

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO ACADÊMICO

ALEXANDRO DOS REIS

A CADEIA REVERSA DO AÇO: A ESTRUTURA DE ATIVIDADES E OS RISCOS
DOS INTERMEDIÁRIOS DA SUCATA METÁLICA

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto

São Leopoldo

2015

ALEXANDRO DOS REIS

**A CADEIA REVERSA DO AÇO: A ESTRUTURA DE ATIVIDADES E OS RISCOS
DOS INTERMEDIÁRIOS DA SUCATA METÁLICA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto

São Leopoldo, agosto de 2015.

R375c Reis, Alexandro dos

A cadeia reversa do aço : a estrutura de atividades e os riscos dos intermediários da sucata metálica / por Alexandro dos Reis. – 2016.

136 f. : il., 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2015.

Orientação: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto.

1. Logística reversa. 2. Reciclagem de materiais metálicos.
3. Gerenciamento de riscos da cadeia de suprimentos. I. Título.

CDU 658.7:669.14

Catlogação na Fonte:

Bibliotecária Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

ALEXANDRO DOS REIS

**A CADEIA REVERSA DO AÇO: A ESTRUTURA DE ATIVIDADES E OS RISCOS
DOS INTERMEDIÁRIOS DA SUCATA METÁLICA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto

Aprovado em _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André L. Korzenowski – UNISINOS

Prof.^a Dr.^a Cláudia V. Viegas - UNISINOS

Prof.^a Dr.^a Zaida Cristiane dos Reis – Universidade de Caxias do Sul

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação foi construída com a ajuda de amigos de verdade, a quem devo toda minha gratidão. Nesse momento, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos:

Ao meu amigo, mestre e orientador Miguel Afonso Sellitto, por me acompanhar durante toda minha trajetória acadêmica, desafiando e oportunizando a aprendizagem constante;

Ao meu colega Eduardo Batista, que revelou-se um grande amigo durante as dificuldades do mestrado e da vida;

À Cris e a Grazi, pessoas especiais que muito me incentivaram para que esse momento tornasse realidade;

À Silvia Prestes e demais amigos da Casa Aruanda, que confiaram na minha força de vontade e me motivam constantemente na caminhada espiritual;

Ao meu mentor e ao meu guia, por me mostrarem o caminho, pela inspiração, persistência, fé e amor incondicional;

Aos meus pais, pelo apoio e exemplo de força de vontade.

Ao meu Edu, pela compreensão e paciência com a ausência do pai;

À minha Thá, a grande incentivadora de todas minhas conquistas, minha parceira de batalhas e grande amor da minha vida.

Ao Pai, por me conceder a oportunidade de conviver com todos vocês.

RESUMO

As cadeias reversas de suprimento fazem parte do nosso cotidiano. O aumento da sua popularidade ocorre, principalmente, pela expansão do comércio online, onde estão estabelecidos os canais reversos de troca; de devolução em garantia; e por cancelamento da compra. No segmento industrial, os canais reversos são muito populares, como por exemplo, o retorno de embalagens de produtos, o retorno de resíduos industriais para reprocessamento ou destinação final, e o retorno de materiais pós-consumo para o reaproveitamento. Na indústria do aço, a cadeia reversa da sucata metálica é responsável pela gestão do fluxo reverso dos materiais metálicos usados desde o consumidor até o seu ponto de origem, a usina siderúrgica. O aço possui a característica de ser 100% reciclável, sem perdas de propriedades do metal; além do seu processo de reciclagem representar vantagens econômicas e ambientais. A pesquisa propõe o resgate conceitual sobre a estruturação de atividades das cadeias reversas e o gerenciamento de riscos nas cadeias de suprimentos. Através da combinação destas abordagens, elaborou-se uma estrutura geral de atividades, bem como a identificação dos riscos dos intermediários da cadeia da sucata metálica. Como resultado, a pesquisa não limita-se a apresentar a estrutura genérica de atividades e as ações de prevenção dos riscos da cadeia da sucata, mas evolui através proposição de uma metodologia de gerenciamento de riscos aplicável a qualquer cadeia reversa de diferentes segmentos industriais.

Palavras-Chave: Logística Reversa; Reciclagem de Materiais Metálicos; Gerenciamento de Riscos da Cadeia de Suprimentos.

ABSTRACT

The reverse supply chains are part of our daily life. The increase in their popularity is mainly the expansion of online commerce, where the reverse exchange channels are established; of warranty return; and purchase canceled. In the industrial sector, reverse channels are very popular, such as the return of product packaging, industrial waste comeback for reprocessing or final disposal, and the return post-consumer materials for reuse. In the steel industry, the reverse chain of scrap metal is responsible for managing the reverse flow of metallic materials used from the consumer to their point of origin, the steel milling. Steel has the characteristic of being 100% recyclable without loss of properties of the metal; apart from its recycling process represent economic and environmental advantages. The research proposed the conceptual review of the activities of structuring reverse chains and supply chain management risk. By combining these approaches, it drew up a general framework of activities, as well as recognition of the risks of the intermediaries of the scrap metal supply chain. As a result, the survey does not limit to presenting the generic structure of activities and mitigation risk actions in scrap supply chain, but evolves through proposing a risk management methodology applicable to any reverse chain of different industries.

Keywords: Reverse Logistics; Steel Recycling; Supply Chain Risk Management

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Cadeia reversa da sucata metálica.	22
Figura 02: Comparação entre as cadeias de suprimentos tradicionais e cadeias reversas.	36
Figura 03: Canais de distribuição	39
Figura 04: Exemplos de Ciclo Reverso Aberto.....	41
Figura 05. Fluxo de materiais e atividades da cadeia reversa	45
Figura 06: Métodos de coleta	48
Figura 07: Diagrama de Riscos	56
Figura 08: Estrutura do Método de Trabalho.....	61
Figura 09: Os processos de produção do aço.....	67
Figura 10: Atores e fluxos da cadeia da sucata metálica.	93
Figura 11a: Fluxograma de Atividades da Logística Reversa da Sucata	104
Figura 11b: Fluxograma de Atividades da Logística Reversa da Sucata	105
Figura 11c: Fluxograma de Atividades da Logística Reversa da Sucata	106
Figura 11d: Fluxograma de Atividades da Logística Reversa da Sucata	107
Figura 12: Diagrama de riscos da cadeia reversa da sucata metálica	110
Figura 13: Estrutura geral de atividades da cadeia reversa da sucata metálica ..	114
Figura 14: A classificação dos riscos da cadeia reversa da sucata metálica	116
Figura 15: Relacionamento dos riscos internos.....	117
Figura 16: Relação entre os riscos e as atividades dos sucateiros	120
Figura 17: Proposta metodológica para a mitigação de riscos nas cadeias de suprimentos	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Indicadores do setor de gerenciamento de resíduos e sucata no Brasil	26
Tabela 02: Número de empregos formais no comércio atacadista de resíduos e sucatas	27
Tabela 03: Número de Publicações de 2005 a 2014.....	31
Tabela 04: Avaliação dos riscos dos sucateiros.....	73
Tabela 05: Avaliação dos fatores de satisfação dos clientes dos sucateiros	74
Tabela 06: Resultados da avaliação dos riscos dos sucateiros	84
Tabela 07: Resultados da avaliação dos fatores de satisfação do cliente	91
Tabela 08: Resultado global da avaliação dos riscos dos sucateiros.....	109

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Distribuição mundial da produção de aço bruto em 2013	15
Gráfico 02: Distribuição da produção da América Latina de aço bruto em 2013	16
Gráfico 03: Evolução da produção de aço bruto no Brasil (2000 – 2013).....	16
Gráfico 04: Evolução da produção de aço bruto no Brasil (2000 – 2008).....	17
Gráfico 05: Evolução da produção de aço bruto no Brasil (2011 – 2013).....	18
Gráfico 06: Distribuição regional da produção brasileira de aço bruto em 2013.....	18
Gráfico 07: Distribuição do consumo de produtos siderúrgicos no Brasil (2013)	20
Gráfico 08: Consumo de produtos siderúrgicos no Brasil – (2000 – 2013).....	20
Gráfico 09: Consumo de produtos siderúrgicos no Brasil – (2010 – 2013).....	21
Gráfico 10: Evolução das publicações em periódicos científicos	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Exemplos de canais reversos de ciclo fechado.....	42
Quadro 02: Classificação da probabilidade do risco	55
Quadro 03: Classificação do impacto do risco.	56
Quadro 04: Questionário	71
Quadro 05: Quadro Analítico ES1	75
Quadro 06: Quadro Analítico ES2.....	77
Quadro 07: Quadro Analítico ES3.....	78
Quadro 08: Quadro Analítico ES4.....	80
Quadro 09: Quadro Analítico ES5.....	81
Quadro 10: Avaliação de Riscos	83
Quadro 11: Avaliação da Probabilidade	83
Quadro 12: Resumo dos Achados da Pesquisa - Bloco Mercado.....	86
Quadro 13: Resumo dos Achados da Pesquisa - Bloco Cliente.....	89
Quadro 14: Resumo dos Achados da Pesquisa - Bloco Legislação.....	92
Quadro 15: Resumo dos Achados da Pesquisa - Bloco Atividade de Aquisição.....	95
Quadro 16: Resumo dos Achados da Pesquisa - Bloco Atividades Operacionais ..	99
Quadro 17: Resumo dos Achados da Pesquisa - Bloco Atividade de Transporte	101
Quadro 18: Riscos percebidos pelos sucateiros e ações de mitigação.....	124

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	22
1.2 OBJETIVOS	25
1.2.1 Objetivo Geral	25
1.2.2 Objetivos Específicos	25
1.3 JUSTIFICATIVA	25
1.3.1 Justificativa Econômica	25
1.3.2 Justificativa Sócio-ambiental	27
1.3.3 Justificativa Acadêmica	29
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	33
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	33
2. REVISÃO TEÓRICA	34
2.1 CADEIAS REVERSAS	34
2.2 CANAIS REVERSOS DE DISTRIBUIÇÃO.....	38
2.3 CANAIS DE RECICLAGEM	40
2.4 ETAPAS DA LOGÍSTICA REVERSA	43
2.4.1 A Atividade de Transporte na Logística Reversa	47
2.5 RISCO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS.....	50
2.5.1 A Estrutura das Cadeias de Suprimentos e a Suscetibilidade aos Riscos	51
2.5.2 Classificação de Risco nas Cadeias de Suprimentos	52
2.5.3 O Gerenciamento de Riscos nas Cadeias de Suprimentos	54
3. METODOLOGIA	59
3.1 PROPOSTA METODOLÓGICA DE PESQUISA	59
3.2 SUJEITOS DA PESQUISA.....	62
3.2.1 Os sucateiros	62
3.2.1.1 Empresa Sucateira 1	63
3.2.1.2 Empresa Sucateira 2.....	63
3.2.1.3 Empresa Sucateira 3.....	64

3.2.1.4 Empresa Sucateira 4.....	64
3.2.1.5 Empresa Sucateira S5.....	64
3.2.2 A Usina Siderúrgica	64
3.2.3 O Aço.....	66
3.2.3.1 A Geração de Sucata	68
3.2.3.2 A Industrialização da Sucata	68
3.3 DADOS.....	69
3.3.1 Pesquisa Bibliográfica.....	69
3.3.2 Entrevista	70
3.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	74
3.4.1 Quadro Analítico ES1.....	75
3.4.2 Quadro Analítico ES2.....	76
3.4.3 Quadro Analítico ES3.....	78
3.4.4 Quadro Analítico ES4.....	79
3.4.5 Quadro Analítico ES5.....	81
3.4.6 Avaliação dos Riscos.....	83
4. RESULTADOS.....	86
4.1 MERCADO	86
4.2 CLIENTE	89
4.3 LEGISLAÇÃO.....	92
4.4 ATIVIDADES DE LOGÍSTICA REVERSA.....	93
4.4.1 Atividade de Aquisição	94
4.4.2 Atividades Operacionais.....	99
4.4.3 Atividades de Transporte	101
4.4.4 Síntese da Estrutura Geral de Atividades	104
4.5 AVALIAÇÃO DOS RISCOS.....	108
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	113
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132

1. INTRODUÇÃO

A Logística Reversa vem demonstrando crescente destaque no contexto sócio-econômico-ambiental. A consciência ambiental frente à necessidade de consumo, transformou o perfil dos consumidores. Além disso, há um movimento intenso e contínuo do Governo na elaboração de leis que regulem e responsabilizem tanto os fabricantes; como os distribuidores; e os revendedores. Principalmente, no que se refere a destinação dos produtos ao final da sua vida útil. Dessa forma, esse conjunto de movimentos tem impulsionado as empresas ao desenvolvimento de produtos “verdes”, bem como, no aumento da eficiência dos canais reversos (LEITE, 2009). No entanto, a Logística Reversa apresenta outro viés importante no que tange a oportunidade de geração de receita através da recuperação dos produtos usados; pois quando estes são remanufaturados, adquirem características funcionais semelhantes aos produtos novos, e retornam ao mercado secundário; gerando dessa maneira, receita para as empresas de remanufatura. Nos processos de reciclagem, os produtos usados adquirem características de matéria-prima, para novamente serem reintegrados ao processo produtivo; porém com um custo inferior ao da matéria-prima virgem (GUIDE; VAN WASSENHOVE, 2009). Neste contexto, emerge a necessidade do conhecimento das especificidades das cadeias reversas, principalmente quando comparadas as cadeias de suprimentos tradicionais (LEITE, 2009).

A cadeia de suprimentos, em sua forma tradicional, é uma combinação de processos para atender às solicitações dos clientes, através dos fornecedores; dos fabricantes; dos transportadores; dos varejistas; e dos próprios clientes (GOVINDAN et al., 2014). Nas cadeias reversas de suprimentos, o fluxo de materiais ocorre no sentido contrário do fluxo direto das cadeias de suprimentos tradicionais. Os materiais são coletados e transportados dos consumidores aos fabricantes, com o objetivo de serem recuperados, reciclados, e reintegrados a cadeia de suprimentos (XAVIER; CORRÊA, 2013). Stock (1998) identificou dois enfoques principais nas definições de Logística Reversa. O primeiro, mais restrito, é relacionado à logística na reciclagem; na gestão de resíduos; e na gestão de materiais perigosos. Já o segundo, mais amplo, contempla todas as atividades de logística relacionadas à redução; à reciclagem; à substituição; ao reuso e à disposição de materiais. De acordo com Rogers; Tibben-Lembke (2001), a Logística Reversa é definida como sendo o *projeto*,

o controle e a operação de um sistema para maximizar a criação de valor ao longo do ciclo de vida dos produtos, com a recuperação dinâmica do valor, a partir do retorno dos produtos usados. Portanto, a Logística Reversa é uma evolução da logística tradicional (com fluxos diretos dos materiais, a partir do fabricante até os consumidores), a qual representa interessantes oportunidades para os negócios ambientalmente sustentáveis (XAVIER; CORRÊA, 2013).

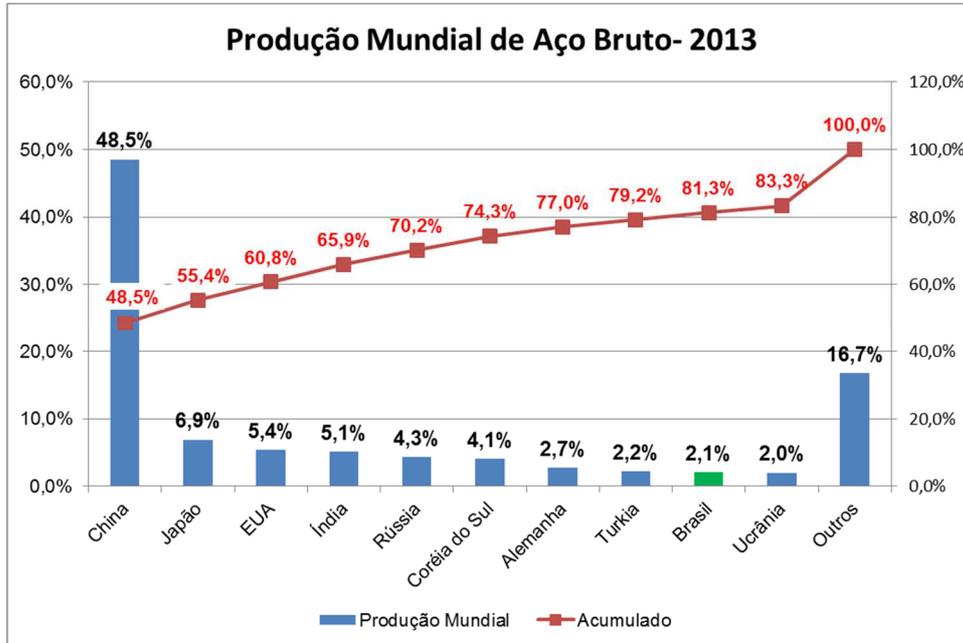
No entanto, como ocorre nas cadeias tradicionais de suprimento, as cadeias reversas também estão suscetíveis a vulnerabilidades. Os riscos de interrupção são inerentes às cadeias de suprimento, principalmente pela relação de interdependência existente entre os parceiros de toda a cadeia (CRAIGHEAD et al., 2007). Os riscos podem ser classificados de acordo com os efeitos da sua ocorrência sobre as cadeias de suprimentos. Chopra; Sodhi (2004); Spekman; Davis (2004), classificaram os riscos, que incidem sobre a cadeia de suprimentos, quanto ao fornecimento de materiais; ao provisionamento de demanda; ao relacionamento com parceiros da cadeia; e aos riscos associados com a reputação das empresas, frente ao mercado. A eficácia das estratégias de gerenciamento de riscos, é diretamente proporcional, à capacidade das empresas de reconhecerem e avaliarem os impactos dos riscos, nas suas operações. Torna-se relevante, para o êxito no gerenciamento da cadeia de suprimentos, a estruturação de uma estratégia robusta de gerenciamento de riscos (DIABAT et al., 2012). Sendo assim, o interesse de pesquisa desta dissertação, remete ao estudo da estrutura de atividades, e dos riscos da cadeia reversa de suprimentos de insumos siderúrgicos.

A siderurgia no Brasil enfrenta um cenário de incertezas e vulnerabilidade, frente aos riscos da queda das exportações, associados ao excedente de aço no mercado mundial; e principalmente, pela grande capacidade de produção da China. Além disso, a elevada carga tributária do país; e a variação cambial acaba favorecendo a importação. Esses fatores deveriam servir de alerta para os governantes, bem como, para os grandes grupos empresariais; pois apesar de dispor de tecnologia avançada para a produção e beneficiamento do aço; o Brasil vem perdendo espaço de competitividade tanto no mercado interno, quanto externo (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014).

De acordo com o Anuário Estatístico 2014, do Instituto Aço Brasil, a utilização da capacidade instalada da indústria siderúrgica brasileira é de 70%, e os investimentos no setor caíram 33% em 2013 em relação a 2012. A indústria brasileira

do aço, em 2013, foi responsável por 2,1% da produção mundial, permanecendo em nono lugar, no ranking liderado pela China (Gráfico 1).

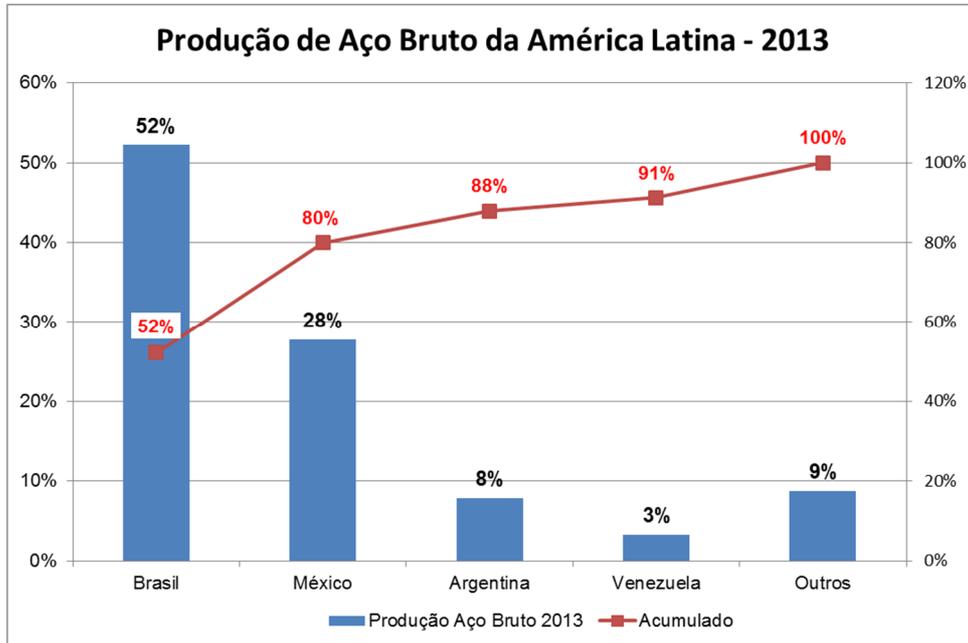
Gráfico 01. Distribuição mundial da produção de aço bruto em 2013.



Fonte: Adaptado Instituto Aço Brasil (2014).

Já na América Latina, a produção brasileira correspondeu a 52,2% do total do continente em 2013, sendo o Brasil e o México, os responsáveis por 80% da produção de aço bruto do continente (Gráfico 2). No Brasil, o parque fabril é composto por vinte e nove usinas, de onze grupos empresariais; os quais produzem atualmente cerca de trinta e quatro milhões de toneladas por ano (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014).

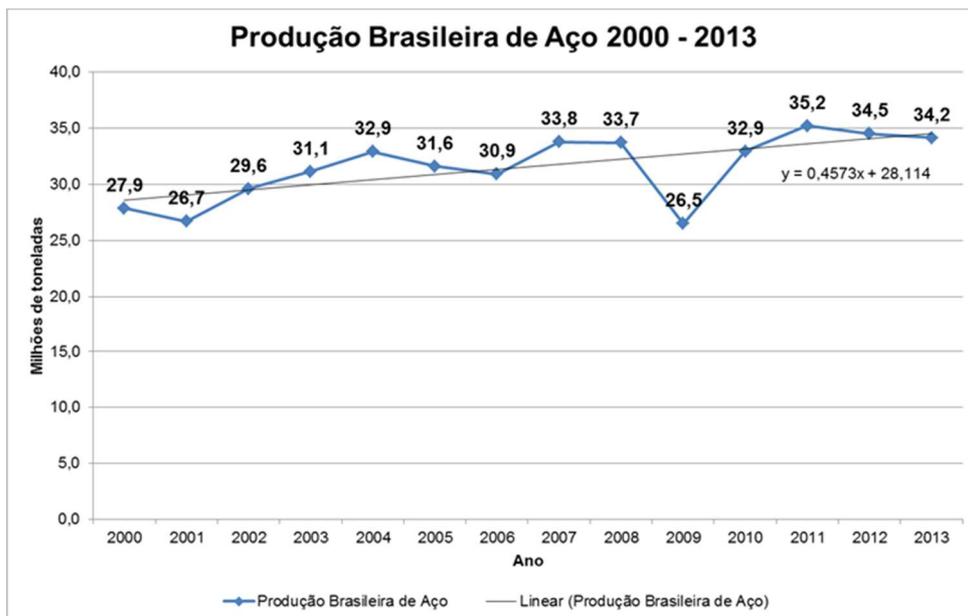
Gráfico 02. Distribuição da produção da América Latina de aço bruto em 2013.



Fonte: Adaptado Instituto Aço Brasil (2014).

O Gráfico 03 apresenta a produção de aço bruto no período de 2000 a 2013. Observa-se que os volumes de produção apresentam uma taxa crescente, com variação média de 0,4573 milhões de toneladas ao ano.

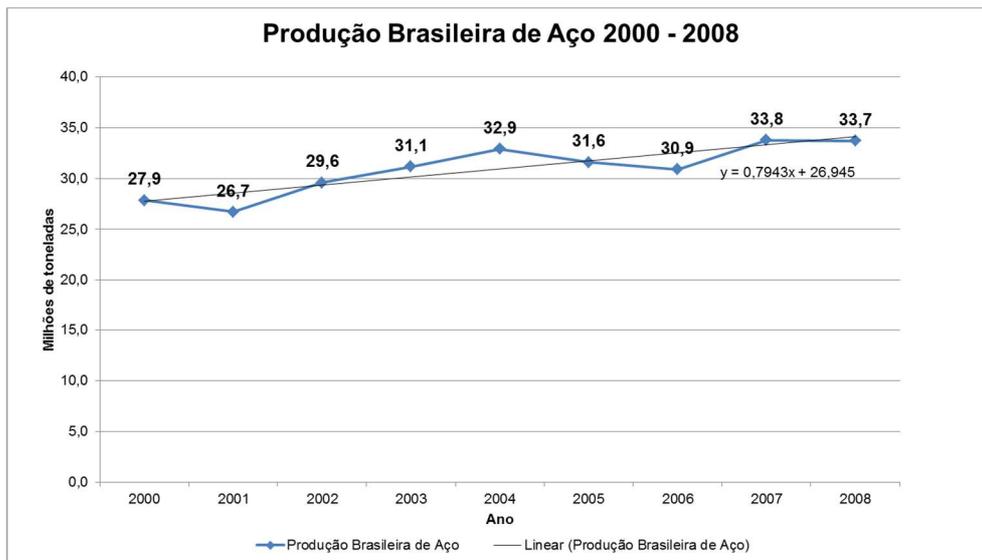
Gráfico 03. Evolução da produção de aço bruto no Brasil (2000 – 2013).



Fonte: Adaptado Instituto Aço Brasil (2014).

Considerando que a produção brasileira de aço em 2009 foi reduzida em função da crise econômica mundial, torna-se relevante a análise dos períodos pré e pós-crise. O Gráfico 04 apresenta o comportamento da produção brasileira de aço, no período de 2000 a 2008, com a taxa de crescimento médio anual de 0,7943 milhões de toneladas.

