa do mercúrio disposto inadequadamente, foi proposto um sistema de circuito fechado usando as lâmpadas fluorescentes como modelo, que propõe: a participação pública, um sistema de circuito fechado de recuperação e reutilização do mercúrio e a participação de todos os interessados, bem como a criação de algumas medidas regulatórias, de novas tecnologias para alternativas ao uso do mercúrio, e novas formas de reciclagem (ASARI; FUKUI; SAKAI, 2008).

A política japonesa de gestão de resíduos também envolve a responsabilidade estendida ao produtor, de forma que os geradores de resíduos devem assumir a responsabilidade por seu tratamento através da reciclagem e disposição final adequada. Assim, foram criadas nesse país diversas leis atribuindo a responsabilidade do produtor e do gerador de resíduos (ABRELPE, 2013).

2.9.4 China

Na China as lâmpadas fluorescentes são classificadas como REEE, da mesma forma que a diretiva europeia 2002/96/EC. A política chinesa de gestão desses resíduos estabeleceu a responsabilidade estendida do produtor, entretanto

esses regulamentos não foram bem definidos e se apresentam difíceis de serem aplicados em função da grande informalidade dos processos de reciclagem (LIU et al, 2006).

Segundo Liu et al. (2009) na China as lâmpadas fluorescentes pós-consumo são enviadas para plantas de incineração junto aos RSU. Esse procedimento tem demonstrado ser nocivo à saúde dos trabalhadores que operam nessas plantas.

2.10 Modelagem e operacionalidade da logística reversa

Estudos indicam uma deficiência no planejamento e gerenciamento da rede de logística reversa. A carência de indicadores que comprovem a relação custo/benefício da atividade contribui para que esta não seja considerada um elemento estratégico pelas empresas (CHAVES; MARTINS; JÚNIOR, 2005).

Em contrapartida, outros estudos demonstram o uso de uma metodologia de implantação de sistemas de logística reversa bem sucedida, nos quais as dificuldades que surgiram foram resolvidas pela adoção dos conceitos de logística reversa, aliados ao bom senso da equipe de trabalho da empresa em questão. Além disso, foi proposta uma discussão acerca de como os parceiros envolvidos podem ganhar, tanto do ponto de vista econômico como em conhecimento (*know how*) (GONÇALVES; MARINS, 2006).

Em estudo de caso sobre a viabilidade da logística reversa de embalagens de bebidas, feitas de alumínio e PET, foi constatado que o único fator que não influencia a decisão dos consumidores na escolha do local de compra é a existência de ponto de coleta de embalagens recicláveis, sendo a proximidade e o preço, variáveis de influência mais importantes. De maneira geral, os consumidores preferem realizar as suas compras em locais mais próximos da residência, mesmo sabendo da existência do ponto de coleta de embalagens recicláveis (CHAVES; BATALHA, 2006).

Modelos de viabilidade de implantação de sistema de logística reversa de produtos têm sido propostos. Guarnieri et al. (2006) propuseram uma adaptação do Sistema de Gerenciamento de Armazéns de forma que fosse possível utilizá-lo também para o gerenciamento da cadeia de suprimentos reversa, evidenciando que a maioria das funções tradicionalmente utilizadas para gerenciar a logística direta também pode ser utilizada na logística reversa. Para os autores a inexistência de

sistemas para gerenciamento da logística reversa no mercado pode ser contornada através da utilização de sistemas já existentes. Modelos de fluxos de distribuição de resíduos de produtos podem ser criados levando-se em conta o número de veículos que deverão ser empregados no recolhimento, para que seja minimizado o tempo de intervenção (GUERRA; MURINO; ROMANO, 2009).

O modelo de otimização da logística reversa de resíduos eletroeletrônicos proposto por Dat et al. (2012) considera quatro etapas do processo de reciclagem, incluindo locais de coleta, locais de desmontagem, locais de tratamento (centro de reciclagem e instalação de reparo) e os locais finais (instalação de eliminação, o mercado secundário, no mercado primário). Nos Estados Unidos, foi proposto por Silveira e Chang (2011), um modelo de gerenciamento de lâmpadas fluorescentes, baseado na responsabilidade estendida ao produtor ou fabricante, de forma que uma organização de responsabilidade do fabricante irá gerenciar todo o sistema através de uma parceria público-privada.

Bacilla (2012) propôs um modelo para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes no Brasil, semelhante ao adotado na Alemanha, contemplando a criação de regulamentação federal específica definindo metas para coleta, reciclagem, critérios para o sistema de gestão, transporte, rotulagem ambiental, limites para o uso de mercúrio em lâmpadas e controle das destinações dos materiais. A estrutura do sistema constitui-se de uma associação para o gerenciamento da coleta, transporte e reciclagem, bem como a fundação de entidade para registro das quantidades produzidas, importadas, coletadas e recicladas (figura 3).

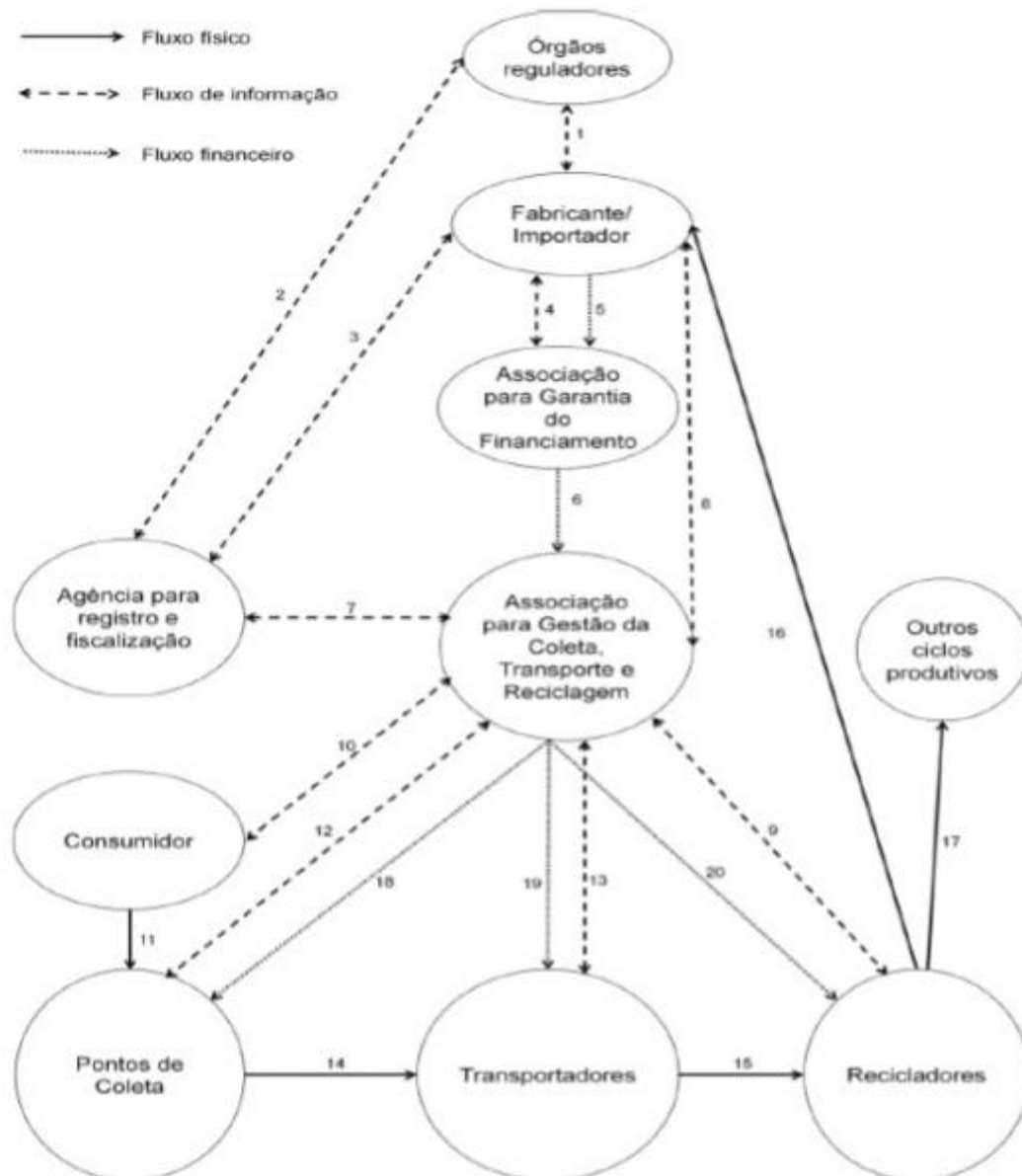


Figura 3 – Modelo proposto para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo no Brasil

Fonte: BACILLA (2012)

Outro modelo que pode ser utilizado para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes é conforme o adotado para as embalagens de agrotóxicos. No caso da rotulagem dos agrotóxicos a identificação dos perigos, as instruções para manuseio e armazenagem são obrigatórias. Também, na nota fiscal deve constar o endereço para a devolução, devendo os mesmos estar cadastrados e licenciados (BACILLA, 2012).

2.11 Processamento de lâmpadas fluorescentes pós-consumo

A reciclagem pode ser entendida como o processo de transformação dos resíduos sólidos por meio da alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas. Visa a transformação dos resíduos em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes (BRASIL, 2010a).

Os processos de descontaminação e reciclagem das lâmpadas podem variar de acordo com o tipo e modelo do produto. Separam-se os terminais (componentes de alumínio, soquetes plásticos e estruturas metálicas e eletrônicas), o vidro (em forma de tubo, cilindro, ou outro formato), o pó fosfórico (pó branco contido no interior da lâmpada) e o mercúrio que é extraído em sua forma elementar (APLIQUIM BRASIL RECYCLE, 2013). As etapas desse processo são descritas no quadro 1.

Etapas	Descrição
Recebimento de lâmpadas	Ao chegarem na empresa as lâmpadas são descarregadas do caminhão e inspecionadas para a verificação de intercorrências.
Desembalagem, contagem e estocagem em pallets	As lâmpadas são desembaladas, contadas e estocadas em pallets, de acordo com o tipo e tamanho.
Ruptura controlada	As lâmpadas são rompidas em equipamento enclausurado e sob pressão negativa, para que não haja fuga de vapor de mercúrio. Os soquetes/terminais das lâmpadas são separados, passam por processo de segregação, sendo posteriormente encaminhados à reciclagem.
Separação dos componentes	Após a ruptura controlada das lâmpadas e segregação do metal, o vidro é descontaminado, e o pó de fósforo é removido de sua superfície. Nesta etapa, o vidro sai pronto para ser comercializado para as indústrias de beneficiamento. O pó de fósforo contaminado com mercúrio é retido e segue para o processo de desmercurização.
Desmercurização térmica e destilação	A desmercurização térmica e a destilação são realizadas através de tecnologia capaz de extrair e recuperar o mercúrio, com boa qualidade e pureza para sua comercialização. Nestes equipamentos, o pó de fósforo e os bulbos internos contaminados com mercúrio, sofrem processo de descontaminação, e o mercúrio é recuperado em seu estado líquido elementar. Através destes processos, também se realiza o tratamento de termômetros, amálgamas dentários e

Etapa	Descrição
	outros resíduos mercuriais.
Controle de emissão de gases	O vapor de mercúrio, capturado na etapa de ruptura controlada e separação dos componentes, segue para o Sistema de Controle de Emissão de Gases, composto por filtros de cartucho para a retenção do particulado e filtro de carvão ativado que retém os vapores de mercúrio.

Quadro 1 – Descrição do processo de reciclagem de lâmpadas fluorescentes através da recuperação do mercúrio

Fonte: Apliquim Brasil Recycle (2013)

A descontaminação das lâmpadas de descarga de alta pressão (HID) ocorre basicamente com a separação do bulbo interno (cápsula contendo mercúrio), dos demais componentes deste tipo de lâmpada (suportes metálicos e terminal). Após a quebra do vidro externo, o bulbo interno é separado das estruturas, e é encaminhado para desmercurização térmica. Os suportes metálicos e terminais são separados através de corte, e são encaminhados para as indústrias de beneficiamento. Já as lâmpadas incandescentes não possuem mercúrio e por isso o processo consiste apenas na trituração e separação dos componentes (vidro e metais). Os subprodutos gerados são encaminhados para as indústrias de beneficiamento (APLIQUIM BRASIL RECICLE, 2013).

Os valores para a descontaminação e reciclagem possuem variação de acordo com o volume de lâmpadas armazenadas e a distância destas lâmpadas até unidades de descontaminação, ficando entre R\$ 1,20 e R\$ 3,00, dependendo do volume de lâmpadas, incluindo os custos de transporte, descontaminação e certificação. Em todo o nosso processo 93% dos materiais são reciclados e 7% tornam-se rejeitos, como por exemplo, filamentos baquelite, vidro com cola, etc. Os rejeitos são submetidos a análises para constatação da imunidade do princípio ativo de mercúrio, sendo posteriormente encaminhados para depósito em aterros sanitários destinado a resíduos sólidos Classe II, ou não perigosos (APLIQUIM BRASIL RECICLE, 2013).

Outro processo de tratamento de lâmpadas pós-consumo é realizado por meio de máquinas que trituram as lâmpadas, separando-se o vidro e o alumínio dos demais componentes, de modo que possam ser reutilizados em novos processos industriais. O vidro é triturado e encaminhado para a reutilização em indústrias cerâmicas. O alumínio restante também é enviado para reciclagem. As partículas

sólidas, como o pó de fósforo e pequenas partículas de sílica do vidro triturado, ficam acondicionadas nos filtros de papel apropriados para este tipo de processo. O mercúrio é isolado imediatamente, retido em estado sólido no filtro de carvão ativado. Esse processo consiste em capturar todo o vapor de mercúrio através do filtro de carvão ativado que fica em compartimento lacrado (RECILUX, 2013).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

Para a realização da pesquisa foi escolhido o município de Não-Me-Toque, que fica localizado no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, na microrregião do Alto Jacuí, possuindo uma população de 15.936 habitantes, sendo 13.966 residentes na área urbana e 1.970 na área rural, com área de 361,671 km² (IBGE, 2013). O município apresenta as seguintes confrontações: ao Norte Carazinho, ao Sul Lagoa dos Três Cantos, a Leste Santo Antônio do Planalto e a oeste Colorado. Situa-se na latitude 28°27'33" Sul e longitude 52°49'15" Oeste, a uma altitude de 514 metros (figura 4).



Figura 4 – Localização do município de Não-Me-Toque no RS

Fonte: NÃO-ME-TOQUE (2013)

Segundo dados da Prefeitura Municipal, o município apresenta urbanização de 87,64%, sendo constituído por 16 bairros, um distrito e 17 comunidades situadas na zona rural, possuindo 7.459 domicílios cadastrados na prefeitura municipal. Verifica-se uma forte migração da população rural para a área urbana, representando aumento nos serviços públicos e demandas associadas (figura 5).

Os bairros que compõe o município de Não-Me-Toque são Centro, Arlindo Hermes, Boa Vista, Cohab, Industrial, Ióris, Ipiranga, Jardim, Martini, Santo Antônio, Solano, Stara, Vargas, Viau, Vila Nova e São João. O único distrito situa-se na localidade de São José do Centro. As dezessete localidades do interior são formadas por São José do Centro, Arroio Bonito, Bom Sucesso, Posse São Miguel,

Linha Gramado, São João do Gramado, Linha São Paulo, Mantiqueira, Invernadinha, Linha Götz, Colônia Saudades, Rincão Doce, Colônia Vargas, Costa do Colorado, Cachoeirinha, São Roque e Vila Conceição.

População	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
População total	13.209	100,00	14.413	100,00	15.936	100,00
Homens	6.459	48,90	7.072	49,07	7.855	49,29
Mulheres	6.750	51,10	7.341	50,93	8.081	50,71
Urbana	10.093	76,41	11.794	81,83	13.966	87,64
Rural	3.116	23,59	2.619	18,17	1.970	12,36
Taxa de Urbanização	-	76,41	-	81,83	-	87,64

Figura 5 – Comparativo populacional municipal e taxa de urbanização

Fonte: NÃO-ME-TOQUE (2013)

A economia se apresenta diversificada, sendo composta por 84 estabelecimentos industriais, 34 estabelecimentos comerciais e 654 prestadores de serviços. A matriz tributária é composta pela indústria com 61,45% de participação, comércio com 16,94%, agropecuária com 16,85% e serviços com 4,73% (NÃO-ME-TOQUE, 2013).

