

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

ARNOLFO MENEZES COELHO

**SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA PÓS-CONSUMO: UM ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE OS SETORES DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO,
EMBALAGEM DE ÓLEO LUBRIFICANTE E PNEUS**

SÃO PAULO
2018

ARNOLFO MENEZES COELHO

**SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA PÓS-CONSUMO: UM ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE OS SETORES DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO,
EMBALAGEM DE ÓLEO LUBRIFICANTE E PNEUS**

Trabalho Aplicado apresentado à Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getulio Vargas, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Gestão para a Competitividade.

Linha de pesquisa: Sustentabilidade

Orientador: Jorge Juan Soto Delgado

SÃO PAULO
2018

Coelho, Arnolfo Menezes.

Sistemas de logística reversa pós-consumo : um estudo comparativo entre os setores de baterias chumbo-ácido, embalagem de óleo lubrificante e pneus / Arnolfo Menezes Coelho. - 2018.

82 f.

Orientador: Jorge Juan Soto Delgado.

Dissertação (MPGC) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo.

1. Reciclagem profissional. 2. Resíduos sólidos. 3. Baterias elétricas - Aspectos ambientais. 4. Pneus - Aspectos ambientais. 5. Embalagens – Aspectos ambientais. I. Delgado, Jorge Juan Soto. II. Dissertação (MPGC) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo. III. Título.

CDU 628.477

ARNOLFO MENEZES COELHO

**SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA PÓS-CONSUMO: UM ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE OS SETORES DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO,
EMBALAGEM DE ÓLEO LUBRIFICANTE E PNEUS**

Trabalho Aplicado apresentado à Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getulio Vargas, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Gestão para a Competitividade.

Linha de pesquisa: Sustentabilidade

Data de avaliação:

29 / 06 / 2018

Banca examinadora:

Prof. Dr. Jorge Juan Soto Delgado (FGV-EAESP)

Prof. Dr. André Pereira de Carvalho (FGV-EAESP)

Prof. Dr. Kátia Regina Ferrari (SENAC)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Acumuladores Moura S/A, pelos desafios e apoio para que pudesse realizar este curso.

Obrigado aos professores e colegas de turma que serviram como fonte de sabedoria, de companheirismo, de paciência e de inspiração, principalmente nos momentos de dificuldade.

À Jorge Soto pelas suas orientações valiosas e apoio na construção desse trabalho aplicado.

Aos entrevistados que através das informações e conhecimento transmitidos serviram de base para a elaboração desse trabalho.

À meus país, que sempre me apoiaram nas minhas escolhas e servindo de inspiração.

À meus filhos, Pedro e Bento, por entenderem a ausência física durante está jornada. Vocês sempre estiveram em meu pensamento e coração, principalmente durante os voos que realizei.

E por fim, a minha companheira por estar presente me dando o suporte necessário, com muito carinho, apoio, paciência, cuidado e motivação. Não teria conseguido sem você!

*"O sucesso é construído à noite! Durante
o dia você faz o que todos fazem"*

Roberto Shinyashiki

RESUMO

As modalidades insustentáveis de produção e consumo praticadas têm sido ponto de discussões ambientais que influenciam a sociedade e, conseqüentemente, aspectos legais e de produção. Portanto, a gestão ambientalmente racional dos resíduos foi incluída entre as questões de maior importância para a manutenção da qualidade do ambiente natural e para o atingimento de um modelo mais sustentável de desenvolvimento. Em adição aos argumentos supramencionados, sabe-se que o aumento populacional em diversas partes do mundo, e o conseqüente incremento no consumo, facilmente influenciam as organizações a aumentarem sua produção, o que também aumenta tanto o consumo de matéria-prima quanto a geração de resíduos. Uma maneira de mitigar a pegada ecológica – e, inclusive, de gerar valor para a organização – está em utilizar os recursos de maneira mais sustentável, dando prioridade a processos de reuso, reaproveitamento e reciclagem de matérias-primas. E a logística reversa é um conceito que cresce em importância, já que permite às organizações, de maneira estruturada, ter acesso ao resíduo de seu produto e/ou de produtos de terceiros após o uso pelo consumidor, tornando este resíduo (em parte ou no todo) uma nova entrada no processo produtivo como matéria-prima ou insumo, ao invés de ser direcionado a lixões ou aterros sanitários. Diante desta problemática, e face à criação, no Brasil, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, este estudo tem como objetivo descrever, analisar e comparar as práticas de logística reversa pós-consumo de três setores distintos: baterias chumbo-ácido, embalagens de óleo lubrificante e pneus. Foram verificados os modelos de funcionamento e os resultados ambientais da implementação dos sistemas de logística reversa. Para a realização do estudo, foram entrevistados representantes dos setores afim de estudar as entidades gestoras: IBER, Instituto Jogue Limpo e RECICLANIP, responsáveis pela gestão dos sistemas de logística reversa de baterias chumbo-ácido, embalagens de óleo lubrificante e pneus, respectivamente.

Palavras chave: logística reversa, reciclagem, Política Nacional de Resíduos Sólidos, baterias chumbo-ácido, embalagem de óleo lubrificante, pneus.

ABSTRACT

The unsustainable modalities of production and consumption have been the point of environmental discussions that influence society and, consequently, legal and production aspects. Sustainable waste management has been included as one of the most important issues for maintaining the quality of the natural environment and for achieving a more sustainable model of development. In addition to the above arguments, it is known that the population increases in several parts of the world, and the consequent increase in consumption, easily influence the organizations to increase their production, which also increases both the consumption of raw material and the generation of waste. One way to mitigate the ecological footprint - and even to generate value for the organization - is to use resources in a more sustainable way, giving priority to processes of reuse and recycling of raw materials. Reverse logistics is a concept that grows in importance, since it allows the organization, in a structured way, to have access to the residue of its product after the use by the consumer, making this residue (in part or in whole) a new entry in the process as raw material or input, rather than being directed to landfills. In view of this problem, and in view of the creation in Brazil of the National Solid Waste Policy, this study aims to describe, analyze and compare the post-consumption reverse logistics practices of three different sectors: lead-acid batteries, lubricating oil and tires. The operating models and the environmental performance of the sectors were verified before and after the implementation of the reverse logistics systems. In order to carry out the study, were interviewed representatives of three sectors in order to study the entities: IBER, Jogue Limpo Institute and RECICLANIP, responsible for the management of reverse logistics systems for lead-acid batteries, lubricating oil packing and tires, respectively.

Keywords: Reverse logistics, recycling, National Solid Waste Policy, lead-acid batteries, lubricating oil packaging, tires.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Resumo dos Principais Estágios no Ciclo de Vida da Bateria Automotiva Típica no Brasil	21
Figura 2	Representação de processos logísticos diretos e reversos.....	23
Figura 3	Fluxo do programa de coleta de baterias usadas.....	27
Figura 4	Hierarquia de soluções para resíduos sólidos definida pela PNRS.....	31
Figura 5	Componentes da bateria chumbo-ácido.....	35
Gráfico 1	Percentual dos componentes da bateria chumbo ácido.....	36
Figura 6	Estrutura de um pneu de passeio.....	38
Figura 7	Retirada do aço do pneu antes da trituração.....	48
Figura 8	Trituração e destinação de pneus inservíveis.....	48
Figura 9	Processo do Instituto Jogue Limpo.....	50
Gráfico 2	Percentual de atingimento de metas da instituição RECICLANIP.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Objetivos da pesquisa e respectivas metodologias.	43
Quadro 02	Destaques dos Aspectos Legais	52
Quadro 03	Destaques dos Aspectos operacionais das Organizações de Logística Reversa	54
Quadro 04	Destaques das Metas dos Setores	57
Quadro 05	Destaques dos Aspectos Financeiros	59
Quadro 06	Destaques dos Aspectos Ambientais	62
Quadro 07	Análise Consolidada	64
Quadro 08	Recomendações de Melhorias para os Setores de Pneus e Embalagens de Óleo Lubrificante.	70
Quadro 09	Recomendações de Melhorias para o Setor de Baterias Chumbo-Ácido	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCV	Associação Brasileira de Ciclo de Vida
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ANP	Agência Nacional do Petróleo
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CORI	Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBER	Instituto Brasileiro de Energia Renovável
ISO	Organização Internacional de Normalização
LCM	<i>Life Cycle Management</i>
LCT	<i>Life Cycle Thinking</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OLUC	Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado
ONU	Organização das Nações Unidas
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REP	Responsabilidade Estendida ao Produtor
SINDICOM	Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1.	OBJETIVOS	18
1.1.1.	Objetivo geral	18
1.1.2.	Objetivos específicos.....	18
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1.	CICLO DE VIDA.....	19
2.1.1.	Ciclo de Vida da Bateria Chumbo-Ácido.....	20
2.2.	LOGÍSTICA REVERSA	22
2.2.1.	Logística reversa no Brasil.....	24
2.2.2.	Logística reversa de Baterias Chumbo-Ácido	27
2.3.	RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO.....	29
2.4.	A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E A LOGÍSTICA REVERSA.....	30
2.5.	BATERIA CHUMBO-ÁCIDO	35
2.6.	PNEU	37
2.7.	ÓLEO LUBRIFICANTE.....	38
3.	METODOLOGIA.....	41
3.1.	ESCOLHA DOS SETORES	41
3.2.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	42
4.	ESTUDOS DE CASO E DISCUSSÃO.....	45
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DAS ENTIDADES SELECIONADAS	45
4.1.1.	IBER.....	45
4.1.2.	RECICLANIP	47
4.1.3.	Instituto Jogue Limpo.....	48
4.2.	ASPECTOS LEGAIS.....	50
4.3.	ASPECTOS OPERACIONAIS DAS ORGANIZAÇÕES DE LOGISTICA REVERSSA.....	52
4.4.	METAS DO SETOR.....	55
4.5.	ASPECTOS FINANCEIROS	58
4.6.	ASPECTOS AMBIENTAIS.....	60
4.7.	ANÁLISE CONSOLIDADA	63

5.	CONCLUSÃO	66
5.1.	RECOMENDAÇÕES EMBALAGENS DE ÓLEO E PNEUS	68
5.2.	RECOMENDAÇÕES AO SETOR DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO	70
5.3.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	72
5.4.	QUESTÕES FUTURAS	73
	REFERÊNCIAS.....	74
	APÊNDICE A.....	81

1. INTRODUÇÃO

A discussão sobre a viabilidade do modelo de desenvolvimento que permitiu às indústrias, sociedades e comunidades ao redor do mundo atingirem o nível de evolução técnica observado não é recente, tampouco restrita a campos específicos do conhecimento. Desde a Conferência de Estocolmo, em 1972, os esforços envidados no mapeamento e posterior redução da pegada ecológica são crescentes, o que gera aumento do interesse da população em relação aos hábitos de consumo, influencia o comportamento de marcas e organizações e afeta exigências legais e estruturas governamentais.

A Assembleia Geral das Nações Unidas já manifestou, por diversas vezes, preocupação com as modalidades insustentáveis de produção e consumo praticadas, e, desde a Rio 1992, a gestão ambientalmente racional dos resíduos foi incluída entre as questões de maior importância para a manutenção da qualidade do ambiente natural e para o atingimento de um modelo mais sustentável de desenvolvimento (ONU, 2011 *apud* PHILIPPI JR., 2012).

Em adição aos argumentos supramencionados, sabe-se que o aumento populacional em diversas partes do mundo, e o consequente incremento no consumo, facilmente influenciam as organizações a aumentarem sua produção, o que aumenta tanto o consumo de matéria-prima quanto a geração de resíduos. Segundo Smirne (2016), em poucas décadas este padrão tornar-se-á insustentável, com impactos negativos na biodiversidade, nos oceanos e na questão climática. Além disso, no atual contexto de decrescente disponibilidade de recursos naturais, de aumento do aquecimento global e de importância das demandas do consumidor em relação à tomada de decisões das empresas, mudanças estruturais no modo em que se produz e consome são de extrema importância (PNUMA, 2015).

Conforme Wackernagel & Ress (1996), o impacto sobre o meio ambiente pode ser medido através da pegada ecológica, que consiste em levantar o fluxo de energia e matéria necessária a suprir o consumo de determinada população, convertendo este gasto de matéria e energia em área de solo e quantidade de água requerida da natureza para suportar às atividades humanas.

Uma maneira de mitigar a pegada ecológica – e, inclusive, de gerar valor para a organização – está em utilizar os recursos de maneira mais sustentável, dando prioridade aos processos de reuso, reaproveitamento e reciclagem. Portanto, a logística reversa é um conceito que cresce em importância, já que permite às organizações, de maneira estruturada, ter acesso aos resíduos de seus produtos e/ou de produtos de terceiros após o uso pelo consumidor, tornando estes resíduos (em parte ou no todo) em uma nova entrada no processo produtivo

como fonte de matéria-prima ou insumo, ao invés de ser direcionado a lixões ou aterros sanitários.

Desta forma, trata-se de um processo de ganha-ganha, onde é possível reduzir a necessidade de retirada de matéria-prima do ambiente natural enquanto surge a possibilidade de aumento da vantagem competitiva da organização que adota um sistema de logística reversa.

Após analisar alguns conceitos, para esse trabalho o termo logística reversa é compreendido como todas as atividades da organização, ocorridas após a venda do produto, no sentido de retorná-lo (no todo ou em parte) ao processo produtivo de origem ou para outro, como matéria-prima ou insumo, cumprindo as legislações ambientais específicas na reciclagem e otimizando a eficiência das atividades de pós-venda.

Ainda levando em consideração a insustentabilidade do modelo vigente de exploração de recursos naturais, a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, documento resultante da Rio 92, propõe que autoridades nacionais passem a exigir que as organizações internalizem os custos ambientais atrelados à própria atividade, influenciando, assim, a criação de políticas públicas ao redor do mundo, e criando o conceito de poluidor-pagador (PHILIPPI JR, 2012).

O conceito de poluidor-pagador aparece na Declaração do Rio 92 da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da seguinte maneira:

As autoridades nacionais devem procurar promover a internacionalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais (ONU, 1992).

Dentro de todo o contexto de criação de maneiras mais adequadas de manejar o meio ambiente e levando em consideração o desenvolvimento sustentável, diversos países passaram a ajustar a legislação à qual as empresas estão submetidas.

Confrontados com quantidades crescentes de resíduos, muitos governos estudam e implementam políticas com intuito de colocar a responsabilidade pela fase pós-consumo para o produtor. Utilizando o princípio poluidor-pagador, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) estabelece a Responsabilidade Estendida ao Produtor (REP) com a principal fermenta para implementação de um sistema de logística reversa. Essa é uma abordagem política sob a qual os produtores recebem uma significativa responsabilidade, financeira e/ou física, pelo tratamento ou descarte de produtos pós-consumo. Atribuir tal responsabilidade ao produtor é um incentivo para prevenir os desperdícios na fonte, promover um design eficiente do produto e um aprimoramento do sistema logístico, favorecendo assim

ao meio ambiente, além de incentivar responsabilizando o produtor a apoiar e implementar as metas de reciclagem e de gestão dos materiais. (OECD, 2001).

De acordo com Cruz *et al* (2014) as opções para o cumprimento da REP podem incluir a implementação de sistemas individualizados ou coletivos, em acordo com os órgãos governamentais, sendo o sistema gerido diretamente pelos próprios fabricantes ou indiretamente através da criação de entidades que serão responsáveis por gerenciar o processo de logística reversa.

No Brasil a Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define que o ciclo de vida do produto e a consequente gestão do resíduo gerado ao fim deste processo passaram a ser de responsabilidade compartilhada, com papéis e atribuições específicas para o serviço público, fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e, inclusive, para o consumidor.

Dentro das diversas atribuições definidas pela PNRS, está a logística reversa, a ser obrigatoriamente implementada por participantes da cadeia produtiva de consumo de produtos que geram resíduos perigosos ou pode causar riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, como baterias, pilhas, lâmpadas, óleos lubrificantes, pneus, entre outros.

A obrigatoriedade de implementação de um sistema de logística reversa gerou a possibilidade de que diversos atores de um mesmo setor se unam no sentido de criar uma entidade que gerencie todo o processo de logística reversa para o mesmo por meio do agrupamento e prestação de informações, ajuste de procedimentos e realização de *benchmarking*. A criação dessa entidade gestora, em geral, ocorre por meio de acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o setor produtivo e o poder público, onde ficam acertadas metas, ações e responsabilidades de cada participante (LIMA, 2017).

Com inspiração em experiências semelhantes e bem-sucedidas em países europeus, como a Espanha, a ideia da criação de uma entidade gestora independente visa um aumento da qualidade da logística reversa, com menor custo para cada organização individualmente. Por isso, uma entidade cujo objetivo específico é gerenciar e cumprir as leis quanto ao adequado manejo de resíduos perigosos pode ser interessante para diversos setores produtivos. Segundo Lima (2017), há, inclusive, uma indução do próprio poder público quanto à implementação das entidades gestoras em substituição aos sistemas isolados de logística reversa.

Apesar da possibilidade de criação de uma entidade gestora independente, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos obriga as organizações, a implementar um sistema de logística reversa dentro das especificidades de cada setor. Não há obrigatoriedade, portanto, de se criar

uma entidade ou mesmo de se associar a uma entidade vigente, desde que sejam cumpridas as exigências legais.

Conforme PNRS a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida é um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados. Apesar da REP ter sido utilizada como referência na elaboração da PNRS, na REP está claramente definido que o produtor, como principal agente da cadeia, deve ser responsabilizado sendo o indutor do sistema de logística reversa.

Segundo o Artigo 33 da Lei 12.305/2010, os setores que estão obrigados à implementação do sistema de logística reversa independente do serviço público de limpeza urbana são (BRASIL, 2010):

- Agrotóxicos
- Pilhas e baterias
- Pneus
- Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens
- Lâmpadas fluorescentes
- Produtos eletroeletrônicos

O presente estudo tem como fio condutor a seguinte pergunta de pesquisa:

Como se dá a contribuição das organizações dos sistemas de logística reversa pós-consumo à gestão de resíduos sólidos com vista à PNRS?

Para isso, o estudo tem como objeto de pesquisa analisar os processos e práticas utilizados pelas organizações que são entidades gestoras dos sistemas de logística reversa dos setores de baterias chumbo-ácido, pneumáticos e embalagens de óleo lubrificante, bem como os principais resultados alcançados por cada setor devido à utilização de uma entidade que centraliza informações e procedimentos.

As entidades pesquisadas para a construção deste documento foram o Instituto Brasileiro de Energia Reciclável (IBER), a RECICLANIP e o Instituto Jogue Limpo, responsáveis por conduzir os sistemas de logística reversa dos setores de baterias chumbo-ácido, pneus e embalagens de óleo lubrificante, respectivamente.

Este trabalho contempla, além da pesquisa bibliográfica e documental sobre logística reversa, legislações e características dos setores tratados, entrevistas com pessoas-chave de

organizações envolvidas nos setores estudados. O método de pesquisa utilizado foi o estudo de casos múltiplos, que tem como objetivo analisar os diversos contextos, gerando a possibilidade de comparação entre as realidades distintas dos três setores. O percurso metodológico se deu por meio do entendimento de como funcionam as entidades supramencionadas, e da consequente comparação das diferentes práticas e contextos, a busca de identificar essas práticas tem também como objetivo identificar e propor maneiras de replicá-las.

