

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

RENATA MURAD

**PROGRAMA DE LOGISTICA REVERSA PÓS CONSUMO COMO FERRAMENTA
PARA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS VERDE:
Estudos de caso de pneus e freio a disco**

SÃO PAULO

2020

RENATA MURAD

**PROGRAMA DE LOGISTICA REVERSA PÓS CONSUMO COMO FERRAMENTA
PARA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS VERDE:
Estudos de caso de pneus e freio a disco**

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

Linha de pesquisa: Sustentabilidade

Orientador: Prof. Dr. André Pereira Carvalho

SÃO PAULO

2020

Murad, Renata.

Programa de logística reversa pós consumo como ferramenta para implantação da gestão da cadeia de suprimentos verde: estudos de caso de pneus e freio a disco / Renata Murad. - 2020.

168 f.

Orientador: André Pereira de Carvalho.

Dissertação (mestrado profissional MPGC) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo.

1. Logística empresarial. 2. Resíduos sólidos. 3. Sustentabilidade. 4. Remanufatura. 5. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). I. Carvalho, André Pereira de. II. Dissertação (mestrado profissional MPGC) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo. III. Fundação Getulio Vargas. IV. Título.

CDU 658.86/.87

RENATA MURAD

**PROGRAMA LOGISTICA REVERSA PÓS CONSUMO COMO FERRAMENTA
PARA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS VERDE:
Estudos de caso de pneus e freio a disco**

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

Linha de pesquisa: Sustentabilidade

Data da aprovação

Prof. Dr. André Pereira de Carvalho (Orientador)

FGV-EAESP

Profa. Dra. Priscila Laczynski de Souza Miguel

FGV-EAESP

Profa. Dra. Sylmara Lopes Francelino Gonçalves
Dias

USP-EACH

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível graças a abertura das empresas pesquisadas que, de forma transparente e colaborativa, permitiram um mergulho no tema logística reversa em suas instituições.

Agradeço aos profissionais com quem tive contato, em especial aqueles que conheço de longa data da CBL e MAZOLA, que me auxiliaram a revisitar um tema tão presente na minha trajetória profissional agora, através de uma nova lente, com inéditos fundamentos teóricos enriquecendo o conhecimento e potencializando a oportunidade de minha contribuição futura nesta área.

Agradeço meu marido e filhos pela paciência e tolerância em relação a minha ausência do convívio familiar e por entenderem minha escolha em dedicar parte do meu tempo a um projeto de interesse individual.

Destaco ainda a importância dos amigos da escola FGV-MPGC-T3 que tornaram este processo mais fluido e divertido, sem os quais não teria tido coragem para elocubrar sobre teorias e novos conceitos nestes temas.

RESUMO

Resíduos pós consumo são uma externalidade inerente ao ciclo de vida do produto. Fazer a logística reversa dos resíduos pós consumo é uma das formas de evitar potenciais impactos negativos causados em caso de descarte irregular dos resíduos ao final da vida útil dos produtos. Muito além do que apenas garantir a destinação correta dos produtos inservíveis, a gestão verde de cadeias de suprimentos (GSCM) busca incluir, em todas as etapas do ciclo de vida, de fornecedores aos clientes, a responsabilidade ambiental. Entendendo a importância da GSCM, este estudo se propõe a examinar como os programas de logística reversa de resíduos pós consumo das cadeias de pneus e freio a disco contribuem para a implementação de práticas *de GSCM*. São examinados os programas de logística reversa implementados no Brasil para a destinação final ambientalmente adequada de pneus inservíveis e a remanufatura de freio a disco, por meio da estratégia de pesquisa de estudo de caso. O programa de logística reversa de pneus inservíveis foi criado em resposta à regulação com abordagem de responsabilidade estendida do produtor, com gestão setorial. Já o programa de logística reversa de freio a disco é privado e voltado à remanufatura. Como resultados, foi possível concluir que ambos os programas influenciam o comportamento ambiental dos membros da cadeia, melhorando o desempenho ambiental das organizações envolvidas, mas a maneira como os gestores, no momento da concepção e amadurecimento dos programas, gerem as pressões institucionais (legislação, mercado, concorrentes) e a forma como utilizam-se de *drives* (suporte organizacional, capital social, envolvimento do governo) para facilitar seus esforços organizados, resultam em diferente intensidade da implementação da GSCM, sendo que as práticas diretamente impactadas pelos atributos dos programas de logística reversa são: ecodesign, colaboração com clientes e retorno do investimento nas cadeias. A principal limitação do trabalho diz respeito à baixa capacidade de generalização dos resultados obtidos.

Palavras chaves: logística reversa, resíduo pós consumo, gestão verde da cadeia de suprimentos, sustentabilidade, remanufatura, pneus, freio a disco.

ABSTRACT

Post-consumer waste is an inherent externality in the product's life cycle. Reverse logistics of post-consumer waste is one of the ways to avoid potential negative impacts caused in case of irregular waste disposal at the end of the product's useful life. Further than just ensuring the correct destination of useless products, green supply chain management (GSCM) seeks to include environmental responsibility in all stages of the life cycle, from suppliers to customers. Considering GSCM's relevance, this study aims to examine how post-consumer waste logistics programs in the tire and disc brake chains contribute to the implementation of GSCM practices. The reverse logistics programs implemented in Brazil for the environmental appropriate final disposal of waste tires and the remanufacturing of disc brakes have been examined, through the case study research strategy. The waste tire reverse logistics program was been created in response to regulation with an extended producer responsibility approach and the reverse disc brake logistics program is private and aimed at remanufacture. As a result, it was possible to conclude that both programs have influence on the environmental behavior of chain's members, improving the environmental performance of the organizations involved. The way the decision makers manage institutional pressures (legislation, competitors) when designing and maturing the programs, and the way they use drives (organizational support, social capital, government involvement) to facilitate their efforts, result in different intensity of the implementation of the GSCM. The practices directly impacted by the attributes of the reverse logistic programs are ecodesign, collaboration with customers and return on investment in the chains. The main limitation of this study is low capacity of generalize the results obtained.

Keywords: Reverse logistic; post-consumer waste; green supply chain management; sustainability, remanufacture; tires, disc brake.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxos direto e reverso de um produto genérico.....	14
Figura 2 - Fluxo de GSCM incluindo compras, produção, distribuição e logística reversa. ...	27
Figura 3 - Fluxo de remanufatura e recondicionamento de produtos pós consumo.	28
Figura 4 - Pressões, drives e práticas para GSCM.....	31
Figura 5 - Distribuição de unidades fabris de pneus novos no Brasil.....	36
Figura 6 – Descrição do ciclo de vida de pneus.	40
Figura 7 – Pneus: fluxos de materiais e de informação com vistas à destinação ambientalmente adequada.	41
Figura 8 - Mercado nacional de reposição de pneus novos (2010-2018)	42
Figura 9 - Destinação de pneus inservíveis por tecnologias de destinação final: 2018.....	43
Figura 10 - Atendimento das metas de destinação dos fabricantes e importadores em relação à Resolução CONAMA 416/2009: 2010-2018.	47
Figura 11 - Evolução do percentual de atendimento da meta de legislação de pneus.	48
Figura 12 - Evolução da disposição adequada de pneus por tecnologia.	48
Figura 13 - Distribuição de faturamento da indústria de autopeças por seguimento.....	51
Figura 14 - Frentes de atuação da ANRAP	54
Figura 15 - Diferença entre processo de Remanufatura x recondicionamento	55
Figura 16 - Cadeia de suprimentos do mercado de reposição de autopeças.	56
Figura 17 - Estrutura de pneu radial.	68
Figura 18 – Fluxo e estimativa de geração de pneus inservíveis.....	72
Figura 19 - Ciclo de vida de pneus: da fabricação à destinação final ambientalmente adequada.	73
Figura 20 – Etapas do ciclo de vida de pneus consideradas no Sistema Reciclanip	79
Figura 21 - Fluxo simplificado da cadeia de pneus - recorte da pesquisa.....	80
Figura 22 - Ciclo de vida de freio a disco: fluxos direto e reverso.....	104
Figura 23 – Fluxos direto e reverso da cadeia de freio a disco - recorte da pesquisa.....	108
Figura 24 - Comparação dos fatores de índice de desempenho GSCM – Análise gráfica	139

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução dos conceitos de GSCM e SSCM	24
Quadro 2 - Mercado de reposição de pneus novos no Brasil (2018)	36
Quadro 3 – Participação de empresas trituradoras de pneus no volume destinado para coprocessamento: 2018.	49
Quadro 4 - Comparativo entre os segmentos de pneus e freios para segmento automotivo	51
Quadro 5 - Participação de peças remanufaturadas em relação a peças novas.	53
Quadro 6 - Situações relevantes para estratégias de pesquisa	58
Quadro 7 - Síntese dos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa	60
Quadro 8 - Programas de logística reversa vigentes no Brasil	61
Quadro 9 - Lista de entrevistados.	66
Quadro 10 - Categorias com base no Modelo Wu et al. (2012).	67
Quadro 11 - Resumo das obrigações legais e resultados do programa de logística reversa de pneus.	78
Quadro 12 - Quantidade destinada ambientalmente adequada pela tecnologia de granulação pela empresa CBL por unidade de tratamento.....	85
Quadro 13 - Quadro resumo das relações da cadeia de pneus.	88
Quadro 14 - Análise dos papéis, responsabilidades e propósitos das organizações envolvidas no programa de logística reversa.	118
Quadro 15 - Análise horizontal dos casos.....	127

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland

ABIDP - Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus

ABIPEÇAS – Associação Brasileira da Indústria de Autopeças

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABR – Associação Brasileira do Seguimento de Reformas de Pneus

ABRAFILTRO – Associação das Empresas de Filtros

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos

ACV - Análise de Ciclo de Vida

ANDAP – Associação Nacional dos Distribuidores de Autopeças

ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos

ANRAP - Associação Nacional dos Remanufaturadores de Autopeças

CDR - Combustível Derivado e Resíduos

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CLSC – Closed Loop Supply Chain

CO2 - Dióxido de Carbono

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPK – Custo por quilômetro

CSCMP - Council of Supply Chain Management Professionals

CSI - Cement Sustainability Initiative

CSR - Responsabilidade Social Corporativa

CT – Centro Técnico

CTF – Cadastro Técnico Federal

EBITDA: Lucro Antes de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Agropecuária

EMDAPI - Empresa de Destinação Ambientalmente Correta de Pneumáticos Inservíveis

EPIs - Equipamentos de Proteção Individual

ECD- Design ambientalmente consciente

FIESP - Federação das industriais do Estado de São Paulo

GSCM – Green Supply Chain Management (Gestão Verde de Cadeia de Suprimentos)

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia

InPEV - Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MDIC –Ministério da Indústria e Comércio Exterior e Serviços
NBR – Norma Brasileira
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OEM – Original Equipment Manufacturer
ONGs - Organizações Não Governamentais
ONU - Organização das Nações Unidas
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
REC-FIL - Reciclagem de filtro de óleo
REMAN - Remanufatura
REP – Responsabilidade Estendida do Produtor
RLEC- Reverse Logistic Executive Council
RMA - Rubber Manufacture Association
SCEM – Supply Chain Environmental Management
SCM – Supply Chain Management
SINDIPEÇAS - Sindicato de Autopeças
SNIC - Sindicato Nacional das Indústrias de Cimento
SSCM – Sustainable Supply Chain Management
SSMA - Saúde, Segurança e Meio Ambiente
TBL – Triple Bottom Line
UN – United Nation
UNEP – United Nation Environment Programme

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Justificativa.....	13
1.2. Objetivo e questão de pesquisa.....	19
1.3. Organização do trabalho	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1. Logística reversa.....	21
2.2. Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos (GSCM).....	24
2.3. Modelo de Wu et al (2012): pressões, drives e práticas de GSCM	29
2.3.1. Pressões para implantação da GSCM	31
2.3.2. <i>Drives</i> para implantação da GSCM	32
2.3.3. Práticas para implantação da GSCM	33
3. ANÁLISE SETORIAL	35
3.1. Pneus	35
3.1.1. Mercado e aspectos regulatórios relacionados à destinação pós consumo	35
3.1.2. Ciclo de vida dos pneus e evolução da estruturação da coleta e destinação	40
3.1.3. Resultados do programa de logística reversa de pneus no Brasil.....	46
3.2. Freio a disco (Autopeças).....	49
3.2.1. Mercado	49
3.2.2. O papel da remanufatura na indústria de freio a disco	53
3.2.3. Ciclo de vida do freio considerando a remanufatura	56
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	58
4.1. Critérios para seleção do caso	60
4.2. Técnicas de coletas de dados.....	65
4.3. Procedimento de análise.....	66
5. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO.....	68
5.1. Caso 1: Programa de logística reversa de pneus inservíveis – Sistema Reciclanip ..	68
5.1.1. O produto e seu impacto ambiental	68
5.1.2. O ciclo de geração do pneu inservível	72
5.1.3. O programa de logística reversa – Sistema Reciclanip.....	78
5.1.4. O papel de cada membro da cadeia no programa de logística reversa	80
5.1.5. As relações na cadeia de pneus	86
5.1.6. Análise vertical do programa à luz das categorias do modelo GSCM	93

5.1.7.	Síntese do estudo de caso de pneus	101
5.2.	Caso 2: Logística reversa para remanufatura de freio a disco - Sistema REMAN .	103
5.2.1.	O produto e seu impacto ambiental	103
5.2.2.	O ciclo de geração do resíduo pós consumo de freio a disco.....	104
5.2.3.	O programa de logística reversa – Sistema REMAN Knorr-Bremse	108
5.2.4.	O papel de cada membro no programa de logística reversa de freio a disco ...	109
5.2.5.	A relação entre os membros da cadeia de freio a disco	117
5.2.6.	Análise vertical do programa à luz das categorias de GSCM	119
5.2.7.	Síntese do caso de freio a disco	125
5.3.	Análise horizontal dos programas de logística reversa de pneus e freio a disco	126
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	140
6.1.	Retorno às questões de pesquisa e contribuições gerais	140
6.2.	Recomendações gerenciais para as cadeias estudadas.....	145
6.2.1.	A cadeia de pneus	145
6.2.2.	A cadeia de freio a disco	146
6.3.	Limitações do trabalho	147
6.4.	Recomendações gerais	148
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149
	ANEXOS.....	160

1. INTRODUÇÃO

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12 determina que “se deve assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”. Dentre as metas estabelecidas está o de reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso; entre outros (UN, 2015). Países são incentivados a melhorar a capacidade de gerenciamento de resíduos ao longo do ciclo de vida dos produtos. Isto é possível com o desenvolvimento conjunto de instrumentos de políticas públicas, incluindo regulações, e a disponibilização de conhecimento e de ferramentas para assegurar uma transição bem sucedida para um modelo de boa gestão de resíduos, minimizando o impacto sobre o meio ambiente e o bem-estar humano (UNEP, 2020).

No âmbito empresarial, a incorporação da sustentabilidade passa pela mensuração do impacto para além das tradicionais métricas de lucro, retorno de investimento e valor do acionista, examinando-se o valor social e ambiental que as organizações criam, ou destroem, numa abordagem *triple bottom line* (TBL). O passo seguinte é a definição de metas empresariais compatíveis com um modelo de produção e consumo mais sustentável (ELKINGTON, 2004).

Neste contexto, as empresas são demandadas, por regulações e pressões da sociedade, a buscar melhor desempenho ambiental, incorporando tais preocupações desde o design dos produtos até o seu descarte, o que influencia as organizações a adotarem uma abordagem de ciclo de vida para seus negócios. O pensamento do ciclo de vida representa uma abordagem holística, por meio da qual são examinados os impactos de um produto desde a extração de matérias-primas, passando pela produção e uso, até a disposição final, considerando o ciclo de vida do berço ao túmulo. O gerenciamento do ciclo de vida permite a aplicação do pensamento do ciclo de vida em práticas rumo à melhoria ambiental contínua. As ferramentas de análise do ciclo de vida (ACV) servem para medir, monitorar e comunicar os impactos ambientais dos produtos, revelam os seus impactos à saúde humana e ao meio ambiente, permitindo que os piores e os melhores produtos, quanto a estes impactos, sejam mais facilmente identificados. Uma abordagem do ciclo de vida coloca as informações relevantes nas mãos dos gestores, auxiliando-os no processo de decisão (UNEP, 2012).

A gestão do ciclo de vida do produto requer a incorporação de aspectos sociais e ambientais à gestão da cadeia de suprimentos (do inglês *supply chain management*, SCM).

O *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) apresenta a seguinte definição de SCM:

“SCM inclui o planejamento e gestão de todas as atividades envolvidas em originação, aquisição, conversão e todas as atividades de gestão de logística. Inclui também coordenação e colaboração com parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, provedores de serviço de terceira parte e clientes. Em essência, SCM integra a gestão de oferta e demanda intra e inter-empresas.” (CSCMP, 2013).

O caminho rumo a um modelo de produção e consumo mais sustentável passa pela redução na utilização de recursos naturais e na geração de resíduos, bem como pela superação do modelo baseado na vida única de produtos para sua posterior disposição, sendo que o primeiro passo de tal reorientação é “[...] ampliar a estrutura atual unidirecional da cadeia de suprimento para um ciclo fechado, incluindo operações desenhadas para a recuperação de produtos em fim de vida e embalagens, coleta e reuso.” (BEAMON, 1999, p. 332).

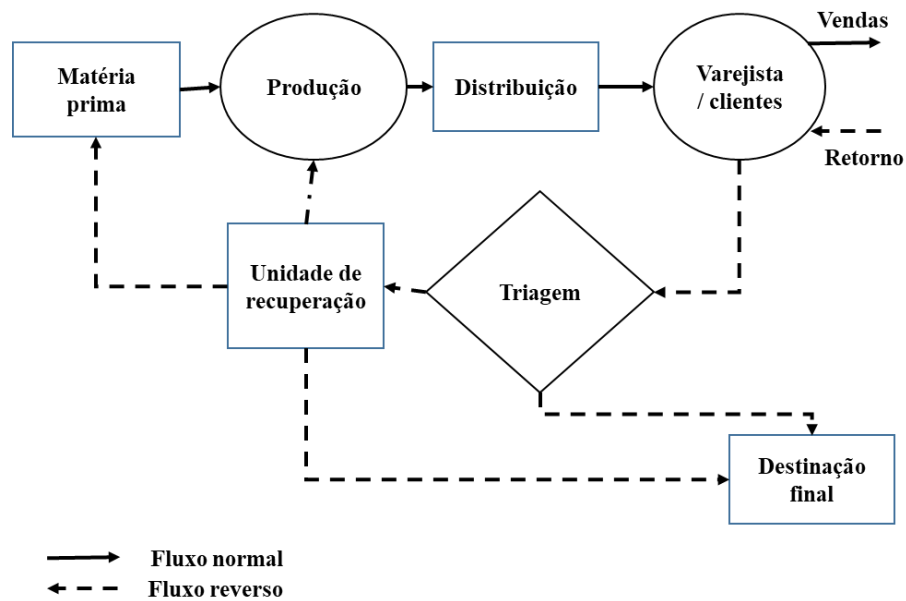
Nesse contexto, a logística reversa desempenha um papel relevante para viabilização do gerenciamento do ciclo de vida do produto pelas organizações empresariais, por meio da SCM.

1.1. Justificativa

Inicialmente relacionada ao retorno de mercadorias no pós-venda para casos como *recalls* e serviços de assistência técnica, o conceito de logística reversa passou a ser compreendido de forma mais abrangente, considerando-se o retorno dos produtos para a reparação, reuso, reciclagem e remanufatura de materiais, incluindo-se também os esforços para redução de recursos e substituição de materiais (STOCK, 1992).

Tounanont *et al.* (2008) expressam, de forma simplificada, os fluxos direto e reverso de produtos (*Figura 1*). Nesse contexto, a logística reversa pode ser a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações desde a coleta separação, seleção até a reintegração ao ciclo, bem como o retorno dos bens pós consumo ou pós venda ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, agregando valor de diversas natureza : econômico, ecológico, legal, logístico ou de imagem corporativa (LEITE, 2017. p. 31).

Figura 1 – Fluxos direto e reverso de um produto genérico.



Fonte: Touanont *et al.* (2008).

Desta forma a logística reversa pós consumo se caracteriza como um processo complexo e transversal em uma determinada cadeia cujo objetivo é recuperar os resíduos pós consumo através da reinserção destes em um novo ciclo produtivo.

Segundo a OCDE (2001), muitas iniciativas de logística reversa estão relacionadas à imposição de regulações que surgiram para proteger o meio ambiente do impacto negativo dos resíduos pós consumo. As regulações adotadas pela Comunidade Europeia se utilizam da abordagem de responsabilidade estendida do produtor (REP), que determina que os fabricantes são responsáveis financeiramente pela implantação de programas para o gerenciamento dos resíduos pós consumo e, adicionalmente, devem ser diretamente envolvidos em aspectos operacionais, como, por exemplo, a implantação do sistema de coleta propriamente dita. As políticas de responsabilidades estendida do produtor foram desenvolvidas para confrontar os fabricantes com os custos de disposição dos seus produtos ao final da vida útil, mas também, para estimulá-los a avaliar e refletir sobre o design das mercadorias que colocam no mercado, o que, posteriormente, evoluiu para uma abordagem mais abrangente, considerando-se todo o ciclo de vida do produto, inicialmente com uma abordagem do berço ao túmulo, avançando, desejavelmente para uma visão do berço ao berço.

A crescente preocupação com os custos da gestão de resíduo e com as externalidades ambientais causadas por algumas das principais opções de disposição final, incluindo aterro e

incineração e o interesse na prevenção da poluição e melhor gestão dos riscos ambientais, levou um grande número de países membros da OCDE a desenvolver políticas destinadas à redução do volume de resíduos industriais e domésticos, à diminuição da proporção de resíduos enviados para disposição em aterros e incineradores e a minimizar os riscos ambientais associados com a falta de gestão ambientalmente adequada dos resíduos pós consumo (OCDE, 2005). Neste sentido a OCDE orientou os países a implementarem políticas na busca de solução para a gestão de resíduos pós consumo através da responsabilização do produtor sobre o ciclo de vida do produto até a sua destinação final.

Na abordagem REP, considera-se que o produtor é o agente econômico da cadeia com maior possibilidade de implementar melhorias e inovações aos produtos, que impliquem na redução do impacto ambiental considerando todo o ciclo de vida do produto, incluindo a melhor solução para a destinação final, colocando exclusivamente para o fabricante, a responsabilidade pelos custos ambiental e social da gestão de resíduos, incluindo o impacto ambiental da disposição dos mesmos (OCDE, 2001).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e seu regulamento, Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 - determina no Art 6º a responsabilidade compartilhada como um de seus princípios e a define no Art 3º, inciso XVII 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, nos termos desta lei [...]” (BRASIL, 2010, p. 02).

Na abordagem de responsabilidade compartilhada, os diferentes agentes envolvidos numa cadeia são diretamente convocados a contribuir para o objetivo de minimização do impacto ambiental do modelo de produção e consumo. Embora possam ser equivalentes quanto aos objetivos ambientais, as abordagens REP e responsabilidade compartilhada, diferem quanto ao modelo de financiamento e à gestão dos programas de logística reversa pós consumo.

Na PNRS, o acordo setorial fica definido como uma das ferramentas de implementação da responsabilidade compartilhada, definido como:

“ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto [...]” (BRASIL, 2010, p. 02).

Na PNRS, a logística reversa é definida como:

“Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento em seu ciclo de vida ou em outros ciclos produtivos ou outra destinação final ambientalmente adequada [...]” (PNRS, 2010, Artº, XII).

A logística reversa deve ser entendida como uma atividade mais abrangente do que o enquadramento dado na PNRS de instrumento de desenvolvimento. A prática de logística reversa é um processo que envolve fluxo de materiais, informações e valores, que através da cadeia reversa ou penetração em novas cadeias é capaz de promover o desenvolvimento ambiental e social de uma determinada cadeia. O acordo setorial, caracterizado pelo ato contratual, pode sim, ser entendido, como um dos instrumentos para operacionalização da gestão de resíduos pós consumo com o envolvimento de vários atores da cadeia.

Com base no marco regulatório da PNRS, o tema logística reversa ganhou protagonismo no Brasil e tem sido disseminado como uma ferramenta para aplicação da responsabilidade compartilhada e operacionalização da gestão de resíduos sólidos. Alguns setores foram obrigados por esta regulamentação a implementarem a logística reversa conforme distrito na PNRS que determina que:

“de forma compartilhada, um sistema 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” (BRASIL, 2010, p. 07).

O sistema desenvolvido para fazer a gestão de cadeia reversa será denominado neste estudo como programa de logística reversa. Os programas de logística reversa têm como base o retorno do produto inservível para transformação e reinserção, de forma economicamente viável, em algum processo produtivo ou destinação ambientalmente adequada.

Além das exigências legais a serem atendidas, a prática da logística reversa nos fluxos de pós-venda ou pós-consumo pode agregar valor econômico às empresas e melhorar a imagem corporativa perante à sociedade. Logo, estes programas têm potencial para gerar vantagem competitiva entre as empresas de um mesmo setor (RAO, 2003; LEITE, 2017).

Com aumento das pressões para a criação de programas de logística reversa em razão de regulações ou de demandas de clientes, as organizações têm encarado muitos desafios relacionados aos processos pós consumo (GOVINDAN *et al.*, 2012). A complexidade para o desenvolvimento de cadeia reversa e os custos para operacionalização deste sistema, estão entre os principais desafios para implantação dos programas de logística reversa (KAURA *et al.*, 2017).

Isso se dá num cenário em que as empresas não competem mais individualmente, mas por meio de cadeias de suprimento (SEURING e GOLD, 2013). A integração de aspectos ambientais à visão convencional da gestão da cadeia de suprimentos, incluindo os temas de reciclagem, redução de resíduos, reuso e uso de insumos nas atividades de compras nas empresas, bem como o monitoramento e a melhoria de indicadores de desempenho ambiental estão relacionados ao conceito de gestão verde da cadeia de suprimentos (do inglês *green supply chain management*, GSCM) (GODFREY, 1998; NARASUMHAM e CARTER, 1998).

Segundo Srivastava (2007, p 54), GSCM é “[...] a integração do pensamento ambiental à SCM, incluindo o design do produto, busca e seleção de materiais, processos produtivos, entrega do produto final aos consumidores e gestão do fim de vida do produto após sua vida útil.” A logística reversa é um dos pilares da GSCM, viabilizando o fechamento de *loops* por meio da reinserção de produtos e componentes pós consumo de forma economicamente viável. Além disso, GSCM é considerado pelas organizações uma opção viável de reduzir o impacto ambiental das operações e, simultaneamente, melhorar o desempenho operacional (VANALLE *et al.*, 2017).

Zhu e Sarkis (2004) identificaram diferentes formas de atuação das empresas em relação à GSCM, que vão desde o monitoramento reativo de programas de gestão ambiental até programas mais proativos referente às práticas dos 4Rs: reciclagem, retorno, remanufatura e logística reversa (do inglês *reverse logistics*). A implantação da GSCM requer mais coordenação com clientes imediatos e consumidores finais, além de maior interação com os fornecedores ao projetar e desenvolver novos produtos (VACHON *et al.*, 2001).

Nesse contexto, este estudo pretende contribuir para o campo da sustentabilidade empresarial por meio da análise de como os programas de logística reversa, para além de uma ferramenta de gestão de resíduos pós consumo, podem contribuir para a implantação de práticas GSCM. Dois programas de logística reversa implementados no Brasil serão analisados: pneus inservíveis e freios a disco.

O programa de logística reversa de pneumáticos inservíveis teve início em 2000 como resposta à Resolução CONAMA 258/99, imposta a fabricantes e importadores de pneus novos, depois revisada em 2009 pela Resolução CONAMA 416/2009, anteriormente a entrada em vigor da PNRS, em 2010. (BRASIL, 2009; 2010). Tal programa busca a viabilização de aplicações de destinação ambientalmente adequada de pneus inservíveis, com objetivo de gerar valor agregado ao resíduo pós consumo. O programa é financiado por fabricantes e importadores de pneus novos, enquanto busca-se o desenvolvimento de alternativas que permitam retorno econômico dos resíduos pós consumo de pneus, permitindo que o programa seja autossustentável. Dentre as alternativas desenvolvidas para a valorização do resíduo pós consumo figuram: a utilização de pneus, inteiros ou em *chips*, como combustível alternativo em fornos de clínquer (coprocessamento), o desenvolvimento do mercado de granulado e pó de borracha para pisos esportivos, asfalto-borracha e artefatos de borrachas (granulação e regeneração) e a valorização do aço contido no pneu como sucata metálica.

A autora desta pesquisa participou ativamente da criação e do desenvolvimento do programa de logística reversa de pneus inservíveis na sua fase inicial (de 1999 a 2012) e ainda atua como consultora do setor. Trata-se de um programa que tem evoluído de forma contínua nos últimos 20 anos.

Já o programa de logística reversa de freio a disco foi motivado pela necessidade de captação de resíduos para a implantação de um modelo de remanufatura, um processo de reciclagem do resíduo pós consumo com capacidade de recuperação de parte dos componentes para a fabricação de um produto novo (KIM *et al.*, 2006; LIU, 2015). A remanufatura de autopeças já era uma realidade no país de origem de empresas multinacionais que atuam no mercado brasileiro de produtos novos, daí a influência para que as filiais explorassem tal oportunidade com vistas a melhorar tanto o desempenho ambiental quanto o econômico da empresa, com a inclusão de um produto no mercado que fosse ambientalmente eficiente e economicamente viável para o fabricante e para os clientes.

Uma contribuição pretendida neste trabalho é chamar atenção das empresas para a relevância de se considerar os programas de logística reversa como parte de uma visão estratégica pró-ativa, como sugerido por Beske e Seuring (2014) no âmbito da gestão sustentável da cadeia de suprimentos (do inglês *sustainable supply chain management*, SSCM). Esses autores defendem a adoção de uma abordagem do ciclo de vida do produto

que, somada à inovação, torna as cadeias de suprimento mais sustentáveis, considerando-se as dimensões social, ambiental e econômica, e, portanto, mais competitivas.

1.2. Objetivo e questão de pesquisa

Este trabalho aplicado tem como objetivo principal examinar como os programas de logística reversa de resíduos pós consumo das cadeias de pneus e freio a disco contribuem para a implementação de práticas de GSCM. Freio a disco é um componente classificado como autopeça. Como este setor é amplo e possui especificidades na gestão pós consumo relacionadas aos tipos de produtos, esta pesquisa será circunscrita a freio a disco. A motivação para tais escolhas será apresentada no capítulo justificativa.

A questão central de pesquisa é, portanto:

Como os programas de logística reversa de resíduos pós consumo das cadeias de pneus e freio a disco contribuem para a implementação de práticas de GSCM?

Adicionalmente, foram definidas as seguintes questões de pesquisa auxiliares:

- Como está estruturado o programa de logística reversa da cadeia de pneus?
- Como está estruturado o programa de logística reversa de freio a disco?
- De que forma os atributos do programa de logística reversa de pneus contribuem para a implantação das práticas de GSCM nesta cadeia?
- De que forma os atributos do programa de logística reversa de freio a disco contribuem para a implantação das práticas de GSCM nesta cadeia?

1.3. Organização do trabalho

Este trabalho está estruturado da seguinte forma:

- **Capítulo 1:** Introdução com uma breve contextualização do tema, justificativa e detalhamento dos objetivos da pesquisa.
- **Capítulo 2:** Revisão de literatura sobre logística reversa e GSCM com detalhamento do modelo escolhido para análise dos casos.
- **Capítulo 3:** Contempla a análise setorial de pneus e freio a disco (setor autopeças) com a finalidade de dar ao leitor o entendimento da dimensão dos setores, como acontecem os fluxos diretos e reversos dos produtos, como ocorre a gestão do resíduo pós consumo para as duas cadeias, com destaque para as relações entre os membros a

cadeia e um breve histórico do aparecimento dos programas de logística reversa em cada caso à luz do arcabouço regulatório.

- **Capítulo 4:** São descritos os procedimentos metodológicos escolhidos para execução deste trabalho de pesquisa.
 - **Capítulo 5:** Apresentação e análise vertical e horizontal dos estudos de caso dos programas de logística reversa de pneus e freio a disco.
 - **Capítulo 6:** Recomendações para as empresas gestoras dos programas de logística reversa dos casos estudados, limitações e recomendações gerais
- Ao final estão disponíveis as referências bibliográficas e os anexos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para ser compreender como os programas de logística reversa de resíduos pós consumo das cadeias de pneus e freio a disco contribuem para a implementação de práticas de GSCM, faz-se necessário examinar os conceitos de logística reversa e GSCM. Neste capítulo, faz-se uma breve revisão da literatura sobre os conceitos de logística reversa e de GSCM com a seleção do modelo a ser aplicado nesta pesquisa.

2.1. Logística reversa

O *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) (2013) define a logística reversa como o segmento especializado da logística focado na movimentação e gerenciamento de produtos e recursos pós-venda ao cliente, incluindo o retorno de produtos para reparos ou créditos. A visão do CSCMP se reflete em definições como as que seguem. Surendra (2013) que define logística reversa como as atividades necessárias para a recuperação de produtos devolvidos pelos clientes por qualquer motivo: fim de vida útil, reparo ou garantia.

Tal definição reflete uma visão limitada em relação ao ganho de relevância do tema sustentabilidade no contexto empresarial, à medida que não consideram as preocupações com a reinserção de produtos e componentes pós consumo na economia, nem as oportunidades econômicas advindas da logística reversa para empresas envolvidas nas cadeias direta e reversa.

A logística reversa está diretamente relacionada com redução, substituição, reuso e reciclagem de produtos e componentes pós consumo. Redução significa fazer a mesma coisa com menos recursos; substituição implica em usar materiais alternativos ambientalmente mais amigáveis (*eco-friendly*) com consequente redução da poluição; reuso, diz respeito a tornar viável que um produto tenha vários ciclos, reduzindo assim o descarte e; reciclagem diz respeito a desenvolver novas aplicações para os produtos e seus componentes ao final da vida útil. Os programas de logística reversa devem ser capazes de atender a algumas destas definições.

Para além de uma ferramenta de gestão de resíduos pós consumo, a logística reversa tem papel relevante na definição do fluxo dos materiais e desenvolvimento de novas cadeias a medida que busca a valorização dos produtos ao final da vida útil e objetiva a destinação

ambientalmente adequada destes resíduos em ciclo aberto ou fechado. Neste contexto a logística reversa é um processo com potencial capacidade de redefinição ou ressignificação dos produtos para um melhor desempenho ambiental das organizações, em adição a ser um recurso de engajamento e vínculo dos membros da cadeia, passando a ter um papel estratégico para a gestão empresarial.

Andel (1997) enfatiza que a logística reversa pode ser uma segunda chance para a empresa auferir lucros e não apenas cortar custo, como a melhor destinação. A importância da operação logística, propriamente dita na cadeia reversa, pode chegar a 95% do custo total envolvido (STOCK, 1998). A logística reversa é uma reação a um sistema imperfeito, pois se ao final da vida útil o resíduo tivesse valor para poder ser reciclado ou reaproveitado automaticamente como insumo em uma nova cadeia, o mercado se auto regularia e o desenvolvimento de programas de logística reversa não seriam necessários. Como este sistema perfeito não existe, examiná-lo de forma hipotética pode ser uma forma de criar uma referência para estipular novos objetivos de bom desempenho ambiental, com a redução da geração de resíduos, possibilidade de reusar os produtos e potencializar a valorização dos resíduos para novas aplicações (SRIVASTAVA, 2007).

Programas de logística reversa surgem para operacionalizar a coleta de resíduos, com a finalidade de desenvolver sistemas de valorização e recuperação dos produtos inservíveis, o que pode significar para as empresas redução de custos e ganhos reais. Isto sugere novos objetivos corporativos relacionados a esses programas, para além da coleta de resíduos e deveriam incluir sustentabilidade social (SARKIS *et al.*, 2010).

Segundo Miguel (2017):

“A logística deve garantir o atendimento ao cliente, independentemente de onde ele esteja, mas isso implica investimentos em sistemas de informação e controle, além do redesenho do reabastecimento de estoque e da malha de transporte, sem contar o retorno de produtos pós-consumo: a logística reversa. Entre as atividades desempenhadas em supply chain, estão compras e gestão de fornecedores. Quando envolvidas nas discussões estratégicas, tais atividades podem contribuir positivamente para o resultado via desenvolvimento de fornecedores, para que entreguem materiais de qualidade, mais sustentáveis e inovadores em prazos menores. O resultado são produtos com diferenciação e, eventualmente, custo mais baixo. Esses são apenas alguns exemplos de como a gestão da cadeia de suprimentos pode contribuir para a vantagem competitiva das organizações” (MIGUEL, 2017, p. 54).

De acordo com Thame (2012), as três principais razões que levam as empresas a atuarem mais fortemente na logística reversa são: (i) regulações ambientais, que obrigam as empresas a retornarem com seus produtos e desenvolver o tratamento necessário (reciclagem

ou destinação ambientalmente adequada); (ii) benefícios econômicos do uso de produtos que retornam ao processo de produção; e (iii) a crescente conscientização ambiental dos consumidores que passam a exigir a adoção de práticas ambientalmente responsáveis.

Os principais pontos para viabilidade de sistemas de logística reversa segundo Ayres *et al.* (1997) são:

- Escolhas no design (por exemplo: soldas, rebites, adesivos, parafusos podem afetar a sustentabilidade dos produtos para o desmonte e recuperação;
- Tipo e variedade de materiais usados no produto original;
- Custo logístico, incluindo organização, coleta e consolidação de um sistema em economia de escala;
- Custos para recuperação, comparados com uso de matérias primas virgens e componentes novos;
- Longevidade dos componentes quando comparado com a expectativa de vida útil;
- Taxa de inovação;
- Expectativa do mercado em relação a performance dos produtos;
- Requisitos legais;

Fabricantes devem gerir as despesas relacionadas a logística reversa e desenvolver uma cadeia reversa avaliando as alternativas de disposição, destinação e reuso buscando um modelo de eventual lucro com este sistema). As políticas e planos de gerenciamento de resíduos devem ser acompanhadas de um amplo debate público com a participação dos diversos atores sociais e econômicos que participam do ciclo de vida do produto. No contexto brasileiro, em que estão previstas a responsabilidade compartilhada e a função social da reciclagem, há necessidade de implantação de um sistema que integre a gestão municipal, os catadores de lixo e as empresas, não só as que produzem os bens, mas também as que geram os resíduos (GONÇALVES, 2006; MONTEIRO; ZVEIBIL, 2001; SILVA *et al.*, 2010).

Embora seja crescente o interesse das pesquisas em relação às questões socioambientais na gestão da cadeia de suprimentos, o foco em logística reversa prevalece, sendo a dimensão mais visível (DIAS, 2012).

Este estudo é restrito a logística reversa de resíduos pós consumo, ou seja, produtos que após sua vida útil, se tornam inservíveis para a uso na aplicação para o qual foram produzidos. Ao se tornarem inservíveis, os produtos agora denominados resíduos pós-consumo são descartados e precisam ser destinados ou tratados de forma ambientalmente adequada. Os procedimentos de operação para a coleta e o encaminhamento para tratamento

dos resíduos pós consumo são denominados neste estudo como programa de logística reversa pós consumo. Ainda que as definições de logística reversa que incorporam objetivos de sustentabilidade sejam mais abrangentes, os programas de logística reversa são desenvolvidos em função de necessidades de empresas e cadeias produtivas e, em geral, apresentam escopo bem delimitado para o atendimento de demandas específicas relacionadas a resíduos pós-consumo.

2.2. Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos (GSCM)

Num contexto de crescentes demandas de sustentabilidade em relação a empresas e suas práticas em cadeias de suprimento, emergem conceitos que incorporam preocupações ambientais e/ou sociais à visão tradicional da gestão de cadeias de suprimentos (CARVALHO, 2011). Dentre essas abordagens, figuram: cadeias de suprimento de ciclo-fechado (*closed-loop supply chains*, CLSC) (BEAMON, 1999), gestão ambiental da cadeia de suprimento (*supply chain environmental management*, SCEM) (LIPPMAN, 2001); gestão verde da cadeia de suprimento verde (*green supply chain management*, GSCM) (SRIVASTAVA, 2007) e gestão sustentável da cadeia de suprimento (*sustainable supply chain management*, SSCM) (CARTER; RODGERS, 2008; SEURING; MÜLLER, 2008b; PAGELL; WU, 2009).

Dubey *et al.* (2017) e Kaur *et al.* (2018) examinaram a evolução do conceito de GSCM (Quadro 1). Dubey *et al.* (2017) consideraram algumas definições de SSCM na revisão, por considerarem que a GSCM está inserida neste conceito mais amplo.

Quadro 1 – Evolução dos conceitos de GSCM e SSCM

Referência	Definição
Narasimhan e Carter (1998)	GSCM é uma filosofia de compras guiada por duas perspectivas: reuso e reciclagem de materiais
Godfrey (1998)	GSCM é um conjunto de práticas para ajudar a empresa a monitorar as questões ambientais na cadeia de suprimentos de forma contínua melhorando a performance da cadeia
Beamon (1999)	GSCM é uma iniciativa de cooperação, adotada pela empresa focal entre os membros da cadeia de suprimentos para apoiar a organização no <i>know-how</i> de gestão ecologia e no desenvolvimento de técnicas de produção limpa.
Gilbert (2001)	GSCM é a integração de critérios ambientais na cadeia de suprimento através da redefinição da estratégia de compras e envolvimento dos fornecedores ao longo de todo o processo.
Kogg (2003)	GSCM é um conjunto de políticas que absorve os conceitos ambientais no design do produto, produção, distribuição, reuse ou disposição de produtos ou serviços.
Sarkis (2003)	GSCM é a combinação das atividades de gestão ambiental e logística reversa como ênfase neste último item.
Zhu, Sarkis and George (GSCM é uma importante estruturação para auferir lucros e metas de <i>market</i>

2005)	<i>share</i> pela redução do risco ambientais, em paralelo com o crescimento da eficiência ecológica
Hernavi, Helm. and Sarkis (2005)	GSCM é a adoção de aspectos ambientais na gestão de cadeia de suprimentos e com fechamento da cadeia através da logística reversa GSCM= Compras verdes + produção verde distribuição verde + logística reversa.
Vachon and Klassen (2006)	GSCM é a estratégia para minimizar desperdícios na cadeia de suprimentos
Srivastava (2007)	GSCM é o processo de integração de aspectos ambientais na cadeia de suprimentos desde o design, passando pela seleção de matérias primas, processos produtivos, distribuição, gestão pós consumo.
Lee and Klassen (2008)	GSCM é o planejamento de compras de uma organização que integra aspectos ambientais na cadeia de suprimentos, com objetivo de melhorar o desempenho ambiental de fornecedores e clientes
Carter and Roger (2008)	SSCM é a integração das dimensões sociais e ambientais na visão convencional da gestão da cadeia de suprimentos
Seuring and Muller (2008)	SSCM é a gestão de material, informação e fluxo de capital em caráter de cooperação entre as empresas da cadeia para inclusão de objetivos que consideram as três dimensões do desenvolvimento sustentável, objetivos estes provenientes dos clientes e demais stakeholders
Guide and Van Wassenhove (2009)	GSCM está relacionado com a recuperação de valor a partir do reuso e reciclagem. Estes objetivos culminam na formação de cadeias em closed loop.
Gavronski <i>et al.</i> (2011)	GSCM é um complexo mecanismo implementado nas organizações no nível da operação para avaliar ou melhorar a performance ambiental dos fornecedores.
Ali e Govindan (2011)	GSCM é uma filosofia organizacional que visa reduzir riscos ambientais.
Andiç, Yurt and Baltacioglu (2012)	GSCM é reduzir e preferencialmente eliminar, os efeitos negativos ao meio ambiente das atividades dos fornecedores.
Gunasekaran and Spalanzani (2012)	SSCM é uma filosofia organizacional que busca auferir vantagem competitiva para a organização.
Schrettle et al (2014)	SSCM é uma ferramenta que auxilia a empresa a se posicionar dentro de uma perspectiva estratégica

Fonte: Adaptado de Dubey *et al.* (2017) e Kaur *et al.* (2018)

Da análise do Quadro 1, identifica-se que no início, o foco da inclusão de aspectos ambientais estava em compras verdes e na implantação da gestão de desempenho ambiental em fornecedores, o que já era uma extensão do conceito de gestão ambiental para além da empresa focal. A inclusão de novas exigências para o processo de compras, impondo aos fornecedores a gestão ambiental, passou a ser uma forma de melhorar o desempenho ambiental da cadeia. Os primeiros autores enfatizam muito a importância e o papel do item compras verdes para a GSCM.

Observa-se ainda, uma evolução do conceito com a manutenção da preocupação de melhoria do desempenho ambiental, mas agora incluindo outros membros, para além dos fornecedores da primeira camada da cadeia de suprimentos: iniciava-se um olhar para o ciclo de vida do produto, com uma visão estendida da cadeia. Com o foco na melhoria do desempenho ambiental para todos os membros da cadeia à montante e à jusante, ganham

espaço a colaboração entre os membros da cadeia, incluindo-se clientes e fornecedores e passando a considerar as questões ambientais desde o design do produto, produção, distribuição, reuso, reciclagem, destinação e logística reversa.

Nesse processo evolutivo, também ganha força a percepção das vantagens competitivas que a implantação da GSCM é capaz de promover nas organizações: recuperação de valor, redução de desperdício, redução de custos com a melhor gestão e valorização dos resíduos, redução dos riscos para os negócios, dentre outras oportunidades. O foco da GSCM engloba a melhoria do desempenho de fornecedores via critérios ambientais para uma gestão integrada, considerando toda a cadeia com um papel importante na competitividade das empresas nela envolvida. Consolida-se a percepção da GSCM como uma filosofia estratégica das empresas, com capacidade de influenciar a implementação de práticas ambientais por meio da gestão do ciclo de vida do produto, contribuindo para a competitividade dos negócios. (DUBEY *et al.*, 2017 e KAUR *et al.*, 2018).

A GSCM está relacionada não apenas com as práticas de responsabilidade ambiental, mas de uma forma mais abrangente, à adoção de práticas capazes de melhorar o desempenho ambiental das cadeias de suprimento (ZHU e SARKIS, 2004). Um dos pontos chave para o sucesso da implantação de práticas de GSCM está em conseguir o compromisso com a melhoria do desempenho ambiental por meio da colaboração entre membros intra e interorganizacionais e por meio da inovação de produtos e processos de tecnologias limpas e de reciclagem (BRITO *et al.*, 2008; TESLA e IRALDO, 2010). A inovação, aliás, é inerente à implantação da GSCM e inclusive, está presente em definições do próprio conceito, como em Green *et al.* (1996, p.188): “a cadeia verde refere-se à forma pela qual inovações na gestão da cadeia de suprimentos e compras industriais podem ser consideradas dentro do contexto ambiental”.