O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de 38.492,71 reais. Na figura 6 é apresentado o valor adicionado do PIB (IBGE, 2010).

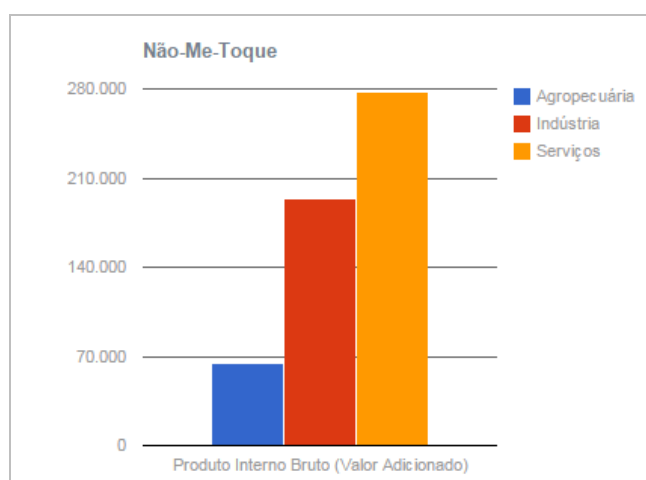


Figura 6 – Produto Interno Bruto – Valor Adicionado

Fonte: IBGE (2010)

Segundo dados do IBGE (2010) o município possui Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,765, estando situado na faixa de Desenvolvimento Humano Municipal Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o IDHM é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O IDHM ajusta o IDH para a realidade dos municípios e reflete as especificidades e desafios regionais (PNUD, 2014).

3.2 Levantamento dos dados

Foram analisados os consumidores, comerciantes, distribuidores, importadores, fabricantes e empresas recicladoras de lâmpadas fluorescentes, através de pesquisa nos sites das empresas, entrevistas e aplicação de questionários (apêndices A, B e C). Também foram consideradas informações obtidas junto à prefeitura municipal. Dessa forma objetivou-se conhecer as estratégias utilizadas para a adequação à logística reversa e à PNRS.

Para obter informações relativas ao consumo e descarte de lâmpadas fluorescentes e também sobre o conhecimento da logística reversa pela população foram aplicados questionários constituídos de questões abertas, no qual é possível informar qualquer resposta possível e questões fechadas, compostas de alternativas de múltipla escolha. Segundo Oliveira (2007), a vantagem da utilização de questões abertas está no fato do informante ter liberdade para formular suas respostas.

Os questionários objetivaram identificar aspectos socioeconômicos, como endereço, renda familiar mensal, nível de escolaridade, gênero, idade e ocupação, bem como analisar o perfil do consumidor de lâmpadas fluorescentes, ou seja, identificar o tipo e a marca de lâmpadas utilizadas, os locais de compra, a quantidade consumida e o destino dado às lâmpadas fluorescentes após o consumo. Também objetivaram identificar o nível de conhecimento do consumidor quanto aos locais apropriados para o seu descarte, à logística reversa, a PNRS, quanto às informações das embalagens, pontos de coleta e os impactos ambientais causados por esses resíduos e seus elementos constituintes. Os questionários relativos aos consumidores foram separados em:

a) Questionário consumidor – categoria pessoa física: definidos como os consumidores que utilizam as lâmpadas fluorescentes em suas residências. Estes questionários foram aplicados na zona urbana e zona rural.

b) Questionário consumidor – categoria pessoa jurídica: definidos como os estabelecimentos comerciais, as indústrias e entidades governamentais. Estes questionários foram aplicados no centro urbano da cidade, região que apresenta a maior concentração de estabelecimentos comerciais e de serviços.

O questionário objetivou analisar o perfil do comerciante, identificar se há ponto de recolhimento instalado no estabelecimento, identificar o destino dado às lâmpadas fluorescentes utilizadas e/ou coletadas e analisar a logística reversa como um todo.

Foram pesquisados os fabricantes de marcas comercializadas no município, através da análise das embalagens, entrevistas, contato via e-mail e telefone e pesquisa no site das empresas. Foram consideradas as informações obtidas dos consumidores, comerciantes e distribuidores. Essa fase objetivou coletar informações quanto às estratégias utilizadas pelas empresas para a aplicação da logística reversa, através de ações e repasse de informações aos distribuidores e comerciantes.

Para obter informações relativas à reciclagem de lâmpadas fluorescentes foram pesquisadas as empresas que atuam no município, buscando informações através de sites, visitas *in loco* e entrevistas. Objetivou-se entender o processo de reciclagem, as tecnologias utilizadas para a sua realização e descontaminação, os canais de distribuição dos subprodutos gerados no processo de reciclagem, os custos do processo e o relacionamento com fabricantes, distribuidores, comerciantes e consumidores.

3.3 Análise dos dados

A pesquisa a todos os atores sociais foi efetuada de novembro de 2013 a dezembro de 2014. Os questionários consumidores pessoa jurídica foram aplicados de 06 a 25 de novembro de 2013, enquanto que os questionários consumidores pessoa física, de 14 de maio a 07 de junho de 2014.

O tratamento dos dados consistiu da análise estatística descritiva dos dados, que é representada pela distribuição da frequência e representação gráfica destes

dados, através do *Excel*. Os resultados foram descritos e analisados confrontando com as referências consultadas.

3.4 Modelo para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes

Foi proposto um modelo para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes no município de Não-Me-Toque, com base nas informações obtidas no levantamento de dados sobre os consumidores, comerciantes, distribuidores, importadores, fabricantes e empresas recicladoras. Também foram consideradas as ações relacionadas à gestão e gerenciamento de lâmpadas fluorescentes realizadas pelo poder público municipal.

Para a formulação do modelo foi considerado a proposta de acordo setorial estabelecida para o sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes, realizado entre o Ministério do Meio Ambiente, empresas e entidades representantes do setor de iluminação brasileiro. Os signatários do acordo setorial são descritos no anexo 2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumidores de lâmpadas fluorescentes (pessoa física)

Foram entregues 990 questionários em 11 escolas localizadas na zona urbana e rural do município, para serem respondidos pelos pais dos alunos. Do total de questionários entregues, tiveram retorno 726, dessa forma foi possível obter informações de 9,7% dos domicílios localizados no município, abrangendo quase todos os bairros e localidades da zona rural. Do total de questionários que retornaram foram considerados para análise dos dados apenas aqueles que utilizam lâmpadas fluorescentes na residência, totalizando 629 questionários válidos.

4.1.1 Perfil dos consumidores

As figuras 7 a 11 apresentam os resultados obtidos em relação ao perfil dos consumidores de lâmpadas fluorescentes que responderam os questionários. Os resultados obtidos demonstram que a maioria dos entrevistados mora na zona urbana do município (figura 7), sendo que 87% utilizam lâmpadas fluorescentes na sua residência.

Foram obtidos resultados de 15 bairros e 25 comunidades situadas na zona rural do município. Dentre as comunidades rurais citadas, algumas são designações locais, entretanto não reconhecidas oficialmente como localidades.

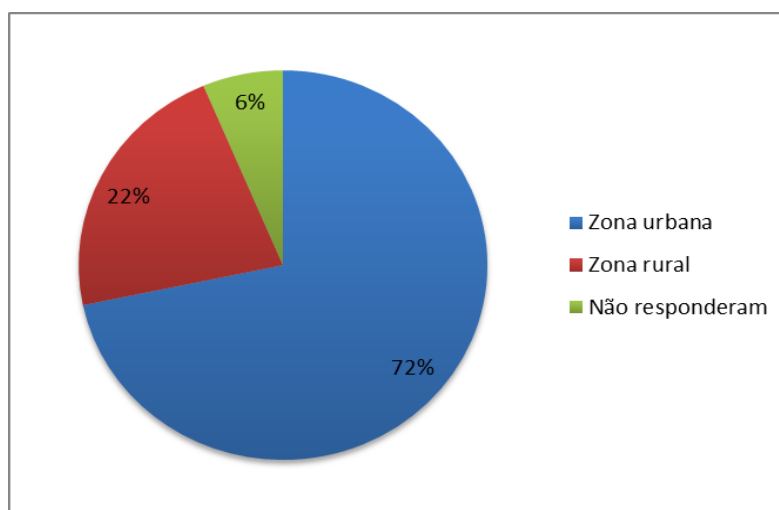


Figura 7 – Endereço dos consumidores pessoa física

A maioria dos questionários foi respondida por pessoas do gênero feminino (figura 8). Os consumidores que responderam aos questionários possuem na sua maior parte ensino médio completo e ensino fundamental incompleto (figura 9).

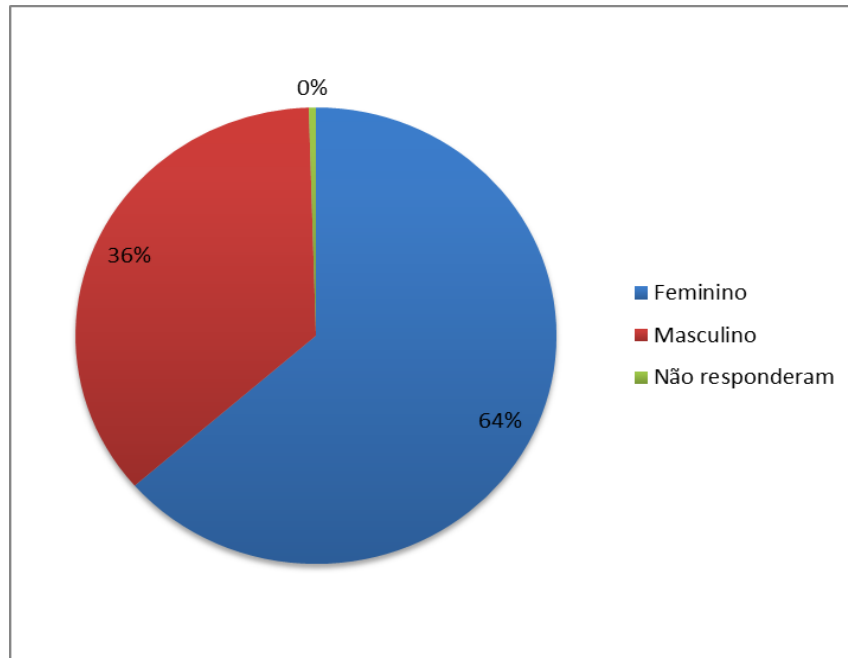


Figura 8 – Gênero dos consumidores pessoa física

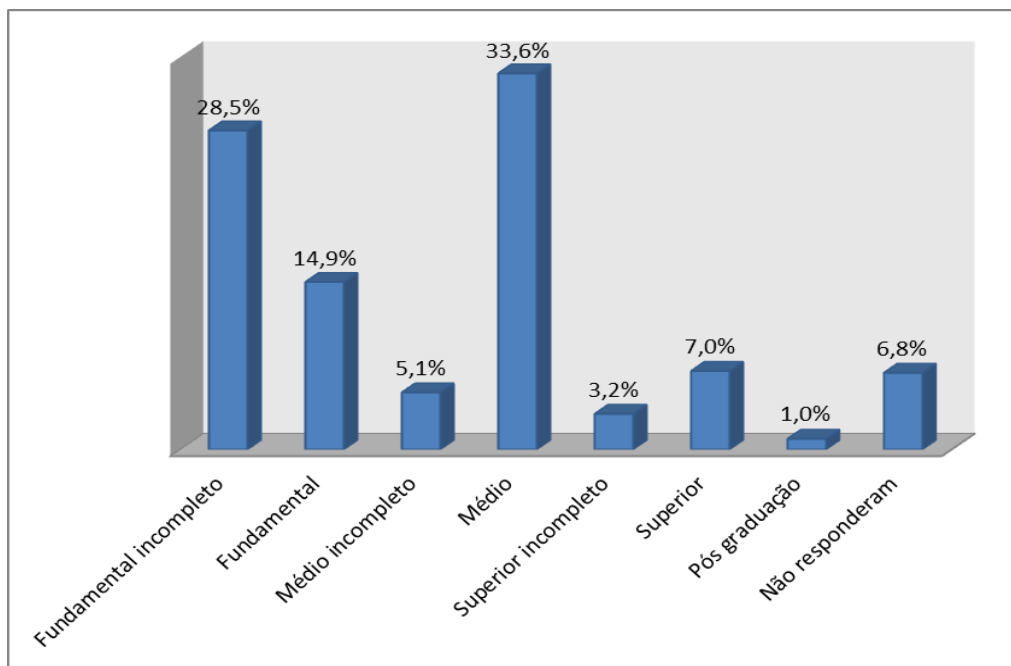


Figura 9 – Nível de escolaridade dos consumidores pessoa física

A renda familiar mensal dos consumidores foi de até dois salários mínimos sendo que a maioria (28%) não respondeu esse questionamento (figura 10). Segundo Campos (2012) a renda familiar influencia nos hábitos de consumo e conseqüentemente na geração de resíduos sólidos pela população. Outro fator que interfere na geração de resíduos é o crescimento do PIB.

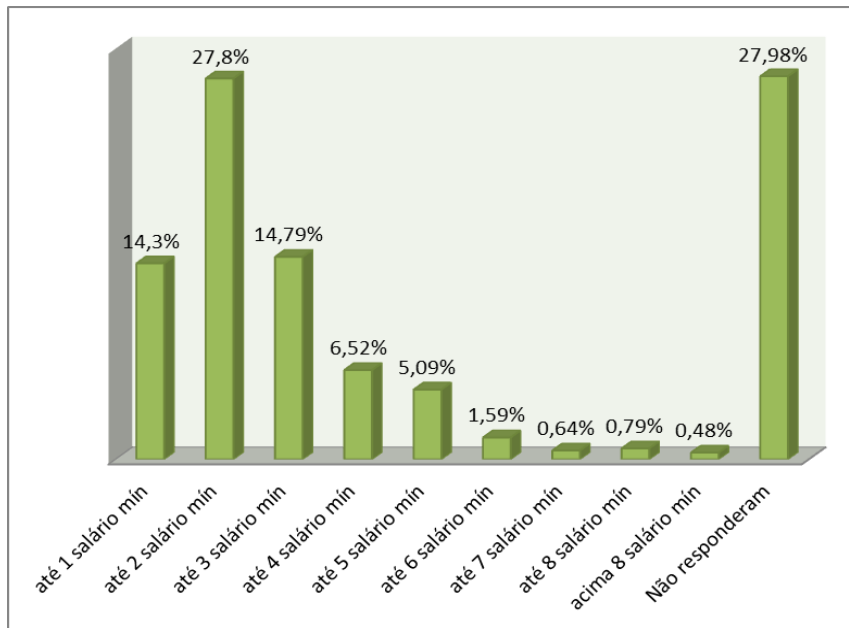


Figura 10 – Renda familiar mensal dos consumidores pessoa física

A maioria dos consumidores pesquisados atua na prestação de serviços e na indústria (figura 11). O ramo industrial está em ascensão no município, em função da indústria de máquinas e implementos agrícolas, o que tem aumentando o número de pessoas que procuram a cidade em busca de emprego, acarretando aumento na quantidade de resíduos gerados ao longo dos últimos anos.

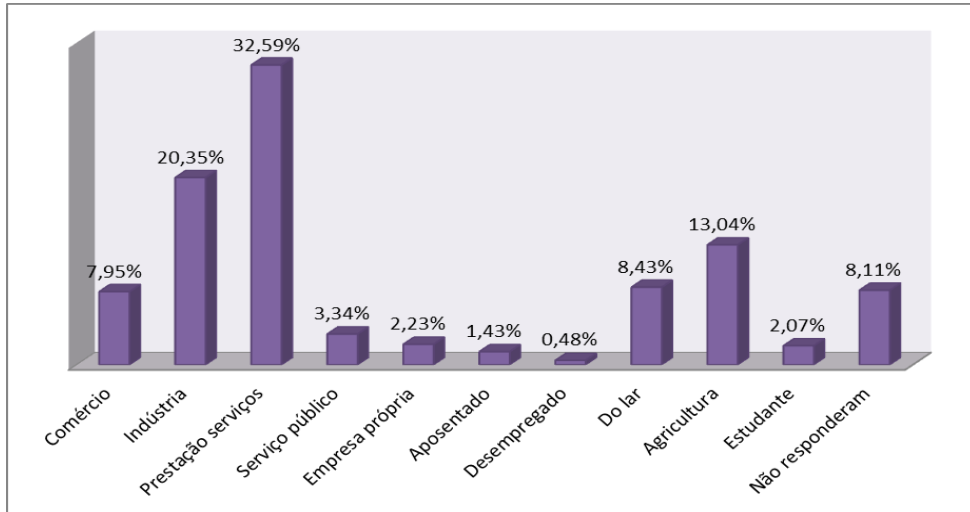


Figura 11 – Área de atuação dos consumidores pessoa física

4.1.2 Comportamento dos consumidores

Foram citados 14 locais de compras de lâmpadas fluorescentes, sendo que 76,3% dos consumidores informaram que adquirem em mercados ou supermercados, enquanto que 15,6% compram nas lojas do comércio local. Dessa forma, a instalação de pontos de coleta deve levar em consideração a importância estratégica da rede de mercados e supermercados para a viabilização do sistema de logística reversa.