A escolha dos setores de baterias chumbo-ácido, pneus e embalagens de óleo lubrificante deve-se a semelhanças no processo de consumo e de descarte dos produtos. O ponto de “retorno” do produto inservível é a oficina ou revendedor, já que é muito natural ao consumidor descartar o produto no ato da troca, diferentemente do que acontece em outros setores como pilhas e lâmpadas, em que o consumidor compra o produto e faz a substituição do velho pelo novo em casa, o que demanda um trabalho maior de conscientização para que se faça o descarte adequado do produto inservível.

As semelhanças encontradas permitem uma observação das práticas e resultados dos três setores com o objetivo de identificar o gerenciamento do sistema de logística reversa e de destinação ambientalmente adequada do produto pós-consumo.

O presente estudo se justifica por tratar de um tema crucial para o desenvolvimento sustentável brasileiro. A logística reversa, realizada de maneira obrigatória ou não, é uma alternativa muito pertinente para fazer frente aos altos níveis de produção e consumo do contexto atual, permitindo uma destinação mais ecologicamente amigável aos resíduos de seu processo produtivo. Além disso, o mesmo tema traz grandes oportunidades de se gerar valor à cadeia produtiva de diversos produtos, reduzindo, em muitos casos, a necessidade de compra ou exploração da matéria-prima.

Os três setores tratados nesta dissertação têm em comum a característica de gerarem resíduos potencialmente perigosos à saúde ambiental e à saúde humana. Portanto, avanços na maneira como esses resíduos são coletados, tratados e retornados ao processo produtivo traduzem-se em melhorias que afetam não só as organizações, mas a sociedade como um todo. A PNRS deixa clara a importância de se agir de maneira tempestiva quanto à melhoria da destinação dos resíduos, principalmente os considerados perigosos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Compreender e analisar as práticas das entidades gestoras dos sistemas de logística reversa dos setores de baterias de chumbo-ácido, pneus e embalagens de óleos lubrificantes.

1.1.2. Objetivos específicos

- Descrever os mecanismos legais relacionados à implementação do sistema de logística reversa pelos setores de pneus, embalagens de óleo lubrificante e baterias chumbo-ácido;
- Descrever e analisar o processo de logística reversa das organizações selecionadas para a pesquisa;
- Caracterizar os níveis de eficiência e eficácia apresentados por cada setor;
- Descrever e analisar os processos de reuso, reaproveitamento e reciclagem, quando existentes.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este tópico aborda as bases teóricas necessárias ao entendimento da problemática de pesquisa e explica o contexto no qual a presente dissertação se insere. Aqui, são discutidos à luz da literatura, os conceitos e aplicações de logística reversa, as legislações aplicáveis ao tema, os desdobramentos ambientais da aplicação de um sistema adequado e os setores produtivos abordados na pesquisa.

2.1. CICLO DE VIDA

As características de uma sociedade, em geral, delimitam e influenciam seu padrão de consumo. Como evoluções tecnológicas e mudanças culturais ocorrem numa base regular, o padrão de consumo sofre mudanças ao longo do tempo, o que faz com que todo produto consumido tenha um ciclo de vida (ROCHA, 2018).

O ciclo de um produto na cadeia comercial não acaba depois de seu uso e descarte, principalmente quando se considera o conceito de responsabilidade pós-consumo, tendo em vista que todas as etapas da vida de um produto, seja durante sua produção, uso pelo consumidor ou descarte, geram interações com o ambiente natural. As principais interações estão relacionadas à extração de recursos naturais e à geração de resíduos e rejeitos (BAENAS, 2008).

O rumo à sustentabilidade requer que as empresas encontrem formas inovadoras de serem rentáveis e ao mesmo tempo expandirem as fronteiras tradicionais de negócios, incluindo em suas dimensões estratégicas a análise dos impactos ambientais e sociais através da introdução de um pensamento/filosofia de ciclo de vida, batizado na língua inglesa de *Life Cycle Thinking* (LCT) (UNEP, 2007). Essa abordagem visa tornar consciente de como a vida cotidiana atrelada ao consumo podem afetar o meio ambiente.

Segundo Sonneman (2002), o LCT pode ser entendido que somente a visão de um bom desempenho ambiental isolado de uma organização não é suficiente para garantir que a mesma tenha garantida de sua sustentabilidade, essa condição só será conquistada se todos os elos de sua cadeia apresentarem desempenho ambiental equivalente.

Conforme a UNEP (2007), o *Life Cycle Management* (LCM), é um sistema de gestão do ciclo de vida que tem com o objetivo de minimizar impactos ambientais e socioeconômicos associados ao produto durante o seu ciclo. Com o LCM as organizações vão além dos limites de suas instalações, elas devem estar dispostas a expandir seu escopo de atuação, de colaboração e de comunicação com todas as partes interessadas na cadeia de valor.

O LCM não é uma ferramenta única ou metodologia, mas um sistema de coleta, estruturação e disseminação de informações com foco no ciclo de vida.

Tendo em vista as interações, usualmente negativas, do produto com o ambiente natural durante seu ciclo de vida, surgiu uma técnica chamada Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) com o objetivo de mensurar possíveis impactos ambientais resultantes da fabricação, utilização de determinado produto ou serviço e descarte. A ideia da ACV é levantar dados durante todas as fases do ciclo de vida do produto (desde a extração da matéria-prima, passando pela produção, distribuição, consumo e disposição final), isso apoia a implementação de um sistema de gestão da cadeia (LCM). A metodologia proposta é, em essência, quantitativa com os dados numéricos de categorias de impacto pré-definidas comparados com números desejáveis e com performances de produtos semelhantes, o que permite uma visão ampla do impacto ambiental de diversos produtos, inclusive categorizando áreas mais críticas e fases do ciclo de vida com maior e menor impacto ambiental (INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2018).

A Associação Brasileira de Ciclo de Vida (ABCV) foi criada em 2002 com o objetivo de disseminar e consolidar o uso da ferramenta no Brasil, e, a partir de 2007, congressos e conferências internacionais sobre o tema passaram a ser realizados no Brasil e na América Latina (OLIVEIRA, 2017).

O estudo ACV responde a uma série de normas: ISO 14.040 - 14.044. Estas normas determinam princípios, requisitos, e abordam diretrizes do que deve constar numa Avaliação do Ciclo de Vida para que o documento seja válido. E, de acordo com Ribeiro *et al.* (2003), um processo bem feito possibilita diversos usos relevantes, como:

- Identificar oportunidades de melhoria de aspectos ambientais dos produtos em vários pontos do seu ciclo de vida;
- Auxiliar a tomada de decisões em diversas organizações;
- Seleção de indicadores pertinentes de desempenho ambiental;
- Marketing sustentável por meio da criação de programas de rotulagem ecológica de produtos ou organizações que tenham determinados resultados na ACV.

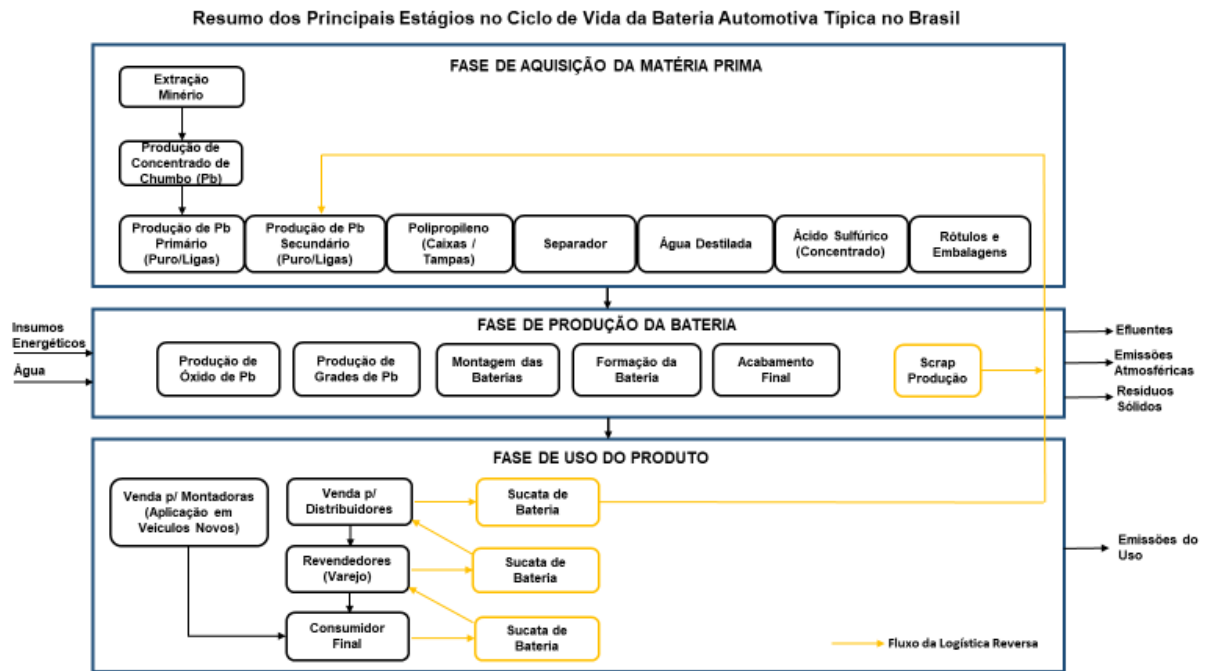
2.1.1. Ciclo de Vida da Bateria Chumbo-Ácido

A vida útil de uma bateria é influenciada por diversos fatores, tais como a quantidade de quilômetros rodados por ano, a temperatura da região de uso e de trabalho e seu tipo de

aplicação. Conforme Neto (2016), para baterias automotivas a vida útil em média no Brasil é em torno de 3 anos.

Na figura 1, podemos identificar o ciclo de vida de uma bateria automotiva chumbo-ácido típica do Brasil.

Figura 1: Principais Estágios no Ciclo de Vida da Bateria Automotiva Típica no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme DNPM (2016) a produção brasileira em 2014 de concentrado de chumbo, em metal contido, foi de 11 kt, representando apenas 0,2% da produção mundial. Todo esse concentrado é exportado já que não tem indústria de produção de chumbo primário no país.

Devido à pequena quantidade de jazidas presentes no Brasil e também ao fato de que a extração do metal contido na sucata demandar menos energia do que o processamento a partir do minério, estima-se que 98% das baterias comercializadas no Brasil são recicladas após o consumo, o que faz com que, atualmente, as baterias chumbo-ácido sejam compostas de cerca de 60-80% de chumbo reciclado (BATTERY COUNCIL INTERNATIONAL, 2016 *apud* CARNEIRO *et al.*, 2017). Isso torna a reciclagem das baterias sucateadas uma fonte significativa de matéria prima para a produção de novas baterias.

O principal componente de uma bateria de chumbo-ácido, é o metal chumbo, que em média corresponde em peso a aproximadamente 65% da composição do produto (NUNES, 2015).

Quando analisamos o trabalho de Hong *et al.* (2017), comparando o ciclo de vida do chumbo primário versus o secundário na China, eles constataram que o aumento da taxa de reciclagem de chumbo reduz de maneira eficiente a poluição por chumbo, porque a emissão direta de chumbo gerada pelo processo de recuperação de chumbo (secundário) é significativamente menor do que a do refino primário de chumbo. Além disso, verificaram que o refino de chumbo secundário é mais favorável ao meio ambiente, com redução de gastos energéticos, emissões de gases efeito estufa e uso de recursos naturais, quando comparado com o primário.

Um estudo realizado por Premrude *et al.* (2013), comparando duas tecnologias de produção de bateria chumbo ácido, com e sem reposição de água, na Tailândia, demonstrou que o aquecimento global e a acidificação foram os principais impactos observados no ciclo de vida baterias chumbo-ácido. A fase de obtenção de matéria-prima tinha o efeito mais elevado sobre o meio ambiente, seguindo-se a fase de utilização do produto. A produção teve o menor grau de impacto, nessa fase, os impactos ambientais são dominados pela formação (40%), a produção de grade (30%) e óxido (5%). Mais de 90% do impacto ambiental que ocorreu durante a fase de utilização da bateria surgiu de carregamento da bateria através da queima de combustível no motor. Os restantes 10% foi a partir da utilização de garrafas de plástico de água destilada, isso para baterias com reposição de solução.

2.2. LOGÍSTICA REVERSA

O termo que dá título a este tópico, a logística reversa, é uma subárea de um processo de gestão de extrema importância para o adequado andamento de qualquer organização: a logística. Para Ballou (1993), a logística envolve o planejamento do fluxo de materiais, visando à entrega das necessidades na qualidade definida e no tempo correto, promovendo um grande foco na otimização dos recursos e no aumento da qualidade dos serviços.

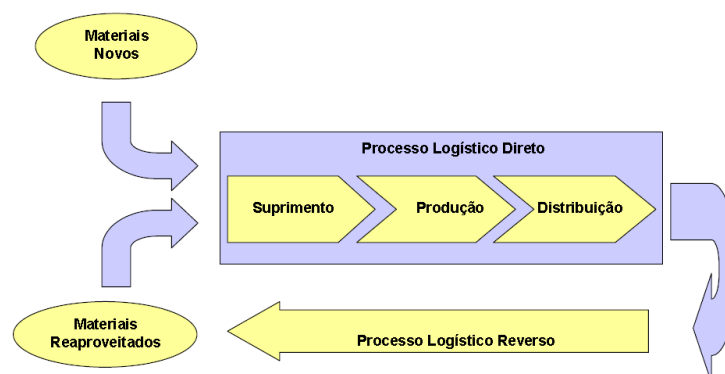
Observando a definição aqui exposta, percebe-se um desafio inerente à atividade logística: a otimização dos recursos em conjunto ao aumento da qualidade dos serviços. Apesar de não serem tarefas fáceis de se alcançar, qualquer avanço nestes dois objetivos tem impacto positivo nos resultados organizacionais, seja em custos (com a otimização dos recursos) ou em aumento de eficiência e eficácia do trabalho logístico da empresa (por meio do aumento da qualidade dos serviços).

Nos últimos anos, é latente a evolução que vêm sofrendo não só os processos logísticos, como seu posicionamento como área organizacional: trata-se, no contexto atual, de um dos elementos-chave a evolução da estratégia competitiva das empresas. Se no início o termo “logística” remetia a atividades de transporte e armazenagem, na atualidade ele representa um dos pontos centrais da gestão da cadeia de suprimentos (GONÇALVES, 2006).

Sendo as práticas logísticas mutáveis conforme as necessidades organizacionais e as características do mercado, surgem, na década de 1970, algumas referências a fluxo reverso ou canais reversos, normalmente tratando do tema reciclagem e desenvolvendo processos de retorno de produtos pós-consumo ao processo produtivo (LAGARINHOS & TENÓRIO, 2013). Logística reversa está relacionada ao fluxo contrário do produto, que pode iniciar-se do consumidor final e finalizar no produtor, seguindo um determinado canal de distribuição. Segundo Carter & Ellram (1998), também é possível definir logística reversa como o processo pelo qual as organizações podem melhorar seu desempenho ambiental por meio de reciclagem, reutilização e redução de matéria-prima e/ou insumo utilizados.

Rogers & Tibben-Lembke (2001) definem logística reversa como o planejamento, execução e controle eficiente dos custos, estoques e informações desde o ponto de consumo até o ponto de origem do produto. Lacerda (2002) observa que a logística reversa, quando bem aplicada, acarreta um potencial de redução do custo de captação de matéria-prima e/ou insumos, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2: Representação de processos logísticos diretos e reversos



Fonte: Lacerda (2002)

De acordo com Leite (2002), entende-se como logística reversa a área da logística empresarial que planeja, controla e gerencia o retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo da organização. Este processo permite a geração de valor econômico, legal e ecológico.

Como podemos perceber a importância da definição de um método de gestão para captação de um produto no fim de sua vida, alinhado com um sistema logístico de baixo custo são fundamentais para um sistema de logística reversa.

Por isso, para fins deste trabalho, o termo logística reversa é compreendido como todas as atividades da organização, ocorridas após a venda do produto, no sentido de retorná-lo (no todo ou em parte) ao processo produtivo de origem ou para outro, como matéria-prima ou insumo, cumprindo as legislações ambientais específicas na reciclagem e otimizando a eficiência das atividades de pós-venda.

2.2.1. Logística reversa no Brasil

A influência dos sistemas europeus de logística reversa junto com a demanda da PNRS estimularam as organizações brasileiras a, cada vez mais, reverem o ciclo de vida de seus produtos e estruturarem seu sistema de logística reversa. Há um aumento da percepção da logística reversa como uma estratégia sustentável e lucrativa (COUTO & LANGE, 2017).

Em alguns setores produtivos, os processos de coleta seletiva e reaproveitamento e/ou reciclagem dos produtos é historicamente viabilizado por catadores de resíduos sólidos, o que demonstra que o mercado já percebe que resíduos diversos possuem valor comercial e podem virar matéria-prima e/ou insumo. Entretanto, por não haver uma estrutura formal que viabilize o descarte adequado destes resíduos, a atividade é realizada de maneira informal (MOTA, 2012).

Segundo Gouveia (2012), os catadores de materiais recicláveis podem ser considerados os grandes protagonistas da indústria de reciclagem, esse grupo de trabalhadores vem atuando de maneira informal ou organizada em cooperativas. Mesmo antes da definição de políticas públicas para a gestão de resíduos no país, vem realizando um trabalho de grande importância ambiental; contribuindo significativamente para o retorno de diferentes materiais para o ciclo produtivo; gerando economia de energia e de matéria-prima, e evitando que diversos materiais sejam destinados a aterros.

Segundo Dias (2009) os catadores detêm posição importante na gestão de resíduos sólidos no Brasil, mostrando que na realidade, a existência de catadores vem pela dificuldade de implementação de um sistema de logística reversa bem como da situação social que o país se encontra.