Para o sucesso da implantação das práticas de GSCM, os elos da cadeia devem colaborativamente criar um sistema de avaliação de desempenho ambiental, desde a seleção do material, passando pela produção, uso e reciclagem (ZHOU, 2009). Beamon (1999) sugere que a avaliação de desempenho da cadeia de suprimentos deve incluir o desempenho de mecanismos de recuperação de produtos ou seja, a logística reversa.

Como um dos principais objetivos da GSCM é melhorar simultaneamente o desempenho ambiental e econômico ao longo de toda a cadeia, a relação estável e de longo prazo entre os membros das cadeias é desejável. Iniciativas incluindo a seleção de fornecedores com melhor desempenho ambiental, a disponibilização de treinamento para

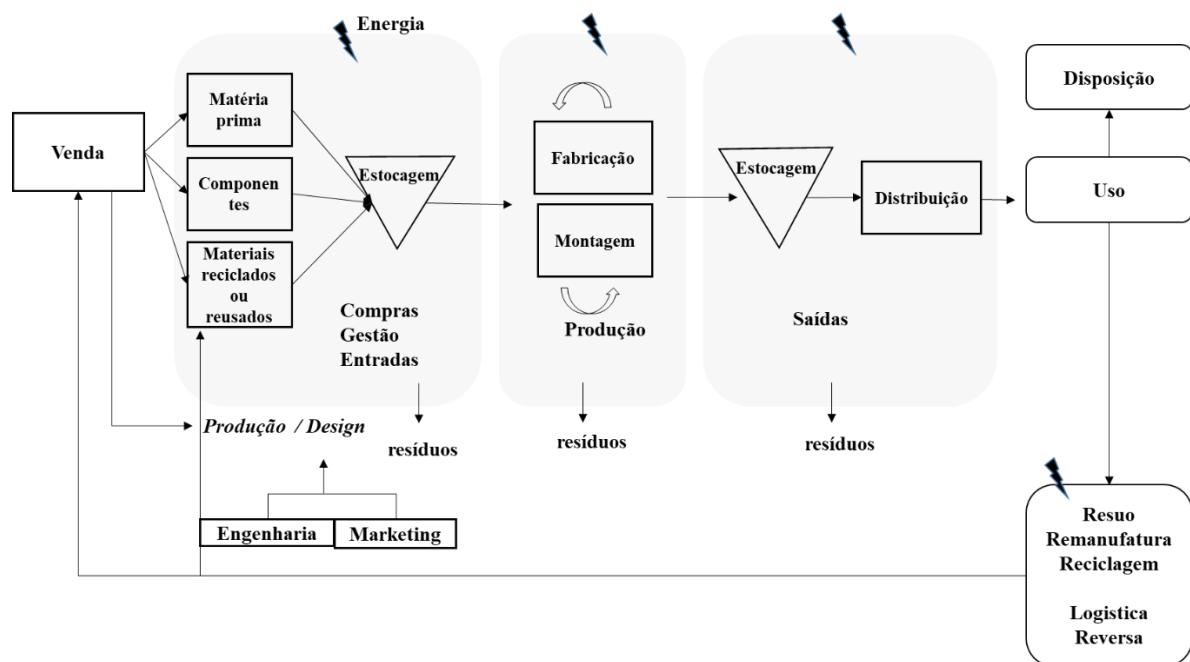
melhorar a capacidade ambiental dos fornecedores e o desenvolvimento de sistema de logística reversa para recuperar produtos e embalagens para reuso ou remanufatura, são comumente identificadas na GSCM (ZHU e COTE, 2004).

Hervani, Helms e Sarkis (2005) apresentam uma definição em modelo de fórmula para a GSCM:

$$GSCM = \text{compras verdes} + \text{produção verde} + \text{distribuição verde} + \text{logística reversa}.$$

Nesta definição, a logística reversa permite a incorporação das práticas de reuso, remanufatura e reciclagem dos materiais em novos produtos ou como insumo com valor agregado para novos mercados. O fluxo da GSCM é apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxo de GSCM incluindo compras, produção, distribuição e logística reversa.



Fonte: Hervani *et al.* (2005).

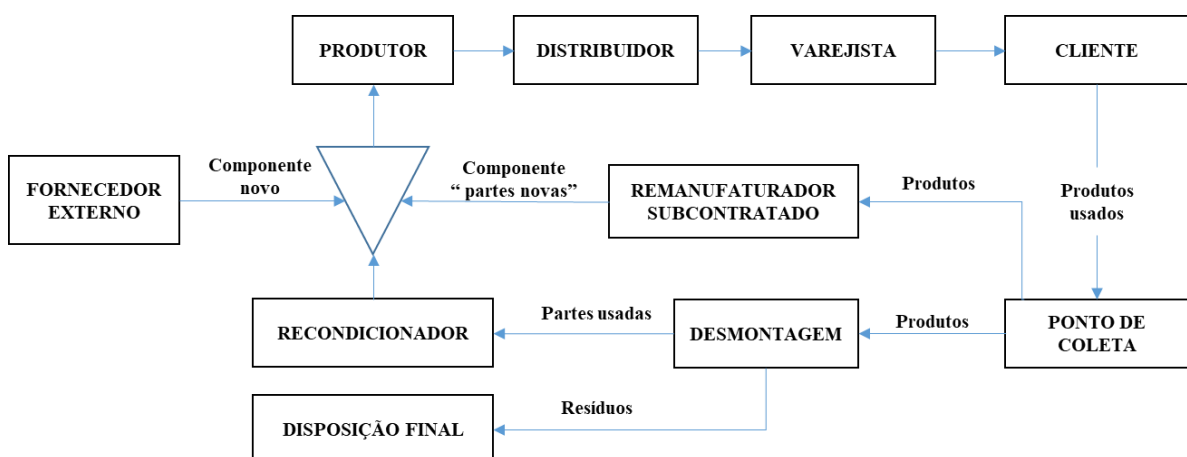
Para o sucesso das práticas de GSCM, em especial retorno do investimento onde se busca a valorização dos resíduos pós consumo, a quantidade a ser coletada e disponibilizada para essas novas cadeias é de extrema importância. Atasu *et al.* (2013) definiram a logística reversa como um sistema volume-dependente ao estudar o caso de tapetes na Índia, ressaltando que para algumas cadeias os custos associados ao fornecimento dos produtos pós-consumo podem ser significativos dada a necessidade de coleta.

Savaskan *et al.* (2004) em seu estudo sobre qual o canal adequado para operacionalização da cadeia reversa, identificaram que, a escolha da rede varejista como gestora do sistema de coleta é o melhor cenário para o fabricante, ainda que para Atasu *et al.* (2013), tal rede, na maioria das vezes, venha a demandar incentivos para fazer a gestão deste sistema de coleta.

O envolvimento da rede de distribuição e de varejistas no fluxo reverso exige que toda a cadeia esteja comprometida com os objetivos ambientais do produto ao longo de todo o ciclo de vida. Este ponto cria um elo entre os membros da cadeia e levanta a reflexão de como os atributos dos programas de logística reversa, definidos pela empresa, podem impactar a implantação das práticas externas de GSCM em uma determinada cadeia (TOUNANONT *et al.*, 2008).

A incorporação de preocupações ambientais desde o design do produto, ou seja, o design com base em ciclo de vida, facilita os processos aplicados a um produto depois que ele alcança o seu fim de vida tradicional (BEAMON, 2008). As formas de recuperação de produtos coletados pelos programas de logística reversa envolvem remanufatura, recondicionamento, reparação, reciclagem e canibalização. Hoshino *et al.* (1995) definem remanufatura como a reciclagem integrada à produção. A remanufatura é uma das formas de recuperação do resíduo com capacidade de reestabelecer ao produto inservível, a mesma qualidade do produto novo. O fluxo de remanufatura e recondicionamento é apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Fluxo de remanufatura e recondicionamento de produtos pós consumo.



Fonte: Kim *et al.* (2006).

O processo de remanufatura pode ser um recurso para as empresas reduzirem seus custos de produção e diminuir o consumo de energia (ABDULRAHMAN *et al.*, 2015).

Este processo consiste em transformar os bens duráveis que chegaram ao final da vida útil e se tornaram inservíveis, em produtos novos, através de um processo de desmontagem, limpeza, recondicionamento, reposição de partes, montagem e teste.

A cadeia reversa com foco na reciclagem de produtos pós-consumo de outras cadeias de valor é chamada de ciclo aberto (*open-loop*), ao passo que, no caso da remanufatura há um loop fechado (*closed-loop*): a cadeia reversa retorna o produto usado para o fabricante da mesma cadeia de valor (o fabricante original) para ser recuperado e reintroduzido no mercado para mesma função. A remanufatura pode ser considerada uma forma de reciclagem pura pois não é apenas um processo que preserva a identidade do produto original, mas também adiciona valor ao resíduo pós consumo, garantindo o prolongamento da vida útil, aumentando a confiabilidade do produto e facilitando sua manutenção (JUNIOR e FILHO, 2011).

Dentre os fatores que afetam a viabilidade da remanufatura figuram: a qualidade e a quantidade dos produtos que retornam para serem submetidos ao processo de remanufatura, a disponibilidade do produto pós consumo, a viabilidade da operação ao equilibrar o retorno de produtos pós consumo com a demanda de produtos remanufaturados gerando a necessidade de implantação de uma cadeia reversa. A disponibilidade de produtos pós-consumo (carcaças) e a processabilidade destas carcaças para remanufatura são fatores essenciais para viabilidade de do modelo de negócio que considere a remanufatura (ABDULRAHMAN *et al.*, 2015), assim como a existência de remanufaturadores competentes na região (ATASU *et al.*, 2008).

Desta forma, os programas de logística reversa, sejam motivados por legislação e/ou criados na busca pela ecoeficiência são implementados para coletar os resíduos, reduzindo o potencial impacto negativo destes no meio ambiente pelo encaminhamento para disposição ambientalmente adequada, reciclagem ou remanufatura.

A GSCM ganhou relevância na literatura acadêmica com o aumento do comércio internacional e a consolidação de um modelo de produção industrial baseado em cadeias de suprimento globais (ZHU e SARKIS, 2006).

No próximo item, examina-se o modelo de Wu *et al.* (2012), que analisa pressões, *drives* e práticas relacionadas à implantação da GSCM, que desempenha um papel importante para o trabalho de campo desta pesquisa.

2.3. Modelo de Wu *et al* (2012): pressões, drives e práticas de GSCM

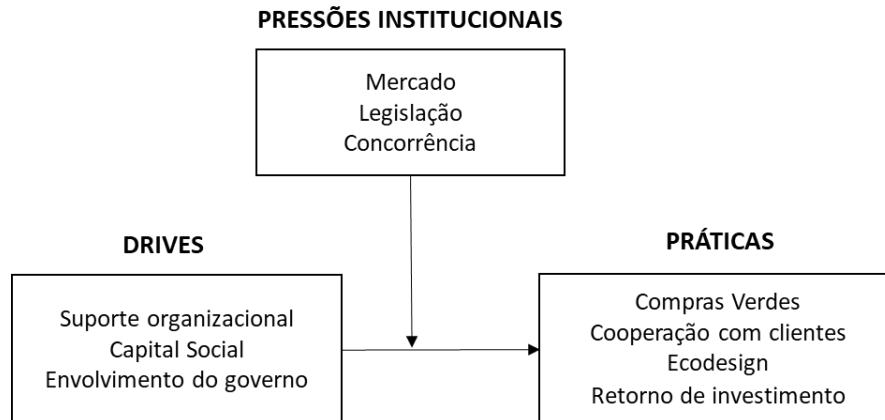
Zhu e Sarkis (2004) indicam que as abordagens de GSCM contemplam desde comportamentos mais reativos relacionados ao monitoramento de programas de gestão

ambiental até as práticas mais proativas relacionadas às atividades dos 4Rs: reciclagem, retorno, remanufatura e logística reversa, em inglês *reverse logistics*. Esses autores classificaram as práticas de GSCM em cinco categorias:

- 1- Gestão ambiental interna: trata do comprometimento da alta administração, cooperação multidisciplinar e cruzada para a melhoria ambiental dentro da empresa, implantação de sistemas de gestão ambiental, adoção de práticas de governança ambiental, incluindo a adoção de programas de auditorias;
- 2- Certificação ISO14001;
- 3- Práticas externas de GSCM: relacionadas às interfaces da cadeia, se expandem nos dois sentidos dela; algumas relacionadas aos fornecedores, com destaque para compras verdes e outras, para colaboração de clientes. De forma mais detalhada a adoção desta prática significa: (a) fornece especificações aos fornecedores, que incluam requisitos ambientais para compras e selecionar materiais com impacto ambiental positivo (compras verdes); (b) cooperar com fornecedores para conquista de objetivos ambientais, melhoria de indicadores que possam refletir em melhor desempenho ambiental; (c) realização de auditorias ambientais nos fornecedores; (d) exigir certificação ISO14001 dos fornecedores; (e) acompanhar a existência de práticas “ambientalmente amigáveis” do fornecedor de segunda camada (*tier 2*) caracterizando a preocupação ao longo da toda a cadeia de suprimentos; (f) cooperação com clientes para ecodesign de seus produtos; (g) cooperação com clientes para produção mais limpa; (h) cooperação com cliente para uso de embalagens verdes;
- 4- Retorno do investimento: com definição autoexplicativa, esta prática visa recuperação de recursos financeiros para trazer rentabilidade financeira à adoção das práticas de GSCM através da venda: (a) de materiais em excesso; (b) de resíduos industriais e valorização dos produtos usados e (c) de equipamentos obsoletos ou de gerações anteriores;
- 5- Ecodesign: inclusão de questões ambientais nas etapas de pesquisa e desenvolvimento dos produtos considerando, desde sua concepção, os temas ambientais de forma a incorporar estes conceitos no projeto e influenciar a GSCM. Na prática, realizar o ecodesign significa pensar no momento da criação em produtos: (a) com redução de consumo de materiais e energia; (b) que permitam o reuso, a reciclagem dos materiais ou componentes ao final da vida útil e (c) que evitem ou reduzam o uso de componentes perigosos, o que significa influenciar a cadeia de suprimento para produtos de menor impacto ambiental e a saúde ocupacional dos trabalhadores;

Zhu e Sarkis (2004) desenvolveram modelo para mensurar a implantação das práticas GSCM, depois aprimorado em Zhu et al (2008). Wu et al (2012) adaptaram este modelo para examinar a influência das pressões e drives na implantação das práticas de GSCM (Figura 4).

Figura 4 - Pressões, *drives* e práticas para GSCM.



Fonte: WU *et al.* (2012).

Este modelo será adotado nesta pesquisa para análise das cadeias examinadas. A seguir, esses 3 componentes são examinados em separado.

2.3.1. Pressões para implantação da GSCM

As principais pressões para que as empresas adotem práticas GSCM vêm de reguladores, grupos econômicos relacionados a atividades “core” das empresas, organizações não governamentais (ONGs) com foco na preservação ambiental e representantes da sociedade civil, além da mídia que, quando adota posição de apoio, passa a ter grande potencial de influência em diferentes grupos (ZHU e SARKIS, 2006).

Wu *et al.* (2012) compilaram as seguintes fontes como as responsáveis pelas pressões institucionais: legislação, mercado e concorrência. As pressões institucionais se tornaram recursos para as empresas reduzirem os obstáculos para implantação das práticas GSCM (GONZALEZ-TORRE *et al.*, 2010). A existência de pressões concretas provenientes destas instituições é uma das formas de garantir recursos para a operacionalização de práticas de gestão ambiental em uma organização que, por vezes, não chega a um consenso interno sobre a adoção de tais práticas quando da ausência de pressões institucionais.

Fazendo uso de algumas destas pressões institucionais, os *stakeholders* podem forçar empresas a adotarem práticas ambientais proativas, a ajustar seu modelo de negócios e a realocar recursos. Infelizmente da mesma forma, o contrário também é válido, empresas podem não alocar recursos para gestão ambiental nos casos em que não há a presença de pressões institucionais. Porém sob pressão intensa, as empresas podem alocar mais recursos para práticas ambientais apropriadas com objetivo de dar respostas aos *stakeholders*, o que pode ser importante para a manutenção do diferencial competitivo das empresas (SARKIS *et al.*, 2010).

A pressão proveniente do mercado, no campo ambiental, está relacionada à exigência de cumprimento de padrões: o mercado espera que a empresa cumpra com padrões de prevenção a impactos ambientais (WU *et al.*, 2012).

2.3.2. Drives para implantação da GSCM

As empresas encontram vários obstáculos internos para a implantação de práticas de GSCM como, por exemplo, a falta de suporte da alta gerência, a falta de competência específica na área ambiental, a falta de informação e inexistência de sistemas de tecnologia. GSCM demanda o envolvimento das áreas de reengenharia e produção das empresas (WU *et al.*, 2012). No momento em que a alta administração está engajada na implantação de práticas proativas, a empresas tem maior legitimidade para a operacionalização e implementação de tais práticas (MIN e GALLE, 2001).

Um dos *drives* identificados é o apoio dos gestores, onde há o comprometimento de todos os níveis hierárquicos, comunicação interdepartamental, conhecimento profissional, implantação de sistema de gestão e disponibilidade de recursos humanos e financeiros para implantação das práticas de GSCM (WU *et al.*, 2012).

Outro *drive* importante identificado na literatura é o capital social, definido como os benefícios oriundos da integração da rede de relacionamento entre gestores das empresas da cadeia pois, o nível desta interação pode acelerar a troca de conhecimento e a colaboração mútua. Dentro do contexto de gestão de cadeia, o capital social é estabelecimento de relações com os fornecedores e parceiros baseado na transparência, verdade e valores. Uma melhor relação entre os elos da cadeia irá promover maior colaboração entre eles. A confiança entre organizações potencializa a colaboração, aumentando os laços de parceria nos negócios. O objetivo em desenvolver um bom capital social é assegurar que todos estejam trabalhando em prol de um objetivo comum ou seja, na mesma direção da melhoria do desempenho ambiental

e econômico. Este *drive* influencia os elos da cadeia de forma a aumentar a colaboração entre eles.

O último *drive* selecionado por Wu *et al.* (2012) é o envolvimento do governo. O governo é um agente muito importante no cenário em que as empresas estão instaladas pois é ele que pode dar incentivos ou contribuir com a adequação da infraestrutura dentro do contexto de melhoria do cenário industrial.

Nos casos em que o envolvimento do governo consegue influenciar no aumento da consciência ambiental para gestão verde e passa, efetivamente, a colaborar com as iniciativas de GSCM através da oferta de recursos financeiros (ou incentivos), o governo tem real capacidade de interferir na implementação das práticas de GSCM (WU *et al.*, 2012).

2.3.3. Práticas para implantação da GSCM

Para entender a GSCM é necessário examinar as práticas que a caracterizam. Como já relatado anteriormente Zhu e Sarkis (2004) detalharam as práticas de gestão ambiental que caracterizam a GSCM como a integração de gestão da cadeia, gestão de fornecimentos e logística reversa. Desta forma GSCM passa a ser vista como gestão cruzada e de ciclo fechado que permite os membros da cadeia a protegerem o meio ambiente e colaboram de forma transversa com a estabilidade do negócio (ZHU *et al.*, 2008).

Estudos específicos de algumas indústrias, como por exemplo a indústria têxtil em Taiwan, elaborado por Wu *et al.* (2012) estudaram os efeitos das pressões e *drives* para implantação da GSCM referente a quatro práticas - compras verdes, cooperação com clientes, ecodesign e retorno do investimento examinadas a seguir:

- Compras verdes – está relacionado à demanda para que os fornecedores tenham uma melhora no desempenho ambiental e evoluam com a compra de produtos verdes. Como compras é a interface direta da empresa com seus fornecedores, este processo tem a capacidade de influenciar ações para melhoria do desempenho ambiental na cadeia de suprimentos através da inclusão das exigências ambientais. Neste contexto, em que o cliente passa a exigir que seus fornecedores se enquadrem em comportamentos mínimos de responsabilidade ambiental, organizações compradoras passam a solicitar a homologação ou certificação ambiental de fornecedores, influenciando a cadeia para adoção de práticas ambientais (ZHU *et al.*, 2008).
- Colaboração com os clientes: relacionado com a gestão de desempenho ambiental externa, definida no modelo de Wu *et.al* (2012), esta prática significa conseguir contribuir

para que o cliente atue para uma produção mais limpa, com embalagens ambientalmente mais responsáveis, com menor consumo de energia ou materiais, além de influenciar o cliente à prática de ecodesign. A atuação colaborativa para que o cliente conquiste a melhoria do desempenho ambiental e métodos de produção mais limpa e entenda a necessidade do cliente, a ponto de influenciar que seu comportamento seja ambientalmente responsável, é uma das características desta prática. .

- Ecodesign –abordagem de avaliação dos impactos ambientais no momento da concepção e desenvolvimento de um produto. Esta prática, demanda que as empresas reavaliem seus produtos pensando na redução do uso de materiais e energia, possibilidade de reuso, potencial de reciclagem ou recuperação de todo ou parte do material ao final da vida útil, além de avaliar a redução do uso de produtos perigosos, seja com impacto para o meio ambiente, seja para a saúde humana, o que tornaria a cadeia do produto mais sustentável.
- Retorno de investimento: a busca pelo equilíbrio financeiro é uma prática tradicional da gestão de negócios, mas também pode ser considerada como uma prática “verde” a medida em que estimula a venda de sobras do processo produtivo, promove a redução de custos pela redução da geração de resíduos, desenvolve estratégias para valorização do resíduo pós consumo, o reuso e a redução do respectivo custo de disposição adequada, gerando renda para a empresa por meio da melhoria do desempenho ambiental. A preocupação da não geração de resíduos está relacionada com a economia que, a não necessidade de dispor o resíduo traria, contribuindo para a recuperação do investimento feito com a implantação das práticas GSCM. Muito embora a abordagem de recuperação de investimento não seja vista como a mais “sustentável” do ponto de vista ambiental dentre as práticas, este foco financeiro garante à empresa a concretização das práticas ambientais na cadeia, com resultados palpáveis para a gestão dos negócios.

Vale ressaltar que em nenhuma das práticas descritas no modelo de Wu *et al.* (2012), a logística reversa figura como um item que caracterize a gestão verde. Ainda que, logística reversa apareça em algumas das definições do conceito de GSCM, a gestão verde da cadeia de suprimentos é mais abrangente para a sustentabilidade da cadeia.

A logística reversa de resíduos pós consumo é um processo de gestão de fluxo de reinserção dos resíduos em cadeias produtivas. Os programas de logística reversa, criados pelas organizações, são uma ferramenta, ou seja, um recurso para que as práticas de retorno de investimento e colaboração com clientes, em especial, sejam implementadas e incorporadas na gestão da cadeia de suprimentos.

3. ANÁLISE SETORIAL

Neste item, os setores de pneus e freio a disco são examinados em relação ao mercado e também à dinâmica de fluxos diretos e reversos, à gestão do resíduo pós consumo para as duas cadeias, com destaque para as relações entre os membros a cadeia e um breve histórico do aparecimento dos programas de logística reversa.

3.1. Pneus

3.1.1. Mercado e aspectos regulatórios relacionados à destinação pós consumo

O Brasil é 10º maior produtor de veículos do mundo e 8º mercado interno no ranking mundial (MDIC, 2016). Com uma frota circulante de automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus de aproximadamente 44,8 milhões de unidades (SINDIPEÇAS, 2018), o setor automotivo representa 22% do PIB industrial e 4% do PIB total (MDIC, 2015). Para equipar esses veículos, a indústria nacional de fabricantes de pneumáticos é responsável por uma produção de aproximadamente 70 milhões de unidades de diversos tipos de pneus.

O setor está organizado basicamente em duas associações de classe, a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), que representa os fabricantes nacionais, e a Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus (ABIDIP), que representa os importadores sem unidade fabril no país. Juntas, essas duas organizações respondem a totalidade de colocação dos pneus novos no mercado nacional.

De acordo com a ANIP, esse setor industrial é responsável por cerca de 24,2 mil empregos diretos e por mais de 100 mil empregos indiretos. No Brasil, o setor conta com 20 fábricas de 12 diferentes fabricantes. Das fábricas, nove estão situadas no Estado de São Paulo, duas no Rio de Janeiro, duas no Rio Grande do Sul, três na Bahia, três no Paraná e uma no Amazonas. As empresas: Bridgestone, Continental, Dunlop, Goodyear, Levorin, Michelin, Neotec (grupo Michelin), Pirelli, Maggion, Michelin, Rinaldi, Tittan e Tortuga estão distribuídos no país conforme apresentado na Figura 5.

O mercado nacional também é abastecido por pneus importados das mais variadas origens. Segundo a ABIDIP, os principais importadores de pneus novos do Brasil são: Ambra pneus, Bransales, Brumel, Euroex Import, GF , Global Pneus, GWT Global, Hankook, Headway, Kropneus, Kumho tire, Link, Mágili, MGD, Pampa norte Pneu, Pneu Free cont,

Reciclap, Sailum, SHM, Siqueira Campos, Trade, West Lake Cantu Pneus, Kuhmo Tires (ABIDIP, 2019).

Figura 5 - Distribuição de unidades fabris de pneus novos no Brasil.



Fonte: ANIP (2019).

O mercado nacional possui 3 canais de comercialização: mercado de reposição (RT), equipamento original (OE) e exportações. O principal canal de vendas da indústria brasileira de pneus é o mercado de reposição, por meio da rede de revendedores, responsável pela comercialização de 63% da produção total do setor em 2018. As montadoras responderam por 18% do total em 2016, e as exportações representaram cerca de 19% da produção (MDIC, 2019).

Em 2019, foram comercializadas pelos fabricantes nacionais aproximadamente 60 milhões de unidades de pneus, sendo 75% no mercado de reposição (RT) e 25% de equipamento original (OE) via montadoras (ANIP, 2019). O mercado de reposição, considerando também as importações, alcançou cerca de 60 milhões de unidades, o equivalente a 821 mil toneladas, das quais 73% de fabricantes nacionais como descrito no Quadro 2 (IBAMA, 2019).

Quadro 2 - Mercado de reposição de pneus novos no Brasil (2018).

	Unidades	Toneladas	%
Mercado de reposição	59.360.585	821.334,06	
Fabricantes	43.499.437	601.874	73,28
Importadores	15.861.148	219.460	26,72

Fonte: Ibama (2019).

A participação dos importadores no mercado nacional tem flutuação em função do câmbio e da atividade econômica, mas fica entre 25% e 35% quando observados os relatórios de destinação do IBAMA da última década. Entre 2010 e 2014, a balança comercial do setor foi deficitária, sendo que o déficit chegou a US\$ 356 milhões em 2013. Esses sucessivos déficits contrastam com o histórico de superávits que, em 2007, foi de US\$ 717,8 milhões. A partir de 2015, o saldo da balança comercial voltou a ser superavitário, chegando a US\$ 431 milhões em 2016. (ANIP, 2019).

Consolidar uma barreira à entrada de pneus asiáticos a preços predatórios e reverter os volumosos déficits do setor estão entre as principais agendas do setor. Para isso, os fabricantes de pneus têm utilizado um importante instrumento de defesa comercial: o *antidumping* (MDIC, 2018). Pode-se constatar que a concorrência entre importadores e fabricantes pelo mercado de reposição, que é o mais representativo do mercado nacional, é acirrada e coloca estes dois grupos em concorrência explícita. E o tema ambiental teve papel importante nesta guerra de mercado.

Num contexto anterior a PNRS (2010), o Brasil, motivado pelo problema de importação dos pneus usados no Brasil, optou pela implantação de uma regulação baseada na responsabilidade estendida do produtor (REP) para destinação ambientalmente adequada de pneumáticos inservíveis, imposta a fabricantes e importadores de pneus novos por meio da Resolução CONAMA 258/99, na qual foram estipuladas metas quantitativas e monitoramento pelas autoridades com sanções anuais. Todo o controle desta resolução é centralizado no IBAMA e o monitoramento das metas é realizado em peso, ou seja, em toneladas destinadas considerando um fator de desgaste entre o peso do pneu novo e do pneu inservível de 30% (CONAMA, 1999). Tal medida deu-se em consonância com as orientações da OCDE, que nos anos 1990 recomendava a adoção de regulações baseada na REP para resíduos (OCDE, 2005).

A Resolução CONAMA 258/99 obrigou o setor produtivo a desenvolver soluções de coleta e destinação correta que culminaram na criação do programa de logística reversa de pneumáticos inservíveis. A base de cálculo adotada para as obrigações foi a produção de pneus de novos. Com o estabelecimento de metas crescentes a partir de 2002, estabelecia-se a obrigatoriedade de dar destinação ambientalmente correta a 125% da produção em 2005, sob a alegação de eliminação do passivo existente (CONAMA, 1999).

Em 2009, com a publicação da Resolução CONAMA 416/2009¹, que revisou a Resolução CONAMA 258/99, tal meta foi redefinida, alterando-se a base de cálculo para 100% do mercado de reposição. Nesta revisão também se determinou a criação de pontos de coleta em cidades acima de 100 mil habitantes, obrigando uma solução abrangente para todo o território brasileiro.

Para o controle desta regulação, o IBAMA criou campo específico cadastro técnico federal (CTF), um sistema auto declaratório de compilação das informações sobre a meta e destinação de cada empresa. Em relação a destinação, as empresas licenciadas a fazer a destinação ambientalmente adequada também passaram a fazer parte deste cadastro, ficando obrigadas a informar o quanto foi destinado e para quem seria atribuído o crédito de tal destinação, de forma que o IBAMA possa fazer o controle da destinação ambientalmente adequada no país individualmente, por empresa, tornando possível a aplicação de sanções cabíveis aos responsáveis. As legislações com abordagem de REP são do tipo de comando-e-controle e lidam com penalidades. Dentre as sanções estão previstas multas e também a perda da licença para fabricação e importação, o que torna essa regulação muito importante para o setor.

As tecnologias de destinação final ambientalmente adequada reconhecidas na legislação brasileira são:

- Coprocessamento: nesta técnica os pneus inteiros ou *chips* de pneu são usados como combustível alternativo para fabricação de cimento em forno de clínquer.
- Laminação: técnica aplicada apenas a pneus convencionais, aqueles que possuem trama de nylon e não de aço exclusivo de radiais, cujo corte é simplificado e é possível retirar persintas para sofá, tiras de borracha para solados, borrachinha para rodo e outras peças que são extraídas diretamente dos pneus, além da geração de lascas que podem ser usadas como insumo de borracha para regeneração ou granulação.
- Granulação: Esta atividade consiste em triturar e granular o pneu separando borracha, aço e o nylon. Os grânulos de borracha em diversas granulometrias podem ser usados

¹ A Resolução Conama nº 416/2009 estabelece que “para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras devem dar destinação adequada a um pneu inservível (relação 1:1). A meta de destinação a ser cumprida é calculada a partir da conversão em peso dos pneus comercializados no mercado de reposição, considerando o desconto de 30% em peso pelo fator de desgaste do pneu novo. O mercado de reposição de pneus é o resultante da Equação 1 a seguir. $MR = (P + I) - (E + EO)$ Sendo: MR – Mercado de Reposição P – total de pneus produzidos I – total de pneus importados E – total de pneus exportados EO – total de pneus que equipam veículos novos O mercado de reposição é determinado a partir da declaração da produção e importação de pneus novos realizados pelos fabricantes e importadores, descontando as exportações e a comercialização de pneus às montadoras” (CONAMA, 2009, p. 02).

com insumo para asfalto-borracha, quadra de grama sintética, matéria prima para pisos poliesportivos, pisos antiderrapantes e recreativos e fabricação de pó para indústria de artefatos de borracha assim como matéria prima para borracha regenerada.

- Pirólise: é o processo que submete *chips* de pneus a uma determinada temperatura, sem oxigênio para a extração de gás, negro de fumo (cinzas do processo) e óleo. Os produtos óleo e negro precisam passar por processos de tratamento posteriores a pirólise propriamente dita, como refino e peletização, para conquistarem a especificação técnicas ótima para melhor valorização e comercialização em escala.

A Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), via Reciclanip, seu braço ambiental, se estruturou para desenvolver, financiar e gerir o programa de destinação ambientalmente adequada de pneus inservíveis para os fabricantes. Em paralelo, apareceu um mercado de certificação de destinação ambientalmente adequada executada por prestadores de serviço para destinação e operacionalização do sistema de logística reversa para os importadores, que também é usado para complementar as metas dos fabricantes nacionais. Se constitui assim o mercado de certificação de destinação final ambientalmente adequada de pneumáticos inservíveis.

A Reciclanip é uma associação sem fins lucrativos para desenvolvimento da coleta e destinação de pneumáticos inservíveis no Brasil dos fabricantes. Sua estrutura foi ampliada em 2012 com a criação da Empresa de Destinação Adequada de Pneumáticos Inservíveis (EMDAPI), empresa com fins lucrativos para comercialização de insumos derivados de pneumáticos inservíveis. Os importadores também se estruturaram, de forma independente ou por meio da ABIDIP, com contratações de prestadores de serviço para execução da coleta e cumprimento das metas legais.

O programa de logística reversa de pneus é examinado no item 5.1, mas os resultados do programa são apresentados no item 3.1.3. Antes disso, o ciclo de vida dos pneus é examinado, considerando-se alternativas para a coleta e destinação para os pneus inservíveis resultantes da regulação de REP via Resolução CONAMA 416/09.

3.1.2. Ciclo de vida dos pneus e evolução da estruturação da coleta e destinação

O ciclo de vida de pneus é apresentado de forma simplificada na Figura 6.

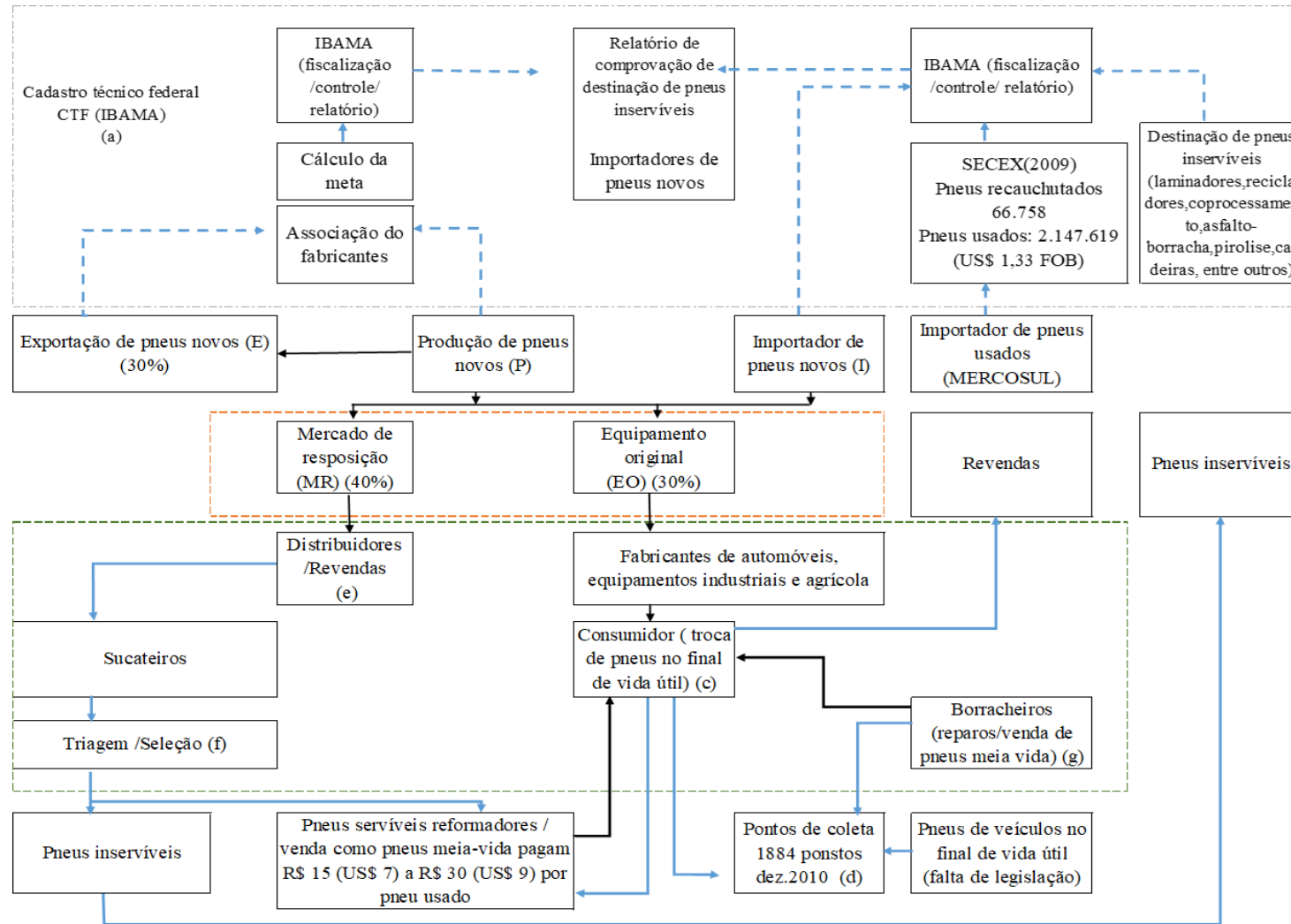
Figura 6 – Descrição do ciclo de vida de pneus.



Fonte: Reciclanip (2019).

Lagarinho (2012) apresenta os fluxos de materiais e de informação com vistas à destinação ambientalmente adequada de pneus, apresentando a dinâmica de coleta dos pneus usados e inservíveis e o mercado secundário de pneus (Figura 7).

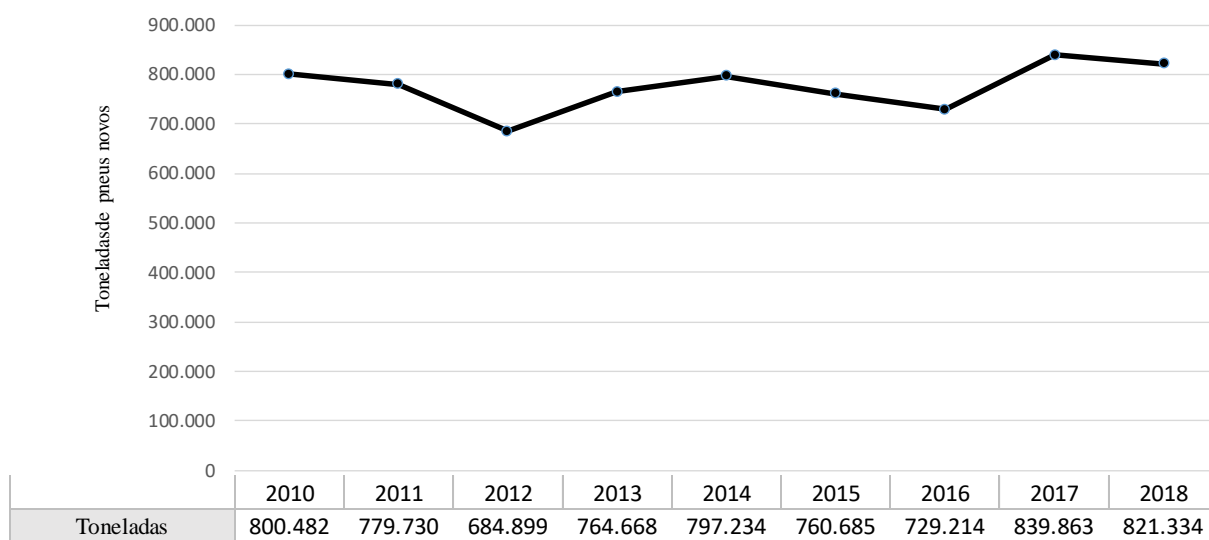
Figura 7 – Pneus: fluxos de materiais e de informação com vistas à destinação ambientalmente adequada.



Fonte: Lagarinho, (2012, p 53).

O mercado de reposição (RT) de pneus é composto por distribuidores, revendedores e rede varejista estabelecidos em lojas exclusivas ou multimarcas. No ato da reposição, ocorre a troca: onde se retira um pneu usado para a colocação de um novo. A evolução deste mercado está representada na Figura 8.

Figura 8 - Mercado nacional de reposição de pneus novos (2010-2018).



Fonte: IBAMA (2019, p. 24).

O aparecimento do pneu usado acontece no ato da troca, ou seja, quando o usuário (cliente) precisa repor o pneu “velho” por um novo - este ato acontece no chamado, mercado de reposição. Como o pneu é passível de reforma nem todo pneu usado é inservível. Os tipos de reforma e detalhamento deste processo serão apresentados no estudo de caso 1 (capítulo 5.1). A carcaça do pneu deve ser analisada para definição do status e grau de degradação. O pneu usado pode ser classificado como pneu meia vida, carcaça para reforma ou pneu inservível.

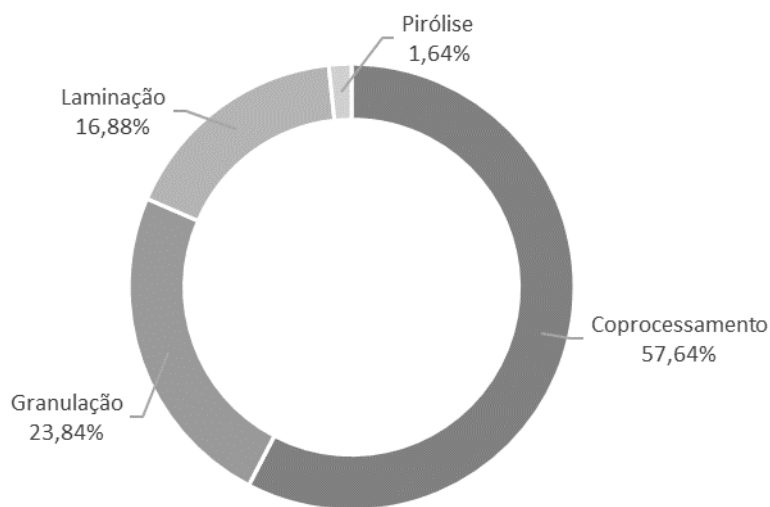
O programa de logística reversa da Reciclanip consiste na criação de pontos de coleta privados e em parceria com o poder público para disponibilizar local de descarte responsável para a sociedade. A partir dos pontos de coleta, a Reciclanip se responsabiliza pelo transporte para trituradores que transformam estes pneus em *chips* ou para destinadores finais. No sistema Reciclanip, a EMDAPI (Empresa de destinação de pneumáticos inservíveis) da ANIP, paga pela industrialização dos pneus inteiros nos trituradores e posteriormente os comercializa para destinação final.

O sistema Reciclanip/EMDAPI financia o transporte dos pontos de coleta até as unidades de trituração, paga pela industrialização dos pneus e depois comercializa os *chips* como objetivo de ter um balanço econômico positivo desta equação.

A Reciclanip declara investimento anual de aproximadamente R\$ 100 milhões para gerir esta cadeia. (RECICLANIP, 2018) o que demonstra que o programa de logística reversa de pneumáticos inservíveis, ao cumprir as metas legais estabelecidas pelas autoridades, está estruturado no financiamento da cadeia reversa pelos fabricantes.

O mercado de destinação de derivados de pneus evoluiu de forma significativa desde o início do programa. Somados, são aproximadamente 567 mil toneladas de pneus inservíveis destinados de forma ambientalmente adequada utilizando-se das tecnologias apresentadas na Figura 9.

Figura 9 - Destinação de pneus inservíveis por tecnologias de destinação final: 2018.



Fonte: IBAMA (2019).

O coprocessamento, técnica de destinação ambientalmente adequada mais expressiva no Brasil atualmente, (Figura 9) foi uma das alternativas que tiveram a questão comercial modificada durante a evolução do programa. No início da vigência da Resolução CONAMA 258/99, as cimenteiras cobravam pela prestação de serviço de destinação de pneus inservíveis. Para execução deste processo era necessário o financiamento integral da cadeia coleta, trituração e pagamento pela destinação. Com aumento do número de empresas licenciadas e

interessadas em receber pneus como combustível alternativo para coprocessamento, as cimenteiras passaram a receber os *chips* de pneus não mais cobrando pela destinação. Isto ocorreu após a revisão da meta, com a publicação da Resolução CONAMA 416/09, trazendo maior competitividade para o processo de destinação.

Com o aparecimento de outras técnicas de destinação que valorizavam melhor o pneu triturado, como a granulação e o aumento de empresas consumidoras de *chips* de pneus como combustível alternativo, em função das metas de redução do custo do combustível para as cimenteiras, uma nova demanda de insumos derivados de pneus foi estabelecida e, por volta de 2012, as cimenteiras passaram a comprar *chips* de pneus, iniciando-se assim o reconhecimento e a valorização do pneu inservível industrializado como insumo. Neste momento as cimenteiras passaram a exigir especificação técnica de qualidade (como tamanho e percentual de metal) em relação ao pneu inservível industrializado como contrapartida. Concretiza-se o uso do resíduo pós consumo industrializado como insumo para novas cadeias. O valor conquistado pelos *chips* de pneu ainda não é suficiente para custear toda a cadeia reversa desde a coleta, trituração, transporte e destinação como combustível alternativo, sendo ainda necessário o financiamento parcial pela indústria fabricante de pneus, mas agora, em percentual muito menor do que no início do programa.

Atualmente a indústria cimenteira compra *chips* de pneus de diferentes tamanhos da EMDAPI e também de trituradores diretamente. Esta valorização do resíduo pelo aumento da demanda do mercado de destinação é fruto do trabalho da Reciclanip com o desenvolvimento do programa de logística reversa de pneus.

Para a destinação é necessário que o pneu inservível chegue aos pontos de coleta. Estes estão distribuídos no território nacional e os endereços podem ser encontrados no *website* da Reciclanip².

A destinação inicia-se com a coleta, que pelo programa da Reciclanip, diz respeito à disponibilidade dos pneus inservíveis nos pontos de coleta que estão distribuídos em todo o território nacional conforme estipulado por lei. Estes pneus precisam ser encaminhados para unidades de trituração que estão concentradas nos grandes centros e depois encaminhados para destinação final em cimenteira e unidade de granulação que estão localizadas de forma muito dispersa no território nacional. Neste cenário, é possível identificar que o custo logístico de transporte de pneus inservíveis e dos *chips* triturados até a destinação final é

² Website Reciclanip: <http://www.reciclanip.org.br/pontos-de-coleta/coleta-no-brasil/>

grande, envolve longos percursos, mão de obra intensa e gastos com combustível, o que implica em custo elevado para execução deste circuito.