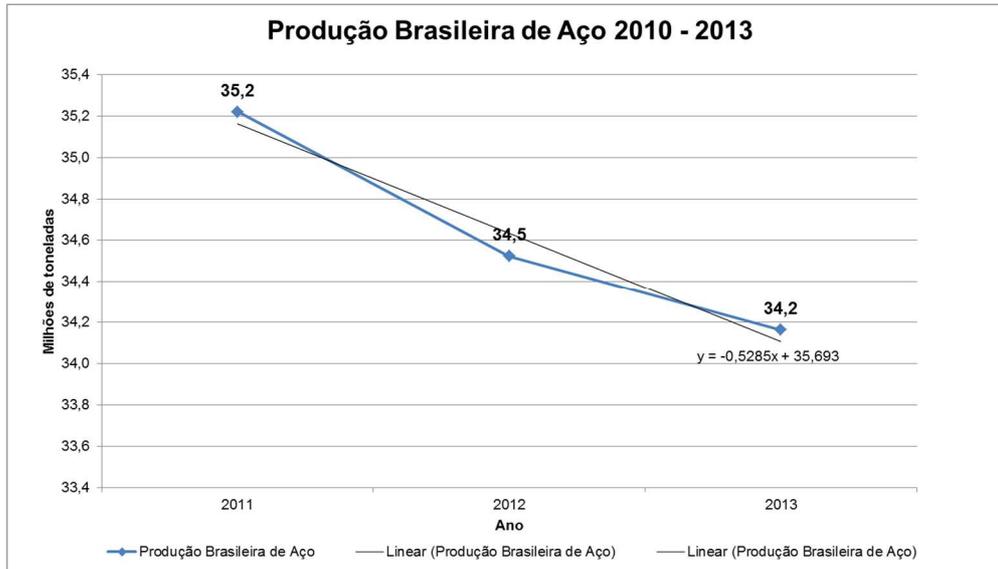
Gráfico 04. Evolução da produção de aço bruto no Brasil (2000 – 2008).



Fonte: Adaptado Instituto Aço Brasil (2014).

Segundo o Instituto Aço Brasil (2014), este resultado foi impulsionado pela expansão do consumo de aço nacional através da indústria de transformação, e da construção civil no país. Para a análise do período pós-crise, torna-se relevante à exclusão do ano de 2010, pois a produção de aço no primeiro trimestre desse ano, ainda sofreu a influência da formação de estoques, no período de crise (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014). Os resultados da produção brasileira de aço, no período de 2011 a 2013, representam o panorama atual da indústria siderúrgica nacional. O Gráfico 05 apresenta os resultados deste período, marcado pela queda da taxa média anual de produção de 0,5285 milhões de toneladas ao ano. O Instituto Aço Brasil (2014) afirma que a redução do consumo interno de aço, dá-se devido à desaceleração da indústria de transformação; e da construção civil; sendo estas, as principais causas da queda na produção do aço nacional. Logo, através da análise da evolução anual dos volumes de produção, evidencia-se a perda de competitividade da indústria siderúrgica nacional, nos últimos anos.

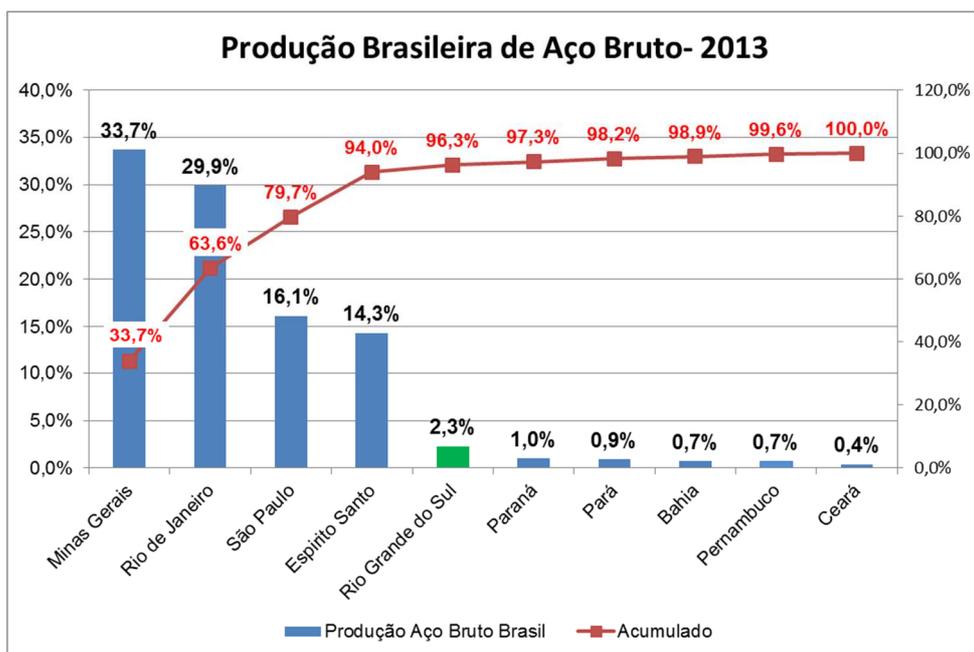
Gráfico 05. Evolução da produção de aço bruto no Brasil (2011 – 2013).



Fonte: Adaptado Instituto Aço Brasil (2014).

Neste contexto, torna-se relevante analisar a distribuição regional do volume, na produção nacional de aço. O Gráfico 06 apresenta distribuição da produção de aço nos estados brasileiros. Considerando os dados disponibilizados pelo Instituto Aço Brasil (2014), em 2013, 94% da produção nacional estava concentrada nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo.

Gráfico 06. Distribuição regional da produção brasileira de aço bruto em 2013.



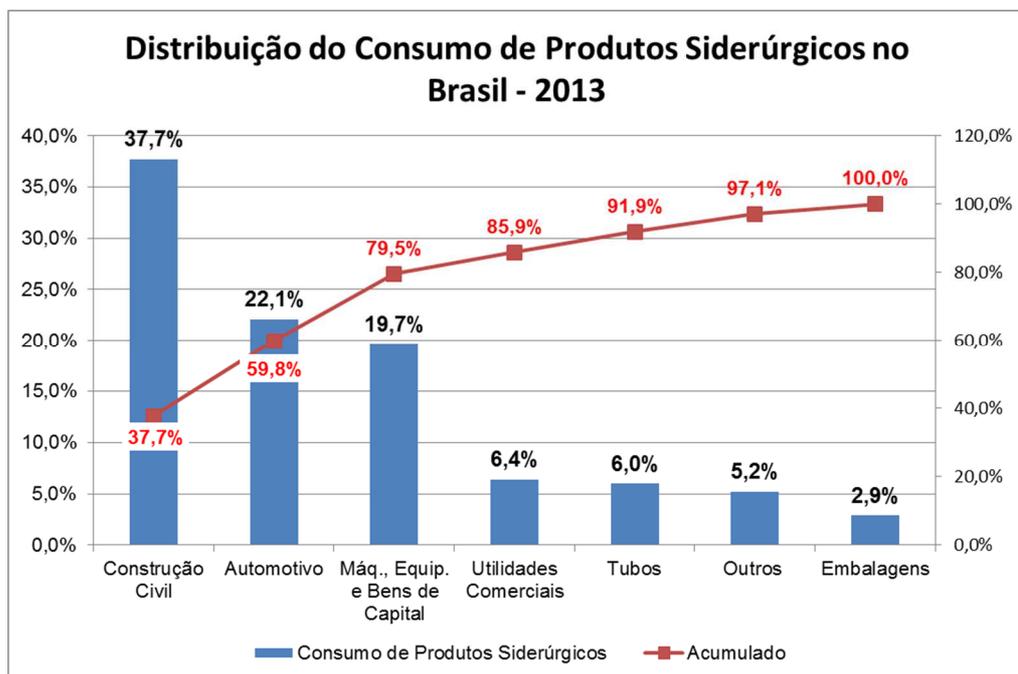
Fonte: Adaptado Instituto Aço Brasil (2014).

Observa-se no Gráfico 06, que o Rio Grande do Sul é o quinto maior produtor de aço no país, com 2,3% do volume nacional de produção. Além disso, a produção de aço no Rio Grande do Sul está concentrada em um grupo siderúrgico.

Quanto aos processos de produção de aço no Brasil, há duas rotas tecnológicas: a usina integrada e a usina semintegrada. A produção do aço, em usinas integradas, é obtida através da redução do minério de ferro. Por sua vez, nas usinas semi-integradas, o aço é obtido através da utilização da sucata metálica como matéria-prima. O processo semi-integrado caracteriza-se por ser mais flexível, econômico e ambientalmente mais eficiente, em relação ao processo integrado. Aproximadamente, 25% da produção nacional de aço dá-se através do processo semi-integrado. Isso ocorre, principalmente, devido a restrições técnicas, associadas a aplicação do aço na indústria. O aço reciclado, na sua grande maioria, é utilizado na fabricação de aços longos para a construção civil e indústria metalúrgica; onde as especificações de qualidade do aço possuem maiores faixas de tolerância. Um dos fatores mais relevantes, associados ao processo semi-integrado para a produção de aço, é a oferta da sucata (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014). Segundo o relatório de indicadores setoriais publicado por GO Associados (2014), há três diferentes origens para a sucata metálica: (1) a geração interna da sucata de produção na siderúrgica; (2) a geração industrial na transformação do aço nas metalúrgicas; e (3) a sucata de obsolescência dos produtos e materiais usados.

A maior parte da sucata de obsolescência utilizada para a reciclagem, é proveniente do pós-consumo de automóveis, máquinas, equipamentos e bens de capital. O Gráfico 07 apresenta os segmentos industriais de maior consumo de aço no Brasil, onde 79,5% de todo o aço produzido são destinados para a construção civil; seguido pelo setor automotivo e máquinas; além de bens de capital (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014).

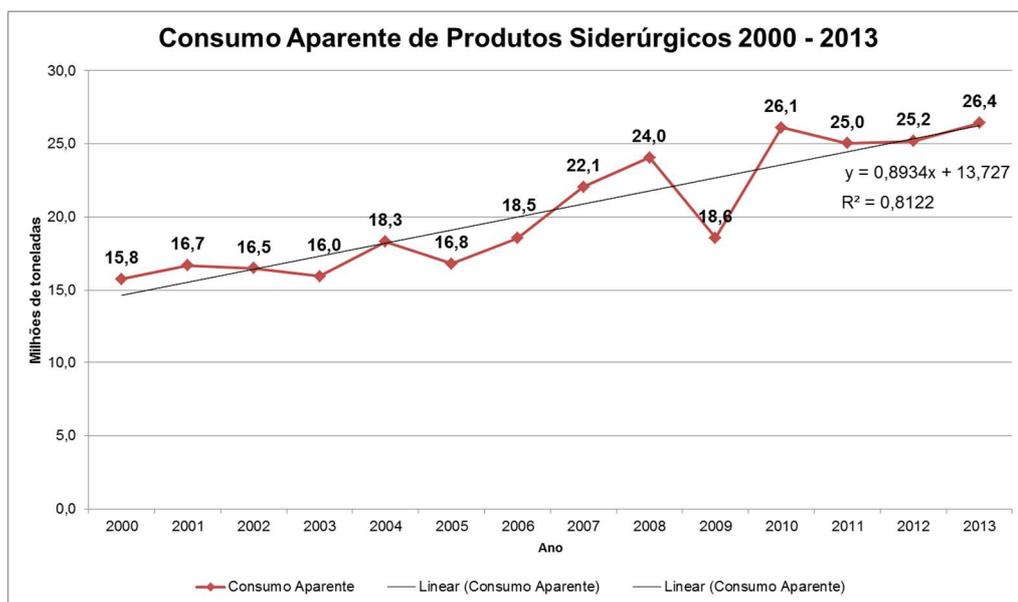
Gráfico 07 – Distribuição do consumo de produtos siderúrgicos no Brasil (2013).



Fonte: Adaptado Instituto Aço Brasil (2014).

Conforme é possível perceber no Gráfico 07, a distribuição do consumo do aço nacional concentra-se em três setores econômicos. Já o Gráfico 08, apresenta o comportamento histórico, do consumo aparente dos produtos siderúrgicos, no período de 2000 a 2013.

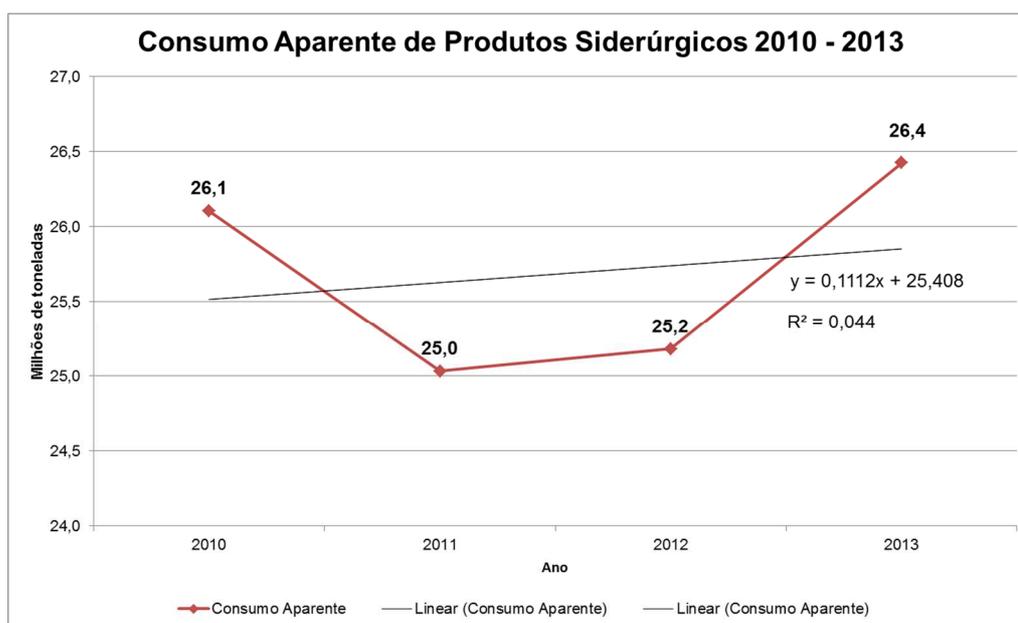
Gráfico 08: Consumo de Produtos Siderúrgicos no Brasil – (2000 – 2013).



Fonte: Adaptado Instituto Aço Brasil (2014).

O crescimento anual da taxa média de consumo interno de aço, no período de 2000 a 2013, foi de 0,8934 milhões de toneladas¹, sendo justificado pela expansão da indústria de transformação e da construção civil (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014). A taxa média do consumo interno é maior do que a taxa média de produção de aço no Brasil, devido à comercialização de aço importado no mercado nacional. Analisando o período pós-crise no Gráfico 09, observa-se que a taxa média de consumo de produtos siderúrgico apresenta crescimento de 0,111 milhões de toneladas ao ano, apesar dos resultados menores de 2011 e 2012. Esta baixa taxa de crescimento anual, associada a um R² de apenas 4 %, é considerada pelo Instituto Aço Brasil (2014), como um sinal de estabilidade do consumo interno (não cresce nem sobe, apenas oscila ao redor de uma média fixa).

Gráfico 09: Consumo de Produtos Siderúrgicos no Brasil, de 2010 a 2013.



Fonte: Adaptado Instituto Aço Brasil (2014).

Dessa forma, a estabilidade do consumo de aço, nos últimos anos, revela, no mínimo, as perspectivas de manutenção da geração de sucata de obsolescência, já que esta possui relação direta com o consumo de aço. Portanto, a curto e médio prazo, é improvável uma queda significativa na oferta de sucata no mercado interno

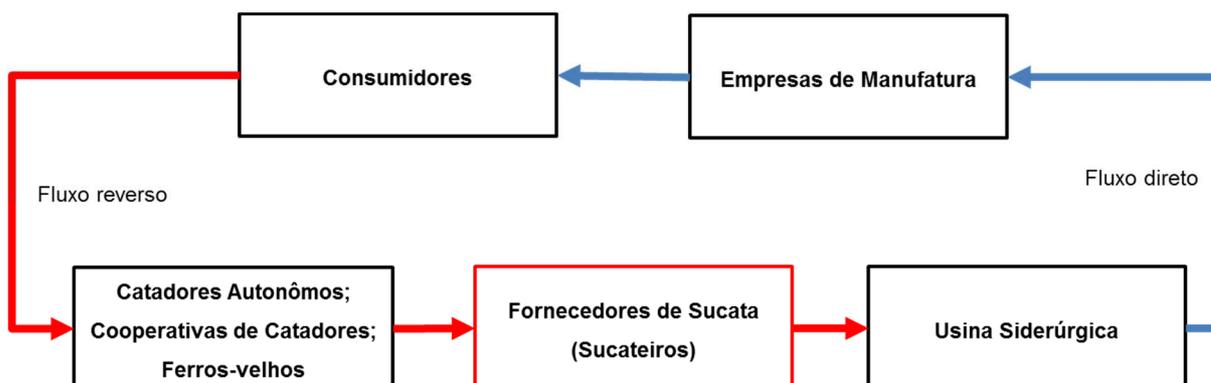
¹ A taxa média do consumo interno é maior do que a taxa média de produção de aço no Brasil, devido à comercialização de aço importado no mercado nacional.

(INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014). É possível inclusive uma leve alta na oferta, caso haja aumento de eficiência na indústria da reciclagem

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

O cenário atual da indústria siderúrgica nacional, marcado por perspectivas pouco otimistas para os próximos anos, revela a perda de competitividade de toda a cadeia de suprimentos da sucata metálica. Visto que, a crescente queda no consumo interno de aço, pode comprometer a oferta da sucata no mercado, o que reduziria a produção, e conseqüentemente, a compra de sucata pelas siderúrgicas semi-integradas (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014). Neste contexto, é importante o reconhecimento dos atores, e dos fluxos da cadeia da sucata metálica, apresentados pela Figura 01.

Figura 01: Cadeia reversa da sucata metálica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O fluxo direto ocorre através da movimentação do aço, em direção ao consumidor final; conforme representado pela linha de fluxo azul, na Figura 01. O aço produzido pela usina siderúrgica é distribuído nas empresas de manufatura. Os produtos produzidos com componentes em aço são comercializados no mercado. Os consumidores, por sua vez, ao final do uso ou da vida útil dos produtos fabricados com componentes de aço, descartam os materiais através de catadores autônomos, cooperativas de reciclagem, ou ferros-velhos; os quais revendem para os sucateiros, que realizam a separação, classificação, processamento, e transporte da sucata; para atender a demanda da usina siderúrgica. A linha vermelha de fluxo de materiais pós-consumo, representa o fluxo reverso, iniciando pelos consumidores e dirigindo-se até

a usina siderúrgica, onde a sucata passará pelo processo de produção de aço. A partir da perspectiva do aço, a combinação dos fluxos diretos e reversos da sucata, evidencia que trata-se de uma cadeia de suprimentos de estrutura fechada, onde os materiais produzidos, após o consumo, são reaproveitados como matéria-prima para a produção de produtos novos. A cadeia de suprimento da sucata metálica possui alto grau de especialização no processo de beneficiamento de aço. Portanto, diante de uma eventual crise no mercado do aço, todas as empresas que a compõe estariam sujeitas aos efeitos desse risco. Os riscos inerentes a essa cadeia são ainda maiores, considerando o alto grau de dependência entre os atores, e o baixo nível de profissionalização das empresas.

As usinas siderúrgicas pertencem aos grupos empresariais que dominam a tecnologia de reciclagem, e a produção de aço. Portanto, sua responsabilidade na cadeia reversa é a reciclagem, e a reintegração dos produtos novos no mercado. Segundo Xavier; Corrêa (2013), apesar da cadeia reversa possuir grande relevância econômica, ambiental e social, está sujeita a incertezas com a oferta e demanda, merecendo atenção para a garantia de eficiência. E, complementa sua ideia, afirmando que os riscos relacionados a incerteza na oferta e demanda dos produtos retornados, são os principais desafios da Logística Reversa. Na cadeia da sucata metálica, a oferta depende do fim da vida útil dos materiais ou da decisão do consumidor quanto a interrupção do uso (LEITE, 2009). A imprevisibilidade do volume e qualidade da sucata ofertada são os principais desafios das cadeias reversas, agravados pela falta de profissionalização dos fornecedores.

Nas empresas de processamento de resíduos, a baixa eficiência da classificação e processamento da sucata; variabilidade da formatação das cargas; custos com transporte; e manutenção da frota são incertezas operacionais importantes. Outras incertezas estão relacionadas com o atendimento dos requisitos legais para operação com os resíduos, e das exigências por parte das empresas de reciclagem quanto ao volume de entrega e a qualidade da sucata. As empresas de processamento de resíduos, também estão suscetíveis a riscos estratégicos, como a competição em um mercado saturado, inclusive com a atuação de muitas empresas informais. A forte dependência do seu negócio com as empresas de reciclagem, e a atuação em uma economia marcada pela instabilidade, também são motivos de constantes preocupações (XAVIER; CORREA, 2013). De maneira geral, as cadeias reversas de reciclagem no Brasil apresentam barreiras e incertezas semelhantes, não

sendo diferente na cadeia de reciclagem do aço. Perante a complexidade dos fluxos; dos diferentes materiais processados; e das atividades de sua responsabilidade; os sucateiros estão posicionados em um ponto crítico na cadeia reversa da sucata metálica e a eficiência do gerenciamento dos riscos é uma necessidade latente.

A vulnerabilidade de uma cadeia de suprimentos aumenta proporcionalmente ao crescimento das incertezas (DIABAT et al., 2012). Segundo Craighead et al. (2007), todas as cadeias de suprimento possuem riscos associados e em algum momento terão a experiência de interrupção do seu fluxo de materiais através da cadeia. Porém, é vital para as empresas reconheçam os fatores de risco de sua operação, e assim, estabeleçam estratégias robustas para a redução e/ou eliminação dos riscos. Hallikas et al. (2004), destaca a importância da avaliação dos riscos quanto a probabilidade e impacto no negócio, possibilitando a priorização de atuação para mitigação dos riscos. Considerando a complexidade da cadeia reversa da sucata metálica devido às características da sua estrutura e das atividades que a compõe, aliadas às incertezas que incidem sobre os sucateiros, emerge a pergunta de pesquisa que norteia este trabalho:

Como identificam-se, estruturam-se, e previnem-se os riscos das atividades dos sucateiros na cadeia reversa da sucata metálica?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é propor um conjunto de ações de mitigação dos riscos das atividades desempenhadas pelos sucateiros, na cadeia reversa da sucata metálica.

1.2.2 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral, constituem-se como objetivos específicos, os descritos a seguir:

- Descrever a cadeia reversa da sucata metálica através do mapeamento das atividades, desde a aquisição até a entrega da sucata nos clientes.
- Identificar os fatores de risco das atividades dos sucateiros na cadeia reversa da sucata metálica, e analisar as estratégias adotadas pelas empresas, para o gerenciamento destes fatores críticos.
- Sintetizar os principais fatores de risco das atividades dos sucateiros, e propor suas respectivas ações de prevenção.

1.3 JUSTIFICATIVA

1.3.1 Justificativa Econômica

Com o aumento da concorrência no mercado e a redução das margens de lucro, as empresas estão cada vez mais interessadas na recuperação dos produtos usados. No entanto, a falta de consciência dos benefícios econômicos e ambientais da Logística Reversa, pode ser um fator importante para a resistência ao desenvolvimento de sistemas reversos (RACI; SHANKAR, 2005). Portanto, nas cadeias reversas, os indicadores ambientais e econômicos são relacionados entre si.

Muitas medidas de redução de impacto ambiental resultam em redução de custos, seja pela reutilização do resíduo como insumo, e/ou pelo impacto ambiental evitado. Porém, diferente dos processos usuais de gestão ambiental, a Logística Reversa traz o retorno financeiro através da revalorização dos resíduos (XAVIER; CORRÊA, 2013). Na Tabela 01 são apresentadas as receitas operacionais líquidas e o número de empresas que atuam no gerenciamento de resíduos e sucata, no Brasil.

Tabela 01: Indicadores do setor de gerenciamento de resíduos e sucata no Brasil.

Período	Receita operacional líquida (R\$ Bi)	Número de Empresas	Número de empregados
2011	4,9	5.000	43.600
2012	6,4	5.000	50.700
2013	7,9	6.300	55.800

Fonte: Adaptado IBGE.

Os dados mais recentes disponibilizados pelo IBGE, indicam que a receita operacional líquida das empresas de resíduos e sucata em 2013, foi de 7,9 bilhões de Reais; evidenciando assim, alta de 23% em relação ao ano anterior. Além disso, o número de empresas, nesse setor, apresentou crescimento de 26%, em relação a 2012.

A relevância empresarial desta pesquisa está diretamente relacionada ao gerenciamento dos riscos na cadeia reversa, bem como na proposição de uma metodologia para este fim. Há uma grande lacuna nessa cadeia, uma vez que a maior parte das empresas sucateiras, de pequeno e médio porte, que atuam com a sucata metálica, são de origem familiar, e foram expandindo os negócios ao longo dos anos, graças ao crescimento da siderurgia regional. Todavia, o reconhecimento e avaliação dos fatores de risco, por parte dos sucateiros, ainda é muito incipiente, revelando um importante campo de estudo dirigido a melhoria da performance da cadeia. A pesquisa também revela oportunidades da sua aplicação a outras cadeias de reciclagem, como a do plástico; a do papel; e a dos eletrônicos; incentivando o desenvolvimento, e a adoção de estratégias para a redução, e eliminação dos riscos.

1.3.2 Justificativa Sócio-ambiental

A indústria do processamento de resíduos sólidos possui relevância na geração de empregos e renda. Além, da importância na redução dos impactos ambientais do país. Segundo Xavier; Corrêa (2013), o desempenho social das cadeias reversas pode ser avaliado, principalmente, pela atuação dos catadores; ou ainda, pela geração de postos de trabalho. A Tabela 02 apresenta os números relativos a geração de empregos formais no comércio atacadista de resíduos e sucatas, na região Sul do Brasil, compreendendo os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Tabela 02: Número de empregos formais no comércio atacadista de resíduos e sucatas.

Período	Número de Empregos Formais - Resíduos	Variação Empregos Formais - Resíduos	Variação Empregos Formais no Brasil
2010	6826		
2011	7487	9,7%	5,1%
2012	7866	5,1%	2,5%
2013	7761	-1,3%	3,1%
Acumulado	935	13,7%	11,1%

Fonte: Adaptado Ministério do Trabalho e Emprego (2014).

Os dados disponibilizados pelo Ministério do Trabalho e Emprego (2014) revelam o crescimento de 13,7%, no número de empregos formais na classe do comércio atacadista de resíduos, no período de 2010 a 2013. Em comparação com os resultados nacionais de geração de empregos; observa-se que o número de postos de trabalho formais no Brasil cresceu 11,1%, no mesmo período. Portanto, a geração de empregos no comércio de resíduos e sucatas apresentou um desempenho superior, em relação à média nacional nos últimos anos. Demonstrando-se assim, como um setor em ascensão, sendo promissor para o mercado trabalho, e criação de renda.