A figura 12 apresenta os tipos de lâmpadas utilizadas pelos consumidores. A maioria da população utiliza a lâmpada compacta, sendo esse um resultado já esperado, pois esse tipo de lâmpada é mais acessível economicamente e está disponível em toda a rede de supermercados, ao contrário da lâmpada tubular, que é vendida apenas em algumas lojas do comércio.

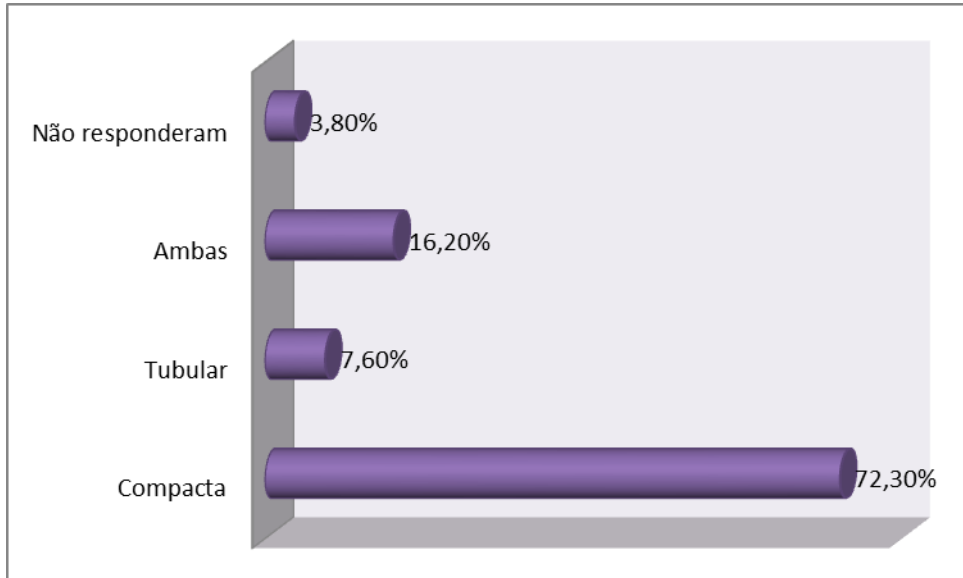


Figura 12 – Tipos de lâmpadas utilizadas pelos consumidores pessoa física

São utilizadas 16 marcas de lâmpadas fluorescentes (figura 13), sendo a FLC a mais utilizada, com 19,6%. Com essa informação foi possível identificar quais os fabricantes e importadores que possuem relação com o que é consumido no município e também verificar se há alguma ação para implantação da logística reversa por parte dessas empresas.

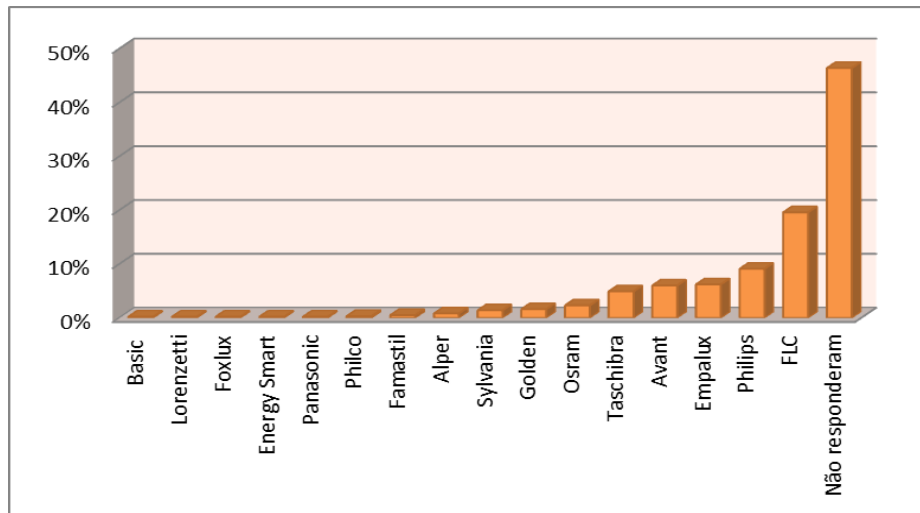


Figura 13 – Marcas de lâmpadas fluorescentes utilizadas pelos consumidores pessoa física

Sobre o descarte das lâmpadas fluorescentes usadas ou queimadas, os resultados demonstram que a porcentagem da população que realiza o descarte

junto ao RSU é semelhante a que devolve aos estabelecimentos onde foram compradas (figura 14). Isso indica que há iniciativas de recolhimento por parte dos estabelecimentos comerciais, sendo esse um resultado positivo em relação à logística reversa e o atendimento à PNRS.

Esse resultado difere do que foi observado por Laruccia et al. (2011). Em seu estudo, a maior parte da população descarta as lâmpadas fluorescentes junto ao RSU, considerando ser este o local mais adequado. Segundo o autor, isso ocorre pois a população desconhece a possibilidade de reciclagem desses resíduos e não tem encontrado alternativas para a sua disposição adequada.

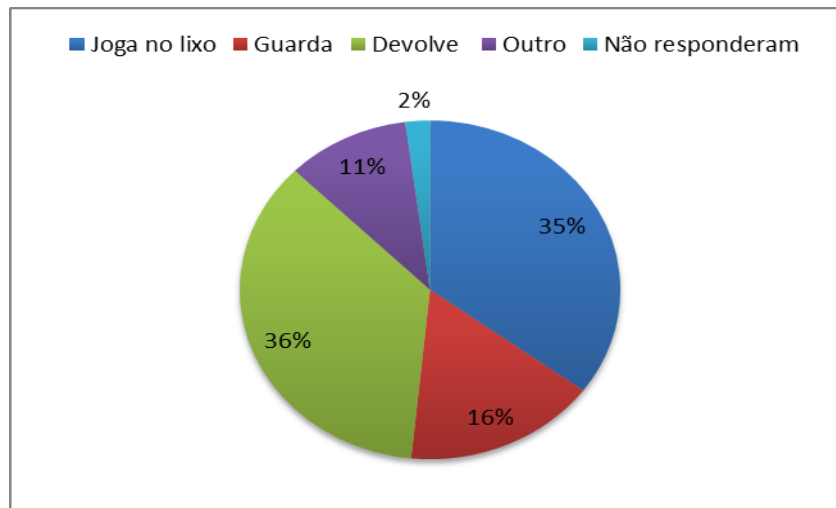


Figura 14 – Locais de descarte das lâmpadas fluorescentes

A tabela 5 apresenta resultados sobre as atitudes e a conscientização dos consumidores em relação ao uso e descarte de lâmpadas florescentes. Apesar de atualmente a população realizar a logística reversa, mais da metade dos consumidores já descartou lâmpadas fluorescentes junto ao RSU, entretanto quase 80% do total de consumidores pesquisados sabe que essa prática é incorreta.

Tabela 5 – Resultados sobre o conhecimento e comportamento dos consumidores em relação às lâmpadas fluorescentes

Questionamento	Sim	Não	¹ NR
Alguma vez você já colocou lâmpadas fluorescentes junto ao resíduo doméstico?	51,7%	47,7%	0,6%

¹ NR = Não responderam

Questionamento	Sim	Não	¹NR
Você sabia que é incorreto descartar lâmpadas fluorescentes junto ao resíduo doméstico?	78,7%	20,7%	0,6%
Alguma vez você já descartou lâmpadas fluorescentes no meio ambiente?	8,4%	90,1%	1,4%
Você conhece o impacto ambiental causado pelo descarte incorreto de lâmpadas fluorescentes no meio ambiente?	59,8%	38,3%	1,9%
Você sabia que lâmpadas fluorescentes contêm mercúrio?	78,4%	20,7%	1%
Você conhece os males causados pelo mercúrio?	52,1%	47,1%	0,8%
Você sabia que as lâmpadas fluorescentes podem ser recicladas?	39,3%	59%	1,7%
Você conhece algum ponto de coleta de lâmpadas fluorescentes?	39,7%	58,7%	1,6%
Você estaria disposto a encaminhar todas as suas lâmpadas fluorescentes para um ponto de coleta?	97,3%	1,9%	0,8%

Alguns consumidores informaram que descartaram lâmpadas fluorescentes no meio ambiente. Os locais citados foram as áreas florestais, terrenos baldios, solo, recursos hídricos e fossas. Também ocorre a prática de enterrar ou queimar as lâmpadas.

De acordo com o IBGE (2011) a dificuldade e o alto custo da coleta dos resíduos sólidos tornam a opção de queimá-lo a mais adotada pelos moradores de áreas rurais brasileiras, em torno de 58,1%. A solução de jogar os resíduos em terreno baldio é adotada por 9,1% dos moradores brasileiros.

A população demonstrou ter certo conhecimento quanto ao impacto ambiental causado pelo descarte de lâmpadas fluorescentes. Entretanto, ainda é necessário realizar campanhas de esclarecimento quanto aos efeitos do mercúrio no meio ambiente em função da sua toxicidade aos organismos.

A maioria da população ainda não sabe que as lâmpadas fluorescentes são passíveis de reciclagem, resultado semelhante ao encontrado por Laruccia et al. (2011). Talvez por isso ainda descartem esses resíduos inadequadamente.

Quase 40% da população conhece pontos de coleta, coincidindo com a porcentagem de consumidores que realizam a logística reversa (36%). Dessa forma, o aumento das campanhas de educação ambiental, de forma a tornar os pontos de coleta mais conhecidos ou percebidos pela população, pode aumentar a quantidade de lâmpadas recolhidas.

Quase a totalidade da população informa que encaminharia as lâmpadas descartadas para pontos de coleta. Sendo esse um resultado importante para o aprimoramento da gestão desses resíduos.

Na figura 15 é apresentada a porcentagem de consumidores que informaram que a embalagem de lâmpadas fluorescentes contém informações sobre destinação correta das lâmpadas usadas, em relação aos que dizem que não. Nesse questionamento 19% dos consumidores não responderam, o que pode indicar falta de interesse dos consumidores em verificar as informações contidas nas embalagens dos produtos.

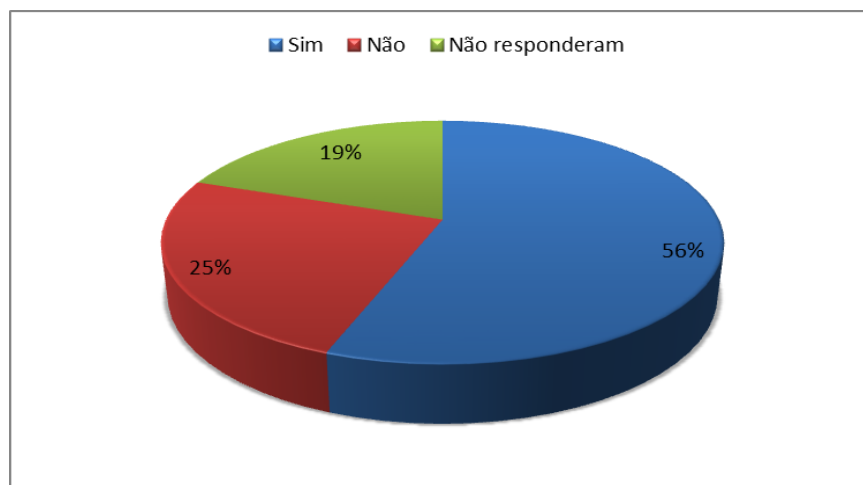


Figura 15 – Resultado sobre conhecimento dos consumidores em relação às embalagens das lâmpadas fluorescentes

Para 42% dos consumidores o local onde compram lâmpadas fluorescentes faz o recolhimento delas após o uso (figura16). Entretanto, 20% não responderam, demonstrando desconhecimento quanto a esse questionamento.

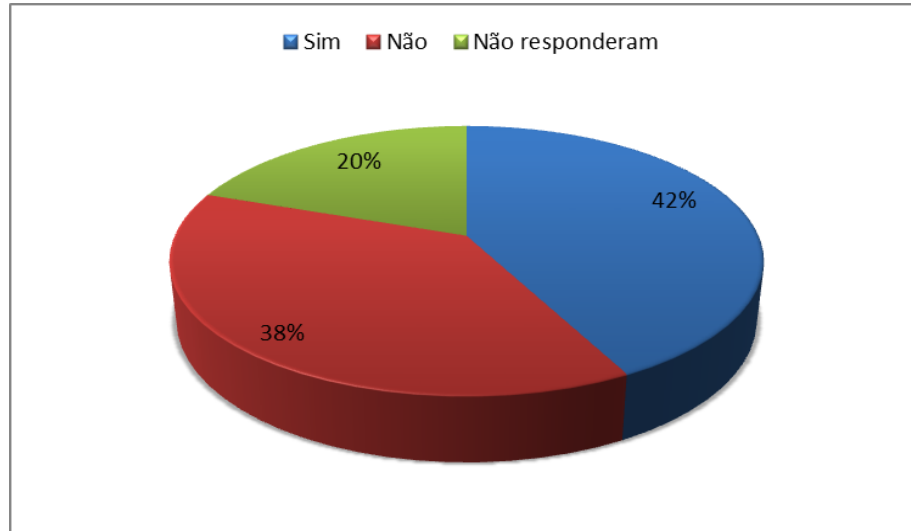


Figura 16 – Resultado sobre o conhecimento dos consumidores em relação à coleta de lâmpadas fluorescentes

A maioria dos consumidores não recebeu informações adequadas de como proceder quanto ao destino correto de lâmpadas fluorescentes (figura 17). Esse resultado demonstra possível falha nas políticas de educação ambiental e esclarecimento da população.

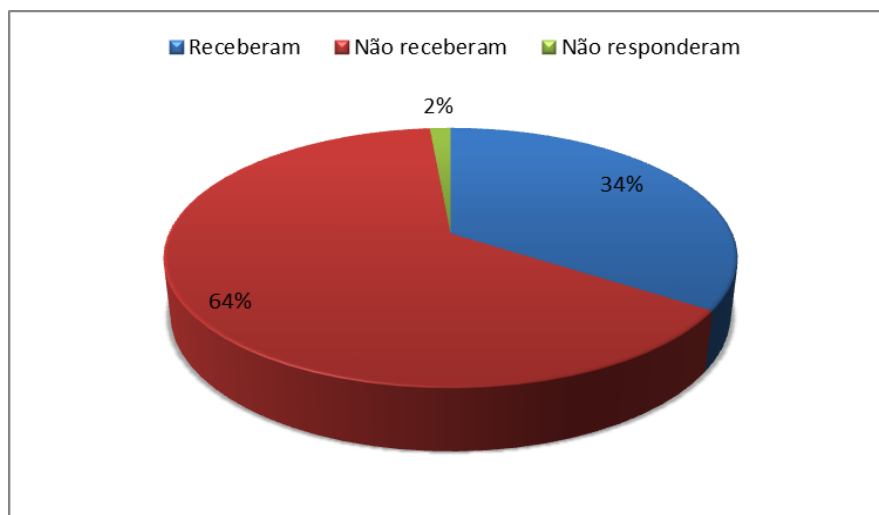


Figura 17 – Resultado sobre informações dos consumidores em relação ao destino correto das lâmpadas fluorescentes

A maior parte dos consumidores informou não saber o que significa a logística reversa (figura 18) e a PNRS (figura 19), refletindo a falta de esclarecimentos à população. De acordo com a Lei Estadual 11.019/1997, o Estado

do Rio Grande do Sul deve promover campanhas educacionais de esclarecimentos sobre os riscos à saúde e ao meio ambiente das lâmpadas fluorescentes, visando à separação e a destinação adequada.