Como qualquer mudança de paradigmas, o cenário de implementação massiva de sistemas de logística reversa pelas organizações brasileiras conta com diversos desafios. Conforme Couto & Lange (2017) estes desafios podem ser divididos em três áreas principais:

- Aspectos políticos e legais: até a promulgação da Lei 12.305/2010, não havia nenhum mecanismo legal que atuasse na disciplina e uniformidade de gestão dos produtos pós-consumo. O que existia antes eram iniciativas informais e algumas resoluções do Conama relativas a pneus inservíveis, embalagens de agrotóxicos, óleos lubrificantes e pilhas e baterias. A PNRS, entretanto, trouxe consigo não apenas a obrigatoriedade de implementação de um sistema de logística reversa por diversos setores, mas também o conceito, à época inovador, de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Estas questões fazem com que as organizações saiam de sua zona de conforto e passem a entender o novo papel que lhes é atribuído.
- Aspectos operacionais: como a maior parte dos casos de implementação de sistema de logística reversa no Brasil ainda se refere ao atendimento das determinações da PNRS, há a tendência de associação entre diversas organizações de um mesmo setor para desenvolver um sistema conjunto e dividir os custos associados ao processo, já que todos os participantes da cadeia estão legalmente obrigados a desenvolver um sistema de logística reversa com base nas mesmas normas. Além disso, nos casos de gestão compartilhada do sistema de logística reversa, é importante o estabelecimento da relação entre os participantes do setor, já que este é um fator crítico não só para o funcionamento do sistema, mas também para a prestação de informações aos órgãos reguladores.
- Aspectos sociais: em alguns setores, antes de existir a PNRS os catadores de resíduos sólidos já atuavam de maneira informal num processo de coleta seletiva de lixo comum. Essa política disciplina tanto a atividade de coleta seletiva (de responsabilidade dos municípios) quanto a atividade de logística reversa (de responsabilidade das organizações) e pode trazer oportunidades para profissionais que trabalham dentro desta cadeia. Bem como possibilita a criação de uma nova cadeia produtiva a partir da criação de alternativas para captação e reaproveitamento dos resíduos.

No Brasil existe o Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa (CORI), formado pelos ministérios do Meio Ambiente, da Saúde, da Fazenda, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. A finalidade do CORI é definir regras para implementação de sistemas que visam à devolução de resíduos a seus geradores, para reaproveitamento em seu próprio ciclo ou em outro ciclo produtivo. No processo de validação do sistema de logística reversa, o CORI tem o papel de aprovar o estudo de viabilidade técnica e econômica, o que faz deste órgão agente crucial (ABREU, 2014).

O setor de pneus, um dos objetos deste trabalho, tem como grandes desafios em seu processo de logística reversa a realização de uma coleta mais eficiente e o custo do processo. A fiscalização, controle e reporte das metas do setor é de responsabilidade do IBAMA, que recebe informações dos fabricantes, importadores, exportadores e empresas de valorização energética que são cadastradas no Cadastro Técnico Federal. Deve ser criado, também, um controle estadual, com o objetivo de controlar o fluxo dos pneus que entram nos mercados de reposição até sua destinação (LAGARINHOS & TENÓRIO, 2013)

O processo de logística reversa do pneu inicia-se quando o consumidor compra o produto novo e deixa o inservível no ponto de venda. Existe a opção de deixar o pneu usado no local ou levá-lo a um ponto de coleta e em ambos os casos os pneus são recolhidos para destinação ambientalmente adequada. Os distribuidores e revendedores participam do processo de reciclagem recebendo pneus inservíveis dos consumidores, e há duas opções de ação: o material pode ser recolhido por empresas de triagem e seleção ou o distribuidor e/ou revendedor pode se encarregar da destinação final ambientalmente adequada. O papel das empresas de triagem e seleção é selecionar a destinação ambiental mais adequada de cada pneumático.

De acordo com a FECOMERCIO/SP (2018) o sistema de logística reversa do setor de baterias chumbo-ácido também se inicia com a participação dos consumidores por meio da entrega das baterias inservíveis em algum ponto de entrega, geralmente no momento da substituição da bateria. É responsabilidade dos distribuidores, fabricantes e importadores realizarem uma coleta periódica das baterias inservíveis, gerando um comprovante de recebimento para o ponto de entrega e transportando, em seguida, os resíduos para onde será realizada a reciclagem ou outra destinação final ambientalmente adequada. Na Figura 3 está detalhado o fluxo do programa de coleta de baterias usadas.

Figura 3: Fluxo do programa de coleta de baterias usadas



Fonte: FECOMERCIO/SP, 2018

Em relação ao processo de logística reversa de embalagens de óleo lubrificante, as atividades são conduzidas por empresas operadoras logísticas, que são responsáveis pelo cadastramento de geradores, coleta e recebimento de embalagens, assim como a administração das centrais de armazenagem. Após o recolhimento as embalagens são drenadas, segregadas por cor e prensadas ou moídas para serem encaminhadas a organizações recicladoras, onde são submetidas a processos de descontaminação do óleo lubrificante residual e transformadas em matéria-prima para novas embalagens e outros produtos plásticos (INSTITUTO JOGUE LIMPO, 2017a).

2.2.2. Logística reversa de Baterias Chumbo-Ácido

No Brasil, previamente à PNRS, a Resolução CONAMA nº 257/1999 posteriormente alterada para a Resolução nº 401/2008, já demandava que pilhas e baterias, entre elas as baterias chumbo-ácido, nacionais e importadas, usadas ou inservíveis, recebidas em estabelecimentos comerciais e em rede de assistência técnica deveriam ser encaminhadas para destinação ambientalmente adequada, sendo esta destinação de responsabilidade do fabricante ou do importador. Além disso, a mesma Resolução proibiu a destinação de baterias chumbo-ácido em aterros sanitários, bem como a incineração do bem. Porém a legislação de pilhas e baterias não estabelecia metas de atendimento a logística reversa para a cadeia e nem estabelecia sistema de

controle conforme legislação do setor de pneus descrita na resolução do CONAMA nº 416/2009.

Conforme Ahmed (1996), com a baixa do preço do chumbo no mercado mundial em meados dos anos 80 a taxa de reciclagem de baterias diminuiu significativamente. Por isso, a Suécia em resposta a esse problema lançou em 1989 o programa "Retur-batt", esse foi o primeiro esquema de logística reversa de bateria chumbo-ácido da Europa a entrar em operação. Esse sistema coordenava a coleta de baterias chumbo-ácido e buscava promover a conscientização pública. No programa todos os varejistas de baterias deveriam aceitar as baterias usadas e aproximadamente US\$ 5 era cobrado na venda de todas as baterias novas para subsidiar etapas não lucrativas da cadeia de coleta e envio a reciclagem, além de financiar a comunicação para educação/conscientização da sociedade no tema, conceito de poluidor-pagador da REP.

Segundo Sancilio (1995), foi estabelecido na Itália, através da lei 475/88, um consorcio chamado COBAT, criado para organizar uma rede eficiente para a coleta e reciclagem de baterias de chumbo-ácido usadas. O objetivo era organizar a logística reversa das baterias chumbo-ácido e resíduos de chumbo. O estatuto do COBAT foi aprovado em 1990 por um decreto do Ministério do Meio Ambiente e do Ministério da Indústria, autorizando o COBAT a entrar em operação no final de 1991.

O COBAT é uma organização sem fins lucrativos, operando em toda a Itália com objetivo de organizar a coleta e armazenamento de baterias de chumbo-ácido, sendo previsto na lei que a organização está autorizada a:

- Fazer contatos com empresas privadas e públicas, responsáveis pela coleta de baterias de chumbo-ácido usadas e sucata de chumbo;
- Fazer acordos com autoridades locais e empresas, a fim de alcançar os objetivos do estatuto;
- Coordenar os coletores autorizados nas distintas áreas geográficas;
- Promover campanhas publicitárias para incentivar a coleta e a reciclagem de baterias usadas.

O Consórcio compreende todos os setores envolvidos no ciclo de vida da bateria, fabricantes, importadores, distribuidores, varejistas, associação de coletores e indústrias de reciclagem. No sistema da COBAT os varejistas não são obrigados a aceitar a bateria usada. O

consórcio obtém receitas através da venda de novas baterias, onde importadores e fabricantes repassam um valor do produto vendido ao consórcio e também da receita da operação de compra de sucata de baterias que são vendidas para empresas de reciclagem.

Conforme Tsoulfas (2002), seguindo o conceito da REP, outros países também definiram sistemas visando atendimento a logística reversa do setor de baterias chumbo-ácido:

- Na França foi criada uma organização chamada Société de Collecte et de Recyclage des Accumulateurs (SCRA), foi estabelecida a fim de lidar com as diretrizes da legislação pertinente (lei 99-374, 5/12/1999), para a coleta e reciclagem de pilhas e baterias. A SCRA instalou uma rede de recolhimento da sucata de baterias e lançou campanhas de educação/conscientização da sociedade.
- Na Noruega em 1993 o país lançou sistema chamado AS Batteriretur, criado para gerenciar a cadeia de baterias chumbo-ácido. Os consumidores devolvem as baterias usadas gratuitamente para cerca de 10.000 pontos de coleta, que incluem revendedores, postos de gasolina, depósitos de lixo municipais e nos próprios depósitos de armazenamento da AS Batteriretur. No sistema a AS Batteriretur compra essas baterias dos coletores e transporta para os depósitos de armazenamento centrais. Desses armazéns centrais, as baterias são enviadas para as recicladoras. O sistema é mantido pelos fabricantes.
- Na Alemanha novos regulamentos foram definidos através da Portaria de 27 março de 1998, visando reduzir o dano potencial ao meio ambiente e à saúde pública de baterias usadas. Na portaria os consumidores são obrigados a devolver os acumuladores usados aos varejistas que são obrigados a aceitar baterias usadas sem cobrar nada dos consumidores. Porém, o consumidor deve pagar na hora da compra de uma bateria nova, cerca de US\$ 10, caso não devolva a usada. A portaria define que os requisitos para reciclagem e descarte devem ser atendidos pelos fabricantes.

2.3. RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

A definição de responsabilidade compartilhada deriva do princípio do poluidor-pagador, presente na Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Entre outras coisas, o documento, que se trata de um dos resultados da Conferência Rio 92, propõe que autoridades nacionais passem a exigir que as organizações internalizem os custos ambientais atrelados à própria atividade (ONU, 1992).

É uma maneira de reduzir e/ou compensar o impacto ambiental negativo de diversas atividades empresariais, pois, segundo Philippi Jr. (2012), quando os custos da degradação do meio ambiente não são cobrados financeiramente, os recursos naturais tendem a ser superexplorados.

Percebe-se, inclusive, o princípio do poluidor-pagador como influência em diversos instrumentos ambientais legais, demandando que os agentes econômicos se responsabilizem por evitar danos ou reparar o dano causado ao ambiente natural, além de terem obrigações quanto ao ciclo de vida do produto. Um exemplo é a PNRS, que não só aplica o conceito de poluidor-pagador, mas envolve a responsabilidade compartilhada, o que representa uma inovação significativa (PHILIPPI JR., 2012).

Na Lei 12.305/2010, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é definida como:

conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos (...). (BRASIL, 2010, art. 3º)

A responsabilidade compartilhada, portanto, é um conceito que demanda ações públicas, ações do mercado e, inclusive, participação do consumidor final do produto, tudo com o objetivo de reduzir o impacto ambiental e a influência negativa na saúde da população.

2.4. A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E A LOGÍSTICA REVERSA

O aumento global da preocupação com o manejo adequado do meio ambiente tem intensificado tanto as discussões quanto o comportamento de entidades públicas e privadas, e dentro deste contexto, a legislação brasileira vem adequando-se a práticas internacionalmente aceitas, como o conceito de poluidor-pagador e, ainda, a adoção da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

O mecanismo legal relevante para a execução desta pesquisa é a PNRS, instituída pela Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, após amplo debate entre governo, setor acadêmico, setor produtivo e entidades civis. Esta Lei apresenta uma visão moderna na maneira de tratar os resíduos urbanos, trabalhando a responsabilidade compartilhada e consagrando o viés social da reciclagem (ABDI, 2013).

A partir desta legislação, o ciclo de vida do produto e a consequente gestão do resíduo gerado ao fim deste processo passaram a ser de responsabilidade compartilhada, com papéis e atribuições específicas para o serviço público, para fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e, inclusive, para o consumidor.

Diferentemente da responsabilidade compartilhada da PNRS, a estratégia usada pela OCDE é a REP, que vem impor a responsabilidade ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos e embalagens introduzidas no mercado aos produtores/importadores. Isto significa que as empresas que fabricam e importam produtos e embalagens são obrigadas a ser responsáveis por esses produtos após a sua vida útil. As empresas devem dispor de recursos para gerir o sistema de logística reversa através da reutilização, reciclagem ou na produção de energia, podendo delegar esta responsabilidade a um terceiro, com isso a REP transfere a responsabilidade pelos resíduos do governo para o setor privado obrigando a internalizar os custos da gestão e destinação dos resíduos nos custos dos seus produtos (OECD, 2001)

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2018), a PNRS contém instrumentos importantes para o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos que decorrem do manejo inadequado de resíduos sólidos. A Lei prevê desde a redução na geração de resíduos, até formas adequadas de reciclagem e, se for o caso, destinação dos diversos tipos de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A Lei 12.305/2010 define que a solução adotada para tratar os resíduos deve considerar a seguinte hierarquia, conforme mostrado na figura 4:

Figura 4: Hierarquia de soluções para resíduos sólidos definida pela PNRS



Fonte: Elaborado pelo autor.

E, ainda, define acordo setorial como um contrato firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes com o objetivo de implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. É o que vem sendo feito com o objetivo de instituir uma entidade responsável pela gestão da logística reversa em alguns dos setores citados pela Política Nacional de Meio Ambiente (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018).

A principal finalidade do acordo setorial é reunir todos os atores de uma mesma cadeia para que, juntos, possam encontrar uma solução sustentável para a adequada destinação e/ou tratamento dos resíduos gerados. De acordo com Azevedo (2015), os requisitos mínimos que devem constar em um acordo setorial são:

- 1- Indicação dos produtos objeto do acordo setorial;
- 2- Descrição das etapas do ciclo de vida do produto em que o sistema de logística reversa atua;
- 3- Descrição operacional do sistema de logística reversa;
- 4- Definição da possibilidade de entidades, cooperativas ou outras formas de associação para execução de ações propostas no sistema a ser implantado;
- 5- Papéis dos órgãos públicos, quando estes forem responsáveis por alguma etapa do processo de logística reversa;
- 6- Definição das formas de participação do consumidor;
- 7- Canais de divulgação de informações sobre redução, reciclagem e destinação adequada dos resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos e embalagens;
- 8- Metas para o sistema de logística reversa;
- 9- Cronograma de implementação do sistema de logística reversa;
- 10- Informações sobre a possibilidade e viabilidade de reaproveitamento dos resíduos, alertando para os riscos decorrentes do manuseio;
- 11- Identificação dos resíduos perigosos presentes nas ações propostas e os procedimentos previstos para minimizar e/ou eliminar os riscos e impactos à saúde humana e ao ambiente natural;
- 12- Mensuração dos impactos sociais e econômicos atrelados à implementação do sistema de logística reversa;
- 13- Descrição das atribuições dos participantes do sistema de logística reversa contendo o fluxo reverso dos resíduos, o detalhamento das etapas do sistema e a destinação dos resíduos gerados, das embalagens pós-consumo e, quando for o caso, das sobras do produto;
- 14- Cláusulas prevendo penalidades aplicáveis caso haja descumprimento das obrigações previstas no acordo.

A abrangência de um acordo setorial pode ser nacional, regional, estadual ou municipal. E em termos de hierarquia, quanto mais amplo o âmbito do acordo, maior sua prevalência,

portanto, um acordo de abrangência nacional prevalece em relação a acordos regionais, estaduais e municipais. (ABREU, 2014).

Numa análise da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o marco legal da PNRS tem o potencial de definir novos instrumentos financeiros que impulsionarão a reciclagem, o que gerará mais negócios e renda para diversos participantes da cadeia. Além disso, mais produtos retornarão à indústria para serem usados como matéria-prima no processo produtivo, reduzindo a necessidade de exploração de recursos naturais (ABDI, 2013).

Segundo o Artigo 33 da Lei 12.305/2010:

São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

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

II – pilhas e baterias;

III – pneus;

IV – óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

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

VI – produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

§ 1º Na forma do disposto em regulamento ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, os sistemas previstos no caput serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 2º A definição dos produtos e embalagens a que se refere o § 1º considerará a viabilidade técnica e econômica da logística reversa, bem como o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 3º Sem prejuízo de exigências específicas fixadas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS, ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos a que se referem os incisos II, III, V e VI ou dos produtos e embalagens a que se referem os incisos I e IV do caput e o § 1º tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, consoante o estabelecido neste artigo, podendo, entre outras medidas:

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

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

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos de que trata o § 1º.

§ 4º Os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens a que se referem os incisos I a VI do caput, e de outros produtos ou embalagens objeto de logística reversa, na forma do § 1º.

§ 5º Os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos na forma dos § 3º e § 4º.

§ 6º Os fabricantes e os importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sisnama e, se houver, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.

§ 7º Se o titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, por acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregar-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens a que se refere este artigo, as ações do poder público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes.

§ 8º Com exceção dos consumidores, todos os participantes dos sistemas de logística reversa manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente e a outras autoridades informações completas sobre a realização das ações sob sua responsabilidade (BRASIL, 2010).

Além da implementação do sistema de logística reversa, a PNRs obriga os setores supracitados a investir no desenvolvimento e fabricação de produtos aptos à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação ambientalmente adequada; divulgar ao público maneiras de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos relacionados aos respectivos produtos; e assumir o compromisso de participar das ações previstas no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (ABDI, 2013).

Ainda segundo a ABDI:

O papel do consumidor nesse processo é o de efetuar a devolução de seus produtos e embalagens aos comerciantes ou distribuidores após o uso. Aos comerciantes e distribuidores compete efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos. Por sua vez, os fabricantes e os importadores deverão dar destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e, se houver, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (ABDI, 2013, p. 16).

De acordo com a CETESB (2018), em cumprimento à PNRs, a logística reversa é realizada por meio de sistemas que envolvem coleta, reuso, reciclagem, tratamento e/ou disposição final de resíduos pós-consumo. Há, ainda segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, dois formatos principais de sistema de logística reversa, definidos de acordo com a forma como o resíduo é coletado. São eles:

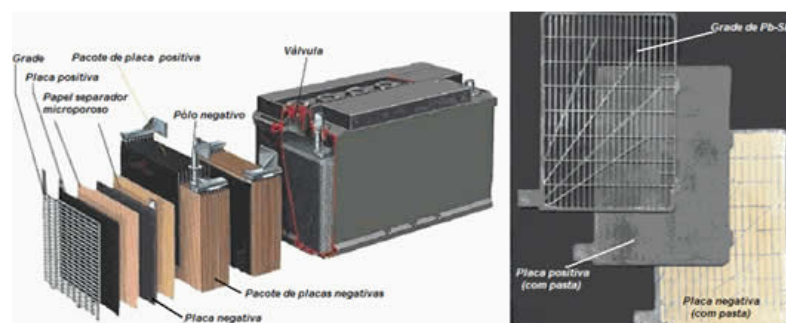
- Coleta em pontos de entrega voluntários (pilhas, celulares, óleo comestível): o consumidor leva o resíduo a um ponto de entrega, normalmente localizado próximo ao comércio ou rede de assistência técnica. Periodicamente os resíduos são recolhidos do ponto de entrega voluntária por um operador logístico financiado pelos fabricantes e importadores.
- Coleta por sistema itinerante junto ao comércio (pneus, óleo lubrificante, baterias automotivas): salvo raras exceções, o resíduo fica retido no ponto de geração, geralmente postos de gasolina, concessionárias e oficinas, onde o consumidor substitui o produto usado ou inservível pelo novo e deixa o resíduo. Periodicamente os resíduos são recolhidos por um operador logístico financiado pelos fabricantes e importadores.