Contudo, os dados apresentados pelo Ministério do Trabalho e Emprego (2014) representam apenas as empresas formais, não contemplando as empresas informais, e os profissionais autônomos que atuam como catadores.

Além das motivações econômicas e sociais da Logística Reversa, sua expansão também é justificada pelo aumento da consciência ambiental dos consumidores, e das exigências legais. No Brasil, o principal instrumento regulamentador que define o conceito e a implantação da logística reversa é a Lei nº 12.305/2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Nessa lei os produtores, importadores e comerciantes são corresponsabilizados pelos impactos decorrentes da produção, transporte, consumo, e destinação dos produtos.

Artigo 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

Parágrafo único. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos tem por objetivo:

I - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;

II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;

III - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;

IV - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;

V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;

VI - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade;

VII - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental. (BRASIL, 2010)

A cadeia reversa da sucata metálica viabiliza o atendimento da legislação, contribuindo para o reaproveitamento dos resíduos sólidos ferrosos, redirecionando-os a cadeia produtiva. Segundo GO Associados (2014), a reciclagem de sucata metálica, também apresenta ganhos ambientais indiretos. A produção de aço através da sucata consome menos energia, e a escória é 50% menor do que a produção de aço através do minério de ferro. As emissões atmosféricas também são menores, já que a produção de aço, através do minério de ferro, utiliza auto-fornos, a base de carvão vegetal. Outro ganho ambiental relevante, é a comercialização de materiais no mercado secundário, realizado pelas empresas especializadas em sucata, onde os

materiais são recuperados, e disponibilizados para reuso direto (comercialização de usados).

Portanto, a cadeia reversa da sucata metálica apresenta relevante importância na geração de emprego e renda, aliada a sua importância ambiental. O desenvolvimento de estudos dirigidos a compreensão da estrutura das cadeias reversas, bem como dos riscos que incidem sobre as cadeias, contribuem para o aumento da eficiência operacional, e conseqüentemente, a expansão das vantagens sócioambientais.

1.3.3 Justificativa acadêmica

A relevância acadêmica desta pesquisa está na sua contribuição com os estudos existentes sobre o gerenciamento das cadeias reversas de suprimentos, agregando o gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos. Guide; Van Wassenhove (2009), destacam que somente através do desenvolvimento de estudos empíricos serão geradas contribuições reais para as práticas de gerenciamento das cadeias reversas.

Segundo Leite (2009), há poucos trabalhos científicos referentes ao gerenciamento das cadeias reversas de reciclagem. Este pensamento é compartilhado por Simpson (2010), quando afirma que as pesquisas sobre as cadeias reversas de reciclagem, ainda estão na sua infância teórica; visto que essas não atraem a atenção dos pesquisadores; uma vez que os estudos em Logística Reversa são orientados pelos maiores valores de retorno obtidos através da remanufatura. Dessa forma, é revelado um campo de estudos, ainda pouco explorado, no que se refere às incertezas e às dificuldades da operacionalização das cadeias de reciclagem.

O setor de reciclagem de resíduos possui grande importância econômica, social e ambiental. No Brasil, percebe-se considerável apoio governamental, a partir da regulamentação da atividade profissional de catador de resíduos, pelo Ministério do Trabalho (Lei nº 11.445/2007); e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), a qual regulamenta as responsabilidades pelos resíduos e a Logística Reversa no país (XAVIER; CORRÊA, 2013). Portanto, em se tratando de uma área em desenvolvimento, emerge a oportunidade da pesquisa acadêmica contribuir na transformação de práticas de gestão em conhecimento.

Raci; Shankar (2005), revelam em sua pesquisa, que uma das principais barreiras à Logística Reversa é a falta de conhecimento sobre métodos de gestão das cadeias reversas, principalmente quanto à estruturação das atividades que compõe a cadeia, bem como as incertezas que estão associadas a ela. Lambert et al. (2011), propuseram, em sua pesquisa, um mapa genérico da estrutura das cadeias reversas. Os autores sugeriram que estudos futuros poderiam ser realizados através do uso do mapeamento para a identificação das forças e fraquezas das cadeias reversas, de acordo com a sua especificidade. Dowlatshahi (2010), revela que a interação entre as atividades que operacionalizam as cadeias é um direcionamento importante para pesquisas futuras. Resultados da sua pesquisa reforçam a importância do reconhecimento das atividades e fatores operacionais das cadeias reversas. Govindan et al. (2013), enfatizam a importância da ampliação das pesquisas sobre a recuperação de valor, e gestão dos estoques dos produtos usados; com o objetivo de redução das incertezas inerentes às cadeias reversas. De acordo com os autores, entende-se como recuperação de valor, as atividades de coleta, inspeção, separação, desmontagem, reutilização, remanufatura e reciclagem.

A complexidade das cadeias de suprimento é proporcional à suscetibilidade, às incertezas causadoras de interrupções (CRAIGHEAD ET AL., 2007). A incerteza de demanda dos produtos retornados é o maior desafio da Logística Reversa, principalmente, devido à existência de poucas pesquisas abordando o risco nas cadeias reversas (AMIN; ZHANG, 2012). Em seu estudo, Jayant (2012) ressalta que a maioria das pesquisas sobre incerteza de demanda, contemplam poucos elementos em termos de quantidade; qualidade; e tempo de entrega dos produtos. O autor enfatiza ainda, que todos os artigos analisados na sua pesquisa, não abordaram casos realísticos. Govindan et al. (2014), em revisão recente das publicações sobre Logística reversa, destacam a importância da expansão dos estudos sobre os aspectos críticos das cadeias reversas, tais como: a taxa de retorno de produtos usados; a variabilidade da qualidade dos produtos retornados; e os vários riscos inerentes da operacionalização dos sistemas reversos.

No contexto do gerenciamento dos riscos, Ellegaard (2008) considera as práticas, a partir da perspectiva das pequenas empresas, concluindo que a gestão eficaz de riscos, não se limita à adoção de práticas sofisticadas de gerenciamento, e sim, da adequação de práticas aos recursos disponíveis, que garantam o

abastecimento da cadeia. O autor sugere ainda, a expansão das pesquisas entre pequenas empresas de diferentes seguimentos.

Colicchia; Strozzi (2012) através da revisão da literatura existente, examinaram as ferramentas e práticas, sobre o gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos. No entanto, os autores destacam a abordagem generalista dos estudos desenvolvidos, e recomendam o desenvolvimento de pesquisas futuras, aprofundadas em estratégias reais, adotadas pelas cadeias de suprimentos.

A relevância dos temas abordados nesta dissertação é percebida através da análise da quantidade de publicações dos últimos anos. A Tabela 03 apresenta a série histórica de publicações, de acordo com a base de dados do ScienceDirect, utilizando as palavras chaves *Reverse Logistics*, *Reverse Logistics + Steel*, *Supply Chain Risk Management* e *Supply Chain Risk Management + Steel*.

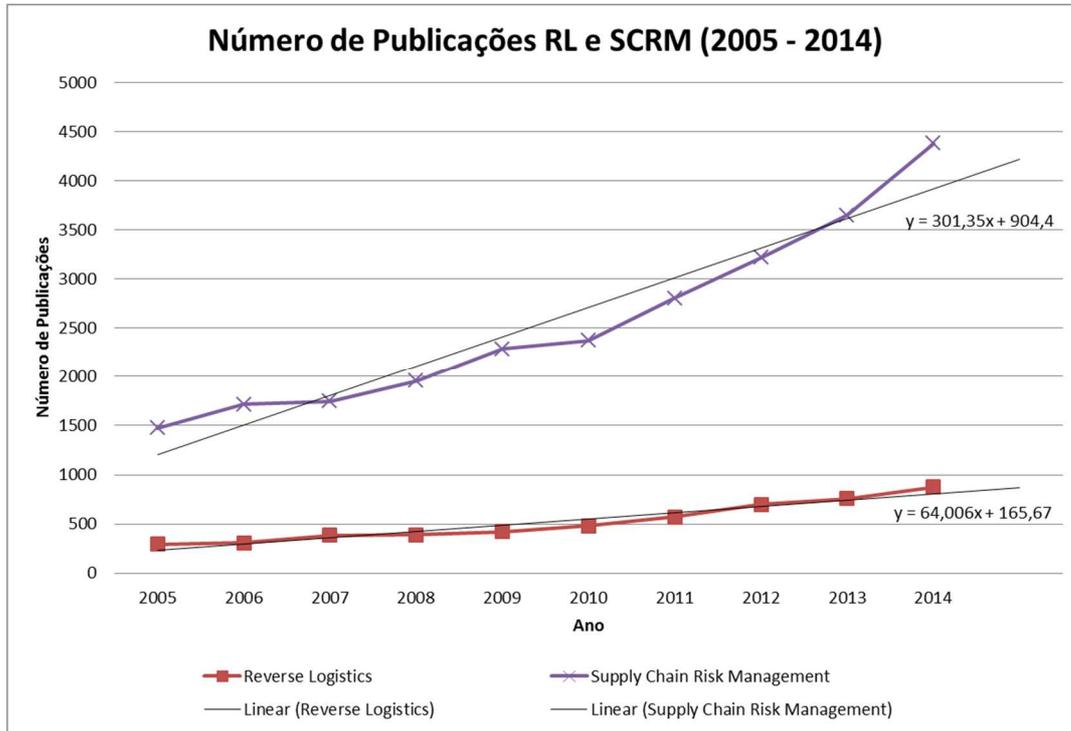
Tabela 03 – Número de Publicações de 2005 a 2014.

Ano	Reverse Logistics	Reverse Logistics + Steel	Supply Chain Risk Management	Supply Chain Risk Management + Steel
2005	292	18	1475	131
2006	307	45	1716	146
2007	385	47	1746	177
2008	390	30	1956	179
2009	421	38	2290	202
2010	482	44	2376	225
2011	571	51	2804	262
2012	698	64	3221	295
2013	755	77	3651	332
2014	876	86	4383	447

Fonte: Adaptado ScienceDirect.

Os números de publicações contidos na tabela 03, considerando as palavras-chaves *Reverse Logistics* e *Supply Chain Risk Management*, foram analisados através do Gráfico 10, o qual evidencia a tendência de crescimento de publicações sobre as temáticas, no referido período. A diferença entre a taxa média de publicações de cada um dos temas, demonstra o maior interesse sobre o desenvolvimento de pesquisas sobre *Supply Chain Risk Management*, o qual apresenta um crescimento médio anual de 301 publicações. Enquanto que o tema *Reverse Logistics*, demonstra um número inferior de publicações, além da taxa média de 64 publicações anuais.

Gráfico 10 – Evolução das publicações em periódicos científicos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 03, também são apresentados os números de publicações, acrescentando nas palavras-chaves o termo *steel* (aço, em inglês), objetivando distinguir e comparar a quantidade de pesquisas sobre as referidas temáticas, no contexto da indústria do aço. É percebido o crescente interesse de pesquisadores neste setor, todavia o número de publicações ainda é muito restrito.

Neste contexto, a presente pesquisa desenvolvida na cadeia reversa da reciclagem de sucata metálica, busca contribuir para a expansão dos estudos sobre as cadeias reversas, e o gerenciamento de riscos nas cadeias de suprimentos.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Nas cadeias reversas de suprimentos, o fluxo de materiais ocorre do ponto de consumo até o fabricante, com o objetivo de serem recuperados ou reciclados, para a seguir, serem reintegrados a cadeia de suprimentos (XAVIER;CORRÊA, 2013). O foco desta pesquisa está nos sucateiros (Figura 1), devido a importância e complexidade desses atores dentro da cadeia da sucata metálica. Portanto, serão contempladas as informações de oferta e demanda dos sucateiros, bem como as atividades operacionais desenvolvidas internamente. Geograficamente, este estudo irá olhar apenas para a região metropolitana de Porto Alegre, Vale do Sinos e Serra Gaúcha. A escolha da abrangência regional e das empresas que integrariam essa pesquisa deu-se em discussão conjunta com dois especialistas em suprimentos de materiais metálicos, que atuam como colaboradores na usina siderúrgica, no intuito de melhor representar o cenário do mercado da sucata, na região sul do Brasil.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está organizado em capítulos, seções e subseções.

No Capítulo 1, foram apresentados os aspectos contextuais da pesquisa, a apresentação do problema, os objetivos gerais e específicos, as justificativas, a delimitação, e a estrutura do estudo em questão.

No capítulo 2, serão apresentados os pressupostos teóricos que alicerçam todo o construto desta dissertação.

No capítulo 3, serão especificados os procedimentos que serão utilizados para a coleta e análise dos dados que constituem o corpus da pesquisa.

No capítulo 4, serão apresentados os resultados obtidos, através da proposição de um modelo genérico da cadeia da sucata metálica da região sul do Brasil, bem como a identificação dos fatores de riscos incidentes sobre essa cadeia. Também, serão discutidas as medidas de mitigação dos riscos adotadas pelos atores, traçando um comparativo com as abordagens teóricas.

No capítulo 5 serão apresentadas as conclusões desta pesquisa e as recomendações de estudos futuros.

2. REVISÃO TEÓRICA

O gerenciamento de cadeia de suprimento consiste na administração integrada dos processos principais envolvidos com a gestão das instalações; dos fluxos físicos; financeiros; e de informações; contemplando desde os produtores originais de insumos básicos, até a disposição do produto final, pós-consumo e no fornecimento de bens de serviços e informações (XAVIER E CORRÊA, 2013).

As empresas que atuam em cooperação, através das cadeias, têm o potencial de atingirem maiores níveis de eficiência, pois permitem a consolidação de fluxos, e a integração com outras diferentes cadeias de suprimento. Nas últimas décadas, evidencia-se a importância, tanto no fluxo dos materiais dos fabricantes para os consumidores (fluxo direto), quanto no movimento contrário dos produtos pós-consumo para os fabricantes (fluxo reverso) (LEITE, 2009).

Nesse contexto, fortemente associado às perdas financeiras; e de competitividade das empresas; os riscos de interrupções nas cadeias de suprimentos representam uma preocupação das empresas, que competem em um mercado globalizado (CRAIGHEAD et al., 2007). Assim, o desenvolvimento do gerenciamento de risco, da cadeia de suprimentos, foi diretamente influenciado pela evolução do ambiente de negócios, onde a globalização é apenas um dos indutores da vulnerabilidade das cadeias de suprimento (COLICCHIA; STROZZI, 2012).

O referencial teórico, inicialmente, aborda os conceitos e as características das cadeias reversas. Em seguida, são abordados os aspectos relacionados ao gerenciamento de riscos, nas cadeias de suprimento.

2.1 CADEIAS REVERSAS

A etapa inicial, das cadeias de suprimento tradicionais, dá-se através da obtenção da matéria-prima a ser processada. As matérias-primas podem ser classificadas como naturais (madeira, água, minerais); compostas (compósitos, fibras e aglomerados); maciças metálicas (metálicas e não metálicas); e maciças não metálicas (cerâmicas, polímeros e semicondutores). Os recursos ou matérias-primas naturais podem ser classificados como renováveis e não renováveis. O conceito de sustentabilidade reside, entre outros aspectos, na priorização do uso de recursos renováveis; e na

reciclagem dos resíduos, subprodutos, matérias secundárias e coprodutos. Sendo assim definidos:

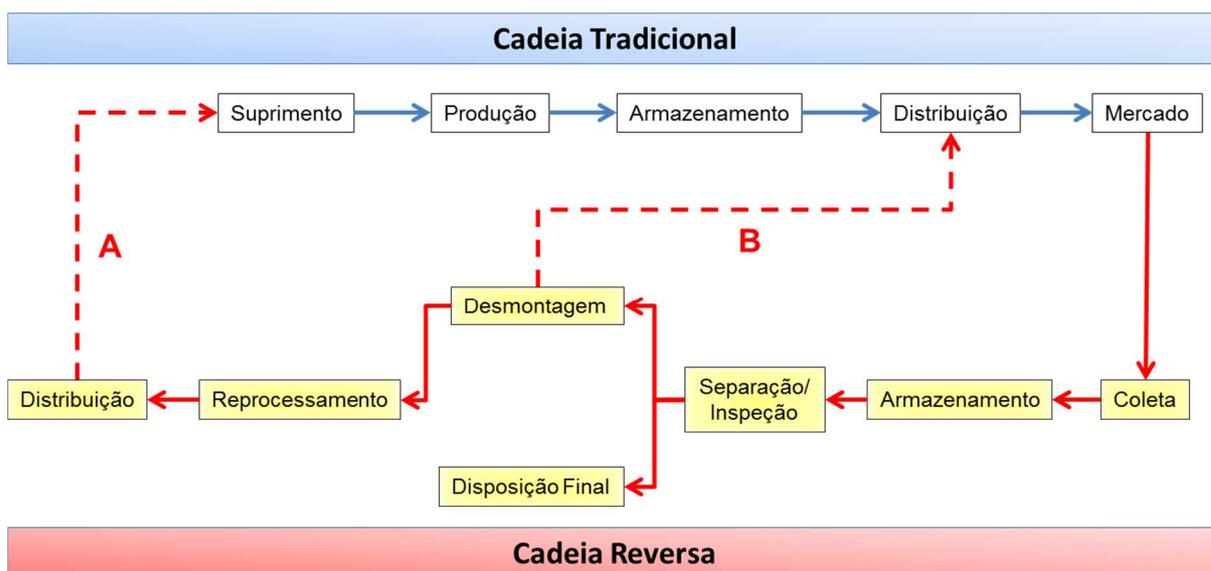
- Matérias-primas/componentes: toda substância, a partir da qual, se fabrica algum produto, e da qual é obrigatoriamente parte integrante. Provenientes da natureza, com ou sem processamento anterior, e classificadas como renováveis e não renováveis.
- Coprodutos ou produtos secundários: resultam necessariamente da produção do produto principal, não se integram ao produto final, e podem ter valor significativo.
- Subprodutos: também produzidos juntamente com o produto principal, porém com um valor de mercado inferior. Por exemplo, no caso da industrialização da carne bovina, os ossos e cascos seriam subprodutos.
- Produtos intermediários: produtos acabados de um processo produtivo, que exercem sua funcionalidade integrando-se a estrutura de outro produto, e de outro processo. Por exemplo, os pneus, que são produtos intermediários da indústria automotiva.
- Resíduos, emissões ou efluentes: são produtos indesejáveis resultantes do processo produtivo.
- Matéria-prima secundária: resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos) valorizados por meio da reciclagem.

Fonte: Adaptado Leite (2009).

Nas etapas de produção, a Logística Reversa pode ocorrer com o reaproveitamento de coprodutos e subprodutos, enquanto no estágio de pós-consumo, a logística reversa ocorre com o processamento de produtos usados com potencial de reuso, como matéria-prima secundária.

Fleischmann et al. (2000), apresentam um modelo genérico (Figura 2) dos fluxos dos materiais na cadeia de suprimentos tradicionais (setas azuis) e nas cadeias reversas (setas vermelhas). Os fluxos diretos e os fluxos reversos dos materiais diferenciam-se pelo seu propósito, que no fluxo direto é a distribuição dos produtos novos no mercado, e no fluxo reverso é a reintegração dos produtos retornados ao processo de manufatura (materiais recicláveis), e aos canais de distribuição (materiais reusáveis e remanufaturados).

Figura 02 – Comparação entre as cadeias de suprimentos tradicionais e as cadeias reversas.



Fonte: Adaptado Fleischmann et al. (2000).

A Figura 02, também apresenta possíveis integrações dos fluxos reversos com os fluxos diretos, das cadeias de suprimentos tradicionais, representados pelas setas tracejadas “A” e “B”. Na Figura 02, a seta tracejada “A” representa a reintegração através do suprimento das cadeias tradicionais; como por exemplo, o reuso de carcaças de baterias, ou o uso de materiais reciclados como matéria-prima, para a manufatura. Por sua vez, a seta tracejada “B” representa a reintegração dos produtos retornados, após a revalorização na cadeia reversa, através da distribuição da cadeia de suprimentos tradicionais. No seu estudo sobre a integração das cadeias tradicionais e as reversas, Fleischmann et al. (2001) analisaram a integração de duas cadeias distintas: a cadeia de remanufatura de copiadoras; e a cadeia de reciclagem de papel. Concluíram que a integração de recursos, associados ao transporte e distribuição de produtos novos e retornados, em uma mesma rede, aumenta a complexidade dos fluxos e os custos para a adaptação e coordenação da rede integrada.

A classificação dos materiais retornados, nas cadeias reversas, possui relação com os indutores do desenvolvimento da Logística Reversa. Segundo Leite (2009) e Chan; Chan; Jain (2012), alguns aspectos têm motivado o interesse pela Logística Reversa, tais como:

- Exigências legais e normativas. A legislação brasileira tem atuado na regulamentação da gestão, e especificamente, na prática da logística reversa;
- Exigência dos consumidores, cada vez mais conscientes;
- O aumento do número de produtos retornados, ou por estarem fora de conformidade, ou por outros motivos; como a política de satisfação do cliente. Esse tipo de ação resulta em acordos, entre fornecedores e clientes, na cadeia reversa;
- O crescimento das vendas pela internet tem resultado no aumento da taxa de retorno, por troca ou devolução;
- O encurtamento do ciclo de vida de determinados produtos, exercendo pressão para o estabelecimento de canais de destinação mais eficientes;
- A necessidade da redução dos custos de produção, motivando as empresas a atuarem na remanufatura de peças e componentes;
- O crescimento do uso de embalagens retornáveis.

Segundo Jayant et al. (2012), através dos motivos que determinam a necessidade do desenvolvimento da Logística Reversa, é possível a identificação de basicamente dois tipos de materiais retornados, sendo:

- Os produtos pós-venda: aqueles que foram pouco utilizados, ou que não foram submetidos a qualquer forma de consumo ou uso. Como esses produtos ainda não chegaram ao fim da fase de consumo, o retorno se dá de forma mais centralizada, muitas vezes, a partir do varejo;
- Os materiais pós-consumo: aqueles que tiveram a sua vida útil extinta, e por isso possuem maior grau de deterioração dos materiais que o compõem. Assim, em função das características dos materiais, pode-se decidir a alternativa adequada para a destinação dos diferentes produtos, componentes e materiais. Esses produtos retornam a partir dos consumidores, portanto, de forma muito pulverizada.

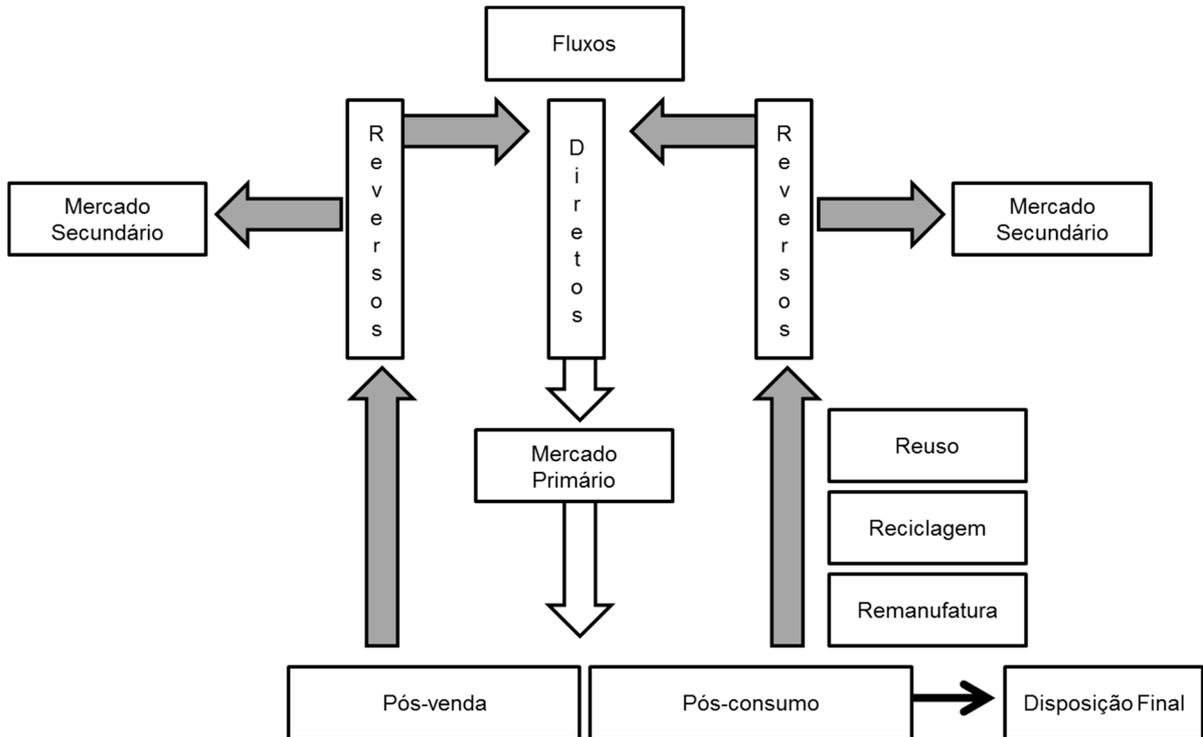
2.2 CANAIS REVERSOS DE DISTRIBUIÇÃO

A operacionalização dos canais de distribuição tem revelado grande importância para as empresas, tendo em vista a necessidade de se ter o produto certo, no tempo certo, atendendo os padrões e requisitos de qualidade, garantindo assim, o seu posicionamento no mercado.

Na cadeia de suprimentos tradicional, os canais de distribuição, também chamados de canais diretos, são constituídos por diversas etapas, pelas quais os bens produzidos são comercializados até chegar ao consumidor final. Por sua vez, na cadeia reversa, os canais de distribuição são representados por diversas etapas responsáveis pelo retorno de uma parcela destes produtos, do consumidor à sua origem, no ciclo produtivo. Há duas categorias de canais reversos, definidas como de pós-consumo, e de pós-venda (LEITE, 2009).

A Figura 03, representa os canais de distribuição diretos e reversos, através do fluxo de materiais. Nos canais diretos, o fluxo de materiais ocorre desde as matérias-primas virgens, ou primárias; até o mercado primário dos produtos. Esse fluxo pode ser processado por meio de diversas possibilidades, como atacadistas, distribuidores, chegando ao varejo, e ao consumidor final.

Figura 03: Canais de distribuição.



Fonte: Adaptado Leite (2009).