Figura 18 – Resultado sobre conhecimento dos consumidores em relação ao conceito de logística reversa

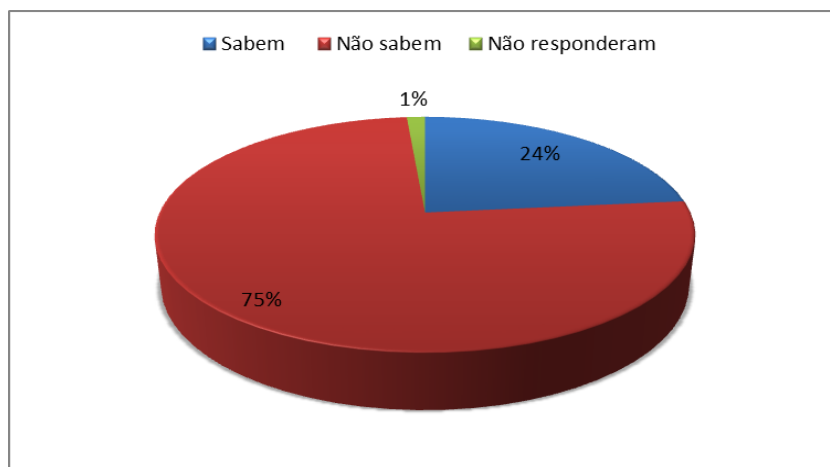


Figura 19 – Resultado do conhecimento dos consumidores em relação à PNRS

4.2 Consumidores de lâmpadas fluorescentes (pessoa jurídica)

4.2.1 Questionários

Foram aplicados questionários para 48 empresas localizadas no centro urbano do município. Essas empresas foram escolhidas de forma aleatória, sendo indústrias, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços.

Foi possível constatar que 98% das empresas pesquisadas utilizam lâmpadas fluorescentes, sendo que a maioria utiliza lâmpadas tubulares (figura 20). As marcas utilizadas são Sylvania, Empalux, Philips, Osram, Taschibra, Avant e FLC.

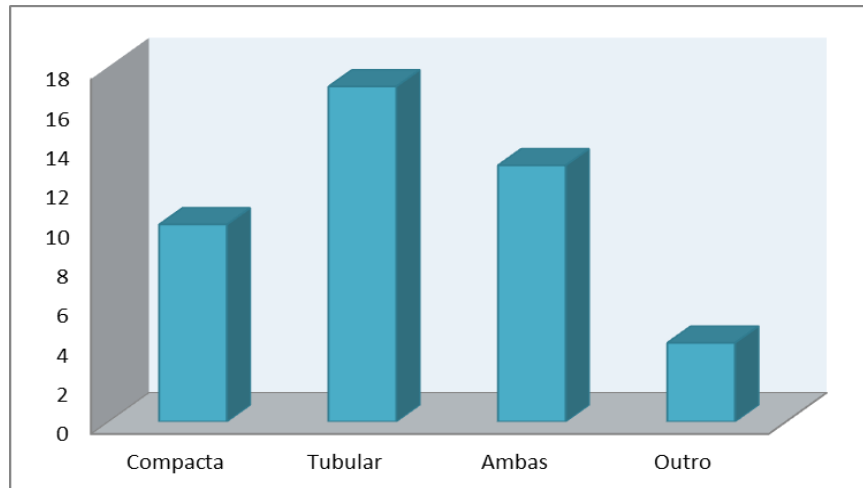


Figura 20 – Tipos de lâmpadas fluorescentes utilizadas

A maioria das empresas são pequenos geradores de resíduos de lâmpadas fluorescentes (figura 21). A geração mensal de lâmpadas fica na faixa de 15 unidades por empresa.

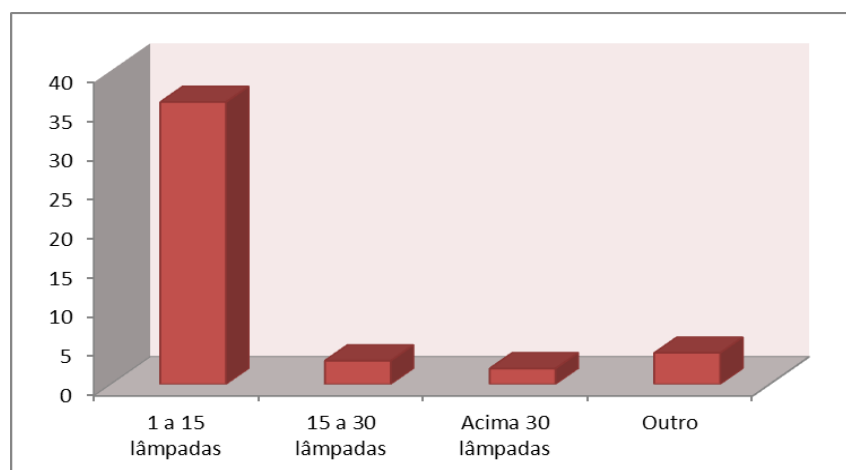


Figura 21 – Geração mensal de lâmpadas fluorescentes

Quanto à legislação, a maior parte dos entrevistados, ou seja, 85% dizem não saber o que significa a logística reversa e 66% desconhecem a PNRS. Apesar disso, os consumidores quando questionados sobre qual deveria ser o destino correto das

lâmpadas fluorescentes informam que as mesmas deveriam ser entregues nos estabelecimentos onde foram compradas.

Apenas 10% das empresas informam que atualmente o principal destino das suas lâmpadas fluorescentes usadas é junto ao RSU, sendo que o restante entrega em postos de recolhimento e a maioria afirma devolver no local onde foram compradas (figura 22). Dessa forma é possível observar que existem iniciativas de adequação com relação ao que preconiza a lei, tanto por parte do poder público, quanto dos consumidores e comerciantes de lâmpadas fluorescentes. Por fim, 95% dos entrevistados sabe que é incorreto descartar lâmpadas fluorescentes junto ao RSU, entretanto algumas empresas informam que em algum momento já descartaram lâmpadas fluorescentes nesse local (figura 23).

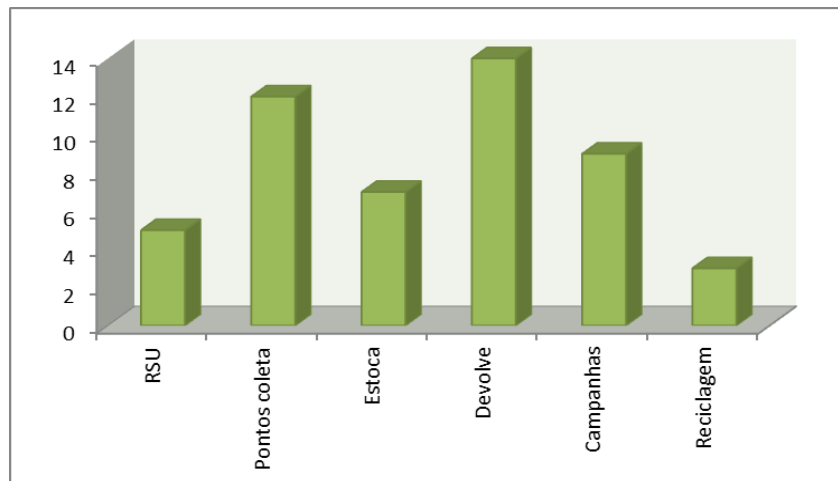


Figura 22 – Destino das lâmpadas fluorescentes pós-consumo

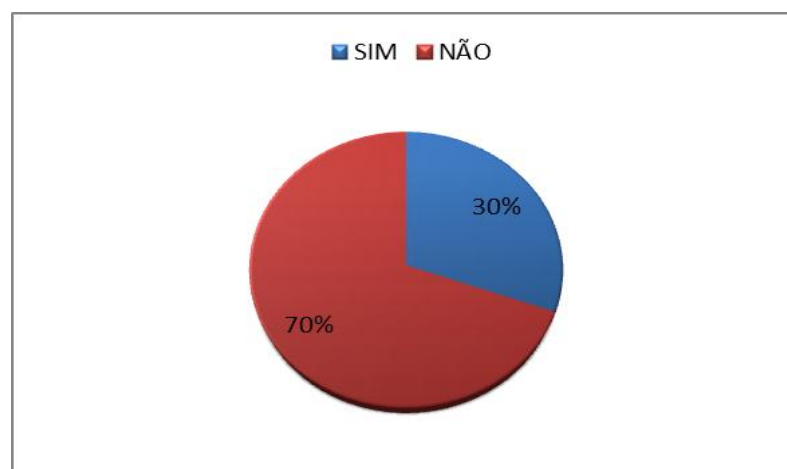


Figura 23 – Porcentagem de consumidores que descartaram lâmpadas junto ao RSU

Quase a totalidade das empresas pesquisadas, ou seja, 85%, afirma nunca ter visto nenhuma informação sobre o destino correto de lâmpadas nas embalagens das mesmas. Esse resultado indica falta de iniciativa por parte do setor fabricante de lâmpadas fluorescentes na tentativa de esclarecer a população quanto aos riscos na manipulação das mesmas, a presença de metais pesados e em relação aos problemas ambientais gerados pelo descarte inadequado. Apesar disso, 83% dos entrevistados afirmam estarem dispostos a encaminhar todas as suas lâmpadas fluorescentes usadas para pontos de coleta ou recolhimento.

Apesar dos resultados positivos em relação aos questionários, em vistorias realizadas no município foi possível observar que a população ainda descarta as lâmpadas fluorescentes junto ao RSU (figura 24). Dessa forma, através dos resultados obtidos com a aplicação dos questionários foi constatado que há iniciativas de adequação à logística reversa por parte dos consumidores, aliadas as ações dos comerciantes de lâmpadas fluorescentes, contudo as empresas fabricantes, os importadores e os distribuidores destes produtos não efetuam o recolhimento das mesmas e também não realizam ações de esclarecimento à população.



Figura 24 – Lâmpadas fluorescentes tubulares descartadas junto ao RSU

Fonte: Da Autora (2014)

4.2.2 Dados da prefeitura municipal

No licenciamento de impacto local é exigido pelo órgão ambiental municipal, como condicionante na licença ambiental, que a empresa declare o destino dos resíduos gerados, através de planilhas que devem ser entregues trimestralmente pela empresa. Com base nas planilhas arquivadas no Departamento Municipal de Meio Ambiente também foi possível obter dados quanto à geração e o destino de lâmpadas fluorescentes (tabela 6).

Tabela 6 – Geração de resíduos de lâmpadas na indústria local

Indústria	Período	Geração	Destino
01	III trimestre/2011	06 unidades	Fundação PROAMB (Bento Gonçalves/RS)
02	III trimestre/2012	10 unidades	UTRESA (Estância Velha/RS)
03	I e II trimestre/2012	02 unidades	Armazenadas na empresa
04	III trimestre/2011	03 unidades	Fundação PROAMB (Bento Gonçalves/RS)
05	I trimestre/2012	01 unidade	Armazenadas na empresa

4.3 Comerciantes de lâmpadas fluorescentes

Para obter informações relativas à revenda de lâmpadas fluorescentes foram aplicados questionários para onze comerciantes, localizados no município. A partir dos questionários foi possível constatar que existem iniciativas de logística reversa por parte desse setor através do recolhimento das lâmpadas pós-consumo. Foi observado que os comerciantes recolhem as lâmpadas fluorescentes usadas, sendo de qualquer marca e outros recolhem apenas as marcas vendidas na loja. Apenas dois locais afirmaram não realizar o recolhimento das lâmpadas fluorescentes pós-consumo.

Em torno de 1750 lâmpadas fluorescentes são vendidas mensalmente pelos comerciantes pesquisados, enquanto que no mesmo período apenas 355 foram recolhidas (figura 25). Os consumidores estão cada vez mais substituindo as lâmpadas incandescentes pelas fluorescentes.

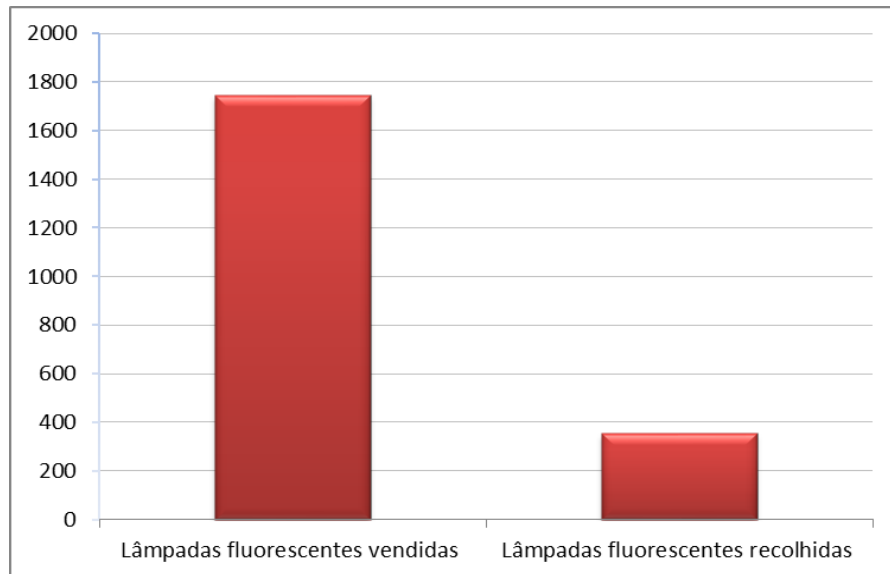


Figura 25 – Comparação entre o número de lâmpadas fluorescentes que são comercializadas em relação às recolhidas mensalmente

As figuras 26 e 27 apresentam a disposição e a forma de acondicionamento dada às lâmpadas fluorescentes que são recolhidas pelos comerciantes. As lâmpadas são acondicionadas sem proteção, em caixas de papelão, ou tambores não tamponados, próximas ao solo. Esse tipo de acondicionamento torna esses resíduos vulneráveis, podendo acarretar acidentes através do rompimento do tubo de vidro da lâmpada e a liberação de mercúrio na atmosfera.



Figura 26 – Acondicionamento de lâmpadas fluorescentes recolhidas pelos comerciantes: a) comerciante 01; b) comerciante 02 e c) comerciante 03

Fonte: Da Autora (2014)

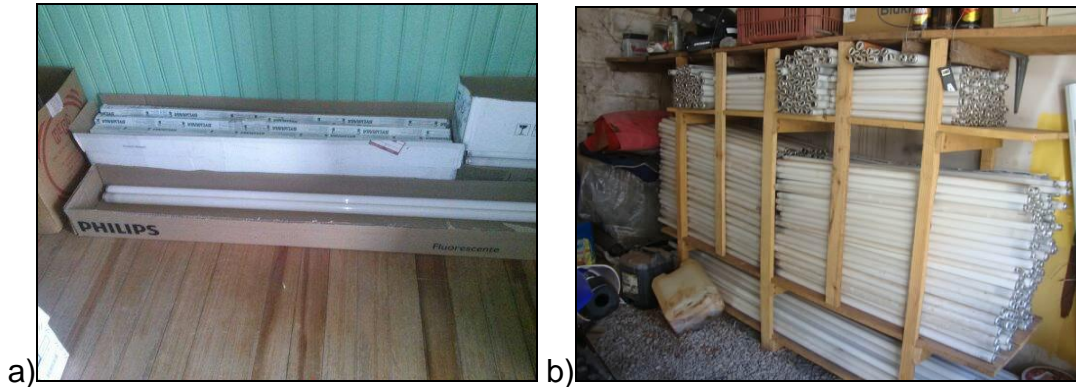


Figura 27 – Acondicionamento de lâmpadas fluorescentes tubulares recolhidas pelos comerciantes: a) comerciante 02 e b) comerciante 05

Fonte: Da Autora (2014)

Dessa forma o armazenamento desses resíduos não está de acordo com as normas vigentes, pois os resíduos sólidos perigosos deverão ser armazenados em área autorizada pelo órgão ambiental competente, de forma segura à espera da reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada. Os recipientes contendo os resíduos devem estar sempre fechados, exceto no momento da manipulação dos mesmos. Cada recipiente deve ser identificado quanto ao seu conteúdo, devendo resistir à manipulação, bem como às intempéries (ABNT, 2012).

O acondicionamento deve ser realizado em contêineres, tambores, tanques e/ou a granel, preferencialmente em áreas cobertas, bem ventiladas, sobre base de concreto ou outro material que impeça a lixiviação e percolação de substâncias para o solo e águas subterrâneas (ABNT, 1992). Assim, recomenda-se que as lâmpadas usadas sejam devolvidas envoltas na própria embalagem do produto, gerando mais segurança na sua manipulação e evitando o seu rompimento.