As destinações finais existentes para pneumáticos inservíveis, por coprocessamento ou granulação, são alternativas onde os insumos derivados de pneus inservíveis concorrem com matérias primas virgens, como, por exemplo, o coque de petróleo que é combustível tradicional das cimenteiras, ou outros materiais alternativos como *blend* de resíduos industriais. Por este motivo, existe um teto que limita a valorização dos derivados de pneus.

Nesse contexto, o desafio do programa de logística reversa de pneumáticos inservíveis é conseguir valorizar os derivados de pneus inservíveis de forma que a arrecadação com a venda destes derivados seja suficiente para suportar integralmente os custos de transporte e industrialização, tornando o modelo autossustentável economicamente, eliminando a necessidade de financiamento por parte do fabricante via Reciclanip para o atendimento das metas legais.

O sistema Reciclanip é uma solução setorial em que todos os fabricantes juntos executam o mesmo programa para atendimento da legislação baseada na REP. Como, pela legislação vigente, não há responsabilidade de dar destino ao pneu inservível da sua marca e sim, de um quantitativo em peso equivalente ao seu mercado de reposição, a solução setorial é uma forma de atuar de maneira mais uniforme no território nacional, dando resposta de responsabilidade ambiental para todas as regiões, evitando a inflação na captação dos pneus inservíveis nos grandes centros e otimizando os custos para a execução do programa. Além, é claro, da força comercial de negociação em bloco no desenvolvimento dos mercados para pneus como insumo para novas cadeias.

Vale ressaltar que o controle realizado pelo IBAMA é individual, por empresa fabricante e importadora, e que a Reciclanip, como instituição, não figura no relatório do IBAMA apesar de ser a gestora de todo o sistema de coleta e destinação para os fabricantes nacionais.

Ainda que o aparecimento do pneu usado aconteça no mercado de reposição, os clientes/usuários têm direito de propriedade sobre o pneu inservível e não há nenhuma obrigação de devolução imposta aos usuários no momento em que o pneu vira um resíduo pós consumo. Com base neste cenário, é possível caracterizar a geração de pneus usados ou resíduos pós consumo como geração difusa pois, ela acontece nas lojas, grandes frotas e é agravada quando o cliente exerce seu direito de propriedade e mantém a posse do pneu usado para finalidades diversas, tornando o local de geração deste resíduo desconhecido.

É necessário destacar ainda que não há acordo setorial aprovado para pneus até a data desta pesquisa. Apesar de a PNRS ancorar-se na responsabilidade compartilhada como um dos princípios da política; para o setor de pneus ainda prevalece a REP prevista na Resolução CONAMA 416/09.

Como o pneu é um resíduo que ocupa muito espaço e as lojas ou clientes (grandes frotas) não têm disponibilidade para estocar grandes quantidade deste material; para tratar os resíduos, as empresas contam com operadores logísticos ou sucateiros para retirada frequente dos resíduos dos estabelecimentos comerciais e empresas. Estes pneus retirados com a finalidade de resolver os resíduos das lojas e indústrias precisam ser encaminhados para destinação.

Em alguns casos específicos, como é o caso de pneus gigantes (OTR) usados na mineração, a obrigação legal de dar destinação final aos pneus inservíveis influenciou a relação comercial entre fabricantes e clientes, contribuindo para uma mudança do comportamento do fabricante. Em muitos casos a mineradora é a importadora do pneu novo e torna-se, pelo ato de importar, responsável pela destinação do produto ao final da vida útil. Porém muitos clientes de pneus OTR condicionaram a compra do pneu novo apenas de fabricantes que apresentassem uma solução para a destinação do resíduo pós consumo. Este fato alterou a oferta dos fabricantes que mudaram o modelo de negócio, da venda pneus por unidade, para oferta do serviço por tonelada transportada. A Michelin atua, desde 2015, nesse segmento com a oferta de serviço da tonelada transportada, se responsabilizando pela gestão dos pneus desde o fornecimento até a reforma e a destinação final. A Mitsu, empresa que comercializa os pneus OTR da marca Bridgestone no Brasil, oferta descontos para os clientes no produto novo para que assumam a responsabilidade e operacionalizem a destinação adequada dos seus resíduos.

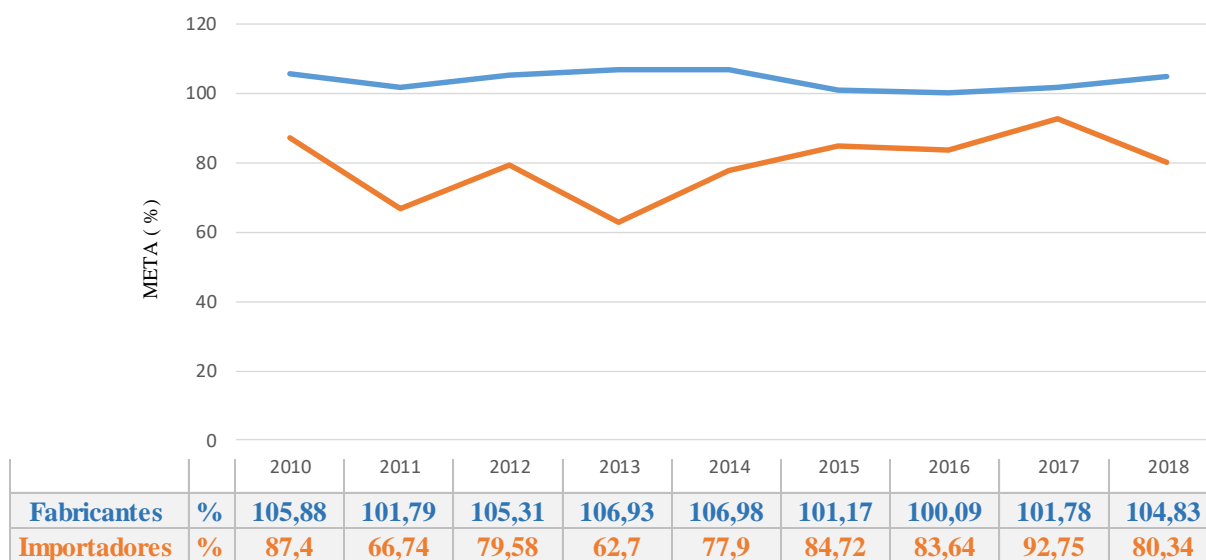
Em um país com dimensões continentais como o Brasil e com concentração de atividade econômica muito variada entre as regiões, a definição do sistema de coleta de resíduos pós consumo é muito importante para a viabilidade econômica do programa de logística reversa.

3.1.3. Resultados do programa de logística reversa de pneus no Brasil

O resultado de 20 anos do programa de logística reversa de pneumáticos inservíveis no Brasil foi o atendimento da meta em quase sua totalidade na última década. Em 2018 o país

conseguiu a marca de 98,5% da meta legal. A Figura 10 apresenta o atendimento da meta e explicita o comportamento de fabricantes e importadores no período de 2010 a 2018.

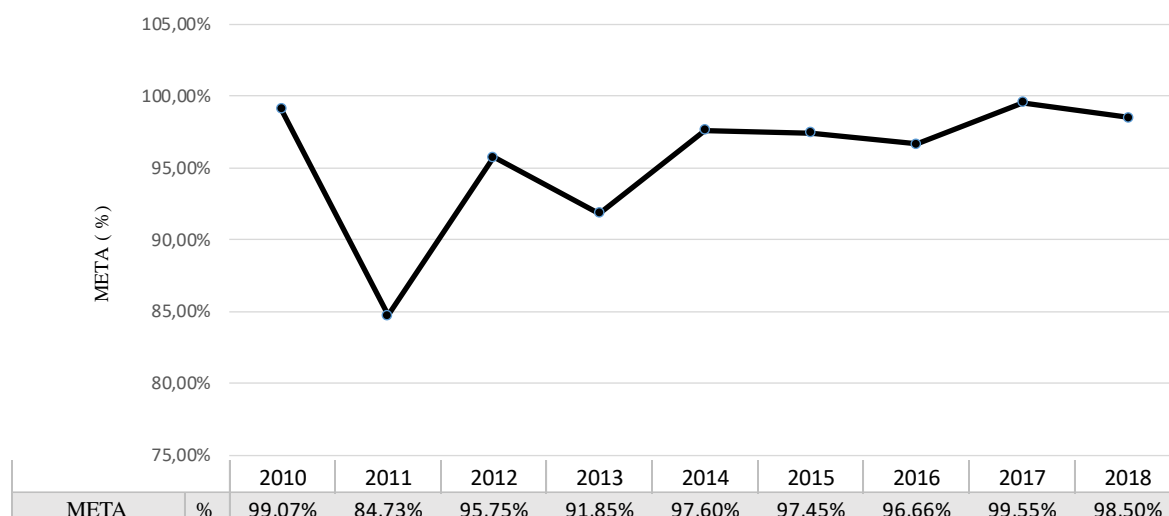
Figura 10 - Atendimento das metas de destinação dos fabricantes e importadores em relação à Resolução CONAMA 416/2009: 2010-2018.



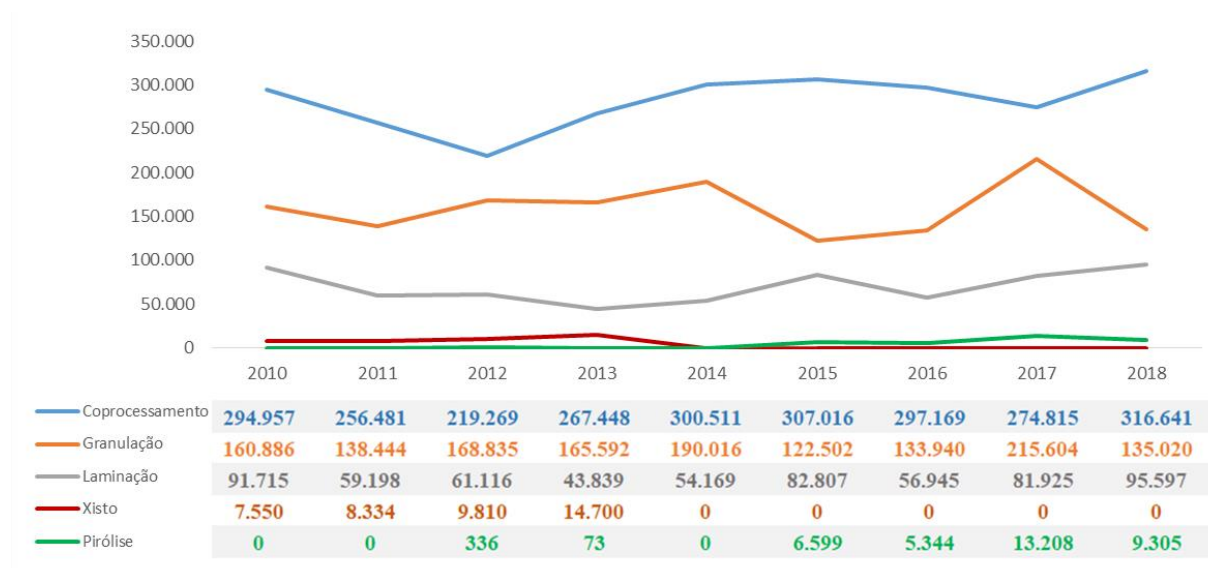
Fonte: IBAMA (2019).

Apenas 1,50% dos pneus vendidos no mercado de reposição em 2018 não tiveram destinação adequada. Os fabricantes, através do sistema Reciclanip, alcançaram 104,83% da meta de destinação estabelecida para o ano de 2018, o equivalente a cerca de 447 mil toneladas de pneus, enquanto os importadores cumpriram 80,34% de sua meta – cerca de 120 mil toneladas de pneus inservíveis (IBAMA, 2019).

A evolução no cumprimento da meta para o setor de pneus e os tipos de destinação na última década podem ser examinada respectivamente na Figura 11 e na Figura 12. Nesta última, vale destacar que nos dados de 2017, publicados no relatório de 2018, ainda aparecem destinações como regeneração e pirólise, que foram unificadas no relatório de 2019.

Figura 11 - Evolução do percentual de atendimento da meta de legislação de pneus.

Fonte: IBAMA (2019, p. 25).

Figura 12 - Evolução da disposição adequada de pneus por tecnologia.

Fonte: IBAMA (2019, p. 26).

O programa de logística reversa de pneus inservíveis, que significou o desenvolvimento do mercado de destinação, foi responsável pelo aparecimento e consolidação de várias empresas de transformação (trituração) conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Participação de empresas trituradoras de pneus no volume destinado para coprocessamento: 2018.

	Empresa	%
1	CBL COMERCIO E RECICLAGEM DE BORRACHAS LTDA	30,72
2	POLICARPO & CIA LTDA	22,11
3	ECOPNEU RECICLAGEM DE PNEUS LTDA	10,35
4	XIBIU COMERCIO DE RECICLAGEM DE PNEUS LTDA	5,39
5	REVERSO RECICLAGEM E COMERCIO DE PNEUS	5,14
6	INTERAG RECICLAGEM DE PNEUS E COMERCIO	4,47
7	UTEP DO BRASIL	4,38
8	RACRI INDUSTRIA DE RECICLAGEM LTDA	3,42
9	ECOTIRES SOLUÇÕES AMBIENTAIS	2,75
10	OUTRAS 20 EMPRESAS	11,27

Fonte: Relatório de Pneumáticos IBAMA (2019)

O programa de coleta e destinação de pneumáticos tem conseguido coletar e restituir os pneumáticos usados e inservíveis ao setor empresarial, tanto para reaproveitamento em seu ciclo produtivo, quanto para outras destinações finais ambientalmente adequadas (IBAMA, 2019). Após 20 anos do marco regulatório para pneus, o programa de coleta e destinação de pneumáticos brasileiro é considerado um caso exitoso pelo elevado índice de atendimento da meta e pelo desenvolvimento do mercado de destinação, já tendo sido reconhecido por meio de premiações como o Prêmio - E – concedido pelo Instituto E, em parceria com a Prefeitura do Rio de Janeiro e UNESCO – na categoria economia (UNESCO, 2012).

3.2. Freio a disco (Autopeças)

3.2.1. Mercado

Inserido no mesmo cenário econômico dos pneumáticos, por fazer parte do setor automotivo, o setor de autopeças é o segmento industrial dos fabricantes de componentes para veículos automotores. O setor automotivo tem importante participação na estrutura industrial representando 22% do PIB industrial (MIDC, 2019)

Adjacente a cadeia automotiva propriamente dita, destacam-se os setores de aços e derivados, máquinas e equipamentos, materiais eletrônicos, produtos de metal e artigos de borracha e plástico. O setor de aço e derivados representa um dos insumos mais importantes para todos os subsetores da cadeia automotiva, especialmente para autopeças. No setor de autopeças, o segmento representado pelos fabricantes de autopeças de grande porte (sistemistas, nível 1) é dominado por empresas de capital estrangeiro. No caso dos fabricantes

de menor porte (níveis 2 e 3), que fabricam forjados, fundidos, estampados, trefilados, plásticos, artefatos de borracha, produtos não metálicos, a maioria das empresas são de capital nacional, apesar do crescimento significativo das importações. (MIDC, 2019)

O Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças) é a entidade de classe que representa a indústria de autopeças instalada no Brasil. Seus associados, são responsáveis por cerca de 95% da produção local, destinada às montadoras, ao segmento de reposição e ao mercado externo. Os associados do Sindipeças são 590 empresas, com faturamento da ordem de US\$ 18,1 bilhões, gerando 162,2 mil empregos (ano de 2016), resultado de uma contração de 8,8% da produção física, no comparativo 2015/2016, e participação de 2,5% dos investimentos sobre o faturamento do setor (SINDIPEÇAS, 2019).

O mercado de reposição foi responsável por 17% do faturamento da indústria de autopeças em 2014, cerca de R\$ 13 bilhões (SINDIPEÇAS; ABIPEÇAS, 2015) um percentual que foi reduzido nos anos subsequentes e se estabilizou em torno de 14% em 2019 (SINDIPEÇAS, 2020).





Adjacente à cadeia automotiva propriamente dita, destacam-se os setores de aços e derivados, máquinas e equipamentos, materiais eletrônicos, produtos de metal e artigos de borracha e plástico. O setor de aço e derivados representa um dos insumos mais importantes para todos os subsetores da cadeia automotiva, especialmente para autopeças. No setor de autopeças, o segmento representado pelos fabricantes de autopeças de grande porte (sistemistas, nível 1) é dominado por empresas de capital estrangeiro. No caso dos fabricantes de menor porte (níveis 2 e 3), que fabricam forjados, fundidos, estampados, trefilados, plásticos, artefatos de borracha, produtos não metálicos, a maioria das empresas é de capital nacional, apesar do crescimento significativo das importações. (MIDC, 2019)

O Sindipeças é a entidade de classe que representa a indústria de autopeças instalada no Brasil. Seus associados, são responsáveis por cerca de 95% da produção local, destinada às montadoras, ao segmento de reposição e ao mercado externo. Os associados do Sindipeças são 590 empresas, com faturamento da ordem de US\$ 18,1 bilhões, gerando 162,2 mil empregos (ano de 2016), resultado de uma contração de 8,8% da produção física, no comparativo 2015/2016, e participação de 2,5% dos investimentos sobre o faturamento do setor (SINDIPEÇAS, 2019).

O mercado de reposição foi responsável por 17% do faturamento da indústria de autopeças em 2014, cerca de R\$ 13 bilhões (SINDIPEÇAS; ABIPEÇAS, 2015), um

percentual que foi reduzido nos anos subsequentes e se estabilizou em torno de 14% em 2019 conforme demonstrado na Figura 13 (SINDIPEÇAS, 2020).

Figura 13 - Distribuição de faturamento da indústria de autopeças por seguimento.

	 Montadoras Assemblers	 Reposição Aftermarket	 Exportação Export	 Intrasetorial Intrasectoral
2013	70,4%	14,5%	8,3%	6,8%
2014	67,5%	16,7%	10,3%	5,4%
2015	60,9%	18,8%	14,7%	5,7%
2016	61,8%	18,2%	14,2%	5,9%
2017	62,8%	18,1%	12,8%	6,3%
2018^e	63,1%	19,2%	13,9%	3,8%

Fonte: SINDIPEÇAS (2020, p. 5).

A comparação entre o setor de freios e de pneus apresentada no Quadro 4, explicita a relevância desses segmentos para o setor automotivo nacional.

Quadro 4 - Comparativo entre os segmentos de pneus e freios para segmento automotivo.

Segmento	Mercado (US\$ Bilhões)	Share do mercado (%)	Concentração	Perspectiva de crescimento
Rodas e Pneus	25,6	2,2	Alta	para baixo
Freios	26,5	3,1	Média	para baixo

Fonte: BNDES (2015).

Em relação a linha de produtos e atendimento ao mercado, o segmento de sistemas de freios se divide em dois: fornecedor para veículos ferroviários e fornecedor para os denominados veículos comerciais (ou rodoviários), que engloba caminhões e ônibus. São oferecidos os seguintes produtos: cilindros atuadores, freios a disco e tambor, unidades eletrônicas ABS, válvulas de controle, unidades de tratamento de ar, compressores de ar, alavancas ajustadoras e serviços de treinamento e assistência aos centros técnicos.

O mercado brasileiro compreendido pelas empresas fabricantes de sistemas de freios para veículos comerciais está dividido em dois macros segmentos: o segmento de montadoras, o qual conta hoje com sete *players*, incluindo empresas como Volkswagen, Mercedes-Benz, Scania e Volvo, entre outras; e o segmento *aftermarket*, ou mercado de peças para reposição. Estimam-se as vendas anuais no segmento das montadoras em cerca de R\$ 495 milhões, e segmento de reposição, em R\$ 125 milhões, podendo-se atingir R\$ 250 milhões anuais quando se incluem estimativas referentes ao mercado paralelo. O freio é um sistema indispensável à composição do veículo, sendo parte do chassi, e considerado como um item de segurança do veículo. O segmento de freios, tem estrutura de custos na qual a matéria prima representa mais de 50% do valor total dos seus custos; dessa forma, o preço dos insumos materiais é de extrema importância para a formação dos custos impactando diretamente na competitividade das empresas produtoras de freios. (FARINA, 2017)

O freio a disco, comparado a outros tipos de freio, não sofre perda significativa de eficiência quando molhado e não necessita de ajustes ao longo do uso. Contudo, ele é mais caro e apresenta desgastes mais rapidamente. Por ser uma peça de desgaste, há a necessidade de reposição e neste momento ocorre o aparecimento do resíduo pós consumo. Por se tratar de uma peça técnica que exige competência específica para sua substituição, o freio é trocado em oficinas.

A grande maioria das autopeças são produtos de composição metálica de diferentes tipos, mas que, quando se tornam resíduo, são classificados como não perigosos e podem ser destinados como sucata metálica. Por esta característica, o freio a disco pós consumo não é um resíduo que gere um alerta ambiental de alto impacto ou apelo para mobilização social. Este resíduo pós consumo tem características de resíduo técnico, gerado no local da troca e com valor de sucata. Não foram identificados passivos de componente de autopeças com potencial de causar danos ambientais ao meio ambiente ou à saúde humana.

Por se tratar de produto com partes de desgaste e outras partes metálicas, os fabricantes passaram a estudar formas de fazer o aproveitamento dos materiais integral ou parcialmente o que culminou no processo de remanufatura. As empresas multinacionais instaladas no Brasil que atuam no setor de freio a disco estão submetidas em seus países de origem a regulações e práticas de responsabilidade ambiental que remetem à década de 1990. Dentre as alternativas para buscar uma melhor eficiência ambiental na produção, com redução de custos matéria prima, redução do consumo de energia e menor geração de resíduos na

busca da responsabilidade ambiental dentro do contexto de desenvolvimento sustentável, a remanufatura da peça figura como uma das práticas mais aplicáveis.

Como a remanufatura de freios a disco é um dos objetos deste trabalho de pesquisa, examina-se a seguir seu papel.

3.2.2. O papel da remanufatura na indústria de freio a disco

No cenário mundial, a participação das peças remanufaturadas em relação ao de peças novas é apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 - Participação de peças remanufaturadas em relação a peças novas.

Local	%
Mundo	16
América do Norte	20
Europa /Oriente Médio	11
Brasil	6

Fonte: Carlisle e Company (2014).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), um produto remanufaturado é uma: “peça ou componente de produção original usado, caracterizado por ter sido submetido a processo industrial pelo próprio fabricante original deste ou em estabelecimento autorizado deste fabricante, para o restabelecimento das funções e requisitos técnicos originais”. Esta atividade é regulamentada pelas normas NBR 15296 e NBR 15832 (BRASIL, 2006).

Já a Associação Nacional Dos Remanufaturados de Autopeças (ANRAP) define remanufatura como: “o processo de reconstrução de um produto, durante o qual o produto é limpo, desmontado e inspecionado; peças defeituosas são substituídas e o produto é remontado, testado e inspecionado novamente, certificando-se que atenda ou supere os padrões dos produtos novos” (ANRAP, 2019).

A prática da remanufatura no setor de autopeças nacional teve início no final da década de 1990, quando se detectou que as peças colocadas no mercado chegavam a passar por 4 a 5 reparações antes de serem inutilizadas. Como os reparos eram sem procedimentos ou padrões tecnológicos, os fabricantes passaram a remanufaturar os produtos dentro de suas

instalações com o objetivo de estender a vida útil das peças usadas e retorná-las ao mercado como produtos novos, ou seja, com atualizações tecnológicas e garantia de procedência. Após a montagem do produto, o fabricante realiza uma série de testes a fim de assegurar que a peça retorne ao mercado com as mesmas especificações de qualidade de produção do fabricante, assegurando que todas as características genuínas da peça são restauradas. Durante o processo de remanufatura pode haver adições de outros itens novos e originais.

A ANRAP foi fundada em 1994 pelos fabricantes Cummins, Bosch, SACHS Automotive e TRW Automotive. A ANRAP não operacionaliza o processo de remanufatura para seus associados, concentra-se em fazer um trabalho institucional de defesa dos interesses do setor, atuando para difundir o conceito e os benefícios de produtos remanufaturados para o mercado, para influenciar a regulação no âmbito nacional e para apoiar a implantação da logística reversa (Figura 14).

Em 2019 a associação passou por uma reestruturação e durante esta pesquisa ainda não havia sido divulgada nova estrutura missão e metas para esta instituição.

A remanufatura não é um processo exclusivo do setor de autopeças, outras indústrias também fazem uso desta prática como os seguintes setores: automotivo, compressores, equipamentos elétricos, móveis de escritório, fotocopiadoras, máquinas de venda automática, toner e cartuchos, máquina de jogos, robôs e equipamentos de padaria (ANRAP, 2015).

Figura 14 - Frentes de atuação da ANRAP.



Fonte: ANRAP (2017).

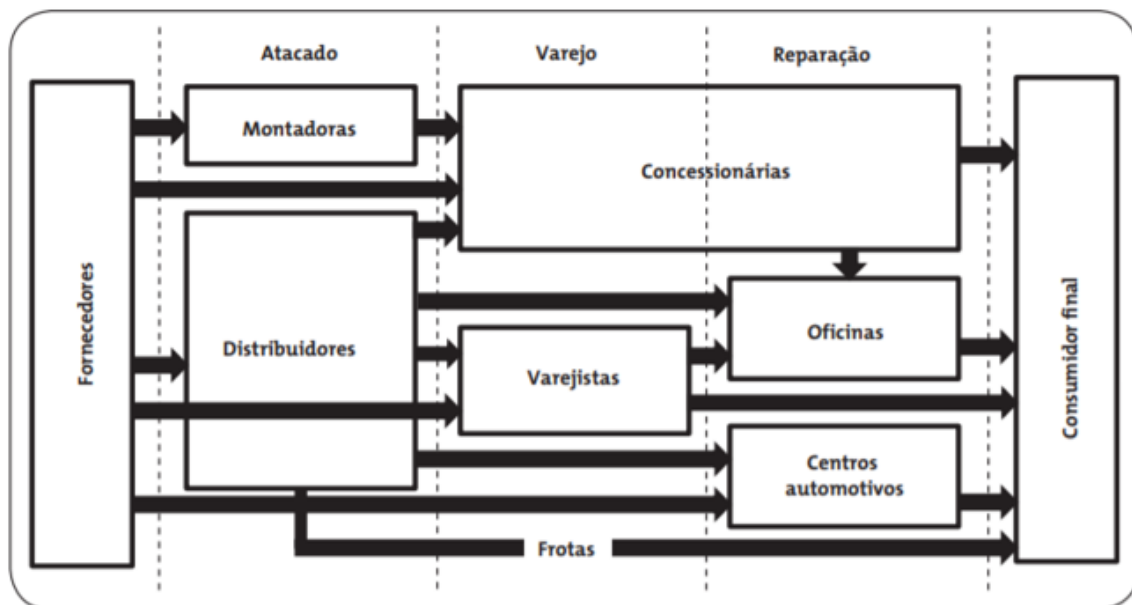
A peça usada chega ao circuito de remanufatura após a terceira reparação. O alto custo de transporte de coleta até o fabricante, comparado ao custo de transporte até a oficina de reparo, e a carga tributária do remanufaturado, igual ao do produto novo, influenciam o custo do processo de remanufatura e impactam diretamente na decisão do cliente (ANRAP, 2017).

3.2.3. Ciclo de vida do freio considerando a remanufatura

Para se entender a geração deste resíduo pós consumo de freio a disco e como se dá o processo de remanufatura para este setor, foi elaborada a descrição dos fluxos diretos e reversos de freio a disco.

Até alcançar o consumidor final, as peças podem passar por uma cadeia longa, conforme ilustrado na Figura 16. Via de regra, o consumidor final pode reparar seu veículo em concessionárias ou em oficinas mecânicas. Por sua vez, as oficinas mecânicas, responsáveis pela maior parte da reparação automotiva, adquirem peças em concessionárias e por meio de distribuidores e varejistas. Outra possibilidade é o cliente levar a peça até a oficina para realizar o reparo (FARINA, 2017).

Figura 16 - Cadeia de suprimentos do mercado de reposição de autopeças.



Fonte: BNDES (2015).

No processo de compra de freios automotivos no Brasil figuram com os seguintes *players*: (i) fabricantes de freios, (ii) montadoras de veículos automotivos - ônibus e

caminhões, que integram um segmento denominado OEM (do inglês *Original Equipment Manufacturer*), (iii) frotistas - empresas que possuem frotas de ônibus ou de caminhões, normalmente para uso em serviços de transporte de cargas e de pessoas, como empresas de turismo ou de fretamento, (iv) distribuidores de peças, e (v) centro técnicos - oficinas certificadas pelos fabricantes.

O fabricante de freios vende diretamente às montadoras, que por sua vez vendem ônibus e caminhões para os frotistas, dentre outros clientes. Um segundo segmento atendido pelo fabricante de freios é o mercado de reposição, em que as peças são vendidas principalmente aos distribuidores para uso em consertos e reparos dos veículos automotivos. Os distribuidores vendem as peças para frotistas, centros técnicos, oficinas em geral e, eventualmente, de forma direta ao consumidor final (motorista ou dono do veículo).

Os canais de distribuição apresentados na Figura 16 descrevem o processo de compra para uma peça nova, original. Neste estudo, um dos focos do trabalho de campo está no relacionamento entre o fabricante de freios e o centro técnico, por se tratar do canal de distribuição que está sendo desenvolvido para a peça de freio a disco remanufaturada.

O processo de logística reversa para remanufatura inicia-se no centro técnico (CT), uma oficina certificada pelo fabricante de freios para trabalhar com peças originais, que recebe treinamento diretamente do fabricante para realizar a troca e reparo de peças no veículo automotivo. O fabricante de freios, objeto desta análise, possui cerca de 110 CTs cadastrados, cuja certificação faz parte da estratégia da empresa de introduzir a logística reversa como inovação no Brasil. Isso fica evidenciado pela evolução dos números de CTs cadastrados: de 52 CTs, em 2003, para 108 em 2005; o principal concorrente conta com metade desse número.

A remanufatura exige um processo de cadeia reversa para captação do resíduo pós consumo em escala, para viabilizar o produto remanufaturado, denominado REMAN, e beneficiar todo a cadeia.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para elaboração desta pesquisa foi escolhido o método qualitativo que é adequado para “[...] prover ideias ou entendimentos iniciais sobre um problema, não uma recomendação final” (PARASURAMAN, 1991, p. 251). Escolher dentre os métodos qualitativos a estratégia de pesquisa do estudo de caso está relacionado com a intenção de “[...] entender um fenômeno do mundo real [...]” (YIN e DAVIS, 2007, p. 17), buscando “[...] investigar um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de um mundo real” (YIN, 2015, p.17).

A adoção do estudo de caso como estratégia de pesquisa é adequada à inclusão da perspectiva dos atores envolvidos no processo, de forma a tornar explícitos aspectos ou informações para a plena compreensão do objeto do estudo (TELLIS, 1997). Os estudos de caso permitem a observação direta do campo, o que pode ser particularmente apropriado para abordar agentes de diferentes camadas em uma cadeia de suprimentos (SEURING *et al.*, 2008). Além disso, o estudo de caso “[...] beneficia-se do desenvolvimento anterior das proposições teóricas para orientar a coleta e a análise de dados” (YIN, 2015, p. 18).

Segundo Yin (2015), deve-se levar em conta para escolha do método de pesquisa: o tipo de questão de pesquisa, o grau de controle que o pesquisador tem sobre os eventos e o período em que ocorre fenômeno a ser estudado, se contemporâneo ou histórico. O autor propõe cinco estratégias de pesquisa que relacionados as condições existentes, podem dar a orientação para a definição do método a ser adotado (Quadro 6).

Quadro 6 - Situações relevantes para estratégias de pesquisa.

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

Fonte: Yin (2015).

Para este trabalho de pesquisa:

- 1) A questão a ser investigada está relacionada a entender de que maneira, ou seja, “como”, os programas de logística reversa contribuem para a implantação de práticas GSCM;
- 2) O pesquisador não tem como ter controle sobre os eventos comportamentais das organizações que compõem as cadeias estudadas, sejam eles fabricantes, geradores, operadores logísticos, destinadores ou gestores dos programas.
- 3) A pesquisa trata de tema contemporâneo;

Ansari e Kant (2017), em sua revisão de literatura concluíram que o estudo de caso é a estratégia de pesquisa mais frequente nos artigos sobre SSCM, incluindo GSCM.

Este trabalho se propõe a explorar dois diferentes programas de logística reversa para entender sua contribuição para implantação das práticas de GSCM. Conforme Benbasat, Golsdstein e Mead (1987), o estudo de casos múltiplos é útil quando a pesquisa tem a intenção de aprofundar os conhecimentos sobre uma realidade para a construção de uma proposição teórica. Ainda que este estudo não tenha a intenção de fazer uma proposição teórica, a necessidade de explorar diferentes casos se dá com objetivo de identificar como acontece a aplicabilidade de um modelo teórico em duas realidades distintas.

Desta forma, opta-se pela estratégia de pesquisa de estudo de caso, considerando-se casos múltiplos.

Segundo Gil (2002), as pesquisas podem ser de três tipos:

- 1- Exploratória: quando o objetivo é proporcionar uma visão geral sobre um tema, desenvolvendo, esclarecendo ou modificando conceitos e ideias e formulando hipóteses pesquisáveis no futuro;
- 2- Descritiva: quando se pretende descrever as características de um fenômeno ou de uma população, estabelecer a relação entre variáveis ou mesmo determinar a natureza dessas relações;
- 3- Explicativas: que buscam fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de um fenômeno.

Este trabalho de pesquisa tem caráter descritivo no que se refere à contribuição de programas de logística reversa para a implantação de práticas de GSCM, considerando o

modelo de pressões, *drives* e práticas de GSCM Wu *et al.* (2012) em relação a programas de logística reversa.

Conforme Gil (2008) tal pesquisa descritiva deve ser executada quando se pretende descrever as características de um fenômeno ou de uma população, estabelecer as relações entre variáveis ou mesmo determinar a natureza dessas relações. Este trabalho de pesquisa debruça-se sobre a relação entre programas de logística reversa e práticas da GSCM.

O Quadro 7 traz um resumo dos procedimentos metodológicos adotados neste trabalho aplicado de pesquisa.

Quadro 7 - Síntese dos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.

Metodologia	Qualitativa
Filosofia de pesquisa	Positivista
Abordagem	Dedutiva
Estratégia de pesquisa	Estudo de caso múltiplo
Perfil do estudo de caso	Descritivo
Unidade de análise	Contribuição do programa de logística reversa à implementação de práticas de GSCM.
Técnica de coleta de dados	Análise documental Entrevistas Observação direta Participação

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

4.1. Critérios para seleção do caso

Para entender a dimensão que um programa de logística reversa pode ter e relacioná-lo com as práticas de GSCM, o primeiro critério foi identificar programas que pudessem ser reconhecidos como consolidados, adotando-se como critério para tal definição que os programas estejam em operação há pelo menos uma década.

O segundo critério foi identificar setores que tivessem alguma relação entre si, de forma a permitir uma análise comparativa em um pano de fundo comum, para minimizar as interferências externas como variações no câmbio, crise econômica ou fatores de regionalização.

O terceiro critério foi escolher programas de logística reversa cuja motivação de criação fosse distinta, sendo, de preferência, um deles baseado na imposição de regulação e

outro, resultado da busca por ecoeficiência, o que tornaria mais interessante a análise comparativa das contribuições dos programas de logística reversa para a GSCM.

No Quadro 8 são apresentados alguns dos programas de logística reversa em operação no Brasil.

Quadro 8 - Programas de logística reversa vigentes no Brasil.

Material	Gestor	Descrição	Programa	Website
Aerossóis	ABAS	Associação Brasileira de Aerossóis e Saneantes Domissanitários	Programa Cidade Sustentável	cidadessustentavel.org.br
Baterias de chumbo ácido	IBER	Instituto Brasileiro de Energia Reciclável	Sistema de LR	iberbrasil.org.br
Eletroeletrônico e Pilhas	GREEN ELETRON	Associação Nacional de Indústria Elétrica e Eletrônica	Logística reversa da ABINEE	greeneletron.org.br
Embalagem de agrotóxicos	inpEV	Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias	Sistema Campo Limpo	www.inpev.org.br
Embalagens	FIESP	Federação Indústria de São Paulo	TCLR - Termo de Compromisso de Logística Reversa de Embalagens em Geral	fiesp.com.br
Lâmpadas fluorescentes	RECICLUS	Organização sem fins lucrativos congrega membros da cadeia	Programa de reciclagem	reciclus.org.br
Medicamentos	INTERFARMA - SP SINDUSFARMA - BR	Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos	Programa de LR medicamentos - SP Programa de LR medicamentos - BR	interfarma.org.br sindusfarma.org.br
Óleo Lubrificante	ABRAFILTRO	Associação Brasileira das Empresas de Filtros e seus Sistemas Automotivos e Industriais	Programa descarte consciente	www.abrafiltros.org.br www.oelosustentavel.org.br
Pneus	RECICLANIP	ANIP - Associação Nacional da Indústria Pneumática	Sistema Reciclanip	reciclanip.org.br

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

Considerando-se a experiência prévia da autora deste trabalho aplicado de pesquisa, que fez parte da implantação do sistema de logística reversa de pneumáticos inservíveis, a

opção por esse caso ganhou corpo de início. Conforme examinado ao longo do item 3.1, o grau de maturidade desse programa, implantando anteriormente à PNRS, atende ao primeiro critério de seleção adotado.

Buscou-se então, dentre o setor de transporte de pessoas e cargas, identificar outros programas de logística reversa que pudessem ser reconhecidos como consolidados e que fossem motivados por uma abordagem de ecoeficiência. Por conta da reciclagem do resíduo pós consumo no próprio setor, optou-se pelo exame mais detalhado do processo de remanufatura de autopeças.

Dentre as diversas autopeças que possuem programas de logística reversa para o processo de remanufatura, a escolha pelo caso do freio a disco atende aos demais critérios por ser um componente de segurança do veículo e ter o mesmo nível de exigência e rigor na utilização que os pneus.

Pneus e freio a disco são componentes de veículos de carga e passeio e são itens de segurança imprescindíveis ao funcionamento dos veículos automotores. Responsáveis por funções essenciais, estes componentes farão parte dos veículos ainda por um bom tempo. A reposição destes componentes por outras alternativas tecnológicas ainda não é algo que está mapeado em um horizonte de curto prazo e, a manutenção do uso e destes produtos nos veículos e a consequente geração destes resíduos pós consumo, ainda devem perdurar por um bom período na sociedade, tornando ainda mais significativo e importante desenvolver a gestão dos resíduos pós consumo e garantir a sustentabilidade na gestão para estes setores.

Interessante notar que apesar de terem ciclos de vida muito diferentes, a geração destes resíduos pós consumo acontecem no mesmo local e sob responsabilidade do mesmo elo da cadeia como vamos ver nas descrições dos casos, o que permite um detalhamento do programa de logística reversa em cadeias diferentes, mas em um ambiente com players parcialmente comuns.

A escolha dos casos permite um recorte das cadeias que engloba o gerador, o operador logístico, o destinador e o gestor do programa de logística reversa.

A seguir, são apresentadas as justificativas para a escolha de cada caso:

Caso 1 - Programa de logística reversa de pneus inservíveis - Sistema Reciclanip

Organizações envolvidas:

Gerador/cliente/usuário - Mazola (operador logístico) - CBL (destinador): Gestão Reciclanip.

Em relação à Reciclanip:

- i. O gestor do programa foi escolhido pela relevância do programa logística reversa - sistema Reciclanip: com mais de 20 anos de estruturação, representando os fabricantes que possuem mais de 70% do mercado de reposição e com resultados expressivos e atendimento das metas determinada pela legislação há mais de uma década.
- ii. A organização é referência nacional e internacional para a gestão de logística reversa de pneus inservíveis.
- iii. Por se tratar de sistema criado por base legal, há disponibilidade e transparência dos dados que são de domínio público uma vez que o IBAMA, que é a autoridade controladora, presta contas à sociedade através de relatório de destinação de pneumáticos inservíveis anualmente.

Em relação à CBL

- i. A CBL é relevante no setor de tratamento, em especial na fase de transformação: trituração e granulação. É fornecedora do sistema de reciclagem de pneus desde antes da criação da Reciclanip, quando a gestão era direta pelo Grupo de Meio Ambiente da ANIP, constituído em 2000.
- ii. Pioneira no setor, atuava na comercialização de sucata, investiu na trituração e posteriormente na destinação. A CBL é também um destinador (tipo granulação), atua com inovações do ponto de vista operacional na trituração e também na busca de alternativas para garantir a melhor valorização do pneumático inservível e de resíduos e borracha para seus clientes;
- iii. Há disponibilidade de acesso à informação, uma vez que a empresa se interessou em participar desta pesquisa e permitiu que a autora deste trabalho atuasse como consultora para nas ações de captação de pneumáticos inservíveis e desenvolvimento de novos mercados para os derivados de pneumáticos inservíveis, o que permitiu um detalhamento do desenho da cadeia de forma transparente e precisa.

Em relação à MAZOLA

- i. Empresa pioneira em implementar um sistema de rastreamento e gestão da informação para a coleta e tratamento dos resíduos que gerencia. Tal sistema encontra-se consolidado, o que a diferencia dos demais prestadores de serviço de coleta, transporte e gestão. A boa gestão da informação (sistema de rastreamento) permite a disponibilidade das informações com bastante clareza;

- ii. O engajamento da empresa com o tema e gestão ambiental e sustentabilidade baseado em seus próprios valores;
- iii. A empresa atua também na logística reversa de vários seguimentos, dentre eles, as duas cadeias estudadas neste trabalho;

Em relação aos geradores, foram considerados geradores grandes frotas de transporte de carga e autocentros, todos identificados apenas como clientes dos coletores e operadores logísticos neste estudo. Algumas transportadores que fazem parte do sistema de coleta foram consultadas e são caracterizadas neste estudo apenas como clientes geradores.

Caso 2: Logística reversa para remanufatura de freios a disco - Sistema REMAN

Organizações envolvidas:

Gerador/cliente/usuário - MAZOLA (operador logístico) - Remanufatura Knorr-Bremse:
Gestão/Fabricante Knorr-Bremse.

Em relação à Knorr-Bremse:

- i. Multinacional líder na fabricação de freios;
- ii. Modelo de negócio de remanufatura consolidado na empresa;
- iii. Papel de liderança na ANRAP;
- iv. Engajamento com os temas de responsabilidade ambiental e sustentabilidade, com papel influenciador no setor de autopeças;
- v. Relevância da empresa multinacional com fábrica no Brasil, que opera programa de logística reversa para a remanufatura nacionalmente.

Em relação à MAZOLA:

- i. Pioneirismo da empresa em desenvolver parceria com fabricante de autopeças, desenhando um modelo de logística reversa com objetivo de alavancar a quantidade coletada com controle e rastreabilidade;
- ii. Empresa com capacidade técnica de fazer a triagem e capilaridade para atuar em todo território nacional;
- iii. Engajamento com os temas de responsabilidade ambiental e sustentabilidade, atuando como multiplicador da prática de remanufatura de autopeças para outros fabricantes e outros componentes.
- iv. Atuação como multiplicador dos programas de logística reversa, posicionando-se como prestador de serviço para o gerador;

- v. Disponibilidade e interesse em debater os modelos de coleta e os programas em operação, com foco na ampliação das atividades e na busca das melhores práticas ambientais;
- vi. Abertura e transparência, permitindo fácil acesso às informações e dados para investigação deste trabalho aplicado.

A escolha dos dois casos: pneus e freio a disco, foi motivada por tratarem de produtos diferente, mas pertencentes à cadeia de suprimentos do setor automotivo, com elevado nível de essencialidade para o setor de transporte, além de terem programas de logística reversa implementados e consolidados ainda que, operacionalmente diversos. A escolha de duas cadeias com o mesmo operador logístico não foi um critério adotado, mas tornou o processo de análise mais interessante e enriquecedor.

4.2. Técnicas de coletas de dados

Uma das fortalezas do estudo de caso é permitir o uso de várias fontes de evidências: documentos, entrevistas e observação (YIN, 2015).

A coleta de dados deste trabalho se deu através de:

- 1) Análise de dados secundários para o papel dos gestores dos programas (Reciclanip e ANRAP) uma vez que informação sobre a abordagem, a forma de atuação e o controle estão disponíveis em documentos e relatórios setoriais.
- 2) Análise de dados secundários em relação aos resultados do caso de pneus, pois os resultados são públicos e fornecidos pela autoridade ambiental competente, o IBAMA.
- 3) Entrevistas com os membros das cadeias:

Pneus – Sistema Reciclanip:

- 1) Geradores: grades frotas;
- 2) Operador logístico: MAZOLA;
- 3) Triturador: CBL;
- 4) Destinador: CBL;

Freio a disco: Sistema REMAN:

- 1) Operador logístico: MAZOLA;
- 2) Fabricantes: Knorr-Bremse;

3) Responsável REMAN: Knorr Bremse;

A autora deste estudo atuou de forma profissional no setor de 1998 a 2012 e diretamente na estruturação do Programa de Logística Reversa de pneus até 2009 estando a frente da Reciclanip no período de 2007 a 2009.

Desde setembro de 2018, a autora deste estudo atua como consultora para empresa CBL, o que permitiu que a coleta de dados, de forma direta, para a pesquisa, na maioria das vezes no papel de observador do fenômeno analisado, e, em alguns momentos, como participante em reuniões com geradores.

A lista de entrevistados encontra-se no Quadro 9. As entrevistas não foram gravadas, mas um resumo de cada entrevista utilizada neste trabalho foi formalizado em ata e validado pelos entrevistados.

Quadro 9 - Lista de entrevistados.

Caso	Empresa	Cargo	Data (2019)	Formato	Duração
Pneus	MAZOLA	Sócio proprietário	julho	3 eventos presenciais	24h
		Ger. Meio Ambiente e Qualidade	agosto	questionário	
	CBL	Proprietário - Diretor Geral	julho a dezembro	presencial	contínuo
		Proprietário - Diretor Comercial	julho a dezembro	presencial	contínuo
		Líder de Logística	dezembro	presencial	1h
	Michelin	Pneus de Carga	agosto	Presencial	1h
		Pneus de passeio	agosto	Presencial	1h
		Pneus OTR	agosto	Presencial	2h
	KNORR BREMSE	Rep. ANRAP	setembro	presencial	2h
		Diretor <i>Aftermarket</i> - REMAN	setembro	presencial	4h
		Gerente Comercial	dezembro	conferência telefônicas	2h
Freio a Disco	MAZOLA	Socio proprietário	agosto setembro	presencial	8h

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

4.3. Procedimento de análise

No Quadro 10, são detalhados os tópicos extraídos de Wu *et al.* (2012) e o modelo de análise que se deu conforme orientação de Goode e Hatt (1977).