Os canais de distribuição reversos, de pós-consumo, são constituídos por uma parcela de produtos e materiais originados do descarte, que depois de finalizada a sua utilidade original, retornam ao ciclo produtivo. Portanto, os produtos e materiais pós-consumo são caracterizados pela obsolescência, que pode ser planejada, ou apenas percebida pelo usuário. No caso da obsolescência planejada, os produtos têm sua vida útil estipulada por decisão do produtor, que conscientemente, define características ou funcionalidades do produto, que pré-determinam seu tempo de utilidade. Já na obsolescência percebida, o consumidor determina o fim da utilidade dos produtos, em função da disponibilidade no mercado (e desejo de consumo) de outro produto mais atualizado, e com mais funcionalidades (GUIDE; VAN WASSENHOVE, 2009).

Em ambos os casos, verifica-se a pressão pelo consumo, e conseqüentemente, uma maior geração de resíduos pelo encurtamento da vida útil do produto. No primeiro caso, o agente ativo é o produtor, ao determinar o fim da vida útil do produto; enquanto no segundo caso, é o consumidor quem age, optando por descontinuar o uso de um determinado produto, e substituí-lo por outro, supostamente mais vantajoso. A definição do estágio, a partir do qual o produto foi descontinuado, poderá ser uma

informação valiosa para o processo decisório, a respeito das alternativas de destinação (XAVIER; CORREA, 2013).

Os produtos pós-consumo podem seguir o fluxo de três subsistemas reversos: os canais reversos de reuso; de remanufatura; ou reciclagem. Diante da impossibilidade da recuperação de valor dos produtos pós-consumo, esses também podem ser dirigidos a sistemas de destinação final. Os canais reversos de pós-venda são constituídos por produtos com pouco ou nenhum uso, que retornam por diversas possibilidades, como por exemplo, defeitos de fabricação, consignação, etc. (LEITE, 2009).

2.3 CANAIS DE RECICLAGEM

A Logística Reversa é motivada pela necessidade de remoção, disposição, e encontrar mercados para o excedente de materiais como: embalagens; produtos usados; resíduos dos processos de manufatura; produtos defeituosos; e produtos retornados em garantia (GUIDE et al., 2006). Portanto, o objetivo prévio das opções de recuperação de valor dos produtos retornados é a manutenção da identidade, e funcionalidade dos produtos usados e seus componentes. No entanto, em certos casos, os materiais retornados não estão passíveis de recuperação, devido ao seu estado de deterioração, ou simplesmente pela sua aplicação original. Assim, o caminho para revalorização destes materiais é a reciclagem (SIMPSON, 2010).

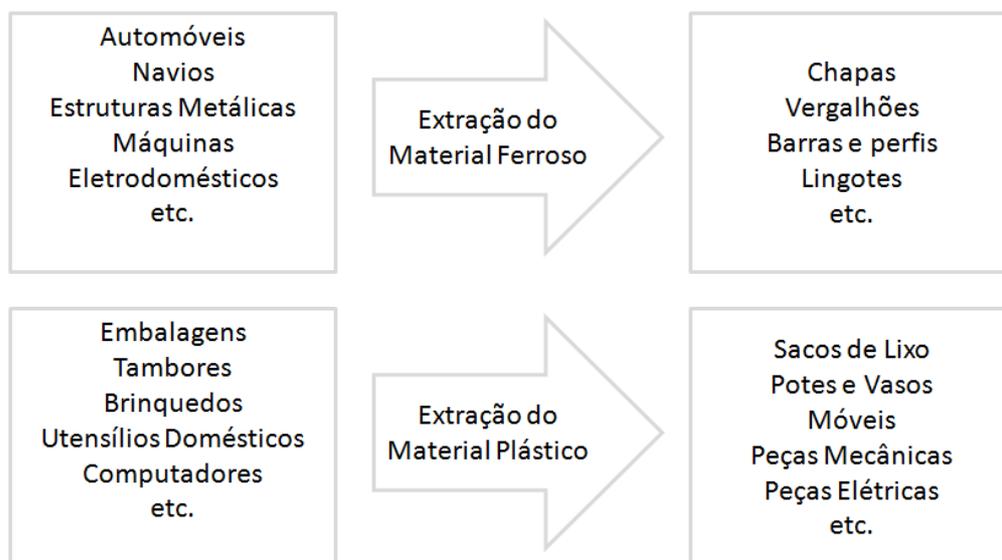
Na reciclagem, a recuperação de valor ocorre através da reutilização dos materiais constituintes dos produtos pós-consumo, resultando na fabricação de um produto similar ou distinto ao produto que lhe deu origem (THIERRY, 1995). Segundo Simpson (2010), a viabilidade da reciclagem dos materiais ocorre de acordo com a possibilidade de aproximar as características do material reciclado, da sua forma primária. Portanto, quanto mais complexo o material, menor a possibilidade de misturá-lo com o material virgem, assim, maior será a dificuldade de encontrar um mercado para sua comercialização. Fleischmann et al. (2000) estabelecem algumas características dos processos de reciclagem. Os autores destacam que as principais características são o baixo preço dos materiais e produtos coletados pagos pelos recicladores, e o elevado investimento em equipamentos para o processamento de altos volumes. Consequentemente, as cadeias reversas tendem a ser muito

vulneráveis aos volumes de abastecimento, para solução deste problema, sugerem a cooperação entre as empresas para o processamento de altos volumes.

Leite (2009), distingue duas categorias de ciclos reversos de retorno ao ciclo produtivo: canais de distribuição reversos de ciclo aberto e de ciclo fechado. Nos canais de distribuição reversos de ciclo aberto os materiais constituintes dos produtos de pós-consumo, como plásticos, metais, papéis, dentre outros, são extraídos de diferentes produtos de pós-consumos e são reintegrados ao ciclo produtivo, complementando ou substituindo matérias-primas virgens na fabricação de diferentes produtos. Como exemplo pode ser usado a extração do aço de bens como automóveis, navios, máquinas, resíduos industriais, etc., que serão reintegrados como matérias-primas secundárias na fabricação de vergalhões, chapas e barras de aço, vigas estruturais, entre outros produtos.

A Figura 04 apresenta dois exemplos de extração de materiais constituintes e sua reintegração no ciclo de negócios. Portanto, os canais de ciclo aberto não distinguem os produtos de origem do pós-consumo, mas tem seu foco na matéria-prima que os constitui.

Figura 04: Exemplos de Ciclo Reverso Aberto.



Fonte: Adaptado Leite (2009).

Por sua vez, nos canais de distribuição reversos de ciclo fechado os materiais constituintes do produto descartado, são extraídos seletivamente para a fabricação de um produto similar ao de origem (LEITE, 2009). Tanto nos canais de distribuição

reversos abertos ou fechados, um fator muito importante a ser considerado é o ciclo de vida dos produtos e materiais pós-consumo. Os Materiais e produtos de grande porte geralmente possuem ciclo de vida mais longos, enquanto materiais de pequeno porte ou descartáveis tendem a ter um ciclo de vida mais curto. Porém, os produtos de maior porte possuem maior quantidade de material por unidade, os de pequeno porte possuem menor quantidade e, principalmente, no caso dos produtos eletroeletrônicos e brinquedos, há uma diversidade de materiais em um único produto (XAVIER; CORREA, 2013). Estes são alguns dos fatores mais importantes que impactam diretamente na estruturação das atividades do processamento reverso. O Quadro 01 apresenta exemplos de canais reversos de ciclo fechado, com destaque para as baterias de veículos, em que o principal constituinte que é a liga de chumbo e a carcaça plástica.

Quadro 01: Exemplos de canais reversos de ciclo fechado.

Produto pós-consumo	Principais Materiais Extraídos	Novo Produto
Óleo lubrificantes usados	Eliminação de impurezas e acréscimo de aditivos	Óleos lubrificantes novos
Baterias automotivas usadas	Plástico e chumbo	Baterias automotivas novas
Latas de alumínio descartadas	Liga de alumínio	Latas de alumínio novas

Fonte: Adaptado Leite (2009).

O ciclo fechado se caracteriza quando os materiais são extraídos dos produtos para a reintegração como matéria-prima secundária nas linhas de fabricação, dando origem a novos produtos. Por exemplo, no caso das baterias automotivas usadas; o plástico e o chumbo utilizado na sua fabricação são reutilizados para a fabricação de novas baterias. O mesmo ocorre com a recuperação das propriedades de óleos lubrificantes e da liga de alumínio das embalagens e latas. Uma das principais características dos canais reversos fechados é apresentar alta eficiência no fluxo reverso em razão da importância econômica do uso do seu material constituinte (LEITE, 2009). Segundo Simpson (2010), independentemente da estrutura da cadeia de reciclagem, sendo de ciclo aberto ou fechado, três condições são prioritárias para criação de novas soluções de reciclagem: a qualidade na identificação e separação

dos materiais; o conhecimento do valor potencial de comercialização do material e seus mercados; e a interação e cooperação com parceiros da cadeia de suprimentos.

2.4 ETAPAS DA LOGÍSTICA REVERSA

A compreensão de todas as atividades é fundamental para o êxito no gerenciamento da cadeia reversa (BAI; SARKIS, 2013). Além disso, a integração e a comunicação entre os executores dessas diferentes atividades, tornam os sistemas reversos robustos e menos suscetíveis aos efeitos das instabilidades (LAMBERT et al., 2011). Para isso, é importante que seja realizado o planejamento preliminar dos sistemas reversos, considerando todas as possíveis variáveis do sistema. Xavier; Corrêa (2013) estabelecem que o planejamento dos sistemas reversos pode ser estruturado através da análise dos seguintes fatores:

- Definição do escopo do processo, quando são definidos claramente quais tipos de materiais e produtos pós-consumo serão processados; bem como a estimativa da quantidade, e a frequência de geração dos mesmos;
- Definição dos meios de transporte, quando são definidos os recursos necessários para realização da coleta dos materiais pós-consumo; bem como as rotas e frequências de coleta;
- Definição das etapas de pré-processamento, quando é analisada a necessidade das etapas de triagem e desmontagens (parciais ou totais) dos produtos e materiais pós-consumo;
- Definição dos procedimentos de destinação, quando são definidos os meios de destinação dos materiais que não serão passíveis de revalorização; e possíveis resíduos gerados do processamento.

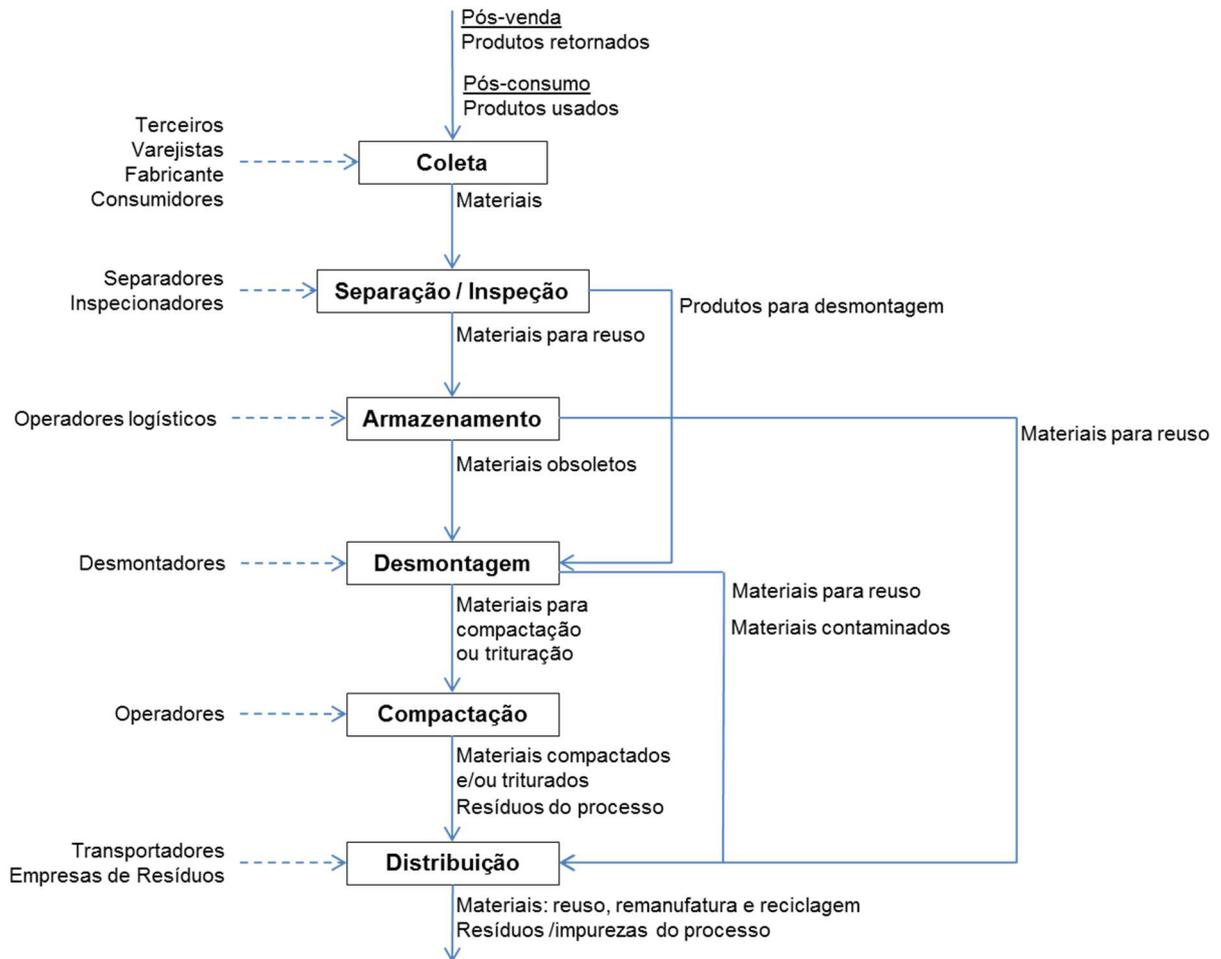
De forma geral, na etapa de planejamento são avaliados todos os aspectos relevantes para a estruturação da cadeia reversa, desde a geração de materiais pós-consumo até a destinação dos resíduos da cadeia reversa. Nessa etapa é importante, também, a avaliação da possibilidade do estabelecimento de parcerias, no intuito de reduzir os tempos de processamento, e conseqüentemente, dos custos de revalorização.

Portanto, o planejamento da Logística Reversa revela as especificidades e requisitos necessários para a definição das atividades, para a operação dos sistemas

reversos. As atividades que compõem a logística reversa diferem consideravelmente daquelas da logística direta. As diferenças avançam além dos propósitos dos dois sistemas, adicionando incertezas quanto aos recursos necessários; ao tempo de execução, e aos volumes a serem processados. O retorno de produtos pós-consumo, ao final da vida útil, ainda é, para muitas cadeias, o principal problema (XAVIER; CORRÊA, 2013). Basicamente, um processo de logística reversa, na maioria das vezes, pode incluir a coleta dos produtos usados; a inspeção e classificação; o processamento; e a redistribuição (EL KORCHI; MILLET, 2011; FLEISCHMANN et al., 2000; GUIDE; VAN WASSEHNOVE, 2009). A Figura 05, apresenta as atividades que compõem a cadeia reversa de um produto genérico, estabelecendo os fluxos de materiais, bem como, os respectivos responsáveis pela execução de cada atividade.

Em geral, os processos de Logística Reversa iniciam pela atividade de coleta dos produtos de pós-consumo ou pós-venda. A atividade de coleta possui grande importância nos sistemas reversos, tendo em vista que, geralmente é composta pelas subatividades de aquisição e transporte dos produtos retornados até o ponto de triagem para o posterior processamento (XAVIER; CORRÊA, 2013).

Figura 05. Fluxo de materiais e atividades da cadeia reversa.



Fonte: Adaptado Bai; Sarkis (2013).

A responsabilidade pela atividade de coleta pode ser da empresa fabricante do produto, através dos varejistas, por uma empresa terceirizada ou através dos próprios consumidores. (DOWLATSHAHI, 2010). A escolha depende de muitos fatores, como a complexidade de transporte dos produtos; as razões para o retorno dos produtos; e também, das distâncias a serem percorridas (LAMBERT et al., 2011). As atividades de separação e inspeção sucedem a atividade de coleta.

As atividades de separação e inspeção ocorrem pela primeira vez, logo no recebimento dos produtos e materiais retornados, com o objetivo de classificar o material para decidir o posterior tratamento. É importante que sejam definidos previamente, os critérios para aceitação e classificação dos produtos retornados, bem como capacitar os separadores e inspetores responsáveis pela execução das atividades (XAVIER; CORRÊA, 2013). As etapas de inspeção e classificação podem, ainda, contemplar operações de desmontagem; testes; inspeções; e outras

manipulações, que geralmente tornam o processo mais oneroso (LAMBERT et al., 2011). Dessas atividades, resultam dois fluxos de materiais: os dos produtos para a atividade de desmontagem; e o dos materiais para reuso, que são encaminhados diretamente ao armazenamento.

Na atividade de armazenagem os materiais devem ser acondicionados de acordo com sua classificação prévia. Além disso, atividades como limpeza, substituição de componentes e remontagem podem ser incluídas nessa etapa. (FLEISCHMANN et al., 2000). Dowlatshahi (2012), destaca a relevância da armazenagem nas cadeias reversas através da identificação dos fatores críticos da atividade que podem impactar os resultados globais da cadeia. Segundo sua pesquisa, fatores como a disponibilidade de espaço físico para armazenagem, e a definição de métodos e procedimentos robustos para a identificação dos produtos retornados, são diretamente relacionados com a eficácia da cadeia reversa. A implantação de sistemas de identificação por radiofrequência torna-se uma alternativa para fornecer a agilidade, e acurácia na armazenagem dos produtos retornados. (LEE; CHAN, 2009). Como as cadeias reversas, geralmente, possuem margens de lucro menores, que as cadeias tradicionais, destaca-se a importância da estrutura dos sistemas de armazenagem e gestão de estoques, já que o dimensionamento inadequado, pode levar a estoques excessivos de produtos retornados, comprometendo o resultado do sistema reverso. (LAMBERT et al., 2011). A Figura 5 apresenta os dois fluxos de materiais possíveis, a partir do armazenamento, sendo eles: a distribuição dos materiais para o reuso no mercado; e o encaminhamento dos materiais obsoletos armazenados para desmontagem. A responsabilidade pela execução da atividade de armazenagem, bem como o controle de estoque, é dos operadores logísticos.

As atividades de desmontagem de conjuntos são fundamentais para a destinação dos materiais. Há três rotas possíveis para a destinação dos materiais, a partir da desmontagem: a distribuição no mercado secundário para reuso; a revalorização através da remanufatura ou reciclagem; e/ou a destinação final (incineração ou aterro sanitário) como resíduo (BAI; SARKIS, 2013). Tanto para os materiais que serão destinados ao reuso, como para os reciclados, ou remanufaturados, é fundamental a garantia da qualidade durante a operação de desmontagem. Portanto, é de grande relevância, a capacitação dos operadores nos procedimentos de desmontagem, e remoção dos componentes, bem como para os

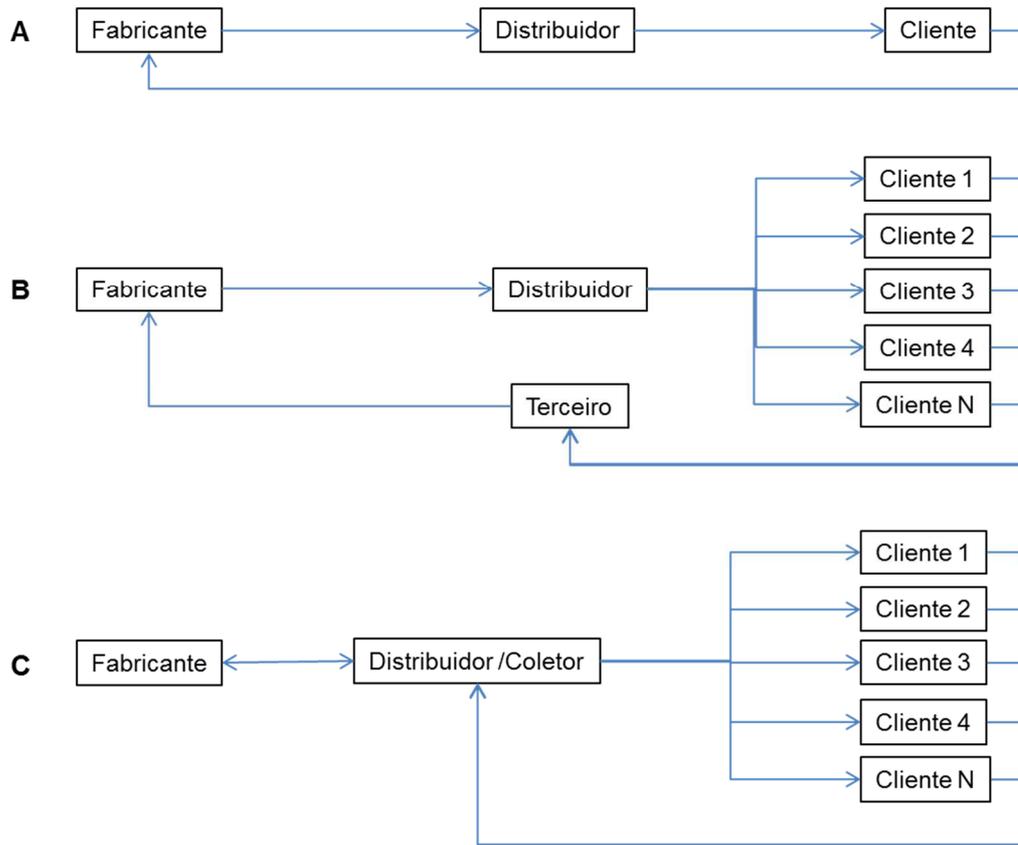
critérios pré-estabelecidos para classificação dos tipos de materiais (CHAN et al., 2012). Em geral, os materiais desmontados, destinados à reciclagem, devem ser compactados, com o objetivo da redução da densidade, a fim de facilitar o seu transporte. Essa compactação normalmente dá-se através de equipamentos como trituradores, e prensas (LEITE, 2009). Da operação de compactação resultam os materiais compactados, e os possíveis resíduos, que serão encaminhados para a distribuição.

A atividade de distribuição consiste na destinação dos materiais retornados, e dos resíduos gerados no processo. Essa atividade é realizada por transportadores e empresas de destinação e processamento de resíduos. Os materiais retornados são distribuídos para o reuso no mercado, e/ou reprocessamento através da reciclagem ou da remanufatura. No caso da impossibilidade de revalorização dos materiais retornados, os mesmos seguem para incineração ou aterros sanitários. O mesmo destino é dado aos resíduos e às impurezas geradas, a partir do processamento dos materiais retornados.

2.4.1 A Atividade de Transporte na Logística Reversa

A operação logística de transporte desempenha um papel fundamental na logística reversa. A baixa eficiência do transporte dos produtos do ponto de consumo, até os centros de reprocessamento, compromete todas as demais operações da logística reversa. (LEITE, 2009; XAVIER; CORRÊA, 2013). Os altos custos para transportar os produtos retornados, reduzem drasticamente à rentabilidade e a viabilidade dos sistemas de logística reversa, considerando que cadeias reversas operam com margens de lucro reduzidas para itens remanufaturados (DOWLATSHAHI, 2010).

A Figura 06 apresenta os métodos usuais de coleta de materiais e produtos pós-consumo. De acordo com Guide e Van Wassenhove (2009), quando as quantidades de materiais retornados são grandes, e os custos de transportes são baixos, normalmente a coleta é realizada pelo fabricante (Figura 06A), porém, na maioria dos casos, centros de coleta são necessários para reduzir os custos do processo através da consolidação das cargas.

Figura 06: Métodos de coleta².

Fonte: Adaptado Giannetti et al (2013).

Assim, a terceirização da coleta (Figura 06B)-, ou a coleta realizada pelos distribuidores (Figura 06C), podem assumir a função dos centros de coleta quando o número de clientes é grande, e a quantidade de materiais retornados, de cada cliente, é pequena. (GIANNETTI et al., 2013). Os sistemas de coleta, ainda variam em função de alguns aspectos específicos, como a distância percorrida; o tipo de material a ser transportado; e o tipo de processamento requerido. Xavier; Corrêa (2013) classificam os sistemas de coleta como:

- a) Por tipo de material: praticada em segmentos, como o da reciclagem de garrafas PET e alumínio. Permitem extrair valor a partir da consolidação de volumes expressivos, de um mesmo material;
- b) Por marca do produto: praticada por algumas empresas que optam por resguardar ou proteger os dados. Apesar de mais cara, essa categoria de coleta confere maior segurança para os produtores, que optam pela proteção

² (A) fabricante coleta diretamente nos clientes: (B) terceiro coleta nos clientes: (C) distribuidor atua como um centro de coleta

- das respectivas marcas. De modo geral, é usada com produtos que tenham alta densidade de valor ou informações relevantes a serem preservadas, como é o caso do segmento das telecomunicações, ou o setor bancário;
- c) Por consórcio entre empresas: diferentes empresas de um mesmo segmento realizam, por meio de associações ou cooperativas, a coleta de produtos e materiais pós-consumo. Essa modalidade se aplica às embalagens de defensivos agrícolas, e de óleos lubrificantes;
 - d) Do tipo simples: consiste na coleta de vários tipos de materiais e produtos simultaneamente, seguida da separação e classificação. Pode haver o recebimento do material, ou coleta em pontos pré-estabelecidos. É a modalidade mais usual entre os catadores de materiais recicláveis, que por sua vez, são fornecedores dos recicladores;
 - e) De segunda parte: realizada por recicladores ou produtores, que utilizam sua frota de veículos para a coleta de materiais e produtos pós-consumo; a partir de unidades de triagem, ou ainda, através das associações, e/ou das cooperativas de catadores.