4.4 Distribuidores, importadores e fabricantes de lâmpadas fluorescentes

4.4.1 Embalagens

A partir dos resultados obtidos foram identificadas 16 marcas de lâmpadas fluorescentes comercializadas no município, entretanto foram encontradas no comércio local apenas 11 marcas citadas pelos consumidores. Todas as lâmpadas avaliadas foram fabricadas na China.

As embalagens das marcas avaliadas não possuem informações sobre logística reversa de pós-consumo, apenas a logística reversa de pós-venda para produtos avariados ou com defeito. Dessa forma, recomenda-se que seja criada uma simbologia indicativa a ser usada nas embalagens de todos os produtos sujeitos à logística reversa.

Em todas as embalagens consultadas o consumidor é informado sobre a presença de mercúrio metálico (Hg), e que a sua manipulação deverá ser realizada com cuidado. Também é informado ao consumidor que ele deve realizar o descarte adequado, porém na embalagem não está descrito que é considerado descarte adequado (Quadro 2). Assim, torna-se premente que essas informações constem de forma clara para o melhor entendimento do consumidor.

De acordo com a Lei Estadual 11.019/1997 os fabricantes de lâmpadas fluorescentes, bem como os representantes comerciais estabelecidos no Estado, serão responsabilizados pela adoção de mecanismos adequados de destinação e gestão ambiental de seus produtos descartados pelos consumidores. Nas embalagens deverão constar advertências aos consumidores sobre os riscos dos produtos, bem como a indicação das formas adequadas após o uso.

Marca	Tipo	Importador	Distribuidor
<i>Avant</i>	Compacta 15W	LPS Distribuidora de Materiais Elétricos Ltda	Mesmo importador
<i>Basic</i>	Compacta 18W	-GE Iluminação do Brasil Comércio de Lâmpadas - Sidmex Internacional Ltda	Mesmo importador
<i>Empalux</i>	Compacta 46W	Multi Mercantes Ltda	Não Informado
<i>Energy Smart</i>	Compacta 14W	GE Iluminação do Brasil Comércio de Lâmpadas	Mesmo importador
<i>Famastil</i>	Compacta 25W	Famastil Taurus Ferramentas SA	Mesmo importador
<i>FLC</i>	Compacta 9W	South Service Trading SA	Codime Comércio e Distribuição de Mercadorias
<i>Lorenzetti</i>	Compacta 25W	Lorenzetti S.A. Indústrias Brasileiras Eletrometalúrgicas	Mesmo importador
<i>Osram</i>	Compacta 15W	Osram do Brasil Lâmpadas Elétricas Ltda	Mesmo importador
<i>Philips</i>	Compacta 14W	Philips do Brasil Ltda	Mesmo importador

Marca	Tipo	Importador	Distribuidor
<i>Sylvania</i>	Compacta 25W	Havells Sylvania Brasil Iluminação Ltda	Mesmo importador
<i>Taschibra</i>	Compacta 32W	Proimport Brasil S/A	Não informado
<i>Taschibra</i>	Tubular 36W	Proimport Brasil S/A	Não informado

Marca	Informa sobre descarte adequado	Informa sobre LR²
<i>Avant</i>	Sim, mas não indica local adequado.	Não
<i>Basic</i>	Sim, mas não indica local adequado.	Não
<i>Empalux</i>	Sim, mas não indica local adequado.	Sim. Mas apenas LR pós-venda
<i>Energy Smart</i>	Sim, mas não indica local adequado.	Não
<i>Famastil</i>	Sim, mas não indica local adequado.	Não
<i>FLC</i>	Sim, mas não indica local adequado.	Não
<i>Lorenzetti</i>	Sim, mas não indica local adequado. Informa que em caso de quebra deve ser evitada a inalação e o contato com a pele.	Não
<i>Osram</i>	Sim. Informa que não deve ser disposto no resíduo doméstico através de simbologia indicativa.	Não
<i>Philips</i>	Sim. Informa que não deve ser disposto no resíduo doméstico através de simbologia indicativa. Informa que é um produto reciclável através de simbologia.	Não
<i>Sylvania</i>	Sim, mas não indica local adequado.	Sim. Mas apenas LR pós-venda
<i>Taschibra</i>	Sim, mas não indica local adequado.	Sim. Mas apenas LR pós-venda
<i>Taschibra</i>	Não	Não

Quadro 2 – Informações contidas nas embalagens das lâmpadas fluorescentes

4.4.2 Atuação das empresas distribuidoras, importadoras e fabricantes

Através das entrevistas realizadas com os comerciantes de lâmpadas fluorescentes, foi identificado apenas um distribuidor que realiza a coleta de lâmpadas fluorescentes no município, em um único local de venda. Esse distribuidor

² LR = Logística Reversa

realiza o pagamento do custo da reciclagem das lâmpadas recolhidas. Dessa forma, isso indica a existência de mecanismos incipientes de logística reversa por parte desse setor, mas que se apresenta insignificante em relação ao volume de resíduos de lâmpadas fluorescentes gerados no município.

Através das informações obtidas através de contato por e-mail e pesquisa nos sites, foi possível obter algumas informações sobre a atuação dos distribuidores, importadores e fabricantes de lâmpadas. Foram solicitadas às empresas que indicassem quais ações estavam sendo implantadas em relação à logística reversa.

A Havells Sylvania Brasil Iluminação informou estar trabalhando juntamente com a ABILUX, bem como outros fabricantes de lâmpadas, para elaboração de um serviço de recolhimento de lâmpadas usadas. Por enquanto, a empresa apenas indica empresas homologadas por órgãos ambientais, que realizam o recolhimento, a descontaminação e a reciclagem do vidro da lâmpada.

A Taschibra criou o Programa Destino Certo (PDC). Através desse programa as lâmpadas que chegam até a empresa são encaminhadas para a Apliquim Brasil Recycle. No ano de 2012 foram mais de 44 mil lâmpadas recebidas e recicladas.

A Avant possui um programa de logística reversa de lâmpadas fluorescentes. Através desse programa a empresa doou para o município de São Francisco do Conde/BA cerca de 100 urnas coletoras de lâmpadas queimadas para serem posteriormente destinadas à reciclagem (figura 28). Através desse programa a empresa espera coletar cerca de 5000 lâmpadas por ano.



Figura 28 – Urna coletora de lâmpadas fluorescentes

Fonte: AVANT (2013)

A Osram informou que como a legislação da PNRS não foi regulamentada, ainda não realiza a recolhimento das lâmpadas descartadas. A empresa sugere ao cliente enviar suas lâmpadas inservíveis para um reciclador de sua cidade ou região, caso não tenha o contato, tal informação deverá ser requisitada junto à prefeitura do município residente. O site não apresenta informações sobre a logística reversa, apenas informações disponíveis no idioma inglês sobre a análise do ciclo de vida da lâmpada, sobre a reciclagem e o destino adequado.

A Empalux informa sucintamente no seu site que recicla e faz o descarte correto das lâmpadas enviadas pelos clientes. Já a Philips criou o Programa “Ciclo Sustentável Philips” de logística reversa apenas para produtos eletroeletrônicos, eletrodomésticos, pilhas e baterias que levam a marca da empresa.

A Abilux informou ter atuado junto ao Ministério do Meio Ambiente para a implantação do acordo de Logística Reversa. A FLC, Famastil, Golden e Panasonic não possuem informações sobre logística reversa e descarte adequado no site, nem responderam os questionamentos enviados por e-mail.

De maneira geral, os fabricantes, distribuidores e importadores estão pouco adequados em relação à lei. As empresas apresentam apenas algumas iniciativas incipientes de logística reversa, não sendo repassadas informações ou orientações adequadas aos consumidores e comerciantes em relação à logística reversa. Além disso, as embalagens não apresentam informações em relação à logística reversa e o retorno dos produtos após o uso. Os programas criados pelas empresas precisam ser mais eficientes para atingir a população.

Acredita-se através dessa pesquisa que o consumidor de lâmpadas fluorescentes dificilmente irá acessar o site em busca de informações sobre o descarte desses resíduos. Grande parte dos consumidores que responderam os questionários são “donas de casa”, de forma que veículos de comunicação como o rádio, televisão e redes sociais poderão ser mais eficientes para atingir esse público.

4.5 Descaracterização e reciclagem de lâmpadas fluorescentes

Foram identificadas duas empresas atuantes na descaracterização e reciclagem de lâmpadas fluorescentes no município de Não-Me-Toque. Foram realizadas visitas *in loco* para a verificação das condições de trabalho e dos processos e procedimentos realizados pelas empresas.

A empresa A (figura 29) atua na descontaminação e reciclagem de lâmpadas fluorescentes com a recuperação de mercúrio. A sua unidade de descontaminação fica localizada no município de Indaial/SC. Processa cerca de oito milhões de lâmpadas fluorescentes por ano, abrangendo todas as regiões do Brasil.

Essa empresa recebe visitas do público externo duas vezes por semana. Alguns clientes realizam auditorias mensalmente para verificar a conformidade da documentação ambiental e do processo de reciclagem e descontaminação das lâmpadas.

A empresa recebe lâmpadas fluorescentes de diversos municípios do Rio Grande do Sul. Na tabela 7 é apresentada a quantidade de lâmpadas fluorescentes descartadas pelo município de Não-Me-Toque nessa empresa, entre 2012 e 2014.

Tabela 7 – Lâmpadas fluorescentes recicladas pela empresa A

Cliente	Lâmpadas fluorescentes recicladas
Setor privado de Não-Me-Toque	3.388 (Ano 2014)
Prefeitura de Não-Me-Toque	7.025 (Ano 2012)

A empresa realiza monitoramento semestral do solo, da água e do ar. O monitoramento do solo é feito através de quatro pontos instalados nos seus arredores. Também é realizado mensalmente o monitoramento do ar do ambiente para verificar se a quantidade de mercúrio está de acordo com os padrões estabelecidos. Além disso, é realizada análise ambiental mensal do vidro resultante do processo. A empresa também realiza o programa de monitoramento ambiental (PMA) que objetiva, de um modo geral, promover o controle ambiental na planta de descontaminação e reciclagem das lâmpadas.

As lâmpadas são separadas conforme o tipo (compactas, tubulares e halógenas) para diferentes processamentos. A desmercurização térmica e a destilação são realizadas somente na unidade de Paulínia, em São Paulo. Os produtos gerados pela descontaminação das lâmpadas são plástico, alumínio, latão, vidro, pó de fósforo e rejeito. O plástico é enviado para Paulínia/SP, o alumínio e o latão para empresas sucateiras de Indaial/SC, o vidro para Guarulhos/SP, o rejeito é encaminhado a aterro industrial (classe I e II) em Blumenau/SC e o pó de fósforo descontaminado vai para um aterro industrial.

No setor de recebimento e triagem das lâmpadas trabalham dois funcionários. A entrada nesse setor só é permitida com o uso de EPIs e uniformes que são trocados diariamente. No setor de produção trabalham nove funcionários e no administrativo trabalham sete, compreendendo os setores de recursos humanos, logística, gerência e meio ambiente. O setor de marketing fica localizado em Porto Alegre. Os principais clientes são da região Sul do Brasil.

Conforme apontamentos realizados pela empresa, uma das maiores dificuldades para a aplicação da logística reversa será a implantação de diversos pontos de recebimento e armazenamento de lâmpadas fluorescentes para os consumidores finais em todo Brasil, pois para a coleta e transporte de lâmpadas fluorescentes usadas são necessárias diversas licenças, normativas de segurança e controles ambientais que variam de estado para estado. Dessa forma, para que haja aplicabilidade da logística reversa é necessário que estas normas sejam padronizadas e uniformes, com as mesmas responsabilidades técnicas e ambientais para todo o país.

Uma das preocupações destacadas pela empresa é que com a melhora da tecnologia das lâmpadas LED, e o provável aumento no seu consumo é possível que o mercado esteja favorável num prazo de até dez anos e a partir disso se espera uma queda nesse mercado, dessa forma a empresa deverá buscar outras formas de se manter nesse ramo. Por fim, a empresa A demonstrou transparência nas suas ações desenvolvidas, em busca do melhoramento contínuo e uma preocupação com a saúde dos trabalhadores e a segurança ambiental.

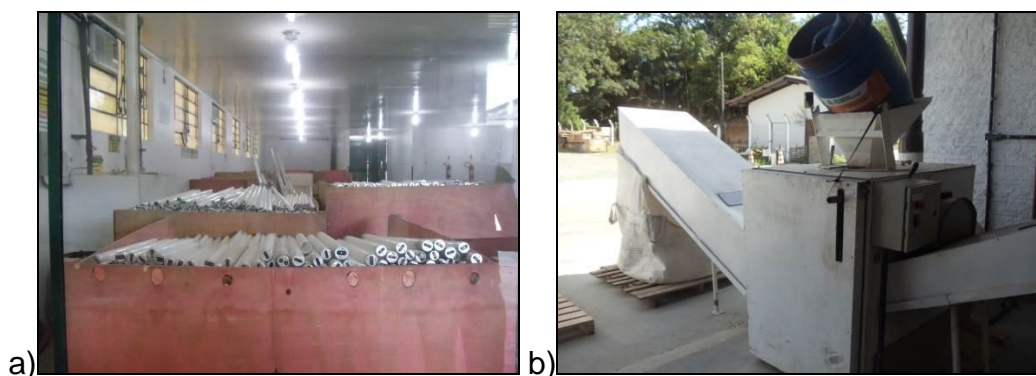


Figura 29 – Empresa A: a) Armazenamento das lâmpadas fluorescentes e b) Processamento de terminais (Batedeira)

Fonte: Da Autora (2014)

A empresa B (figura 30) possui uma unidade de descaracterização de lâmpadas fluorescentes localizada no município de Sombrio/SC, entretanto o setor administrativo fica localizado em Caxias do Sul/RS, atuando em conjunto com o Instituto Estadual de Proteção ao Meio Ambiente (IEPRAM). Essa empresa teve o início das atividades no ano de 2007.

O processo de recebimento e descaracterização das lâmpadas fluorescentes passa pelas seguintes etapas:

- a) Recebimento: as lâmpadas são recebidas e ficam armazenadas dentro da empresa;
- b) Transporte e processamento: As lâmpadas são transportadas até outro compartimento onde é realizada a trituração. A máquina trituradora possui um tubo de plástico pelo qual são depositadas as lâmpadas fluorescentes. O vapor que sai das lâmpadas é sugado para um filtro de carvão ativado, que é substituído a cada dois anos;
- c) Destinação final: O vidro resultante do processo é encaminhado para a indústria de cerâmica catarinense. O alumínio obtido após processamento é encaminhado para um aterro de resíduos industriais e o mercúrio é adsorvido pelo filtro de carvão ativado.

A sala possui exaustores para recolhimento da poeira ou de resíduos que ficam no ar. Os exaustores possuem conexão com outro filtro de carvão ativado localizado do lado de fora da sala de trituração. Esses filtros possuem durabilidade de mais ou menos 10 anos.



Figura 30 – Imagens da empresa B a) Fachada; b) Hall de entrada

Fonte: Da Autora (2014)

Essa empresa possui três funcionários atuando diretamente com as lâmpadas, sendo um que atua no recebimento, outro no setor de processamento e o último como auxiliar de serviços gerais. Todos os funcionários durante o horário de expediente devem utilizar EPIs e uniformes que são descartados diariamente.

A unidade recebe constantes visitas de órgãos fiscalizadores para verificação de suas instalações, como o órgão ambiental estadual, o ministério público estadual, o ministério público municipal, delegacias de polícia, etc. Além disso, a empresa informa que se instalou no município de Sombrio, pois é a cidade de Santa Catarina mais próxima do instituto que gerencia a empresa, localizado em Caxias do Sul, e relata também ter adotado essa estratégia logística, por não ter obtido licenciamento ambiental no estado do Rio Grande do Sul.

O preço mínimo cobrado por essa empresa para a descaracterização de uma unidade de lâmpada fluorescente é de R\$ 0,69. Na tabela 8 é apresentado um comparativo entre as duas empresas visitadas.

Tabela 8 – Comparativo entre as empresas

Empresa	Lâmpadas processadas/mês	Estoque
Empresa A	250.000 unidades	Não informaram
Empresa B	240.000 unidades	35.000 unidades

4.6 Logística para a descaracterização, descontaminação e reciclagem

Para que sejam encaminhadas as lâmpadas fluorescentes para o destino final são percorridas as distâncias de 418 km até a unidade de descaracterização de lâmpadas fluorescentes da empresa B (figura 31) ou 511 km até a unidade de descontaminação e reciclagem da empresa A. Essa longa distância encarece os custos do processo. Para diminuir esses custos é necessário que as unidades sejam instaladas o mais próximo possível dos pontos de recolhimento.