Quadro 10 - Categorias com base no Modelo Wu *et al.* (2012).

Análise		CADEIA PNEUS	CADEIA FREIO A DISCO	Análise horizontal
Pressões	Legislação			→
	Mercado			
	Concorrentes			
Drives	Suporte organizacional			
	Capital Social			
	Envolvimento do governo			
Práticas	Compras verdes			
	Cooperação com clientes			
	Ecodesign			
	Retorno do investimento			
Análise Vertical		↓		

Fonte: Adaptado de Goode e Hatt (1977).

Os procedimentos de análise seguiram as seguintes etapas:

- 1- Descrever as cadeias de cada caso separadamente buscando um nível de detalhamento capaz de identificar as relações entre os membros da cadeia;
- 2- Descrever o programa de logística reversa para esclarecer o modo de funcionamento e qual o papel dos membros da cadeia;
- 3- Apresentar os resultados obtidos pelos programas de logística reversa de cada caso, dando enfoque aos impactos para a empresa gestora e para a sociedade;
- 4- Fazer análise vertical de cada caso, relacionando os pontos que caracterizam os programas de logística reversa em relação as pressões, *drives* e práticas da GSCM conforme categorias descritas no modelo de Wu *et al.* (2012);
- 5- Realizar análise horizontal para comparação dos programas visando identificar semelhanças e diferenças entre ambas as cadeias.

5. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

O estudo se organiza com apresentação independente dos 2 casos estudados permitindo a apresentação das especificidades dos produtos, dos impactos ambientais, o desenho da cadeia direta e reversa a descrição do programa de logística reversa para a cadeia de pneus e freio a disco.

5.1. Caso 1: Programa de logística reversa de pneus inservíveis – Sistema Reciclanip

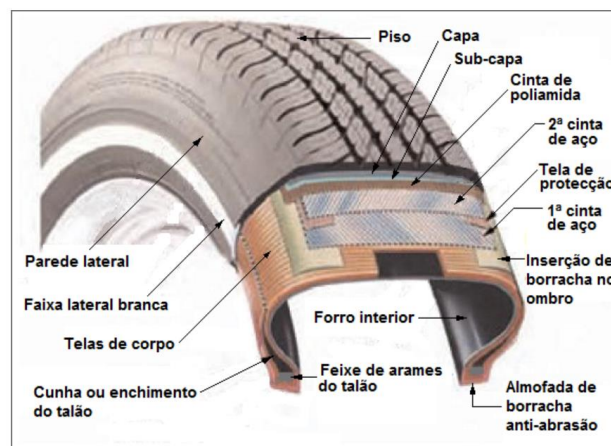
O programa de logística reversa de pneumáticos inservíveis examinado nesta pesquisa é desenvolvido setorialmente pelos fabricantes nacionais de pneus por meio da Reciclanip.

5.1.1. O produto e seu impacto ambiental

Composto de diferentes tipos de borracha, aço e têxteis na sua composição, o pneu é um componente de segurança do veículo e tem vida útil finita e variável em função do uso e consequente desgaste.

Os componentes de um pneu são apresentados na Figura 17.

Figura 17 - Estrutura de pneu radial.



Fonte: CTBorracha (2019).

O pneu tem vida útil finita e variável em função do uso e consequente desgaste, que precisa ser controlado e respeitado, uma vez que o pneu é um componente de segurança do veículo. O pneu tem uma camada externa, chamada de banda de rodagem, que vai em contato

com o solo e que sofre abrasão (desgaste) ao longo da vida útil. A carcaça do pneu, ou seja, a sua estrutura, em especial a dos pneus de carga (ônibus, caminhão, agrícola e OTR - mineração), é concebida e constituída de tal forma se seja possível a submissão ao processo de reforma e consequente prolongamento da vida útil.

Os pneus são definidos em função das etapas do ciclo de vida na resolução CONAMA 416/09:

“I - Pneu ou pneumático: componente de um sistema de rodagem, constituído de elastômeros, produtos têxteis, aço e outros materiais que quando montado em uma roda de veículo e contendo fluido(s) sobre pressão, transmite tração dada a sua aderência ao solo, sustenta elasticamente a carga do veículo e resiste à pressão provocada pela reação do solo;

II - Pneu novo: pneu, de qualquer origem, que não sofreu qualquer uso, nem foi submetido a qualquer tipo de reforma e não apresenta sinais de envelhecimento nem deteriorações, classificado na posição 40.11 da Nomenclatura Comum do Mercosul-NCM;

III - Pneu usado: pneu que foi submetido a qualquer tipo de uso e/ou desgaste, classificado na posição 40.12 da NCM, englobando os pneus reformados e os inservíveis;

IV - Pneu reformado: pneu usado que foi submetido a processo de reutilização da carcaça com o fim específico de aumentar sua vida útil;

V - Pneu inservível Pneu usado que apresente danos irreparáveis em sua estrutura não se prestando mais à rodagem ou à reforma” (CONAMA 2009, p. 01).

O pneu é material inerte (Classe II- B conforme Classificação NBR 10.004), não é solúvel em água e não apresenta risco ao meio ambiente ou saúde se expostos de forma controlada seja na fase de uso, montado nos veículos ou estocados de forma adequada.

O impacto dos pneus em relação ao meio ambiente não está relacionado com o “resíduo de pneu” como substância: a diferença de um pneu novo para um pneu inservível (resíduo) é uma questão técnica relacionada ao desgaste durante o uso, não há degradação química ou reações que transformem o pneu novo em um resíduo perigoso após o uso.

A preocupação ambiental quanto aos pneus está relacionada à disposição ou destinação inadequada dos mesmos e é agravada pelo elevado tempo de deterioração do pneu no meio ambiente. Se dispostos em terrenos a céu aberto, dois problemas surgem: de saúde pública - o acúmulo de água da chuva pode servir de criadouros, em especial, do mosquito transmissor da dengue, zika e chicungunha; e ambiental - se queimado, é liberado óleo que, se percolar, tem capacidade de contaminar o solo e o lençol freático, além da emissão de gases de efeito estufa, dioxinas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e outras substâncias também tóxicas e cancerígenas, que causam poluição do ar e risco a saúde humana (RODRIGUES JORGE *et al.*, 2004). A disposição final de pneus inteiros em aterros sanitários também gera impacto ambiental negativo pois a característica de baixa compressibilidade do produto, causa ocupação de grandes áreas em aterros (ODA;

FERNANDES JÚNIOR, 2001), além do aparecimento de zonas de instabilidade e movimentação interna causada pelo encontro dos gases gerados pela decomposição do lixo com os espaços vazios deixados pelo pneus no interior dos aterros; sem considerar que materiais volumosos contribuem para a redução da vida útil dos aterros.

Estudos estimavam que no ano 2000, no Brasil, havia um passivo ambiental de aproximadamente 100 milhões de pneus inservíveis abandonados no meio ambiente (ECHIMENCO, 2001).

Tal passivo ambiental pode se agravar com a importação de pneus usados. Importadores traziam pneus para uso como meia vida ou para serem reformados no território nacional, em especial, da Comunidade Europeia (CE). Este processo alertou as autoridades ambientais locais sobre ao risco do aumento dos resíduos, já que pneus usados teriam uma vida útil menor em relação aos novos e provocariam o aparecimento precoce e acelerado de pneus inservíveis.

A motivação da importação estava relacionada com disputa do mercado interno e ficou conhecida como guerra dos pneus, com os fabricantes nacionais tentando bloquear as importações para proteger o mercado interno e usando os riscos ao meio ambiente como uma barreira verde, enquanto os importadores aceleravam a criação de uma solução para coleta e destinação, de forma a superar esse questionamento e manter a importação e respectivo *market-share* conquistado. A guerra dos pneus que teve influência no aparecimento da legislação de responsabilidade estendida do produtor e nas suas revisões e regulamentações não será detalhado neste estudo.

Em 2001, a (CE) proibiu a colocação de pneus inteiros em aterros e, em 2006, com a publicação da Diretiva sobre Aterros 1999/31/CE, ocorreu a interdição total da disposição de pneus em aterros, inclusive os pneus picados. A falta de alternativa de disposição adequada de pneus no continente europeu fez a CE pressionar a Organização Mundial do Comércio (OMC) para liberar a importação de pneus reformados para o Brasil, engrossando o debate comercial que acabou por acelerar a regulamentação da logística reversa no Brasil.

No ano de 2000, por meio da portaria 8 da SECEX, foi proibida a concessão de licenças para a importação de pneus recauchutados (reformados) e usados, como bem de consumo ou matéria prima, utilizando-se o argumento de que tais pneus entrariam no país com vida útil curta e logo se transformariam em passivo ambiental. Em 2002, a portaria 8 da SECEX foi alterada para permitir as importações de pneus remoldados provenientes de membros do Mercado Comum do Sul (Mercosul), devido a uma decisão do Tribunal Arbitral

do Mercosul que obrigou o Brasil a autorizar a importação dos pneus remoldados (MOTTA, 2008).

O processo de reforma clássico, conhecido como recauchutagem, consiste na recuperação da carcaça e na reposição da banda de rodagem de um pneu desgastado pelo uso. A reforma de pneu é uma prática institucionalizada e inserida no ciclo de vida deste componente. Esta técnica surgiu da possibilidade de se reaproveitar, com total segurança, a carcaça do pneu, que ao invés de ser descartada prematuramente, volta a rodar como se fosse nova, com o mesmo desempenho do produto novo (ABR, 2019). Submeter o pneu ao processo de reforma, permite ao cliente um ganho financeiro em relação ao custo por quilometro rodado. Os fabricantes possuem processos de reforma de marca própria, mas também, existem empresas que não são fabricantes de pneus e são especializadas nos processos de reforma.

Os tipos de reforma de pneus são (CONAMA, 2009)

- Recapagem: processo pelo qual um pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem;
- Recauchutagem: processo pelo qual um pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem e dos ombros;
- Remoldagem: processo pelo qual um pneu é reformado pela substituição de sua banda de rodagem, dos seus ombros e de toda superfície de seus flancos (talão a talão);

O processo de reforma gera resíduos industriais: trata-se da raspa de recauchutagem, composta de pó de borracha de pneu. Esta informação é relevante já que tal resíduo terá um papel importante na dinâmica da destinação final de pneus inservíveis, uma vez que a raspa tem característica similares ao pó de pneu derivado do processo de granulação.

O pneu, após ser submetido a sucessivos processos de reforma, apresenta um desgaste ou comprometimento da carcaça que a torna inservível, ou seja, torna-se um resíduo pós consumo que não se presta mais a função de rodagem.

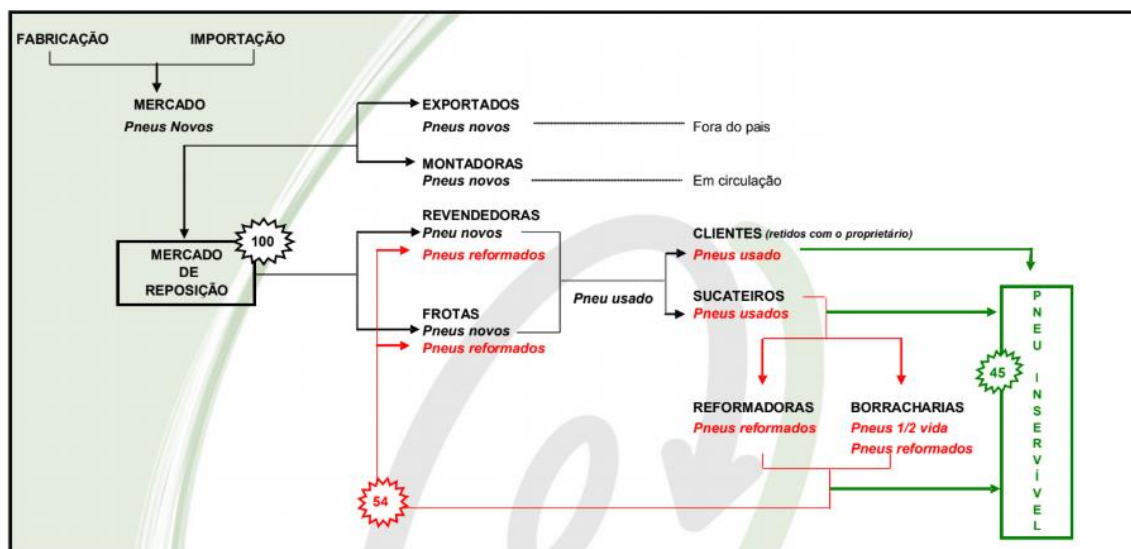
São os pneus inservíveis os resíduos pós consumo que precisam ser destinados de forma ambientalmente adequada e também o foco dos programas de logística reversa. Os pneus usados, com carcaças aptas a serem submetidas a processos de reforma, devem passar por esses processos visando o prolongamento da vida útil e o adiamento do aparecimento do resíduo, em consonância com as melhores práticas de sustentabilidade da indústria.

5.1.2. O ciclo de geração do pneu inservível

Como indicado no item 3.1.1, os pneus novos são fabricados no território nacional e importados (inclusive pelos fabricantes nacionais) e são comercializados em 3 canais: mercado de reposição (RT), equipamento original (OE) e exportações. Os pneus exportados vão gerar resíduos pós consumo nos países de destino, os pneus vendidos para o mercado de equipamento original (OEM e montadoras) equipam os veículos e se encontram em fase de uso. Os pneus comercializados no mercado de reposição são aqueles que substituem pneus usados nos veículos através da troca.

A compreensão do fluxo de comercialização de pneus até o aparecimento do pneu inservível é necessária para identificação dos pontos de geração do resíduo pós consumo. Na Figura 18, apresenta-se o fluxo de comercialização de pneus até o aparecimento do pneu inservível; estima-se que a cada 100 pneus colocados no mercado de reposição, 45 sejam classificados como inservíveis, enquanto outros 54 retornem para reforma e são reinseridos no mercado.

Figura 18 – Fluxo e estimativa de geração de pneus inservíveis.



Fonte: Reciclanip (2007).

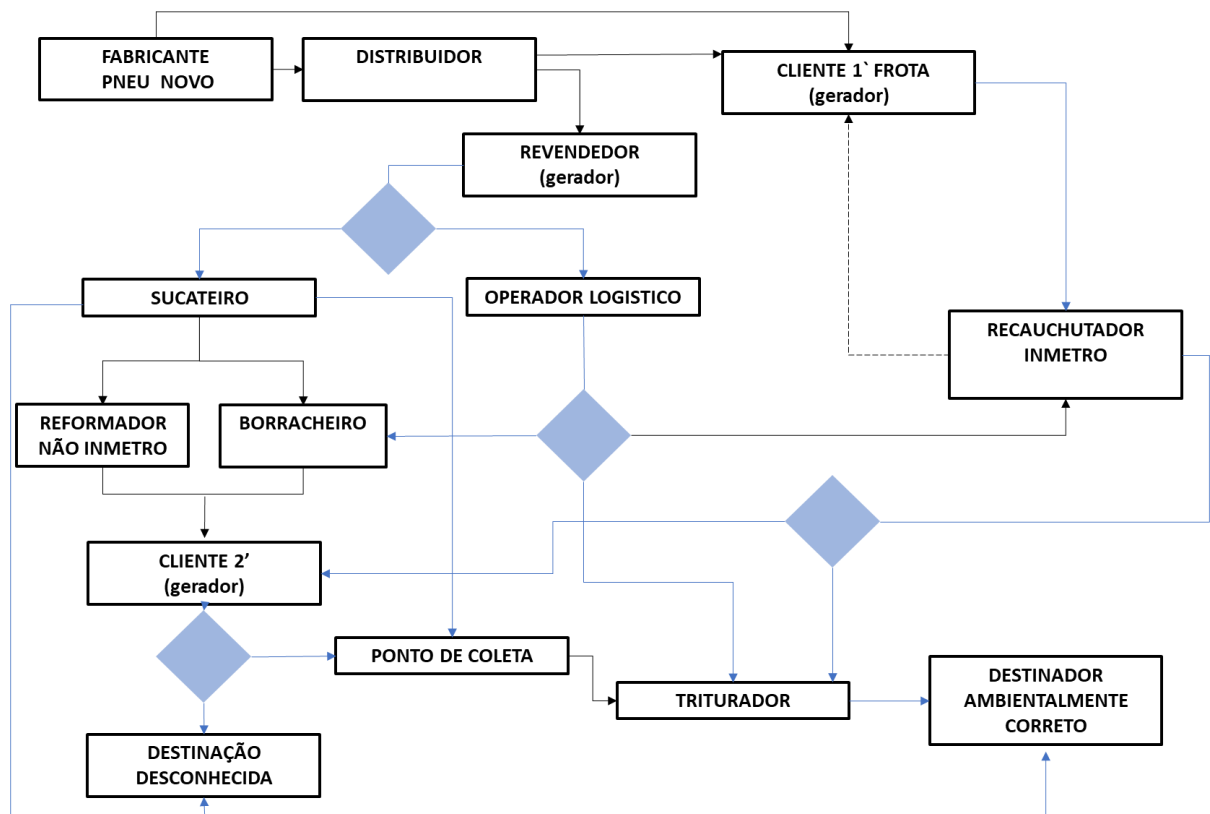
O estudo fonte da Figura 18 foi tomado como referencial técnico para definição das metas legais no processo de revisão do CONAMA 258/99, porém os percentuais de geração definidos nesta pesquisa, não foram considerados para a definição das novas obrigações legais. A resolução CONAMA 416/09 determinou que 100% do mercado de reposição deve ser coletado e destinado de forma ambientalmente adequada pelo fabricante.

Com base na análise realizada durante a pesquisa de campo realizada para este trabalho aplicado, foi possível confirmar junto às empresas MAZOLA e CBL que o mercado de reposição é o gerador do pneu usado, mas não necessariamente o gerador do pneu inserível. A análise realizada na pesquisa de campo não permitiu quantificar se a relação de 1:1 (pneu usado: pneu inserível), definida na legislação, está correta.

Segundo MAZOLA e CBL empresas que atuam na coleta, e com base no diagnóstico realizado durante este trabalho aplicado em campo, foi possível confirmar que o mercado de reposição é o gerador do pneu usado, mas não necessariamente o gerador do pneu inserível. A amostragem realizada na pesquisa de campo não permitiu quantificar se a relação de 1:1 (pneu usado: pneu inserível), definida na legislação está correta.

Reconstruiu-se o fluxo de geração de pneus inservíveis com base no acompanhamento do operador logístico MAZOLA, com objetivo de detalhar as relações dos *players* entre cada etapa (Figura 19).

Figura 19 - Ciclo de vida de pneus: da fabricação à destinação final ambientalmente adequada.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

O pneu novo é fabricado e comercializado na rede de distribuição, grandes clientes e rede varejista. O mercado de reposição é caracterizado pelo ato da troca do pneu usado pelo pneu novo. A geração de pneu usado de passeio (carro) acontece nos **revendedores**, que são as lojas ou autocentros, e a geração de pneu usado de carga acontece em geral nas grandes **frotas** ou transportadoras. Quando se trata de **revendedores**, o cliente final é uma pessoa física que deseja fazer a troca, em geral, de apenas um pneu. Por questões de balanceamento do carro, e também comerciais, o cliente é motivado a fazer a troca do par de pneus do mesmo eixo: o pneu que motivou a troca, danificado, e o outro apenas usado. A lojas, em geral, não interferem na decisão do cliente caso este queira ficar com o pneu que foi retirado do veículo, exercendo seu direito de propriedade. Alguns estabelecimentos, que fazem o controle da geração de resíduos e de sua destinação final, dão início à formalização quando o cliente deseja ficar com o(s) pneu(s), pedindo que o mesmo assine um documento que atesta que levou o(s) produto(s) usados, responsabilizando-se pela destinação.

Existe uma dispersão na geração de pneus usados aqueles levados pelos clientes, podem virar proteção nas garagens, vasos, bancos ou qualquer outro artefato sem fins de mobilidade, ou ainda, podem ser vendidos para equipar outros veículos, mantendo a função original. Não há avaliação técnica realizada do pneu usado no momento da troca: cabe ao cliente final, que retirou um ou mais pneus do veículo, a decisão de mantê-lo(s) rodando em outro veículo. É assim que nasce o mercado secundário de pneus usados.

Quando se trata de pneus de carga, os clientes são, em grande parte, pessoas jurídicas como grandes frotas e transportadoras. Existem os motoristas agregados, que são pessoas físicas donos de caminhões, que prestam serviços para empresas transportadoras por este motivo, neste estudo a geração de pneus de carga será caracterizada como gerador – grandes frotas.

Os pneus de carga quando são trocados, são submetidos a uma avaliação técnica para que seja possível definir se aquela carcaça atende as exigências do INMETRO para ser submetida a algum processo de recauchutagem ou não, ou seja, há uma abordagem técnica não verificada no caso pneus de carros de passeio. O custo do pneu representa de 15% a 25% do custo total da atividade de transporte, o que faz a gestão de pneus em grandes frotas ser bem controlada. O gestor de frotas faz o acompanhamento do custo por quilometro rodado como indicador do desempenho dos pneus. Aqueles passíveis de reforma são encaminhados para as recauchutadoras, que realizam o serviço e devolvem os pneus recauchutados aos clientes para um novo ciclo de vida, e assim sucessivamente até que a carcaça se torne

inservível e uma nova reforma não possa ser feita, fazendo-se necessária então a destinação ambientalmente adequada. Os pneus de carros de passeio também podem ser submetidos a processos de reforma e há normas técnicas de análise de carcaça, mas é na linha de carga que este processo tem maior importância e impacto econômico para os clientes.

Este mercado é deturpado pela existência de empresas que fazem o processo de reforma em carcaças que apresentam defeitos não admissíveis numa triagem pela classificação da norma INMETRO (Portaria 554/2015). Os geradores de pneus usados, em especial de carga, em razão do potencial de ganho com a venda destas carcaças, são assediados pelas recauchutadores “não padrão INMETRO” para vender as carcaças usadas para reforma, ao invés de destiná-las de forma ambientalmente adequada.

O reformador “não-padrão INMETRO” realiza o processo de reforma, recupera a carcaça e encontra clientes no mercado secundário, aqui chamados de clientes de segunda linha (Clientes 2), uma possibilidade de recolocação para os seus produtos. As transportadoras ou grandes frotas preferem trabalhar com as empresas que comprem as carcaças, obtendo alguma receita em proveito próprio ao invés de fazer a gestão das carcaças como sucata e ter de executar todo o controle de destinação de resíduos exigido pela legislação sem nenhuma valorização. Quando as carcaças são vendidas como pneus usados, as empresas geradoras (frotas ou transportadoras) não precisam gerir os pneus usados como resíduos, além de conseguirem auferir lucro extra com esta comercialização. Caberia aos geradores reconhecer sua responsabilidade em comercializar um resíduo que não tem mais condição de rodagem, sem se preocupar com o caminho e aplicação que será dado. Negligenciar esta responsabilidade e não avaliar com quem está fazendo a comercialização das carcaças, coloca em risco os futuros usuários que poderão usar produtos que passaram por processo de reforma fora do padrão INMETRO e ainda potencializando o risco de descarte irregular do resíduo pós consumo, já que esta rastreabilidade do destino final não é exigida para os casos de venda.

Foram relatadas situações em que recauchutadores “não padrão-Inmetro” recuperam dois pneus com defeitos em locais diferentes, transformando-os em um terceiro pneu. Popularmente chamado de “peruca”, este é um aproveitamento informal que valoriza as carcaças compradas nos geradores e alimenta o mercado secundário.

A valorização da carcaça usada, estimulada pela busca de empresas reformadoras por esta matéria prima, tem influenciado a decisão de algumas transportadoras na decisão sobre como gerir seus pneus usados. Ao invés de as transportadoras maximizarem o número de carcaças reformadas para uso dos pneus recauchutados na sua própria frota, muitas delas estão

optando por vender as carcaças ao final da primeira ou segunda vida para não mais gerir resíduos desta natureza. Se o preço do pneu novo está baixo, pode-se concordar que se trata de uma estratégia viável, mas se o preço dos pneus novos aumenta, não é recomendado que as transportadoras ignorem a redução de quilometro rodado possível com a recauchutagem.

Neste contexto, foram observadas 4 empresas transportadoras que são clientes da CBL. Em duas delas, nos relatórios de sustentabilidade, a gestão de resíduos de pneus não aparece como problemas ambientais a ser tratado. Há o compromisso de dar destinação ambientalmente adequada aos pneus, mas este item não é identificado na matriz de materialidade das transportadoras. A maior preocupação ambiental dessas empresas diz respeito às emissões oriundas de uso de combustíveis de fonte não renovável (diesel), e as principais ações estão voltadas à mudança da matriz energética para alternativas mais sustentáveis.

A decisão de diretoria da CETESB N°1114/2019/P/C, de 23 de outubro de 2019, estabelece um “procedimento para incorporação da logística reversa no âmbito do licenciamento ambiental” determinando que todos os empreendimentos sujeitos ao licenciamento ordinário no estado de São Paulo precisam estabelecer um programa de logística reversa para pneus (CETESB, 2019, p. 01). As empresas, que são submetidas a processos de licenciamento ordinários precisam comprovar tal destinação.

Para a destinação dos pneus inservíveis, as empresas (revendas ou frotas) podem optar pela contratação de empresas de prestação de serviço de destinação ambientalmente adequada, porém como existe um mercado secundário que valoriza pneus usados como meia-vida ou que consegue comercializar carcaças não compatíveis com a norma INMETRO para reformadores de segunda linha, existe um debate interno sobre como administrar tais resíduos. As duas alternativas consideradas são: por meio de arrecadação ou através de garantia de destinação final. Uma carcaça de pneu de carga pode variar de R\$ 10 a R\$ 200 por unidade, em função do estado de qualidade da carcaça para reuso ou reforma.

Vale ressaltar que as empresas fazem uma marca de fogo nos pneus, o que literalmente torna os torna uma propriedade dessas organizações ao longo da vida útil do produto. Uma destinação incorreta, que cause danos ao meio ambiente e que permita vínculo com a empresa proprietária, pode comprometê-la como solidária no dano ambiental flagrado. Por isso, há empresas que destroem tal marca antes de fazer a destinação para não poderem ser identificadas. Esta parece ser uma prática corriqueira nas transportadoras para todos os casos de destinação.

Os sucateiros são empresas, formais e informais, que compram os resíduos nas lojas e frotas e os vendem para borracheiros e reformadores, os sucateiros comercializam os pneus, por vezes, sem adoção de critérios de qualidade e formalidades fiscais. Os pneus podem ser vendidos como ½ vida quando têm alguma possibilidade de rodagem, ou para reforma, mesmo que não atendam às exigências do INMETRO. Os sucateiros em geral compram todo o lote de carcaça da transportadora e pagam “uma pela outra”. Os pneus inservíveis que não podem ser aproveitados no mercado secundário são destinados geralmente nos pontos de coleta do sistema Reciclanip podem também ser levados diretamente ao triturador ou destinador, ou ainda ser descartados de forma irregular ou desconhecida. Quantificar esses caminhos não foi possível neste trabalho. Os sucateiros não fazem rastreabilidade da destinação ambientalmente adequada do volume retirado nos estabelecimentos e nem sempre fazem da destinação correta com empresas licenciadas para tal função. É importante notar que os sucateiros são fonte de geração de inservíveis, mas precisam de incentivos financeiros para concentrar e depositar os resíduos em locais adequados.

Os operadores logísticos são empresas de gestão de resíduos que, inicialmente, ofereciam a prestação de serviço de destinação ambientalmente adequada para os geradores, mas tiveram que adequar seus preços para não cobrar dos geradores por esses serviços, pois foram pressionados pela valorização das carcaças no mercado secundário. Os operadores logísticos tratam também o lote de sucata do gerador e fazem a triagem: comercializando os pneus meia vida para borracheiros e aqueles, adequados à reforma (as carcaças classificadas pelo INMETRO) para os reformadores, e depois destina os pneumáticos inservíveis para trituradores ou destinadores ambientalmente adequados licenciados, que garantem a certificação ambientalmente adequada desta operação.

A dificuldade de fiscalização e a falta de uma estrutura de cadeia reversa que remonte à linha de comercialização acabam por direcionar os resíduos pós consumo (pneumáticos inservíveis) para sucateiros e operadores logísticos.

Os pontos de coleta são os locais abertos ao público, para descarte responsável dos pneus criados pelo sistema Reciclanip. Todos os pneus que chegam aos pontos de coleta são encaminhados para trituradores e destinadores pela Reciclanip. Os trituradores são empresas licenciadas pelas autoridades competentes e são fornecedores de serviços para a Reciclanip. Já os destinadores são empresas licenciadas para destinação ambientalmente adequada e podem ser prestadores de destinação para a Reciclanip ou clientes dos insumos derivados de pneus

inservíveis. Os principais tipos de destinação são: coprocessamento, laminação e granulação e pirólise.

A valorização do aço estimulava a queima de pneus a céu aberto para posterior comercialização do metal remanescente, interferindo de forma negativa na poluição do ar. Apesar da proibição de queima a céu aberto, disposição em rios e no mar, bem como em aterros, há dificuldade de fiscalização e de caracterização do crime ambiental, que acabam por contribuir para a disposição inadequada de um percentual dos pneus inservíveis. Ainda que proibido pela resolução CONAMA 416/09, a queima a céu aberto não tem tido consequência de crime ambiental, mesmo quando identificados casos de flagrante em que pneus são queimados em manifestações ficando evidente o dano ambiental.

5.1.3. O programa de logística reversa – Sistema Reciclanip

As metas, estrutura e resultados do programa de logística reversa de pneus são descritos no Quadro 11. Neste quadro considera-se, que todas as empresas descritas no CTF-IBAMA fazem parte proporcionalmente do sistema Reciclanip.

Quadro 11 - Resumo das obrigações legais e resultados do programa de logística reversa de pneus.

	Item	Descrição	Valores	Complemento
Metas	Resolução CONAMA 416/09 IN IBAMA N° 11 / 2018 Lei 12.305/2010 Art 33, III	Coletar e dar destinação ambientalmente adequada de 100% do mercado de reposição Meta = Mercado de reposição * fator de desgaste (F) MR = P + I - E - EO Pontos de coleta em cidades acima de 100.000 hab.	Meta nacional = 574.933,44 ton Meta fabricantes = 426.393 ton	P= produção I = Importação E =Exportação EO = venda para montadoras F =0,7 = fator de desgaste Pneu inservível = 0,7 pneu novo
Estrutura	Pontos de coleta	1949 pontos de coleta		
	Trituradores	36 empresas		
	Destinadores (empresas *) *= <i>sites industriais diferentes que pode ser da mesma empresa</i>	coprocessamento - 22 laminação - 27 granulação - 26 Pirólise - 2	coprocessamento - 57,64% laminação -16,84% granulação - 23,84% Pirólise -1,64%	
	Gestão Reciclanip	investimento	R\$ 100milhões anuais	
Resultado	Quantidade destinada	446.980 toneladas	104,83%	sim

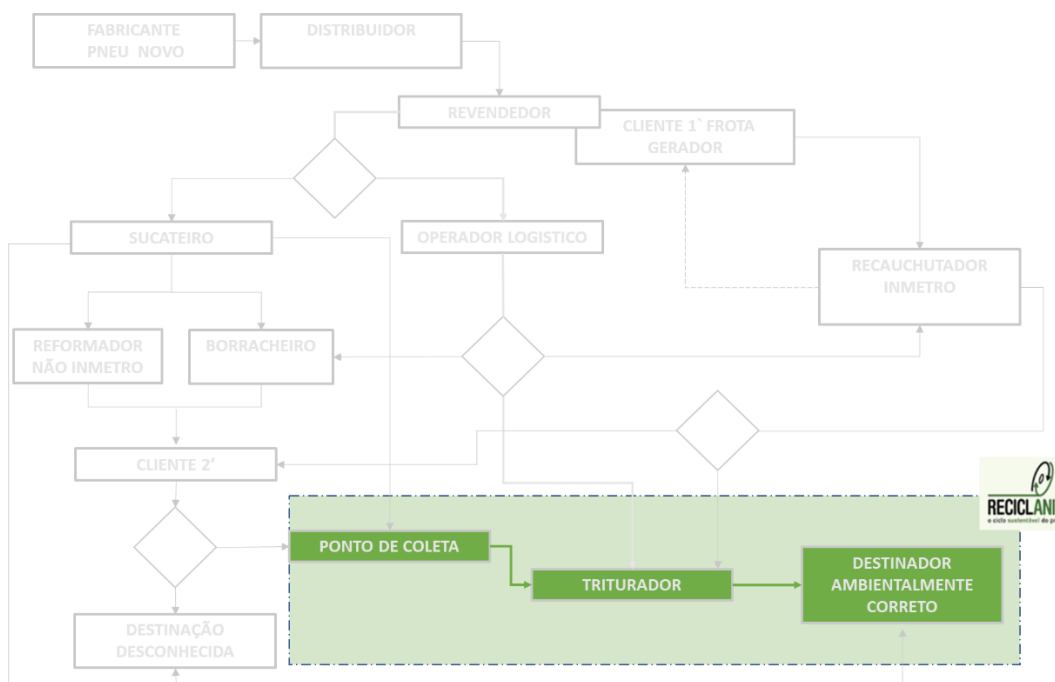
Fonte: Adaptado de IBAMA (2019).

O pneu inservível não volta a ser pneu novo e deve ser destinado a outras cadeias produtivas, lembrando-se que a reforma não é considerada como destinação pois o pneu continua a ter o uso original. A logística reversa do sistema Reciclanip está baseada no desenvolvimento de um novo mercado consumidor dos derivados de pneumáticos inservíveis.

O programa de coleta e destinação busca captar pneumáticos inservíveis em pontos de coleta, atuando em parceria com poder público municipal e entes privados locais, ou por meio de financiamento da coleta difusa, para alcançar as metas legais, e encaminhar tais resíduos para a destinação ambientalmente adequada, buscando rentabilidade para este processo.

As etapas do ciclo de vida do pneu consideradas no programa de logística reversa do sistema Reciclanip são apresentadas em destaque na Figura 20.

Figura 20 – Etapas do ciclo de vida de pneus considerados no Sistema Reciclanip



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

O sistema Reciclanip tem atingido os resultados esperados: há uma década os fabricantes de pneus atendem às metas definidas pela legislação

Como mencionado anteriormente, ainda que o objetivo de desenvolvimento das destinações seja de transformar o resíduo pós consumo (pneu inservível) em insumo com valor agregado para a outras indústrias, este objetivo ainda não está integralmente atingido, pois ainda é necessário um subsídio pela Reciclanip para que estes volumes sejam atingidos.

Este subsídio acontece pelo pagamento de coleta difusa ou compra de certificado de circuito completo de empresas prestadores de serviço.

Existe um objetivo comum dentre os membros da cadeia de destinação que buscam a valorização do pneu inservível por meio do desenvolvimento da destinação.

5.1.4. O papel de cada membro da cadeia no programa de logística reversa

Para estudar o papel de cada ente da cadeia de valor com a finalidade de entender o programa conforme as categorias de GSCM, foi realizado o recorte gerador, operador logístico (MAZOLA), triturador e destinador (CBL) sob a gestão Reciclanip (Figura 21). O levantamento dos dados foi obtido pela empresa MAZOLA no papel de operador logístico e a CBL no papel de triturado e destinador. Todos os dados que não tiverem as fontes apresentadas foram fruto das entrevistas com estas duas empresas.

Figura 21 - Fluxo simplificado da cadeia de pneus - recorte da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Para autores como Andersen e Skjoett-Larsen (2009) e Jenkins (2001), as empresas podem ser responsabilizadas não apenas pelo que ocorre no ambiente intra organizacional, mas também por práticas ambientais, empregatícias e comerciais dos seus parceiros que fornecem produtos e serviços de forma direta ou indireta (OCDE, 2019). Neste contexto vale a observação se o programa tem capacidade de influenciar os comportamentos de seus parceiros e fornecedores.

Não há acordo setorial estabelecido para pneus ainda que a PNRS determine a responsabilidade compartilhada como princípio da política. Este fato adicional a forma como o programa está estruturado, acaba por deixar a cadeia de comercialização e de reforma sem relação direta com o gestor do programa de logística reversa, ou seja, a Reciclanip não atua nos reformadores e nos distribuidores ou lojas diretamente.

O programa de logística reversa do sistema Reciclanip disponibiliza pontos de coleta para o descarte responsável de qualquer membro da sociedade.

O modelo de GSCM sugere que o fabricante apresente uma proposta de valorização para sua cadeia de comercialização. A estratégia encontrada pelo setor no Brasil foi criar pontos de coleta para dar alternativa de descarte responsável para todos os elos da cadeia, de consumidores a revendedores, permitindo o descarte responsável e em paralelo desenvolver o mercado consumidor dos pneus inservíveis como insumo para novas cadeias industriais.

O programa nacional não foi criado com incentivos para a rede varejista contribuir com o sistema de cadeia reversa como propôs Atasu (2008). A alternativa escolhida não envolve a cadeia de comercialização, distribuidores, revendas e geradores, não incentiva a criação de uma cadeia de custódia reversa. A base do programa está na caracterização do problema ambiental e o potencial impacto negativo em caso de descarte irresponsável, e sob este apelo envolver o poder público para auxiliar na fiscalização do descarte irregular e garantir o descarte adequado nos pontos de coleta cuja a responsabilidade a partir deste ponto passa a ser da empresa gestora do programa.

Como no Brasil há metas quantitativas para a serem cumpridas determinadas pela Resolução CONAMA 416/09 e como vimos na proposta de Atasu (2008), a remuneração é um recurso de motivação; estratégia adotada para garantir o volume total, foi dar incentivos financeiros para estimular a coleta e o consequente cumprimento dos volumes legais. A estratégia passou a ser de pagar pelo transporte ponto a ponto que rapidamente evoluiu para a remuneração da coleta difusa. O transporte ponto a ponto se dá quando os pneumáticos inservíveis são retirados do ponto de coleta ou loja para o triturador ou reciclador diretamente e neste caso, se remunera o equivalente ao transporte daquele trecho.

As empresas trituradoras preocupadas com a garantia de fornecimento da matéria prima para seu negócio e com objetivo de fidelizar sua parceria com a gestora do programa, passaram a fazer a coleta, para aumentar o vínculo da prestação de serviço, mas sem declarar a informação da origem de sua coleta, negociando um preço padrão para um raio de coleta determinado. Neste acordo não há necessidade de informar a origem e o triturador é remunerado pela chamada coleta difusa.

Todo o volume entregue em um reciclador ou coletado por este, recebe uma remuneração pela tonelada de inservíveis coletados. Com esta remuneração o triturador passou a comprar pneus inservíveis, em especial nos grandes centros onde há concentração de destinadores. Esta valoração dos serviços ambientais de coleta, passou a mensagem para o

mercado (revendedores, reformadores e clientes) da valorização do pneu inservível. A carcaça inservível vem ganhando preço, ano a ano, em função do aumento da demanda ocasionada pelo crescimento das alternativas de destinação do país.

O objetivo do programa é conseguir sustentabilidade financeira para o programa e os custos têm sido significativamente reduzidos pelo aumento da quantidade de destinação que começam a concorrer pela carcaça disponível.

Este ciclo de valorização é um ciclo perverso pois, ainda não há valor efetivo do pneu inservível para todo o volume da exigido na legislação. Se a coleta não for subsidiada pelo gestor do programa, através da remuneração da coleta difusa, o triturador informa que não consegue arcar com os custos integrais de transformação para destinação final com as destinações atualmente desenvolvidas. A busca por destinações sustentáveis ambiental e financeiramente é objetivo de todos.

Esta dinâmica de valorização, enquanto não for real, fortalece os sucateiros e estimula o aparecimento de novos coletores que vislumbram na remuneração pela coleta difusa um negócio, provocando praticamente o aparecimento de “catadores de pneus”.

Neste momento em que, sucateiros, operadores logísticos e recicladores (trituradores e destinadores), são remunerados pelo gestor do programa pela coleta, apresentando ao mercado uma valorização dos pneus inservíveis, ocorre a alteração da percepção da problemática ambiental que deveria ser o pilar para o engajamento dos elos da cadeia no programa de logística reversa.

O objetivo de transformar os pneus inservíveis, em resíduo de valor positivo é justo, mas esta precisa ocorrer através do efetivo reconhecimento do valor energético ou valor dos materiais contido nos derivados de pneus inservíveis como insumo para novas cadeias.

No Brasil, para o tratamento dos pneus inservíveis nos geradores, não foi institucionalizado um operador logístico homologado pelo gestor do programa, para atuar nos seus clientes e na rede de comercialização com a gestão dos resíduos pós consumo em um modelo de cadeia de custódia. Como há uma fuga para o mercado secundário, há a dispersão dos resíduos que precisam ser coletados por incentivo econômico e como não há acordo setorial para envolver a cadeia, o programa estabelece uma remuneração que acaba por provocar uma distorção do status de valor agregado deste resíduo e de minimiza a percepção de risco ambiental, já que tem valor monetário associado.

No caso de resíduos pós consumo, os geradores são os usuários, mas, no ato da troca, nos estabelecimentos comerciais, o resíduo deixa de ser do gerador e passar a ser de

responsabilidade do varejista. As grandes frotas ou transportadoras tratam os pneus usados com resíduo de sua atividade que recebem o mesmo tratamento através da comercialização para sucateiros ou encaminhamento para operadores logísticos.

Independente da legislação, os estabelecimentos comerciais querem atuar de forma ambientalmente adequada, mas, não abrem mãos da receita potencial deste resíduo existente quando comercializado no mercado secundário.

Como o operador logístico faz a classificação com rastreabilidade e sob critério técnicos previstos em normas, o percentual de sucata reaproveitável para este é bem menor que a de um sucateiro que, comercializa em circuitos “não INMETRO” os pneus usados, daí, a concorrência entre sucateiros e operadores logístico pela sucata nas lojas e a percepção do mercado de valorização do pneu inservível conforme retratado pelas empresas MAZOLA e CBL. Como não há interferência do fabricante para a prática responsável dentro de uma cadeia de custódia para este resíduo, não há vínculo direto da geração da sucata no estabelecimento comercial ou cliente, com o programa de logística reversa do sistema Reciclanip.

O fabricante no ato da venda do novo, apresenta a existência da Reciclanip como programa de destinação, mas não faz nenhuma condição de que o cliente tenha de participar com seu resíduo deste programa para contribuir com as metas de logística reversa dos fabricantes.

- **Operador Logístico: MAZOLA Ambiental**

Fundada em 1991, a MAZOLA Ambiental iniciou sua operação com a missão de ser uma empresa privada, especializada em Gerenciamento Ambiental, Logística Reversa, Reciclagem, Rastreabilidade, Triagem, Descaracterização e Destinação Final de resíduos, oferecendo soluções sustentáveis para seus parceiros (MAZOLA, 2019).

Cerificada ISO 9001 e ISO 14001, a empresa com matriz em Valinhos/SP e filiais em Curitiba/PR, Canoas/RS e Duque de Caxias/RJ, atende todas as regiões do Sul e Sudeste (RS, SC, PR, SP, MG e RJ). Com 65 funcionários, a empresa possui frota própria de 30 caminhões dedicados para a gestão dos resíduos. A empresa realizou em 2019 mais de 6.000 coletas movimentando um total de 9.288 toneladas de resíduos dentre os quais estão 425 mil unidades de pneus usados.

A MAZOLA é prestadora de serviço de gerenciamento ambiental de resíduos especializada em gestão de auto centros. Tem programa de Rec-fil, de reciclagem de filtro de

óleo e ar, logística reversa de autopeças para remanufatura e gestão de pneumáticos usados. A empresa se diferencia pelo sistema de rastreamento desenvolvido internamente, chamado Rastrelog que, garante aos seus clientes uma gestão completa das informações e garantia do tratamento final de forma ambientalmente adequado para seus resíduos.

Hoje em dia, as tecnologias de informação e comunicação desempenham um papel fundamental na coordenação e integração das atividades do GSCM (DEKKER *et al.*, 2004). Problemas relacionados à integração das atividades de logística reversa dentro da organização, têm sido tratados por Chouinard *et al.* (2005), enquanto Daugherty *et al.* (2005) acham que o comprometimento de recursos com a tecnologia da informação leva a um desempenho superior do programa. Esta é aposta da MAZOLA: um sistema de rastreamento necessário para o controle da logística reversa em linha com as práticas de GSCM para que os clientes tenham segurança da operação e garantia da valorização dos seus resíduos.

Para o estudo de caso 1, a MAZOLA será analisada como operador logístico de pneumáticos inservíveis.

Aos seus clientes, a MAZOLA executa a carregamento, coleta, estocagem temporária, triagem, rastreabilidade, gestão da informação e destinação correta dos pneus. Realiza a comercialização dos pneus aptos, conforme INMETRO a serem reformados, para reformadores licenciados; recoloca no mercado os pneus que podem ser comercializados como meia-vida e, para aqueles classificados como inservíveis, é dada a destinação correta nos recicladores do sistema Reciclanip. Os pneus inservíveis da MAZOLA estão sendo destinados na empresa CBL.

Ao retomar a descrição do ciclo de vida, elaborada pela autora e descrita na análise setorial, fica claro o papel do operador logístico que, concorre com o sucateiro na gestão dos resíduos do gerador, mas é elo entre a geração do resíduo e sistema de destinação. O operador logístico não é contratado da Reciclanip pra efetuar a coleta porta a porta nos geradores, ele tem sua atividade de comercialização das carcaças e em relação aos inservíveis ele descarta em um destinador, no caso estudado a CBL e, é remunerado pelo destinador que compra seus pneus inservíveis com o recurso que recebe da Reciclanip com a coleta difusa.

- **Destinador: CBL Comercio e Reciclagem de Borracha Ltda.**

Fundada em 1988, a CBL é empresa especializada na valorização de resíduos de borracha e pneumáticos inservíveis, ofertando soluções de trituração para a transformação destes resíduos em novos insumos. Atuando em 5 estados, com 7 unidades industriais, a

empresa tem capacidade instalada para destinar, de forma ambientalmente adequada, mais de 150.000 toneladas de pneus inservíveis, o equivalente 1,5 milhões de pneus de carro anualmente.