Os custos associados à atividade de transporte, muitas vezes, são determinantes para a viabilidade da estruturação da logística reversa. A capacidade de carga dos veículos de transporte varia de acordo com o tipo de material a ser transportado. No transporte de produtos e materiais retornados, a variação de densidade e peso é muito significativa. Materiais com grandes volumes e baixo peso, podem comprometer a eficiência da atividade de transporte. O fato dos produtos retornados, muitas vezes não seguirem um padrão dimensional e volumétrico, torna as atividades de transporte nas cadeias reversas muito mais complexas, e com maiores custos operacionais, do que nos fluxos diretos de produção (EFENDIGIL et al., 2008). Portanto, para melhor aproveitamento da capacidade dos veículos de transportes, são requeridas as operações para redução da densidade dos materiais, tais como: a trituração, e a compactação (STOCK, 1998). Conseqüentemente, a atribuição de atividades ao processo reverso aumentam os custos operacionais (FLEISCHMANN et al., 2000). A origem dos produtos, ou dos materiais pós-consumo, também interfere na composição dos custos de transporte. Se a entrega dos produtos pós-consumo ocorre de forma voluntária pelo consumidor (o que na ausência de outros incentivos, depende exclusivamente da sua consciência ambiental), a

tendência é que os custos operacionais sejam menores. Por outro lado, se houver a necessidade de percorrer longas distâncias; realizar acondicionamento dos materiais pós-consumo; consolidação da carga; ou ainda, se o material for classificado como perigoso; os custos operacionais da coleta poderão inviabilizar a Logística Reversa (XAVIER; CORRÊA, 2013). Nessa etapa é fundamental a definição dos pontos geradores de resíduos, o conhecimento técnico para a classificação entre os tipos de produtos, e os respectivos materiais, bem como a identificação das melhores rotas para deslocamento eficiente das cargas de materiais pós-consumo.

2.5 RISCOS NAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS

Em um ambiente de negócios caracterizado por uma elevada complexidade e incertezas, as empresas são obrigadas a gerenciar suas cadeias de suprimentos de forma eficaz, para garantir à sua competitividade e continuidade (HALLIKAS et al., 2004; TANG et al., 2011). O risco pode ser definido com uma chance de perigo, dano, perda, ou seja, uma consequência indesejada, combinada com a probabilidade de ocorrência (HARLAND et al., 2003). Nas cadeias de suprimentos, a relação de interdependência entre as empresas, torna o sistema mais suscetível a perturbações (HALLIKAS et al., 2004). O estabelecimento de uma estratégia para o gerenciamento de riscos da cadeia de suprimentos é fundamental para a redução de probabilidade, e dos efeitos das instabilidades. (CRAIGHEAD et al., 2007).

2.5.1 A Estrutura das Cadeias de Suprimentos e a Suscetibilidade aos Riscos

A estrutura das cadeias de suprimento possui influência direta na determinação da sua complexidade e conseqüentemente, na sua exposição ao risco. As cadeias de suprimentos são compostas por diversas empresas, que estão conectadas pelo fluxo físico de materiais. Essas empresas podem desempenhar diferentes responsabilidades dentro da cadeia de suprimentos, tais como: produção; logística e distribuição; vendas; etc. As cadeias de suprimentos podem ser caracterizadas pela sua densidade, complexidade, e criticidade (COLICCHIA; STROZZI, 2012).

Craighead et al. (2007), revelou a influência da distância geográfica entre as empresas que compõe a cadeia de suprimentos, chamada pelos autores de densidade da cadeia de suprimentos, na gravidade da ocorrência de uma interrupção no sistema. Segundo os autores, quanto maior a distância geográfica entre as empresas, menor a densidade da cadeia de suprimentos, e conseqüentemente, menor a probabilidade de uma ocorrência regional afetar um grupo de empresas. Dessa forma, a cadeia de suprimentos poderá não se preocupar com perturbações, que afetem múltiplas empresas. No entanto, no caso de cadeias de maior densidade, nas quais a distância entre as empresas é menor, estão mais suscetíveis a perturbações regionais, tais como: eventos climáticos; instabilidades econômicas; greves; etc. Portanto, pode-se concluir que:

- Quanto maior a distância geográfica entre as empresas, menor a densidade, e a suscetibilidade às perturbações regionais;
- Quanto menor a distância geográfica entre as empresas, maior a densidade, e a suscetibilidade às perturbações regionais.

A complexidade é outro fator importante associado à estrutura das cadeias de suprimentos. Choi; Krause (2006), definem a complexidade da cadeia de suprimentos baseado na quantidade de empresas, que compõem a cadeia, bem como a quantidade de interações existentes entre os fornecedores. Segundo os autores, a complexidade aumenta quando há muitos fornecedores com elevado grau de dependência quanto ao fluxo de materiais, e responsáveis pelos atendimentos de muitos itens ou serviços. Craighead et al. (2007) ponderam que a complexidade está positivamente associada com ocorrência de uma perturbação na cadeia de

suprimentos devido à forte relação de dependência interna. Assim, a ocorrência de uma interrupção em uma cadeia complexa, tende a impactar toda a cadeia de suprimentos. Portanto:

- Quanto maior a complexidade, maior a dependência entre os fornecedores, e maior a propagação do impacto de perturbações;
- Quanto menor a complexidade, menor a dependência entre os fornecedores, e menor a propagação do impacto de perturbações.

A criticidade, por sua vez, conota a importância de toda a cadeia ou de um fornecedor específico frente à gravidade do impacto de uma possível perturbação. Os parceiros que compõem uma cadeia de suprimentos que estão mais vulneráveis as instabilidades são classificadas como de alta criticidade.

2.5.2 Classificação de Risco na Cadeia de Suprimentos

O início do processo de gerenciamento de riscos da cadeia de suprimentos dá-se através da construção do conhecimento dos riscos existentes na cadeia, viabilizando os esforços em direção da redução da probabilidade e dos efeitos das ocorrências de instabilidades (ZSIDISIN, 2003). Em seu estudo, Tang; Nurmaya Musa (2011), analisam o risco na cadeia de suprimentos sob a perspectiva da probabilidade, e as consequências dos eventos inesperados. Por sua vez, Diabat et al., (2012), analisam e classificam os riscos através da sua origem na cadeia de suprimentos, sendo:

- Riscos de fornecimento;
- Riscos operacionais;
- Riscos de demanda.

Os riscos de fornecimento residem na movimentação de materiais de fornecedores, para a empresa focal, e envolvem a confiabilidade dos fornecedores. Alguns aspectos são considerados na composição dos riscos de fornecimento, tais como: fonte única ou múltipla de abastecimento; e centralização das operações ou a terceirização descentralizada.

Os riscos operacionais afetam a capacidade interna da empresa para produzir bens e serviços, impactando a rentabilidade da empresa. Os riscos operacionais podem ser causados por restrição na capacidade de produção ou mudanças tecnológicas.

Por fim, os riscos de demanda residem na distribuição de mercadorias da empresa para os clientes, e incluem o risco de obsolescência, rupturas de estoque, e excesso de inventário. Chopra; Sodhi (2004), em sua pesquisa classificaram os riscos da cadeia de suprimentos, de acordo com o efeito na sua incidência, sendo:

- *Atrasos*: riscos associados às interrupções no fluxo de materiais através da cadeia de suprimentos. Como, por exemplo, atrasos de entrega do fornecedor devido à falta de capacidade disponível de produção (inflexibilidade); problemas de qualidade dos materiais; atrasos associados ao transporte dos materiais; entre outros.
- *Rupturas*: riscos associados a interrupções no fluxo de materiais devido a eventos imprevisíveis e raros, porém, de severidade extremamente alta. São exemplos deste tipo de riscos os fenômenos naturais como, terremotos, ciclones, maremotos; além dos incêndios; as paralisações de trabalhadores; as ações terroristas; entre outros.
- *Riscos de Sistema*: referem-se aos riscos associados com os sistemas de informação. Quanto maior o compartilhamento e dependência dos sistemas de informação, maior será a suscetibilidade ao risco. São exemplos deste tipo de risco os vírus de computador, bem como a atuação de hackers nos bancos de dados das instituições.
- *Erros de previsão*: são os riscos associados aos erros de previsão de demanda. Quando as previsões são muito baixas, os produtos podem não estar disponíveis para a venda. Ao ponto que, previsões demasiadamente altas, resultam em altos estoques, e por vezes, obsolescência. Os longos prazos de entrega; a alta variedade de produtos; as demandas sazonais; e os menores ciclos de vida dos produtos; contribuem para os erros de previsão.

Spekman; Davis (2004), acrescentam ainda o *risco relacional*, referindo-se ao oportunismo e a responsabilidade social corporativa. O oportunismo é evidenciado através da presença de fornecedores, agindo a favor do interesse próprio, e assim; impactando o comprometimento, e a confiança entre os parceiros da cadeia de suprimentos. Já os riscos associados à responsabilidade social corporativa, referem-se à dificuldade inerente de algumas empresas, em relação ao atendimento de demandas sociais (Contratação de menores de idade, trabalho escravo, corrupção,

etc.), e ambientais mínimas (poluição ambiental). São riscos que podem comprometer a reputação e imagem da empresa focal.

2.5.3 O Gerenciamento de Riscos na Cadeia de Suprimentos

O desenvolvimento de estratégias eficazes para o gerenciamento de risco depende fundamentalmente da identificação, da compreensão das fontes de risco; e dos seus relacionamentos na cadeia de suprimentos. (DIABAT et al., 2012). Segundo Tang (2006), o processo de gerenciamento de risco é definido como *"a identificação de potenciais fontes de risco e a implementação de estratégias apropriadas, através de uma abordagem coordenada entre as empresas parceiras, a fim de reduzir a vulnerabilidade da cadeia de suprimentos"*. Segundo Hallikas et al. (2004), um processo típico de gerenciamento de riscos é composto pela:

- Identificação do risco;
- Avaliação do risco;
- Definição das ações de gerenciamento do risco e;
- Monitoramento do risco.

Nas cadeias de suprimentos, as interconexões entre as empresas geram a dependência mútua, assim torna-se comum o compartilhamento do processo de gerenciamento de riscos (HALLIKAS et al., 2004).

A identificação dos riscos é uma etapa fundamental no processo de gerenciamento de risco, onde as empresas devem tornar-se conscientes sobre os eventos que geram a incerteza. O principal foco desta fase é reconhecer futuras incertezas para tornar-se capaz de gerenciar proativamente. Em um ambiente de rede de empresas, a identificação do risco deve levar em conta as dependências entre as organizações. Interrupções, falhas de qualidade, e flutuações de demanda são riscos comuns nos sistemas de produção. Como cada empresa é responsável por seus próprios riscos, deve identificar os riscos, partindo do seu próprio ponto de vista. Isso não exclui os benefícios potenciais do compartilhamento de informações, opiniões, e visões entre os parceiros da rede. Em um ambiente de rede, onde as relações de negócios são em grande parte baseadas em parcerias entre organizações, o compartilhamento eficaz de informação é o fator chave para diminuir a incerteza externa e interna. (HALLIKAS et al., 2004).

A partir da identificação, torna-se necessária a avaliação e priorização dos riscos, viabilizando a definição de ações robustas para neutralização dos efeitos dos riscos da empresa ou da cadeia de suprimentos (HALLIKAS et al., 2004; COLICCHIA; STROZZI, 2012). Neste momento, a probabilidade e o impacto (consequência) dos eventos são avaliados separadamente. Harland et al., (2003), propõem duas questões para avaliação do risco quanto à probabilidade e impacto:

- Qual a probabilidade de ocorrência do evento?
- Qual o impacto das perdas?

Hallikas et al. (2004) sugerem que as respostas desses questionamentos sejam baseadas nos Quadros 02 e 03, os quais estabelecem níveis de classificação para a probabilidade e o impacto, respectivamente. A utilização de níveis de classificação facilitará o processo de priorização.

Quadro 02: Classificação da probabilidade do risco.

Classificação	Avaliação	Descrição
1	Muito improvável	Evento muito raro
2	Improvável	Existe evidência indireta de evento
3	Moderado	Existe evidência direta de evento
4	Provável	Existe evidência forte direta de evento
5	Muito provável	Evento acontece com frequência

Fonte: Adaptado Hallikas et al. (2004).

Ao avaliar a probabilidade subjetiva de um evento de risco, a própria experiência da empresa, e o desempenho das outras empresas que compõe a cadeia de suprimento, são utilizados como dados de avaliação.

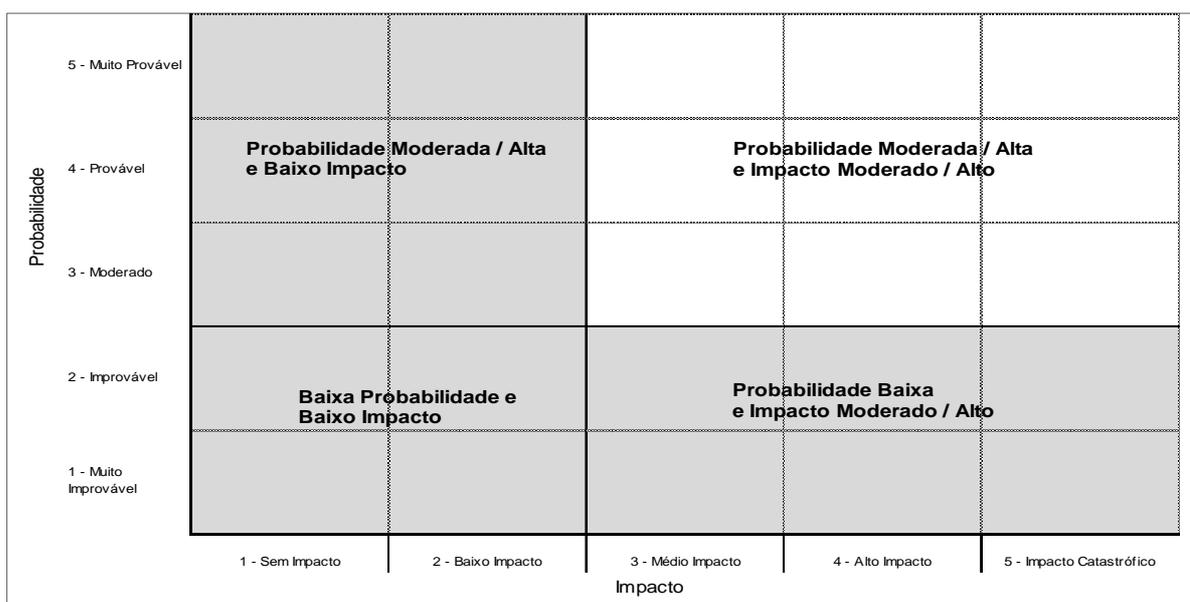
Quadro 03: Classificação do impacto do risco.

Classificação	Avaliação	Descrição
1	Sem impacto	Insignificante para a empresa
2	Baixo impacto	Pequenas perdas individuais
3	Médio impacto	Causa dificuldades a médio prazo
4	Alto impacto	Causa dificuldades a longo prazo
5	Impacto catastrófico	Descontinuação do negócio

Fonte: Adaptado Hallikas et al. (2004).

O impacto dos eventos deve ser avaliado inicialmente em cada empresa da cadeia de suprimentos, pois um evento pode impactar de diferentes formas, conforme o contexto no qual ocorre. (HALLIKAS et al., 2004). Frequentemente, fatores essenciais de perda das empresas são vistos sobre a ótica financeira. Fatores importantes como confiança, reputação e degradação de conhecimento, também devem ser considerados, uma vez que podem ser convertidos em perdas financeiras, de longo prazo (SPEKMAN; DAVIS, 2004). Hallikas et al. (2004), sugerem a apresentação do resultado da avaliação de probabilidade e de impacto, através do diagrama de riscos. A Figura 07 apresenta o diagrama de riscos.

Figura 07 – Diagrama de Riscos.



Fonte: Adaptado Hallikas et al. (2004).

O diagrama apresenta as duas dimensões pelas quais os riscos são avaliados: probabilidade (eixo horizontal); e impacto (eixo vertical). Cada dimensão possui sua graduação, de acordo com a nota de avaliação, que pode variar de um a cinco (conforme Quadros 02 e 03). O diagrama apresenta quatro regiões distintas, onde os riscos que estiverem localizados na região de probabilidade moderada / alta e impacto moderado / alto, devem ser priorizados. Dessa forma, o diagrama facilita a visualização dos riscos prioritários para o negócio.

Em um ambiente de rede de empresas, o risco geralmente é gerenciado através do desenvolvimento de uma estratégia comum, definindo melhores práticas e políticas de contratos. A identificação e avaliação dos riscos, indicam com exatidão o foco de atuação (HALLIKAS et al., 2004). Alguns riscos podem ser reduzidos de forma colaborativa entre as empresas, outros através de iniciativas individuais (SPEKMAN; DAVIS, 2004). No entanto, Chopra; Sodhi (2004), revelam em seu estudo, que o interesse das empresas em gerir em conjunto, os riscos da cadeia de suprimentos, ocorre por interesse econômico, devido aos altos custos inerentes ao processo.

Diabat et al., (2012) em sua pesquisa, consolidam algumas técnicas clássicas para o gerenciamento de risco, sendo elas:

- Prevenção ou redução do risco através da identificação e compreensão;
- Controle do impacto do risco, de modo que, mesmo na ocorrência do evento adverso, seu impacto será minimizado;
- Mitigação dos riscos transferindo-o para outras partes;
- Compartilhamento de riscos ou receitas;
- Estabelecimento de contratos de fornecimento;
- Adoção de múltiplas fontes, ou fontes alternativas de abastecimento;
- Adoção de estoques de segurança.

A gestão eficaz de riscos não é obtida somente através da adoção de diversas práticas complexas para redução de riscos. Essa depende da capacidade de escolha das práticas mais adequadas, que garantam o abastecimento da cadeia, estando alinhadas com os recursos disponíveis pelas empresas. Os gestores das cadeias de suprimentos devem perceber que diferentes práticas de gestão de riscos, exigem diferentes níveis de competências e recursos (ELLEGAARD, 2008).

Craighead et al. (2007), revelam em seu estudo, que a severidade de um evento está negativamente associada a capacidade de mitigação, que pode ser proativa e/ou reativa. Colicchia; Strozzi (2012), complementam que o comportamento proativo no gerenciamento de riscos das cadeias de suprimento, demonstram maior eficiência. Com uma abordagem proativa, os riscos são melhor compreendidos, e assim, podem ser evitados. Isso reforça simultaneamente a capacidade de reação (resiliência) das empresas, diante da ocorrência de um evento inesperado (KLEINDORFER; SAAD, 2005).

No contexto empresarial, os fatores de risco são dinâmicos. O monitoramento deve ser constante, afim de identificar as variações entre a probabilidade, e a consequência dos riscos; identificando ainda novos riscos potenciais. Para a identificação dessas variações, é importante monitorar as alterações na rede, quanto à necessidade dos clientes; às tecnologias; às estratégias dos parceiros; e aos competidores. Atualizando assim, a avaliação dos riscos correspondentes (HALLIKAS et al., 2004).

3. METODOLOGIA

3.1 PROPOSTA METODOLÓGICA DE PESQUISA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa de pesquisa-ação, pois além de proporcionar uma investigação entre as teorias e as práticas, também é constituída como uma forma de pesquisa participativa e colaborativa, visando o aprimoramento destas práticas (KEMMIS, 1997). Entende-se por pesquisa-ação “*uma indagação sistemática e autocrítica, respaldada por uma estratégia. A pesquisa como indagação, baseada na curiosidade, e no desejo de compreender, torna-se uma tarefa cotidiana*” (STENHOUSE, 1991, p. 52 apud MOLINA, 2007, p. 29). Cabe ressaltar que não configura um estudo de caso múltiplo, uma vez que, o foco da pesquisa está nos sucateiros, e as empresas que constituem o corpus desta pesquisa, não estão relacionadas entre si, ou seja, não estabelecem nenhuma rede comum de trabalho; o que seria fundamental para configurar uma pesquisa como estudo. Já na pesquisa-ação, a relevância está na participação ativa do pesquisador como ator de interação-ação, durante todo o processo. Evidenciando o protagonismo, não somente através do corpus de pesquisa, mas também como pesquisador que media, e articula todo o percurso do trabalho. Refletindo sua prática, e propondo ações que permitam, ou contribuam para a mudança do cenário de estudo.

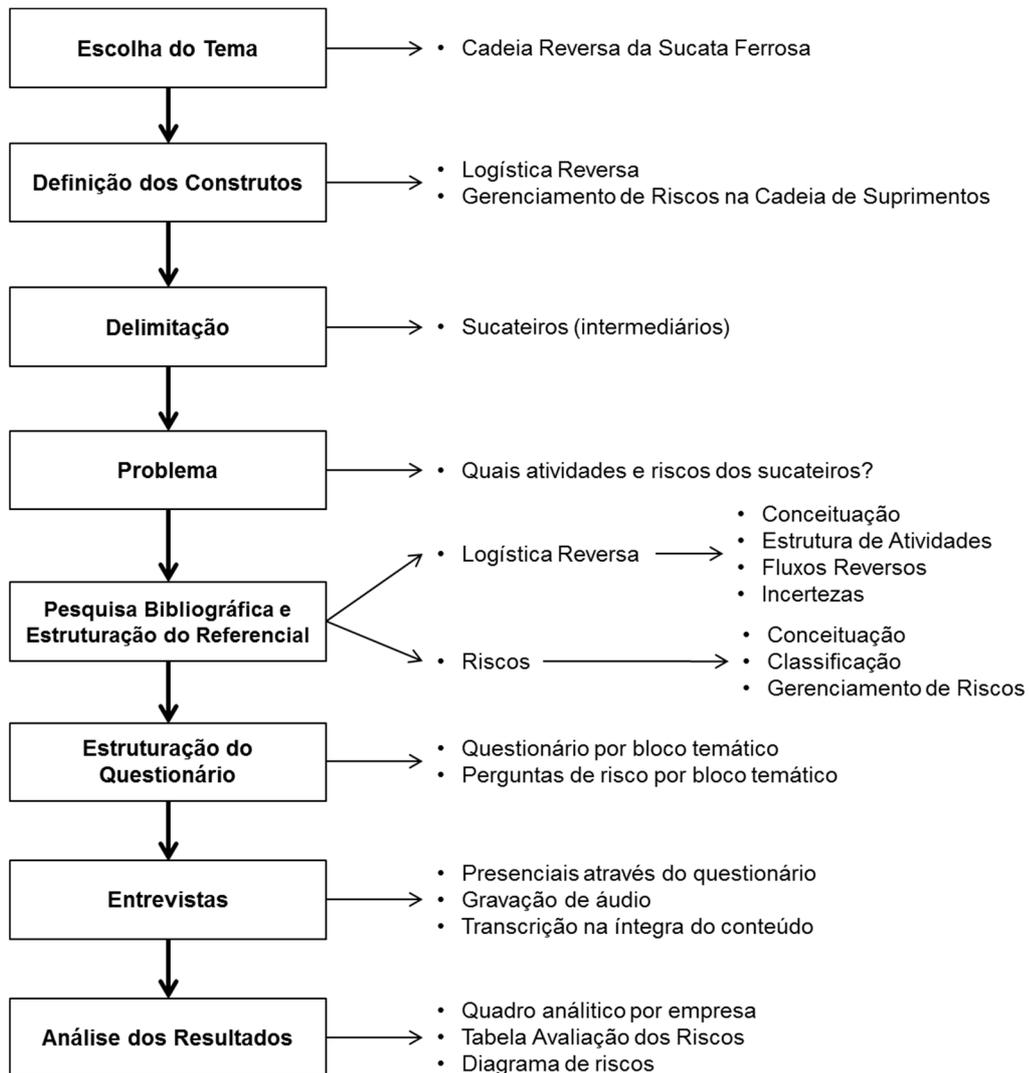
Quanto à forma de abordagem do problema, esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de caráter empírico, buscando explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não prioriza a quantificação de valores e as trocas simbólicas, tampouco se submete à prova de fatos (PRODANOV, 2013, p.81).

Na pesquisa qualitativa, o pesquisador é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. O objetivo da amostra é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Quanto à natureza desta pesquisa, pode-se afirmar que se trata de uma pesquisa aplicada, pois pretende gerar conhecimentos para a aplicação prática no gerenciamento da cadeia reversa da sucata metálica. Também, entende-se que é uma pesquisa exploratória, uma vez que seus objetivos visam “*proporcionar maior*

familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito” (SILVA, 2004, p.21).
Envolvendo ainda, o levantamento bibliográfico, bem como a aplicação de entrevistas com pessoas que têm experiências práticas com o problema pesquisado (SILVA, 2004). A estrutura do método de trabalho é apresentada pela Figura 08.

Figura 08 – Estrutura do Método de Trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O método de trabalho foi definido a partir da delimitação do tema, e dos seus construtos. O tema de pesquisa foi definido mediante a familiaridade do pesquisador com a indústria siderúrgica regional, e a curiosidade sobre a estruturação das atividades, assim como os riscos dos intermediários da sucata metálica. Dessa forma, delimita-se a abrangência da pesquisa, tendo em vista a complexidade da operação dos sucateiros.

A questão de pesquisa, que norteou todo esse estudo, questiona acerca de:

- *Como identificam-se, estruturam-se, e previnem-se os riscos das atividades dos sucateiros na cadeia reversa da sucata metálica?*

A pesquisa bibliográfica, e posterior referencial teórico transcorreu através de dois construtos; o da Logística Reversa e do Gerenciamento de Riscos na Cadeia de

Suprimentos. O referencial sobre a Logística Reversa foi desdobrado na conceituação, na estruturação das atividades, nos fluxos físicos de materiais e nas incertezas do processo reverso. O detalhamento do tema foi planejado no intuito de compreender as estruturas reversas e suas principais características. Já, o referencial sobre Riscos foi desdobrado através da conceituação, das classificações de riscos, e do gerenciamento de riscos nas cadeias de suprimentos.

A partir do conhecimento das principais abordagens teóricas, segue a estruturação do questionário com perguntas agrupadas por blocos temáticos, no intuito de caracterizar o mercado da sucata, os atores, e os riscos envolvidos. As entrevistas foram realizadas presencialmente, gravadas em áudio e transcritas na íntegra em planilha eletrônica para facilitar a comparação das respostas das diferentes empresas sucateiras. Na análise de resultados, as respostas das entrevistas foram consolidadas nos quadros analíticos.

A avaliação dos riscos foi realizada considerando o impacto, e a probabilidade de ocorrência do risco; já os resultados foram transcritos em tabelas eletrônicas. Por fim, os resultados da avaliação de riscos foram registrados no diagrama de riscos. Para a análise dos resultados, a pesquisa apoiou-se exaustivamente na utilização de tabelas e figuras esquemáticas, no intuito de facilitar a compreensão e interpretação dos dados.

3.2 SUJEITOS DA PESQUISA

O estudo foi desenvolvido no Rio Grande do Sul, com o foco nos sucateiros, fornecedores de sucata de uma usina siderúrgica semi-integrada, da região metropolitana de Porto Alegre.

3.2.1 Os Sucateiros

Os sucateiros exercem importante função na cadeia reversa de reciclagem de sucata metálica, viabilizando a classificação, o processamento e o transporte da sucata até a usina siderúrgica. São empresas formais que atuam com resíduos sólidos ferrosos em conformidade com a legislação ambiental.