Segundo Dat et al. (2012) o custo de transporte desempenha um papel importante na estrutura de custos do processo de reciclagem. Assim para que sejam diminuídos os custos totais com a logística reversa é prioritária a redução de custos com transporte, de forma que seja considerado o processo de reciclagem já na fase de criação do produto.

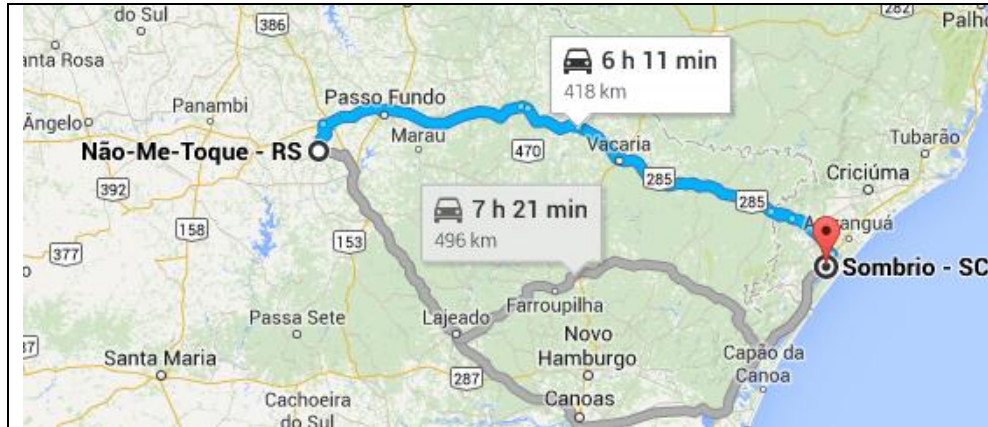


Figura 31 – Distância percorrida até uma unidade de descaracterização de lâmpadas fluorescentes

Fonte: GOOGLE MAPS BRASIL (2014).

4.7 Diagnóstico da gestão e do gerenciamento dos resíduos de lâmpadas fluorescentes em Não-Me-Toque

4.7.1 Aspectos legais e mobilização da comunidade

O município de Não-Me-Toque publicou em 2011 a Lei Municipal 3.974, que dispõe sobre as responsabilidades e procedimentos relacionados à implementação da logística reversa de resíduos especiais dentro do município. Segundo essa lei os comerciantes, distribuidores e os revendedores dos produtos geradores de lâmpadas e outros resíduos especiais são responsáveis pelo acondicionamento, armazenamento temporário, coleta, transporte, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada, bem como da coleta nos pontos de revenda e distribuição, também respondendo pelo passivo ambiental e pela recuperação de áreas degradadas quando causados por sua disposição inadequada (NÃO-ME-TOQUE, 2011).

Os comerciantes, distribuidores e os revendedores também são obrigados a disponibilizar aos consumidores o serviço de recebimento dos resíduos no próprio estabelecimento, em local ambientalmente adequado e sinalizado, onde poderão permanecer armazenados de forma segura até sua coleta. Deverão promover campanhas permanentes de esclarecimento aos consumidores sobre os riscos da disposição indevida para o meio ambiente, os benefícios e formas do seu correto recolhimento para posterior disposição adequada (NÃO-ME-TOQUE, 2011).

Em junho de 2011 a Prefeitura Municipal realizou uma audiência pública (figura 32) para tratar sobre a PNRS. Foram convocados para participar da audiência os comerciantes de resíduos especiais do município, ficando estabelecido o prazo de 30 dias para os comerciantes iniciarem o recolhimento desses resíduos.



Figura 32 – Audiência pública realizada em Não-Me-Toque

Em junho de 2013 o município de Não-Me-Toque organizou o primeiro Fórum Regional de Logística Reversa (figura 33). O evento teve por objetivo debater os planos para o destino de resíduos sólidos e o papel da logística reversa para evitar a degradação do meio ambiente.

Participaram do fórum autoridades municipais, representantes da FEPAM, da Associação Gaúcha de Supermercados (AGAS), do INPEV, do Consórcio de Desenvolvimento Intermunicipal dos Municípios do Alto Jacuí (COMAJA), do Ministério Público Estadual, além do coordenador do Plano Estadual de Resíduos Sólidos. O evento foi considerado um importante instrumento para a mobilização da comunidade local em prol da efetivação da logística reversa no município.



Figura 33 – I Fórum Regional de Logística Reversa

Esses dois eventos realizados pelo poder público foram fundamentais para iniciar a logística reversa no município. Assim, desde a publicação da lei municipal e da audiência pública que os comerciantes iniciaram o recolhimento das lâmpadas fluorescentes pós-consumo.

4.7.2 Atuação da Prefeitura Municipal

A coleta de lâmpadas fluorescentes através da realização de campanhas foi uma das formas utilizadas pela prefeitura de Não-Me-Toque para evitar que as lâmpadas fluorescentes fossem descartadas inadequadamente. Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2012, 64 prefeituras do Rio Grande do Sul realizavam o serviço de coleta contínua de lâmpadas fluorescentes.

A campanha de recolhimento de lâmpadas fluorescentes foi realizada no ano de 2011 em parceria com o setor comercial e industrial do município. O setor público e o setor comercial arcaram com os custos de destinação final das lâmpadas recolhidas da população, enquanto que o setor industrial custeou a reciclagem apenas das suas lâmpadas. Posteriormente as lâmpadas foram encaminhadas para a Apliquim Brasil Recicle.

As lâmpadas consumidas pela prefeitura são armazenadas em um depósito não licenciado, situado na Secretaria Municipal de Obras e Saneamento até a destinação final. Foi possível observar que havia inconformidades no

acondicionamento dessas lâmpadas, pois parte delas foi colocada em caixas de papelão (figura 34a) e o restante estava acondicionado conforme pode ser visualizado na figura 34(b), estando sujeitas a fácil rompimento e liberação dos metais perigosos.



Figura 34 – Acondicionamento das lâmpadas fluorescentes descartadas pela prefeitura: a) lâmpadas armazenadas na embalagem; b) lâmpadas mais vulneráveis
 Fonte: Da Autora (2014)

Nos editais de compra de lâmpadas fluorescentes efetuadas pela prefeitura foi incluída a logística reversa, conforme as leis ambientais vigentes, de forma que a empresa vencedora da licitação deverá efetuar o recolhimento e a destinação final ambientalmente adequada. Essa medida passou a vigorar para os editais publicados a partir de 2013, sendo uma alternativa para viabilizar a logística reversa em órgãos públicos, garantindo o recolhimento e a destinação final ambiental adequada e evitando gastos desnecessários.

4.8 Logística reversa de lâmpadas fluorescentes em Não-Me-Toque

Com base nos dados obtidos, foi possível verificar que existem alguns pontos isolados de coleta de lâmpadas fluorescentes usadas, o que significa que os comerciantes estão se organizando para cumprir com o determinado na PNRS, entretanto nestes locais é recolhida uma pequena quantidade de lâmpadas. Esses pontos de coleta, conforme foi exposto não estão adequados para armazenar esses resíduos até o recolhimento.

A logística de lâmpadas fluorescentes no município de Não-Me-Toque se organiza de forma que os consumidores estão articulados com os comerciantes e o poder público para encaminhar as lâmpadas ao destino final. Os distribuidores, fabricantes e importadores estão isolados desse processo (figura 35).

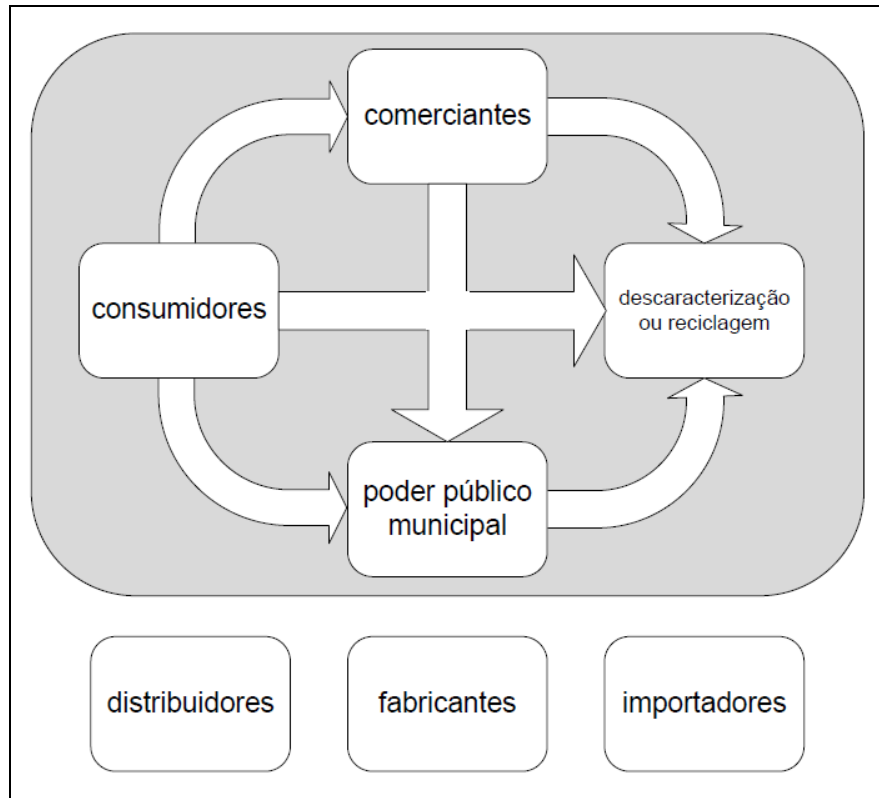


Figura 35 – Sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes em Não-Me-Toque

4.9 Modelo para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes

4.9.1 Centralização do recolhimento

Devido ao pequeno porte do município faz-se conveniente a centralização do recolhimento de lâmpadas fluorescentes em uma única unidade de recebimento (figura 36), que deverá estar adequada com as normas de proteção ambiental e de segurança do trabalhador, com sistemas que garantam a qualidade ambiental. Essa unidade poderá ser financiada pelas empresas que comercializam as lâmpadas, podendo, entretanto ser firmada parceria com o poder público municipal, com a função de auxiliar através da obtenção de recursos para compra de área, locação de

imóvel, projeto, construção ou gestão da unidade. Essa central deverá atender prioritariamente as lâmpadas descartadas pelos consumidores domésticos.

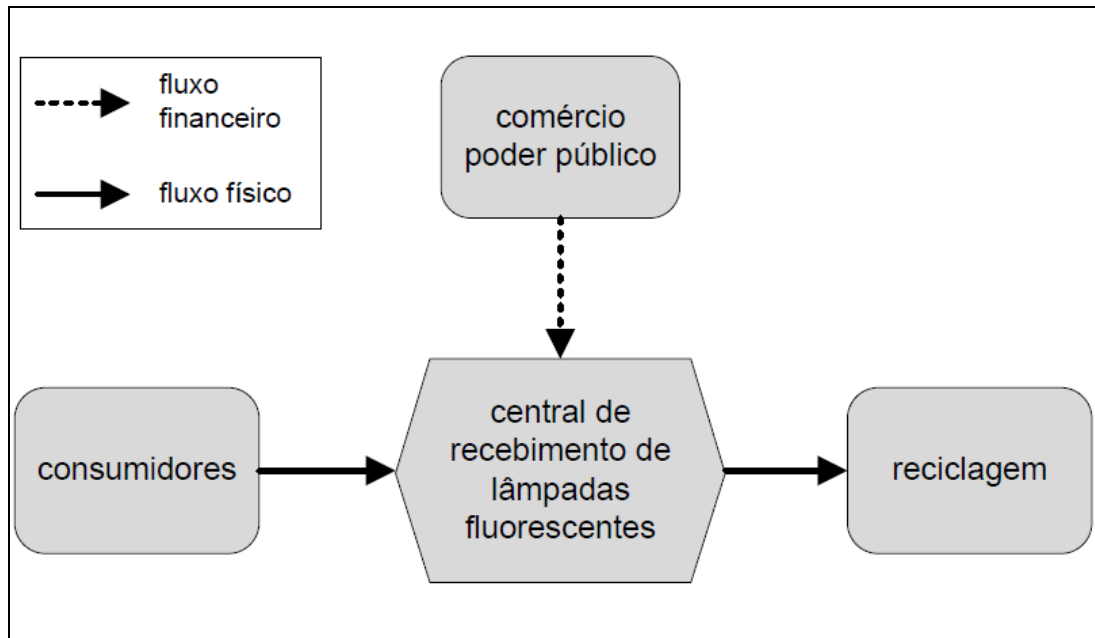


Figura 36 – Modelo para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes em Não-Me-Toque

A centralização do recolhimento poderá esclarecer melhor à população quanto ao correto destino das lâmpadas fluorescentes, incentivar o seu descarte de forma adequada e auxiliar os comerciantes quanto à logística reversa desses produtos. Também poderá trazer benefícios quanto aos custos de destinação final, de forma que o aumento da quantidade de lâmpadas recolhidas poderá diminuir os custos da reciclagem.

O recolhimento centralizado também poderá viabilizar a legalização ambiental do armazenamento de lâmpadas até a disposição final adequada. Dessa forma será possível arcar com os custos desse processo, garantindo a segurança dos trabalhadores que manipulam esses resíduos e também a proteção do meio ambiente, através da adoção de medidas de controle ambiental.

A central poderá operar de forma semelhante à Central de Armazenamento de Lâmpadas Usadas (CALU), localizada no município de Caxias do Sul. Esta empresa foi criada através de um convênio firmado entre a Companhia de Desenvolvimento de Caxias do Sul (CODECA) e o IEPRAM. As lâmpadas ao serem entregues na CALU deverão estar embaladas, de preferência na sua embalagem

original ou em plástico-bolha, separadas por tamanho e contendo no máximo 10 unidades cada. É efetuada a cobrança por unidade de lâmpada fluorescente recebida, para cobrir os custos de armazenamento, destinação final e descontaminação (tabela 9).

Tabela 9 – Preços da CALU

Unidades	Preço por unidade
Até 500 lâmpadas	R\$ 0,86
De 501 até 1000 lâmpadas	R\$ 0,80
Acima de 1000 lâmpadas	R\$ 0,77

Fonte: CODECA (2014)

Apesar de a CALU operar mediante a cobrança pelo recolhimento, a PNRS prevê que esse custo deve ser arcado pelo setor industrial e comercial. Para que seja atendida a legislação, o mais adequado é o recolhimento de lâmpadas fluorescentes sem nenhum custo para a população.

De acordo com a Diretiva europeia 2002/96/CE os consumidores devem ser incentivados a entregar as lâmpadas fluorescentes nos centros de recolhimentos. Devem ser criadas instalações adequadas para a entrega desses resíduos, incluindo-se centros de recolhimento públicos, onde a população poderá entregá-los sem encargos. Os produtores para cumprir sua obrigação perante a lei poderão aderir a um regime coletivo, através de garantia financeira que evite que os custos de gestão recaiam sobre a sociedade.

Como a proposta de acordo setorial para logística reversa de lâmpadas fluorescentes não contemplou os pequenos municípios para recebimento de pontos de coleta, dentro do prazo estabelecido de cinco anos, torna-se necessário que sejam criadas ações locais visando à prevenção da poluição causada por esses resíduos. Apesar disso, a proposta prevê que os pontos de entrega instituídos e operados por Estados e Municípios, poderão ser convertidos em pontos de entrega no âmbito do sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes, desde que haja anuência das entidades gestoras e mediante formalização de instrumento jurídico próprio.

Conforme o Decreto 7404/2010, que regulamenta a PNRS, o poder público poderá celebrar termos de compromisso com os fabricantes, importadores,

distribuidores ou comerciantes, visando o estabelecimento de sistema de logística reversa, nas hipóteses em que não houver em uma mesma área de abrangência, acordo setorial ou regulamento específico. Outras formas de coleta alternativas nas áreas geográficas que não preencham as exigências mínimas para estabelecimento de pontos fixos de coleta também poderão ser analisadas pela entidade gestora do sistema, como por exemplo, a coleta móvel com pré-trituração e os eventos de coleta.

Outra alternativa que poderá ser adotada para a implantação da central de recebimento de lâmpadas fluorescentes é a formação de um consórcio entre os municípios próximos. Essa possibilidade também está prevista na PNRS, de forma que os custos poderão ser diminuídos, pois os mesmos serão rateados entre os municípios participantes.