Há mais de 30 anos neste segmento, a CBL se tornou referência na trituração e destinação de pneumáticos inservíveis. A empresa está capacitada a dar solução completa de gestão e valorização de pneus inservíveis e resíduos de borracha em todo o território nacional. A CBL é um dos maiores trituradores de pneus do Brasil. Em 2018 foi responsável pela trituração de 30% do total de pneus que foram encaminhados para coprocessamento (86.154 toneladas) nas cimenteiras e destinou de forma ambientalmente adequada pelo processo de granulação, 18.699,84 toneladas (CTF/IBAMA, 2019) sendo responsável pelo tratamento de mais 100.000 toneladas em 2018 conforme apresentado no Quadro 12.

Quadro 12 - Quantidade destinada ambientalmente adequada pela tecnologia de granulação pela empresa CBL por unidade de tratamento.

	Local	Quantidade (Ton)
CBL	Bahia	235,49
	Rio Grande do Sul	1.612,41
	MG	436,87
	São Paulo	3.898,97
	São Paulo	12.516,10
Total		18.699,84

Fonte: IBAMA (2019).

Importante destacar que neste total somam-se a fabricação de granulado e a de aço comercializado como sucata metálica pois, o relatório do IBAMA não abre campo específico para a informação do aço que é retirado no processo de trituração e granulação.

A CBL também aparece neste relatório como maior triturador de pneus para coprocessamento em 2018, respondendo por cerca de 31% do volume nacional, como apresentado no Quadro 3 (p. 54) e tem um papel de liderança na captação dos pneus inservíveis, tratando, em 2019, um total de quase 50.000 toneladas de pneus triturados para coprocessamento.

- **O gestor do programa: A RECICLANIP.**

A Reciclanip é uma associação sem fins lucrativos financiada pelos fabricantes nacionais para elaborar e implementar o Programa de Logística Reversa (PLR) e destinação ambientalmente adequada de pneumáticos inservíveis no território nacional. Os fabricantes, inicialmente articulados no grupo de meio-ambiente da ANIP, criaram em 2007 a RECICLANIP cuja missão é administrar o processo de coleta e destinação de pneus inservíveis em todas as regiões do Brasil, 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*”;
- Tornar-se referência em conhecimento e informação sobre destinação ambientalmente correta de pneus. (RECICLANIP, 2019).

Conforme mencionado por Rafael Martins, gerente da Reciclanip, o desafio, a partir de agora, é ampliar as destinações e tornar o pneu um resíduo de valor positivo”.

Dando continuidade a estratégia de criar um resíduo de valor positivo, a Reciclanip ganhou reforço em 2012 com a criação da EMDAPI – Empresa de Destinação Adequada de Pneumáticos inservíveis; está com fins lucrativos tem a finalidade de comercializar os subprodutos derivado da reciclagem dos pneus inservíveis.

O programa de logística reversa é uma resposta a legislação, uma estratégia ambiental do setor reativa. Como toda legislação de responsabilidade estendida do produtor o sistema da Reciclanip é a base de comando e controle cujo objetivo é minimizar os impactos negativos de um determinado produto ao longo de seu ciclo de vida.

O programa de logística reversa de pneus em 20 anos, passou por uma revisão de metas, desenvolveu todo um setor de transporte, trituração e destinação adequada, importante para o país. Como resultado do programa, de 1999 a 2017 foram recolhidos e destinados adequadamente 4,5 milhões de toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a 916 milhões de pneus de passeio. (RECICLANIP, 2019).

5.1.5. As relações na cadeia de pneus

Estas empresas estão interligadas pelo programa de logística reversa do sistema Reciclanip como resumido no Quadro 13.

O triturador é empresa contratada pelo gestor do programa para fazer a industrialização dos pneus inservíveis. Entende-se por industrialização a transformação de pneus inteiros em *chips* de pneus de diferentes tamanhos (CP70 e CP45)³. Os *chips* são usados como combustível alternativo via coprocessamento em fornos de cimentos ou são matéria prima para a granulação.

No caso da industrialização, o pneu é propriedade do gestor que, contrata o triturador para industrializar (triturar) e, é o próprio gestor, a instituição que comercializa os *chips* com os destinadores. Esta estrutura faz parte da valorização do resíduo pós consumo e da estratégia de transformar este resíduo em insumo de valor positivo conforme estabelecido pelo próprio gestor. Esta forma de atuação está alinhada com retorno do investimento necessário a ser feito aos fabricantes pelo financiamento do sistema ao longo dos últimos 20 anos de estruturação e desenvolvimento desta cadeia. A busca deste equilíbrio financeiro, retorno do investimento, é uma das práticas GSCM, neste caso o retorno do investimento, quando conquistado, estará concentrado no gestor.

A estratégia desta cadeia é a de criar valor para o pneumático inservível pelo desenvolvimento das destinações. O crescimento das destinações, aumentaria a demanda deste resíduo que, passaria a ter valor agregado motivando a coleta para transformação do resíduo em insumo para novas cadeias, eliminando o subsídio financeiro necessário e, ainda em vigor, pelos fabricantes para a coleta e destinação vis-à-vis o atendimento das metas legais.

O aumento da demanda de pneus inservíveis pela ampliação das tecnologias de destinação é o legado do sistema Reciclanip e a efetiva contribuição para melhoria da qualidade ambiental e redução da poluição relacionada e este resíduo pós consumo.

³ *Chips* de pneu de 70mm e de 45mm.

Quadro 13 - Quadro resumo das relações da cadeia de pneus.

	O QUE	PARA QUEM	COMO	PROPÓSITO
CLIENTE / GERADOR	Destina pneus usados da maneira mais rentável ou de acordo com a responsabilidade corporativa	Para si	Vende a sucata como pneu usado ou entrada sem pagamento o lote para gerenciadores de resíduos de pneus	Conseguir a melhor remuneração com a sucata sem correr riscos ambientais
OPERADOR LOGÍSTICO	Presta serviço de gerenciamento de resíduos	Para geradores	Coleta, triagem, gestão de informação e destinação correta	“Core-business” gestor de resíduo
	Vende carcaças 1/2 vida vende carcaças para reforma	Borracheiros recauchutadores	Diretamente ou por meio de distribuidores do mercado de segunda linha	Respeito a vida útil remanescente dos pneus usados remuneração para viabilidade de negócio de gestão de resíduos.
	Vende pneus inservíveis	Trituradores	Diretamente como venda de sucata de pneu	Remuneração para viabilidade do negócio já que não há pagamento pelo gerador como prestação de serviço.
TRITURADOR	Coleta pneus - transportador de ponto de coleta	Gestor do programa	Prestador de serviço de transporte. Pneu inservíveis podem ser transportados sem nf com ofício das prefeituras por conta e ordem do gestor por força da resolução Conama	Transporte de trituração e destinação
	Compra pneus inservíveis de diversas origens (coleta difusa)	Gestor do programa	Com base no peso entregue remunera do gerador ou o coletador (sucateiro ou operador logístico)	Captar pneus para ter volume para a trituração
	Industrializa pneus inservíveis transformando-os em <i>chips</i> de pneus em diversas granulotrias	Gestor do programa	Acordo de industrialização. O pneu é propriedade do gestor contrata o triturador para industrializar para posterior destinação	“Core-business” da empresa. O pneu é propriedade do gestor que contrata o triturador para industrializar o pneu colocando na especificação exigida para destinação

TRITURADOR (Cont.)	Coleta pneus	Por interesse próprio	Sem acordo prévio	Destinação do circuito completo para posterior venda do certificado de destinação.
DESTINADOR	Compra os pneus industrializados (<i>Chips</i> ou granulado)	Por interesse próprio	Compra derivados de pneus inservíveis como insumo para sua aplicação	<i>Core business</i> - Os insumos têm finalidade nas diferentes aplicações industriais.
GESTOR	Desenvolve pontos de coleta	Para o programa	Gestor vende para o destinador o pneu inservível industrializado dentro da especificação acordada.	Valorização dos derivados
	Aumenta a capilaridade da coleta difusa	Para o programa	Contratação de novas empresas	
	Contrata todos os transportes do circuito	Para o programa	Contratação de frete direto	Transporte: do ponto de coleta até o triturador e depois para destinador
	Desenvolve novos trituradores e destinadores	Para o programa	Desenvolvimento e contratação de novas empresas	Redução dos custos logístico e aumento da demanda de derivados de pneus inservíveis
	Gestão do programa: financeiro e administrativo	Para o programa		Controle das atividades e resultados

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A destinação via coprocessamento pode ser chamada de reciclagem energética dos pneus, que acontece com a transformação destes em *chips* para a recuperação do poder calorífico deste resíduo. O coprocessamento, de acordo com o ex-diretor de Tecnologia da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), Kihara (2015), é:

“[...] a tecnologia em que o mesmo forno que é usado para fazer cimento é também utilizado para destruir resíduos e material inservível. Neste processo, os resíduos industriais e os pneus são usados como combustíveis da chama dos fornos e também substituto de matéria prima (componentes do calcário e da argila e minério de ferro). Esse processo é totalmente controlado por agências ambientais e não altera a qualidade do cimento. Ao contrário, é uma tecnologia consagrada mundialmente e uma das responsáveis para que a indústria cimenteira brasileira seja considerada hoje uma das mais ecoeficientes do mundo, de acordo com o WBCSD – CSI. Essa é uma alternativa significativa para a destruição segura de resíduos causadores de passivos ambientais e doenças. O coprocessamento também contribui para mitigação das emissões de CO₂.” (KIHARA, 2015, p. 03)

O triturador é contratado pelo gestor do programa para a industrialização dos pneus em chip que são, posteriormente, vendidos para o destinador, como por exemplo venda de chip como combustível alternativo para coprocessamento.

No caso estudado, o triturador também possui uma unidade industrial de granulação. Este processo transforma os *chips* de pneus em granulado de borracha separando integralmente a borracha, o aço e o nylon. O aço é comercializado como sucata metálica para as siderúrgicas.

O granulado de borracha é matéria prima para quadra de grama sintética, piso poliesportivo e pisos recreativos. O granulado ainda pode ser refinado transformando-se em pó de borracha de diversas granulometrias; este pó, por sua vez, é matéria prima para asfalto modificado, artefatos de borrachas como tapetes esportivos, borracha de vedação, pastilha de freio, fabricação de composto de borracha e regeneração.

O asfalto-borracha é elaborado com o preparo da mistura asfáltica aproveitando resíduos sólidos, provenientes do descarte de pneus, para aprimorar características como resistência, permeabilidade e aderência das pistas de rolamento (ZANTARIN *et al.*, 2017).

O processo de granulação é onde ocorre a reciclagem da borracha contida nos pneus inservíveis. Os granulados podem ser pulverizados e o pó passa ser usado diretamente em alguns processos ou passa por um processo de mistura com óleo sob temperatura, chamado de regeneração da borracha.

Dentre as aplicações da borracha regenerada estão correias transportadoras, mantas de borracha para revestimento e isolamento acústico, fabricação de pneus novos maciços, de moto e bicicleta; e pré-moldado (banda de rodagem) para reforma de pneus. O regenerado é o

um novo produto, derivado de pneu inservível, que permite o reaproveitamento de parte do resíduo de pneu, na própria cadeia de pneumática. Em função de questões técnicas e de performance do material, o regenerado de melhor desempenho na aplicação pneumática é aquele fabricado com raspa de recauchutagem; ou seja, resíduo industrial da indústria de reforma composta apenas pela banda e rodagem e não dos pós provenientes do pneu inservível completo. Como o pneumático possui diferentes tipos de borracha para cada zona do pneu, a regeneração é diferente e as características destes compostos também. Daí a justificativa de usar apenas um tipo de borracha (raspa e lasca de pneus de carga) para ser submetida ao processo de regeneração para melhor desempenho nas aplicações técnicas. Pelo fato de haver disponibilidade de raspa e lasca e pela limitação técnica, não é conhecido uso de regenerado de pneus inservíveis em escala para a fabricação de pneus novos no Brasil.

A busca por soluções inovadoras e excelência operacional permitiu que a CBL, ao longo destes anos, se consolidasse como empresa capacitada a fazer a melhor valorização dos resíduos de borrachas crua e vulcanizada assim como os pneumáticos inservíveis. (CBL, 2019).

Segundo o modelo de classificação das operações verdes de GSCM, o operador logístico realiza a coleta, a inspeção, a classificação e encaminha para a pré - processamento (SRIVASTAVA, 2007). O desenho de uma rede de coleta conforme proposto no modelo de “*green operation*” de Srivastava (2007), não acontece para o caso do sistema de pneus. Não foi identificado na pesquisa de campo, uma estratégia de desenho da rede de captação envolvendo a cadeia de comércio. Conforme descrito no ciclo de vida de pneus, é o mercado de reposição, nas lojas e grandes frotas, no momento em que o pneu precisa ser trocado, os principais pontos de geração do pneu usado. Uma estrutura de coleta de forma coordenada, com definição das localidades para concentração e redistribuição para a reciclagem conforme proposto no modelo, não foi identificada. A coleta acontece pela busca de pneus, que ainda possam ser comercializados e, pelo subsídio pago pelo sistema gestor do programa, para as empresas prestadores de serviço de coleta efetuarem a coleta em locais não definidos chamado de coleta difusa.

Na cadeia de pneus existem todos os *players* descritos na estrutura clássica de logística reversa, quando se imagina a cadeia de retorno do pneu inservível através do circuito de comercialização, mas, o programa do sistema Reciclanip está estruturado a partir dos pontos de coleta sem envolvimento destes membros nem criação de uma cadeia reversa.

Interessante observar que como, até a data desta pesquisa, não há acordo setorial aprovado para pneus, ainda que previsto na PNRS/2009 e reforçado pela diretriz da CETESB/2019, apesar das empresas fabricantes estarem atuando de forma coletiva na associação de classe operacionalizando as soluções de coleta e destinação pelo sistema Reciclanip e desenvolvendo o mercado de aplicação de pneumáticos inservíveis via EMDAPI, não há um envolvimento direto da cadeia de comercialização (distribuidores, revendedores e clientes) com o compromisso das metas de logística reversa. Segundo um gerente de vendas e um dos fabricantes nacionais, não há como condicionar que uma rede de revenda faça a gestão de sua sucata de pneus com um determinado operador logístico. Ele ainda reforça:

“este é um serviço ofertado pelo mercado e que revendedor deve escolher o melhor para seu negócio; como a legislação não abrangem este elo da cadeia e as metas estão sendo cumpridas pelos associados da Reciclanip, o fabricante delega a Reciclanip a gestão e operacionalização deste tema”.

Desta forma, não havendo estímulo para a esforço extra meta de captação do resíduo ou de aceleração de processo de valorização, o programa fica limitado ao atendimento legal.

Os destinadores balizam os preços que podem pagar pelos derivados de pneus inservíveis, com base nos materiais convencionais ou outros materiais alternativos disponíveis para a mesma função. Atualmente os resíduos da indústria de reforma (raspa de recauchutagem) exercem um papel importante de interferência no mercado de derivados de pneus inservíveis pois, estes resíduos acabam por baratear o preço do pó do pneu proveniente da trituração e moagem do pneu inteiro, cujo mercado de destinação é o de granulação. Algumas aplicações aceitam o pó de raspa (como é chamado o resíduo industrial da reforma) no lugar de pó de pneu e estes têm custos de processamento muito diferentes. Pó de raspa é resíduo da indústria de reforma, ele é comercializado, mas como é resíduo da indústria de reforma tem preço muito variável em função da demanda e custo inferior a trituração de pneus. A questão é que, o custo para fazer a logística reversa de pneus desde: coletar, triturar, granular e moer, até chegar em tamanho equivalente ao resíduo de reforma, é bem maior que a simples captação de um resíduo de um processo industrial.

Este é um dos fatores que colocam teto na precificação dos derivados de pneus inservíveis. Outro caso, no coprocessamento, os pneus concorrem com outros resíduos e com o coque de petróleo que é combustível tradicional e este determina o limite de preço (R\$/gcal). Como o transporte é um custo muito alto em função das distancias continentais do

Brasil e há a exigência de se coletar em todas as cidades acima de 100.000 habitantes pela resolução CONAMA 416, esta equação não é fácil e este é o um dos principais desafios do setor: estreitar as distancias físicas entre a geração e a destinação para a viabilidade econômica da cadeia reversa.

5.1.6. Análise vertical do programa à luz das categorias do modelo GSCM

Para esta análise, foi considerada a definição de GSCM de Helms e Hervani (2005) que é motivada pela consciência ambiental e também pode resultar na competitividade entre as empresas (HELMS; HERVANI, 2005). No artigo em que buscam uma forma de avaliar a performance da GSCM, a logística reversa aparece como um dos pilares da GSCM.

GSCM = (Compras + Produção/operação + Distribuição) verde + Logística Reversa.

Reconhecendo logística reversa como um destes pilares da GSCM, em linha com definição acima e corroborado pela definição de Srivastava (2007) que, determina logística reversa como uma das práticas de operação verde, a análise do programa de logística reversa de pneus do Sistema Reciclanip foi realizada à luz das categorias pressões, *drives*, e práticas do modelo de GSCM de Wu *et al.* (2012).

Como o programa de logística reversa não tem interesse em focar na fase de manufatura do produto novo, as práticas relacionadas à gestão interna do modelo de Zhu e Sarkis (2004), não são tão relevantes para a análise do programa de logística reversa e esta análise é feita exclusivamente sobre as categorias do modelo de WU *et al.* (2012).

- **Pressões Institucionais**

Legislação

A pressão para a criação do programa de logística reversa de pneus foi integralmente baseada na legislação como visto anteriormente. Como a maioria dos programas de comando e controle determinado por regulação, o foco é na matéria prima ou no produto final de vida - resíduo pós consumo, não levando em conta o ciclo de vida do produto. (LHORACH *et al.*, 2015). No caso dos pneus, o objetivo é tratar o produto inservível, após sua vida útil, com

metas para coletar e dar destinação ambientalmente adequada reduzindo o impacto negativo do descarte irregular.

A legislação obrigou uma estruturação dos fabricantes que decidiram por se organizar de forma setorial e culminou na criação da Reciclanip/ EMDAPI como já mencionado, o que contribui para o desenvolvimento econômico de novas cadeia de valor, a partir de pneumáticos inservíveis. Com a obrigatoriedade de metas quantitativas de coleta e destinação, investidores em novas áreas relacionadas a destinação de pneus, como cimenteiras e fabricantes de granulado, tiveram maior segurança para implantação de seus projetos em função de compromissos assumidos com a instituição gestora do programa (Reciclanip) com o fornecimento de pneus inservíveis, o que culminou no desenvolvimento do mercado de derivados de pneumáticos inservíveis ao longo do tempo, como constatado no relatório do IBAMA. Prestadores de serviço de trituração e destinação, também sentiram confiança para investir neste setor, o que gerou o aumento do número de empresas atuando neste segmento, o que pode ser evidenciado pela diferença do número de empresas destinadoras no relatório de 2010 em comparação ao de 2019 e pela evolução da quantidade destinada ao longo dos 20 anos de programa, com destaque para última década, como demonstra a Figura 12.

Nos últimos 5 anos, com o atendimento das metas, percebe-se uma equalização da destinação como evidenciado na Figura 11. O crescimento é apenas em função do crescimento do mercado de reposição que varia em 0 e 3% ao ano. O programa, como tem por objetivo de atendimento a meta legais e financeiramente ainda não é autossustentável, entra em uma fase de estagnação na quantidade total destinada. Não se observa uma evolução contínua da destinação e sim uma gestão para atendimento da meta.

O que pode ser evidenciado é uma variação do “*mix*” dos tipos de destinação, com crescimento dos tipos que valorizam mais os derivados de pneus e uma redução daqueles com menor rentabilidade para a entidade gestora. Este fato é evidenciado pelo crescimento de granulação e redução de coprocessamento (Figura 12).

Mercado

A pressão do mercado para este caso, se dá pela sociedade e não como “mercado” no papel de cliente propriamente dito. Os problemas de saúde atrelados a proliferação do mosquito que, são associados a questão de água parada dentro de pneus velhos, alarmou a população e alertou para o impacto negativo e risco para a saúde humana neste caso,

colocando pressão sobre os fabricantes de pneus para o cumprimento da legislação em vigor. Eventos como Dia D de combate à dengue que, incluíam coleta de pneus na ação, fortaleceram a relação do pneu velho com os problemas de saúde humana e são até hoje, usados como pressão da sociedade.

A pressão do mercado no papel de cliente, não foi identificado para esta cadeia nas lojas ou frotas estudadas nesta pesquisa. Em nenhum momento foi observado a relação de que, a existência ou não de um programa de logística reversa ou do cumprimento da legislação, fosse usado como critério de escolha da compra de um determinado produto ou marca. Como o programa de LR de pneus é uma operação setorial ainda que, dividida em dois grandes grupos (importadores e fabricantes), esta pressão fica realmente minimizada já que o consumidor não tem muita alternativa de escolha no setor. No caso do sistema Reciclanip, o fabricante tem o sucesso e boa reputação em relação ao atendimento legal, mas esta prática não aparece como um diferencial competitivo. Os fabricantes também acabam por não usar esse programa na estratégia comercial pois não é um diferencial para as marcas.

No caso dos pneus gigantes de mineração, esta pressão aparece de forma expressiva pois, como visto anteriormente, os clientes condicionam a compra do produto novo de um determinado fabricante, em função da existência ou não de uma solução para si, que tem a responsabilidade como importador.

Concorrência

A pressão da concorrência só foi identificada para o caso dos pneus de mineração onde cada fabricante apresenta uma solução para seu cliente. A solução setorial minimiza o potencial de diferencial competitivo dentre os fabricantes nacionais.

- **Drives**

Suporte organizacional

Em relação ao *drives* apresentados no modelo, a Reciclanip/EMDAPI é o suporte organizacional bem estruturado que protege as marcas em relação a este tema. A instituição tem representatividade e é reconhecida pelo nome e acaba por blindar os fabricantes nos temas relacionados a esta operação para autoridades e na relação com os elos da cadeia de tratamento para destinação.

Capital social

A Reciclanip desenvolveu uma capital social importante. Possui uma relação simbiótica com seus prestadores de serviço gerando uma interdependência com a maioria das interfaces com que se relaciona: transportadores, trituradores e destinadores.

Com os fornecedores de transporte e prestadores de serviço de coleta, a entidade gestora precisa garantir recursos para que estes possam coletar o volume necessário sem deixar zonas geográficas sem atendimento visando a proteção em relação as pressões governamentais locais. A entidade gestora tem interesse em desenvolver a concorrência entre os prestadores de serviço, aumentando o número de empresas aptas a realizar a coleta e destinação, com objetivo de otimização dos custos e valorização dos derivados de pneumáticos inservível por aumento de demanda, mas precisa respeitar a escala de operação viável para ter um crescimento sustentável.

O sistema Reciclanip não desenvolveu uma capital social com a rede de distribuição varejista e grandes clientes de pneus novos. O operador logístico MAZOLA no papel de coletador, é um player reconhecido na ponta como alternativa de descarte responsável. Não há vínculo ou compromisso com a loja ou frota (cliente da MAZOLA), que a destinação dos resíduos aconteça no sistema Reciclanip por exemplo.

Como a instituição não atua na cadeia reversa, aquela que remontaria o resíduo pós consumo ao fabricante, segundo a definição mais clássica de logística reversa que propõe uma rede de captação (SRIVASTAVA, 2007) mas, na realidade, trabalha com foco no desenvolvimento das destinações ampliando o mercado consumidor de derivados de pneus inservíveis como insumos para novas aplicações, observa-se atuação variada e valorização diferenciada entre as regiões do território brasileiro em função do número de empresa prestadoras e destinadores instaladas em cada localidade.

Para os fabricantes, o capital social conquistado com a estrutura da Reciclanip/EMDAPI é significativo pela representatividade e atuação institucional e operacional que a associação executa para a gestão deste sistema. A associação protege as empresas da exposição com ministério público e autoridade de fiscalização e consegue, com este programa, relacionar seu produto – o pneu, como exemplo de práticas de operações verde.

Envolvimento do governo

O envolvimento do governo neste caso é evidenciado na coordenação do sistema de controle deste programa, que acontece no IBAMA e na colaboração da implantação dos pontos de coleta por meio dos convênios entre prefeituras e a instituição para promover a alternativa de descarte responsável para a sociedade.

Vale ressaltar que as metas quantitativas são impostas aos fabricantes e importadores sem exigência de responsabilidade compartilhada com a cadeia. O poder público exerce sua função de órgão fiscalizador ao cumprimento desta legislação, mas também contribui com o sucesso do sistema a medida em que consegue controlar, através de fiscalização, as práticas irregulares de destinação de pneumáticos inservíveis como: queima a céu aberto e descarte em rios e mares. Estas práticas, proibidas por legislação, eliminam pneus de forma irregular e dificultam o atendimento da meta pois torna aqueles pneus indisponíveis para a reciclagem adequada. Por este motivo é importante o papel fiscalizador e de poder de polícia das autoridades.

- **Práticas de GSCM**

Compras verdes:

Em relação as práticas propriamente ditas da GSCM e, o quanto o programa de logística reversa está alinhado em contribuir para a gestão “verde”, vimos que em relação a compras verdes o programa de logística reversa de pneus ainda não integrou um processo seletivo em seus fornecedores com este tipo de exigência. Observando a CBL como fornecedor da Recilanip não foi possível identificar uma cooperação do programa com os objetivos ambientais da instituição. Apenas a exigência de regularidade fiscal e ambiental, é suficiente para enquadramento com prestador do serviço deste sistema. A MAZOLA é uma empresa certificada ISO 14001 mas essa qualificação não foi uma condicionante para fazer parte do grupo de fornecedores deste sistema como preconiza as práticas GSCM (ZHU *et al.*, 2005). Não foi identificado a existência de auditorias com análise de performance de indicadores ambientais como critério de seleção de fornecedores do sistema Reciclanip.

Colaboração com clientes:

As práticas de GSCM sugerem uma influência no *tier 2* (fornecedor do fornecedor) em relação a comportamento amigável de responsabilidade ambiental (*eco-friendly*), porém isto

não é identificado nesta cadeia. A coleta difusa, por exemplo, pode receber pneus usados de pessoas físicas, carroceiros, borracheiros, independente da forma como este pneu chega no reciclador, por exemplo. Não há uma atuação de influência de responsabilidade ambiental para a cadeia usando esta estrutura de coleta que tem grande capilaridade na sociedade.

O programa de logística reversa – Sistema Reciclanip só trabalha com empresas licenciadas para operar como destinadores, com Cadastro técnico federal ativo para esta finalidade, mas não avança em exigência de práticas “verdes”, para seus prestadores de serviço que poderiam contribuir para a melhora ambiental da cadeia como um todo.

A Reciclanip em 2019 destinou de forma ambientalmente adequada 446.988 toneladas de pneumáticos inservíveis que foram transportados e encaminhados para a destinação (RECICLANIP,2019). Analisando a cadeia pesquisada, os pneus são coletados até o operador logístico, depois até o triturador e, em seguida, até o destinador. Isto significa que 1 tonelada destinada foi transportada de 2 a 3 vezes. A título de estimativa, considerando 3 vezes as 450.000 toneladas destinadas equivalem a 1.350.000 toneladas transportadas. Se o peso médio de uma carga de transporte, em todas as fases, for de 20 toneladas por caminhão, pode-se dizer que existem 67.500 mil caminhões rodando com pneus inservíveis bruto ou transformados no Brasil por ano entre coleta e encaminhamento para a destinação. Não foi observado que estes caminhões tenham uma estratégia de combustível renovável, por exemplo, orientado pelo programa de logística reversa.

Não foi identificado nenhuma relação da performance ambiental dos clientes, desde usuários pessoa física, lojas ou frotas que, apontassem a questão dos pneus como um problema e que usassem o programa logística reversa para melhoria do desempenho ambiental. Como a Reciclanip/EMDAPI é quem faz a comercialização dos derivados de pneus inservíveis para coprocessamento p.e, ainda que, este mercado melhore com o aumento da demanda, este ganho não é percebido diretamente pela cadeia de coleta e transformação (operadores logísticos e trituradores).

O aumento de volume interessa a toda a cadeia, pois significa um aumento de negócio para todos os membros, mas, como o frete é um custo importante na composição do custo total, observa-se que, ao invés do crescimento dos prestadores existentes há o aparecimento de novos prestadores e a pulverização de fornecedores regionais. Prestadores de serviço de coleta e trituração que estejam mais próximos da geração ou do destino, que permitam a otimização dos custos logísticos são priorizados, o que é justo já que o financiamento é feito pelo fabricante e o mercado não é financeiramente sustentável.

Segundo Beske e Seuring (2014) o desenvolvimento dos parceiros se dá “...pela melhora de seu desempenho e de suas capacidades na cadeia de suprimento, mas também, em seus negócios específicos”. O modelo de industrialização não permite que o triturador tenha crescimento no seu negócio através da valorização dos produtos derivados de pneus para coprocessamento p.e. No circuito de granulação a Reciclanip não atua como fornecedora de chip e este circuito é o de melhor rentabilidade para os negócios dos transformadores. O coprocessamento tem um teto de viabilidade, ao passo que a reciclagem dos materiais no circuito de granulação depende do desenvolvimento e valorização deste mercado exclusivamente. Este fato explica parte do crescimento de outras destinações em detrimento ao coprocessamento nos últimos anos (ver gráfico destinações - Figura 12). Para proteger seu negócio e buscar melhor rentabilidade os trituradores buscam alternativas de destinação nos circuitos de maior valor e começam a desenvolver soluções independentes.

Ecodesign:

A indústria tem uma forte atuação no desenvolvimento de produtos verdes, que reduzem o consumo de combustível durante o uso do produto e na construção de carcaça sólida, de tal forma que, se permita um maior número de reforma, prolongando a vida útil do pneu e a postergando o aparecimento do pneu inservível, porém, esta atuação não acontece coordenada de forma setorial e não está relacionada ao programa de logística reversa; ela faz parte do diferencial de qualidade e competitividade do produto de cada fabricante e não foi analisado neste estudo.

A mesma lógica se aplica a redução do uso de produtos perigosos na fabricação. Várias frentes existem e já foram implementadas pelo setor em território nacional em linha com normas internacionais, como a eliminação do uso de óleo aromático na composição dos pneus, mas estas iniciativas também não dizem respeito ao programa de logística reversa e mesmo fazendo parte do item do fundamento teórico não fizeram parte desta análise.

Em relação a concepção do produto para se permitir a reciclagem dos pneus e a recuperação dos materiais ao final da vida útil, como esta pesquisa teve foco na cadeia e no programa de logística reversa e não na fabricação do pneu novo, também não é possível fazer uma análise deste item.

O que vale ressaltar nesta análise é que a oferta de pó de pneu que, apareceu na última década em função do crescimento da indústria de granulação, estimulada pelo mercado de novas destinações de valorização material (aço e borracha) , tem relação direta com

estruturação do programa de logística reversa e passaram a chamar a atenção dos fabricantes de pneus novos, para a possibilidade de reuso de parte destes materiais (agora disponíveis), na fabricação de banda de rodagem e em alguns tipos de pneumáticos.

Regeneração é uma destinação que chegou a figurar no relatório do IBAMA (BRASIL, 2017) mas que foi englobado como granulação nos anos posteriores pois é uma das aplicações de pó de borracha. Em 2017, a fabricante Michelin anunciou, no cenário internacional, a compra da empresa Lehigh Technology, especializada em transformar, por meio de processo de criogenia, pneus inservíveis e resíduos industriais de borracha, em matéria-prima para a fabricação de novos pneus e outros produtos. Este movimento demonstra a preocupação dos fabricantes em buscar soluções dentro do próprio setor para a valorização dos derivados de pneus inservíveis.

No Brasil, o regenerado é utilizado em correias transportadoras, mantas, tapetes e pneumáticos, comprovando a capacidade, ainda que parcial, da inserção destes materiais como matéria prima em novos ciclos de fabricação.

Inovação é um tema que não está destacado no modelo de operações verdes de GSCM de Srivastava (2007) mas, é bem explícito por Beske e Seuring (2014) para as práticas SSCM e que vale uma análise complementar em relação aos programas de logística reversa.

Ao dar solução setorial para a questão da gestão do resíduo pós consumo as empresas absorveram os custos iniciais e continuam a coordenação de esforços para o desenvolvimento do mercado de destinação, mas como isto não é considerado um diferencial competitivo, agravado por ser uma imposição legal, não há uma concorrência natural entre os fabricantes na busca das soluções mais inovadoras. Não foi identificado durante a investigação aplicações de grande inovação nesta área que tenha sido estimulado diretamente pelo programa de logística reversa.

Retorno do investimento:

Nas práticas de GSCM a preocupação com a sustentabilidade financeira é identificada nesta dimensão. As questões relacionadas a comercialização e valorização dos resíduos industriais não foram analisadas pois, não estão relacionados ao programa de logística reversa.

Dentro deste tópico, a estratégia do sistema Reciclanip em promover a valorização do resíduo pós consumo e seus derivados está alinhada com as práticas GSCM. A reflexão necessária sobre este tema é relacionada a capacidade do programa de logística reversa em

coordenar de forma setorial e homogênea no território nacional este processo de valorização. Vale a ressalva que o direito de propriedade e a falta de acordo setorial não obriga a devolução do resíduo pós consumo para nenhum circuito de descarte responsável e que, a fiscalização para coibir o descarte irregular na extensão do território nacional, também não é de fácil execução, ainda que, de responsabilidade do poder público. A alternativa de dar incentivos econômicos para a captação dos pneus, como vistos na descrição do caso, limita a viabilidade em algumas localidades, em especial aquelas muito afastadas das empresas da cadeia de reciclagem sejam de trituradores ou destinadores. Nos casos em que, o custo de frete para captação é maior do que o potencial de valorização deste resíduo na aplicação, não há como garantir a destinação sem o subsídio de coleta difusa feito pela Reciclanip, o que contraria a prática de GSCM para obtenção do retorno de investimento para a cadeia. Esta alternativa de dar incentivo financeiro para a coleta não é viável para estes casos.

A estratégia de retorno de investimento pela venda de resíduo pós consumo e seus derivados, em linha com a prática GSCM, deve ser capaz de identificar o ponto equilíbrio da valorização do resíduo pós consumo. O ideal é que este valor seja o efetivamente pago pela destinação, sem subsídio do sistema criado para atendimento legal, para que seja considerado resíduo de valor positivo em um mercado sustentável.

A inflação identificada no preço do pneu usado no Sudeste, fruto do aumento de empresas aptas para trituração e destinação, não se reflete em localidades como centro-oeste, norte e nordeste e não é sustentável pois é uma valorização para economizar no frete, buscando o máximo possível nas proximidades e evitando a necessidade de ir buscar longe para o atendimento da meta. O aumento da demanda para destinação de pneus inservíveis gera um aumento do preço nas regiões próximas aos recicladores que se interessam em pagar para pegar o pneu usado que está mais perto, em detrimento a estruturar uma cadeia de coleta de longa distâncias e com maior cobertura.

O sistema, estruturado pela valorização do resíduo pós consumo, desenvolve de forma irregular o mercado de destinação e não garante a implantação de prática GSCM uniforme em todo o território.

5.1.7. Síntese do estudo de caso de pneus

O programa de logística reversa, criado por pressão de legislação com procedimentos para gestão uniforme e em nível setorial, tem execução limitada as metas da legislação. O fato de ser uma pressão legislativa reduz a ação das empresas em se posicionar como gestor

de prática GSCM e de ter um comportamento que seja um diferencial competitivo do ponto de operações verdes, já que o programa é uniforme para todos do setor. O mercado, seja ele clientes-consumidores ou a sociedade em geral, não reconhece o programa de logística reversa como um comportamento de adesão as práticas GSCM e sim como uma obrigação. A clareza da lei sob as bases de responsabilidade estendida do produtor, sem acordo setorial implementado, gera um conforto para os membros da cadeia, e estes, se sentem no direito de fazer o que melhor lhe convém face ao potencial ganho econômico imediato. Não é percebido um comportamento verde de cadeia reversa. A participação da cadeia é estimulada pelas eventuais vantagens financeiras que esta seja capaz de conseguir.

O programa de logística reversa de pneumáticos inservíveis tem bons resultados, já que há o cumprimento das metas legais e a respectiva redução dos impactos negativos relativos ao descarte irresponsável, mas não é educador ou influenciador das práticas GSCM na sua cadeia de suprimentos.

Este programa é limitado em relação a inovação. Foi identificado novas destinações sendo desenvolvidas graças a disponibilidade de pneumáticos inservíveis em função do programa de logística reversa, porém não foi observado atuação das empresas no ecodesign do seu produto em relação as oportunidades de usos dos derivados de pneumáticos inservíveis nas suas próprias cadeias. Esta conclusão deve ser considerada com ressalva já que não foi detalhada a pesquisa nesta categoria junto aos fabricantes.

O programa de logística reversa iniciado por obrigação legal não traz, até a data da pesquisa, retorno do investimento para a empresa que o gerencia, o programa é tratado como obrigação legal com administração de custos pelos fabricantes ainda que o objetivo seja de desenvolvimento da cadeia de destinação até a sustentabilidade financeira. Os custos foram progressivamente reduzidos com o aumento da demanda dos derivados de pneumáticos inservíveis, mas ainda não atingiram o equilíbrio.

Os benefícios reputacionais e de proteção aos negócios, que são benefícios reconhecidos pela implementação das práticas GSCM, são atribuídos ao setor e não à empresa, neste programa. Como o resíduo pós consumo tem impacto negativo ao meio ambiente e ainda não há desenvolvimento de soluções para consumo dos derivados em escala viável financeiramente, a legislação tem o papel de forçar a gestão dos resíduos pós consumo, estruturar a coleta e tornar o produto mais “verde”, disponibilizando-o para o aparecimento de novas ou consolidação das soluções existentes, em linha com as práticas GSCM.

5.2. Caso 2: Logística reversa para remanufatura de freio a disco - Sistema REMAN

O programa de logística reversa de freio a disco é baseado na estruturação da cadeia reversa para captação de resíduos pós consumo como matéria prima para o processo de remanufatura.

5.2.1. O produto e seu impacto ambiental

Composto basicamente de ferro fundido, o sistema de freio é um item de segurança do veículo e aporta dirigibilidade e controle ao ato de dirigir. O tipo mais comum de freio é o sistema de pinça flutuante com um pistão, que fica em uma parte fixa envolvente ao disco. Neste mecanismo há duas pastilhas que fazem a fricção com o disco e realizam a frenagem. O freio a disco funciona quando apertamos o pedal de freio gerando uma pressão hidráulica, essa pressão é passada por todo o sistema empurrando o pistão (que fica dentro da pinça de freio), onde as pastilhas também são empurradas provocando a fricção nos discos de freio. As pastilhas são as peças de desgastes do conjunto. Existem vários sistemas de freio para os diferentes tipos de veículos.

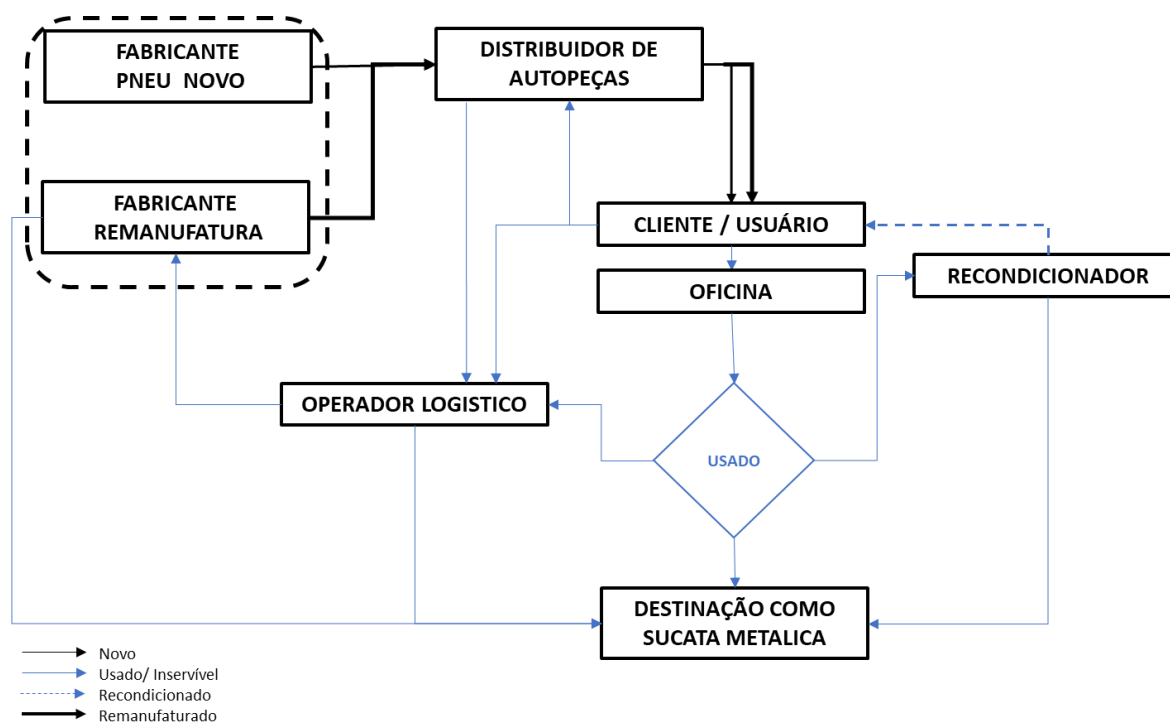
Para ilustrar a geração de resíduos pós consumo, será considerado um ônibus com três eixos: dianteiro, intermediário e traseiro. Este veículo é equipado com 6 conjuntos de freios. O eixo traseiro é o mais demandado nos trechos urbanos. A duração de um freio a disco é muito variável em função da localidade, tipo de via e dirigibilidade. Considerando a realidade do Estado de São Paulo, um ônibus urbano roda em média 7.000 Km/ mês, a pastilha do eixo traseiro dura cerca de 3 meses, ou seja, roda o equivalente a 21.000 Km aproximadamente. O eixo intermediário roda uns 5 meses e o dianteiro uns 8 meses. Isso significa que em 8 meses ou 56.000 km são enviados para manutenção nas oficinas 6 conjuntos de freios para trocas de pastilhas. O calíper, nome técnico dado ao casco usado, aguenta em geral 4 trocas de pastilhas. Assim sendo, em 150.000 quilômetros rodados, aproximadamente, há a geração de 6 calípers resíduo pós consumo de sistemas de freio a disco.

Este resíduo é classe II, composto basicamente de ferro fundido e pode ser recuperado como sucata metálica. Este não é um resíduo perigoso para meio ambiente nem para a saúde e não se tem conhecimento de problema ambiental característico e exclusivo proveniente deste tipo de resíduo se disposto de forma irregular.

5.2.2. O ciclo de geração do resíduo pós consumo de freio a disco

Os fluxos direto e reverso da cadeia de freio a disco são apresentados na Figura 22.

Figura 22 - Ciclo de vida de freio a disco: fluxos direto e reverso.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O sistema de freio a disco pode ser comercializado para o mercado OEM (*Original Equipment Manufacturer*) ou seja, vendido para equipar os veículos novos, ou podem ser comercializados para a o mercado de reposição, onde há a troca do produto inservível, aquele que não mais se presta para uso de rodagem por ter perdido funções e características de segurança e durabilidade exigidas para este produto.

O mercado de reposição, foco deste estudo, é a etapa de comercialização onde o cliente, necessita fazer a troca da peça usada por uma nova. A comercialização do freio a disco acontece a partir do fabricante do produto novo que, através da rede de distribuidores faz os produtos chegarem aos clientes finais, frotas e transportadoras. Em geral, os distribuidores não são exclusivos de uma determinada marca já que, no mercado nacional existem vários tipos de veículos equipados com diferentes marcas de sistemas de freios e os distribuidores precisam atender ao grande espectro de clientes. Os distribuidores são

multiprodutos e multimarcas como por ser evidenciado no catálogo de produtos de um dos principais revendedores⁴ de autopeças do estado de São Paulo.

O cliente, quando precisa fazer a troca da pastilha ou do conjunto do freio a disco completo, vai a uma oficina mecânica pois este componente precisa de mão de obra especializada para execução deste serviço. O profissional da oficina é conhecido como especialista e o local por vezes chamado de centro técnico. Este profissional faz um diagnóstico do sistema de freio e define a real necessidade de troca, avaliando se é necessário realizar a substituição do sistema completo ou apenas das pastilhas. No caso de necessidade de troca do sistema de completo, há o aparecimento resíduo pós consumo. O produto usado, por ter concluído sua vida útil, torna-se um casco usado cujo nome técnico é calíper.

Para repor o produto usado no veículo do cliente, o especialista tem três alternativas disponíveis no mercado para ofertar: 1- a colocação de um produto novo, 2- a troca por um produto remanufaturado e 3- o reparado para recolocação do produto recondicionado.

O recondicionador é o responsável pelo processo de reparo chamado de recondicionamento que, permite o prolongamento da vida útil do freio em quilometragem na faixa de 25% com custo equivalente a 20% do preço do novo. Este processo não reestabelece as características equivalente ao do produto novo. A percepção da equipe comercial do produto novo é quando cliente faz a escolha pelo recondicionado ele está motivado por questões financeiras, de disponibilidade de recursos imediatos ou pela urgência da reposição. O recondicionamento é uma forma rápida de recolocar o sistema de freio para rodar. Quando um produto usado é submetido ao processo de recondicionamento, este tem sua via útil prolongada pelo reparo e não há o aparecimento do resíduo pós consumo naquele momento. Neste caso, o cliente, proprietário da peça, fica com a mesmo produto, só que agora, recondicionado. Vários ciclos de recondicionamento são possíveis até que o produto se torne inservível e não seja possível executar mais reparos. Neste momento, a peça se torna resíduo pós consumo.

O remanufaturador, aquele que executa o processo de remanufatura, é o fabricante do produto novo que tem em suas instalações capacidade para executar a remanufatura de determinadas autopeças. O produto remanufaturado é a reconstrução do produto inservível em novo, executada pelo próprio fabricante ou por empresa homologada por este, e reestabelece ao resíduo inservível, as mesmas características do produto novo original.

⁴ Catálogo de produto do revendedor MORELATE (2019) disponível no Anexo 1.

O produto remanufaturado tem preço equivalente a aproximadamente 40% do preço do da peça nova e, ao ser submetido ao processo de remanufatura, o resíduo recupera a qualidade do produto original e tem uma nova vida útil viabilizada. Com características equivalentes ao produto original, o fabricante pode oferecer ao seu cliente um novo produto com desempenho para rodar a mesma quilometragem da primeira vida, garantindo o melhor custo por quilometro (CPK) do mercado. Na remanufatura, o cliente não executa o processo no seu próprio resíduo. Até existe este caso, mas eles representam menos de 2% dos casos de remanufatura e só acontece com clientes especiais, não sendo considerado para fins deste estudo.