As empresas sucateiras que formam o corpus desta pesquisa foram escolhidas através de uma reunião, da qual participou o pesquisador e a equipe de especialistas em suprimentos de sucata, colaboradores da usina siderúrgica local; uma vez que, esses possuem sólido conhecimento do mercado sucateiro da região sul do Brasil. O intuito dessa escolha teve por critério, as empresas que melhor representariam o setor em questão. Foram escolhidas cinco empresas sucateiras denominadas aqui da seguinte forma: Empresa Sucateira 1; Empresa Sucateira 2; Empresa Sucateira 3; Empresa Sucateira 4; Empresa Sucateira 5; doravante ES1; ES2; ES3; ES4 e ES5.

3.2.1.1 Empresa Sucateira 1

A ES1 está localizada na cidade de São Leopoldo-RS. Fundada em 1955, é uma empresa de origem familiar e sua administração está na terceira geração. Possui quinze funcionários e a região de abrangência de aquisição de sucata é o Vale do Sinos; Vale do Paranhama e Vale do Caí. A capacidade de processamento de sucata é de setecentas toneladas mensais e seu faturamento anual médio é de oitocentos mil reais.

3.2.1.2 Empresa Sucateira 2

A ES2 está localizada na cidade de São Leopoldo-RS. Fundada em 1978, é uma empresa de origem familiar e sua administração está na primeira geração. Possui nove funcionários e a região de abrangência de aquisição de sucata é o Vale do Sinos. A capacidade de processamento de sucata é de setenta toneladas mensais e seu faturamento anual médio é de oitocentos mil reais.

3.2.1.3 Empresa Sucateira 3

A ES3 está localizada na cidade de Canoas-RS. Fundada em 1991, é uma empresa de origem familiar e sua administração está na primeira geração. Possui trinta funcionários e a região de abrangência de aquisição de sucata é o Vale do Sinos; Região Metropolitana de Porto Alegre, e Litoral Norte. A capacidade de processamento de sucata é de duas mil e seiscentas toneladas mensais e seu faturamento anual médio é de sete milhões de reais.

3.2.1.4 Empresa Sucateira 4

A ES4 está localizada na cidade de Caxias do Sul-RS. Fundada em 1997, é uma empresa de origem familiar e sua administração está na primeira geração. Possui trinta funcionários e a região de abrangência de aquisição de sucata é a Região da Serra Gaúcha. A capacidade de processamento de sucata é de três mil e quinhentas toneladas mensais e seu faturamento anual médio é de cinco milhões de reais.

3.2.1.5 Empresa Sucateira 5

A ES5 está localizada na cidade de Porto Alegre – RS. Fundada em 1970, é uma empresa de origem familiar e sua administração está na segunda geração. Possui vinte e sete funcionários e a região de abrangência de aquisição de sucata é a região metropolitana de Porto Alegre e Vale do Sinos. A capacidade de processamento de sucata é de mil e quatrocentas toneladas mensais e seu faturamento anual médio é de um milhão de reais.

3.2.2 A Usina Siderúrgica

A usina siderúrgica está localizada na cidade de Sapucaia do Sul, no estado do Rio Grande do Sul. A empresa pertence a um grupo siderúrgico multinacional que opera com nove usinas siderúrgicas no Brasil. Produz aço por meio de três diferentes processos produtivos:

- Produção de aço a partir de sucata, utilizando fornos elétricos (70% da produção deste grupo siderúrgico no Brasil);
- Produção de aço a partir de minério de ferro, utilizando altos-fornos a carvão vegetal (20% da produção no Brasil);
- Produção de aço por meio de redução direta, utilizando gás natural como redutor para produzir o ferro-esponja e fornos elétricos para produzir o aço bruto.

O grupo siderúrgico possui quatro linhas de produtos, sendo:

- Aço bruto, sob a forma de tarugos obtidos através do lingotamento contínuo utilizados pela própria empresa para a fabricação de produtos acabados, e também para comercialização de semiacabados;
- Aço laminado, tais como fio-máquina, vergalhões, barras, perfis redondos, perfis quadrados e perfis chatos e chapas planas;
- Aço trefilado, sob a forma de arames de diferentes formatos e espessuras, tais como arames farpados e lisos para cercas, telas soldadas para concreto, pregos e grampos. Esses produtos são comercializados nos setores industriais, construção civil e agricultura.
- Aço especial, ligas especiais, aços inoxidáveis, aço ferramenta, aços para molas, fio-máquina de ligas especiais. Os produtos em aço especial são consumidos, principalmente, pelo setor industrial.

A usina siderúrgica adquire a sucata metálica para reciclagem exclusivamente dos sucateiros certificados, de acordo com suas diretrizes internas para a seleção de fornecedores. A usina exige o atendimento da legislação ambiental e trabalhista, bem como o atendimento dos requisitos de segurança no transporte de cargas. Possui uma área responsável pela aquisição e gestão da cadeia de fornecedores de sucata, chamada de Suprimentos de Materiais Metálicos. Esse setor é responsável por todas as rotinas operacionais de aquisição e negociação, bem como a manutenção do relacionamento entre a usina e os fornecedores de sucata. Após o recebimento da sucata na usina, o processamento da mesma ocorre inicialmente por um setor chamado Pátio de Sucata, onde ocorre a classificação e o processamento, para posteriormente ser empregada na produção do aço.

3.2.3 O Aço

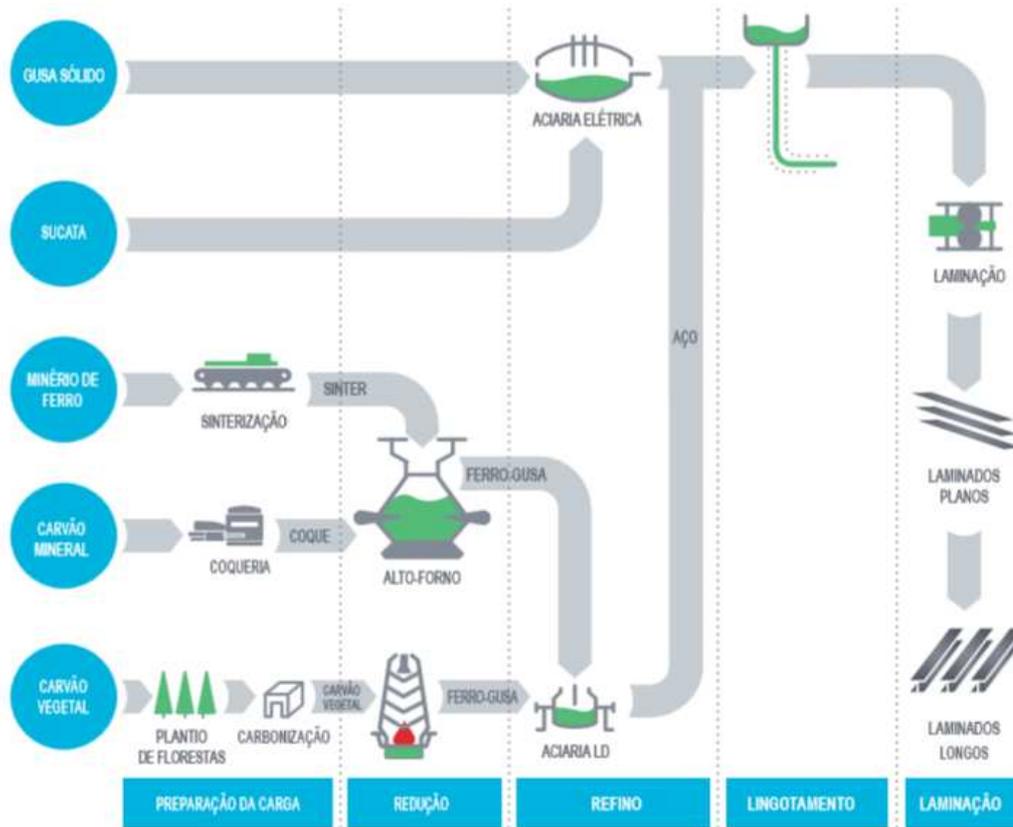
O aço é a mais versátil das ligas metálicas e possui forte presença no cotidiano das pessoas. O fato de ser totalmente reciclável faz do aço um material altamente sustentável. No Brasil a reciclagem do aço está em crescimento motivada pelo desenvolvimento de novas técnicas de reaproveitamento do aço proveniente da construção civil e do incentivo do governo para a renovação da frota de caminhões. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014).

Conforme Ministério de Minas e Energia (2009), o processo siderúrgico abrange cinco grandes etapas:

- Preparação da carga do minério e carvão – nessa etapa a parte do minério de ferro que se encontra sob a forma de pó passa por um processo de aglomeração, via sinterização ou pelotização, dando origem, respectivamente, ao sinter e às pelotas que são usadas, além do minério de ferro de maior granulometria, na carga do alto-forno. O carvão mineral contém elementos indesejáveis (compostos voláteis) ao processo produtivo de aço. Visando a retirada destes elementos voláteis, o carvão é aquecido em fornos (coquearias) sendo então convertido em coque.
- Redução do minério de ferro – essa fase corresponde à remoção do oxigênio contido nos óxidos do minério, onde o agente redutor é o coque ou carvão vegetal. Esta operação é realizada nos altos-fornos (a coque ou carvão vegetal). O produto resultante é uma liga de ferro e carbono denominada ferro-gusa, que ainda contém impurezas como fósforo, enxofre e sílica.
- Refino – Visa a diminuição do teor de carbono e das impurezas do ferro-gusa até os valores desejados para os diferentes tipos de aço. A transformação do ferro gusa em aço é realizada em aciarias elétricas ou em aciaria LD (uso de fornos Linz Donawitz).
- Lingotamento - o aço produzido nas aciarias vaza em lingoteiras, solidificandose na forma de lingotes ou em máquinas de lingotamento contínuo, onde é cortado já na forma de produtos semiacabados (placas, blocos ou tarugos).
- Laminação – Os produtos resultantes do lingotamento convencional ou contínuo são transformados mecanicamente, através da laminação, forjamento

e outros processos mecânicos, em grande variedade de produtos como bobinas, barras, chapas, vergalhões, fio-máquinas, perfis, folhas metálicas etc. A Figura 09 apresenta os fluxos de produção das usinas integradas e semi-integradas.

Figura 09 – Os processos de produção do aço.



Fonte: Instituto Aço Brasil (2014).

A Figura 09 distingue as duas rotas tecnológicas para produção de aço: a integrada (preparação da carga, redução, refino, lingotamento e laminação) e a semi-integrada (refino, lingotamento e laminação). A diferença básica entre estes dois tipos de rotas está na matéria-prima utilizada na produção do aço. Na rota integrada predomina o minério de ferro, com uma pequena quantidade de sucata de aço, enquanto que as usinas semi-integradas (fornos elétricos a arco - EAF) usam principalmente sucata. Basicamente, as usinas semi-integradas podem ser classificadas como recicladoras de aço.

3.2.3.1 A Geração da Sucata

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2009), as sucatas de metálicas são classificadas de acordo com sua origem, sendo:

- Sucata de geração interna: aço sucateado durante o processo de produção na usina siderúrgica;
- Sucata de geração industrial: sucata gerada na indústria de transformação;
- Sucata de obsolescência: Bens de consumo de aço já obsoletos ou no final da vida útil, como por exemplo, veículos e eletrodomésticos;
- Sucata de bens de capital: sucata de aço proveniente da demolição predial e/ou obsolescência de máquinas e equipamentos.

Portanto, a geração da sucata metálica ocorre através de materiais pré-consumo (sucata de geração interna e sucata de geração industrial) e de materiais pós-consumo (Sucata de obsolescência e sucata de bem de capital).

3.2.3.2 A Industrialização da Sucata

A classificação e o tamanho da sucata são determinantes na produtividade dos fornos, assim, a indústria siderúrgica concentra esforços na utilização de sucatas mais limpas e densas. A industrialização da sucata é feita com o objetivo de:

- Aumentar a densidade – o aumento da densidade é obtido através de equipamentos que cortam, prensam, fragmentam, e trituram a sucata;
- Reduzir as impurezas – as impurezas comprometem o desempenho do forno de fusão, e podem ser encontradas nas cargas em forma de madeira, vidros, borrachas, plásticos, etc.;
- Adequar os contaminantes – Os contaminantes são elementos químicos que devem ser controlados para que seus teores não afetem a composição química final do aço. Normalmente são cobre, fósforo, enxofre, níquel, cromo e estanho.

A industrialização da sucata pode ser feita pela usina siderúrgica ou através dos sucateiros, dependendo das condições de cada mercado. Os equipamentos mais utilizados para o processamento da sucata são equipamentos de pesagem e

inspeção, tais como: prensas-tesouras, tesouras-móveis, prensas-pacotes, trituradores / shredder, corte oxiacetileno, e equipamentos para seleção.

3.3 OS DADOS

A coleta de dados foi realizada através de instrumentos específicos, tais como: pesquisa bibliográfica; entrevistas; e gravações de áudio; que serviram para o desdobramento da análise.

3.3.1 Pesquisa Bibliográfica

Esta pesquisa utilizou o construto teórico-metodológico da Logística Reversa e do Gerenciamento de Riscos na Cadeia de Suprimentos. As principais fontes de pesquisa foram a base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da EBSCO, onde as palavras-chaves utilizadas foram *Reverse Logistics* e *Supply Chain Risk Management*. Destacam-se nesta pesquisa as publicações dos seguintes autores sobre Logística Reversa: Guide (1998/2009), Wassenhove (2006/2009) e Leite (2009); bem como, sobre o Gerenciamento de Risco na Cadeia de Suprimentos, onde destacam-se os autores: Hallikas (2002/2012), Spekman (2004), Zsidisin (2000/2005) e Craighead (1997). Para a contextualização da indústria do aço, bem como caracterização da indústria de resíduos sólidos e ferrosos, foram consultados os sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Ministério de Minas e Energia do Brasil, do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil e as publicações dos relatórios estatísticos de 2014, do Instituto Aço Brasil (IAB).

3.3.2 Entrevista

Yin (2001) destaca que as entrevistas constituem uma fonte importante de evidências para uma pesquisa, visto que as informações coletadas podem ser interpretadas e analisadas de forma a conduzir a elucidação de um determinado problema. Prodanov

(2009) complementa que, além de importante meio para obtenção de informações, as entrevistas podem ser classificadas em estruturadas, quando o entrevistador segue um roteiro preestabelecido, ou semiestruturadas, quando não há rigidez no roteiro, mas há sim, um plano de questionamentos evitando o risco de não se obter na totalidade as informações desejadas.

As entrevistas realizadas foram estruturadas com base no questionário apresentado no Quadro 04, o qual está subdividido em agrupamentos de perguntas, de acordo com os assuntos, sendo que estas estão relacionadas com os objetivos específicos da pesquisa.

Quadro 04 – Questionário.

Grupos	Nº	Perguntas	Objetivo específico
Mercado	1	Como iniciou a operação com sucata? Quais foram os motivadores pela escolha desse mercado?	Atividades
	2	Existe interesse na importação ou exportação de sucata?	
	3	Como você avalia o mercado de sucata quanto a saturação de fornecedores?	
	4	Quais as estratégias adotadas para melhorar a competitividade?	
	5	Quais os riscos associados ao mercado da sucata metálica? Como os riscos são controlados?	Riscos
Clientes	6	Quem são seus clientes?	Atividades
	7	A satisfação dos clientes é medida? Com que frequência?	
	8	Como sua empresa garante a satisfação dos clientes?	
	9	O que você considera mais importante para seus clientes?	
	10	Existe uma parceria/cooperação entre o cliente e sua empresa?	
	11	Você percebe a preocupação do cliente com o desenvolvimento dos fornecedores (investimentos, capacitação, etc.)?	
	12	Existe algum tipo de reconhecimento feito pelo cliente para o fornecedor?	
13	Quais os riscos associados ao relacionamento da sua empresa com seus clientes? Como os riscos são controlados?	Riscos	
Legislação	14	Existe algum tipo de legislação ambiental a ser atendida pela empresa? Como isso é fiscalizado?	Atividades
	15	Possui alguma certificação ambiental e/ou qualidade?	
	16	Existe algum incentivo do governo para a execução da sua atividade, visto a contribuição com o meio-ambiente?	
	17	Quais os riscos associados ao cumprimento das legislações? Como os riscos são controlados?	Riscos
Atividades de Aquisição	18	Como é o comportamento da demanda dos clientes? Existe sazonalidade?	Atividades
	19	Como a demanda do cliente é informada?	
	20	Como o estoque de sucata é gerenciado?	
	21	Utiliza algum software de controle de estoque?	
	22	Existe o risco associado a variação de demanda e ao gerenciamento de estoque? Como os riscos são controlados?	Riscos
	23	Quem são os seus fornecedores?	Atividades
	24	Como é garantido o fornecimento de sucata? Existe algum tipo de contrato com os fornecedores?	
	25	Quais são os critérios para formação de preço da sucata?	
	26	Como os fornecedores são pagos? Como os clientes pagam pela carga (à vista ou prazo)? Isso é crítico para o negócio?	
	27	Quais são os riscos associados a gestão dos seus fornecedores de sucata? Como os riscos são controlados?	Riscos
	28	Como a qualidade da sucata é avaliada durante a compra?	Atividades
	29	Existe variabilidade na qualidade da sucata?	
	30	Quais os riscos associados a qualidade da sucata? Como os riscos são controlados?	Riscos

Quadro 04 (continuação) – Questionário.

Grupos	Nº	Perguntas	Objetivo específico
Atividades Operacionais	31	Quais são as atividades que compõe a cadeia reversa da sucata?	Atividades
	32	Existe algum tipo de processamento interno da sucata? Qual?	
	33	Quais tipos de sucata que trabalha? (metálica, não-metálica, papel, vidro, plástico)	
	34	Como a sucata metálica é classificada?	
	35	Como a carga é formada para o envio ao cliente?	
	36	Existem ações para maximização do valor da carga?	
		37	Quais os riscos associados as atividades da logística reversa? Como os riscos são controlados?
Atividades de Transporte	38	Como os materiais são coletados nos fornecedores? Os recursos utilizados para a coleta são os mesmos utilizados para o envio das cargas para os clientes?	Atividades
	39	Como são definidas as rotas para coleta da sucata nos fornecedores ou envio da sucata para os clientes? Isso é controlado?	
	40	Sua empresa possui dificuldades quanto a habilitação dos motoristas (infrações) ou restrições nos veículos (documentação, vistorias, etc.)?	
	41	Como é controlada a manutenção da frota? Existe um programa de manutenção preventiva implantado?	
	42	Existe alguma fiscalização sobre a emissão de gases da frota de caminhões? Isso representa um fator de risco? Como isso é controlado?	
	43	Quais são as atividades de responsabilidade do motorista no descarregamento da carga no cliente?	
	44	Qual o tempo médio de descarregamento no cliente? É crítico para seu negócio? Como é controlado/medido?	
	45	O que poderia ser feito para a redução do tempo médio de descargamento?	
	46	Quais os riscos associados ao transporte da sucata? Como os riscos são controlados?	Riscos

Fonte: Elaborado pelo autor.

O questionário foi estruturado em seis grupos de perguntas, abordando o mercado da sucata, os clientes, a legislação, atividades de aquisição, atividades operacionais atividades de transporte. As perguntas referentes aos riscos foram alocadas dentro de cada grupo. Além deste questionário, foi integrada na pesquisa uma avaliação da percepção da probabilidade e a severidade (impacto) dos riscos dos sucateiros. Os possíveis riscos foram sugeridos pela equipe de especialistas em suprimentos da usina siderúrgica, a qual realizou em conjunto com o pesquisador a validação da estrutura da entrevista. Durante a entrevista, os interlocutores foram questionados sobre a existência de algum fator de risco não indicado na tabela de avaliação. A Tabela 04 apresenta a avaliação dos riscos dos sucateiros.

Tabela 04 – Avaliação dos riscos dos sucateiros.

Fatores que influenciam o negócio		Criticidade (perdas) Nota de 1 a 5	Probabilidade de ocorrência Nota de 1 a 5
1	Demanda concentrada em um ou poucos clientes		
2	Variação da demanda dos clientes		
3	Escasses da oferta de sucata dos fornecedores		
4	Baixa qualidade da sucata ferrosa ofertada		
5	Baixo preço da sucata ferrosa		
6	Instabilidade econômica do país		
7	Baixa profissionalização da cadeia de fornecimento de sucata ferrosa		
8	Elevado preço dos combustíveis da frota		
9	Elevados custos para manutenção da frota		
10	Concorrência desleal pelas "empresas" informais		
11	Elevado tempo de descarregamento da carga na usina		
12	Muitas exigências e requisitos dos clientes		
13	Fiscalizações ambientais, exigências legais para operação		
Caso existam outros fatores críticos, listar abaixo e avaliar a criticidade e probabilidade:		Criticidade (perdas) Nota de 1 a 5	Probabilidade de ocorrência Nota de 1 a 5
14			
15			
16			
17			
18			
19			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os especialistas da usina siderúrgica, também solicitaram a avaliação da opinião dos sucateiros sobre os fatores de satisfação do cliente (a usina siderúrgica). A Tabela 05 apresenta as dimensões avaliadas.

Tabela 05 – Avaliação dos fatores de satisfação dos clientes dos sucateiros.

Fatores de Satisfação		Importância para os clientes Nota de 1 a 5
1	Qualidade da sucata fornecida	
2	Quantidade fornecida	
3	Prazo de entrega	
4	Preço da sucata	
5	Segurança operacional	
Caso tenham outros fatores, listar e avaliar a importância:		Importância para os clientes Nota de 1 a 5
6		
7		
8		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as entrevistas foram gravadas em áudio com a autorização dos entrevistados, que serviram de corpus para a análise de elementos não expressos no questionário.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

O processo da análise dos dados iniciou através do estudo das publicações sobre Logística Reversa e Gerenciamento de Riscos na Cadeia de Suprimentos. Foi a partir deste referencial, que se estruturou o questionário para entrevista e avaliação, permitindo ao pesquisador realizar uma análise fundamentada.

Para melhor interpretação dos dados coletados nas entrevistas, elaborou-se um quadro analítico organizado por grupos de assuntos, onde foi possível identificar sucintamente, as características dos processos de cada empresa. Os quadros analíticos foram estruturados visando responder à questão de pesquisa, quanto a estrutura das atividades, e dos riscos da cadeia reversa da sucata metálica.

A análise dos riscos ocorreu através da síntese dos fatores identificados no questionário, onde os entrevistados atribuíram uma nota de um a cinco quanto a severidade e a probabilidade de ocorrência dos eventos em cada empresa sucateira. Os quadros e a tabela de avaliação dos riscos serão apresentados, empresa a empresa, nos subitens que seguem.

3.4.1 Quadro Analítico ES1

A entrevista com a ES1 ocorreu na sede da empresa, tendo como entrevistados os dois proprietários.

No primeiro momento, o pesquisador apresentou o objetivo do estudo, em seguida, iniciou a aplicação do questionário.

Os entrevistados mostraram-se muito receptivos, explicando detalhadamente cada pergunta realizada.

A entrevista durou aproximadamente uma hora. Ao término desta, foi realizada a visita as dependências da empresa.

O Quadro 05 apresenta a síntese das informações obtidas referentes às questões de pesquisa.

Quadro 05 – Quadro Analítico ES1.

ES1	
Estrutura de Atividades	Riscos Percebidos
Mercado	
<ul style="list-style-type: none"> - Empresa teve início somente com o transporte de sucata para a siderúrgica. - O preço pago pela sucata é o preço referencia da siderúrgica decrescido dos custos operacionais da empresa. - Margem de lucro afetada pela política de redução de custos da siderurgica local. - Processa aço, papel, plástico e madeira. - Sem investimentos previstos 	<ul style="list-style-type: none"> - Concorrência desleal - sem custos com legislação, empregados, etc. - Instabilidade econômica do país afeta diretamente o negócio.
Cliente	
<ul style="list-style-type: none"> - A siderúrgica local realiza visitas semanais - Não existe interesse em desenvolver novos clientes devido a parceria ao longo dos anos com a siderúrgica local, apesar de receber propostas de outros clientes potenciais. - Apesar do bom relacionamento, hoje em dia não percebe cliente preocupado com o desempenho da sua empresa. - Cliente realiza visitas semanais na empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda concentrada um cliente. - Baixo preço pago pela cliente pela sucata.
Legislação	
<ul style="list-style-type: none"> - Possui licenças ambientais para operação, porém não possui consciência da importância da sua atividade quanto as questões ambientais. 	

Quadro 05 (continuação) – Quadro Analítico ES1.

ES1	
Estrutura de Atividades	Riscos Percebidos
Atividades de Aquisição	
<ul style="list-style-type: none"> - 70% do volume de sucata é comprada de catadores e cooperativas. 30% é de origem da sobra da indústria metalmeccânica. - A necessidade de compra ocorre a partir da verificação visual do nível de estoque. Não há sistema de gerenciamento de estoque por categoria de material. - Grande variabilidade da qualidade da sucata ofertada. - Percebe variabilidade na demanda do cliente. - Os fornecedores de sucata são os catadores, cooperativas e indústria metalmeccânica. - Não possui contratos de fornecimento com fornecedores, toda negociação é baseada na confiança. - Os fornecedores são pagos à vista. - Dificuldade de encontrar fornecedor com conhecimento sobre as especificações dos materiais ferrosos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impurezas na sucata fornecida devido a mistura de outros materiais. - Baixa profissionalização dos fornecedores que atuam como catadores, cooperativas e ferro-velhos. - Variabilidade da oferta - Dias de chuva possui pouca entrega.
Atividades Operacionais	
<ul style="list-style-type: none"> - Comercializa no varejo. - As atividades realizadas são coleta ou recebimento, triagem, pesagem, corte, compactação, armazenamento e transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ociosidade da mão-de-obra. - Capacidade de processamento restrita.
Atividades de Transporte	
<ul style="list-style-type: none"> - Coleta e recebe sucata de fornecedores. - A manutenção preventiva e corretiva da frota é realizada internamente. - Não possui indisponibilidade da frota devido a problemas de manutenção. - Realiza controle de manutenção preventiva dos caminhões e equipamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado tempo de descarregamento na siderúrgica. - Elevado preço dos combustíveis e peças de reposição.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.2 Quadro Analítico ES2

A entrevista com a ES2 ocorreu na sede da empresa, tendo como entrevistado um dos sócios.