2.5. BATERIA CHUMBO-ÁCIDO

A bateria chumbo-ácido é um dispositivo acumulador de energia, que transforma energia química em energia elétrica. Foi inventada pelo francês Gaston Planté em 1859. Internamente é composta por dois eletrodos, um positivo e outro negativo, feitos de dióxido de chumbo e chumbo, respectivamente. Utiliza como eletrólito uma solução de ácido sulfúrico, que tem a finalidade de facilitar a transferência de elétrons do eletrodo negativo para o eletrodo positivo (DIAS, 2015).

A Figura 5 mostra os componentes de uma bateria chumbo ácido. São 6 células em série e cada uma delas fornece 2,1 V, totalizando 12,6 V. Além do chumbo e de uma solução de ácido sulfúrico, a bateria é composta por caixa plástica e separadores.

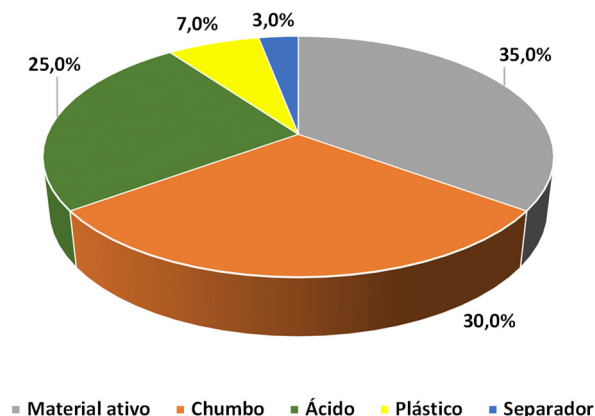
Figura 5: Componentes da bateria chumbo-ácido



Fonte: Site Brasil Escola

No Gráfico 1 estão demonstrados aproximadamente os percentuais de cada um dos componentes presentes na bateria chumbo ácido (material ativo, chumbo, ácido, plástico e separador).

Gráfico 1: Percentual dos componentes da bateria chumbo ácido



Fonte: Elaborado pelo autor

O material ativo da bateria é composto por PbSO_4 , PbO e PbO_2 , nos percentuais médios de 60%, 19% e 21% em peso seco, respectivamente. Em relação aos separadores a maioria deles é composto de polietileno. No entanto, encontram-se no mercado alguns fabricados de AGM (composto por fibra de vidro) e PVC (policloreto de vinila). Nunes (2015) encontrou uma composição de sucata de bateria automotiva típica de 35% de material ativo, 30% de chumbo metálico, 25% de solução de ácido sulfúrico, 7% de plástico e 3% de separador.

Há três tipos principais de baterias chumbo-ácido (CARNEIRO *et al.*, 2017):

- Automotiva: tem a finalidade de dar partida a veículos, assim como fornecer energia aos aparelhos eletroeletrônicos internos, como farol, aparelho de som, ar condicionado, entre outros. Sua vida útil é de cerca de três anos.
- Estacionária: utilizada para estocar energia. As novas tecnologias renováveis (eólica e solar) têm utilizado a bateria chumbo-ácido para estocar o excedente de energia gerada. Tem vida útil de cerca de 10 anos.
- Tracionária: utilizada para carrinhos de transporte de pessoas, cargas, prateleiras e plataformas elétricas, lavadoras e varredoras industriais. Nos últimos anos, as baterias tracionárias também têm sido utilizadas em veículos elétricos de baixa velocidade, motocicletas elétricas, entre outros. Sua vida útil aproximada é de 5 anos.

A Resolução CONAMA nº 401/2008 define bateria chumbo ácido como o dispositivo no qual o material ativo das placas positivas é constituído por compostos de chumbo e o das placas negativas essencialmente por chumbo, sendo o eletrólito uma solução de ácido sulfúrico.

De acordo com Carneiro *et al.* (2017), todos os componentes de uma bateria chumbo-ácido apresentam potencial para reciclagem, o que faz com que sua disposição inapropriada represente importante perda de recursos naturais e econômicos. O risco de contaminação à saúde humana e/ou ambiental também é inerente ao descarte inadequado das baterias chumbo-ácido, o que justifica a inclusão do setor como obrigado à implementação do sistema de logística reversa nos termos da PNRS.

2.6. PNEU

O termo pneumático, popularmente conhecido como pneu, trata-se de um artefato circular de borracha utilizado por diversos veículos de transporte (automóveis, caminhões, bicicletas, motocicletas e aviões, entre outros). A invenção do pneu ocorreu de maneira acidental em 1839 pelo norte-americano Charles Goodyear: um descuido fez com que caísse enxofre em uma borracha que estava em alta temperatura e esta manteve suas propriedades de resistência e elasticidade. Dessa maneira, surgiu o processo de vulcanização da borracha, que conta com o enxofre como principal agente, responsável pelas ligações entre as moléculas dos polímeros (SINDIPNEUS, 2012).

De um modo geral, a durabilidade de um pneu pode variar entre 25 e 70 mil quilômetros de autonomia, dependendo do uso ao qual o produto é submetido e do nível de manutenção que recebe (CAETANO, 2014).

Conforme relatório do IBAMA (2017) para pneumáticos, no ano 2016 os fabricantes e importadores de pneus novos comercializaram no mercado nacional 53.411.924 unidades de pneus, o equivalente, em peso, a 729.214 toneladas.

A Figura 6 demonstra a estrutura de um pneu de passeio. As principais matérias primas que compõem um pneu são (SINDIPNEUS, 2012):

- Borracha natural
- Borracha sintética
- Aço
- Negro de fumo
- Óxido de zinco e ácido esteárico
- Enxofre (agente vulcanizador)
- Antidegradantes

Figura 6: Estrutura de um pneu de passeio

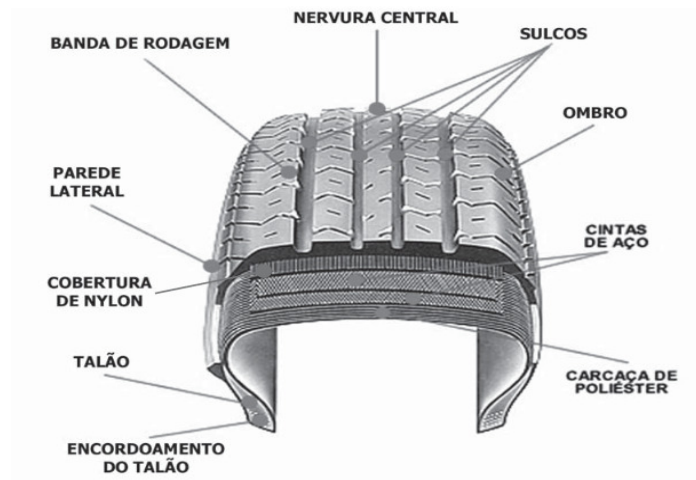


Figura 1: Estrutura do pneu de passeio
Fonte: Brazil Tires, 2009

Fonte: SINDIPNEUS, 2012.

Pneus são descartados quando são trocados por novos ou ao final da vida útil do veículo, e é quando se inicia o processo de logística reversa do produto, já que a PNRS obriga o setor a implementar um sistema de logística reversa que garanta a reciclagem ou o descarte adequado do produto ao final de sua vida útil (LAGARINHOS & TENÓRIO, 2013).

Um grande desafio para a cadeia de reciclagem de pneus inservíveis é a realização de uma coleta mais eficiente. O custo associado a esta coleta e ao transporte para os locais de processamento apresenta-se, em geral, elevado. Além disso, parte dos consumidores, após realizarem a troca do pneu inservível pelo novo, optam por levar o pneu usado para sua residência, o que, em muitos casos, posteriormente gera um descarte inadequado (ESTADO DE SÃO PAULO, 2012; LAGARINHOS & TENÓRIO, 2013).

2.7. ÓLEO LUBRIFICANTE

Óleo lubrificante é uma substância colocada entre duas superfícies móveis – ou uma fixa e outra móvel – que forma uma película protetora e reduz o atrito. Conforme Manutenção Preventiva (2018), o principal objetivo do óleo lubrificante é prolongar a vida útil de um equipamento por sua capacidade de resposta em condições exigentes, protegendo as superfícies do desgaste provocado pelo atrito.

Há cinco funções principais relacionadas ao óleo lubrificante (MANUTENÇÃO PREDITIVA, 2018):

- Lubrificar: principal função do lubrificante, consiste em reduzir o atrito e o desgaste entre superfícies em movimento, separando-as pela formação de uma película protetora.
- Arrefecer: a maior parte do calor gerado num motor é dissipada pelos gases de escape ou pelo líquido de refrigeração, contudo, o óleo lubrificante é responsável por arrefecer de 5 a 10% da energia gerada pelo combustível.
- Vedar: a película de lubrificante deve impedir a passagem de ar para o cárter durante a combustão, assim como a entrada de óleo do cárter nos cilindros.
- Proteger contra corrosão e ferrugem: os produtos resultantes da queima do combustível podem ser corrosivos, principalmente em altas temperaturas. A função do lubrificante, neste caso, é neutralizar os contaminantes de natureza ácida, evitando corrosão e ferrugem.
- Limpar: resíduos provenientes da combustão incompleta do combustível acumulam-se no óleo lubrificante, mantendo as superfícies metálicas livres de depósitos.

O efetivo monitoramento da qualidade do óleo de um veículo é de suma importância para seu adequado funcionamento, tendo em vista a quantidade de funções associadas à boa qualidade do produto. Ao final da vida útil do óleo lubrificante, este deve ser substituído e descartado de maneira adequada, devido ao alto risco de contaminação presente em sua composição química. Quando há a retirada do óleo do motor, a substância passa a ser chamada de óleo lubrificante usado ou contaminado, que se trata de um resíduo perigoso tanto para o ambiente natural quanto para a saúde humana (SOHN, 2007).

De acordo com a Resolução do CONAMA nº362, de 23 de junho de 2005, não é permitido outra destinação do óleo lubrificante usado que não seja o rerrefino, devido ao seu alto potencial de contaminação ao meio ambiente. A degradação do óleo lubrificante promove a formação de compostos aromáticos, orgânicos, cancerígenos, entre outros. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004), que trata da classificação de resíduos sólidos, a Norma Brasileira (NBR) 10.004 classifica o óleo lubrificante usado como Classe 1 (perigoso).

Devido às características de potencial prejuízo tanto à saúde humana quanto ao ambiente natural, o setor de óleos lubrificantes está obrigado pela PNRS à realização da logística reversa do lubrificante e suas embalagens após o uso pelo consumidor (BRASIL, 2010).

Em contato com seres humanos pode ocorrer contaminação por chumbo, cádmio, arsênio, cromo, dioxinas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Em contato com o meio

ambiente, pelo fato de não ser biodegradável, o óleo lubrificante usado ou contaminado leva dezenas de anos para desaparecer. Quando há algum tipo de vazamento que atinge o solo, este é inutilizado tanto para a agricultura quanto para edificação. Há a morte da vegetação e, dependendo da região, pode atingir lençóis freáticos (IBAMA, 2008).

Entretanto, apesar do caráter de obrigatoriedade da implementação do sistema de logística reversa, este pode ser de grande valia no apoio às atividades de rerrefino. É sabido que o óleo lubrificante básico – matéria-prima nobre utilizada para produzir lubrificantes novos – existe em pequena quantidade no petróleo e grande parte do que o Brasil necessita para a produção precisa ser importada. Contudo, com o processo de rerrefino, é possível extrair a matéria-prima do resíduo do óleo com o mesmo padrão de qualidade de um produto de primeiro refino, minimizando a necessidade de custos com importação e os riscos ambientais associados à destinação inadequada do óleo lubrificante usado ou contaminado (SOHN, 2007).

As embalagens plásticas de óleo lubrificante, que contém resíduos dos materiais supracitados, também representam um grande risco ao meio ambiente e à saúde humana, e parte do seu descarte era realizado em lixões, aterros e mananciais hídricos (ABREU, 2014).

As embalagens também estão obrigadas a serem destinadas a reciclagem, onde após recebidas são drenadas para retirada do óleo residual, em seguida descontaminadas, moídas e extrudada virando matéria prima para serem usadas em equipamentos de injeção para fabricação de novas embalagens e/ou produtos plásticos.

3. METODOLOGIA

Este estudo teve como foco três entidades gestoras de sistemas de logística reversa. As entidades selecionadas pertencem aos setores de pneus, embalagens de óleo lubrificante e baterias chumbo-ácido, tendo em vista estarem os três setores obrigados pela PNRS a implementar sistemas de logística reversa para a adequada destinação dos resíduos gerados e pelos motivos já explicitados anteriormente.

Respeitadas as particularidades de cada setor, os resíduos gerados por cada um deles possuem componentes que, em algum nível, trazem riscos ao ambiente natural ou à saúde humana, caso sejam manipulados de maneira inadequada. Por isso, existe a importância da implementação de um efetivo sistema de logística reversa.

Há, contudo, diversos custos associados ao desenvolvimento e implementação do sistema, o que pode onerar a estrutura financeira das organizações. A ideia de ter uma entidade gestora representando o sistema de logística reversa de todo um setor é atrativa no sentido de padronizar ações e diluir os custos, tornando mais sensível o impacto financeiro da adoção da logística reversa.

As questões supracitadas justificam um esforço no sentido de entender e melhorar os processos adotados pelas entidades gestoras dos sistemas de logística reversa.

3.1. ESCOLHA DOS SETORES

Esta dissertação é um estudo comparativo entre os processos realizados por diferentes entidades gestoras de sistema de logística reversa, caracterizadas nos subtópicos anteriores deste trabalho. Foram escolhidos os setores de bateria chumbo-ácido, pneus e embalagens de óleos lubrificantes por haver características semelhantes nos aspectos elencados abaixo:

- Consumo/descarte: os três setores fabricam produtos essenciais ao funcionamento de diversos veículos e/ou máquinas, e costumam ser substituídos ao final de sua vida útil como maneira de manutenção para que o veículo ou a máquina em questão continue funcionando normalmente. A manipulação ou troca do produto costuma ser feita por mão de obra especializada dentro de locais apropriados (oficinas, borracharias, postos de gasolina, concessionárias e etc.), o que facilita o descarte adequado, tendo em vista que o consumidor não tem necessidade de levar consigo o produto inservível, podendo deixá-lo no local, de onde inicia-se o ciclo da logística reversa.

- Aspectos legais: tanto o setor de baterias chumbo-ácido quanto os setores de pneus e embalagens de óleos lubrificantes estão obrigados pela PNRS a implementar um sistema de logística reversa com destinação ambientalmente adequada de todos os resíduos e rejeitos do processo de fabricação e consumo do produto. Trata-se, portanto, de uma situação com características diferentes de uma implementação voluntária do sistema de logística reversa, já que a Lei 12.305/2010 demanda ações específicas para cada ator da cadeia.
- Resíduos com valor de mercado: conforme demonstrado nos tópicos anteriores, os resíduos dos três setores podem ser reciclados e transformados em produtos novos ou utilizados como insumo, o que torna economicamente interessante o investimento em boas práticas de logística reversa e pesquisas na área de reciclagem. Não se trata apenas da destinação ambientalmente adequada, mas da potencial geração de valor por meio da manipulação de produtos inservíveis, o que pode minimizar os custos da adoção do sistema de logística reversa, ou mesmo torná-lo rentável.

3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa está pautada no método qualitativo, tendo em vista que são levadas em consideração as opiniões, experiências e expectativas dos indivíduos entrevistados, no intuito de descrever os processos adotados pelas instituições objeto de estudo. O caráter exploratório se faz presente devido à intenção de esclarecer, ampliar e modificar positivamente conceitos e ideias presentes, praticados pelos três sistemas de logística reversa analisados, buscando maneiras de fortalecer seus resultados por meio da troca de experiências em diferentes contextos; e o foco descritivo também é presente, na medida em que, para atingir este fortalecimento dos sistemas, faz-se necessária a descrição dos processos e características existentes atualmente no objeto de pesquisa (GIL, 2008).

A ideia é entender como funciona a logística reversa no setor de baterias chumbo-ácido, no setor de pneus e no de embalagens de óleos lubrificantes, buscando identificar e replicar melhores práticas com foco em eficiência operacional, redução de custos e avanços em processos de reciclagem. Estudar três setores distintos permite conhecer contextos diferentes e observar práticas diversas, que geram ampliação e modificação de conceitos. Por isso, nossa unidade de análise metodológica seria as práticas de logística reversa dos institutos.

Conforme Quadro 01, o método utilizado para a pesquisa é o estudo de casos múltiplos. Para Yin (2001), um estudo de caso caracteriza-se por um estudo profundo do objeto de

investigação, o que permite um amplo conhecimento da realidade e/ou fenômeno pesquisado. Embora mais frequentemente associada a técnicas qualitativas, a estratégia de pesquisa também pode utilizar técnicas quantitativas. Ocorre como um estudo empírico que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real. Na presente pesquisa, entretanto, existem três realidades a serem levadas em consideração: a do setor de baterias chumbo-ácido, a do setor de pneus e a do setor de embalagens de óleo lubrificante. Por isso, a ferramenta do estudo de casos múltiplos foi escolhida pelo autor, já que é possível tornar o documento mais robusto com a análise de diversos contextos distintos. Por mais que não haja a possibilidade de generalização dos resultados de um estudo de casos múltiplos, fica demonstrada uma impressão mais ampla, com possibilidade de comparação de realidades distintas.

Segundo Yin (2001), o uso da metodologia de estudos de casos é limitado, o pesquisador poderia negligenciar dados, aceitar informações equivocadas e influenciar no significado das conclusões, outro problema é a pouca capacidade de generalização das conclusões do estudo. Por isso, afim de evitar equívocos na análise foram definidas cinco categorias dentro do contexto das entidades objeto deste estudo, ficando o estudo limitado a análise com base nessas categorias que foram definidas.

Quadro 01: Objetivos da pesquisa e respectivas metodologias

OBJETIVO	METODOLOGIA
Geral: Compreender e analisar as práticas das entidades gestoras dos sistemas de logística reversa dos setores de baterias de chumbo-ácido, pneus e embalagens de óleos lubrificantes, gerando potenciais recomendações de melhoria em termos de eficiência e/ou eficácia a serem implementadas pelo setor de baterias de chumbo-ácido por meio da utilização dos sistemas de logística reversa dos setores de pneus e embalagens de óleo lubrificante como <i>benchmarking</i> .	Estudo de casos múltiplos
Objetivo específico 1: Descrever os mecanismos legais relacionados à implementação do sistema de logística reversa pelos setores de pneus, embalagens de óleo lubrificante e baterias chumbo-ácido.	Pesquisa bibliográfica e documental
Objetivo específico 2: Descrever e analisar o processo de logística reversa das organizações selecionados para a pesquisa;	Visitas técnicas, entrevistas e sistematização dos dados

Objetivo específico 3: Caracterizar os níveis de eficiência e eficácia apresentados por cada setor;	Visitas técnicas, entrevistas
Objetivo específico 4: Descrever e analisar os processos de reuso, reaproveitamento e reciclagem, quando existentes	e sistematização dos dados

Fonte: Elaborado pelo autor

O primeiro objetivo específico foi atingido por meio de pesquisa bibliográfica e documental, entendendo e contextualizando os mecanismos legais que obrigam os setores objeto de pesquisa a implementarem o sistema de logística reversa. As pesquisas bibliográficas e documentais, que permitem ao investigador ampla cobertura sobre o fenômeno por meio de coleta de dados secundários, têm relevância para que se conheçam os normativos pertinentes às atividades estudadas (GIL, 2002).