O processo de remanufatura é utilizado para restaurar a função de um produto, tem capacidade de “retornar um produto usado pelo menos ao seu desempenho original com uma garantia equivalente ou melhor que a do produto novo. Um produto remanufaturado cumpre função semelhante a peça original e é remanufaturado usando o processo original industrial padronizado, de acordo com as especificações do fabricante” (APRA, 2012).

Segundo a *Automotive part remanufacturer association* (APRA), o número de componentes remanufaturado na Europa é de 35 milhões de unidades por ano. Esta associação estimou que em 2020 este número subiria para 39 milhões. Mundialmente falando, os consumidores optam por um produto remanufaturado em 75% dos casos em que há disponibilidade deste produto (TOLIO *et al.*, 2017). Este percentual motiva as empresas a investirem no aumento da qualidade e oferta dos produtos remanufaturados.

O processo de remanufatura de freio a disco, segundo a Knorr-Bremse, traz ganhos em relação ao material novo em função do potencial de redução do custo de matéria prima e energia. Um freio a disco remanufaturado consome apenas 10% de metal novo e demanda 10% de energia para ser processado, quando comparado ao produto novo. O processo de remanufatura de autopeças em geral, permite uma economia, que pode significar redução de 10% a 20% do preço para os clientes quando comparada com o mesmo produto novo (TOLIO *et al.*, 2017). No Brasil, o cliente consegue comprar um freio a disco remanufaturado ao preço de 30 – 40% do produto novo segundo a Knorr, porém, o processo de remanufatura é “volume dependente” e a captação do resíduo pós consumo é muito importante para viabilidade do produto remanufaturado no mercado.

Para execução do processo de remanufatura se faz necessário coletar os produtos usados e, para esta atividade, o fabricante desenvolveu parceria com um operador logístico. Para este caso, o operador logístico é empresa especializada na gestão de resíduos com

capilaridade para atuação em todo território nacional. Este é responsável pela coleta, triagem e transporte dos cálipers usados do gerador até o fabricante fazer a realização do processo de remanufatura. O modelo de negócio desenvolvido nesta parceria será detalhado na descrição do programa de logística reversa.

A geração do resíduo pós consumo acontece no ato da troca, na maioria das vezes nas oficinas. O número de pontos de geração no estado de SP é estimado em mais 3.000 locais conforme estudos do fabricante de autopeças. Este dado dá uma ideia da capilaridade e dispersão da geração difusa do resíduo pós consumo de freio a disco que pode ser encontrado nos clientes, nos oficiais ou nos distribuidores.

No capítulo de análise setorial foi apresentado as diferenças entre remanufaturado e reconicionado. O distribuidor trabalha com produtos novos de diversas marcas e com produtos remanufaturados, mas não comercializa produtos reconicionados. O distribuidor atua como um aliado do fabricante no desenvolvimento do mercado de produtos remanufaturado.

A geração do resíduo vai se concentrar, nas oficinas ou nos distribuidores em função da escolha de processo de gestão de produtos usados feita pelo cliente. O usuário que concorda em trabalhar com sistema de freio reconicionado, em geral usa este produto na totalidade de sua frota e não é fonte de geração de resíduo pós consumo. Da mesma forma acontece quando o cliente escolhe o uso de produto remanufaturado, neste caso, ele não faz uso do produto reconicionado e repõe seus produtos usados com produtos novos ou remanufaturados, em função da disponibilidade. Não é comum clientes escolherem remanufatura para uma parte dos produtos e reconicionamento para outra de um mesmo componente. A decisão de qual peça de reposição trabalhar está relacionada com o perfil de cada cliente.

Não foram identificados estudos quantificando a geração de resíduos pós consumo de freio a disco no Brasil. Segundo estimativa do fabricante, na cidade de São Paulo, a quantidade estimada de freio a disco em circulação é de 40.000 unidades. O mercado de reposição representa aproximadamente 20% deste volume. Com base nestes números pode-se concluir que existam 8.000 cálipers. Se for considerado que há 50% de possibilidade de se identificar onde há a geração de resíduo para que seja possível fazer a coleta, há uma disponibilidade potencial de 4.000 cálipers usados que podem ser transformados em produtos remanufaturados em SP. Atualmente a participação do remanufaturado no mercado de reposição está entre 10 e 20% apenas, o que demonstra o mercado promissor para os produtos

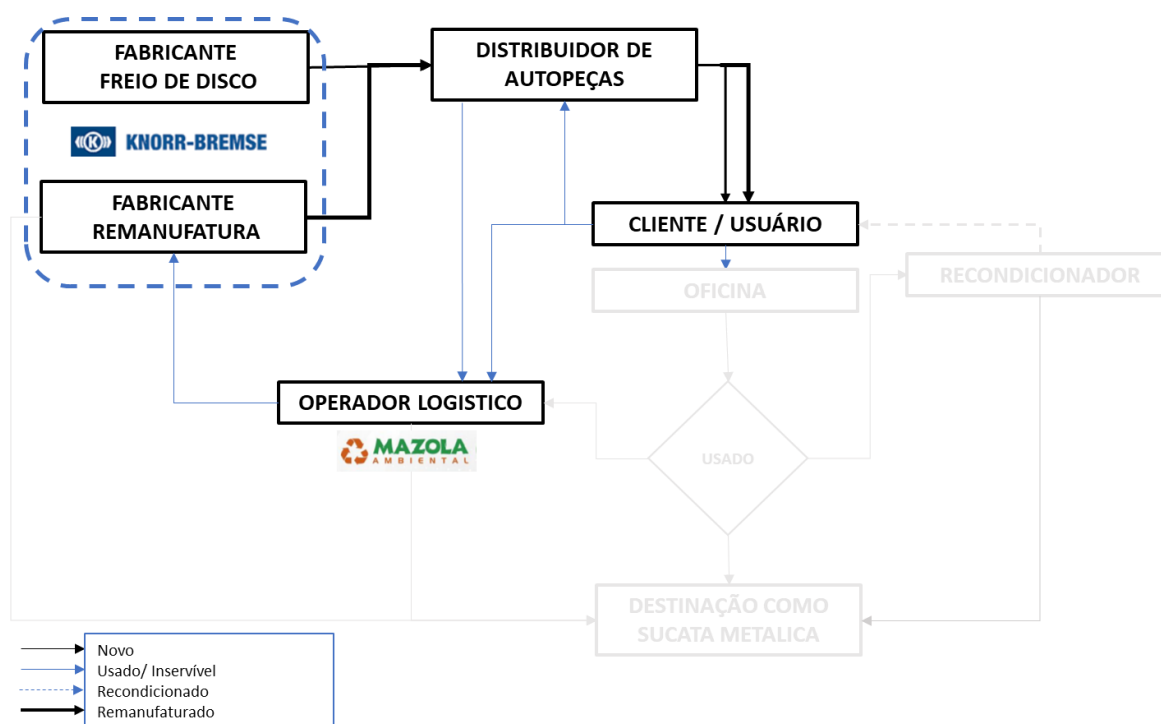
remanufaturados. A apresentação destes números tem como objetivo dar a dimensão da geração de freio a disco usado, com base no mercado de São Paulo, demonstrando o potencial para sua evolução.

O crescimento do mercado de remanufaturado está diretamente relacionado com a disponibilidade de resíduo pós consumo como matéria prima para o processo de remanufatura. A falta de resíduo pós consumo a ser usado como insumo para a remanufatura, limita a disponibilidade de produto para remanufatura e consequentemente o produto remanufaturado para o mercado de reposição.

5.2.3. O programa de logística reversa – Sistema REMAN Knorr-Bremse

O recorte da pesquisa relacionada ao Sistema REMAN Knorr-Bremse é apresentado na Figura 23. O programa de logística reversa de freio a disco foi desenvolvido com intuito de alavancar a quantidade de insumo para a indústria de remanufatura de freio a disco. As metas estabelecidas pelo próprio fabricante para seu negócio são relacionadas ao objetivo de crescimento de mercado. Não há legislação de responsabilidade estendida ao produtor, nem obrigações determinadas na PNRS que imponha metas de coleta e destinação para este produto.

Figura 23 – Fluxos direto e reverso da cadeia de freio a disco - recorte da pesquisa.



Fonte: Elaborada pela autora (2020).

A coleta é a primeira etapa do processo de recuperação, etapa onde os produtos são selecionados e transportados para a sofrerem processo de remanufatura. Os produtos usados são originários de diversas fontes e são levados para instalação de recuperação, concentrando os materiais (KRIKKE *et al.*, 1998).

5.2.4. O papel de cada membro no programa de logística reversa de freio a disco

A descrição dos fluxos direto e reverso do programa de logística reversa ilustrado na Figura 23 é detalhada a seguir, dando o enfoque na atuação de cada um dos *players* da cadeia.

- **Fabricante de produto novo e remanufaturado: Knorr-Bremse empresa responsável pelo programa de logística reversa de freio a disco da sua marca.**

O Grupo Knorr-Bremse, com sede em Munique é o fabricante mundial líder em sistemas de travagem para veículos ferroviários e veículos comerciais. Enquanto líder tecnológico a Knorr-Bremse promove há mais de 110 anos o desenvolvimento, produção, comercialização e serviço de modernos sistemas de travagem. Em 2017 a empresa atingiu um volume de 6,24 bilhões de Euros e empregou ao nível mundial aproximadamente 28.000 funcionários (KNORR, 2019)

A empresa é o maior player de remanufatura no mundo. A atividade de remanufatura é uma unidade de negócio consolidada na organização, com mais de 300 tipos de produtos remanufaturados, este “*business*” faz parte do serviço *aftermarket* da empresa (TOLIO *et al.*, 2017).

A Knorr-Bremse consolidou sua posição de liderança como fornecedor de freios a disco e sistemas completos para a indústria de veículos comerciais devido à introdução de desenvolvimentos significativos, como é o caso do monobloco design, o caliper do freio, o uso do "Splined Disc" (disco com ranhuras) que reduz as trincas provocadas pelo calor, bem como à melhoria contínua dos produtos no que diz respeito às expectativas do cliente. Em todo o mundo, a Knorr-Bremse já produziu quase 20 milhões de freios a disco.

A Knorr-Bremse, anunciou que está comemorando dez anos de remanufatura no Brasil. Em uma década realizando com sucesso esse processo dentro de suas instalações, a Knorr-Bremse chegou à marca de 250 mil peças remanufatura e recuperou cerca de 700 toneladas de matérias primas, entre alumínio e ferro. Com crescimento médio de 30% ao ano, a área de remanufatura da empresa no país tem capacidade atual para processar 3,5 mil peças

por mês. O balanço fortalece o compromisso da Knorr-Bremse com a sustentabilidade global e com os usuários, que podem contar com garantia, procedência e originalidade de todos os seus produtos remanufaturados.

"Implantamos a remanufatura no mercado brasileiro como uma grande iniciativa de recuperação de peças usadas, motivados por uma tendência de sustentabilidade mundial. Iniciamos com compressores. Ao longo dos anos, incluímos no processo os freios a disco, válvulas, acionamentos e servo embreagens. No primeiro semestre de 2015, a empresa passou a remanufaturar cilindros combinados (*piggyback*). Ainda este ano será lançado o calíper de freio a disco SN5 para aplicações de sete a dez toneladas em veículos comerciais, que também será mais uma excelente opção de peça remanufatura para o usuário. A Knorr-Bremse continuará investindo em infraestrutura e tecnologia, visando a expansão do processo de remanufatura com padrão de qualidade global" (GERMANO, 2015).

Destaca-se nesta fala que o processo de remanufatura é pertinente e aplicável a vários componentes, muitos foram concedidos de tal forma que fosse possível a recuperação dos resíduos em produtos novos. Freio a disco é um dos componentes passíveis de remanufatura, uma atividade aplicável a vários tipos de autopeças.

Para Jefferson Germano, gerente de *aftermarket* para o Brasil e América Latina da Knorr-Bremse, "a economia de recursos é um dos grandes benefícios do processo, fundamental para a preservação do meio ambiente. Durante todo o processo de remanufatura, os resíduos têm um descarte correto através de práticas em conformidade com as leis ambientais".

Além de contribuir para a sustentabilidade global, a remanufatura de peças na Knorr-Bremse tem o objetivo de oferecer ao mercado produtos com garantia, procedência e originalidade, incluindo atualizações tecnológicas de fábrica, a um custo mais acessível aos usuários - já que o preço do item remanufaturado é mais baixo do que um produto novo.

"A remanufatura de produtos é um processo realizado 100% dentro das nossas instalações. As peças usadas que chegam à fábrica passam por um criterioso processo de restauração, o qual inclui a desmontagem de todos os itens do componente, inspeção e lavagem das peças. Substituímos os itens não mais utilizáveis por outros novos, considerando todas as atualizações tecnológicas. O processo é finalizado com a montagem da peça e testes finais de qualidade. O produto sai da fábrica Knorr-Bremse certificado com a mesma garantia de um item novo. Por isso, nossos produtos remanufaturados são tão seguros, confiáveis e ajudam a estender a vida útil dos veículos", destacou Germano. (Knorr, 2019 p. 01).

A Knorr-Bremse desenvolveu seu programa de logística reversa para potencializar a captura de resíduo pós consumo e aumentar a atividade de remanufatura no Brasil. Em 2019

as vendas de produtos remanufaturados representaram 21% das vendas de produtos novos se somados os mercados de reposição e equipamento original.

A participação de produtos remanufaturado, se considerado todos os componentes da Knorr-Bremse, é de 3% o que demonstra que a estratégia de captação de freio a disco e a sensibilidade do cliente para custo do quilometro rodado neste item de segurança é expressiva.

A coleta e o sistema de informação para a gestão do processo são alguns dos aspectos críticos a implementação da cadeia reversa para remanufatura (TOLIO *et al.*, 2017).

Para fazer essa captação com controle de informação, a Knorr-Bremse desenvolveu uma parceria como o operador logístico MAZOLA que possui capilaridade para a operacionalizar a coleta no território nacional e, possui sistema de gestão da informação, importante para ao bom funcionamento do programa de logística reversa de freio a disco.

Miguel (2017) reforça a importância dos sistemas de informação e controle para atendimento do cliente, incluindo o retorno dos produtos pós consumo.

É neste contexto que a Knorr desenvolveu a parceria com a MAZOLA. A Knorr indica quais os distribuidores que a MAZOLA deve fazer a coleta de calíper e compra os calípers usados (cascos) da MAZOLA. O preço foi definido entre as duas empresas de tal forma que fosse possível: custear o transporte da coleta do gerador até a unidade de remanufatura, passando pelo local de triagem e rastreabilidade; remunerar o gerador do resíduo (distribuidor ou cliente) como incentivo a participar do programa e; dar sustentabilidade financeira a atividade de operação logística de gestão de resíduos da MAZOLA. Assim sendo, dentro deste programa, o gerador (distribuidor ou cliente), que optar por participar do programa do logística reversa, vende seu produto usado para o operador logístico e fica apto a comprar o produto remanufaturado. Para este gerador, a opção de comprar produtos remanufaturado é mais importante e de maior valor agregado ao seu negócio, do que a simples comercialização dos resíduos, uma vez que há limitação da oferta de produtos remanufaturados no mercado.

Esta foi a maneira encontrada pelo fabricante para estimular a captação dos resíduos e garantir a disponibilidade de insumo para remanufatura pela cadeia reversa. Desta forma, o fabricante pode almejar ter ganhos com a expansão dos negócios com a linha de produtos remanufaturados e pode compartilhar os benefícios deste desenvolvimento com sua cadeia, garantindo ao cliente e ao distribuidor, triplo benefício com o resíduo pós consumo de freio a disco: primeiro o econômico, com a direta valorização dos resíduos por meio da sua venda para o operador logístico; o ambiental, pela adequada gestão de seus resíduos e de

competitividade, por tornar o cliente apto a comprar um produto com o melhor custo por quilometro (CPK) dentre as alternativas disponibilizadas no mercado, que o é custo unitário do produto remanufaturado. O programa resume-se a criar uma relação direta da opção de compra do produto remanufaturado com a disponibilização do cáliper, promovendo ganhos para o cliente através da valorização de cálipers usados em uma cadeia de custódia do resíduo, exclusiva do fabricante capaz de executar a remanufatura.

O programa de logística reversa foi desenvolvido para aumentar a captação de resíduos pós consumo, os cálipers usados para serem insumos da atividade de remanufatura. O processo de remanufatura não é uma prestação de serviço de reparo sobre o resíduo pós consumo. O programa não recupera o caliper do cliente e o devolve para o mesmo cliente, como no caso do recondicionado, o programa criou este vínculo da opção de compra para estimular o aumento da quantidade de cálipers em circulação para a circuito de remanufatura.

Como o processo de remanufatura reestabelece as condições de uso equivalentes ao produto novo e, dá garantias idênticas ao produto original, o vínculo comercial criado pelo programa que impõe venda prioritária de produtos remanufaturados para aqueles clientes ou distribuidores que participam do programa, é uma condição apenas para garantir que o cliente, que será beneficiado economicamente com a possibilidade de aquisição do produto remanufaturado, garanta a disponibilidade do resíduo pós consumo em quantidade suficiente para a manutenção do ciclo de remanufatura, permitindo a continuidade do processo. Para o crescimento do mercado de remanufaturado, o programa precisa ser capaz de capturar novos resíduos pós consumo que estão sendo desviados para recuperação no processo de recondicionamento.

O fabricante do produto remanufaturado criou com o distribuidor esta relação de dependência e, somente fornece produtos remanufaturados para comercialização aos distribuidores que disponibilizarem cálipers usados. Há uma relação direta da quantidade, ou seja, o número de produtos remanufaturados disponibilizados para comercialização pelo fabricante é igual a quantidade de cálipers coletados por aquele distribuidor.

A devolução de cálipers usados poderia se dar apenas pelo distribuidor, mas em função da estratégia de expansão da atividade de remanufatura, o fabricante optou por aumentar a capacidade de coleta com a implantação de uma parceria com um operador logístico especializado em gestão de resíduos. Contratado pelo fabricante e, não atuando na comercialização do produto novo, o operador logístico tem o desafio de ampliar a coleta nos

distribuidores, clientes diretos e até oficinas, para potencializar a captação do resíduo pós consumo para remanufatura.

Uma das restrições técnicas do processo de remanufatura de freio a disco está relacionado com o tipo de resíduo pós consumo que serve como insumo para este processo. Cada fabricante, só consegue fazer a remanufatura em seu próprio resíduo, não havendo flexibilidade técnica para usar os calípers usados de freio a disco da concorrência na sua unidade industrial.

- **Operador Logístico: MAZOLA Ambiental**

A MAZOLA, mesmo operador logístico do caso 1, atua em diferentes tipos de resíduos e para esta cadeia, exerce papel de operador logístico no programa de logística reversa de freio a disco, dentre outras autopeças. Com atuação diferenciada do caso de pneus, a MAZOLA é empresa parceira da Knorr, contratada por este fabricante para efetuar a captação de resíduos pós consumo de freio a disco. As empresas juntas definiram um preço de compra do calíper a ser pago para o cliente ou distribuidor, capaz de tornar o *“business”* atrativo para o operador logístico e com preço final do casco usado viável economicamente para o fabricante usá-lo como insumo no processo de remanufatura.

A MAZOLA faz coleta de diversas autopeças passíveis de remanufatura. A investigação ocorreu exclusivamente sobre o caso de freio a disco, sobre o qual, foi possível observar que a parceria entre a MAZOLA e a Knorr, criada para conseguir comprar os resíduos passíveis de remanufatura, foi ponto importante para a estruturação deste programa de logística reversa.

O modelo de cadeia de coleta, descrito por Huscroft (2013), reforça a necessidade de uma operador logístico estruturado, com capilaridade para atuar nas diversas frentes de captação (montadoras, mercado de reposição, distribuidores, produtos usados, produtos reclamados e resíduos) e, a experiência prévia da MAZOLA, com atuação em outros setores, foi um diferencial para que a estruturação do programa de logística reversa de freio a disco acontecesse de forma fluida e com aporte de ferramentas de gestão de resíduos, importantes para o modelo definido pelo fabricantes de freio.

O operador logístico desenvolveu capacitação técnica para fazer a identificação, triagem, inspeção e estocagem das peças criando procedimentos para a gestão deste resíduo até que estes sejam encaminhados para unidade de remanufatura propriamente dita.

A MAZOLA tem sede em Valinhos e a fábrica da Knorr-Bremse fica em Itupeva, uma proximidade geográfica que permitiu uma otimização de parte dos custos logísticos de coleta e a implementação da triagem, estocagem temporária na unidade do operador logístico.

A MAZOLA possui um sistema próprio de gestão da informação para o gerenciamento dos resíduos que permitiu a realização da rastreabilidade de cada peça, com informações registradas da origem, do gerador – cliente ou distribuidor, status de qualidade do calíper e interesse do cliente ou distribuidor em fazer a compra do produto remanufaturado, servindo de base para o estreitamento das relações comerciais desta cadeia e potencializando a implementação de uma solução mais integrada e formalizada da cadeia reversa de freio a disco. A rastreabilidade na cadeia reversa é uma ferramenta importante que promove a segurança para os elos da cadeia, assim como, para autoridades ambientais responsáveis pela fiscalização dos sistemas de destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Além disto, a boa gestão da informação é capaz de promover uma solução integrada e, possivelmente unificada, do programa de logística reversa de freio a disco, mesmo com, o futuro e provável, aumento da área de atuação do programa para outras autopeças, como já foi iniciado.

A MAZOLA opera a coleta de resíduos pós consumo de outras autopeças da Knorr – Bremse e também recolhe resíduos de autopeças de outros fabricantes que ainda não estão efetuando o processo de remanufatura para freio a disco. A empresa faz o papel de embaixador das vantagens ambientais e comerciais desta prática e possui volumes coletados de outros fabricantes de freio a disco para incentivar a entrada destes outros players nesta atividade.

- **O programa de logística reversa para remanufatura da Knorr-Bremse**

O produto REMAN é uma linha produto da Knorr-Bremse. O produto remanufaturado concorre com o produto novo no mercado de reposição, mas é uma das estratégias de crescimento da marca no país. Em função da contínua busca, por parte dos clientes, por autopeças de menor custo, produtos com qualidade e melhor custo benefício, como os produtos remanufaturados, tem tido boa aceitação no mercado de reposição. Como o processo de remanufatura de freio a disco apresenta limitações técnicas e concorrência comerciais que restringem a disponibilidade de insumo para remanufatura exigindo uma coleta expressiva, os custos logísticos para a recuperação dos produtos usados são muito impactantes no custo total da cadeia reversa, chegando a representar, na teoria, 95% do custo total do processo de

reciclagem (STOCK 1998); a empresa fabricante de freio a disco entende que, um operador logístico, eficiente ainda que único, pode ser a solução para escalar a coleta de forma economicamente viável. O o estabelecimento de uma parceria com empresa especializada foi a opção adotada para execução desta estratégia por este fabricante.

O operador logístico escolhido, MAZOLA, já efetua a coleta de diversos resíduos pós consumo de autopeças de diferentes fabricantes e o faz como estratégia para otimização dos custos de transporte. Vale ressaltar que, um mesmo gerador, cliente ou distribuidor, possui vários tipos de autopeças, de diferentes marcas, com diferentes alternativas para a gestão de resíduos e nem todas, possuem uma estrutura de remanufatura existente. O operador logístico tem de ser capaz de destinar de forma ambientalmente adequada aqueles que não possuem sistema de logística reversa implementado.

O processo de remanufatura de freio a disco não estimula a captação de resíduo da concorrência uma vez que, não é possível executar a remanufatura sobre o resíduo de outra marca. Desta forma, quando o programa é capaz de coletar o resíduo de um cliente e garantir que este irá fazer a reposição com produto remanufaturado da mesma marca, fica estabelecido uma provável proteção de mercado e preservação do *market-share*, motivados pelo programa de logística reversa. A concorrência entre os fabricantes de freio a disco se mantém acirrada, mesmo quando se trata do produto remanufaturado. Apesar de existir uma associação de classe, a ANRAP, não foi evidenciado articulação para desenvolvimento de um programa setorial para logística reversa de pós consumo de freio a disco.

Existem, dentro do universo de autopeças, outros componentes cuja remanufatura é possível entre diferentes marcas, mas este não é o caso de sistema de freios, por se tratar de item de segurança crucial para o bom desempenho do transporte.

O tipo de autopeça, como esta é concebida, como partes de desgaste e partes recuperáveis e, a forma como se dá o desenvolvimento dos equipamentos de fabricação, são de extrema importância para a ampliação do processo de remanufatura, caso este tenha flexibilidade de uso de diferentes insumos. Ainda que estes pontos, em função do nível de tecnicidade do produto, não sejam prioritários no momento do desenvolvimento do mesmo, devem ser considerados na avaliação do ciclo de vida do produto quando devem ser realizados constantes estudos sobre a viabilidade e potencialidade do processo de remanufatura.

Um sistema de mapeamento sobre a disponibilidade de resíduo pós consumo de todas as marcas e, uma análise de como o reparo via recondicionamento trata essas diferenças,

podem ser importantes para criação de um banco de dados, que sirva de base para melhor gestão da informação e de fonte para definição de novas estratégias de expansão da atividade de remanufatura.

Em relação ao programa de logística reversa de freio a disco, este modelo de parceria com a MAZOLA é relativamente recente. Iniciado em 2014, a MAZOLA coleta atualmente em 25 distribuidores. O número de geradores (distribuidores, clientes diretos e oficinas) é infinitamente maior do que os distribuidores coletados pelo MAZOLA, mas, não foram quantificados nesta investigação.

Para a operacionalização da cadeia reversa, o operador logístico concorre com o distribuidor que, em alguns casos, tem interesse e capacidade, para fazer esta operação e ofertar este serviço para o fabricante. Como, na maioria das vezes, este distribuidor é multimarca, o fabricante prefere estabelecer um sistema de coleta reversa, independente da comercialização, para manter a relação comercial mais saudável e desvinculada das questões relacionadas a logística reversa. Por opção, o fabricante financia e incentiva a coleta reversa por intermédio de um operador logístico.

Um dos principais desafios do programa de logística reversa de freio a disco é conseguir valorizar os calípers usado para o gerador, a ponto de incentivá-lo a encaminhar seus resíduos pós consumo para a cadeia reversa do fabricante e, não deixar que ocorra o encaminhamento deste calíper para o processo de recondicionamento. Assim, pode ser possível garantir e aumentar a disponibilidade de insumos para remanufatura. Outro ponto crítico, para alavancagem das quantidades, é a otimização do ciclo de remanufatura pois, o tempo entre a coleta, triagem, remanufatura e recolocação do produto remanufaturado no mercado, é considerado longo e deve ser reduzido, para se tornar competitivo com o ciclo do recondicionado.

Como o ciclo do programa de logística reversa é considerado pelo cliente longo e quem coleta – o operador logístico, não é quem comercializa o produto remanufaturado, que é o distribuidor, a rastreabilidade e a confiabilidade nos dados são importantes e tem se apresentado com uma fortaleza desta parceria.

Para eficiência do programa, o fabricante considera que, para cada produto remanufaturado vendido, deve haver outros quatro calípers em circulação dentro do programa de logística reversa. Esta seria a quantidade mínima estimada, para garantir a continuidade da cadeia reversa, sem haver necessidade de espera para a compra do produto remanufaturado por parte dos clientes. Os quatro calípers devem estar divididos de tal forma

que: um esteja disponibilizado pelo gerador para coleta, um em trânsito de coleta, um terceiro, em triagem e rastreabilidade com o operador logístico e, um quarto, no processo de remanufatura propriamente dito. O fabricante e sua rede de distribuição vêm adotando estratégias comerciais e operacionais para atingir este objetivo de aumentar o volume de calípers no sistema de logística reversa, com a finalidade de conseguir a expansão do mercado de remanufaturado.

5.2.5. A relação entre os membros da cadeia de freio a disco

A relação entre os membros da cadeia de freio a disco é examinada no Quadro 14.

Quadro 14 - Análise dos papéis, responsabilidades e propósitos das organizações envolvidas no programa de logística reversa.

	O QUE	PARA QUEM	COMO	PROPÓSITO
CLIENTE/ GERADOR	Busca alternativa mais viável para recuperar sem calípers	Para si	Decide entre as alternativas: reconicionado, remanufaturado ou novo	Atender à necessidade urgente de colocar o calíper para rodar novamente e não ficar com ativo parado.
OPERADOR LOGISTICO	Presta serviço de captação e gestão de resíduos	Para o fabricante/ Remanufaturador	Coleta nos distribuidores, tria faz a gestão de informação e encaminha os resíduos para remanufatura	“Core-business” da empresa.
	Venda de calípers usados	Para o fabricante	Venda direta de calípers usados	Remuneração para viabilidade de negócio de coleta e gestão
	Desenvolve sistema de informação	Para si e para os seus clientes	Através de sistema integrado com a finalidade de rastreabilidade	Vínculo com fabricante e com o cliente para fidelização da cadeia reversa. Domínio da cadeia de custódia.
DISTRIBUIDOR	Coleta calíper usado	Para o fabricante	Na venda do novo faz captação de calípers usados a título de troca pela venda do remanufaturado	Captar resíduo para conseguir cota de venda de produto REMAN e atender esse mercado crescente fidelizando seus clientes.
REMANUFATURA	Compra calíper usados como insumo do mercado via operador logístico ou distribuidor	Por interesse próprio	Compra como insumo para remanufatura	Business complementar do fabricante. O potencial de crescimento deste mercado é a motivação para o desenvolvimento do programa.
GESTOR/ FABRICANTE	Divulga as vantagens do REMAN	Para o programa	Via ANRAP distribuidor e operador logístico.	Divulgação das vantagens ambientais e econômicas do REMAN para a cadeia.
	Desenvolve parceria com operador logístico	Para o programa	Consolida parceria com apenas 1 operador logístico fortalecendo o operador logístico	Dar escala para melhorar os custos da operação.
	Compra calíper usado	Para o programa	Compra direta	Para financiar o programa
	Cria regras comerciais para o REMAN	Para a cadeia	Desenvolvimento e contratação de novas empresas	Para fidelização da cadeia.
	Gestão financeira e administrativa	Para o programa	Gestão	Resultado na atividade

Fonte: Elaborada pela autora (2020).

5.2.6. Análise vertical do programa à luz das categorias de GSCM

Reconhecendo remanufatura com uma das práticas de operações verdes pela definição de GSCM de Srivastava (2007) e que a logística reversa é um dos pilares para GSCM conforme definição de Hervani *et al.* (2005), a análise do programa de logística reversa de freio a disco foi realizada com base nas categorias definidas para pressões, *drives*, e práticas do modelo GSCM de WU *et al.* (2012).

A simplificação nos moldes de WU *et al.* (2012), não dá tanto enfoque a gestão ambiental interna. Como o processo remanufatura acontece nas instalações do fabricante, talvez neste caso, fosse interessante manter as categorias originais de Zhu e Sarkis (2004). A autora desta pesquisa fez a escolha de manter o modelo simplificado de Wu *et al.* (2012) e pontuar a reflexão sobre a gestão interna, no tópico ecodesign.

Análise sobre os atributos dos programas de logística reversa à luz da GSCM está organizada conforme as categorias do modelo: Pressões, *Drives* e Práticas.

• Pressões Institucionais:

Legislação

Como descrito no caso, não há legislação de responsabilidade estendida do produtor nem, capítulo específico na PNRS, que relacione a existência do programa de logística reversa de freio a disco para remanufatura como obrigação legal. O produto sem periculosidade e com alternativa de destinação via sucata metálica ao final da vida útil, não alerta autoridades e não impõe nenhum tipo de pressão sobre este programa do ponto de vista de impacto ambiental negativo.

Legislações internacionais, como por exemplo, aquelas que determinam um percentual de componentes recicláveis para os veículos, influenciam práticas de remanufatura e reciclagem, ainda que indiretamente. As empresas do setor acabam por se enquadrarem em processos como estes que, signifiquem um bom desempenho ambiental, responsabilidade socioambiental, mas isto ainda, não foi evidenciado como uma pressão direta para o programa de logística reversa de freio a disco no Brasil. Como este é um setor de muitas empresas multinacionais, algumas ações aqui, são motivadas pela exigência, estabelecida pela sede, para a uniformização das práticas conforme legislações no país de origem. A Knorr-Bremse é líder mundial de remanufatura e tem este *business* consolidado internacionalmente, o que certamente influenciou esta atividade no Brasil.

Mercado

Dentre as pressões previstas no modelo GSCM, esta é uma das mais importantes para este caso. Os clientes fazem pressão pela oferta de produto remanufaturado, que é volume dependente da captação do resíduo pós consumo, e esta é uma demanda reprimida de grande interesse da indústria, mas limitada pela capacidade de captação da cadeia reversa.

O interesse por parte do cliente, no produto remanufaturado, cujo custo por quilometro rodado é o melhor custo benefício, é a confirmação de que há demanda e que, o programa precisa ser robusto e em maior escala. Esta pressão retrata um potencial de crescimento do remanufaturado no mercado nacional. Este é um setor que cresceu 30% ao ano na primeira década (KNORR-BRESME, 2015) e cresce continuamente acima dos 10 pontos percentuais anuais, confirmando a demanda para os produtos remanufaturados.

O distribuidor desta cadeia, por sua vez, também tem interesse no sucesso do programa e no aumento da produção de freio a disco remanufaturado pois, ele ganha flexibilidade e agilidade na solução de reposição para seus clientes. A pressão do mercado não está na comercialização (venda) do resíduo pós consumo e, não há competição com outros processos de destinação final ambientalmente adequada, como o encaminhamento para a sucata metálica; o foco está em garantir insumos para a indústria de remanufatura e estar habilitado a comprar um produto remanufaturado, mais custo eficiente. O mercado, comprador do produto remanufaturado, é o impulsionador do programa de logística reversa de freio a disco.

Como existe, a limitação técnica de que só é possível remanufaturar o resíduo de freio a disco da própria marca, o processo de remanufatura e a reposição do mercado pelo produto remanufaturado é um fator de fidelização dos clientes. Conseguir mais resíduos através do programa de logística reversa para incrementar o mercado de remanufaturado, em detrimento ao recondicionado, pode significar um fortalecimento da marca, uma valorização da tecnicidade e da qualidade dos produtos, o que consolida a lógica do desempenho ambiental e associa as ações de GSCM como práticas de proteção do *business*.

Concorrência

A pressão institucional por parte da concorrência foi analisada pela ótica de dois diferentes agentes:

1. Processos concorrentes: primeiramente, a concorrência que o programa de logística reversa para remanufatura sofre com o processo de recondicionamento, que efetua

diversos pequenos prolongamentos da vida útil do componente (freio a disco), sem compromisso de excelência técnica e econômico para com os clientes. Esta é uma concorrência por um processo de reaproveitamento que, acaba por desviar boa parte do volume de resíduos gerados para um circuito de valorização de curto prazo e menor rentabilidade unitária para o cliente mas, consomem boa parte dos resíduos pós consumo em circulação e culminando na exaustão dos mesmos, até se tornarem resíduos inservíveis e não mais permitir a submissão ao processo de remanufatura; tirando o interesse e a viabilidade da participação deste resíduo no programa de logística reversa. Como a investigação não teve o foco em entender a motivação dos clientes no processo de escolha entre reconicionado e remanufaturado, este ponto não está claro e não pode ser analisado em profundidade.

2. Fabricantes concorrentes: A concorrência entre fabricantes de produtos novos é acirrada e, possuir uma estratégia de GSCM que impacte na relação direta com o cliente é um diferencial. A Knorr-Bremse é uma empresa reconhecida mundialmente pelo engajamento em ações de sustentabilidade (ênfase ambiental) e, sendo o processo de remanufatura uma operação verde; outros fabricantes, influenciados pela ANRAP e pelo operador logístico, são pressionados a também apresentarem solução de remanufatura para melhoria do desempenho ambiental dos produtos para os clientes. Desta forma há uma tendência de aparecimento de novos concorrentes nesta área. Neste caso, a liderança e o pioneirismo do programa e da integração com o processo de remanufatura da Knorr, alertou e ensinou a concorrência que deve estar quase pronta para iniciar sua operação. Outros componentes que permitem que autopeças sejam remanufaturadas entre marcas concorrentes, já são usados como pressão da concorrência, baseada na estratégia GSCM. Estes casos não foram investigados neste estudo.

• Drives

Suporte organizacional

A estrutura da ANRAP é um apoio institucional para a fabricante de freio a disco e demais empresas do setor de autopeças. Com atuação na divulgação das vantagens do processo de remanufatura, a instituição defende interesses fiscais e de caráter regulatório do setor, atuando como suporte organizacional para o processo de remanufatura. Para o programa de logística reversa propriamente dito, não foi identificado auxílio operacional, nem

ação estruturante específica desta organização para esta finalidade, mas a existência, de uma associação de peças remanufaturadas, já demonstra uma organização e pode ser um suporte para aceleração em caso de ações setoriais.

Capital Social

Capital social, segundo o modelo, é considerado um condutor externo das práticas GSCM. Neste item, é analisado se há construção de uma rede de confiança mútua entre os membros da cadeia. A criação desta rede pode ajudar as empresas a obter recursos e melhorar a colaboração entre toda a cadeia (KRAUSE *et al.*, 2007). A parceria estabelecida entre o fabricante e operador logístico e, como está estruturado o programa de logística reversa com a rede de captação, demonstra o aparecimento de capital social relevante. Vale observar que a relação fabricante – distribuidor pode ser fragilizada se, o desenvolvimento da cadeia reversa for operacionalizada integralmente pelo operador logístico, mas fortalecida, se a quantidade aumentar significativamente, contribuindo para o aumento do volume de negócios do distribuidor.

Envolvimento com governo

O envolvimento com o governo é um recurso auxiliar que pode englobar conhecimento profissional, recursos financeiros e auxiliar nas ações conduzidas pelos membros da cadeia verde (LEE, 2008). O governo pode exercer um papel de viabilizador, acelerador ou apenas controlador. No caso do freio a disco, o envolvimento do governo está na regulamentação da remanufatura. Garantir que a remanufatura seja um processo regulamentado com autorizações e certificações específicas e, passível de ser executado apenas pelo próprio fabricante, é uma forma de padronizar os níveis de qualidade e dar chancela ao processo com toda a tecnicidade que este exige, diferenciando-o dos demais processos de reparo, em especial o recondicionamento. O contraponto é que, o envolvimento do governo, no que diz respeito a parte fiscal do processo de remanufatura, no que deveria ser seu papel de agente incentivador ou desestimulador, não exerce nenhum tipo de influência, seja de incentivo, subsídio ou limitação. A tributação do produto remanufatura é equivalente ao do produto novo o que pode ser considerada uma barreira para aceleração do crescimento. Não foi identificado apoio governamental ao programa de logística reversa de freio a disco.

• Práticas

Compras verdes

O processo de remanufatura, obriga a contratação de fornecedores de resíduos pós consumo como insumo para processos industriais. A contratação de operador logístico certificado ISO14001, demonstra aplicação das práticas de compras verdes no programa de logística reversa de freio a disco para remanufatura, mas a certificação não foi identificada como uma exigência do programa.

A solução sustentável financeiramente do circuito de valorização do resíduo para o cliente-gerador e, a capacidade de viabilizar o programa com a remuneração na ponta, é uma demonstração das práticas de compras verdes, já que se viabiliza a compra de insumos para produção de produto remanufaturado, cuja a produção é mais limpa e usa recursos de forma mais eficiente. Conseguir um modelo de captação através da valorização do resíduo do cliente, através do financiamento pelo fabricante, para a compra, custeio do frete e garantia da rentabilidade do operador logístico em um ciclo viável, é uma demonstração de desenvolvimento da cadeia de suprimentos verde, com grande possibilidade de garantir a sustentabilidade do programa, comprovando a aplicabilidade da prática de compras verdes neste caso.

Ecodesign

A possibilidade de execução de um processo de remanufatura de um produto, demonstra que este produto, desde o momento de sua criação, foi concebido de forma a poder ser reaproveitado, com a possibilidade de reuso, recuperação de partes ou do todo. Também é considerado uma boa prática de ecodesign a eliminação de materiais perigosos da etapa de confecção ou processo produtivo do novo ou do remanufaturado. O programa de logística reversa exige baixo trabalho técnico por parte do gerador no ato da classificação do produto em resíduo; a seleção realizada pelo operador logístico também é simples, do ponto de vista técnico, e a taxa de reaproveitamento do resíduo como insumo para fabricação de novo produto é alta pois valoriza o resíduo da melhor forma. Fazer produto remanufaturado é melhor do que encaminhá-lo para a reciclagem de sucata metálica (que já seria um reaproveitamento ambientalmente correto e redutor de consumo de matéria prima não renovável). Estas características demonstram que este produto foi concebido sobre as práticas de ecodesign previstas na GSCM.

Cooperação com os clientes

Esta prática pode ser evidenciada de três formas: Cooperação com clientes para ecodesign, cooperação com clientes para produção mais limpas e embalagens verdes.

O tema embalagens verdes não se aplica a este produto, freio a disco não tem como característica de impacto ambiental a geração de embalagens.

Ao avaliar o quanto a programa de logística reversa contribui para a produção mais limpa dos clientes, pode-se observar que, este impacto é positivo e direto pois, a existência do programa, garante a boa gestão dos resíduos dos clientes sem obrigação legal e sem custos adicionais de incorporação da externalidade ambiental. O programa de logística reversa dá alternativa para o cliente adotar práticas de responsabilidade ambiental na busca pela implantação de uma cadeia sustentável.

Quando avaliado do ponto de vista do cliente, ele garante a prática de compras verdes pois, com a compra dos produtos remanufaturados o cliente-gerador assegura a destinação ambientalmente adequada dos seus resíduos em uma operação verde e, é ele quem faz a escolha sobre como equipar seu veículo e se irá usar um componente ambientalmente correto. A participação no programa por parte do cliente (vendendo o resíduo e usando o remanufaturado), assegura a melhor rentabilidade no custo de componentes, tornando seu produto mais sustentável.

A escolha por parte do cliente de disponibilizar seu resíduo para programa, está diretamente ligada a condição do resíduo a ser submetido a remanufatura e do percentual de reaproveitamento. As variações de qualidade do resíduo no ato que este é gerado, não impactam na qualidade final do produto remanufaturado pois, este tem suas propriedades originais reestabelecidas quando submetido ao processo de remanufatura. Este fato impacta somente, no percentual de desgaste e no nível de reaproveitamento das peças pelo operador logístico que, claramente está relacionado com o custo e ganhos ambientais para a cadeia.

Não foi identificado nesta cadeia membros, seja o fabricante, o distribuidor ou operador logístico, que atuassem de forma a influenciar o cliente sobre o melhor momento para a disponibilização do resíduo para o programa de logística reversa. A prática de cooperação com o cliente, garante a produção mais limpa dos clientes que, optam por fazer parte do programa e, evidencia a aplicabilidade de cooperação com os clientes nesta cadeia.

Retorno do investimento

Esta prática contempla a capacidade da empresa em valorizar seus resíduos industriais, sobras de materiais e resíduos. O fato de o programa estar estruturado para comprar o resíduo pós consumo no cliente e, conseguir fazer o processo de remanufatura na mesma estrutura industrial da fabricação do produto novo, garante a aplicação da prática retorno do investimento como previsto pelo modelo.

O programa de logística reversa de freio a disco, sem motivação de legislação para obrigar a cadeia a desenvolver o resíduo para a reciclagem em circuito fechado, obteve sucesso com o desenho da operação não setorial, pois garante à empresa que possui o programa e realiza esta gestão, um diferencial competitivo e, um posicionamento estratégico com capacidade de fidelização do cliente em função do programa.

Superar o desafio das longas distâncias geográficas entre a geração e o local de operação da remanufatura, através do aperfeiçoamento do processo logístico e, usar a gestão da informação para amarrar o cliente na manutenção do uso de sua marca, face as vantagens econômicas e ambientais que ele terá ao participar do programa, é o norte orientador para escalar o programa e ampliar sua aplicabilidade.

A fidelização do cliente pode ser um retorno do investimento ainda mais relevante do que a viabilidade econômica já estabelecida no processo de remanufatura, daí a importância da manutenção deste equilíbrio financeiro quando da ampliação do programa e conquistas em uma maior escala, atendendo regiões ainda não exploradas.

5.2.7. Síntese do caso de freio a disco

O programa de logística reversa de freio a disco é gerido pelo fabricante organizado e motivado para coletar insumo para o processo de remanufatura e fazer um produto novo mais sustentável com ganhos para toda a cadeia (fabricantes, distribuidor, operador logístico e clientes). Como é um resíduo pós consumo que não tem grande potencial de dano ao meio ambiente ou a saúde, o risco não é um dos motivadores do programa. Para conseguir captar os resíduos foi necessário criar uma cadeia reversa de custódia com vantagens econômicas e ambientais compartilhadas para envolver e engajar os membros da cadeia para o uso do remanufaturado. A demanda do mercado pelo produto remanufaturado que apresenta, vantagens ambientais e econômicas para o cliente e, a parceria com operador logístico para operacionalizar a cadeia reversa são os pontos fortes deste programa.

A logística reversa funciona como um pilar que dissemina, na cadeia de suprimentos, práticas sustentáveis e proporciona para a empresa relações de fidelização dos clientes promovendo a proteção da marca e preservação do mercado. O mercado secundário em função do ciclo curto e atendimento local, ainda é uma ameaça ao programa de logística reversa e, retira parte do volume de resíduos pós consumo do circuito da remanufatura. O custo logístico dos fretes de coleta, impactam fortemente na viabilidade econômica para as longas distâncias e é o que tem limitado o crescimento do programa no território nacional.

5.3. Análise horizontal dos programas de logística reversa de pneus e freio a disco

Para análise horizontal foi elaborado quadro comparativo entre as cadeias de pneus e freio a disco, abordando os fatores e categorias explorados na análise vertical de cada caso, e avaliado o grau de aderência as práticas GSCM de cada programa (Quadro 15). Esta análise será feita comparando as pressões e *drives* que influenciaram cada cadeia para a implantação das práticas previstas no modelo levando em conta, como as práticas estão consolidadas para cada caso conforme modelos de análise de desempenho de Wu *et al.* (2012).

Quadro 15 - Análise horizontal dos casos.