Inicialmente o pesquisador apresentou o objetivo do estudo, em seguida, realizou a aplicação do questionário.

O entrevistado demonstrou-se muito receptivo e com grande conhecimento de gestão e mercado da sucata. O entrevistado faz parte da segunda geração da família a administrar a empresa, e durante muitos anos atuou como colaborador na indústria metalúrgica.

A entrevista durou aproximadamente uma hora e dez minutos. Ao término desta, foi realizada a visita às dependências da empresa.

O Quadro 06 apresenta a síntese das informações da ES2, referentes às questões de pesquisa.

Quadro 06 – Quadro Analítico ES2.

ES2	
Estrutura de Atividades	Riscos Percebidos
Mercado	
<ul style="list-style-type: none"> - Empresa teve início somente com o transporte de sucata para a siderúrgica. - O preço pago pela sucata é o preço referencia da siderúrgica decrescido dos custos operacionais da empresa. - Margem de lucro afetada pela política de redução de custos da siderurgica local. - Exportação foi analisada como uma possibilidade, mas inviabilizada pelo elevado investimento em equipamentos e pelo alto custo do frete 	<ul style="list-style-type: none"> - Concorrência desleal - sem custos com legislação, empregados, etc. - Instabilidade econômica do país afeta diretamente o negócio.
Cliente	
<ul style="list-style-type: none"> - A siderúrgica local realiza visitas semanais - Não existe interesse em desenvolver novos clientes devido a parceria ao longo dos anos com a siderúrgica local, apesar de receber propostas. - Percebe a cooperação do cliente, através do financiamento de investimentos. - Cliente realiza visitas semanais na empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda concentrada um cliente. - Baixo preço pago pela cliente pela sucata.
Legislação	
<ul style="list-style-type: none"> - Possui licenças ambientais para operação e possui consciência da importância da sua atividade quanto as questões ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Burocracia para obtenção e renovação da licença ambiental
Atividades de Aquisição	
<ul style="list-style-type: none"> - A necessidade de compra ocorre a partir do gerenciamento de estoque por categoria de material realizado em um software específico. - Grande variabilidade da qualidade da sucata ofertada. - Compra a sucata já classificada nos fornecedores. - Não percebe variabilidade da demanda do cliente. - Os fornecedores de sucata são a indústria metalmeccânica, ferros-velhos, oficinas e comércio em geral. - Não possui contratos de fornecimento com fornecedores, toda negociação é baseada na confiança. - Os fornecedores são pagos à vista. - Dificuldade de encontrar fornecedor com conhecimento sobre as especificações dos materiais ferrosos. - Cooperação com fornecedores (crise 2008). 	<ul style="list-style-type: none"> - Impurezas na sucata fornecida devido a mistura de outros materiais. - Baixa profissionalização dos fornecedores que atuam como catadores, cooperativas e ferro-velhos.
Atividades Operacionais	
<ul style="list-style-type: none"> - Comercializa no mercado secundário. - As atividades realizadas são de coleta, pesagem, corte, compactação, armazenamento e transporte. - Compra sucata já classificada pelos fornecedores. - Possui equipamentos de ponta para o processamento de sucata. 	
Atividades de Transporte	
<ul style="list-style-type: none"> - A manutenção preventiva e corretiva da frota é realizada na concessionária pois os veículos estão em garantia. - Não possui problemas com indisponibilidade da frota devido a problemas de manutenção. - Possui monitoramento e gestão da rota dos veículos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado tempo de descarregamento na siderúrgica, gerando necessidade de transbordo no pátio da empresa. - Elevado preço dos combustíveis e peças de reposição.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.3 Quadro Analítico ES3

A entrevista com a ES3 ocorreu na sede da empresa, tendo como entrevistado o proprietário.

Inicialmente o pesquisador apresentou o objetivo do estudo, em seguida, realizou a aplicação do questionário.

O entrevistado demonstrou insegurança para responder questões relacionadas com a oferta e demanda de sucata. Por vezes demonstrou resistência para responder as questões dirigidas as práticas de gerenciamento da sua empresa.

A entrevista durou aproximadamente quarenta e cinco minutos. Ao término desta, foi realizada a visita as dependências da empresa.

O Quadro 07 apresenta a síntese das informações da ES3, referentes às questões de pesquisa.

Quadro 07 – Quadro Analítico ES3.

ES3	
Estrutura de Atividades	Riscos Percebidos
Mercado	
<ul style="list-style-type: none"> - Empresa teve início somente com o transporte de sucata para a siderúrgica. - O preço pago pela sucata é o preço referencia da siderúrgica decrescido dos custos operacionais da empresa. - Margem de lucro afetada pela política de redução de custos da siderurgica local. - Não possui interesse em exportação devido ao baixo volume processado. - Investimentos em andamento - ampliação capacidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Instabilidade econômica do país afeta diretamente o negócio.
Cliente	
<ul style="list-style-type: none"> - A siderúrgica local realiza visitas semanais - Possui dois clientes: usina siderúrgica (90% volume processado) e fundição (10% do volume processado). - Não existe interesse em desenvolver novos clientes devido a parceria ao longo dos anos com a siderúrgica local. - Acredita que o cliente deveria valorizar mais seus fornecedores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda concentrada um cliente. - Baixo preço pago pela cliente pela sucata.
Legislação	
<ul style="list-style-type: none"> - Possui licenças ambientais para operação porém não possui consciência da importância da sua atividade quanto as questões ambientais. 	

Quadro 07 (continuação) – Quadro Analítico ES3.

ES3	
Estrutura de Atividades	Riscos Percebidos
Atividades de Aquisição	
<ul style="list-style-type: none"> - A necessidade de compra ocorre a partir da verificação visual do nível de estoque. Não há sistema de gerenciamento de estoque por categoria de material. - Percebe variabilidade da demanda do cliente. - Grande variabilidade da qualidade da sucata ofertada. - A origem da maioria da sucata processada é da indústria metalmeccânica, onde possui um container com retirada programada. - Os fornecedores de sucata são a indústria metalmeccânica, ferros-velhos, oficinas e comércio em geral. - Não possui contratos de fornecimento com fornecedores, toda negociação é baseada na confiança. - Os fornecedores são pagos à vista. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impurezas na sucata fornecida devido a mistura de outros materiais.
Atividades Operacionais	
<ul style="list-style-type: none"> - Comercializa no mercado secundário. - As atividades realizadas são de coleta, pesagem, corte, compactação, armazenamento e transporte. - Investimentos para atualização tecnológica dos equipamentos de processamento de sucata em andamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa capacidade de processamento de sucata
Atividades de Transporte	
<ul style="list-style-type: none"> - Não possui controle de manutenção preventiva da frota. - Não possui problemas com indisponibilidade da frota devido a problemas de manutenção. - Não possui monitoramento e gestão da rota dos veículos. - Manutenção corretiva realizada por terceiros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado tempo de descarregamento na siderúrgica, reduzindo a produtividade. - Elevado preço dos combustíveis e peças de reposição.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.4 Quadro Analítico ES4

A entrevista com a ES4 ocorreu na sede da empresa, tendo como entrevistado o gerente geral.

Inicialmente, o pesquisador apresentou o objetivo do estudo, em seguida, realizou a aplicação do questionário.

O entrevistado demonstrou-se receptivo, porém enfatizou a importância do sigilo das informações, e recusou-se a detalhar o processo.

A entrevista durou aproximadamente uma hora. Não foi possível a visitação nas dependências da empresa.

O Quadro 08 apresenta a síntese das informações da ES4, referentes às questões de pesquisa.

Quadro 08 – Quadro Analítico ES4.

ES4	
Estrutura de Atividades	Riscos Percebidos
Mercado	
<ul style="list-style-type: none"> - Empresa teve início somente com o transporte de sucata para a siderúrgica. - O preço pago pela sucata é o preço referencia da siderúrgica decrescido dos custos operacionais da empresa. - A empresa não tem interesse pela exportação pelo elevado investimento em equipamentos e pelo alto custo do frete. - A empresa possui grande estrutura, trabalha com comercialização de perfis de aço, vergalhões, aços especiais e sucata. - A empresa está investindo em unidade na região metropolitana para coleta de sucata. - Investimentos em andamento - ampliação capacidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Instabilidade econômica do país afeta diretamente o negócio. - Concorrência desleal - sem custos com legislação, empregados, etc
Cliente	
<ul style="list-style-type: none"> - A siderúrgica local realiza visitas semanais na empresa. - Não respondeu ao questionamento sobre o desenvolvimento de novos clientes e mercados. - Atualmente não percebe a cooperação do cliente com o seu negócio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo preço pago pela cliente pela sucata.
Legislação	
<ul style="list-style-type: none"> - Possui licenças ambientais para operação e possui consciência da importância da sua atividade quanto as questões ambientais. - Possui adesão ao programa de redução da emissão de gases e ruído da frota. - Investimento em reflorestamento na região e aproveitamento da água da chuva. - Preparação das plataformas de recebimento de sucata para evitar poluição do solo. 	
Atividades de Aquisição	
<ul style="list-style-type: none"> - A necessidade de compra ocorre a partir do gerenciamento de estoque por categoria de material realizado em um software específico. - Não percebe variabilidade da demanda do cliente. - Grande variabilidade da qualidade da sucata ofertada. - Os fornecedores de sucata são a indústria metalmecânica, ferros-velhos, oficinas e comércio em geral. - Não possui contratos de fornecimento com fornecedores, toda negociação é baseada na confiança. - Os fornecedores são pagos à vista. - Dificuldade de encontrar fornecedor com conhecimento sobre as especificações dos materiais ferrosos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impurezas na sucata fornecida devido a mistura de outros materiais. - Baixa profissionalização dos fornecedores que atuam como catadores, cooperativas e ferro-velhos.
Atividades Operacionais	
<ul style="list-style-type: none"> - Não há comercialização de sucata no mercado secundário. - Coleta sucata nos fornecedores. - As atividades realizadas são coleta, pesagem, triagem, corte, compactação e transporte. 	
Atividades de Transporte	
<ul style="list-style-type: none"> - A manutenção preventiva e corretiva da frota é realizada por terceiros. - Não possui problemas com indisponibilidade da frota devido a problemas de manutenção. - Possui monitoramento e gestão da rota dos veículos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado tempo de descarregamento na siderúrgica, gerando necessidade de transbordo no pátio da empresa. - Elevado preço dos combustíveis e peças de reposição. - Tráfego intenso até a usina siderúrgica exige planejamento da rota. - Descentralização através da nova unidade na região metropolitana.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.5 Quadro Analítico ES5

A entrevista com a ES5 ocorreu na sede da empresa, tendo como entrevistado o proprietário, o qual faz parte da segunda geração da família que administra o negócio.

Inicialmente o pesquisador apresentou o objetivo do estudo, em seguida, realizou a aplicação do questionário.

O entrevistado demonstrou-se receptivo e também demonstrou interesse nos achados do estudo.

A entrevista durou aproximadamente uma hora. Ao término desta, foi realizada a visita as dependências da empresa.

O Quadro 09 apresenta a síntese das informações da ES5, referentes às questões de pesquisa.

Quadro 09 – Quadro Analítico ES5.

ES5	
Estrutura de Atividades	Riscos Percebidos
Mercado	
<ul style="list-style-type: none"> - Empresa teve início somente com o transporte de sucata para a siderúrgica. - O preço pago pela sucata é o preço referencia da siderúrgica decrescido dos custos operacionais da empresa. - Margem de lucro afetada pela política de redução de custos da siderurgica local. - Não possui interesse em exportação devido ao baixo volume. - A empresa acredita que os requisitos elevados do cliente restringe a concorrência. - Investimentos suspensos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instabilidade econômica do país afeta diretamente o negócio.
Cliente	
<ul style="list-style-type: none"> - A siderúrgica local realiza visitas semanais na empresa. - Não existe interesse em desenvolver novos clientes devido a parceria ao longo dos anos com a siderúrgica local, apesar de receber propostas de outros clientes. - Percebe cooperação do cliente através de investimentos e incentivos no passado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda concentrada um cliente. - Baixo preço pago pela cliente pela sucata.
Legislação	
<ul style="list-style-type: none"> - Possui licenças ambientais para operação porém não possui consciência da importância da sua atividade quanto as questões ambientais. 	

Quadro 09 (continuação) – Quadro Analítico ES5.

ES5	
Estrutura de Atividades	Riscos Percebidos
Atividades de Aquisição	
<ul style="list-style-type: none"> - A necessidade de compra ocorre a partir da verificação visual do nível de estoque. No passado havia sistema de gerenciamento de estoque por categoria de material, porém deixaram de utilizar pela burocracia e excesso de controles. - Não percebe variabilidade da demanda do cliente. - Grande variabilidade da qualidade da sucata ofertada. - A origem da maioria da sucata processada é da indústria metalmeccânica, onde possui um container com retirada programada. - Adquire sucata de leilões e licitações com CEEE e a prefeitura municipal. - Os fornecedores de sucata são a indústria metalmeccânica, ferros-velhos, oficinas e comércio em geral e cooperativas de sucata. - Possui contratos de fornecimento com fornecedores maiores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impurezas na sucata fornecida devido a mistura de outros materiais. - Pequenos transtornos eventuais com fornecedores que solicitam a retirada dos containers incompletos.
Atividades Operacionais	
<ul style="list-style-type: none"> - Comercializa sucata no mercado secundário. - Coleta e recebe sucata. - As atividades realizadas são coleta ou recebimento, pesagem, triagem, corte, compactação, armazenamento e transporte. 	
Atividades de Transporte	
<ul style="list-style-type: none"> - Possui controle de manutenção preventiva da frota. - Não há indisponibilidade da frota devido a problemas de manutenção. - Não possui monitoramento e gestão da rota dos veículos. - Manutenção preventiva e corretiva realizada por terceiros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado tempo de descarregamento na siderúrgica, reduzindo a produtividade. - Elevado preço dos combustíveis e peças de reposição.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.6 Avaliação dos Riscos

Os riscos identificados através do questionário, foram avaliados pelos entrevistados através da atribuição de uma nota quanto a severidade (impacto das perdas) e a probabilidade de ocorrência. Os Quadros 10 e 11 apresentam os critérios de avaliação sugeridos aos entrevistados.

Quadro 10 – Avaliação de Riscos.

Classificação	Avaliação	Descrição
1	Sem impacto	Insignificante para a empresa
2	Baixo impacto	Pequenas perdas individuais
3	Médio impacto	Causa dificuldades a médio prazo
4	Alto impacto	Causa dificuldades a longo prazo
5	Impacto catastrófico	Descontinuação do negócio

Fonte: Adaptado Hallikas et al. (2004).

Quadro 11 – Avaliação da Probabilidade.

Classificação	Avaliação	Descrição
1	Muito improvável	Evento muito raro
2	Improvável	Existe evidência indireta de evento
3	Moderado	Existe evidência direta de evento
4	Provável	Existe evidência forte direta de evento
5	Muito provável	Evento acontece com frequência

Fonte: Adaptado Hallikas et al. (2004).

A Tabela 06 apresenta os riscos da cadeia reversa da sucata identificados e avaliados pelas empresas sucateiras.

Tabela 06 – Resultados da Avaliação dos Riscos dos Sucateiros.

Grupos	Fatores de Risco	ES1		ES2	
		Severidade Nota de 1 a 5	Probabilidade Nota de 1 a 5	Severidade Nota de 1 a 5	Probabilidade Nota de 1 a 5
Mercado	1 Instabilidade economica do país	3	4	3	3
	2 Concorrência desleal pelas "empresas" informais	4	3	3	4
Cliente	3 Faltar demanda devido a dependência de um ou poucos clientes	5	3	5	1
	4 Variação da demanda dos clientes	3	3	3	2
	5 Muitas exigências e requisitos dos clientes	3	5	5	5
	6 Baixo preço da sucata ferrosa	5	5	5	5
Legislação	7 Fiscalizações ambientais, exigências legais para operação	1	1	1	3
Atividades de Aquisição	8 Baixa profissionalização da cadeia de fornecimento de sucata ferrosa	3	5	3	4
	9 Escasses da oferta de sucata dos fornecedores	3	3	3	1
	10 Baixa qualidade da sucata ferrosa ofertada	5	5	5	4
Atividades Operacionais	11 Baixa capacidade de processamento de sucata	4	1	4	1
Atividades de Transporte	12 Elevado preço dos combustíveis da frota	5	5	5	5
	13 Elevados custos para manutenção da frota	5	5	5	5
	14 Elevado tempo de descarregamento da carga na usina	5	5	5	5

Tabela 06 (continuação) – Resultados da Avaliação dos Riscos dos Sucateiros.

Grupos	Fatores de Risco	ES3		ES4		ES5	
		Severidade Nota de 1 a 5	Probabilidade Nota de 1 a 5	Severidade Nota de 1 a 5	Probabilidade Nota de 1 a 5	Severidade Nota de 1 a 5	Probabilidade Nota de 1 a 5
Mercado	1 Instabilidade economica do pais	5	5	4	3	3	4
	2 Concorrência desleal pelas "empresas" informais	3	2	4	3	5	1
Cliente	3 Faltar demanda devido a dependência de um ou poucos clientes	5	4	5	2	5	1
	4 Variação da demanda dos clientes	5	5	3	3	1	1
	5 Muitas exigências e requisitos dos clientes	3	4	5	4	5	5
	6 Baixo preço da sucata ferrosa	5	5	5	5	3	5
Legislação	7 Fiscalizações ambientais, exigências legais para operação	1	1	1	1	1	1
Atividades de Aquisição	8 Baixa profissionalização da cadeia de fornecimento de sucata ferrosa	2	2	3	3	1	1
	9 Escasses da oferta de sucata dos fornecedores	3	3	3	2	5	1
	10 Baixa qualidade da sucata ferrosa ofertada	5	5	5	4	5	5
Atividades Operacionais	11 Baixa capacidade de processamento de sucata	4	4	3	1	3	1
Atividades de Transporte	12 Elevado preço dos combustíveis da frota	5	5	5	5	5	5
	13 Elevados custos para manutenção da frota	5	5	5	5	5	5
	14 Elevado tempo de descarregamento da carga na usina	5	5	5	5	5	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

4. RESULTADOS

Este estudo visa proposição de práticas para gerenciamento dos riscos da cadeia reversa da sucata metálica, através do reconhecimento da estrutura de atividades e dos riscos desta cadeia. Os resultados do questionário serão apresentados, a partir dos blocos temáticos, iniciando pelos blocos Mercado, Cliente e Legislação, destacando as especificidades de cada empresa. Em seguida, serão apresentados os resultados quanto as atividades de aquisição; as atividades operacionais; e as atividades de transporte, fornecendo as informações necessárias para a elaboração da estruturação das atividades de cada empresa. Por fim, serão apresentados os resultados da avaliação e priorização dos riscos da cadeia reversa. Os blocos temáticos de análise e a avaliação de riscos serão apresentados em subcapítulos.

4.1 MERCADO

O Quadro 12 sintetiza as respostas obtidas nas entrevistas sobre o mercado, no qual atuam as empresas sucateiras.

Quadro 12 – Resumo dos Achados da Pesquisa – Bloco Mercado.

RESUMO DOS PRINCIPAIS ACHADOS DA PESQUISA								
Bloco Temático	Pergunta	ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	CARACTERÍSTICA	
Mercado	Como iniciou a operação com sucata? Quais os motivadores pela escolha desse mercado?	X	X	X	X	X	A empresa iniciou a operação para o atendimento exclusivo da usina siderúrgica. A motivação pelo negócio foi exclusivamente econômica.	
	Quais são os custos operacionais mais críticos da sua empresa e como esses custos são controlados?	X	X	X	X	X	Os custos operacionais mais críticos são os custos de transporte. São controlados através de planilhas de acompanhamento de gastos.	
	Existe interesse na importação ou exportação de sucata?						A empresa demonstra interesse no atendimento do mercado de exportação.	
	Como você avalia o mercado de sucata quanto a saturação de fornecedores? Quais as estratégias adotadas para melhorar a competitividade?		X				X	A empresa possui investimentos em aumento de capacidade suspensos.
		X						A empresa processa outros materiais recicláveis para aumentar a receita.
	X	X			X		A empresa reconhece que a concorrência de empresas informais impacta seu mercado.	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A origem das empresas entrevistadas é similar, iniciando no segmento de transporte de sucata metálica, para o atendimento da demanda de uma siderúrgica, em Porto Alegre. Em geral, a motivação pelo desenvolvimento do negócio foi totalmente econômica, diante da oportunidade de atuar em um segmento em expansão. A partir do desenvolvimento da indústria siderúrgica regional, as empresas aprimoraram seus processos, e investiram em equipamentos para atenderem a crescente demanda. Conforme descrito no capítulo 1, atualmente a siderurgia brasileira apresenta significativa queda de competitividade no contexto mundial, e a crise econômica do mercado interno promove o agravamento deste cenário. Todas as empresas entrevistadas demonstraram preocupação com a economia nacional, e projetam que uma possível queda no consumo de produtos siderúrgico tenha um impacto direto na oferta, e na queda do preço da sucata metálica. De acordo com estudo publicado pelo Banco Central do Brasil (2014), o preço da sucata metálica apresenta diferenças de acordo com o arranjo e desenvolvimento de cada mercado local, portanto, a sucata é um produto de mercado *spot*, regido principalmente pelas forças regionais de oferta e demanda. Dessa forma, aspectos locais como logística de transporte e concentração de empresas demandantes e ofertantes de sucata, influenciam muito na determinação do preço, permitindo uma flutuação significativa nas microrregiões.

O cenário econômico do país revela outros desafios, como os elevados custos logísticos. Todas as empresas entrevistadas afirmaram que os principais custos operacionais da cadeia reversa da sucata metálica, são os custos de transporte, os quais contemplam as despesas com combustíveis, manutenção dos veículos, seguros e demais impostos. Este resultado confirma o que Dowlatshahi (2010) revela em sua pesquisa, sobre a relevância dos custos de transportes na rentabilidade das cadeias reversas. Com o mercado econômico instável e elevados custos operacionais, as empresas voltam-se a iniciativas para garantia da sobrevivência. A ES1 por exemplo, percebendo a retração do mercado da sucata metálica, iniciou a operação com outros tipos de resíduos, como papel, plásticos e madeira. A exploração de novos mercados pode ser uma alternativa, no entanto, todas as empresas entrevistadas ressaltaram a inviabilidade econômica do mercado de exportação de sucata metálica. Segundo os entrevistados, além do grande volume de sucata, são necessários investimentos em compactação e carregamento de containers, somados aos elevados custos de transporte. Os investimentos, em períodos de instabilidade econômica, devem ser

muito bem analisados. Segundo o Instituto Aço Brasil (2014), a queda da competitividade da indústria siderúrgica nacional, também está refletida na queda dos investimentos, aproximadamente 33%, no período entre 2013 e 2014. Essa situação foi evidenciada nas empresas ES2 e ES5, que suspenderam os investimentos previstos em atualização tecnológica dos equipamentos de processamento e transporte de sucata. Já a ES3 e ES4 mantiveram os investimentos, devido a importância estratégica do aumento de capacidade de processamento de sucata, para essas. Além das questões relacionadas com a crise econômica, a ES1, ES2 e ES4 destacaram a concorrência desleal no segmento, através de empresas informais, as quais não são fiscalizadas por órgãos ambientais, trabalhistas e tributários. A ES3 e a ES5 reconhecem a existência desse tipo de concorrência, porém não acreditam que influenciem em seus mercados. A percepção das empresas, quanto à concorrência desleal por empresas e profissionais informais, no mercado de sucata, está de acordo com os estudos de Xavier; Corrêa (2013), onde revelaram que, em geral, o mercado brasileiro de resíduos sólidos está em desenvolvimento e é comum casos de empresas informais, sem as condições mínimas de infraestrutura, treinamento e equipamentos de proteção para a realização do trabalho. Os autores afirmam que este mercado é basicamente composto de profissionais autônomos que iniciam no segmento percebendo uma oportunidade de garantir a subsistência.

4.2 CLIENTE

O Quadro 13 sintetiza as respostas obtidas nas entrevistas sobre o cliente das empresas sucateiras.

Quadro 13 – Resumo dos Achados da Pesquisa – Bloco Cliente.

RESUMO DOS PRINCIPAIS ACHADOS DA PESQUISA							
BLOCO	PERGUNTA	ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	SÍNTESE DA RESPOSTA
Clientes	Quem são seus clientes?	X	X	X	X	X	Usina siderúrgica local é o principal cliente da empresa.
	Existe uma parceria/cooperação entre os clientes e sua empresa?	X	X	X		X	A empresa percebe a cooperação e parceria com a usina siderúrgica local. Não há interesse no desenvolvimento de novos clientes.
	Existe algum tipo de reconhecimento feito pelo cliente para o fornecedor?	X	X	X	X	X	Não há reconhecimento dos fornecedores de sucata.
	A satisfação dos clientes é medida? Com que frequência? Como sua empresa garante a satisfação do cliente?	X	X	X	X	X	Não há medição da satisfação do cliente. A satisfação é percebida através das visitas da equipe de suprimentos do cliente. A empresa garante a satisfação através do fornecimento de sucata de boa qualidade.
	Você percebe a preocupação do cliente com o desenvolvimento dos fornecedores (investimentos, capacitação, etc.)?	X	X	X	X	X	A empresa percebe a preocupação do cliente com o desenvolvimento do seu negócio.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O mercado local da sucata metálica foi estruturado para o atendimento exclusivo da demanda da usina siderúrgica local, portanto esta é o principal cliente de todas as empresas sucateiras entrevistadas. Isso pressupõe forte dependência das empresas sucateiras com a siderúrgica. Em contrapartida, esta também se encontra dependente das empresas sucateiras quanto ao fornecimento da sua principal matéria-prima, o que leva a siderúrgica manter um relacionamento estreito com as empresas sucateiras, garantindo a oferta de sucata e impedindo a compra por outros grupos siderúrgicos na região.