O segundo, o terceiro e o quarto objetivos específicos desta pesquisa foram atingidos por meio de visitas técnicas, entrevistas semiestruturadas e a consequente sistematização dos dados obtidos em fases iniciais da pesquisa. A relevância das visitas técnicas e entrevistas está em permitir ao pesquisador participar e ver *in loco* o funcionamento da realidade que se pretende entender. Nesta pesquisa, foram entrevistados membros estratégicos dos setores e das entidades gestoras, utilizando o roteiro disponível no Apêndice I.

O intuito das entrevistas foi conhecer a realidade do processo de logística reversa e a maneira como cada entidade gerencia e aplica os dados e informações aos quais tem acesso. Além disso, buscou-se mensurar os níveis de eficiência alcançados e informações, desafios e características específicas de cada setor estudado, o que ajudou no entendimento e diferenciação de cada um dos contextos em que estão inseridos os setores tema desta dissertação.

4. ESTUDOS DE CASO E DISCUSSÃO

Conforme abordado no capítulo anterior, para o efetivo cumprimento dos objetivos geral e específicos desta pesquisa foram realizadas entrevistas com pessoas estratégicas dos setores de Baterias de Chumbo-Ácido, Embalagens de Óleo Lubrificantes e Pneus. Nesta dissertação, os sujeitos entrevistados serão identificados da seguinte maneira:

- Entrevistado A: responsável pelas informações referentes do setor de Baterias de Chumbo-Ácido.
- Entrevistado B: responsável pelas informações referentes do setor de Embalagens de Óleo Lubrificantes.
- Entrevistado C: responsável pelas informações referentes do setor de Pneus.

As entrevistas semiestruturadas, que seguiram o roteiro disponível no Apêndice A, após transcritas e analisadas em conjunto a pesquisa bibliográfica e documental, permitiram a identificação de pontos relevantes para um sistema eficaz de logística reversa, com isso foi definido categorias que caracterizam as operações e o contexto de atuação das entidades objeto deste estudo. Foi possível criar cinco categorias distintas: aspectos legais, aspectos operacionais das organizações de logística reversa, metas do setor, aspectos financeiros e aspectos ambientais. E, com base na análise destas categorias relevantes ao sistema, foi possível desenvolver recomendações de melhoria ao sistema de logística reversa dos setores estudados. Cada um desses aspectos está detalhado nos tópicos a seguir.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ENTIDADES SELECIONADAS

Este tópico discorre sobre as principais características das entidades gestoras que fizeram parte deste estudo.

4.1.1. IBER

O Instituto Brasileiro de Energia Reciclável (IBER) foi criado em 2016 para ser a entidade gestora do sistema de logística reversa do setor de baterias chumbo-ácido. A organização, que tem característica de associação civil sem fins econômicos, surgiu como forma de atender à PNRS, gerenciando tanto os processos que garantem a qualidade do meio ambiente

quanto a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida das baterias chumbo-ácido entre consumidores, comerciantes, distribuidores, recicladores, importadores e fabricantes.

Segundo o IBER (2017a), a integração das ações individualizadas do setor iniciaram-se com a assinatura do termo de compromisso com o poder público, em 2016, no estado de São Paulo. Outros termos de compromisso estão sendo discutidos e celebrados nos demais estados brasileiros.

A entidade gestora tem como objetivo atuar de maneira independente, no sentido de integrar ações já realizadas pelos participantes da cadeia, apoiando a implementação e realizando o monitoramento adequado. A ideia é compor um sistema com viabilidade de atuação em todo o território nacional (IBER, 2017a).

Os participantes do sistema são:

- Na esfera pública: Ministério do Meio Ambiente, Secretarias do Meio Ambiente e órgãos ambientais estaduais de vigilância;
- Na esfera privada: fabricantes, importadores, recicladores, distribuidores, comerciantes e consumidores do setor.

E os papéis de cada participante são definidos de acordo com a seguinte classificação (IBER, 2017b):

- Consumidor: devolver a bateria usada ao comerciante;
- Comerciante: remeter as baterias usadas ao distribuidor;
- Distribuidor: remeter todas as baterias usadas ao fabricante na proporção estabelecida no Termo de Compromisso considerando a quantidade em peso de baterias novas vendidas e de baterias inservíveis recebidas;
- Importador: remeter todas as baterias usadas ao fabricante na proporção estabelecida no Termo de Compromisso considerando a quantidade em peso de baterias novas vendidas e de baterias inservíveis recebidas;
- Fabricante: utilizar recicladoras próprias ou terceirizadas, ou encontrar outra destinação final ambientalmente adequada.

Os dados remetidos ao IBER são consolidados e os associados têm acesso a seu índice de eficiência e recolhimento individual, além do índice geral de sua categoria de empresa e o de sua região. Nenhuma informação prestada pelos associados é divulgada de maneira individual, a não ser para a entidade ou para o poder público.

Embora atender à legislação seja uma obrigatoriedade, as organizações podem não optar por aderir ao sistema do IBER, porém devem realizar as ações de logística reversa conforme a PNRS de maneira independente.

4.1.2. RECICLANIP

A RECICLANIP é uma entidade sem fins lucrativos criada em 2007 pelos fabricantes de pneus novos Bridgestone, Continental, Dunlop, Goodyear, Michelin e Pirelli com o objetivo de coletar e destinar pneus inservíveis no Brasil. O foco da organização é gerenciar a responsabilidade compartilhada do setor entre os participantes da cadeia, o poder público e os consumidores finais.

De acordo com a própria entidade, seu programa é considerado uma das maiores iniciativas da indústria brasileira em responsabilidade pós-consumo, com ações comparáveis às dos maiores programas de reciclagem desenvolvidos no Brasil (RECICLANIP, 2018).

A missão da RECICLANIP é:

Administrar o processo de coleta e destinação de pneus inservíveis em todas as regiões, visando:

Garantir a captação de pneus, por meio da participação de todos os elos da cadeia de produção;

Assegurar sua autonomia operacional e financeira, reformulando o perfil da entidade de ser o centro de custos para “profit-center”; e tornar-se referência em conhecimento e informação (RECICLANIP, 2018).

E sua visão consiste em “ser uma entidade modelo, auto-sustentável (sic), reconhecida e admirada pelo trabalho efetivo na destinação de pneus inservíveis e dotada de autonomia operacional e financeira” (RECICLANIP, 2018).

As estratégias apresentadas pela entidade estão detalhadas a seguir:

- Estruturar a cadeia de coleta e destinação de pneus inservíveis com a participação de revendedores, reformadores, poder público e sociedade;
- Destinar de maneira ambientalmente adequada os pneus inservíveis;
- Apoiar pesquisas sobre o ciclo de vida do pneu e estimular novas formas de destinação do pneu inservível;
- Desenvolver, em conjunto com o poder público, programas e ações de conscientização ambiental para a população.

A maneira de atuação da RECICLANIP é disponibilizando pontos de coleta de pneus inservíveis. Assim, ao final da vida útil de seu pneu, o consumidor pode entregar o produto inservível numa oficina, borracharia, concessionária ou em pontos de coleta municipais disponibilizados pela entidade. A RECICLANIP, então, realiza o transporte dos pontos de coleta até as empresas de trituração, de onde os pneus serão encaminhados para destinação final, que pode variar entre combustível alternativo para indústrias de cimento, fabricação de óleo combustível, fabricação de solados de sapatos, borrachas de vedação, dutos pluviais, alguns tipos de pisos e tapetes para automóveis.

As figuras abaixo demonstram algumas fases do processo de trituração dos pneus:

Figura 7: Retirada do aço dos pneus antes da trituração



Fonte: RECICLANIP, 2018

Figura 8: Trituração e destinação de pneus inservíveis



Fonte: RECICLANIP, 2018

4.1.3. Instituto Jogue Limpo

O Instituto Jogue Limpo tem atuação nas embalagens de óleos lubrificantes usados ou contaminados. Foi criado em 2005 pelo Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de

Combustíveis e Lubrificantes (Sindicom) e atualmente funciona em 15 estados brasileiros, além do Distrito Federal.

A missão do Instituto é “oferecer soluções na gestão dos sistemas de logística reversa, priorizar a reciclagem dos seus resíduos, de modo a maximizar valor para o meio ambiente, para os associados, a sociedade e as gerações futuras” (INSTITUTO JOGUE LIMPO, 2017a).

O funcionamento do Jogue Limpo se dá por meio da contratação de empresas operadoras logísticas nos estados onde atua (Ceará, Distrito Federal, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). As empresas contratadas realizam ações de cadastramento de geradores, coleta e recebimento de embalagens, além da gestão das centrais de armazenagem. No ato do recebimento de embalagens entregues pelo gerador, este recebe um comprovante, que pode ser exigido por órgão ambiental (INSTITUTO JOGUE LIMPO, 2017a).

As embalagens recebidas são drenadas, segregadas por cor quanto necessário, e em seguida prensadas ou moídas, para serem acondicionadas e encaminhadas às recicladoras credenciadas, que realizam o processo de descontaminação para que o material seja transformado em matéria-prima para novas embalagens e/ou produtos plásticos.

O conceito de responsabilidade compartilhada é aplicado pelo Instituto por meio da definição de papéis para cada participante da cadeia de produção e consumo do óleo lubrificante:

- Consumidor: devolver a embalagem usada ao canal de comercialização onde foi adquirida;
- Comerciante varejista: receber a embalagem e armazená-la de maneira adequada, em conjunto com aquelas geradas pelo próprio estabelecimento, disponibilizando-as ao Instituto Jogue Limpo;
- Comerciante atacadista: receber a embalagem e armazená-la de maneira adequada, em conjunto com aquelas geradas pelo próprio estabelecimento, disponibilizando-as ao Instituto Jogue Limpo;
- Fabricantes e importadores: prover destinação ambientalmente adequada às embalagens plásticas devolvidas.

Como resultados de suas ações, o Instituto Jogue Limpo conseguiu, no ano de 2016, reciclar 94% das embalagens plásticas de óleo lubrificante recebidas, inserindo-as em produtos

como conduítes, caixas de luz, produtos de limpeza e outras embalagens de lubrificantes. Desde a criação da iniciativa até o ano de 2016, cerca de 590 milhões de embalagens foram recicladas (INSTITUTO JOGUE LIMPO, 2017b). A figura 9 ilustrada um resumo com as principais etapas do processo do instituto.

Figura 9: Processo do Instituto Jogue Limpo



Fonte: Instituto Jogue Limpo, 2017a

4.2. ASPECTOS LEGAIS

A obrigatoriedade de implementação de um sistema de logística reversa, em alguns casos, é prévia à PNRs. Dentre os setores objeto desta pesquisa, o de óleo lubrificante é o que lida há mais tempo com o tema, que teve suas primeiras determinações legais marcada pela Resolução CONAMA nº 9 de 1993, modificada pela Resolução CONAMA nº 362 em 2005, que foi atualizada através da Resolução CONAMA nº 450 de 2012. Essa resolução dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Outra particularidade do setor é o fato de contar com a Agência Nacional do Petróleo (ANP) como agência reguladora, o que gerou as portarias ANP 125, 127 e 128 que, respectivamente, tratam:

- Portaria ANP nº 125/99: Regulamenta a atividade de recolhimento, coleta e destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado.
- Portaria ANP nº 127/99: Regulamenta a atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado.
- Portaria ANP nº 128/99: Regulamenta a atividade industrial de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado a ser exercida por pessoa jurídica sediada no País.

Trata-se de uma atividade altamente regulamentada, e cuja regulamentação não iniciou recentemente. Dentre os setores objeto desta pesquisa, o de óleo lubrificante é o único que conta

com uma agência reguladora das atividades de logística reversa e destinação ambientalmente adequada de resíduos, contando com um nível de detalhes de regulamentação comparável apenas ao do setor de agrotóxicos. Nas palavras do Entrevistado B: “(...) só óleo e agrotóxicos têm regulamentação tão detalhada (...)”.

As embalagens de óleo lubrificante, contudo, não contam com regulamentação pela ANP (que regula apenas as atividades relacionadas ao óleo em si), portanto, para a efetiva definição de atribuições e metas a cada participante da cadeia de logística reversa, foi firmado um acordo setorial com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) em dezembro de 2012. O Instituto Jogue Limpo trata-se, portanto, da primeira entidade gestora a ter seu acordo setorial firmado com o MMA.

O setor de pneus também tem a obrigatoriedade de implementação de um sistema de logística reversa prévia à PNRS, já que o setor foi tratado de maneira específica pela Resolução CONAMA nº 258/1999, substituída posteriormente pela Resolução CONAMA nº 416/2009. Essa resolução dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. Ela registra a obrigatoriedade de fabricantes e importadores de pneus novos com peso unitário superior a 2 kg realizarem coleta e destinação adequada aos produtos inservíveis existentes território nacional. Além disso, já demonstra a importância da responsabilidade compartilhada, imputando papéis aos distribuidores, revendedores, destinadores, consumidores finais e poder público, além dos fabricantes e importadores (CONAMA, 2009).

Já no setor de baterias chumbo-ácido cabe aos participantes da cadeia e ao instituto fazer a gestão das práticas de logística e de reciclagem, assim como a gestão das informações. De acordo com o Entrevistado A, no setor de baterias chumbo-ácido, o papel dos órgãos ambientais definido em termo de compromisso é fiscalizar as informações de produção e reciclagem prestadas pelo setor, além de fomentar a conscientização quanto à importância da adoção do sistema de logística reversa, e da aderência às normas deste sistema por todos os elos da cadeia, que é crucial para o resultado ambiental das áreas produtivas. O IBER já tem assinado o acordo setorial com o estado de São Paulo e está em processo de validação do acordo setorial com o MMA.

Também prévia à PNRS, a Resolução CONAMA nº 401/2008 trata dos limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio e estabelece padrões para o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias portáteis, de baterias chumbo-ácido, automotivas e industriais e das pilhas e baterias dos sistemas eletroquímicos níquel cádmio (CONAMA, 2008). A Resolução já demandava que pilhas e baterias das categorias citadas (entre elas as baterias

chumbo-ácido), nacionais e importadas, usadas ou inservíveis, recebidas em estabelecimentos comerciais e em rede de assistência técnica deveriam ser encaminhadas para destinação ambientalmente adequada, sendo esta destinação de responsabilidade do fabricante ou do importador, porém a legislação não estabelecia metas de atendimento a logística reversa.

Ficou estabelecido somente, desde 2008, que baterias chumbo-ácido não poderiam possuir teor de metais acima de 0,005% do seu peso em mercúrio, e 0,010% do seu peso em cádmio. Além disso, a mesma Resolução proibiu a destinação de baterias chumbo-ácido em aterros sanitários, bem como a incineração do bem.

No Quadro 02 encontram-se os principais destaques dos aspectos legais dos três setores foco da pesquisa.

Quadro 02: Destaques dos Aspectos Legais

Setores	Destaques
PNEUS	Setor de Pneu tem Legislação específica prévia a PNRS Lei 12.305/2010, resolução CONAMA nº 416/2009, que determina metas para a coleta e destinação de pneus em fim de vida útil.
EMBALAGENS DE ÓLEO LUBRIFICANTE	Setor de embalagens sem uma legislação específica para a implementação do sistema de logística reversa antes da PNRS. Foi a primeira entidade gestora a assinar o acordo setorial com o MMA para atendimento a PNRS.
BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO	Conforme o setor de embalagens o setor de baterias chumbo-ácido, apesar de estar incluído dentro do Conama de pilhas e baterias, não tinha uma legislação específica antes PNRS para garantir a implementação de um sistema de logística reversa, está em processo de fazer o acordo com o MMA.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3. ASPECTOS OPERACIONAIS DAS ORGANIZAÇÕES DE LOGISTICA REVERSSA

Em termos operacionais, há variações características de cada um dos setores. A maneira de registrar e gerir informações, por exemplo, é por peso nos três setores, baterias chumbo-ácido, embalagens de óleo lubrificante e pneus, porém como em pneus o produto sofre um

desgaste de cerca de 30% de seu peso original após o uso, o acompanhamento dos objetivos definidos leva em conta essa característica do setor.

O Entrevistado A declarou que todas as informações de produção e vendas são de responsabilidade dos próprios associados, que geram relatórios mensais ao IBER. Estes relatórios são elaborados por todos os elos da cadeia (fabricantes, importadores e distribuidores associados), o que permite ao sistema da entidade realizar um cruzamento de dados, observando a coerência das informações. Ainda segundo entrevistado, para aumentar a representatividade, o instituto precisa aumentar o número de associados, principalmente importadores e distribuidores.

A maneira de atuação do IBER, contudo, é na gestão de informações, fiscalização, auditoria e relacionamento com os órgãos governamentais representando o setor de baterias chumbo-ácido, tendo em vista que os fabricantes do setor já dispõem da estrutura de logística reversa. A característica que influencia a existência de sistemas próprios de logística reversa é o fato de a bateria inservível ser usada como matéria-prima para os produtores, já que o chumbo necessário para manufaturar uma bateria nova pode ser recuperado das baterias inservíveis e reutilizado. Este processo, inclusive, beneficia o setor, já que não existe produção de chumbo primário no Brasil, gerando necessidade de importação.

Para o Instituto Jogue limpo, uma pesquisa de mercado conduzida pelo SINDICOM (Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes) suporta a definição de meta de cada fabricante. O volume indicado de venda é a base para que cada fabricante contrate o instituto para fazer o processo de logística reversa.

Já em relação ao setor de pneus, o IBAMA publicou em 18 de março de 2010 a Instrução Normativa nº 01, que institui o Relatório de Pneumáticos. O documento visa mostrar o atendimento à Resolução CONAMA nº 416/2009. Para isso foi implementado o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadora de Recursos Ambientais (CTF/APP), que é preenchido pelos fabricantes e importadores de pneus novos. A ideia é mensurar as atividades de destinação adequada de pneumáticos inservíveis, observando se as metas estão sendo efetivamente cumpridas.

O Instituto Jogue Limpo e a RECICLANIP contam com operação logística semelhante, por funcionarem com pontos de coleta conveniados que recebem e/ou coletam os produtos (embalagem de óleo lubrificante e pneus, respectivamente) inservíveis e gerenciam a destinação ambientalmente adequada. O Entrevistado C ainda informou que os associados recebem um certificado que comprova o coprocessamento dos pneus inservíveis.