Fatores	Item de desempenho	Grau de aderência às práticas de GSCM			
		CADEIA PNEUS		CADEIA FREIO A DISCO	
Legislação	Existe legislação que obrigue a criação de programa de logística reversa?	sim	Programa baseado pela Resolução CONAMA 416/2009	não	Não há legislação para a motivação do programa que existe conseguir insumo para remanufatura
	Existe risco de a atividade ser afetada por atividade de grupos de proteção e controle ambiental?	sim	Como pneumático inservível disposto de forma inadequada causa risco ao meio ambiente e a saúde e como existe responsabilidade estendida do produtor prevista em legislação, grupo de controle ao meio ambiente fiscalizam e denunciam irregularidade expondo a ineficiência do programa que por acarretar penalidades para importações e produção do produto novo.	não	Como o resíduo pós consumo tem destinação comercial na sucata metálica, difícil encontrar disposição inadequada com impacto negativo ao meio ambiente são sendo foco de grupos de proteção ambiental.
	Existe conflito com outros produtos que afetem a gestão ambiental da cadeia?	sim	O pneu inservível em algumas destinações (como granulação) concorre com raspa de recauchutagem que interfere na valoração deste insumo no mercado de reciclagem. O consumo de pneu usado para reforma em circuito não INMETRO e reuso de pneus sem condições adequada para rodagem caracteriza o mercado informal como fator de interferência na gestão da cadeia reversa.	sim	A possibilidade do casco (cáliper) ser reparado em processo de recondicionamento ainda que sem as mesmas garantias que o REMAN, faz como que o mercado informal concorra na gestão de cadeia reversa
	Existe impacto financeiro negativo para gestor do programa?	sim	Por ser obrigação legal para destinação final ambientalmente adequada e sendo o mercado potencial consumidor dos derivados de pneumáticos inservíveis em outras cadeias que não pneumática (<i>open loop</i>), até que o desenvolvimento do mercado valorize o resíduo pós consumo de forma financeira sustentável este precisa ser sustentado pelo fabricante e importador o que implica em aporte de recurso pelas empresas para fazer cumprir a legislação.	não	O programa existe para captação de insumo para remanufatura que é um processo financeiramente sustentável.
	Existe impacto financeiro para os elos da cadeia relacionados ao programa para prevenção da poluição?	sim	Os clientes (geradores) se beneficiam da solução da coleta e valorização dos resíduos pós consumo desenvolvidos pelo programa para maximizar a captação.	sim	Os clientes geradores se beneficiam duplamente do programa com a venda do resíduo e compra do produto REMAN que tem melhor custo por quilômetro.

Mercado	O programa influencia a mercado a melhorar a consciência e/ou responsabilidade ambiental?	não	Os clientes buscam a valorização dos resíduos sem grandes exigências das garantias de destinação integral dos seus resíduos. Observado uma recente reflexão e mudança de postura motivado pelo risco de impacto ambiental negativo.	sim	O programa estimula o retorno ao fabricante garantindo a logística reversa para remanufatura o que é um ciclo <i>closed loop</i> que engaja o cliente em práticas de gestão verde.
	O programa desenvolve e ajuda a divulgar conhecimento sobre gestão ambiental na cadeia?	não	O programa não divulga nos elos na cadeia o trabalho que é realizado e o desenvolvimento do mercado de destinação que o programa promove para a sua cadeia pelo fato do programa disponibilizar descarte responsável e não captar de forma reversa na sua própria cadeia.	sim	O programa precisa convencer e demonstrar as vantagens econômicas e ambientais da participação da cadeia reversa para remanufatura o que é muito educador das práticas de GSCM
	O programa influencia a cadeia a estar engajada na proteção ambiental?	não	idem acima	sim	idem acima
Concorrentes	O programa é um diferencial competitivo para a cadeia de suprimento do produto?	não	Programa de logística reversa de pneumáticos é uma solução setorial não trazendo diferencial competitivo para as empresas individualmente (vale uma ressalva para pneus gigantes OTR que não é replicável para outras linhas produtos).	sim	O programa ao coletar o inservível habilita o cliente a consumir um REMAN o que é protetor da marca e potencialmente do <i>market-share</i> .
	o programa é estratégico para os negócios?	sim	O atendimento à legislação é imperativo para a manutenção dos negócios.	sim	O programa está diretamente relacionado à competitividade e rentabilidade dos negócios.
	o programa promove o engajamento e fidelização da cadeia?	não	O programa parte da oferta de descarte responsável não usando a cadeia de comercialização para o sistema de captação assim não envolve e não consegue engajamento da cadeia.	sim	o programa cria todo uma cadeia reversa de responsabilidade ambiental e oportunidade comercial que consegue o engajamento e fidelização. O ciclo longo de coleta - remanufatura e venda gera alguma frustração e cria fragilidade neste engajamento potencial.
Suporte organizacional	O programa é estruturado na alta gestão?	sim	A organização setorial na ANIP com a criação da RECICLANIP e posteriormente a EMDAPI com atuação institucional e operacional demonstram a estruturação da alta gestão com o programa.	sim	A organização institucional da ANRAP e a existência de diretoria específica para tratar <i>after-market</i> e remanufatura demonstra a estruturação da alta gestão com o programa
	O programa promove o engajamento da média gerência?	sim	idem acima	sim	idem acima

Suporte organizacional (cont.)	O programa envolve as áreas da empresa e promove a comunicação eficiente sobre a responsabilidade ambiental e práticas de GSCM?	não	Com a delegação do programa ser gerido por entidade setorial o envolvimento das áreas internas é baixo e os desafios e reflexões do potencial uso da cadeia é reduzido. A investigação foi limitada neste ponto e não pode ser conclusivo.	sim	Como o processo de remanufatura acontece no mesmo site industrial a integração com as outras áreas e necessidade comunicação das vantagens desta prática GSCM é contínua.
	O programa obriga a cadeia ter um sistema de gestão ambiental?	não	Não há evidência desta necessidade e não o programa não atingiu este nível de gestão.	não	Não há evidência desta necessidade e o programa ainda não atingiu este nível de gestão.
	O programa é capaz de arrecadar e/ou gerenciar fundos para investimento em soluções ambientais e inovação ?	não	O programa ainda é subsidiado pelo fabricante apesar de não ser sustentável está estruturado para a captação de recursos pela valorização (EMDAPI) e desenvolvimento de projetos.	sim	O processo remanufatura é lucrativo e a gestão desta rentabilidade é privada. A pesquisa não abordou este ponto, mas por se tratar de gestão privada esta prática é possível.
	O programa capacita recursos humanos como força de trabalho para implementação das práticas GSCM?	sim	O programa incentiva operadores logísticos, empresas de transformação e destinadores. Esta parte da cadeia é influenciada pelo programa e busca capacitação.	sim	A remanufatura é um processo técnico que exige capacitação para seleção e tratamento do resíduo pós consumo.
Capital Social	O programa promove a boa relação com fornecedores?	sim	O programa abre concorrência aos fornecedores atuais pela busca da eficiência operacional e precisa avaliar a escala de sobrevivência e rentabilidade.	sim	O vínculo é fortalecido com a cadeia de comercialização e parceria com o operador é forte.
	O programa promove a boa relação com compradores e clientes?	não	Não interfere.	sim	
	O programa promove a boa relação com distribuidores?	não	Não tem interferência do programa direto nos distribuidores pois o programa é gerido pela instituição e inicia-se no ponto de coleta.	sim	O programa é cadeia reversa e exige estreita relação com os distribuidores e dá contrapartida ao distribuidor que participa

	O programa promove boa relação com autoridades?	sim	O programa é para atendimento legal e há estreita relação com as autoridades para aperfeiçoamento do sistema de controle, mas sem avanço de culminasse na publicação de um acordo setorial para incluir os demais players da cadeia.	não	A ANRAP desenvolve relação institucional com autoridades em relação ao reconhecimento e chancela do produto remanufaturado, mas o programa da empresa não depende de relações com autoridades.
Envolvimento do governo	O governo participa diretamente da coordenação do programa ?	sim	O governo só participa no controle.	n.a	
	O governo auxilia a arrecadação de fundos para a gestão do programa ?	não	Não há envolvimento direto do governo na gestão do programa	não	Não há participação do governo da gestão do programa
	O governo auxilia a divulgação e comunicação dos resultados dos programas ?	sim	O relatório de resultado oficial é executado pelo governo e disponibilizado para consulta pública e acompanhamento de todos dos resultados do programa.	não	Não há participação do governo na gestão ou controle do programa.
Compras verdes	O programa orienta as empresas da cadeia a comprar de empresas com certificação verde	não	Não é uma exigência do programa requisitos de performance ambiental.	sim	Não é uma exigência do programa requisitos de performance ambiental.
	O programa cooperara para atendimento de objetivos ambientais de fornecedores?	não	Não são analisados aqui os fornecedores de serviço de destinação que existem por conta do programa. O programa não influencia o desempenho ambiental da cadeia de suprimento do produto novo.	não	Não são analisados aqui fornecedores de serviços diretamente relacionados com a prestação de serviço de coleta pois estes existem por conta do programa. O programa não influencia o desempenho ambiental da cadeia de suprimentos do produto novo.
	O programa exige a realização de auditorias ambientais?	não	Não é um requisito do sistema. O controle é auto declaratório.	não	Não é um requisito do sistema. Não há metas formais nem metas divulgadas que permitem o controle de forma pública.
	O programa obriga que seus prestadores sejam certificados ISO14001 ?	não	Não é pré-requisito do sistema	não	Não é pré-requisito do sistema

	O programa tem uma visão das práticas ambientais do fornecedor?	não	Não há um acompanhamento da performance ambiental dos fornecedores, em especial não é este acompanhamento nem para aqueles que estão diretamente relacionados à prestação de serviço do programa seja coleta, estocagem, transporte, transformação ou destinação.	não	Não há um acompanhamento da performance ambiental dos fornecedores, em especial não é este acompanhamento nem para aqueles que estão diretamente relacionados à prestação de serviço do programa seja coleta, estocagem, transporte, transformação ou destinação. Como o processo de remanufatura acontece na fábrica do produto novo este sim tem análise do desempenho ambiental.
Ecodesign	O programa contribui para o desenvolver produtos com componentes que reduzam material ou energia na cadeia?	não	Não há influência direta do programa de logística reversa em vigor com inovação no produto novo que reduza material ou energia	sim	O programa existe para atender o programa de remanufatura que contribui diretamente para a redução de uso de materiais e economia de energia.
	O programa contribui para o desenvolvimento de produtos que permitam reuso, reciclagem e recuperação de materiais ou parte dos produtos da cadeia ?	sim	O programa, em especial na operação de coleta permite a viabilidade e reuso e reciclagem do resíduo pós consumo.	sim	O programa é para recuperação de materiais.
	O programa orienta a redução do uso de produtos perigosos na composição ou na produção?	não	O programa não interfere na fabricação do novo. Não identificado preocupação com uso ou não de produtos perigosos nos processos de transformação, destinações e aplicação dos derivados de pneumáticos inservíveis.	não	Não identificado a preocupação ou influência do programa com este item.
Cooperação com clientes	O programa coopera com os clientes para desenvolvimento de produtos verdes?	sim	O desenvolvimento do mercado de produtos derivados de pneumáticos inservíveis estabelecido pelo programa é fomentador de economia de produtos verdes (combustível alternativos, asfalto modificado, dentre outros).	sim	O uso de REMAN é economia verde aplicada aos clientes.
	O programa coopera com a produção mais limpas dos clientes?	sim	A medida em que o programa apresenta alternativa de coleta e descarte responsável sim.	sim	A medida em que o programa promove a coleta e a reciclagem sim.

	O programa estimula o desenvolvimento de embalagens verdes ?	n.a		n.a	
Retorno do investimento	O programa influencia investimento em tecnologia de recuperação de materiais?	sim	O programa permite a garantia do insumo para desenvolvimento de novas tecnologias de recuperação de materiais. Não identificado o programa como fomentador financeiro diretamente para o desenvolvimento de tecnologias, mas indireto pela garantia do insumo para o desenvolvimento.	sim	O processo de remanufatura é financeiramente viável e parte da lucratividade por ser usada para o fomento de novas tecnologias, porém por se tratar de empresa privada com centro de desenvolvimento próprio, não foi identificado uma relação direta de fundos oriundos da rentabilidade do programa ou do business- remanufatura.
	O programa é capaz de valorizar os resíduos industriais e pós consumo?	sim	O programa existe para reduzir o impacto ambiental negativo do descarte irregular e fazer a valorização dos resíduos pós consumo. Os resíduos industriais tem mesma característica e podem se beneficiar deste desenvolvimento.	sim	O programa existe para fazer a valorização do resíduo pós consumo.

Fonte: Adaptado pelo autora com base em Wu *et al.* (2012).

Conforme identificado por Gonzalez-Torre *et al.* (2010), a influência das pressões institucionais pode ajudar as organizações a reduzir os obstáculos para implementação das práticas GSCM. Observou-se que a legislação tem um papel de agente acelerador e tem capacidade de induzir as empresas a conseguirem recursos para atingir um resultado estipulado por regulamentação. A cadeia de pneus, com danos ambientais mais significativos e explícitos para a sociedade do que cadeia de freio a disco, teve o desenvolvimento do programa de logística reversa imposto por legislação, ao passo que, a cadeia de freio a disco, estimulada pela pressão de mercado que objetivava produtos mais sustentáveis (ambiental e financeiramente), se antecipou à legislação para a criação do programa. O fato de existir uma regulamentação sobre logística reversa prioriza, na organização, a estruturação e consolidação de um programa. Este pode ser evidenciado pelo resultado mais expressivo da cadeia de pneus que tem quantidade equivalente a 100% do mercado de reposição.

Observa-se por comparação que, a existência de legislação com abordagem REP, sem definição da responsabilidade compartilhada para os demais elos da cadeia, limita a participação dos agentes da cadeia em relação ao compromisso de responsabilidade ambiental. A legislação com abordagem REP parece não estimular o desenvolvimento para além das metas legais e, à medida que dá estabilidade e conforto para a omissão dos geradores (clientes/ usuários) em relação a este tema, o fabricante precisa solucionar o problema ambiental independente do comportamento do consumidor. As práticas de GSCM buscam soluções sustentáveis para a cadeia; a pressão da legislação é um fator importante para a estruturação do programa, mas pode ser um estagnador em relação a inovação e desenvolvimento sustentável da cadeia. A pressão do mercado, como identificado no caso de freio a disco, é um fator motivacional de desenvolvimento na busca por modelos mais competitivos e sustentáveis. Mas há que se diferenciar que no caso do freio a disco, o resíduo pós consumo tem valor para o fabricante original enquanto é possível remanufaturá-lo, algo que não ocorre no caso dos pneus.

Ambos os programas de logística reversa conquistaram sucesso em relação a finalidade de reduzir o impacto ambiental negativo do resíduo pós consumo disposto inadequadamente no meio ambiente com a implementação da gestão dos produtos inservíveis, através da coleta e encaminhamento à destinação ambientalmente adequada ou remanufatura, como preconizado pela definição de operações verde do modelo GSCM de Srivastava (2007); mas a pressão institucional por legislação parece, não atuar necessariamente como catalisador da implantação das práticas de retorno de investimento e de colaboração com clientes em

linha com modelo de Wu *et al.* (2012) . A vantagem da pressão da legislação é que esta obriga a alocação de recursos para práticas ambientais (SARKIS *et al.*, 2010) e se a empresa fizer bem esta alocação de recursos, pode conseguir um diferencial competitivo (DARNALL *et al.*, 2008). No caso de pneus a solução é setorial, o diferencial competitivo não é pertinente e os fabricantes ainda precisam aportar recursos para o cumprimento da legislação.

A consolidação dos programas de logística reversa que remontam a cadeia de suprimentos, com é o caso de freio a disco, reforça a importância de as empresas competirem em cadeia e se fortalecerem por intermédio das parcerias sustentáveis. Ao entender a logística reversa como um processo transversal a cadeia e multidisciplinar que, zela pela otimização do fluxo de materiais e estreita os laços dos membros de uma determinada cadeia fortalecendo-os, podemos concluir que competir em cadeia foi a estratégia adotada para a expansão do remanufaturado que tem melhorado a competitividade da empresa. No caso de pneus a solução setorial descaracteriza o programa como ação de responsabilidade ambiental ou gestão verde de uma empresa reduzindo o potencial de vantagem competitiva tanto em relação a responsabilidade ambiental quanto em relação ao estreitamento da cadeia que a gestão de suprimentos de cadeia verde pode proporcionar para quem a implementa.

No caso de freio a disco, a consolidação da parceria com o operador logístico, o rateio dos ganhos com os distribuidores e clientes por meio da valorização dos resíduos e garantia do produto remanufaturado demonstra a capacidade de articulação e fortalecimento para competirem em cadeia.

O resultado de 100% do atendimento legal para a cadeia de pneus implica na destinação ambientalmente adequada de 100% do mercado reposição em detrimento, ao resultado estimado em 20% do mercado de reposição para a cadeia de freio a disco de um determinado fabricante. Esta diferença de cenários, sugere que a legislação é um fator importante, que obriga o desenvolvimento de uma solução ambiental para o resíduo pós consumo, mas a solução encontrada não passa necessariamente pelo envolvimento da cadeia de suprimentos nem por uma estruturação da cadeia reversa. O envolvimento de todos os agentes da cadeia, para os casos de pressão por legislação, provavelmente só acontecerá quando da existência de pressões legais aplicáveis a todos os membros da cadeia, fato que, só deve ser manifestar, no caso de existência de acordo setorial imposto por legislação. Vale ressaltar que mesmo havendo a existência, prevista na PNRS, para implantação do acordo setorial para pneus, tal acordo ainda não ocorreu. O não fechamento de um acordo setorial, pode estar relacionado à redução da sensibilidade da sociedade em relação à esta questão, uma

vez que, a solução com a coleta e destinação adequada está implementada com o cumprimento da resolução CONAMA 416/09. O risco do descarte irregular de pneus inservíveis deixa de ser um problema emergente e pressão dos demais *stakeholders* não é forte o suficiente para criar novas obrigações para outros membros da cadeia. Conseguir desenvolver recursos para engajar os membros da cadeia independente de obrigação legal é a chave para implantação da gestão de cadeia de suprimento verde.

A cadeia de freio a disco, com o programa de logística reversa para remanufatura, criou um outro produto, com vantagens econômicas e ambientais para toda a cadeia. O programa, de captação de resíduos para a remanufatura, ao fazer uma relação da coleta com a venda do remanufaturado, estimula uma nova dinâmica comercial que, passa a exercer uma pressão institucional de mercado, em prol de ciclo virtuoso para o desenvolvimento da gestão verde, demonstrando, a importância da logística reversa como fator estruturante da GSCM conforme preconizado por Hervani *et al.* (2005).

A pressão institucional do mercado pode ser influenciada pela pressão de organismos ambientais, como previsto por Sharma *et al.* (1999) que afirmam que, sob a pressão institucional de órgãos ambientais, outros *stakeholders* podem forçar empresas a adotarem estratégias ambientais proativas. Na cadeia de pneus, a pressão do mercado é evidenciada apenas para o caso de pneus OTR de mineração e, no caso de freio a disco, esta pressão é a base para o programa que permite ganhos ambientais e econômicos, compartilhados com a cadeia. A observação deste fato retrata uma perda de oportunidade de estreitamento da relação da cadeia de comercialização e não engajamento e cumplicidade da rede de distribuidores e clientes e contribuir com o programa de logística reversa do seu fornecedor (o fabricante de pneus).

A pressão dos concorrentes é sempre um fator desafiador e motivador na busca de competitividade e melhoria do desempenho ambiental. No caso da cadeia de freio a disco, como não existem outros fabricantes que executem o programa de logística reversa para remanufatura de freio a disco em escala, a concorrência só pode ser evidenciada em relação ao processo de recondicionamento que, captura resíduos do mercado com a fuga de calípers para este processo até o desgaste total. Não é possível fazer uma comparação direta dos recondicionadores como concorrentes conforme modelo de Wu *et al.* (2012). Não se pode negligenciar a interferência que o mercado secundário tem em relação nas cadeias de suprimento e nos fluxos reversos.

Os *drives* orientadores para implantação das práticas de GSCM, categorizados por Wu *et al* (2012), demonstram como se dá a estruturação, a organização dos programas e a forma pela qual, os membros das cadeias conversam entre si e com as instituições externas as cadeias, a ponto de trazer para este sistema, ganho de capital social e envolvimento do governo (LEE, 2008); fatores percebidos como colaborativos, pelos membros da cadeia, em especial, pelos gestores dos programas.

Em ambas as cadeias o suporte organizacional pode ser evidenciado. O envolvimento da alta administração e líderes da organização é facilmente identificado. No caso do programa de pneus, como o desenvolvimento e operacionalização do programa, acontece por uma organização específica, na associação de classe e comum a todos os fabricantes, fica explicitado maior articulação e estruturação do setor que no caso de freio a disco onde, a organização está dentro da empresa fabricante de produtos novos e muitas das funções são acumuladas por pessoas que tem dupla missão. Não foi possível observar, em nenhum dos casos, a obrigatoriedade de certificações ou exigências ambientais para além do licenciamento, por parte dos prestadores de serviço e gestores, de onde pode-se concluir que, o que importa é o resultado em percentual do mercado de reposição recuperado e não há foco no fortalecimento da estrutura e desempenho ambiental da cadeia de suprimentos, em linha com a prática de colaboração dos clientes e fornecedores sugeridos pelo modelo de Wu *et al*. (2012). Este fato pode levar a conclusão de que os programas não consideraram metas de conquista das práticas de GSCM quando da elaboração do programa e que se perde uma grande oportunidade de alavancagem do desenvolvimento sustentável através dos programas de logística reversa.

O fato de existir uma entidade independente, com responsabilidade de gestão para o programa de pneus, por um lado, minimiza o papel do fabricante na cadeia reversa. Este é blindado pela organização gestora em relação a exposição e críticas externas; mas, por outro lado, o capital social consolidado pela instituição gestora é mais forte do que para o fabricante que, efetivamente, financia o programa. No caso de pneus, ainda que ocorra a melhoria da qualidade ambiental com a retirada dos resíduos do meio ambiente, não é evidenciado evolução no desempenho ambiental dos fornecedores do programa de logística reversa conforme proposto pelo modelo Wu *et al*. (2012). No caso de freio a disco, onde há um fluxo reverso, ainda que, com a inclusão de um novo membro na cadeia, o operador logístico; pode-se observar uma interface de responsabilidade ambiental em cada etapa da cadeia reversa. No caso de pneus, observa-se a atuação exclusivamente ao final da cadeia, a partir da promoção

do descarte responsável, deixando um ponto de fragilidade do programa para o engajamento e responsabilização ambiental da cadeia na busca de melhoria do desempenho ambiental em todo o ciclo de vida (KRAUSE *et al.*, 2007).

O envolvimento do governo não é um drive forte em nenhum dos casos estudados. Mesmo o governo tendo um papel fiscalizador, no caso da cadeia de pneus, a atuação deste como influenciador, como sugerido por Lee (2008) ou como colaborador para a implementação das práticas de GSCM, é baixa nos dois casos. Não foi evidenciado auxílio: nas questões burocráticas de caracterização dos resíduos, na criação de modelos tributários que incentivassem a implementação de práticas de gestão, no reconhecimento para membros da cadeia com atuação ambiental diferenciada ou ainda, com incentivos para implementação da responsabilidade compartilhada, para os casos de geração difusa, que é pertinente a ambos os casos estudados. Este é um tema que pode trazer bons frutos em caso de futura atuação para as ambas as cadeias. O diálogo com as autoridades deve ser estreitado e a demonstração do potencial de melhoria da qualidade ambiental através dos programas de logística reversa e pela implantação das práticas de GSCM poderia acelerar as cadeias reversas e permitir uma maior replicação dos programas de logística reversa.

Em relação as práticas de GSCM, propriamente ditas, compras verdes não aparecem como um ponto forte de influência e reconhecimento na contratação de prestadores de serviço para os programas de logística reversa. Certificação ou outra evidência de práticas de responsabilidade ambiental, ou ainda, o acompanhamento do desempenho ambiental corporativo, não fazem parte das exigências feitas aos fornecedores dos programas de logística reversa. Também não se evidenciou, a valorização das práticas de compras verdes como marketing para a comercialização dos produtos derivados de pneus e dos produtos remanufaturados. Ainda que, as questões ambientais relacionadas aos produtos sejam de menor impacto para o cliente, do que as características de performance técnica e financeiras, as compras verdes de produtos derivados da atividade de logística reversa não são um ponto forte na estratégia de comercialização para as cadeias estudadas.

O programa de logística reversa de freio a disco é baseado em um produto concebido para ser remanufaturado e isto é a demonstração de exemplo da prática de ecodesign. No caso da cadeia de pneus, não foi possível observar o mesmo engajamento para o uso de produtos derivados de pneus inservíveis, sendo o estudo deste item no detalhe uma das limitações da pesquisa, uma vez que os fabricantes de pneus não foram pesquisados sobre a utilização de

produtos derivados de pneumáticos inservíveis para desenvolvimento da cadeia em *closed-loop*.

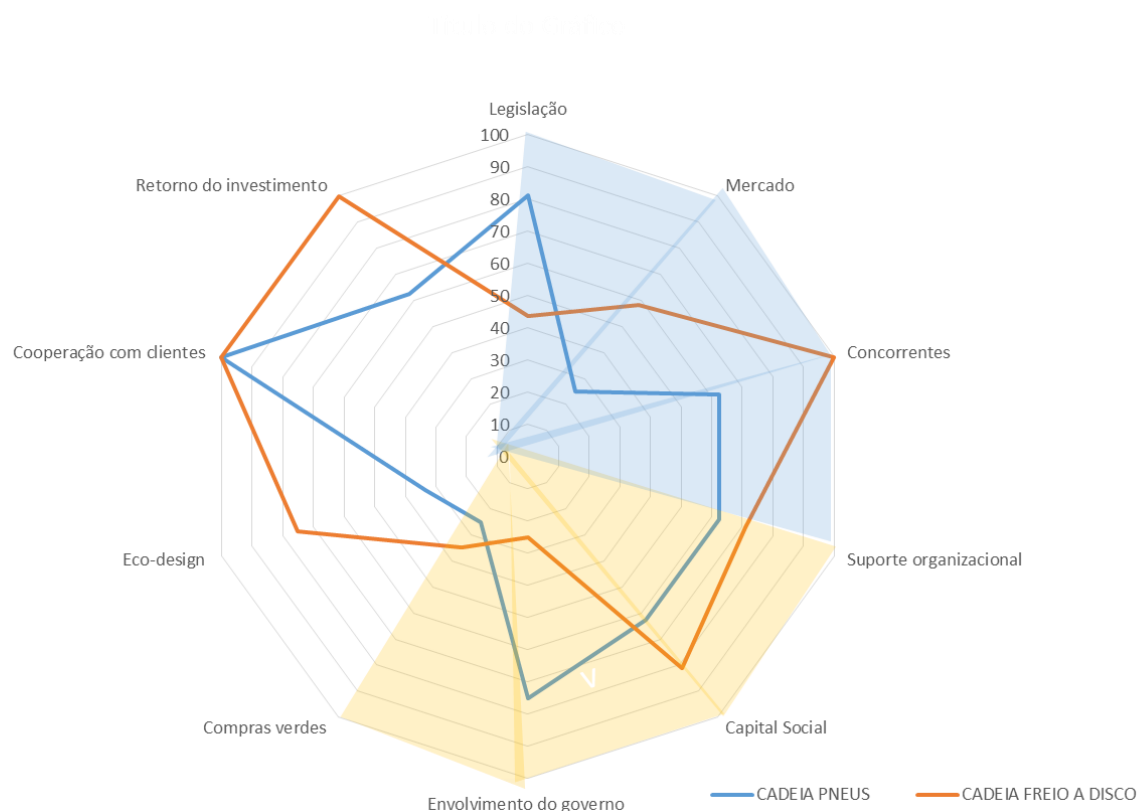
As práticas de, colaboração com clientes e retorno de investimento do modelo de Wu *et al.* (2012) são muito relacionadas entre si e, são as que mais se aplicam e evidenciam a logística reversa como um pilar da GSCM. Ao ser possível, através do programa de logística reversa, uma alternativa para o descarte responsável dos produtos usados ou uma maneira de valorizar os resíduos pós consumo, a colaboração com desempenho ambiental do cliente é institucionalizada pelo programa. Em ambos os casos estudados, o programa de logística reversa, apresenta uma solução para colaborar com o melhor desempenho ambiental dos geradores dos resíduos (os clientes e usuários do produto novo) através da oferta de solução para a gestão dos resíduos.

Ao fazer um *zoom* no ato do aparecimento do resíduo pós consumo e, se dedicar a entender a relação da geração difusa com a responsabilidade compartilhada, necessária para envolvimento da cadeia, observa-se que o programa de logística reversa para remanufatura de freio a disco desenvolve uma maior aderência com o modelo estudado do que a cadeia de pneus.

O efetivo compartilhamento da responsabilidade ambiental parece só ser viável e, através da adoção de práticas capazes de promover o compartilhamento do benefício ambiental e econômico. Repartir entre a cadeia os ganhos conquistados com desenvolvimento da valorização dos resíduos pós consumo, fruto do programa de logística reversa é uma das maneiras de se conseguir o engajamento dos membros daquela determinada cadeia, independentemente de força legal, ao menos nas cadeias em que o resíduo pós consumo tem valor econômico considerável para ser reinserido na economia. Conseguir uma equação de repartição de benefícios entre os membros da cadeia é um dos fatores que podem contribuir para estabilidade do fluxo reverso e perenidade do programa de logística reversa, caracterizando a implementação da gestão verde em uma determinada cadeia.

Na Figura 24, ilustra-se a comparação entre o desempenho em GSCM entre as duas cadeias estudadas, desenvolvida a partir da ponderação feita em cada análise vertical a partir do modelo proposto por Wu *et al.* (2012), apenas com a finalidade de ilustrar e orientar visualmente a análise comparativa, evidenciando que, em ambas as cadeias, há potencial de melhoria em temas específicos para que os programas de logística reversa ampliem a contribuição para a implantação de práticas de GSCM em suas cadeias.

Figura 24 - Comparação dos fatores de índice de desempenho GSCM – Análise gráfica.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Com base nesta análise, fica a reflexão sobre a necessidade de aperfeiçoamento dos programas em ambas as cadeias para explorar melhor a influência do mercado e o envolvimento do governo evitando novas legislações, com novas responsabilidades para os membros das cadeias. Esta pressão e estruturação em parceria com as autoridades podem ajudar na implantação da prática de compras verdes e na otimização das práticas de ecodesign e retorno de investimento, explorando o potencial de contribuição que os programas de logística reversa tem na direção da melhoria da performance ambiental das cadeias com reflexo na sociedade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Retorno às questões de pesquisa e contribuições gerais

O objetivo principal deste trabalho é entender como os programas de logística reversa de resíduos pós consumo das cadeias de pneus e freio a disco contribuem para a implementação de práticas de GSCM.

Para esta finalidade a categorização das práticas que caracterizam a GSCM implementada em uma cadeia foram escolhidas a partir de Wu *et al.* (2012) analisadas individualmente e comparativamente.

Vale relembrar que a implementação das práticas de GSCM é uma forma de gestão para a melhorar o desempenho ambiental e econômico da empresas (Hervani *et al.* 2005; Srivastava, 2007). A logística reversa é uma das atividades capazes de promover economias e melhorar a competitividade (RAO, 2003).

Para que fosse possível responder à questão central de pesquisa houve um engajamento na obtenção de respostas aos objetivos intermediários que foram divididos em 2 grandes grupos:

- 1) mapear os programas de logística reversa de cada cadeia;
- 2) entender a relação dos atributos destes programas com a implantação de práticas GSCM;

A pesquisa de campo, iniciada como operador logístico MAZOLA e depois complementada com as empresas destinadoras, seja por meio da destinação ambientalmente correta de pneumáticos inservíveis (CBL) ou via remanufaturadora (Knorr-Bremse), permitiu o desenho da cadeia dos fluxos de materiais, o entendimento das relações entre os membros da cadeias de pneus (Figura 19) e de freio a disco (Figura 22), identificando o aparecimento do resíduo e os fluxos diretos e reverso de cada cadeia. As relações entre os entes das cadeias, apresentadas no QUADRO 13 para pneus e no QUADRO 14 para freios a disco - concretizam o atendimento dos objetivos intermediários e permitem a reflexão sobre os atributos de cada programa de logística reversa à luz das categorias de GSCM.

Os programas são reconhecidamente consolidados, ainda que em níveis de maturidade diferentes. Os resultados no que se refere a quantidade de resíduos pós consumo inseridos nos programas relativos ao percentual do mercado de reposição são muito divergentes, tanto em relação ao número encontrado quanto na segurança dos dados, já que no caso de pneus há necessidade de comprovação de metas legais e este atinge 100% do mercado de reposição em peso de inservíveis dos fabricantes nacionais, enquanto no caso da remanufatura de freios a

disco foram levantados dados estimados com base em entrevistas com a iniciativa privada sobre os quais não há exigência de relato oficial. De toda a forma, como o foco é análise do programa na cadeia, foi possível identificar e analisar o papel de cada ente nas diferentes cadeias.

Tanto a destinação ambientalmente adequada como a remanufatura são processos descritos no modelo de GSCM de Srivastava (2007). A logística reversa é destacada por esse autor como mais uma prática de operações verdes, em paralelo à remanufatura e à gestão de resíduos, sendo, um recurso operacional existente para a captação dos resíduos pós consumo e posterior remanufatura ou destinação ambientalmente adequada. Conseguir fazer esta captação envolvendo toda a cadeia através de parcerias, e desenvolvendo interfaces com fornecedores e clientes, faz com que o programa de logística reversa possa ser entendido como uma prática de colaboração para melhoria do desempenho ambiental e da competitividade das organizações envolvidas. Quando o programa permite algum retorno do investimento para o gestor do programa de logística reversa, pode-se concluir que há a implementação das práticas de GSCM como preconizado por Wu *et al.* (2012).

Ao analisar os programas de logística reversa de pneus e freios a disco à luz a das categorias dos modelos, pode-se concluir que:

- As pressões institucionais são essenciais para alavancagem dos programas e manutenção destes ao longo do tempo. O questionamento sobre a viabilidade econômica de uma legislação é constantemente feito pelas empresas engajadas na gestão do programa cujo foco é estruturar a cadeia, de tal forma que, seja possível arcar com os custos desta iniciativa na contabilidade direta do programa, sem analisar os potenciais ganhos indiretos relativos ao negócio. As legislações existentes com imposição de criação de programas de logística reversa, são relacionados a resíduos pós consumo com impacto ambiental negativo, ou seja, potencialmente poluidor. A pressão institucional legal, que em geral chega a um produto ou setor por uma regulamentação de comando e controle, pode ser uma pressão positiva para garantir a disponibilidade e alocação de recursos financeiros e humanos para implementação de soluções cada vez mais sustentáveis.
- As legislações, sejam de responsabilidade estendida do produtor sejam de responsabilidade compartilhada, geram muitas reações dos entes da cadeia que terão suas atividades impactadas pela regulamentação.
- O reflexo da sociedade à pressão de legislação é de se concentrar na responsabilização em quem está explicitado na norma e isto, pode ser evidenciado em especial pela dificuldade

da implementação do acordo setorial para ao caso de pneus. O fato da legislação estar sendo cumprida em nível nacional, conduz a um conforto e passividade de todos os demais membros da cadeia que não estejam diretamente obrigados pela legislação vigente, já que a questão ambiental é dada como resolvida. O fato de não conseguir avançar com acordo setorial ou criação de uma cadeia de custódia demonstra a estagnação por parte da cadeia, distribuidores, clientes corporativos e da própria sociedade que se sente confortável em saber que há uma entidade tratando no assunto, ainda que; sistema seja subsidiado por esta e que, provavelmente, exista o repasse deste custo no preço do produto novo.

- Nenhum dos programas estudados se enquadram em responsabilidade compartilhada como preconizado na PNRS mas, traduzir a cota de responsabilização dos clientes e usuários por meio de pagamento indireto, via preço no produto, não engajando diretamente os membros da cadeia na operação de logística reversa e não influenciando o comportamento ambientalmente responsável dos entes no mesmo patamar que o setor conquistou, é uma das reflexões que precisa ser feita para os programas de logística reversa que não remontam a cadeia de comercialização.
- O conceito de responsabilidade compartilhada contribui com a logística reversa em especial nos casos de geração difusa. A logística reversa é um dos processos estruturantes para a gestão verde e é fortalecido quando há evidência de benefício compartilhado entre aqueles que participam da cadeia reversa. No caso de freio a disco, o cliente tem conhecimento do seu poder de decisão e seu poder de escolha em participar ou não da cadeia reversa e, ao optar pela participação da cadeia reversa se torna elegível e conquista benefícios relacionados a vantagens ambientais e econômicas do produto remanufaturado, fruto do programa de logística reversa.
- O mercado deveria ser uma das pressões mais eficientes para influenciar o aparecimento de programas de logística reversa de uma cadeia. O papel da gestão verde em uma determinada cadeia, poderia ter uma maior influência na decisão dos clientes pela escolha de marcas e produtos, porém isto não pode ser estudado cientificamente nesta pesquisa que deixou a percepção de que este não é um fator de interferência a seletividade das marcas. Quando se trata de produtos técnicos cuja troca do usado por um novo, exige a atividade de um especialista e que, as questões de segurança e durabilidade dos produtos são muito impactantes na sua performance; ter ou não ter programa de logística reversa, ser ou não ser um produto ambientalmente responsável, não é um fator de decisão de

engajamento dos clientes com uma determinada marca, uma vez que falar em produtos alternativos, ainda não seja pertinente para os casos estudados. O mercado pode ser os clientes de um segmento ou a própria sociedade. A pressão deste ente - mercado, sobre a existência ou não de programa de logística reversa para um determinado produto, está diretamente relacionado com a risco ambiental do resíduo pós consumo. Se observa apenas que a pressão da sociedade é de cobrar pelo cumprimento da legislação quando esta é existente.

- Ter um programa de logística reversa capaz de tratar o resíduo do concorrente quando o substituir por um novo da sua marca, caracteriza como gestão verde GSCM pela garantia das práticas de colaboração com cliente e retorno do investimento por meio de ganho de mercado. No geral, a pressão de concorrentes está relacionada com a capacidade de inovação de um player que, se destaca dos demais, conquistando nova fatia do mercado graças a um novo produto ou performance diferenciada. A logística reversa se inicia com o cliente no ato da troca, com a aparecimento do produto usado. O ganho de “*market-share*” que tanto se busca, significa substituir o produto do concorrente pelo o da sua marca. Para a contribuição de ganho de mercado pela prática de logística reversa, é necessário ser capaz de assumir a responsabilidade pela gestão dos resíduos da marca do concorrente que passará a ficar disposto no estabelecimento comercial da rede varejista em que foi comercializado ou no pátio do cliente que se deseja conquistar. Dentre os casos estudados, o programa de logística de solução setorial de pneus, não apresenta potencial de diferencial competitivo de exploração da marca, já que todos trabalham igualmente e isto não é percebido pela cadeia de comercialização como uma colaboração direta (em especial clientes) como previsto no modelo; os programas que não tem capacidade de tratar o produto do concorrente geram um sobre custo de destinação para o gestor da cadeia reversa. Esta é uma das limitações do programa de freio a disco. No caso, de assumir a responsabilidade da gestão de resíduos do concorrente de freio, o programa garante a implantação da prática de colaboração com o cliente mas se este, não for capaz de remanufaturá-lo, compromete o retorno do investimento. Por outro lado, se não o fizer ficará comprometida a gestão verde da cadeia e poderá aumentar a pressão proveniente deste mercado. A contrapartida é que, se for possível dar vantagens para os clientes através do engajamento destes nos programas de logística reversa pós consumo e, esta relação, garantir a troca pelo produto do mesmo fabricante, o programa passa a ser reconhecidamente um recurso de proteção de “*market-share*” e fidelização da marca.

- Existe potencial para os programas de logística reversa se relacionarem com as questões de mercado. Dependendo de quais sejam as decisões dos atributos e o tipo operação do programa em relação a influência sobre os membros da cadeia e demais “*stakeholders*”, é possível conseguir impacto positivo na competitividade.

Os *drives* descritos no modelo são as orientações e as formas de estruturação adotadas pelas empresas para auxiliar a implantação das práticas GSCM. No caso de pneus, com uma solução setorial, o esforço de reconhecimento pela sociedade e por autoridades de que a associação de classe é o ente responsável pela execução do programa, contribui para a estruturação do setor, mas a relação do fabricante com sua cadeia de comercialização até seu cliente não é potencializada. A análise dos *drives* permite concluir que:

- A existência de uma cadeia reversa que remonta a cadeia de comercialização fortalece os laços entre os entes da cadeia e consolida o capital social conquistado pelo programa.
- Conseguir incluir o governo de alguma forma no programa de logística reversa, seja como fiscalizador (caso pneus) ou como incentivador (potencial para freios com incentivos fiscais) é uma das fortalezas para institucionalizar o programa.
- Externalizar os compromissos e resultados é uma forma de fazer com que o envolvimento com o governo e com a sociedade, funcione como um calço na evolução da gestão verde das cadeias.
- As práticas de GSCM diretamente impactadas pelos atributos dos programas de logística reversa são: colaboração com clientes e retorno do investimento.
- A criação de uma cadeia de custódia de resíduo por meio da criação de uma cadeia reversa com operadores homologados que garantam a captação dos resíduos em quantidade e qualidade, pode ser fator importante para a segurança, perenidade e viabilidade dos programas de logística reversa, já que, estes são volume dependentes como evidenciado nos dois casos estudados.
- Bons resultados do programa de logística reversa impactam diretamente na possibilidade de alavancagem de inovações relacionadas ao ecodesign dos produtos e processos dos membros da cadeia.
- Os programas de logística reversa com soluções em circuito fechados são mais dependentes da cadeia reversa e tem maior potencial de influenciar a implantação das práticas de GSCM.

Este estudo permitiu, após análise dos atributos dos programas de logística reversa, concluir que esta ferramenta é um dos pilares para a implementação das práticas de GSCM e que dependendo de como este é elaborado, tem grande potencial de influenciar no comportamento verde de todos os membros da cadeia. A maneira como os gestores, no momento da concepção ou evolução dos programas, irá considerar e gerir as pressões institucionais, e a forma como eles irão potencializar os esforços organizados e canalizados segundo os drives sugeridos no modelo, irão resultar na velocidade e intensidade da implementação da gestão verde em uma determinada cadeia.

6.2. Recomendações gerenciais para as cadeias estudadas

6.2.1. A cadeia de pneus

Como identificado na descrição de caso e já muito explorado nas análises, esta cadeia conseguiu seus resultados com um modelo que não atua em toda a cadeia e não potencializada as relações externas de gestão ambiental para maximizar seus resultados sejam eles, ambientais ou financeiros. O modelo de GSCM estudado sugere um grau de colaboração com clientes que não é identificado para esta cadeia. O sucesso do programa de logística reversa de pneus é dependente de subsídio e de outras cadeias com capacidade para a destinação ambientalmente adequada. O mercado consumidor de derivados de pneus inservíveis se desenvolveu de forma significativa nos últimos anos e tem contribuído para a valorização destes resíduos pós consumo no país.

Entendendo que, implementar as práticas de GSCM é uma forma de se conseguir melhor desempenho ambiental e econômico e que há potencial de aumento da competitividade por este eixo de atuação mas lembrando que esta cadeia atua, até o momento de forma setorial, a recomendação seria pelo fortalecimento dos elos da cadeia direta – circuito de comercialização e da cadeia reversa, como operadores logísticos visando a implantação da responsabilidade compartilhada mas não por imposição de acordo setorial ou legislação e sim pelo compartilhamento de benefícios para aqueles que optassem em fazer parte da cadeia de custódia de resíduos pós consumo.

Uma outra oportunidade identificada é de aumentar o potencial de uso dos derivados de pneumáticos inservíveis em circuito fechado, ou seja, considerar a disponibilidade dos materiais proveniente da transformação de resíduos de pneus e avaliar por meio do ecodesign de produto ou processos, como fazer usos destes novos insumos, em *closed-loop*, ganhando

autonomia para influenciar direta e independentemente, o mercado de valorização deste resíduo inservível.

Parece pertinente avaliar até que momento, a solução setorial adotada atualmente, precisa ser mantida como base da estruturação do programa. Estudar se existe alternativa para, através do aumento da colaboração com a cadeia e da implantação de soluções que promova o retorno do investimento, a criação de sistemas concorrentes e individuais, que promovam o aumento da competitividade, traria valor diferencial para uma determinada marca de tal forma que, ações de GSCM se tornassem um diferencial evolutivo para o setor como na cadeia de freio a disco.

O ecodesign como solução para utilização de materiais e energia alternativa na própria indústria, pode ser decisivo para a velocidade de implementação de gestão verde e ganho de competitividade pela implantação da GSCM neste setor.

Para as empresas gestoras de resíduos, trituradores e/ou destinadores, fica a recomendação de avaliar de forma contínua, como é possível fazer o compartilhamento dos benefícios conquistados com o desenvolvimento das cadeias de destinação. As empresas que conseguirem apresentar seus serviços ou subprodutos dentre do pacote de compra verdes demonstrando as vantagens ambientais e econômica desta escolha, desenvolverá um vínculo com os membros da cadeia que poderá ter como consequência o fortalecimento do seu papel nesta cadeia e a consolidação das parcerias estabelecidas. A transparência e espírito colaborativo de compartilhamento dos benefícios é o que faz o fortalecimento do capital social e implementação da gestão verde para uma cadeia e pode ser uma das grandes oportunidades para operadores logístico e destinadores.

6.2.2. A cadeia de freio a disco

Esta cadeia tem um fluxo reverso que remonta o fluxo direto e conquistou, através do processo de remanufatura, fazer a compartilhamento dos benefícios com os clientes. Esta cadeia precisa avaliar como incluir o mercado secundário no fluxo reverso tornando-o parte da cadeia e não concorrente, mas limitando sua atuação. Um estudo sobre o impacto social neste caso, se faz necessário para explorar este tema da incorporação dos membros do mercado secundário.

O aumento de escala é ponto crucial para a melhorar o retorno de investimento desta cadeia e, uma das alternativas é associar outros materiais para dar ganhos de escala para os custos da operação reversa e manter o diferencial competitivo que existe hoje. Uma solução

setorial para o ganho de escala também poderia ser uma opção, mas, como já analisado, este modelo reduz a vantagem competitiva da marca, no momento em que se iguala as práticas entre concorrentes e não é recomendação da autora desta pesquisa.