4.9.2 Estimativa de custos

A maior parte dos custos necessários para instalar a central de recebimento de lâmpadas será referente à fase de implantação do empreendimento, compreendendo a locação de imóvel ou obtenção de área, projeto, construção, bem como obtenção de licenças ambientais. Também será necessário adquirir recipientes para o acondicionamento das lâmpadas recolhidas e instalar dispositivos para contenção de poluição, como filtros e exaustores.

Por conseguinte têm-se os custos de manutenção, incluindo-se os custos fixos com mão-de-obra e custos variáveis, como energia elétrica, água, internet e telefone. Com base na quantidade de lâmpadas recolhidas atualmente pelo comércio local o valor aproximado para realizar o descarte seria de R\$425,00, considerando-se o recolhimento médio mensal de 355 unidades de lâmpadas descartadas e o valor mínimo de mercado cobrado para a reciclagem. Com o aumento do consumo e com a implantação de campanhas de educação ambiental que incentivem a logística reversa, esse custo poderá ser aumentado.

4.10 Considerações finais

Com a publicação da PNRS em 2010, pode-se considerar que há mais de quatro anos de atraso em relação à definição do acordo setorial para a

implementação da logística reversa de lâmpadas fluorescentes. Entretanto, desde 2001 a população está sendo incentivada a usar esses produtos, gerando grande quantidade de resíduos sólidos perigosos por quase 15 anos e causando prejuízos recorrentes ao meio ambiente e à saúde da população.

Com esse trabalho foi verificado que é necessário envolver os distribuidores, importadores e os fabricantes das lâmpadas, pois até então existem poucas iniciativas para adequação. A efetivação da logística reversa de lâmpadas fluorescentes no município de Não-Me-Toque, mesmo sendo considerado um problema de impacto local, envolve ações e políticas públicas de caráter regional, nacional e internacional. Assim, até que sejam definidas as ações que irão nortear a logística reversa desses resíduos nos pequenos municípios, a comunidade deverá cobrar ações por parte dos setores responsáveis e buscar alternativas para a adequação que evitem o descarte incorreto de lâmpadas fluorescentes, de forma a evitar a poluição e contaminação do meio ambiente.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

O estudo do perfil dos consumidores categoria pessoa física demonstrou que a maioria utiliza lâmpadas fluorescentes, sendo que a maior parte reside na zona urbana do município. Os consumidores apresentaram em sua maioria nível de escolaridade médio e renda familiar mensal de até dois salários mínimos, atuando na prestação de serviços e na indústria. As lâmpadas fluorescentes compactadas são as mais utilizadas pela população.

Os resultados indicam que parte da população do município realiza a logística reversa de lâmpadas fluorescentes ou entrega em campanhas de recolhimento. Esse resultado difere de outros estudos que indicam que a maioria da população descarta esses resíduos junto ao RSU.

As empresas utilizam preferencialmente lâmpadas tubulares. A maioria delas descarta as lâmpadas fluorescentes em pontos de coleta ou devolve no local de compra, sendo que apenas 10% descartam junto ao RSU.

Através dessa pesquisa pode-se constatar que grande parte dos consumidores de lâmpadas fluorescentes de Não-Me-Toque está efetuando a devolução das lâmpadas no local de compra, conforme o determinado em lei. Observou-se que é necessário realizar campanhas de esclarecimento da população quanto aos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes.

Os comerciantes, de maneira geral estão realizando a logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo, através do recolhimento das lâmpadas descartadas. Esse recolhimento passou a ocorrer a partir de 2011, após audiência pública realizada pelo Ministério Público, em parceria com a Prefeitura Municipal.

Em torno de 20% das lâmpadas vendidas são efetivamente recolhidas pelos comerciantes locais. O armazenamento e o acondicionamento dessas lâmpadas são feitos de forma inadequada, causando riscos para os manipuladores desses resíduos.

São utilizadas pelos consumidores locais 16 marcas de lâmpadas fluorescentes, sendo que todas as lâmpadas consumidas têm origem chinesa. As

embalagens não apresentam informações adequadas sobre a logística reversa de pós-consumo, nem sobre como deve ser realizado o descarte adequado.

As marcas com atuação no município apresentam poucas iniciativas de adequação quanto à logística reversa e quanto a esclarecimentos à população sobre a sua obrigatoriedade. Dessa forma os fabricantes, importadores e distribuidores ainda não estão totalmente adequados, dependendo da efetiva implantação do acordo setorial para o sistema de logística reversa desses resíduos.

Foi observada a atuação de duas empresas na descaracterização, reciclagem e descontaminação das lâmpadas consumidas no município. Entretanto faz-se necessário buscar empresas que atuam principalmente na reciclagem das lâmpadas fluorescentes, visando maior segurança ambiental nesse processo.

As unidades de descaracterização, reciclagem e descontaminação de lâmpadas fluorescentes ficam localizadas em Santa Catarina, encarecendo os custos com transporte dos resíduos. O custo para a reciclagem de uma única lâmpada consumida no município pode chegar até R\$3,00. Assim, para diminuir esses custos é necessário que essas unidades sejam instaladas o mais próximo possível dos pontos de recolhimento.

O município visando se adequar as determinações da PNRS criou uma lei municipal para regulamentar as ações relacionadas ao descarte de lâmpadas fluorescentes. Posteriormente foram realizados eventos para mobilizar a comunidade, que foram considerados importantes instrumentos para a implantação da logística reversa no município.

A inclusão da logística reversa nos editais de compra de lâmpadas fluorescentes pela prefeitura foi uma alternativa encontrada para realizar o descarte correto e para adequação à legislação. É importante que esse tipo de medida seja aderido pelos demais órgãos públicos.

A logística reversa de lâmpadas fluorescentes no município de Não-Me-Toque se organiza de forma que os consumidores estão articulados com os comerciantes e o poder público para encaminhar as lâmpadas ao destino final. Os distribuidores, fabricantes e importadores estão isolados desse processo.

Foi proposto um modelo para a aplicação da logística reversa no município, baseado na centralização do recolhimento das lâmpadas, de forma a legalizar esse procedimento, melhorar as condições de armazenamento desses resíduos e

proporcionar mais segurança e controle ambiental. A centralização poderá ser feita em parceria entre o poder público e o setor privado ou através de consórcios.

5.2 Sugestões e recomendações para trabalhos futuros

A operacionalidade do sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes dependerá da iniciativa do consumidor em entregar esses resíduos em pontos de coleta instalados pelos comerciantes. Serão necessárias diversas campanhas com foco no descarte adequado desses resíduos.

Nesse contexto, a fiscalização exercida pelos órgãos ambientais visando o cumprimento da legislação ambiental também será necessária para implantação do sistema. Assim, faz-se necessária a criação de normativas ou resoluções definindo os procedimentos para a implantação da logística reversa de lâmpadas fluorescentes, como já existe para outros produtos pós-consumo, como por exemplo, as resoluções CONAMA para a destinação dos pneumáticos, óleos lubrificantes, pilhas e baterias.

Trabalhos futuros poderão avaliar as implicações decorrentes da proposta de acordo setorial, avaliando a quantidade e operacionalidade dos pontos de entrega instalados, bem como da aceitação pelos consumidores. Além disso, a proposta poderá ser reavaliada visando contemplar as iniciativas de logística reversa existentes, bem como atender o maior número possível de municípios, pois como foi exposto, o financiamento do sistema será através de cobrança por unidade de lâmpada vendida.

A quantidade de pontos de entrega definidas na proposta de acordo setorial também poderá ser reavaliada, em decorrência da acessibilidade da população a esses locais, visando um aumento gradativo por município. Por fim, o modelo proposto para o município de Não-Me-Toque poderá ser utilizado em outros municípios de pequeno porte que apresentem características semelhantes e que não estejam contemplados na proposta de acordo setorial.

REFERÊNCIAS

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

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos**-NBR 12235. Rio de Janeiro, 1992.

ABILUX. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ILUMINAÇÃO. **Lâmpadas incandescentes estão com os dias contados**. São Paulo, 13 ago. 2013. Disponível em:<<http://www.abilux.com.br/portal/noticiasInt.aspx?id=98>> Acesso em: 02 out. 2013.

_____. **Eficiência mínima das incandescentes de uso geral**. São Paulo. Disponível em:<http://www.abilux.com.br/portal/pdf/destaques/Dest_010_incandescentes.pdf> Acesso em: 02 out. 2013.

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2012**. São Paulo, 2012.

_____. **Resíduos Sólidos: Manual de Boas Práticas no Planejamento**. São Paulo, 2013.

APLIQUIM BRASIL RECICLE. **Empresa-Histórico**. Porto Alegre. Disponível em:<<http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br/empresa>> Acesso em: 19 mai. 2013.

ASARI, M.; FUKUI, K.; SAKAI, S. Life-cycle flow of mercury and recycling scenario of fluorescent lamps in Japan. **Science of The Total Environment** v. 393 p. 1-10, 2008.

AVANT. **Avant lança urnas coletoras para recolhimento de lâmpadas**. Disponível em:<<http://www.avantled.com.br/2013/noticias/releases/113-avant-lanca-urnas-coletoras-para-recolhimento-de-lampadas>> Acesso em: 10 dez. 2014.

BACILLA, D. M. **Uso da logística reversa para apoiar a reciclagem de lâmpadas fluorescentes usadas**: estudo comparativo entre Brasil e Alemanha. 2012. 153 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente)–Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Lei n.10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2001.

_____. Portaria Interministerial n. 132, de 12 de junho de 2006. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos_comite/cgiee/Portaria_Intermministerial_nx_132__2006.pdf> Acesso em: 05 mai. 2013.

_____. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2010a.

_____. Decreto n. 7404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 dez. 2010b.

_____. **Diagnóstico preliminar sobre o mercúrio no Brasil**. Brasília: MMA, 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/mercurio>>. Acesso em: 19 jul. 2013.

_____. **Logística reversa de lâmpadas tem acordo setorial assinado**. Brasília, 1 dez. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2014/11/logistica-reversa-de-lampadas-tem-acordo-setorial-assinado>> Acesso em: 01 jan. 2014.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n.2, p. 171-180, 2012.

CHAVES, G.L.D.; MARTINS, R.S.; JÚNIOR, W.F.R; M.A.U.O. XLIII CONGRESSO DA SOBER “Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial”. Ribeirão Preto, 24 a 25 de julho de 2005.

CHAVES, G.L.D.; BATALHA, M.O. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão e Produção**, v.13, n.3, p.423-434, 2006.

CODECA. COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE CAXIAS DO SUL. **Calu – Central de Armazenamento de lâmpadas usadas**. Disponível em:<http://www.codeca.com.br/servicos_calu.php> Acesso em: 01 abr. 2014.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução n. 362, de 23 de junho de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 jun. 2005.

_____. Resolução n. 401, de 04 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 nov. 2008.

_____. Resolução n. 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação

ambientalmente adequada, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 01 out. 2009.

DAT, L. Q. et al. Optimizing reverse logistics costs for recycling en-of-life electrical and electronic products. **Expert Systems with Applications**, v. 39, p. 6380-6387, 2012.

DERÍSIO, J.C. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. 3ª ed. São Paulo: Signus Editora, 2007.

ELC. EUROPEAN LAMP COMPANIES FEDERATION. **About lamps & Lighting**. Disponível em: <http://www.elcfed.org/2_lighting_applications.html> Acesso em: 06 out. 2013.

EPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Compact fluorescent lamps and the Environment**. Disponível em: <<http://www.epa.state.il.us/mercury/compact-fluorescent.html>> Acesso em: 26 mar. 2014.

GONÇALVES, M.E.; MARINS, F.A.S. Logística Reversa numa Empresa de Laminação de Vidros: Um Estudo de Caso. **Gestão e Produção**, v.13, n.3, p.397-410, 2006.

GOOGLE MAPS BRASIL. **De Não-Me-Toque - RS a Sombrio - SC**. Disponível em: <<https://maps.google.com.br/maps/mm>> Acesso em: 30 nov. 2014

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

GUERRA, L.; MURINO T.; ROMANO, E. Reverse Logistics for Electrical and Electronic Equipment: a modular simulation model. Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on SYSTEM SCIENCE and SIMULATION in ENGINEERING. Genova, Italy, October 17-19, 2009.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>> Acesso em: 06 out. 2013.

_____. **Censo demográfico 2010: Características da população e dos domicílios: Resultados do Universo**. Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf> Acesso em: 16 jan. 2015.

_____. **Rio Grande do Sul: Não-Me-Toque: Infográficos: dados gerais do município**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=431265>> Acesso em: 06 out. 2013.

_____. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2014**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2014/estimativa_dou_2014.pdf> Acesso em: 23 dez. 2014.

LARUCCIA, M. M. et al. A Study of Consumer Behavior on Recycling of Fluorescent Lamps in São Paulo, Brazil. **International Journal of Business Administration**, v. 2, n. 3, 2011.

LEITE, P.R. Logística reversa: Nova era da Logística Empresarial (1ª parte). **Revista Tecnológica**. São Paulo, 2002.

LIU, X. et al. Electrical and electronic waste management in China: progress and the barriers to overcome. **Waste Management & Research**. v.24, p.92-101, 2006.

LIU, Y. et al. Indoor air concentrations of mercury species in incineration plants for municipal solid waste (MSW) and hospital waste (HW). **Chemosphere**, v.75, p.266-271, 2009.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Alternativa eficiente e segura para a destinação de lâmpadas fluorescentes**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0E732C8D/ApresBULBOX%20R1_AmbiensysAlexandre_11nov09.pdf> Acesso em: 20 ago. 2013.

_____. **Chamamento para a elaboração de acordo setorial para a implementação de sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista**. Brasília, 05 jul. 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/editais_e_chamadas/SRHU/mma_edital_de_chamamento_lampadas.pdf> Acesso em: 10 abr. 2014.

_____. **Logística Reversa**. Brasília, 20 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/comite-orientador-logistica-reversa>> Acesso em: 20 ago. 2013.

_____. Portaria n. 327, de 5 de setembro de 2014. Torna pública a abertura de processo de Consulta Pública da proposta de Acordo Setorial para a implantação de Sistema de Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 set. 2014a.

_____. **Proposta de acordo setorial para a implantação de sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista**. Brasília, 08 set. 2014b. Disponível em: <<https://www.consultas.governoeletronico.gov.br/ConsultasPublicas/consultas.do?acao=exibir&id=139>> Acesso em: 01 jan. 2015.

NÃO-ME-TOQUE. **Lei n. 3.974, de 29 de novembro de 2011**. Dispõe sobre as responsabilidades e procedimentos relacionados à implementação da logística reversa de resíduos especiais no município de Não-Me-Toque e dá outras providências. Disponível em: <<http://naometoque.prefonline.com.br/wp-content/uploads/sites/legislation/174.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2014.

_____. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos de Não-Me-Toque/RS**. Disponível em: <<http://naometoquers.com.br/governo/secretarias/agricultura-e-meio-ambiente/meio-ambiente/plano-de-residuos-solidos/>> Acesso em: 25 nov. 2014.

OSRAM. **Why Mercury?** Disponível em: <http://www.osram.com/osram_com/sustainability/sustainable-products/sustainability-criteria/key-performance-indicators/mercury/why-mercury/index.jsp> Acesso em: 04 out. 2013.

PHILLIP JR., A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri: Manole, 2005.

PHILIPS. **O que é uma lâmpada e um pouco de sua história.** Disponível em: <http://www.lighting.philips.com.br/connect/support/faq_lampadas.wpd> Acesso em: 30 dez. 2014.

PHILIPS. **Programa Ciclo Sustentável.** Disponível em:<<http://www.sustentabilidade.philips.com.br/responsabilidade-ambiental/programa-philips-ciclo-sustentavel.htm>> Acesso em: 10 dez. 2014.

PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **O que é o IDHM.** Disponível em: <http://www.pnud.org.br/idh/IDHM.aspx?indiceAccordion=0&li=li_IDHM> Acesso em: 28 nov. 2014.

RAPOSO, C. Contaminação ambiental provocada pelo descarte não controlado de lâmpadas de mercúrio no Brasil. Tese (Doutorado em Geologia)-Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Belo Horizonte, 2001.

RAPOSO, C; ROESER, H.M. Contaminação ambiental provocada pelo descarte de lâmpadas de mercúrio. **Revista Escola de Minas de Ouro Preto**, Minas Gerais, v. 53, n. 1, p. 61-67, 2000.

RAZZOLINI FILHO, E.; BERTÉ, R. **O reverso da logística e as questões ambientais no Brasil.** Curitiba: Ibpex, 2009.