Quanto às informações confidenciais dos associados, o entrevistado A informou que o IBER tem uma estrutura de gestão baseada nos seguintes pontos:

- O instituto firma acordo de confidencialidade com todos os membros;
- O sistema que guarda as informações possui um alto nível de segurança e criptografia;
- Submissão do estatuto do instituto ao Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE);
- Estabelecimento de punições estatutárias caso haja uso indevido de qualquer informação.

Estes aspectos tornam o processo mais confiável e seguro para todos os participantes, afirmação com a qual concorda o Entrevistado B, que informou que o Instituto Jogue Limpo foi aprovado pelo CADE em 2014.

Apesar das diferenças operacionais encontradas, as três organizações de logística reversa entrevistadas e as empresas associadas são alvo de processos periódicos de auditoria externa, para garantir a seriedade e confiabilidade das informações e processos.

No Quadro 03 encontram-se os principais destaques dos aspectos operacionais dos três setores foco da pesquisa.

Quadro 03: Destaques dos Aspectos Operacionais das Organizações de Logística Reversa

Setores	Destaques
PNEUS	As informações de venda, fundamentais para verificação do cumprimento de metas, são enviadas pelos fabricantes. A entidade gestora representa os fabricantes, sendo responsável por fazer toda a gestão e operação do processo de logística reversa, desde a coleta até venda dos resíduos para empresas credenciadas que farão o processo de reciclagem. A RECICLANIP tem a missão de sempre buscar reduzir o custo logístico e vender os resíduos mais caro possível para minimizar o impacto de custo para os fabricantes associados.
EMBALAGENS DE ÓLEO LUBRIFICANTE	As informações de venda, são definidas por uma pesquisa de mercado realizada pelo sindicato da categoria. Como em Pneus, o instituto é responsável por fazer toda a gestão, desde a logística de coleta dos resíduos a venda para empresas credenciadas, visando minimizar os custos para os fabricantes.

**BATERIAS
CHUMBO-
ÁCIDO**

As informações de venda, são enviadas pelos fabricantes. Diferentemente das outras entidades gestoras o IBER só é responsável pela gestão do sistema, fazendo relatórios para os fabricantes e governo com a comparação entre peso do produto vendido versus peso do resíduo coletado. Os próprios fabricantes são responsáveis por fazerem a coleta e a destinação adequada dos resíduos.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4. METAS DO SETOR

O entrevistado B descreveu como funciona a definição das metas de destinação de embalagens de óleo lubrificante, que se baseia nas vendas ocorridas no mercado interno. Existe a definição pelo IBAMA de uma meta geral para o setor, revisada a cada três anos, e esta é dividida entre os fabricantes por meio de uma pesquisa de participação de mercado realizada por uma empresa externa contratada. Segundo ele, é importante que o *market share* tenha a maior fidedignidade com a realidade possível, porque ele impacta a responsabilidade financeira do fabricante decorrente dos custos com as operações logísticas. De acordo com a explicação do Entrevistado B: “se for visto que, por exemplo, a Petrobrás tem 28% do mercado, isso impacta diretamente no que ela vai ter que entregar na logística reversa”.

No setor de baterias chumbo-ácido, conforme citado na sessão anterior, o IBER não tem controle sobre as operações logísticas, porém, segundo o Entrevistado A:

“O instituto apoia os participantes no atingimento das metas na medida em que faz a gestão desde a parte de fiscalização e auditoria ao relacionamento com os órgãos ambientais. O instituto tem como principal missão ser a entidade que vai fazer a gestão das informações obtidas.”

Os fabricantes representados pelo IBER são responsáveis por cerca de 75% dos produtos que vão para o mercado, e a meta do setor é calculada de acordo com o volume fabricado para o mercado de reposição de baterias chumbo-ácido.

Tanto baterias como pneus enviados para as montadoras de veículos ou exportados estão excluídos das contas da logística reversa, o foco é somente para o produto de reposição já que é nessa etapa do ciclo de vida que o produto vira um resíduo. Em todos os setores estudados não existe uma definição que o produto vendido na reposição seja reciclado pelo fabricante que o produziu, já que o consumidor pode escolher trocar o produto por um de outra marca. Por isso, cada fabricante deve atingir sua meta em peso de reciclagem, independentemente do fabricante do produto que foi reciclado.

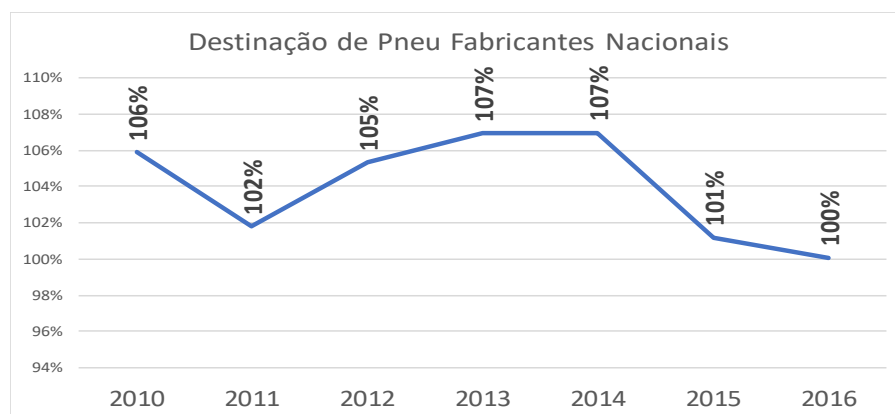
As metas do setor de baterias chumbo-ácido, assim como ocorre com os setores de embalagens de óleo lubrificante e de pneus, são definidas para toda a cadeia. O importante para os órgãos ambientais é que o setor fiscalizado cumpra sua meta, não tendo tanta relevância os números individuais. Entretanto, segundo informações do Entrevistado A, o sistema do IBER permite aos órgãos ambientais o acesso a informações individualizadas por fabricante. Caso sejam identificadas dificuldades no cumprimento de metas individuais, o IBER realiza e acompanha um plano de ação voltado à recuperação da performance do associado em questão.

Sendo a mais nova das entidades pesquisadas neste trabalho, o IBER iniciou suas atividades em dezembro de 2016 e definiu, para seu primeiro ano de atuação, uma meta de 75% de eficácia do sistema de logística reversa dos fabricantes associados, com aumento anual de 5%, atingindo 90% até 2020. Atualmente o instituto encontra-se em processo de apuração dos resultados de seu primeiro ano de atividade.

O setor de pneumáticos a definição de meta é que para cada pneu novo vendido no mercado de reposição, é obrigatória a destinação de um pneu inservível, descontado o peso que o produto perde durante o seu uso. Como todos os fabricantes de pneus nacionais fazem parte da RECICLANIP, a meta de destinação é definida pelo IBAMA, e os custos atrelados ao processo logístico são rateados entre os fabricantes de acordo com a quantidade produzida por cada fabricante.

Conforme mostra o Gráfico 2, o Instituto RECICLANIP vem atingindo desde 2010 as metas estabelecidas de reciclagem de 100% dos pneus de fabricação nacional. Isso demonstra que o sistema está consolidado e figura como referência entre os demais setores no que tange à implementação da PNRS.

Gráfico 2: Percentual de atingimento de metas da instituição RECICLANIP



Fonte: Elaborado pelo autor

O setor de embalagens de óleo lubrificante já assinou um acordo setorial com o MMA, no acordo está previsto o ajuste do Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) para ser a base de dados para verificação do atingimento das metas. Até a efetiva integração do sistema foi definida uma meta de reciclagem, sendo sair de 2.200 toneladas que já tinham sido recicladas até 2011 para 4.400 toneladas de material até 2016 (uma média de 440 tonelada/ano). Essa meta foi superada, o setor atingiu 4.455 toneladas de material reciclado. Com esses números o setor vem reciclando em média 451 toneladas por ano nos últimos cinco anos.

Segundo a FIESP (2007), dados fornecidos pelo Sindicom e Sindiplast, a cada ano são produzidas cerca de 305 milhões de embalagens de óleo lubrificante, assim distribuídos: 10 milhões para baldes e bombonas plásticas (80% dos quais são plásticos), 15 milhões para galões de 3 a 5 litros, 200 milhões para frascos plásticos de 1 litro e 80 milhões para frascos plásticos de meio litro. Fazendo a transformação, em termos de massa, foram geradas cerca de 25.100 toneladas/ano de embalagens plásticas usadas de óleo lubrificante geradas no Brasil.

Apesar de atingimento das metas do setor, esses dados mostram que existe uma grande oportunidade para o setor de embalagem de óleo lubrificante, conseqüentemente para o Instituto Jogue limpo.

No Quadro 04 encontram-se os principais destaques das metas dos três setores foco da pesquisa.

Quadro 04: Destaques das Metas dos Setores

Setores	Destaques
PNEUS	O setor de pneumáticos a meta é que para cada pneu novo vendido no mercado de reposição é obrigatória a destinação de um pneu inservível, descontado o peso que o produto perde durante o uso. O setor vem atingindo sua meta de reciclar 100% do que foi vendido desde a obrigatoriedade definida pela legislação.
EMBALAGENS DE ÓLEO LUBRIFICANTE	O setor de embalagens a meta era sair de 2.200 toneladas de embalagens que já tinham sido recicladas até 2011 para 4.400 toneladas de material até 2016. O setor vem atingindo as metas definidas, porém verificou-se que existe uma grande oportunidade de aumentar o volume de embalagens recicladas quando comparado com a quantidade vendidas.
BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO	O setor definiu uma meta de 75% de eficácia do sistema de logística reversa dos fabricantes associados, com aumento anual de 5%. Ainda estão em processo de verificação do resultado alcançado em 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.5. ASPECTOS FINANCEIROS

As questões financeiras dos sistemas de logística reversa dos setores de embalagens de óleo lubrificante e pneus funcionam de maneira semelhante. Tanto o Instituto Jogue Limpo quanto a RECICLANIP arcam com os custos logísticos da operação e depois vendem o resíduo a recicladores homologados para servirem como matéria prima e/ou insumo em outros processos produtivos. O ideal é conseguir negociar o menor custo logístico e o maior preço possível de venda dos resíduos. Segundo o Entrevistado B: “... a ideia de um sistema gestor é justamente reduzir o custo”, já que a diferença entre o custo logístico e a receita de reciclagem é de responsabilidade dos fabricantes associados de cada uma das entidades.

O Entrevistado C declara que a logística reversa é uma operação onerosa para os fabricantes, por isso é necessário que toda a cadeia produtiva esteja envolvida, tanto para dar mais força às negociações com operadores logísticos e compradores, quanto para diluir os custos relacionados ao processo.

No caso do setor de baterias chumbo-ácido os custos associados à atividade da entidade gestora ainda estão em período de ajuste, devido ao recente início de suas atividades. Para as baterias chumbo-ácido cada fabricante tem a obrigação de enviar a informação de venda e todo o custo de coleta/recolhimento do resíduo, além de controlar e contratar a empresa que vai fazer a reciclagem. O papel do IBER é gerenciar somente as informações de toda essa cadeia, incluindo o reciclador.

Diferentemente do IBER que realiza exclusivamente a gestão dos números apontados pelos demais participantes da cadeia, o Instituto Jogue Limpo e a RECICLANIP fazem contratações de toda a parte operacional: recolhimento e venda dos resíduos a empresas certificadas. Esta venda é a fonte de recurso para reduzir o custo para os fabricantes no processo de logística reversa.

Os custos operacionais são validados e acompanhados pelos conselhos gestores de cada entidade gestora, porém os mesmos não disponibilizam essa informação para que pudéssemos fazer uma análise comparativa. A divisão dos custos das entidades gestoras para cada associado é diretamente proporcional a sua importância no setor, isto é, quando mais se vende maior a contribuição.

Para o efetivo funcionamento do sistema de logística reversa, os entrevistados foram unânimes ao pontuar as desvantagens de se existir mais de uma entidade gestora para gestão do sistema de um mesmo setor, mesmo não havendo obrigatoriedade legal de adesão ao sistema da entidade. Para o Entrevistado B é operacionalmente inviável montar mais de uma operação

logística, sendo que o revendedor (que é quem fornece as embalagens usadas à operação logística) vende diversas marcas e tipos de óleo lubrificante. Se marcas diferentes passarem a pertencer a entidades de logística reversa diferentes, este revendedor teria que fazer uma gestão muito mais detalhada das embalagens que fornece. O Entrevistado C acrescenta que, com mais de um instituto, o setor está dividindo suas forças, ao invés de somá-las no sentido de conseguir melhores negociações com prestadores de serviço, com compradores e com órgãos ambientais.

Já o entrevistado representante do IBER, que também considera a existência de mais de uma entidade gestora do sistema de logística reversa como negativa para qualquer setor, afirma que a gestão das informações do setor sofrerá prejuízos, pelo fato de não ser unificada. Além disso, ele aponta o fato de empresas signatárias ou não de termo de compromisso têm o mesmo nível de obrigação quanto ao sistema de logística reversa. Se o sistema coletivo provido pela entidade gestora tem certo nível de robustez e detalhamento, as empresas que não forem associadas à entidade estão obrigadas a apresentarem um sistema com mesmo nível de qualidade, o que pode ser financeiramente inviável.

Esta preferência pelo monopólio em detrimento da concorrência entre entidades gestoras também se dá porque todas elas são sem fins lucrativos e têm os custos de operação pagos pelos associados, o que torna o ônus por associado menor, à medida que a associação cresce em número de adesões.

No Quadro 05 encontram-se os principais destaques dos aspectos financeiros dos três setores foco da pesquisa.

Quadro 05: Destaques dos Aspectos Financeiros

Setores	Destaques
PNEUS	O instituto é responsável por fazer a captação dos resíduos e a venda para as empresas credenciadas para reciclagem. O saldo financeiro dessa operação, que é deficitária, bem como os custos de manutenção do instituto são bancados pelos associados, proporcionalmente a sua participação de mercado.
EMBALAGENS DE ÓLEO LUBRIFICANTE	O sistema é o mesmo do RECICLANIP.

**BATERIAS
CHUMBO-
ÁCIDO**

O instituto não faz a operação de coleta e reciclagem, os associados contribuem para a manutenção do instituto.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.6. ASPECTOS AMBIENTAIS

Quanto aos aspectos ambientais relacionados aos processos de logística reversa e destinação de resíduos gerenciados pelos setores estudados nesta dissertação, foi questionado aos entrevistados se é possível a reutilização ou reciclagem do resíduo como matéria-prima para o mesmo setor. De acordo com o Entrevistado B, o óleo lubrificante usado ou contaminado, após o processo de rerrefino, retorna como parte da matéria-prima para a produção de novos óleos. Já em relação à embalagem, nem sempre é assim: “O reciclador é que determina o tipo de utilização do plástico que foi comprando (...) ele mói e tritura para fazer embalagem de novo, ou ele mesmo faz produtos que comercializa. Então muitos recicladores fazem pá de lixo, balde, eletrodutos. Eles já têm uma linha de produtos, que não necessariamente é embalagem...”. O que ele garante é que, independentemente da forma, o polietileno que compõe a embalagem do óleo lubrificante volta ao mercado depois de reciclado.

Já o IBER declara que a logística reversa se encerra quando o chumbo está pronto para reutilização em qualquer setor, então não faz acompanhamento da quantidade de material que volta como matéria-prima para o setor, porém, o chumbo retirado de baterias chumbo-ácido inservíveis está apto à utilização na fabricação de baterias novas. Outra característica do setor de baterias de chumbo-ácido é o fato de as organizações do setor, em grande parte, já contarem com sistemas individuais de logística reversa prévios à existência do IBER, então, segundo o Entrevistado A, será possível comparar dados de eficiência do setor antes e após a implementação da entidade gestora, sempre com foco na melhoria do desempenho de reciclagem do setor como um todo.

Na realidade da RECICLANIP, a estratégia de destinação dos pneus inservíveis é montada pela entidade, sempre com foco em fiscalizar o uso e destinação corretos do pneu inservível por parte da organização compradora do resíduo. Em geral, os pneus não voltam como matéria-prima para a mesma indústria, mas, após coprocessados, é possível usar para fazer pisos, solados de sapatos e outros produtos finais. Segundo o Entrevistado C, as indústrias que realizam o coprocessamento de pneumáticos estão obrigadas a apresentarem licença ambiental de operação.

A RECICLANIP e Jogue Limpo, somente vende seus resíduos coletados para empresas que são previamente cadastradas, onde um item importante para a aprovação é o atendimento a legislação ambiental na operação de reciclagem.

É possível concluir neste tópico, portanto, que o óleo lubrificante usado ou contaminado e a bateria chumbo-ácido inservível costumam voltar como matéria-prima para o mesmo produto final, após o processo de logística reversa e reciclagem. No caso dos pneus e das embalagens de óleo lubrificante, apesar de nem sempre haver o retorno do resíduo reciclado para a mesma indústria, o produto inservível é transformado de maneira que volte ao mercado, mesmo como um produto diferente. Isso deixa claro o impacto positivo de uma boa gestão dos resíduos sólidos, já que há uma redução tanto do lixo gerado, quanto da necessidade de retirar determinadas matérias primas do ambiente natural.

Para o entrevistado B, antes do início das regulamentações sobre resíduos urbanos, não havia uma preocupação ativa do setor de óleo lubrificante com a destinação das embalagens usadas, o que deixava a responsabilidade, muitas vezes, a cargo dos geradores do resíduo, e, sem demandas legais e fiscalização, ocorria de se destinar a embalagem de óleo lubrificante em conjunto com resíduos residenciais, o que gerava o risco de contaminação de solo e galerias pluviais.

A implementação da logística reversa e de processos de reciclagem, reutilização e destinação ambientalmente adequada dos produtos objeto desse trabalho tem o potencial de evitar riscos tanto ao ambiente natural quanto à saúde humana, inerentes a situações em que o descarte de materiais perigosos é feito de maneira inadequada. No caso das baterias chumbo-ácido alguns riscos mitigados são (FERNANDES *et al.*, 2011):

- Riscos à saúde humana: a contaminação pelo chumbo presente na bateria interfere na produção de hemoglobina e espermatozoides, pode causar distúrbios renais e neurológicos. Em crianças o risco é ainda mais elevado.
- Riscos ao meio ambiente: além dos riscos supracitados, o chumbo destinado de maneira inadequada pode contaminar solos. Isto ocorre quando a quantidade do metal exposto ao ambiente é maior do que a capacidade do solo de retê-lo, e, uma vez contaminando o solo, o chumbo pode ser absorvido por plantas ou mesmo lixiviado para camadas mais profundas, o que coloca em risco a qualidade de fontes de águas subterrâneas. Também há o risco de contaminação de corpos d'água por meio de escoamento do solo contaminado.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2007), o processo de logística reversa tanto do óleo lubrificante quanto de suas embalagens é uma excelente prática de gestão de recursos não renováveis, além de ajudar a prevenir impactos ao ambiente natural e à saúde humana. O óleo lubrificante – que se mantém como resíduo dentro das embalagens usadas – é pouco biodegradável e leva bastante tempo para ser absorvido pela natureza. O resíduo de óleo lubrificante está composto de um número alto de poluentes como metais pesados, resinas, cloro proveniente de aditivos de lubrificação, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, fenóis, ftalatos e outras substâncias. Se destinados de maneira inadequada, os resíduos existentes nas embalagens de óleo lubrificante podem contaminar o solo ou cursos d'água (neste caso, 1 litro de óleo lubrificante é o suficiente para cobrir uma superfície de 1.000 metros quadrados de água, o que reduz a oxigenação da fauna e flora vivendo neste ambiente).