Avaliar a possibilidade de tratar os resíduos dos concorrentes fazendo uso deste material para conseguir matéria prima reciclada para seu fornecedor (indústria siderurgia), pode ser uma maneira de conseguir colaborar com clientes sem fazer a remanufatura da peça do concorrente (já que há uma limitação técnica para isto no caso de freio). Conseguir ferro e alumínio para seu fornecedor pode ser uma alternativa que torne o fabricante capaz de tratar o resíduo do concorrente e conseguir vantagens através da implementação da prática compras verdes.

Compras verdes para esta cadeia por ser explorada em vários pontos:

- 1) Captação de peças inservíveis que possam ser matéria prima reciclada para a indústria de ferro com retorno financeiro para o fabricante do produto novo e remanufaturado com a redução do custo de matéria prima de base.
- 2) Ganho de escala dos custos do fluxo reverso com a inclusão de outras peças ou associação com outras empresas para a coleta, gestão e destinação correta.
- 3) Avaliação da criação de um processo de certificação para os usuários dos produtos remanufaturados como membros de um ciclo de desenvolvimento da cadeia verde já que, ao usar um produto remanufaturado em seu veículo ele está contribuindo para a sustentabilidade da cadeia. Foi explorado na descrição do caso as vantagens econômicas da peça remanufatura em função do custo por quilometro, mas pouco se identifica sobre as vantagens ambientais para a sociedade do uso de peças remanufaturadas. Uma reflexão sobre um sistema de certificação pode ser uma forma de engajamento e alavancagem dos volumes para este circuito.

6.3. Limitações do trabalho

Por se tratar de um estudo realizado com abordagem qualitativa, utilizando-se da estratégia de estudo de caso, a principal limitação do trabalho diz respeito à baixa capacidade de generalização dos resultados obtidos.

O estudo foi desenvolvido em um setor específico limitado a dois casos: pneus e freios a disco. A ampliação das conclusões para todos os componentes da indústria automotiva ou

até mesmo a simples replicação da análise do sistema de freio a disco para outras autopeças, não pode ser feito diretamente, em função das especificidades e funcionalidades de cada produto e cadeia, respectivamente.

O estudo ficou restrito às categorias relacionadas à GSCM, não entrando nos temas sociais ainda que tenha sido evidenciada na descrição do caso a existência do mercado secundário e muitas vezes informal que concorre com o sistema de logística reversa formal.

Dentre as práticas de GSCM, em especial a relacionada à gestão interna, certificação e ecodesign, seria necessário um mergulho nos fabricantes de produtos novos para entender, no detalhe, como estes podem se fazer valer dos programas de logística reversa para acelerar ou potencializar a implantação destas práticas. Como o estudo não tinha como foco no fabricante de produtos novos, este tema não foi explorado.

6.4. Recomendações gerais

Este estudo pode ser usado como base para o desenvolvimento de um Guia para elaboração de programas de logística reversa de resíduos pós consumo à luz da gestão verde - GSCM. A elaboração de um framework que permita a criação das correlações diretas entre pressões, *drives* e práticas de GSCM, no momento da concepção de um programa de logística reversa, pode garantir aos programas, a sustentabilidade necessária para perenidade e viabilidade dos mesmos, promovendo para a sociedade, o benefício de melhor desempenho ambiental e econômico com fortalecimento das cadeias pela gestão verde.

Avaliar uma forma de inclusão dos agentes responsáveis pelos mercados secundários, no ciclo de vida formal de um determinado produto, dando condição para esta atividade mantenha sua função, no que tange o prolongamento da vida útil do produto e assim, considerar o papel social deste mercado, pode ser um estudo que traga contribuições adicionais para a elaboração de programas de logística reversa. O importante é avaliar como é possível incorporar os membros participantes do mercado secundário na cadeia formal, garantindo a eliminação da existência de um concorrente ao negócio principal, seja por atrapalhar a gestão e valorização dos resíduos e consequentemente à gestão verde, ou pela permanência de produtos recuperados de forma não homologada, que coloquem os usuários expostos aos riscos relacionados à segurança no uso do produto.

Este pode ser um tema a ser explorado que permitirá avaliar os programas de logística reversa como um pilar para “*Sustainable supply chain management*” (SSCM) ampliando o espectro e aplicabilidade deste estudo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULRAHMAN, M. D. *et al.* Viability of remanufacturing practice: a strategic decision making framework for Chinese auto-parts companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 105, p. 311-323, 2015.
- ABNT, NBR. 15296. **Veículos Rodoviários Automotores-Peças-Vocabulário**. Rio de Janeiro, 2006.
- ABNT, NBR. 15832. **Veículos Rodoviários Automotores-Acessórios-Vocabulário**. Rio de Janeiro, 2006.
- ALLENBY, B. Supporting environmental quality: developing an infrastructure for design. **Environmental Quality Management**, v. 2, n. 3, p. 303-308, 1993.
- ANDEL, T. Reverse logistics: a second chance to profit. **Transportation & Distribution**, v. 38, n. 7, p. 61, 1997.
- ANSARI, Z. N.; KANT, R. A state-of-art literature review reflecting 15 years of focus on sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2524-2543, 2017.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DISTRIBUIDORES DE AUTOPEÇAS. **Remanufaturados: a vez do Brasil**. Disponível em <http://www.andap.org.br/fotosbd/file/PALESTRAS/Workshop%20REMANUFATURADO%20-%20A%20VEZ%20DO%20BRASIL.pdf>. Acesso em setembro de 2019
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO SEGMENTO DE REFORMA DE PNEUS. Moema, São Paulo. Disponível em: <http://abr.org.br/> Acesso em: 18 de setembro de 2019.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS. **Dados Gerais (vendas, empregos, comercio exterior, fabricas)**. São Paulo, Brasil. Dados Ge Disponível em <http://www.anip.org.br/anip-em-numeros/dados-gerais/>. Acesso em 20 de novembro de 2019.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://www.anip.org.br/>. Acesso em 20 de novembro de 2019.
- ATASU, A.; GUIDE JR, V. D. R.; VAN W. L. N. Product reuse economics in closed-loop supply chain research. **Production and Operations Management**, v. 17, n. 5, p. 483-496, 2008.
- ATASU, A.; SARVARY, M.; VAN W. L. N. Remanufacturing as a marketing strategy. **Management science**, v. 54, n. 10, p. 1731-1746, 2008.
- AUTOMOTIVE BUSINESS. **Venda de pneus cresce menos de 0,5% até julho**. 21 de agosto de 2019. Disponível em: <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/29758/venda-de-pneus-cresce-menos-de-05-ate-julho>. Acesso em: 13 de março de 2019.
- AYRES, R.; FERRER, G.; VAN LEYNSEELE, T. Eco-efficiency, asset recovery and remanufacturing. **European Management Journal**, v. 15, n. 5, p. 557-574, 1997.

BARROS, D. C.; CASTRO, VAZ, B. H. R.; HUPSEL, L. F. **Panorama da indústria de autopeças no Brasil: características, conjuntura, tendências tecnológicas e possibilidades de atuação do BNDES**. 2015.

BEAMON, B. M. Designing the green supply chain. **Logistics Information Management**, v. 12, n. 4, p. 332-42, 1999.

BEAMON, B. M. Designing the green supply chain. **Logistics information management**, v. 12 n. 4, p. 332-342, 1999.

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

BENBASAT, I.; GOLDSTEIN, D. K.; MEAD, M. The case research strategy in studies of information systems. **MIS quarterly**, p. 369-386, 1987.

BERRY, L. L.; CONANT, J. S.; PARASURAMAN, A. A framework for conducting a services marketing audit. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 19, n. 3, p. 255-268, 1991.

BESKE, P.; SEURING, S. Putting sustainability into supply chain management. **Supply Chain Management**. n. 1 v. 19, (2014).

BRASIL. Instituto Nacional De Metrologia, Qualidade E Tecnologia. **Portaria n.º 554, de 29 de outubro de 2015**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002331.pdf>

BRASIL. **LEI Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília, DF, agosto, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

BRASIL. Ministério da Economia. **Setor Automotivo**, Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

BRASIL. Ministério da Economia. **Setor Automotivo**, Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

BRASIL. Ministério da Economia, **Competitividade Industrial no Setor Automotivo** Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo>. Acesso em: 05 de dezembro de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente,. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 258**, de 26 de agosto de 1999, Brasília, DF, dezembro, 1999. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/arquivos/36_09102008030342.pdf

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 416** de 30 de setembro de 2009 Brasília, DF. Disponível em https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/arquivos/conama_416_09_36.pdf

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 3 DE JANEIRO DE 2019**. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/57877483

CAETANO, M. J.L. **O que é um pneu. Ciência e Tecnologia da Borracha**. Disponível em: <https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/aplicacoes/pneus/o-que-e-um-pneu/>. Acesso em: 02 de maio de 2019.

CANTU Pneus é uma das maiores importadoras Aeolus no mundo. Estadão, Itajaí, São Paulo 23 de fevereiro de 2017. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/releases-ae,cantu-pneus-e-uma-das-maiores-importadoras-aeolus-no-mundo,70001677021>. Acesso em 24 de março de 2020.

Carlisle Companies Inc. Disponível em: <http://www.annualreports.com/Company/carlisle-companies-inc>. Acesso em: 02 de março de 2019.

CARTER, C. R.; ROGERS, D. S. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. **International journal of physical distribution & logistics management**, v. 38 v. 5, p. 360-387, 2008.

CARVALHO, A.P. **Gestão sustentável da cadeia de suprimentos: análise da indução e implementação de práticas socioambientais por uma empresa Brasileira no setor de cosméticos**. FGV /EASP, 2011

CBL. Comércio e Reciclagem de Borrachas Ltda. São Bernardo do Campo/SP. Disponível em: <https://cblreciclagem.com.br/quem-somos/>. Acesso em: 05 de julho de 2019.

CHOUINARD, M.; D'AMOURS, S.; AÏT-KADI, D. Integration of reverse logistics activities within a supply chain information system. **Computers in Industry**, v. 56, n. 1, p. 105-124, 2005.

CLINE, A.; LEMAY, S.; HELMS, M. M. A framework for reverse logistics: The case of post-consumer carpet in the US. **International Journal of Commerce and Management**, v. 25 v. 4, pp. 466-489, 2015.

Council of Logistics Management. Disponível em: <https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM Definitions and Glossary of Terms.aspx>. Acesso em 20 de maio de 2020.

Council of Logistics Management. 1993. **Reuse and Recycling Reverse Logistics Opportunities** Oak Brook, IL: CLM.

Council of Supply Chain Management Professionals. Disponível em <https://cscmp.org/CSCMP/Academia/SCM Definitions and Glossary of Terms/CSCMP/Educate/SCM Definitions and Glossary of Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921>. Acesso em 20 maio 2020.

CTBorrachas. **O que é Pneus?**. Disponível em: <https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/aplicacoes/pneus/o-que-e-um-pneu/>. Acesso em 27 de novembro de 2019.

DARNALL, N.; JOLLEY, G. J.; HANDFIELD, R. Environmental management systems and green supply chain management: complements for sustainability?. **Business strategy and the environment**, v. 17, n. 1, p. 30-45, 2008.

DAUGHERTY, P. J. *et al.* Reverse logistics: superior performance through focused resource commitments to information technology. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 41, n. 2, p. 77-92, 2005.

DAVIS, B. **Global tire rankings: Bridgestone reigns supreme again**. 05 de setembro de 2017. Disponível em: <https://www.tirebusiness.com/article/20170905/NEWS/170909980/global-tire-rankings->

[bridgestone-reigns-supreme-again#utm_medium=email&utm_source=tb-daily&utm_campaign=tb-daily-20170906](#). Acesso em: 13 de março de 2019.

DE BRITO, M. P.; CARBONE, V.; BLANQUART, C. M. Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe: Organisation and performance. **International journal of production economics**, v. 114, n. 2, p. 534-553, 2008.

DE BRITO, M. P.; DEKKER, R. Modelling product returns in inventory control—exploring the validity of general assumptions. **International Journal of Production Economics**, v. 81, p. 225-241, 2003.

DEKKER, R. *et al.* Reverse logistics: quantitative models for closed-loop supply chains. **Springer Science & Business Media**, 2013.

DELMAS, M.; TOFFEL, M. W. Stakeholders and environmental management practices: an institutional framework. **Business strategy and the Environment**, v. 13, n. 4, p. 209-222, 2004.

DIAS, J. C. Q. Logística Global e Macrologística. **Sílabo**, v. 1, 2005.

DIAS, S.L.F.G; LABEGALINJB, L.; CSILLAG, J.M. **Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: Uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais**, EACH-USP, 2012.

DINO. **Conheça como funciona o sistema de freio a disco e seus componentes**. 5 de janeiro de 2018. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/conheca-como-funciona-o-sistema-de-freio-a-disco-e-seus-componentes,1487803629b1ba7da68fd8172fabf0a9ukpgnvfy.html>. Acesso em: 12 de março de 2019.

DONVAL, Y. **Green supply chain: from awareness to action**. Bearing Point Institute, EU, January, 2011. Disponível em: <https://www.bearingpoint.com/files/BEI001-GreenSupplyChain-1.pdf?download=0&itemId=388418>. Acesso em: 19 de março de 2020.

DUBEY, R.; GUNASEKARAN, A.; PAPADOPOULOS, T. Green supply chain management: theoretical framework and further research directions. **An International Journal** v.24, n1, p.184-218, 2017.

ECHIMENCO, L. Pneus usados rendem lucros. **Jornal O Estado de São Paulo**, v. 17, 2001.

ELKINGTON, J.; ROWLANDS, I. H. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. **Alternatives Journal**, v. 25, n. 4, p. 42, 1999.

IPESI DIGITAL. **Embrapii e Pirelli desenvolvem pneu mais resistente**. Ipesi Digital. 23 de maio de 2019. Disponível em: <https://ipesi.com.br/embrapii-e-pirelli-desenvolvem-pneu-mais-resistente/>. Acesso 02 de janeiro 2020.

OCDE. L'Organisation de cooperation et de développement économiques. **Extended producer responsibility Paris**. Disponível em: <https://www.oecd.org/fr/env/outils-evaluation/extendedproducerresponsibility.htm>. Acesso em: 2 de dezembro de 2019.

FARINA, M. C.; SZAFIR-GOLDSTEIN, C.; TOLEDO, G. L. **Remanufatura de Produto e Estratégia de Desenvolvimento de Mercado Um estudo no Setor de Autopeças**, 2017.

FIKSEL, J. Conceptual Principles of DfE. Design For Environment: Creating Eco-Efficient Products and Processes. **New York: McGraw-Hill**, 1996.

Full Pneus e Serviços Automotivos. Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.fullpneus.com.br/>. Acesso em 15 de julho de 2019.

GAYUBAS, M. **A influência do canal de distribuição no processo decisório de compra de produtos remanufaturados em ambientes B2B: uma análise pelo conceito do triple bottom line**. 2016. Dissertação de mestrado. Universidade Nove de Julho.

GIL, A. C. *et al.* **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GODFREY, R. Ethical purchasing: developing the supply chain beyond the environment. **Greener purchasing: Opportunities and innovations**, p. 244-251, 1998.

GONÇALVES, P. Gestão de Resíduos Sólidos: Conceitos, Experiências e Alternativas. **Seminário Cadeia Produtiva da Reciclagem e Legislação Cooperativista, Juiz de Fora, MG**, 2006.

GONZÁLEZ-TORRE, P. *et al.* Barriers to the implementation of environmentally oriented reverse logistics: Evidence from the automotive industry sector. **British Journal of Management**, v. 21, n. 4, p. 889-904, 2010.

GOODE, W. J. **Métodos em pesquisa social**. Companhia Editora Nacional, 1977.

GREEN, K. W. *et al.* Green supply chain management practices: impact on performance. **Supply Chain Management: An International Journal**, 2012.

GREEN, K. W. *et al.* Green supply chain management practices: impact on performance. **Supply Chain Management: An International Journal**, 2012.

GREEN, K., Morton, B., New, S., 1996. Purchasing and environmental management: interaction, policies and opportunities. **Business Strategy and the Environment** 5, 1996.

GUNNINGHAM, N. Environmental management systems and community participation: rethinking chemical industry regulation. **UCLA J. Envtl. L. & Pol'y**, v. 16, p. 319, 1997.

HANDFIELD, R. *et al.* Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. **European journal of operational research**, v. 141, n. 1, p. 70-87, 2002.

HERVANI, A. A.; HELMS, M. M.; SARKIS, J. Performance measurement for green supply chain management. **Benchmarking: An international journal**, v. 12 n. 4, p. 330-353. 2005.

HOLT, D.; LIU, J.; VINEY, H. Identifying Environmental Issues In Chinese Manufacturing Companies, **Conference of Greening of Industry Network Bangkok**, January v. 1, p. 21-25, 2001.

HOSHINO, T.; YURA, K.; HITOMI, K. **Optimization analysis for recycle-oriented manufacturing systems**. International Journal of Production Research, v. 33, n. 8, p. 2069-2078, 1995.

HUSCROFT, Joseph R. Reverse logistics: past research, current management issues, and future directions. **The International Journal of Logistics Management** Volume: 24 Issue 3, 2013.

IBAMA. Ministério do Meio Ambiente - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). **Relatório de Pneumáticos: Resolução Conama nº 416/09 2018**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/pneus/relatoriopneumaticos/ibama-relatorio-pneumaticos-2018.pdf>

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. - **“Relatório Técnico nº 91 136-205”**, IPT, São Paulo (2006), Disponível em: https://www.ipt.br/banco_arquivos/governanca/4.Relatorio_Anual_IPT_2016.pdf

JUNIOR, M. L.; FILHO, M. G. Production planning and control for remanufacturing: literature review and analysis. **Production Planning & Control**, v. 23, n. 6, p. 419-435, 2012.

KAUR, J; SIDHU, R.; AWASHI, A; CHAUHAN, S; GOYAL, S; A Dematel, based approach for investigation barriers in green supply chain management in Canadian manufacturing firms. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1-2, p. 312-332, 2018.

KIHARA, Y. **Em vez de aterros, “lixo industrial” vira combustível para fabricação do cimento**. Associação Brasileira de Cimento Portland, 4 de julho de 2016. Disponível em: <https://coprocessamento.org.br/em-vez-de-aterros-lixo-industrial-vira-combustivel-para-fabricacao-do-cimento/>. Acesso em: 3 de setembro de 2019.

KIM, K.; SONG, I.; KIM, J.; JEONG, B. Supply planning model for remanufacturing system in reverse logistics environment. **Computers & Industrial Engineering**, v. 51, i.2, p. 279-287, 2006.

KNORR B.; MÜNCHEN, A. Disponível em: <https://www.knorr-bremse.com/en/>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2020.

KNORR. **Knorr-Bremse comemora dez anos de remanufatura no Brasil**. Knorr Bremse, Itupeva, 21 de Setembro de 2015. Disponível em: https://www.knorr-bremse.com.br/media/pt/documents/press/knorr_bremse_celebrate_10_years_of_remanufacturing_in_brazil.pdf. Acesso em: 17 de junho de 2019.

KRAUSE, D. R.; HANDFIELD, R. B.; TYLER, B. B. The relationships between supplier development, commitment, social capital accumulation and performance improvement. **Journal of operations management**, v. 25, n. 2, p. 528-545, 2007.

KRIKKE, H. R.; VAN HARTEN, Aart; SCHUUR, Peter Cornelis. On a medium term product recovery and disposal strategy for durable assembly products. **International Journal of production research**, v. 36, n. 1, p. 111-140, 1998.

KUTTA, R. M.; LUND, R. T. **Remanufacturing: A Preliminary Assessment**. Center for Policy Alternatives, Massachusetts Institute of Technology, 1978.

LAGARINHOS, C. A. F; TENÓRIO, J. A. S. Logística reversa dos pneus usados no Brasil. **Polímeros**, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2013.

LAGARINHO, C. A. **Reciclagem de Pneus: Análise de impacto da legislação ambiental através da logística reversa**. USP, 2011.

LATHER, P. This is your father's paradigm: Government intrusion and the case of qualitative research in education. **Qualitative inquiry**, v. 10, n. 1, p. 15-34, 2004.

LEE, S. Drivers for the participation of small and medium-sized suppliers in green supply chain initiatives. **Supply chain management: an international journal**, 2008.

Lehigh Technologies, Inc. Tucker, Geórgia. Disponível em: https://lehightechnologies.com/about_us. Acesso em: 12 de abril de 2019.

LEITE, P. R. Direcionadores estratégicos em programas de logística reversa no Brasil. **Revista Alcance**, v. 19, n. 2, p. 182-201, 2012.

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

LEITE, P. R. Reverse Supply Chain–The Ecological Factor in Some Sectors in Brazil. In: **San Diego: Balas Congress**. 2001.

LEITE, P. R. Logística Reversa: sustentabilidade e competitividade. **Saraiva Educação SA**, 2017.

LLORACH-MASSANA, P.; FARRENY, R.; OLIVER-SOLA, J. Are Cradle to Cradle certified products environmentally preferable? Analysis from an LCA approach. **Journal of cleaner production**, v. 93, p. 243-250, 2015.

LU, L. YY; WU, C. H.; KUO, T.-C. Environmental principles applicable to green supplier evaluation by using multi-objective decision analysis. **International journal of production research**, v. 45, n. 18-19, p. 4317-4331, 2007.

LUK, C. L. *et al.* The effects of social capital and organizational innovativeness in different institutional contexts. **Journal of International Business Studies**, v. 39, n. 4, p. 589-612, 2008.

LUND, R.T., “Remanufacturing”, **Technology Review**, v. 87, p. 18-23, 1984.

Mazola Ambiental. Valinhos, São Paulo. Disponível em: <http://www.mazolaambiental.com.br/-/>. Acesso em: 19 de setembro de 2019.

MESSELBECK, J.; WHALEY, M. Greening the health care supply chain: Triggers of change, models for success. **Corporate Environmental Strategy**, v. 6, n. 1, p. 39-45, 1999.

MICHELIN. **Michelin Acquires Lehigh Technologies, a Specialty Materials Company**. GREENVILLE, SC, 18 de outubro de 2017. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/news-releases/michelin-acquires-lehigh-technologies-a-specialty-materials-company-300539032.html>. Acesso em: 26 de março de 2019.

MIGUEL, P. L. A importância da gestão da cadeia de suprimentos. **Revista GV Executivo** v.6, n.3, p.54, 2017.

MIN, H.; GALLE, W. P. Green purchasing practices of US firms. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21 v. 9, p. 1222-1238, 2001.

MURAD, R, Contextualização Histórica da Operacionalização da Resolução Conama 289/99. São Paulo, Reciclanip, p.14 2007.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **ODS12 Consumo e produção responsáveis**. Disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods12/>. Acesso em junho 2020.

NEUMAN, L. W. **Social research methods**, 6/E. Pearson Education India, 2007.

ODA, Sandra; JÚNIOR, José Leomar Fernandes. Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 23, p. 1589-1599, 2001.

OECD ENVIRONMENT COMMITTEE. **Guiding Principles Concerning the International Economic Aspects of Environmental Policies**. OCED Doc. v. 72, p. 128.

PAGELL, M.; WU, Z. Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. **Journal of supply chain management**, v. 45, n. 2, p. 37-56, 2009.

Pensamento Verde. São Paulo, Brasil. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/>. Acesso em 9 de dezembro de 2019.

Pneu usado pode deixar de ser transtorno. Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, São Paulo/SP, 24 de setembro de 2014. Disponível em:

<http://www.anip.org.br/releases/pneu-usado-pode-deixar-de-ser-transtorno/>. Acesso em: 10 de novembro de 2019.

POHLEN, T. L.; FARRIS, M. T. Reverse logistics in plastics recycling. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 1992.

Portal da autopeça. Remanufaturados a vez do Brasil. Disponível em <http://portaldaautopeca.com.br/wp-content/uploads/2015/04/Anrap.pdf>, 2015.

PORTER, M. E. **The competitive advantage of nations: with a new introduction**. Free Pr, 1990.

PORTER, M. E.; VAN D. L. C. Green and Competitive: **Ending the Stalemate Harvard Business Review**, 73 Sept. 1995.

Quando os pneus importados são uma boa opção?. Usados BR, 26 de setembro de 2017. Disponível em: <https://revista.usadosbr.com/quando-os-pneus-importados-sao-uma-boucao/>. Acesso em: 04 de maio de 2019.

RAO, P. H. **Greening of the supply chain: a guide for managers in Southeast Asia**. AIM publication, 2003.

Reciclanip. São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://www.reciclanip.org.br/>. Acesso em 20 de novembro de 2019.

Redação AutoIndústria. **Indústria de pneus encerra 2018 com vendas estáveis**. 21 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://www.autoindustria.com.br/2019/02/21/industria-de-pneus-encerra-2018-com-vendas-estaveis/>. Acesso em: 21 de novembro de 2019.

Relatório da Pesquisa Conjuntural, Sindipeças, – São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <https://sindipecas.org.br/area-atuacao/?co=s&a=relatorio-da-pesquisa-conjuntural>. Acesso em: 18 de novembro de 2019.

Relatório de Pneumáticos, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/pneus/relatoriopneumaticos/ibama-relatorio-pneumaticos-2017-nov.pdf>. Acesso em: 04 de dezembro de 2019.

Relatório de Pneumáticos, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/pneus/relatoriopneumaticos/ibama-relatorio-pneumaticos-2017-nov.pdf>. Acesso em: 04 de dezembro de 2019.

RODRIGUES, J.; FERREIRA, M. R. P.; CLARETO NETO, O. P. S. Aproveitamento de borracha de pneus inservíveis na produção de componentes para construção. In: **Congresso Brasileiro de Ciência e tecnologia em resíduos e Desenvolvimento Sustentável**. 2004.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMKLE, R. S. **“Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices”**, University Nevada, Reno, 1998.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. **DECISÃO DE DIRETORIA Nº 114/2019/P/C**, de 23 de outubro de 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/10/DIVULGA%C3%87%C3%83O-DA-DD-114-2019-P-C-Procedimento-pa-incorpora%C3%A7%C3%A3o-da-Logistica-Reversa-no-lic.ambiental.pdf>

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

SAVASKAN, R. C. **Channel choice and coordination in a remanufacturing environment**. Discussion paper//Center for Mathematical Studies in Economics and Management Science, 2001.

SCHALTEGGER, S. *et al.* Putting sustainability into supply chain management. **Supply Chain Management: an international journal**, v. 19 v. 3, p. 322-331 2014.

SEURING, S.; GOLD S. “Sustainability management beyond corporate boundaries: from stakeholders to performance”, **Journal of Cleaner Production**, V. 56, p. 1-6, 2013.

SEURING, S; SARKIS, J.; MÜLLER, M; RAO, P. Sustainability and supply chain

SHARMA, S.; PABLO, A. L.; VREDENBURG, H. Corporate environmental responsiveness strategies: the importance of issue interpretation and organizational context. **The Journal of Applied Behavioral Science**, v. 35, n. 1, p. 87-108, 1999.

SINDIPEÇAS. **Desempenho do setor de autopeças 2019**. Disponível em: <http://www.virapagina.com.br/sindipecas2019/files/assets/common/downloads/publication.pdf?uni=b0bf73eee9882d52e961d48bbe21a88a>. Acesso em maio 2020.

Sistema de Freio: **tudo o que você precisa saber para não correr perigo**. Nakata Automotiva. 28 de maio de 2018. Disponível em: <https://blog.nakata.com.br/sistema-de-freio-tudo-o-que-voce-precisa-saber-para-nao-correr-perigo/>. Acesso em: 20 de setembro de 2019.

SOUZA, G. C. Reverse Supply Chains: Issues and Analysis, by Surendra M. Gupta. Boca Raton, FL, USA: **CRC Press, hardcover**, p. 422, 2014.

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

STAKE, R. E. (2008). **Qualitative case studies**. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Strategies of qualitative inquiry*, ed. 1, p. 119–149.

STOCK, J. R. Development and implementation of reverse logistics programs. In: **Annual Conference Proceedings, Council Of Logistics Management**. 1998.

STOCK, J.; SPEH, T.; SHEAR, H. **Many happy (product) returns**. 2002.

SURENDRA, M. G. **Reverse Supply Chain: Issues and Analysis Book**, p. 3-5, 2003.

TELLIS, W. Introduction to case study. **The qualitative report**, v. 269, 1997.

TESTA, F.; IRALDO, F. Shadows and lights o f GSCM (green supply chain management): Determinants and effects o f these practices based on a multi-national study. **Journal of Cleaner Production**, v.18, n.10-11, p . 953- 962, 2010.

THAME, Nancy. **Logística Reversa**. Gazeta de Piracicaba, outubro de 2019. Disponível em: <http://www.gazetadepiracicaba.com.br/mobile/2019/10/home/870424-logistica-reversa.html>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2020.

THODE FILHO, S. *et al.* A Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 529-538, 2015.

TOLIO, T. *et al.* Design, management and control of demanufacturing and remanufacturing systems. **CIRP Annals**, v. 66, n. 2, p. 585-609, 2017.

TONANONT, A. *et al.* Performance evaluation in reverse logistics with data envelopment analysis. In: **IIE Annual Conference. Proceedings**. Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), p. 764, 2008.

UNESCO. Disponível em: http://www.unesco.org/new/pt/rio-20/single-view/news/instituto_e_unesco_and_rio_de_janeiro_city_hall_launch_the.

UNITED NATION ENVIRONMENT PROGRAM. **Químicos e Resíduos**. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/pt-br/explore-os-temas/quimicos-e-residuos>. Acesso em maio 2020.

VACHON, B. El desarrollo local. Teoría y práctica. **Gijón. Trea**, 2001.

VACHON, S. Green supply chain practices and the selection of environmental technologies. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 18-19, p. 4357-4379, 2007.

VACHON, S.; KLASSEN, R. D. Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain. **International journal of production economics**, v. 111, n. 2, p. 299-315, 2008.

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

VAN HOCK, R.; ERASMUS, I. From reversed logistics to green supply chains. **Logistics Solutions**, v. 2, n. 1, p. 28-33, 2000.

VERDE, K.; MORTON, B.; NOVO, S. Compras e gestão ambiental: interações, políticas e oportunidades. **Estratégia de negócios e meio ambiente**, v. 5, n. 3, p. 188-197, 1996.

WILKERSON, T. Can one green deliver another. **Harvard Business School Publishing Corporation**, 2005.

WU, G.; DING, J.; CHEN, P. The effects of GSCM drivers and institutional pressures on GSCM practices in Taiwan's textile and apparel industry. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 2, p. 618-636, 2012.

WU, H.; DUNN, S. C. Environmentally responsible logistics systems. **International journal of physical distribution & logistics management**, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de Caso-: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

YIN, R. K.; DAVIS, Darnella. Adding new dimensions to case study evaluations: The case of evaluating comprehensive reforms. **New directions for evaluation**, v. 2007, n. 113, p. 75-93, 2007.

ZATARIN, A. P. M. *et al.* VIABILIDADE DA PAVIMENTAÇÃO COM ASFALTO-BORRACHA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 649-674, 2016.

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

ZHU, Q. *et al.* Firm-level correlates of emergent green supply chain management practices in the Chinese context. **Omega**, v. 36, n. 4, p. 577-591, 2008.

ZHU, Q. *et al.* The role of organizational size in the adoption of green supply chain management practices in China. **Corporate social responsibility and environmental management**, v. 15, n. 6, p. 322-337, 2008.

ZHU, Q.; COTE, R. P. Integrating green supply chain management into an embryonic eco-industrial development: a case study of the Guitang Group. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 8-10, p. 1025-1035, 2004.

ZHU, Q.; SARKIS, J. Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. **Journal of operations management**, v. 22, n. 3, p. 265-289, 2004.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. **International journal of production economics**, v. 111, n. 2, p. 261-273, 2008.

ZHU, Q.; SARKIS, J. Na inter-sectoral comparison of green supply chain management in China: *Drives and Pratices* . **Jornal of Cleaner Production** v.14 p. 472-486, 2006.

ZHU, Q.; SARKIS, J. The moderating effects of institutional pressures on emergent green supply chain practices and performance. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 18-19, p. 4333-55, Set./Out. 2007.

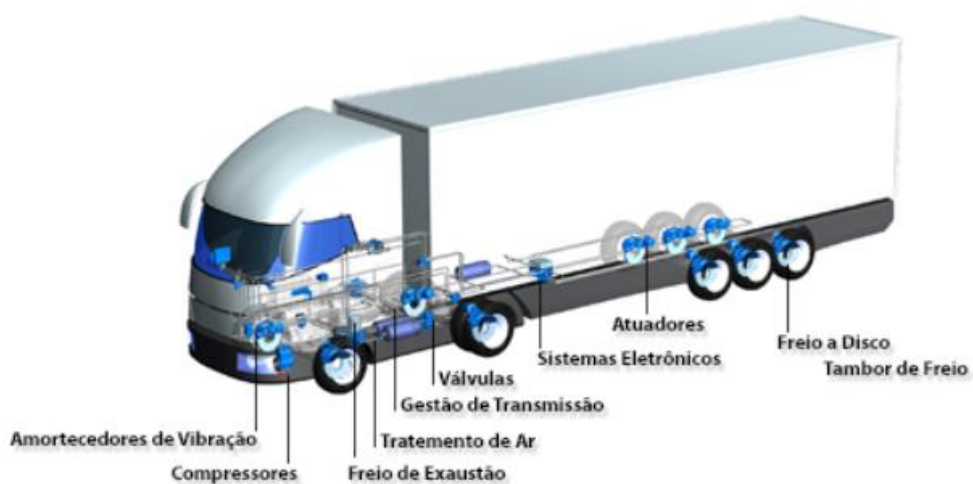
ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. Confirmation of measurement model for green supply chain management practices implementation. **International Journal of Production Research**, v. 11, p. 261-271, 2008.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K.; GENG, Y. The role of organizational size in the adoption of green supply chain management practices in China. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 337, n. 6, p. 322-337, 2008.

ANEXOS

ANEXO 1 – ILUSTRAÇÃO DE FREIO A DISCO NOVO E REMANUFATURADO

Ilustração de freio a disco equipando caminhão.



Fonte: www.knorr-bremse.com.br

Ilustração de sistema de freio



Fonte: www.knorr-bremse.com.br

Exemplos de Remanufaturados : Catálogo revendedor



REMAN | KNORR **MORELATE**
distribuidora de peças caminhões e ônibus

<p>PINÇA FREIO REMAN DIANTEIRO LD SEM PASTILHAS 6344201301-R 071994 MERCEDES ÔNIBUS C2000 / 2000DA / 2000DA</p>	<p>PINÇA FREIO REMAN TRASEIRO LE SEM PASTILHAS 6964206201-R 080878 MERCEDES 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908</p>	<p>PINÇA FREIO REMAN CARRETA LD SEM PASTILHA 308791308 084501 CARRETA F1000 / F1000</p>	<p>PINÇA FREIO REMAN CARRETA LE SEM PASTILHA 308791307 084500 CARRETA F1000 / F1000</p>	<p>PINÇA FREIO REMAN DIANTEIRO L SEM PASTILHAS 6964205801 080937 MERCEDES 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908</p>
<p>PINÇA FREIO REMAN DIANTEIRO LE SEM PASTILHA 6344201201-R 071993 MERCEDES ÔNIBUS C2000 / 2000DA / 2000DA</p>	<p>PINÇA FREIO REMAN DIANTEIRO LE SEM PASTILHA 6964205701 080936 MERCEDES 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908 / 1908</p>	<p>PINÇA FREIO REMAN DIANTEIRO LE SEM PASTILHAS 6964205901 086488 MERCEDES L1100 2000 / 2000</p>	<p>PINÇA FREIO REMAN TRASEIRO LD SEM PASTILHA 6964205601-R 071992 MERCEDES L1100 2000 / 2000</p>	<p>PINÇA FREIO REMAN TRASEIRO LD SEM PASTILHAS 6344201801-R 080874 MERCEDES ÔNIBUS C2000 / 2000DA / 2000DA</p>

MATRIZ 11: 3908-0060 | 94018-4213 | 94004-0819 | 94794-3150
 @MORELATELINHAPESADA.MATRIZ | @MORELATEDET | CHAT NO SITE DA MORELATE | WWW.MORELATE.COM.BR
 CUIABÁ: 3621-3026 | CUIABÁ: 3212-3751 | CUIABÁ: 3309-0936
 CUIABÁ: 2672-9046 | CUIABÁ: 3290-4010 | CUIABÁ: 3375-6600 | CUIABÁ: 3867-4883

Fonte: Morelate (2020)

ANEXO 2 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS

Questões elaboradas em entrevista as empresas MAZOLA e CBL.

- 1) Descrição da empresa
- 2) Como a empresa iniciou sua atividade de gestão de resíduo
- 3) Como a empresa iniciou o trabalho de logística reversa (pneus e/ ou freio a disco)
- 4) Qual o papel da sua empresa no programa de logística reversa
- 5) Quais as principais relações comerciais na cadeia de logística reversa
- 6) Quais os fatores limitantes de crescimento de sua atividade
- 7) Qual a estratégia de crescimento e diversificação do seu negócio?
- 8) Sua empresa é a favor o contra a existência de legislação que coloque a responsabilidade da gestão pós consumo exclusivamente nos fabricantes?
- 9) Qual sua opinião em relação a sensibilidade dos clientes (usuários) eventual e potencial impacto negativo da destinação inadequada dos resíduos no meio ambiente?
- 10) Questionário detalhado com base no Capitalismos consciente para entendimento do status de autoconhecimento e engajamento da questão ambiental as organizações responsáveis pela gestão dos resíduo pós consumo se encontram.

a. Consciência da organização

Por que sua empresa existe :

Como defini sucesso para a sua organização

Como defini grandeza para a sua organização

Seu negócio está posicionado para prosperar no futuro enquanto tornamos o mundo um lugar melhor?

Propósito evolutivo

A organização realiza os anseios dos clientes e não apenas os próprios?

Os clientes ficariam verdadeiramente impactados se a empresa deixasse de existir?

Os investimentos e prioridade de P&D refletem nosso propósito além do lucro?

Temos uma visão clara de como o mundo será quando estiver consolidado o propósito da empresa?

Os empregados encontram em seu trabalho uma satisfação intrínseca que vai além do salário?

Os melhores empregados deixariam a empresa caso deixássemos de ser fieis ao seu propósito?

Integração com stakeholders

Para todas as decisões estratégicas, considera-se explicitamente os impactos de curto e longo prazo nos principais Stakeholders: clientes, empregados, fornecedores, investidores, comunidades e meio ambiente?

Usa indicadores para acompanhar o bem-estar de nosso stakeholders e esses são monitorados pelos níveis mais altos da organização?

Rotineiramente, engaja os stakeholders em diálogos

Reconhece a interdependência entre os stakeholders e explicitamente busca soluções que não prejudiquem eles?

O relacionamento da empresa é caracterizado por comunicação frequente e alto grau de confiança e boa vontade.

Liderança servidora

Os líderes são indivíduos profundamente autoconsciente em seus papéis e conhecem o propósito

Os líderes pensam por intuição e tem o sistema entendendo a interconexão e interdependência dos stakeholders?

Na empresa: poder e virtude andam lado a lado?

A maioria das posições executivas da empresa é preenchida através de promoção internas?

Na empresa a relação gerente empregados funciona como uma via de mão dupla (contribuição e complementariedade) ?

Cultura Responsável

A cultura da organização tem alto nível de confiança e transparência

Em relação a cultura é possível dizer que se acredita no que se diz

Opera em uma cultura de compaixão e cuidado genuíno com todos os Stakeholders?

As pessoas e a organização estão evoluindo continuamente para estados mais altos de capacitação e consciência

b. Relação Empresa – fornecedor

Empresa – fornecedor

Defina a atividade de sua empresa

Como nasceu sua empresa?

Qual seu entendimento sobre o papel de sua empresa na cadeia de valor das empresas transportadora de carga. Detalhe :

Qual a prestação de serviço que sua empresa executa?

O nível de fidelização que sua empresa tem nos seus clientes?

Quais os pontos fortes de sua atividade ?

Qual a importância dos clientes de transportadores de cargas no seu negócio?

Quando vc teve contato com o conceito de Logística Reversa e Remanufatura ?

Defina logística reversa

Defina remanufatura

Qual seu papel em cada uma das cadeias de valor?

Descreva o ciclo do produto e seu papel nele.

O que sua empresa entende por sustentabilidade?

Como sua empresa relaciona a sustentabilidade com os programas de logística reversa que vc pratica?

Quais os pontos importantes para seus clientes na oferta da prestação de serviço de gestão de resíduos?

Como sua empresa aborda seus clientes para motivá-los a participar dos programas de logística reversa (pneus e/ou freio)

Quais são os fatores limitadores do seu negócio?

Qual o potencial de escalar?

Quais foram as maiores contribuições que sua acreditar ter feito para seus clientes?

Sua empresa consegue identificar as motivações para essa assistência

Como sua pode criar mais contribuições para esse tipo de serviço?

Sua empresa está comprometida em ser o melhor fornecedor que esse cliente pode ter para esse serviço?

Quando há um desacordo, sua empresa aceita fazer concessões, procuramos por uma solução ganha-ganha (exemplifique)

Sua empresa está comprometida com o sucesso a longo prazo de nossos parceiros de negócios?

Sua empresa tem um processo transparente que permite os clientes entenderem como estão indo no atendimento das nossas necessidades? Quando há um problema sua empresa trabalha com o cliente para resolver?

Sua empresa tem forte compromisso em ser justos em nas negociações?

Sua empresa entende os fornecedores como parceiros estratégicos de longo prazo?

Há exemplo de crescimento mutuo e aumento de escala e escopo de nossos negócios em conjunto?

Existe uma comunicação constante e consistente entre nós e nosso parceiros, inclusive no nível dos altos executivos.

Existe um trabalho de confiança mútua com o fornecedor?

Tem cuidado em selecionar seus parceiros de negócio?

Busca fazer negócio com fornecedores com as quais acredita que haja um forte nível de identificação cultural?

A medida que os clientes crescem sua empresa cresce pela relação de fornecimento?

Ao longo dos últimos anos reduziu o número total de clientes e aumentou a quantidade de negócios que fazemos com cada um deles?

Possui padrões altos e explícitos para a conduta dos clientes em termos de práticas comerciais éticas e também as usa para tratar seus próprios clientes?

Monitora e se responsabiliza pelas práticas em toda a cadeia de fornecimento, como por exemplo os fornecedores dos fornecedores?

c. Relação Empresa Comunidade

Empresa prestadoras de serviço de gestão de resíduos:

Sua empresa cria valor e melhora o bem estar das comunidades nas quais opera e/ou na sociedade como um todo?

Seus empregados estão altamente envolvidos com pensar e sugerir como nossas ações podem estar mais alinhadas às necessidades da sociedade

Qual o nível de compromisso ambiental?

Sua empresa fornece mais apoio financeiro que outras empresas do setor a organizações envolvidas em atividades beneficentes seja para nosso interesse ou para interesse da sociedade?

Disponibiliza capacidades à serviço das metas públicas quando necessário?

A medida que cresce como empresa, procura enfrentar novos desafios e grandes oportunidades em conjunto com o governo ou em parceria com os concorrentes?

O compromisso com a sociedade é profundo e sincero e inclui o envolvimento a alta administração?

Os líderes da empresa vivem nas comunidades em que operam e são participantes ativos da sociedade civil?

Trabalha com os concorrentes e governos no apoio a regulamentações claras que criem condições igualitárias , bem como garantam altos padrões de conduta e impacto líquido positivo na sociedade?

Ao embarcar em novas iniciativas toma cuidado de envolver membros da comunidade ainda no estágio inicial para garantir que todas as perspectivas sejam levadas em consideração.

ANEXO 3: QUESTÕES PARA ANÁLISE DAS PRESSÕES, *DRIVES* E PRÁTICAS.

Questões elaboradas pela autora da pesquisa com base na descrição de cada variável feita por Wu *et al* (2012).

3.1 – PRESSÕES

Pressão	Legislação	Existe legislação que obrigue a criação de programa de logística reversa
		Existe risco da atividade ser afetada por atividade de grupos de proteção e controle ambiental
		Existe conflito com outros produtos que afetem a gestão ambiental da cadeia
		Existe impacto financeiro negativo para gestor do programa
		Existe impacto financeiro para os elos da cadeia relacionados ao programa para prevenção da poluição
	Mercado	O programa influencia a mercado a melhorar a consciência e/ou responsabilidade ambiental
		O programa desenvolve e ajuda a divulgar conhecimento sobre gestão ambiental na cadeia
		O programa influencia a cadeia a estar engajada na proteção ambiental
	Concorrentes	O programa é um diferencial competitivo para a cadeia de suprimento do produto
		o programa é estratégico para os negócios
		o programa promove o engajamento e fidelização da cadeia

3.2 – DRIVES

Drives	Suporte organizacional	O programa é estruturado na alta gestão
		O programa promove o engajamento da média gerencia
		O programa envolve as áreas da empresa e promove a comunicação eficiente sobre a responsabilidade ambiental e práticas de GSCM
		O programa obriga a cadeia ter um sistema de gestão ambiental
		O programa é capaz de arrecadar e/ou gerenciar fundos para investimento em soluções ambientais e inovação
		O programa capacita recursos humanos como força de trabalho para implementação das práticas GSCM
	Capital Social	O programa promove a boa relação com fornecedores
		O programa promove a boa relação com compradores e clientes
		O programa promove a boa relação com distribuidores
		O programa promove boa relação com autoridades
	Envolvimento do governo	O governo participa diretamente da coordenação do programa
		O governo auxilia a arrecadação de fundos para a gestão do programa
		O governo auxilia a divulgação e comunicação dos resultados dos programas

3.3 – PRÁTICAS

Práticas	Compras verdes	O programa orienta as empresas da cadeia a comprar de empresas com certificação verde
		O programa cooperara para atendimento de objetivos ambientais de fornecedores
		O programa exige a realização de auditorias ambientais
		O programa obriga que seus prestadores sejam certificados ISO14001
		O programa tem uma visão das práticas ambientais do fornecedor
	Ecodesign	O programa contribui para o desenvolver produtos com componentes que reduzam material ou energia na cadeia
		O programa contribui para o desenvolvimento de produtos que permitam reuso, reciclagem e recuperação de materiais ou parte dos produtos da cadeia
		O programa orienta a redução do uso de produtos perigosos na composição ou na produção
	Cooperação com clientes	O programa coopera com os clientes para desenvolvimento de produtos verdes
		O programa coopera com a produção mais limpas dos clientes
		O programa estimula o estimula o desenvolvimento de embalagens verdes
	Retorno do investimento	O programa influencia investimento em tecnologia de recuperação de materiais
		O programa é capaz de valorizar os resíduos industriais e pós consumo
		O programa melhora a vendas de equipamentos excedentes