RECILUX. **Descontaminação de lâmpadas, solução local.** Disponível em: <<http://www.recilux.com.br/institucional>> Acesso em: 25 mar. 2014.

RLEC. REVERSE LOGISTICS COUNCIL. **What is Reverse Logistics?** Disponível em: <<http://www.rlec.org/glossary.html>> Acesso em: 05 ago. 2013.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei n. 11.019, de 23 de setembro de 1997.** Dispõe sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em:<<http://www.al.rs.gov.br/legiscomp/arquivo.asp?Rotulo=Lei%20n%C2%BA%2011019&idNorma=236&tipo=pdf>> Acesso em: 08 out. 2013.

_____. **Decreto n. 45.554 de 19 de março de 2008.** Regulamenta a Lei nº 11.019/97, de 23 de setembro de 1997, e alterações, que dispõe sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.mprs.mp.br/ambiente/legislacao/id4803.htm>> Acesso em: 08 out. 2013.

ROGERS, D. S; TIBBEN-LEMBKE, R.S. (1998), *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*, Nevada, PA: RLEC Press

_____. (1999), *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*, Pittsburgh, PA: RLEC Press

_____. An examination of reverse logistics practices. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n.2, p. 129-148, 2001.

SILVEIRA, G.; CHANG, S.Y. Fluorescent lamp recycling initiatives in the United States and a recycling proposal based on extended producer responsibility and product stewardship concepts. **Waste Management & Research**, v.29 n.6 p. 656–668, 2011.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos. 2012. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=16>> Acesso em: 05 jan. 2015.

TASCHIBRA. **Programa Destino Certo**. Disponível em:< <http://www.taschibra.com.br/site/web/pt/sustentabilidade/responsabilidade-ambiental/programa-destino-certo>> Acesso em: 10 dez. 2014.

UNIÃO EUROPÉIA. Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de janeiro de 2003, **relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos**. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/>> Acesso em: 27 nov. 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário consumidor de lâmpadas fluorescentes: pessoa física

QUESTIONÁRIO

Bairro/Localidade: _____

Data: ___/___/_____

Escola: _____

Sexo: () Feminino () Masculino



Idade: _____

Nível de escolaridade: _____

Renda familiar mensal: _____

Profissão: _____

1. Você utiliza lâmpadas fluorescentes? () sim () não

2. Qual o tipo que você utiliza? () compacta  () tubular 

3. Em que local você compra as lâmpadas fluorescentes? Especifique: _____

4. Qual marca de lâmpadas fluorescentes que você utiliza? _____

5. Qual a quantidade de lâmpadas fluorescentes você joga fora por ano? _____

6. O que você faz com as lâmpadas fluorescentes queimadas/usadas?

() joga no lixo doméstico () guardo em casa () devolvo para o local onde comprei () outro: _____

7. Alguma vez você já colocou lâmpadas fluorescentes no lixo doméstico (recolhido pela prefeitura)?

() sim () não

8. Você sabia que é incorreto descartar lâmpadas fluorescentes no lixo doméstico? () sim () não

9. Alguma vez você já descartou lâmpadas fluorescentes no meio ambiente? () sim () não

10. Caso você tenha respondido sim na questão anterior, identifique em qual local foram colocadas as lâmpadas fluorescentes (pode ser marcada mais de uma resposta):

() mato () rio/sanga () terreno baldio () rua/calçada () outro: _____

11. Você conhece o impacto ambiental causado pelo descarte incorreto de lâmpadas fluorescentes no meio ambiente? () sim () não
12. Você sabia que as lâmpadas fluorescentes contém mercúrio? () sim () não
13. Você conhece os males causados pelo mercúrio? () sim () não
14. A embalagem das lâmpadas fluorescentes que você utiliza contém informações sobre o destino correto das lâmpadas queimadas/usadas? () sim () não
15. Você sabia que as lâmpadas fluorescentes podem ser recicladas?() sim () não
16. Você conhece algum ponto de coleta de lâmpadas fluorescentes?() sim () não
17. O local que você compra lâmpadas fluorescentes faz a coleta delas?() sim () não
18. Você já recebeu alguma informação sobre o destino correto de lâmpadas fluorescentes? () sim () não
19. Você sabe o que é a logística reversa? () sim () não
20. Você já ouviu falar da Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei 12.305/2010? () sim () não
21. Você estaria disposto a encaminhar todas as suas lâmpadas fluorescentes queimadas para um ponto de coleta? () sim () não

APÊNDICE B – Questionário consumidor de lâmpadas fluorescentes: pessoa jurídica

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
QUESTIONÁRIO – CONSUMIDOR PESSOA JURÍDICA**

Data: ___/___/___ Local/Bairro: _____

PERFIL
Empresa/órgão público:
Ramo de atividade:
Porte empresa:
Cargo responsável pelas respostas:
Idade:
Nível de escolaridade:
Município:

CONSUMO DE LÂMPADAS FLUORESCENTES (LF)
1. É utilizada LF na empresa? () sim () não
2. Qual o tipo de LF utilizada? () compacta () tubular () ambas () outro
3. Qual a quantidade de LF consumidas mensalmente? () 1-15 () 15-30 () acima de 30 () outro (indique):
4. Indique qual é o marca utilizada de LF e qual o local onde são compradas:
5. Atualmente qual o destino que a empresa dá as LF usadas? () descarta no lixo doméstico () entrega em pontos de coleta () fica estocada () é devolvido para o estabelecimento onde foi comprado () entregues em campanhas de recolhimento () contrata empresa recicladora () outro
6. Na sua opinião, qual deve ser o destino correto das LF após o uso? () descartadas no lixo doméstico () devolvidas ao local onde foram compradas () lixão () aterro sanitário () qualquer local, pois não faz diferença
7. Alguma vez a empresa já descartou LF no lixo comum? () sim () não
8. Você tem conhecimento que é incorreto descartar LF no lixo comum?() sim () não
9. Alguma vez a empresa já descartou LF no Meio Ambiente? () sim () não

<p>10. Caso tenha sido respondido sim na questão anterior, identifique em qual (is) local (is) foram descartadas as LF:</p> <p>() florestas () rios, sangas ou outros cursos hídricos () terrenos baldios () ruas ou calçadas () depósito de entulhos () outros</p>
<p>11. Você tem conhecimento do impacto ambiental causado pelo descarte inadequado de LF no meio ambiente?</p> <p>() sim () não</p>
<p>12. Caso tenha sido respondido sim na questão anterior, indique quais são os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de LF:</p>
<p>13. Você tem conhecimento que as lâmpadas fluorescentes contêm mercúrio?() sim () não</p>
<p>14. Você tem conhecimento dos malefícios causados pelo mercúrio liberado no meio ambiente? () sim () não</p>
<p>15. Se você respondeu sim na questão anterior, indique quais são os malefícios causados pelo mercúrio liberado no meio ambiente:</p>
<p>16. Em sua opinião, há benefícios no uso de LF ao invés de lâmpadas incandescentes? () sim () não</p>
<p>17. Se você respondeu sim na questão anterior, indique quais são os benefícios do uso de LF ao invés de incandescentes:</p>
<p>18. Você sabia que as LF podem ser recicladas?() sim () não</p>
<p>19. Você tem conhecimento de como é realizada a reciclagem de LF? () sim () não</p>
<p>20. São utilizadas lâmpadas LED na empresa? () sim () não</p>
<p>21. A empresa possui setor de Meio Ambiente? () sim () não</p>
<p>22. A empresa possui licença ambiental? () sim () não</p>
<p>23. A empresa possui estoque de LF usadas? Qual a quantidade? () sim () não</p>

LOGÍSTICA REVERSA

<p>1. Você conhece algum ponto de coleta ou recolhimento de LF? () sim () não</p>
<p>2. Se você respondeu sim na questão anterior, indique qual é o ponto de coleta ou recolhimento de LF que você conhece:</p>
<p>3. O fornecedor de LF da empresa realiza o recolhimento das LF usadas? () sim () não</p>

<p>4. Alguma vez a empresa tentou entregar LF usadas para o fornecedor e obteve resposta negativa? () sim () não</p>
<p>5. A empresa já recebeu alguma informação sobre o destino correto de LF? () sim () não</p>
<p>6. Se você respondeu sim na questão anterior, indique em qual veículo de comunicação:</p> <p>() televisão () rádio () internet () jornal () fornecedor () outro:</p>
<p>7. Você já viu alguma informação sobre reciclagem nas embalagens de LF? () sim () não</p>
<p>8. Você já viu alguma propaganda realizada por empresas que fabricam LF sobre a sua reciclagem e destino correto? () sim () não</p>
<p>9. Você já escutou o termo “logística reversa”? () sim () não</p>
<p>10. Você sabe o que é a logística reversa? () sim () não</p>
<p>11. Você já ouviu falar da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010? () sim () não</p>
<p>12. A empresa estaria disposta a encaminhar todas as suas LF usadas para algum ponto de coleta ou recolhimento? () sim () não</p>
<p>13. Em sua opinião, existem políticas públicas adequadas para viabilização da logística reversa de LF?</p> <p>() sim () não</p>
<p>14. Caso tenha sido respondido sim na questão anterior, indique quais são as políticas públicas que você considera adequadas?</p>
<p>15. A empresa estaria disposta a investir em lâmpadas que causam menos impacto ao meio ambiente, porém custam mais caro? () sim () não</p>
<p>16. Qual a sua opinião para solucionar o problema das LF descartadas incorretamente pela população?</p>

APÊNDICE C – Questionário comerciante de lâmpadas fluorescentes

Número: _____

Loja: Data: Responsável pelas respostas:
--

1. Quais são os tipos de lâmpadas comercializadas?

2. A loja faz o recolhimento das lâmpadas fluorescentes usadas?

3. Há necessidade de entregar a nota de compra para efetuar o recebimento?

4. São recolhidos todos os tipos de lâmpadas ou apenas as vendidas pela loja?

5. A loja possui estoque de lâmpadas fluorescentes usadas?

6. Qual o destino dado às lâmpadas fluorescentes recolhidas?

7. Qual a quantidade de lâmpadas recolhidas mensalmente?

8. Quais são as marcas de lâmpadas fluorescentes vendidas pela loja?

9. Quais são os distribuidores de lâmpadas fluorescentes? Eles recebem as lâmpadas recolhidas da população?

10. Alguma vez a loja entregou as lâmpadas fluorescentes para campanhas de recolhimento realizadas pela prefeitura? Qual a quantidade?

11. Você já ouviu falar da logística reversa? Sabe o que significa?

12. Você já recebeu informações dos distribuidores ou fabricantes de lâmpadas de como a loja deveria proceder com as lâmpadas fluorescentes usadas?

13. Você já ouviu falar da Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei 12305/2010?

14. É feito o recolhimento de algum outro tipo de resíduo (pilhas, baterias, etc.)?

15. É repassado algum esclarecimento para a população de como deve ser feito o descarte de pilhas, baterias e lâmpadas?

ANEXOS

ANEXO 1 – Previsão de municípios gaúchos com pontos de entrega de lâmpadas e número estimado de recipientes (Adaptado da proposta de acordo setorial)

Município	Número de habitantes	% Cumulativa da população	Nº estimado de pontos de entrega	Nº estimado de recipientes
ANO 1				
Porto Alegre	1.421.272	17,30%	17	37
ANO 2				
Caxias do Sul	426.834	30,48%	50	110
Viamão	353.699	33,71%	3	7
Canoas	349.975	34,06%	6	13
Pelotas	342.701	34,56%	3	7
ANO 3				
Novo Hamburgo	273.227	38,36%	9	20
Santa Maria	269.851	38,63%	3	7
Gravataí	266.262	38,89%	19	42
Alvorada	234.830	40,60%	3	7
São Leopoldo	227.366	40,93%	5	11
Rio Grande	198.887	42,83%	1	2
Passo Fundo	196.053	43,31%	32	70
ANO 4				
Sapucaia	140.600	46,98%	3	7
Uruguaiana	130.896	48,04%	1	2
Santa Cruz do Sul	118.306	49,14%	1	2
Guaíba	110.351	50,43%	16	35
Erechim	109.887	50,59%	18	40
Bagé	101.685	51,47%	1	2
Bento Gonçalves	98.721	51,67%	16	35
Santana do Livramento	95.822	52,05%	1	2
Esteio	90.198	52,92%	2	4

Município	Número de habitantes	% Cumulativa da população	N° estimado de pontos de entrega	N° estimado de recipientes
Sapiranga	85.664	53,57%	6	13
Alegrete	81.243	54,18%	1	2
Cachoeira do Sul	76.712	54,72%	1	2
Ijuí	75.799	54,84%	1	2
Farroupilha	71.452	55,13%	1	2
Lajeado	71.037	55,16%	4	9
ANO 5				
Cruz Alta	66.761	56,26%	1	2
Santo Ângelo	66.542	56,29%	1	2
Carazinho	63.221	56,96%	1	2
Santa Rosa	62.880	57,08%	1	2
São Borja	62.274	57,21%	1	2
Vacaria	60.457	57,54%	1	2
Montenegro	59.314	57,71%	1	2
São Gabriel	58.285	57,95%	1	2
Camaquã	57.991	58,06%	1	2
Campo Bom	57.953	58,09%	3	7
Parobé	53.577	58,77%	5	11
Taquara	53.114	58,87%	1	2
Santiago	48.479	59,92%	1	2
Estância Velha	45.759	60,59%	3	7
São Lourenço	45.579	60,63%	3	7
Venâncio Aires	43.953	61,00%	1	2
Capão da Canoa	40.289	61,88%	4	9
Tramandaí	39.416	62,19%	6	13
Osório	38.455	62,34%	1	2
Dom Pedrito	38.195	62,44%	1	2
Canela	37.591	62,64%	1	2
Rosário do Sul	37.426	62,75%	1	2
Garibaldi	36.523	63,06%	1	2
Torres	36.180	63,20%	1	2
Dois Irmãos	35.952	63,29%	3	7
Itaqui	35.530	63,36%	1	2
Charqueadas	35.122	63,50%	1	2

Município	Número de habitantes	% Cumulativa da população	N° estimado de pontos de entrega	N° estimado de recipientes
Panambi	32.602	64,12%	1	2
Igrejinha	32.314	64,20%	1	2
Taquari	32.185	64,24%	1	2
Jaguarão	31.936	64,35%	1	2
São Luiz Gonzaga	31.359	64,60%	1	2
Palmeira das Missões	31.104	64,66%	1	2
Gramado	29.445	65,23%	1	2
Colinas	28.741	65,50%	1	2
Santa Vitória do Palmar	28.687	65,54%	1	2
Eldorado do Sul	28.573	65,57%	1	2
Rio Pardo	28.073	65,71%	1	2
Capão do Leão	27.750	65,89%	1	2
São Lourenço do Sul	26.880	66,21%	1	2
Flores da Cunha	26.127	66,53%	1	2
Teutônia	25.869	66,69%	1	2
Lagoa Vermelha	25.406	66,78%	1	2
Estrela	25.362	66,80%	1	2
Santo Antônio da Patrulha	25.161	66,89%	1	2
Três Coroas	25.122	66,90%	1	2

ANEXO 2 – Empresas e entidades que assinaram o acordo setorial que estabelece a logística reversa de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista

Alumbra Produtos Elétricos e Eletrônicos
Brasilux Ind. Com. Imp. Exp. Ltda
Bronzearte Ind. e Comércio Ltda
Biosfera Importadora e Distribuição Ltda
DMP Equipamentos Ltda
Eletro Terrível Ltda
Eletromatic Controle e Proteção Ltda
Elgin S/A
Foxlux
Ideal Importação e Exportação Ltda
Kian Importação Ltda
LPS Distribuidora e Materiais Elétricos
Lorenzetti Ind. Brasileiras Eletrometalurgicas
Marschall Ind. Com. Imp. Exp. Ltda
Melcor Distribuidora Ltda
Multimercentes Ltda
New Satélite Materiais Elétricos
Panasonic Distribuidora do Brasil
Paulista Business Imp. Exp. Ltda
Paulista Business Imp. Exp. Ltda
Remari Comércio Ltda.
Spectrum Brands Brasil e Ind. e Comércio
Rov Holding INC
R&D Comércio e Importadores de Materiais Elétricos
GE Iluminação do Brasil Com. de Lâmpadas Ltda.
Havells-Sylvania Brasil Iluminação Ltda.
Osram do Brasil Ltda.
Philips do Brasil Ltda.
Ourolux
Associação Brasileira da Indústria de Iluminação
Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação
Confederação Nacional do Comércio
Confederação Nacional da Indústria