No caso dos pneus, o tempo de decomposição é ainda desconhecido, e, quando descartado em aterros e lixões, ocupa grande espaço e pode servir de criadouro para insetos e vetores. Quando descartado em rios, o pneu inservível pode obstruir a passagem da água e aumentar o risco de enchentes. Com alguma frequência ocorre a queima de pneus a céu aberto – como descarte ou com outros objetivos – esta ação libera na atmosfera uma grande quantidade de gás carbônico e monóxido de carbono (principais responsáveis pelo aquecimento global), além de óxido de enxofre, nitrogênio, metais pesados, material particulado, dioxina e furanos. Boa parte destas toxinas, se inaladas em excesso, podem causar a morte (ALVES *et al.*, 2015; AKATU, 2010).

No Quadro 06 encontram-se os principais destaques dos aspectos ambientais dos três setores foco da pesquisa.

Quadro 06: Destaques dos Aspectos Ambientais

Setores	Destaques
PNEUS	Faz a venda dos resíduos para empresas que atendam a legislação referente aos aspectos ambientais na reciclagem. É papel da entidade gestora acompanhar os aspectos ambientais nessas operações de reciclagem.
EMBALAGENS DE ÓLEO LUBRIFICANTE	O sistema é o mesmo do RECICLANIP.

**BATERIAS
CHUMBO-
ÁCIDO**

Acompanha em seu sistema onde está sendo enviado os resíduos captados pelos fabricantes, porém não verifica se os recicladores atendem ou não aos aspectos ambientais, isso fica a cargo dos fabricantes.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.7. ANÁLISE CONSOLIDADA

No Quadro 07 encontram-se o uma análise consolidada com os principais destaques da pesquisa.

Quadro 07: Análise Consolidada

	PNEUS	EMBALAGENS DE ÓLEO	BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO	RESUMO
ASPECTOS LEGAIS	Setor de Pneu tem Legislação específica prévia a PNRS Lei 12.305/2010, resolução CONAMA nº 416/2009, que determina metas para a coleta e destinação de pneus em fim de vida útil	Setor de embalagens sem uma legislação específica para a implementação do sistema de logística reversa antes da PNRS. Foi a primeira entidade gestora a assinar o acordo setorial com o MMA para atendimento a PNRS.	Conforme o setor de embalagens o setor de baterias chumbo-ácido, apesar de estar incluído dentro do Conama de pilhas e baterias, não tinha uma legislação específica antes PNRS para garantir a implementação de um sistema de logística reversa, está em processo de fazer o acordo com o MMA.	O setor de Pneu tem uma legislação obrigando o mesmo a realizar a logística reversa com metas estabelecidas. Enquanto o setor de embalagem de óleo foi a primeira entidade gestora a assinar o acordo setorial com o MMA em 2012. O setor de Baterias chumbo-ácido está em processo para validar o acordo com o MMA.
ASPECTOS OPERACIONAIS DAS ENTIDADES GESTORAS	As informações de venda, fundamentais para verificação do cumprimento de metas, são enviadas pelos fabricantes. A entidade gestora representa os fabricantes, sendo responsável por fazer toda a gestão e operação do processo de logística reversa, desde a coleta até venda dos resíduos para empresas credenciadas que farão o processo de reciclagem. A RECICLANIP tem a missão de sempre buscar reduzir o custo logístico e vender os resíduos mais caro possível para minimizar o impacto de custo para os associados.	As informações de venda, são definidas por uma pesquisa de mercado realizada pelo sindicato da categoria. Como em Pneus, o instituto é responsável por fazer toda a gestão, desde a logística de coleta dos resíduos a venda para empresas credenciadas, visando minimizar os custos para os fabricantes.	As informações de venda, são enviadas pelos fabricantes. Diferentemente das outras entidades gestoras o IBER só é responsável pela gestão do sistema, fazendo relatórios para os fabricantes e governo com a comparação entre peso do produto vendido versus peso do resíduo coletado. Os próprios fabricantes são responsáveis por fazerem a coleta e a destinação adequada dos resíduos.	Como o produto da reciclagem dos resíduos são usados no próprio processo produtivo, faz com que os fabricantes de baterias chumbo-ácido queiram fazer o processo de coleta e reciclagem, onde alguns fabricantes têm sua própria recicladora. Diferentemente em Pneus e embalagens de óleo o material é usado em outro processo de fabricação, fazendo com que os fabricantes terceirizem toda a gestão aos institutos de logística reversa.

METAS DO SETOR	<p>O setor de pneumáticos a meta é que para cada pneu novo vendido no mercado de reposição é obrigatória a destinação de um pneu inservível, descontado o peso que o produto perde durante o uso. O setor vem atingindo sua meta de reciclar 100% do que foi vendido desde a obrigatoriedade definida pela legislação em 2009.</p>	<p>O setor de embalagens a meta era sair de 2.200 toneladas de embalagens que já tinham sido recicladas até 2011 para 4.400 toneladas de material até 2016. O setor vem atingindo as metas definidas, porém verificou-se que existe uma grande oportunidade de aumentar o volume de embalagens recicladas quando comparado com a quantidade vendidas.</p>	<p>O setor definiu uma meta de 75% de eficácia do sistema de logística reversa dos fabricantes associados, com aumento anual de 5%. Ainda estão em processo de verificação do resultado alcançado em 2017.</p>	<p>A definição de metas está relacionada a característica de cada setor e/ou resíduo gerado. Conforme colocado pelos entrevistados, o governo busca nas negociações metas de captação de resíduos evolutivas e metas de capilaridade do sistema para abranger todos os estados da nação. Verifica-se que o setor de pneus, por ter uma legislação mais antiga com meta estabelecida, é o mais evoluído do nosso estudo.</p>
ASPECTOS FINANCEIROS	<p>O instituto é responsável por fazer a captação dos resíduos e a venda para as empresas credenciadas para reciclagem. O saldo financeiro dessa operação, que é deficitária, bem como os custos de manutenção do instituto são bancados pelos associados, proporcionalmente a sua participação de mercado.</p>	<p>O sistema é o mesmo do RECICLANIP.</p>	<p>O instituto não faz a operação de coleta e reciclagem, os associados contribuem para a manutenção do instituto.</p>	<p>As empresas buscam reduzir ao máximo seus custos relacionados ao atendimento da legislação, a criação do instituto para o setor é o caminho que está sendo usado para compartilhar as despesas reduzindo assim os custos.</p>
ASPECTOS AMBIENTAIS	<p>Faz a venda dos resíduos para empresas que atendam a legislação referente aos aspectos ambientais na reciclagem. É papel da entidade gestora acompanhar os aspectos ambientais nessas operações de reciclagem.</p>	<p>O sistema é o mesmo do RECICLANIP.</p>	<p>Acompanha em seu sistema onde está sendo enviado os resíduos captados pelos fabricantes, porém não verifica se os recicladores atendem ou não aos aspectos ambientais, isso fica a cargo dos fabricantes.</p>	<p>A operação de logística reversa traz grandes benefícios ao meio ambiente, porém é importante que os resíduos sejam tratados em operações de forma adequado. Tanto o setor de pneu como o de embalagem de óleo contratam empresas habilitadas ambientalmente para executar a reciclagem. O sistema proposto pelo setor de baterias chumbo-ácido não inclui o acompanhamento ambiental na reciclagem.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

5. CONCLUSÃO

A problemática que orientou a construção do presente documento foi a relevância da implementação da logística reversa pós-consumo em organizações brasileiras e os desdobramentos legais, ambientais e financeiros deste contexto. É inegável a urgência da adoção de melhores práticas ambientais por parte do setor produtivo, e a indústria brasileira vem passando por processos de mudança motivados por exigências legais, por demanda da sociedade e por razões estratégicas.

Uma maneira de mitigar a pegada ecológica – e, inclusive, de gerar valor para a organização – está em utilizar os recursos de maneira mais sustentável, dando prioridade a processos de reuso, reaproveitamento e reciclagem de matérias-primas e insumos. E a logística reversa é um conceito que cresce em importância, já que permite à organização, de maneira estruturada, ter acesso ao resíduo de seu produto ou de outros, após o uso pelo consumidor, tornando este resíduo (em parte ou no todo) uma nova entrada no processo produtivo como matéria-prima e/ou insumo, ao invés de ser direcionado a lixões ou aterros sanitários.

O estudo comparativo realizado nesta dissertação visou descrever e analisar as práticas de logística reversa de setores com aspectos semelhantes e que estão obrigados pela PNRS a implementarem sistema de logística reversa pós-consumo e destinação ambientalmente adequada dos resíduos. Foram estudadas três entidades gestoras de sistema de logística reversa, com vistas a identificar as melhores práticas, entender potenciais melhorias e desafios que os setores enfrentam neste caminho rumo a práticas produtivas mais sustentáveis:

- IBER: entidade gestora responsável pelo sistema de logística reversa do setor de baterias chumbo-ácido;
- Instituto Jogue Limpo: entidade gestora responsável pelo sistema de logística reversa de embalagens de óleo lubrificante;
- RECICLANIP: entidade gestora responsável pelo sistema de logística reversa de pneumáticos inservíveis.

Foram identificadas semelhanças e particularidades em cinco diferentes pontos: aspectos legais, aspectos operacionais das organizações de logística reversa, metas do setor, aspectos financeiros, aspectos ambientais.

Quanto às questões legais ficou claro que mesmo antes da PNRS (lei bastante arrojada que trouxe a importância do conceito de poluidor-pagador para o contexto legal) já haviam regulamentações que obrigavam o setor de óleos lubrificantes a destinarem os resíduos de

maneira ambientalmente adequada, inclusive trazendo a obrigatoriedade do rerrefino, que retira resíduos do óleo lubrificante, deixando-o pronto para receber aditivos e voltar a ser comercializado. Ainda neste aspecto, percebe-se a diferença da existência de uma agência reguladora no setor de óleo lubrificante, a ANP. Neste caso, a atividade de logística reversa tem determinações detalhadas a cumprir.

Além do setor de óleo lubrificante, a cadeia de pneumáticos também responde a legislações quanto à gestão de resíduos desde antes da implementação da PNRS, já que o setor foi tratado de maneira específica pela Resolução CONAMA nº 416/2009 que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. A Resolução registra a obrigatoriedade de fabricantes e importadores de pneus novos com peso unitário superior a 2 kg realizarem coleta e destinação adequada de 100% dos produtos inservíveis vendidos em território nacional.

Quando se trata de setores que não possuem agência reguladora, como de baterias chumbo-ácido, os sistemas são desenvolvidos de maneira mais empírica e por meio de acordos setoriais ou termos de compromissos, nos quais se negocia metas e funções com o poder público.

Os aspectos operacionais funcionam de maneira semelhante nos setores de pneus e de embalagens de óleo lubrificante, tendo em vista que as entidades gestoras responsabilizam-se pela operação logística e pela destinação dos resíduos, enquanto no setor de baterias os sistemas de logística reversa são individuais, sendo apenas fiscalizados pelo IBER.

Quanto às metas, foi visto que, mesmo com números arrojados, os entrevistados dos setores de embalagens de óleo e de pneus afirmaram que as entidades têm o histórico de entregar 100% do exigido, o que reforça a relevância de se ter entidades dedicadas exclusivamente à atividade logística. O IBER, que teve suas atividades iniciadas no fim de 2016, encontra-se em processo de apuração dos resultados do ano de 2017, seu primeiro ano efetivamente em atividade.

Os aspectos financeiros funcionam de maneira semelhante entre o Jogue Limpo e RECICLANIP, onde os custos operacionais do instituto e os custos logísticos de captação e destinação final são mitigados com a venda do resíduo, diferente do IBER que somente as despesas de manutenção do instituto são rateadas pelos associados. E em relação à maneira como são destinados os resíduos, as entidades entrevistadas afirmam que eles voltam ao mercado para consumo, seja como matéria-prima do mesmo produto, como insumo ou gerando um produto diferente.

Devido às particularidades de cada setor, o Instituto Jogue Limpo considera a importância de aumentar sua capilaridade de atuação, a RECICLANIP lembra a relevância do comprometimento do revendedor com a logística reversa e o IBER se encontra em processo de ajuste e melhoria de seu processo de gestão.

Com o estudo foi possível identificar como as entidades gestoras de sistema de logística reversa analisadas buscam a robustez e constante melhoria de seus processos. A existência de entidades bem geridas, alinhado com o aumento de escala nas operações de logística reversa, tem o potencial de oferecer um salto qualitativo nas operações de pós-consumo no Brasil, onerando muito menos as empresas. Conforme visto, um adequado sistema de logística reversa junto a processos modernos de reciclagem, coprocessamento, rerrefino e reutilização permitem uma redução significativa na geração de resíduos e na exploração ambiental. É importante destacar, ainda, o desempenho da RECICLANIP com o atingimento das metas desde o início de suas atividades. Trata-se de um processo robusto, que pode tornar-se referência para outros setores que necessitam ou desejam implementar processos de logística reversa.

A legislação demanda atividades de toda a cadeia, porém, sugere-se um maior apoio do governo por meio do fornecimento de informações de seus sistemas as entidades gestoras, o que permitiria a redução dos custos com auditorias.

Um recente exemplo dado pela CETESB, por meio da Decisão de Diretoria nº 076/2018/C, de 03 de abril de 2018, deveria ser seguido pelos demais estados da federação. Essa decisão vem exigir que as licenças de operação do estado de São Paulo passem a ser emitidas ou renovadas somente se demonstrado o atendimento às exigências legais sobre a obrigação de estruturar, implementar e operacionalizar sistemas de logística reversa.

A comprovação da logística reversa como condição para a obtenção da licença ambiental aplica-se a empreendimentos que fabricam ou que sejam responsáveis pela importação, distribuição ou comercialização de determinados produtos, desde que sujeitos ao licenciamento ambiental ordinário pela CETESB, e deverá ocorrer de maneira progressiva, em etapas sucessivas conforme os acordos setoriais assinados.

5.1. RECOMENDAÇÕES EMBALAGENS DE ÓLEO E PNEUS

Gerenciar a logística reversa pós-consumo de qualquer tipo de produto costuma ser desafiador, já que se trata de uma cadeia com muitos elos, que nem sempre têm a mesma visão sobre o que deve ser feito em cada fase do processo.

Para o setor de embalagens de óleo lubrificante uma questão a ser levada em consideração, de acordo com o Entrevistado B, é a necessidade de aumento da capilaridade do sistema logístico, tendo em vista que há a tendência de as empresas contratadas concentrarem suas ações nos grandes centros, que costumam gerar mais resíduos num espaço menor a ser percorrido. Para ele, à medida que as metas periodicamente sobem, a necessidade de ampliar o raio de atuação fica mais latente e mais oneroso será o processo logístico.

Segundo a cláusula 4.1.3 do termo de compromisso assinado pelo setor com o estado de São Paulo, o comercio varejista aderente ao termo tem as seguintes obrigações:

- a) Receber, na proporção por ele comercializada, independentemente de quais sejam os fabricantes e importadores, as embalagens que lhe forem devolvidas pelos consumidores e demais geradores.
 - b) Drenar, acondicionar adequadamente, garantindo a segregação dos demais resíduos e armazenar as embalagens que receber, de acordo com as instruções fornecidas pelos fabricantes, importadores e comerciantes atacadistas e, ainda, seguindo as normas definidas pelos órgãos competentes.
 - c) Efetuar a devolução das embalagens ao recebimento itinerante ou às centrais de recebimento, mediante certificado ou comprovante de coleta de embalagens, de acordo com as instruções e normas fornecidas pelos fabricantes, importadores ou comerciante atacadistas e, ainda, segundo normas definidas pelos órgãos fiscalizadores.
 - d) Participar dos programas de divulgação desse termo de compromisso.
- (ESTADO DE SÃO PAULO, 2016)

O envolvimento e comprometimento de quem realiza a venda direta ao consumidor é extremamente importante para o sistema de logística reversa, por isso, o controle desses pontos de venda deveria estar dentro do sistema de gestão do instituto. O comércio varejista não teria apenas a obrigação de receber, deveria ter como objetivo e meta garantir a captação do todo ou de parte do que ele vende, já que em sua grande maioria nesses comércios a troca é realizada no próprio ponto de venda, gerando assim o comprometimento da cadeia na destinação correta do resíduo.

Conforme verificamos nos demais institutos, os próprios fabricantes de óleos lubrificantes poderiam enviar as informações de venda para a entidade gestora, com isso teria uma redução de custo com a pesquisa de mercado que define a participação de cada associado ao sistema de logística reversa. Como nas demais entidades gestoras o Instituto Jogue Limpo fica incumbido de checar as informações e se necessário fazer auditorias.

Como percebemos a RECICLANIP tem um sistema bastante robusto servindo de referência aos demais. Atualmente ele tem um novo acordo setorial tramitando, e credita a dificuldade de consegui-lo justamente à existência de tantos elos na cadeia de produção, venda e utilização do pneumático, o que torna difícil manter e garantir o retorno e destinação adequada

de 100% das unidades inservíveis. Os pneus remoldados, segundo o Entrevistado C, estão dentro da meta de logística reversa do setor, porém continuam “rodando” nas ruas, o que torna desafiador o cumprimento das metas, e há pouco o que o fabricante possa fazer para minimizar a existência deste tipo de serviço. Para o Entrevistado C: “... deveria ter um acordo muito mais incisivo, que obrigasse as revendas a participarem disso...”.

No Quadro 08 encontram-se as principais recomendações de melhorias para os setores de Pneus e Embalagens de óleo lubrificante.

Quadro 08: Recomendações de Melhorias para os Setores de Pneus e Embalagens de Óleo Lubrificante.

Setores	Recomendações
PNEUS	Alinhamento da meta com o governo sobre os Pneus com o segundo ciclo de vida (pneus remoldados). Comprometimento do revendedor com o processo, incluindo metas para os mesmos dentro do novo acordo setorial.
EMBALAGENS DE ÓLEO LUBRIFICANTE	Aumento da capilaridade do sistema com o comprometimento do revendedor com o processo, incluindo metas para os mesmos dentro do novo acordo setorial. Redução de custo com informações de venda através dos fabricantes.

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2. RECOMENDAÇÕES AO SETOR DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

O IBER é a mais recente das organizações de logística reversa e está iniciando suas operações. Com base nas análises dos dados e informações obtidos durante a pesquisa bibliográfica e a realização de entrevistas com participantes dos setores de Pneus e Embalagens de Óleo Lubrificantes, foi possível gerar oportunidades de melhoria futuras para o sistema do IBER nas categorias definidas para o estudo conforme descritas no Quadro 09.

Quadro 9: Recomendações de Melhorias para o Setor de Baterias Chumbo-Ácido

Categorias	Recomendações
Aspectos legais	Foi observado que nos setores de pneus e de óleo lubrificante existe legislação abordando metas de destinação dos resíduos prévia à PNRS. Para o setor de baterias chumbo-ácido, recomenda-se a legalização do sistema por meio do Ministério do Meio Ambiente, com isso, independentemente de serem associados ao IBER, os

	<p>fabricantes e importadores estarão obrigados a implementar sistema robusto de logística reversa com eficiência mínima igual à alcançada pelo IBER, com isso todas as empresas do setor vão estar em igualdade de condições. Outra recomendação é que passe a vigorar em todos os estados brasileiros, não apenas em São Paulo, a obrigatoriedade de comprovação do sistema de logística reversa para renovação da licença ambiental. Em São Paulo foi regulamentada essa obrigatoriedade por meio da Decisão de Diretoria nº 076/2018/C, de 03 de abril de 2018.</p>
Aspectos operacionais das organizações de logística reversa	<p>O Instituto Jogue Limpo e a RECICLANIP funcionam de maneira semelhante, tendo as entidades a responsabilidade de comandar a logística reversa de seus respectivos setores. No setor de baterias chumbo-ácido, como a sucata é usada como matéria-prima para fabricação de novas baterias, os fabricantes são estimulados a assumirem o papel de agente de coleta da logística reversa, entretanto, por meio do IBER, os custos com comunicação do tema no setor e divulgação de dados são minimizados. Por terem o papel de coleta da sucata de baterias, os fabricantes arcam com custos logísticos individualmente. Conforme entrevistados, o custo logístico de captação e de envio para a reciclagem, é um ponto chave no processo de logística reversa, por isso, recomendamos que o IBER trabalhe de maneira a viabilizar uma maior eficiência neste processo, mapeando operações de venda e reciclagem de cada fabricante e os pontos de coleta mais próximos, permitindo que os fabricantes associados troquem as baterias inservíveis entre eles, concentrando assim a captação mais próximo possível da operação de reciclagem, o que possibilitará aumentar a eficiência do processo e reduz custos logísticos em escala, conforme é realizado pelos demais instituídos desse estudo.</p>
Metas do setor	<p>Quanto ao atingimento de metas, a RECICLANIP demonstra o histórico de superação dos valores esperados desde o início de suas atividades, onde avaliamos que a legislação exclusiva com uma definição de meta por parte do governo foi decisiva para esse resultado. No setor de embalagens de óleo lubrificante, apesar de atingimento da meta prevista e de ter assinado o acordo setorial com o MMA desde dezembro de 2012, está bem distante dos números alcançados de reciclar 100% dos produtos vendidos atingido pelo setor de pneus. A recomendação ao IBER é atingir o mesmo nível de eficácia do RECICLANIP, capilarizando seu sistema de gestão de informação através da inclusão dos revendedores. São eles os responsáveis pela grande parte do recolhimento das sucatas de baterias, por isso é importante que os mesmos sejam um agente ativo na cadeia. Conforme entrevista, esse envolvimento é o ponto de ação</p>

	que o RECICLANIP vai trabalhar para manutenção e garantia de seus resultados.
Aspectos financeiros	O Instituto Jogue Limpo e a RECICLANIP têm geração de receita com logística reversa quando o material reciclado é vendido para ser transformado em outros produtos, e essa receita é utilizada para mitigar os custos do processo da logística reversa. No caso do setor de baterias chumbo-ácido, em que os sistemas de logística reversa são individuais, a entidade gestora não gera receita, apenas os custos de operação, que são divididos entre os associados. A recomendação é que o IBER desenvolva uma estrutura de apoio e orientação quanto aos aspectos de eficiência logística que podem ajudar a minimizar os custos da coleta das baterias inservíveis. Além disso, realizar programas de incentivo à adesão de novos associados na busca de reduzir os custos para cada fabricante, já que as despesas de manutenção do instituto são rateadas entre os associados.
Aspectos ambientais	A entidades gestoras de maior experiência, Jogue Limpo e RECICLANIP, buscam garantir a destinação ambientalmente adequada dos resíduos ao final do processo de logística reversa, através da contratação das empresas que atendam todos os aspectos ambientais e de acompanhamento das operações nas recicladores. O setor de baterias chumbo-ácido, devido à característica do produto, é o único em que o material reciclado volta como matéria-prima para o mesmo processo produtivo. Porém, por se tratar de um resíduo com alto potencial de risco ao ambiente natural e à saúde humana, recomenda-se ao IBER incluir no seu sistema a realizações de avaliações periódicas nos sistemas de logística reversa individuais dos fabricantes para garantir que todos estão atendendo as legislações ambientais aplicáveis e que compartilhem as melhores práticas na reciclagem dos resíduos, conforme ocorre com os demais instituídos do estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Como o estudo envolveu a estratégia de compreensão de várias dimensões do fenômeno para posterior comparação, através de cinco categorias distintas: aspectos legais, aspectos operacionais das organizações de logística reversa, metas do setor, aspectos financeiros e aspectos ambientais, dentro do contexto das entidades objeto deste estudo, o estudo limitasse a análise com base nessas categorias definidas.

5.4. QUESTÕES FUTURAS

Para uma continuidade dos resultados deste projeto sugere-se estudos comparativos do desempenho dos sistemas de logística reversa brasileiros pós implementação de entidade gestora com os sistemas já implementados em países referência, como a Alemanha. Esta comparação possibilitará observar os níveis de eficiência e eficácia brasileiros, além de utilizar outros sistemas como *benchmarking* para melhorias operacionais.

REFERÊNCIAS

ABDI. **Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos**: análise de viabilidade técnica e econômica. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2013.

ABREU, G. O. **Logística reversa** – acordos setoriais e os principais desafios. Monografia (Pós-graduação em Direito Ambiental). Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 2014.

AHMED, F, 1996: **The battery recycling loop: A European perspective**. Journal of Power Sources, vol. 59, 107-111, 1996.

AKATU. **Descarte inadequado de pneus gera prejuízos à sociedade**. Equipe Akatu, 2010. Disponível em: <<https://www.akatu.org.br/noticia/descarte-inadequado-de-pneus-gera-prejuizos-a-sociedade/>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

ALVES, V. E. da S.; VASCONCELOS, G. M.; MOREIRA, R. N.; FILHO, M. de J. A.; BARRETO, T. da S. Impacto ambiental provocado pela destinação incorreta de pneus. **ENIAC Pesquisa**, vol. 4, nº 2, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Classificação dos resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

AZEVEDO, J. L. A economia circular aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, XI, 2015, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro, CNEG, 2015.

BAENAS, J. M. H. **Cadeia de reciclagem das baterias veiculares**: estudo da gestão de um fluxo logístico reverso para os pequenos fabricantes. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Bauru, SP: UNESP, 2008.

BALLOU, Ronald. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 09 mar. 2018.

CAETANO, M. J. L. **O que é um pneu?** Site CTBorracha, 2014. Disponível em: <https://ctborracha.com/?page_id=8919>. Acesso em: 19 mar. 2018.

CARNEIRO, R. L.; MOLINA, J. H. A.; ANTONIASSI, B.; MAGDALENA, A. G.; PINTO, E. M. Aspectos essenciais das baterias chumbo-ácido e princípios físico-químicos e termodinâmicos do seu funcionamento. **Revista Virtual de Química**, vol. 9, nº 3, 2017.

CARTER, C. R.; L. M. ELLRAM. Reverse logistics: A review of the literature and framework for future investigation. **Journal of Business Logistics**, v.19, n.1, p 85-102, 1998.

CETESB. **Modelos existentes para os sistemas de logística reversa**. Governo do Estado São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/modelos-existentes-para-os-sistemas-de-logistica-reversa-slr/>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 416, de 01 de outubro de 2009**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Revista Eng Sanit Ambient**, vol. 22, nº 5, 2017.

CRUZ, N. F., FERREIRA, S., CABRAL, M., SIMÃO, P., & MARQUES, R. C. **Packaging waste recycling in Europe: Is the industry paying for it?** *Waste Management*, 34(2), 298-308. doi:10.1016/j.wasman.2013.10.035, 2014.

DIAS, A. **Funcionamento e detalhes da bateria chumbo ácido automotiva**. Site Carros in foco, 2015. Disponível em: <<http://www.carrosinfoco.com.br/carros/2015/05/funcionamento-e-detahes-da-bateria-chumbo-acido-automotiva/>>. Acesso em: 17 mar. 2018.

DIAS, S. L. F. G. **Catadores: uma perspectiva de sua inserção no campo da indústria de reciclagem**. Tese (doutorado). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

DNPM. **Sumário Mineral**, 2016. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015>>. Acesso em 30 jun. 2018.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Termo de compromisso para responsabilidade pós-consumo de pneus inservíveis**. São Paulo, 2012.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Termos de Compromisso para a Logística Reversa de Embalagens de óleo Lubrificante**. São Paulo, 2016.

FECOMERCIO/SP. **Baterias chumbo ácido**, 2018. Disponível em <<http://www.fecomercio.com.br/projeto-especial/logistica-reversa/baterias-de-chumbo-acido>>. Acesso em 17 mar. 2018.

FEDERAÇÃO DA INDÚSTRIA DO ESTADO DE SÃO PÃO – FIESP. **Reciclagem de embalagens plásticas usadas contendo óleo lubrificantes**. Departamento de Meio Ambiente (DMA), 1ª Ed., São Paulo, 2007.

FERNANDES, J. D.; DANTAS, E. R. B.; BARBOSA, J. N.; BARBOSA, E. A. Estudo de impactos ambientais em solos: o caso da reciclagem de baterias automotivas usadas, tipo chumbo-ácido. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, vol. 7, nº 1, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. 4ª Ed.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas, 2008. 6ª Ed.

GONÇALVES, M. E.; MARINS, F. A. S. Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Revista Gestão e Produção**, vol. 13, nº 3, 2006.

GOUVEIA, N. Solid urban waste: socio-environmental impacts and prospects for sustainable management with social inclusion. **Ciência & Saúde Coletiva**. 17(6):1503-1510, June 2012.

HONG, J; YU, Z.; SHI, W.; HONG, J.; QI, C.; YE, L. **Life cycle environmental and economic assessment of lead refining in China**. The International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 22, 6ª Ed., pg. 909–918, 2017.

IBAMA. **Fiscalização das atividades relacionadas a óleos lubrificantes usados ou contaminados**. Brasília: Ibama, 2008.

IBAMA. **Relatório de pneumáticos**: Resolução CONAMA nº 416/09. Brasília: IBAMA, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **O que é avaliação do ciclo de vida**. Site do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 2018. Disponível em: <<http://acv.ibict.br/acv/o-que-e-o-acv/>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

IBER. **Apresentação institucional 2017**. Instituto Brasileiro de Energia Reciclável, 2017. Disponível em: <<https://iberbrasil.org.br/>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

IBER. **Perguntas mais frequentes**. Instituto Brasileiro de Energia Reciclável, 2017. Disponível em: <<https://iberbrasil.org.br/perguntas-mais-frequentes/>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

INSTITUTO JOGUE LIMPO. **Como funciona**. Site institucional Jogue Limpo, 2017. Disponível em: <<https://www.joguelimpo.org.br/institucional/comofunciona.php>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

INSTITUTO JOGUE LIMPO. **Balanço 2016**. Newsletter Instituto Jogue Limpo, 2017. Disponível em: <https://www.joguelimpo.org.br/arquivos/newsletter/bal_016_jl.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2018.

LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. **Revista Tecnológica**, São Paulo, janeiro, 2002.

LAGARINHOS, C. A.; TENÓRIO, J. A. S. Logística reversa dos pneus usados no Brasil. **Revista Polímeros**, vol. 23, nº 1, 2013.

LEITE, P. R. Logística reversa: nova área da logística empresarial. **Revista Tecnológica, São Paulo**, maio, 2002.

LIMA, T. A. **Novo marco legal esclarece como deve ser implantada a logística reversa**. Site Consultor Jurídico, 2017. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2017-dez-01/tiago-lima-novas-normas-esclarecem-implantacao-logistica-reversa?imprimir=1>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

MANUTENÇÃO PREDITIVA. **As cinco funções básicas do óleo lubrificante**. Site Manutenção Preditiva, 2018. Disponível em: <<http://www.manutencaopreditiva.com/analise-e-filtros-de-oleo/as-5-funcoes-basicas-do-oleo-lubrificante>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Relatório do Ministério do Meio Ambiente para o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), conforme exigência do artigo 9 da Resolução CONAMA 362/2005 que trata de óleos lubrificantes usados e/ou contaminados (OLUC)**. Site do Ministério do Meio Ambiente, 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/242B8FC6/Relat6oGTMonitora362Conama24abr2007.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Site do Ministério do Meio Ambiente, 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

MOTA, F. S. **Inserção das organizações de catadores de materiais recicláveis em programas empresariais de logística reversa: um estudo multi-setorial no estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas). São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2012.

NETO, J. P. C. **Estimativa de geração de sucata de bateria de chumbo-ácido como ferramenta de gestão de resíduos eletroeletrônicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Caruaru, PE: Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

NUNES, J. A. S. **Lead recovery from metallurgical slag through flotation**, pg. 117, Tese (Doutorado). Recife, PE: Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

OECD. **Extended Producer Responsibility: a Guidance Manual for Government**. OECD Publishing, Paris, 2001.

OLIVEIRA, M. C. B. R. **Avaliação de Ciclo de Vida de Embalagens Plásticas de Óleo Lubrificante: um estudo de caso**. Tese (Doutorado em Planejamento Energético). Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

ONU. **Declaração do Rio sobre meio ambiente e desenvolvimento**. Organização das Nações Unidas, 1992. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

PNUMA. **Guia produção e consumo sustentáveis**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/06/PNUMA_Guia-de-Produ%C3%A7%C3%A3o-e-Consumo-Sustent%C3%A1veis.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2018.

UNEP. **Life cycle management: a business guide to sustainability**. United Nations Environment Programme, 2007. Disponível em: <<http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx0889xPA-LifeCycleManagement.pdf>>. Acesso em: 05 jul. de 2018.

PREMRUDE, K.; JANTIMA, U.; KITTINAN, A.; NARUETEP, L.; KITIWAN, K.; SUDKLA, B. Life cycle assessment of lead acid battery: case study for Thailand. **Environment Protection Engineering**, vol 39, nº 1, 2013.

PHILIPPI JR, A. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Barueri, SP: Manole, 2012.

RECICLANIP. **Responsabilidade pós-consumo**. Site Institucional, 2018. Disponível em: <<http://www.reciclanip.org.br/v3/quem-somos-institucional>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

RIBEIRO, C. M.; GIANNETI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): uma ferramenta importante da ecologia industrial. **Revista de Graduação da Engenharia Química**, vol. 6, nº. 12, 2003.

ROCHA, E. **Ciclo de vida do produto de Kotler**. Site Ignição Digital, 2018. Disponível em: <<http://www.ignicaodigital.com.br/ciclo-de-vida-do-produto-de-kotler/>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

ROGERS, D.; TIBBEN-LEMBKE, R. **An examination of reverse logistics practices**. Journal of Business Logistics, vol. 22, nº 2, 2001.

SANCILIO, C.; **COBAT: collection and recycling spent lead/acid batteries in Italy**. Journal of Power Sources; vol. 57, pg. 75–80, 1995.

SINDIPNEUS. **Manual TWI: Informações técnicas sobre pneus**. Minas Gerais: SINDIPNEUS, 2012.

SMIRNE, D. C. **Padrão de consumo atual é insustentável para população de 7 bilhões**. Jornal da USP, 2016. Disponível em: <<http://jornal.usp.br/universidade/padroao-de-consumo-atual-e-insustentavel-para-populacao-de-7-bilhoes/>>. Acesso em: 07 mar. 2018.

SOHN, H. **Gerenciamento de óleos lubrificantes usados ou contaminados**. São Paulo: SENAI, 2007.

SONNEMAN, G. **Environmental damage estimations in industrial process chains - Methodology development with case study on waste incineration and special focus on human health**. Tese (doutorado). Espanha: Universitat Rovira i Virgili, 2002.

TSOULFAS, G. T.; PAPPIS, C.P.; MINNER, S. **An environmental analysis of the reverse supply chain of SLI batteries**. Resources, Conservation and Recycling, vol. 36, pg. 135–154, 2002.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Ecological Footprint Method**. Gabriola Island: CT: New Society Publishers, 1996.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2ª Ed., 2001.

APÊNDICE A

Roteiro para entrevista com os Sistemas de Gestão de Logística Reversa

O presente roteiro tem o objetivo de entender o contexto, as práticas e os resultados das entidades de gestão da logística reversa dos setores de baterias de chumbo-ácido, pneus e embalagens de óleos lubrificantes. O foco está em analisar e descrever entidades com maior experiência (as responsáveis pelos setores de pneus e embalagens de óleos lubrificantes), usando-as como *benchmark* e gerando possíveis recomendações de conduta ao instituto responsável pela gestão da logística reversa de baterias de chumbo-ácido (cuja implementação é mais recente).

- 1- Nome do instituto/associação:
- 2- Que categoria de produtos o instituto/associação representa?
- 3- Atualmente, que percentual dos produtos que são colocados no mercado é responsabilidade do instituto?
- 4- De que maneira o instituto tem acesso aos dados de quantidade de produto no mercado? De que maneira a informação é mensurada? (ex.: peso total informado por fabricante, número das notas fiscais emitidas e seus respectivos pesos, etc)
- 5- Como o instituto/associação apoia os fabricantes no atingimento das metas estabelecidas?
- 6- Como o instituto/associação verifica a veracidade das informações submetidas pelas empresas?
- 7- Há algum envolvimento do governo quanto ao fornecimento de informações sobre o volume de vendas por fabricante?
- 8- De que maneira o percentual de reciclagem é informado aos órgãos ambientais? Os dados são submetidos de maneira individual ou em um número geral do setor? Caso os dados sejam submetidos de maneira geral, quando há uma discrepância entre fabricantes

que atingiram e fabricantes que não atingiram a meta, há algum procedimento de fomento à melhoria do sistema das organizações que tiveram resultado abaixo do esperado?

- 9- Atualmente, qual é a meta de reciclagem dos fabricantes associados ao instituto/associação? E qual é o resultado atual?
- 10- O produto que é coletado e reciclado no sistema retorna como matéria-prima para o mesmo setor? Se sim, o proveniente da reciclagem representa que percentual da matéria-prima total utilizada?
- 11- Quando iniciaram as atividades do instituto/associação?
- 12- Como eram os indicadores de desempenho da logística reversa do setor antes da implementação do instituto/associação? E atualmente, como estão os resultados?
- 13- A organização dispõe de registro de sua evolução de desempenho (quantidades coletadas/tratadas) desde o início das atividades? Como se comportaram os resultados ao longo do tempo?
- 14- No acordo setorial qual o papel órgãos ambientais?
- 15- Como o instituto/associação trata a confidencialidade das informações individuais das empresas do setor? Existe necessidade da aprovação do CADE?
- 16- Qual é a sua opinião sobre a possibilidade de existirem vários instituto/associação fazendo o controle para o mesmo tipo de produto ou até o fabricante ter seu sistema próprio?