O pessoal de suprimentos da usina siderúrgica realiza visitas semanais aqui na empresa. No início desse ano recebemos a visita de outro grupo siderúrgico, fazendo uma proposta de compra de sucata. Não temos interesse pois o relacionamento de longo prazo com a usina é muito importante para nós. Passamos essa informação para eles. Como o preço regional da sucata é determinado pela usina local, quando a oferta dos outros grupos é boa, eles elevam o valor. Assim ninguém entra aqui na região! (ES1, 22/04/15)

A proximidade da usina siderúrgica com os seus fornecedores de sucata, revela na prática o que ponderam Jayaram; Tan (2010) sobre a construção do relacionamento entre as empresas na cadeia de suprimentos. Segundo os autores, a proximidade dos parceiros estabelecida através da comunicação, é um importante direcionador de desempenho mútuo nas cadeias de suprimentos. O fato da usina siderúrgica manter o estreitamento da relação com os parceiros na intenção estratégica de impedir novos entrantes no mercado da sucata, confirma a abordagem de Ellegaard (2008), que revela em seu estudo, que manter a proximidade com os parceiros melhora a qualidade da comunicação; viabilizando através da troca de informações, uma estratégia eficiente para redução dos riscos na cadeia de suprimentos.

Dessa forma, as empresas ES1, ES2, ES3 e ES5 enfatizaram a importância do relacionamento com a usina siderúrgica local, demonstrando o desinteresse no desenvolvimento de novos clientes. A ES4 não respondeu os questionamentos sobre clientes, justificando ser uma questão estratégica do negócio. A ES1 e ES3 afirmaram que no passado a parceria entre a usina siderúrgica e os sucateiros era maior, através de investimentos compartilhados e incentivos. Todas as empresas entrevistadas reconhecem a preocupação do cliente com o desenvolvimento das suas empresas, através da promoção de programas de treinamento sobre as atividades de Logística Reversa, além das visitas frequentes da equipe de especialistas em suprimentos de sucata. No entanto, destacam a ausência de um programa de reconhecimento da performance dos sucateiros; como afirma o entrevistado da ES2,

No passado tínhamos um encontro de sucateiros na usina. Era um momento bacana, pois tínhamos a oportunidade de trocar experiências, analisar as perspectivas do mercado e também obtermos premiações de acordo com nossa performance. (27/04/15).

As empresas entrevistadas não possuem um programa formal de avaliação da satisfação do cliente. A percepção da satisfação ocorre através das visitas da equipe de suprimentos, e também através de uma eventual notificação de não-conformidade quanto a qualidade da sucata, e/ou o serviço de transporte. A Tabela 07, apresenta as avaliações dos entrevistados quanto à importância dos fatores de satisfação para os clientes.

Tabela 07 – Resultados Avaliação dos Fatores de Satisfação do Cliente.

Fatores de Satisfação / Empresa Sucateira		Importância para os clientes Nota de 1 a 5					Média
		ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	
1	Segurança operacional	5	5	5	5	5	5
2	Qualidade da sucata fornecida	4	5	4	5	5	4,6
3	Quantidade fornecida	4	4	4	5	5	4,4
4	Prazo de entrega	4	4	3	4	4	3,8

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados obtidos através da avaliação da Tabela 07 foram analisados em conjunto com a equipe de suprimentos da usina siderúrgica. Segundo eles, a percepção dos sucateiros é coerente com as exigências e prioridades da usina. As exigências sobre segurança operacional (referem-se à segurança no transporte e descarregamento da sucata na usina) e qualidade (referem-se à ausência de impurezas e correta classificação da carga de sucata) são os principais quesitos geradores de não-conformidade.

4.3 LEGISLAÇÃO

O Quadro 14 sintetiza as respostas obtidas nas entrevistas sobre o atendimento da legislação pelas empresas sucateiras.

Quadro 14 – Resumo dos Achados da Pesquisa– Bloco Legislação.

RESUMO DOS PRINCIPAIS ACHADOS DA PESQUISA							
BLOCO	PERGUNTA	ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	SÍNTESE DA RESPOSTA
Legislação	Existe algum tipo de legislação ambiental a ser atendida pela empresa? Como isso é fiscalizado?	X	X	X	X	X	A empresa possui Licenças Ambientais de Operação com resíduos sólidos ferrosos. As fiscalizações ocorrem anualmente através da visita dos representantes dos órgãos ambientais.
	Possui alguma certificação ambiental e/ou qualidade?				X		A empresa possui certificação ambiental ISO 14001 e reconhece a contribuição da sua atividade com o meio ambiente.
	Existe algum incentivo do governo para a execução da sua atividade, visto a contribuição com o meio-ambiente?				X		A empresa possui práticas sustentáveis e desenvolvimento de programas ambientais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as empresas entrevistadas possuem a Licença de Operação Municipal, e reconhecem a importância do cumprimento da legislação ambiental. Segundo as empresas sucateiras, as fiscalizações são realizadas pelos órgãos ambientais municipais, o que está de acordo com a Lei do Estado do Rio Grande do Sul, nº 11520/2000, a qual determina que cabe aos municípios da Federação, a avaliação e o monitoramento dos impactos ambientais locais das empresas e empreendimentos, e a emissão do Licenciamento Ambiental (FEPAM, 2015).

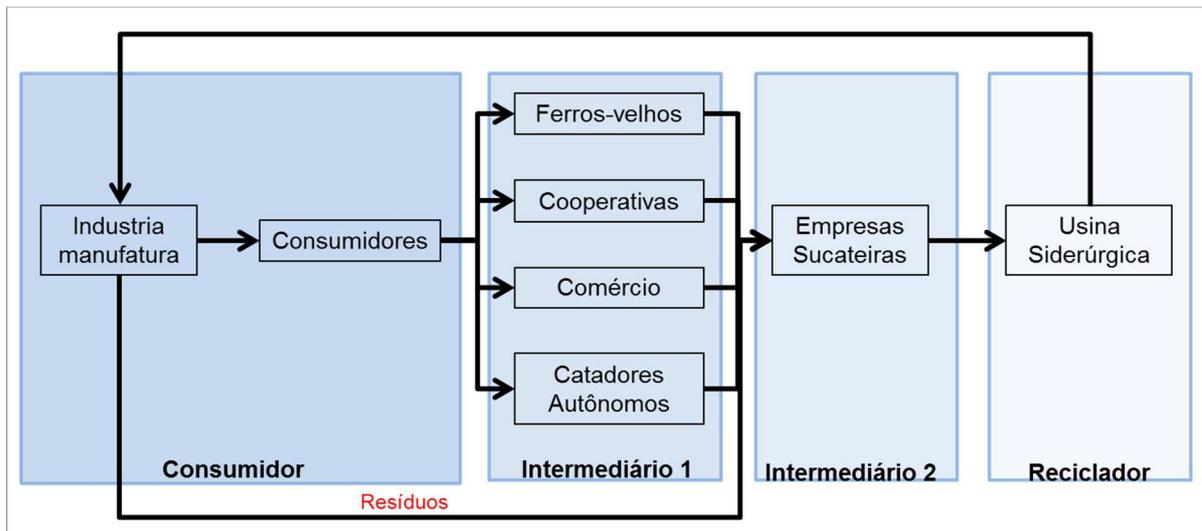
Quanto à consciência ambiental; somente a ES4 percebe claramente os benefícios ambientais resultantes da sua atividade de destinação de resíduos. Além disso, a empresa investe em programas de reflorestamento, aproveitamento da água chuva através do uso de cisternas, e controle de emissões de gases da frota. Essas atitudes de consciência ambiental, conduzem ao monitoramento constante dos impactos ambientais das suas atividades; ação que demonstra alinhamento com os resultados apresentados por Xavier; Corrêa (2013), que indicam que as empresas sustentáveis estabelecem indicadores ambientais, e atuam preventivamente em todas as suas operações.

4.4 ATIVIDADES DE LOGÍSTICA REVERSA

Nesta pesquisa a compreensão da dinâmica do mercado da sucata ocorreu através da análise do comportamento da demanda; da relação com os clientes; fornecedores; e órgãos ambientais; servindo como base para a análise da estrutura de atividades de Logística Reversa, das empresas sucateiras. Esta estratégia de estudo foi definida com base na afirmação dos autores Xavier; Corrêa (2013), que apontam o conhecimento do mercado de produtos retornados, como sendo fundamental para alocação adequada dos recursos, e estruturação de um sistema reverso. Bai; Sarkis (2013), corroboram com essa afirmação quando ressaltam o reconhecimento da estrutura da cadeia reversa, através da compreensão das atividades, e da forma como ocorre a interação entre os atores, proporcionando o êxito no gerenciamento desta cadeia.

A Figura 10, apresenta a estrutura da cadeia reversa da sucata metálica, através da representação dos fluxos de materiais, e da identificação dos atores envolvidos.

Figura 10 – Atores e Fluxos da Cadeia da Sucata Metálica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 10 apresenta o grupo consumidor de produtos siderúrgicos, sendo representado pela indústria de manufatura, bem como pelos consumidores dos seus produtos. Trata-se do fluxo direto dos produtos fabricados pela usina siderúrgica;

conforme define Leite (2009), a movimentação de materiais entre o fabricante e o consumidor.

Os produtos pós-consumo, quando descartados pelos consumidores, assumem o fluxo reverso, através dos grupos Intermediário 1, Intermediário 2, e Reciclador. A distinção entre o fluxo direto dos produtos siderúrgicos, e o fluxo reverso da sucata metálica, confirma o que foi percebido por Fleischmann et al. (2001), quando destacam em suas pesquisas, que os fluxos diretos e reversos distinguem-se a partir do seu propósito, onde o fluxo direto está focado na distribuição de produtos novos para o consumo, e o fluxo reverso foca na reintegração dos produtos usados nos processos de manufatura. O grupo intermediário 1 é composto por pequenas empresas e autônomos formais e informais, que atuam diretamente com os consumidores dos produtos pós-consumo e pós-venda (comércio). O grupo Intermediário 2 (foco desta pesquisa), é composto pelas empresas sucateiras, as quais consolidam os materiais dos intermediários de primeiro nível transportando-os até a usina siderúrgica (Reciclador). A cadeia reversa da sucata metálica demonstra integração e proximidade entre os parceiros, o que segundo Lambert et al. (2011), além de viabilizar a combinação dos fluxos diretos e reversos, tornam os sistemas reversos mais robustos e menos suscetíveis a instabilidades.

Os subitens a seguir apresentarão as atividades desempenhadas pelos atores do grupo Intermediário 2, das empresas sucateiras.

4.4.1 Atividade de Aquisição

O Quadro 15 sintetiza as respostas obtidas nas entrevistas sobre a atividade de aquisição das empresas sucateiras.

Quadro 15 – Resumo dos Achados da Pesquisa – Bloco Atividade de Aquisição.

RESUMO DOS ACHADOS DA PESQUISA							
BLOCO	PERGUNTA	ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	SÍNTESE DA RESPOSTA
Atividades de Aquisição	Como é o comportamento da demanda dos clientes? Existe sazonalidade?	X		X			A empresa percebe variação na demanda do cliente.
	Como a demanda do cliente é informada?	X	X	X	X	X	A empresa não recebe formalização da necessidade de fornecimento para a usina siderúrgica.
	Como o estoque de sucata é gerenciado?	X	X	X	X	X	A empresa armazena a sucata recebida no pátio de acordo com sua classificação.
	Utiliza algum software de controle de estoque?		X		X		A empresa possui software para gerenciamento do estoque.
	Quem são os seus fornecedores?						Os fornecedores são a indústria metalmeccânica, ferros-velhos, oficinas mecânicas, catadores autônomos, associações e cooperativas de resíduos.
	Como é garantido o fornecimento de sucata? Existe algum tipo de contrato com os fornecedores?	X	X	X	X	X	A empresa garante o fornecimento de sucata mediante a relação de confiança com os fornecedores, sem a utilização de contratos de fornecimento.
	Quais são os critérios para formação de preço da sucata?	X	X	X	X	X	A formação de preço da sucata é dada pela qualidade do aço ofertado.
	Como os fornecedores são pagos? Como os clientes pagam pela carga (à vista ou prazo)? Isso é crítico para o negócio?						Os fornecedores são pagos à vista. A usina siderúrgica realiza o pagamento dois dias úteis após a data de entrega da carga. Esta diferença não impacta o negócio devido ao capital de giro previsto.
	Como a qualidade da sucata é avaliada durante a compra?	X	X	X	X	X	A empresa avalia a qualidade da sucata através de inspeção visual na coleta ou no recebimento no pátio da empresa.
	Existe variabilidade na qualidade da sucata?	X	X	X	X	X	A empresa percebe a qualidade da sucata como um fator crítico de operação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A atividade de aquisição inicia pelo conhecimento do comportamento da demanda, e em seguida, são estabelecidas as ações para seu atendimento. A demanda de sucata é dada pelo consumo da usina siderúrgica. A percepção do comportamento da demanda da usina siderúrgica varia entre as empresas sucateiras. As empresas ES1 e ES3 percebem variação na demanda do cliente, enquanto as ES2, ES4 e ES5 não percebem tal variação. Segundo a equipe de suprimentos da usina siderúrgica, variações de demanda não ocorrem com frequência. As maiores variações de demanda ocorrem devido ao excesso de estoque de sucata na usina por uma grande parada da produção; ou diante da queda dos estoques, devido a um crescimento abrupto no consumo de aço. Complementam ainda, que as pequenas variações de demanda ocorrem por razões estratégicas da empresa, de não concentrar o volume em poucos sucateiros, e/ou como medida restritiva de penalização, devido a problemas de entrega (qualidade ou quantidade).

Todas as empresas entrevistadas responderam que não possuem contratos de fornecimento com a usina siderúrgica, bem como não recebem nenhuma formalização do volume mensal necessário. As empresas realizam entregas de acordo com sua capacidade de processamento.

A demanda da usina é a minha capacidade de processamento de sucata. Enquanto eu tiver sucata e caminhão disponíveis, fico transportando para a usina. O que limita a entrega é a minha capacidade e o horário comercial. (ES5, 25/05/15).

Conhecendo a demanda de sucata da usina, e os próprios estoques, os sucateiros definem a quantidade a ser comprada. A necessidade de compra de sucata para as empresas ES1, ES3 e ES5 é obtida através da visualização dos níveis de estoque. Elas não possuem controle de estoque, mediante uso de planilhas e/ou sistemas de controle informatizados.

A ES5 já utilizou um sistema informatizado, mas segundo a empresa, o sistema era muito complexo e dispndia muito tempo para mantê-lo atualizado. Por sua vez, as empresas ES2 e ES4 trabalham com softwares de gerenciamento de estoque. Este é classificado no sistema, e as necessidades de compra são geradas com base nos tipos de materiais lançados. Há indicadores de performance de processamento de sucata; históricos de compra; e venda para o cliente. O fato de poucas empresas utilizarem sistemas informatizados de gestão está alinhado com os achados de Xavier; Corrêa (2013), quando afirmam que o desenvolvimento de softwares para o gerenciamento de cadeias reversas requer muitas customizações, fato que contribui para o desuso destas ferramentas. Todavia, os autores destacam, que o crescimento do setor de gerenciamento de resíduos tem atraído as empresas de tecnologia da informação, no intuito de desenvolverem soluções simplificadas.

Quanto a oferta de sucata; as empresas entrevistadas informaram que a variabilidade é desprezível. Contudo, a ES1 comentou que, ocasionalmente, ocorre uma leve queda na oferta de sucata, principalmente nos períodos de chuva. Esse fator revela a diferença entre a estrutura de fornecimento de cada sucateiro.

A maior parte da sucata comprada pelos sucateiros ocorre diretamente com os fornecedores, representados na Figura 10 pelo grupo intermediário 2. Em geral, as empresas que compõe este grupo, são empresas comerciais (oficinas mecânicas, lojas e comércio em geral); ferros-velhos; cooperativas de sucata; e catadores autônomos. No caso da ES1, sua rede de fornecedores está concentrada em microempresas, como ferros-velhos e catadores autônomos, incluindo ainda,

catadores que transportam a sucata metálica com veículos de tração humana e animal. Consequentemente, variações climáticas podem afetar a entrega de sucata.

De maneira geral, as empresas sucateiras não utilizam contratos visando à garantia da oferta de sucata, por parte das empresas do grupo intermediário 1. Entre as empresas entrevistadas, somente a ES5 afirmou possuir contrato com algumas empresas geradoras de resíduos, com frequência regular. Mas, enfatizou que há contrato por solicitação do fornecedor, que precisa comprovar a destinação correta dos resíduos.

Não temos nenhum tipo de contrato com os fornecedores de sucata. Mantenho um relacionamento de longo prazo com eles, de grande parceria. Por exemplo, na crise de 2008 todos os sucateiros fecharam as portas para a compra de sucata. Nós realizamos uma reunião com todos os fornecedores e negociamos o compartilhamento das perdas. Absorvemos boa parte do estoque dos nossos fornecedores. (ES2, 27/04/15).

Segundo as empresas entrevistadas, a relação de confiança construída entre as empresas sucateiras e seus fornecedores de sucata, é uma forma de reduzir os riscos de interrupção por falta de material para processamento. Essa percepção das empresas sucateiras confirma os resultados da pesquisa de Diabat et al. (2012), quando ponderam que os riscos de fornecimento estão associados à baixa confiabilidade do fornecedor. As entrevistas demonstraram que os sucateiros estabelecem vínculos de confiança através da proximidade com seus fornecedores, não sendo necessário o estabelecimento de contratos formais. Estes resultados também estão alinhados com os estudos de Spekman; Davis (2004), que revelaram que a confiança nas transações pode servir como um mecanismo de controle e coordenação. Os autores, partem do pressuposto que, a confiança é construída baseada na repetição de comportamentos de longo prazo, reduzindo sistematicamente o risco do comportamento oportunista. Em ambientes onde a confiança é baixa, a aplicação de contratos é fundamental para determinar o comportamento dos parceiros. À medida que, a confiança cresce, é constituído um mecanismo informal de coordenação, baseado nas relações sociais.

No entanto, a maioria dos sucateiros entrevistados, ressaltou a dificuldade de selecionar no mercado fornecedores comprometidos com a qualidade, e o volume de sucata. Segundo eles, a informalidade; a falta de conhecimento sobre os materiais

ferrosos; e o oportunismo, são características ainda presentes no segmento. Esta percepção dos sucateiros corrobora com o posicionamento de Sarkis; Helms; Hervani (2010), quando afirmam que as incertezas da demanda, tornam as cadeias reversas, ambientes de trabalho temporário, dificultando a formação; a progressão na carreira; a construção; e a retenção do conhecimento. Ainda sobre essa premissa, Xavier; Corrêa (2013), enfatizam que a indústria de processamento no Brasil, é constituída, na sua grande maioria, por colaboradores informais, os quais buscam uma oportunidade para a obtenção de recursos mínimos de sobrevivência. Reforçam que o crescimento do setor no país, ocorre fundamentalmente por motivos sociais, e não somente por motivos ligados ao desenvolvimento econômico.

As empresas sucateiras consideram que a falta de conhecimento sobre as características dos materiais, bem como dos processos reversos, por parte dos profissionais que atuam na coleta e processamento de resíduos, compromete a qualidade dos produtos retornados, e eleva os custos operacionais de reciclagem; estando em conformidade com os resultados obtidos na pesquisa de Leite (2009).

Na cadeia reversa da sucata metálica, todas as empresas entrevistadas demonstraram dificuldade em garantir a compra de sucata de qualidade, ou seja, com a correta classificação e isenta de impureza de outros materiais, como evidencia-se na fala do entrevistado da ES1, quando afirma que

Garantir a qualidade da sucata exige muito esforço e conhecimento do mercado. Tudo começa no fornecedor. Se o fornecedor realiza uma separação prévia e evita impurezas o envio de carga com impureza, facilita o trabalho do sucateiro. Mais rápido será nosso envio para a usina. Por isso nossa principal preocupação é trabalhar com fornecedores confiáveis. Não compro sucata de qualquer um. (22/04/15).

Segundo a equipe de suprimentos da usina siderúrgica, as impurezas na sucata provocam a queda do seu valor comercial, devido a necessidade de processamentos adicionais, bem como as correções da carga de sucata com elementos de liga, durante o processo de reciclagem. As classificações da sucata são determinadas pela qualidade do aço do produto pós-consumo, e pela presença de impurezas na carga. Todas as empresas entrevistadas informaram ter estabelecidas inspeções das cargas durante o processo de aquisição; no momento da coleta; e no momento do recebimento, no pátio das empresas. Dessa forma, além de controlar a qualidade da

sucata que entrará no seu estoque, as empresas estabelecem o valor a ser pago ao fornecedor. As empresas destacaram que a qualidade da sucata é um fator muito importante, pois o envio de cargas com impurezas para a usina siderúrgica, gera penalização para o sucateiro, o que pode acarretar no descredenciamento desse, por parte da usina siderúrgica. Além disso, o fornecimento de sucata de baixa qualidade para a usina siderúrgica, reduz o faturamento das empresas.

4.4.2 Atividades Operacionais

O Quadro 16 sintetiza as respostas obtidas nas entrevistas sobre as atividades operacionais das empresas sucateiras.

Quadro 16 – Resumo dos Achados da Pesquisa – Bloco Atividades Operacionais.

RESUMO DOS ACHADOS DA PESQUISA							
BLOCO	PERGUNTA	ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	SÍNTESE DA RESPOSTA
Atividades Operacionais	A empresa processa outros materiais além da sucata metálica?	X					A empresa processa plásticos, madeiras e papéis.
	Quais são as atividades que compõe o processo de logística reversa?	X	X	X	X	X	A empresa possui atividades de classificação, triagem, pesagem, desmontagem, corte, compactação carregamento e transporte de sucata.
							A empresa possui padronização das operações e os critérios de classificação da sucata.
			X				A empresa possui equipamentos atualizados de alta produtividade.
	Existe algum tipo de processamento interno da sucata metálica? Qual?	X	X	X	X	X	Não, a empresa não processa sucata pois não é um requisito da usina siderúrgica.
	Como a carga é formada para o envio ao cliente? Há ações para maximização do valor da carga?	X	X	X	X	X	A carga é formada após o corte e a compactação para otimizar a quantidade transportada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando questionadas, quanto às atividades operacionais; as empresas entrevistadas afirmaram que realizam as atividades de classificação; triagem; desmontagem; inspeção; pesagem; corte; compactação; carregamento; e transporte. Dentre estas atividades, as de corte; compactação; e desmontagem, modificam as características físicas dos materiais, com o objetivo exclusivo de reduzir o tamanho, para a otimização do transporte.

Na usina siderúrgica, materiais de grandes dimensões são triturados em equipamentos chamados *shredders*. Segundo a equipe de suprimentos da usina siderúrgica, quanto mais processada a sucata, maior seu valor comercial. Usualmente a usina não compra sucata triturada para não comprometer seu custo operacional. Essa estratégia adotada pela usina siderúrgica, confirma a afirmação do Ministério de Minas e Energia (2009) quando diz, que a maior parte da sucata metálica comercializada no Brasil é processada (triturada) nas usinas siderúrgicas.

No entanto, mesmo que o processamento seja concentrado na usina siderúrgica, as empresas sucateiras necessitam de equipamentos para redução das dimensões da sucata, afim de otimizar a quantidade a ser transportada durante o carregamento. Os equipamentos típicos usados pelos sucateiros são:

- Prensas-tesouras – utilizadas para cortar e compactar a sucata. São equipamentos de alta produtividade.
- Oxicorte-acetileno – utilizado para o corte de sucata de maiores dimensões, como máquinas e equipamentos de grande porte.
- Equipamentos de seleção – garras magnetizadoras que selecionam os materiais metálicos.

Na visita ao pátio de sucata da ES2, observou-se que os equipamentos de processamento de sucata são atualizados, contam com dispositivos de segurança, além de possuírem alta produtividade. Segundo a equipe de suprimentos da siderúrgica, os sucateiros que processam maiores volumes possuem maior potencial econômico para a realização de investimentos. Porém, são poucos os fornecedores que processam grandes volumes (mais de duas mil toneladas por mês). Grande parte dos sucateiros processam volumes menores, que variam de quinhentas a mil toneladas ao mês.

Outro aspecto observado nas visitas, foi a ausência de padrões de qualidade, e/ou procedimentos operacionais, em todas as empresas. Nos pátios de sucata não há procedimentos que orientem os operadores quanto ao uso dos equipamentos, tão pouco, quanto à seleção de materiais. Evidenciando-se que os conhecimentos sobre os processos, e materiais são transmitidos mediante a interação entre os funcionários.

4.4.3 Atividades de Transporte

O Quadro 17 sintetiza as respostas obtidas nas entrevistas sobre a atividade de transporte de sucata das empresas sucateiras.

Quadro 17 – Resumo dos Achados da Pesquisa – Bloco Atividade de Transporte.

RESUMO DOS ACHADOS DA PESQUISA							
BLOCO	PERGUNTA	ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	SÍNTESE DA RESPOSTA
Atividade de Transporte	Como os materiais são coletados nos fornecedores? Os recursos utilizados para a coleta são os mesmos utilizados para o envio das cargas para os clientes?		X	X	X		Os veículos utilizados para a coleta nos fornecedores de sucata não são os mesmos utilizados para a entrega na usina.
	Como são definidas as rotas para coleta da sucata nos fornecedores ou envio da sucata para os clientes? Isso é controlado?		X		X		A empresa realiza planejamento de rota e controla a execução da rota.
	Sua empresa possui dificuldades quanto a habilitação dos motoristas (infrações) ou restrições nos veículos (documentação, vistorias, etc.)?	X	X	X	X	X	A empresa não possui histórico de restrições com habilitação dos motoristas e documentação dos veículos.
	Como é controlada a manutenção da frota? Existe um programa de manutenção preventiva implantado?	X					A empresa possui programa de manutenção preventiva e o executa internamente.
	Existe alguma fiscalização sobre a emissão de gases da frota de caminhões? Isso representa um fator de risco? Como isso é controlado?	X	X	X	X	X	O controle de emissão de gases dos veículos é realizado nas inspeções exigidas pelo órgão regulador de trânsito. Não há registro de problemas.
	Qual o tempo médio de descarregamento no cliente? É crítico para seu negócio? Como é controlado/medido? O que poderia ser feito para a redução do tempo médio de descarregamento?	X	X	X	X	X	O tempo médio de descarregamento é de 1,5 horas. Este tempo é muito crítico para o negócio pois restringe as entregas diárias. Para a redução deste tempo, a usina siderúrgica poderia revisar os procedimentos de recebimento para reduzir a burocracia.
	Quais são as atividades de responsabilidade do motorista no descarregamento da carga no cliente?	X	X	X	X	X	Os motoristas são responsáveis pelo transporte da sucata nas dependências da usina até o pátio de sucata e pelo descarregamento de acordo com a classificação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na cadeia reversa da sucata metálica, todas as empresas sucateiras entrevistadas possuem caminhões próprios para a coleta nos fornecedores, e/ou entrega de sucata na usina siderúrgica. No entanto, as empresas ES2, ES3 e ES4 possuem veículos dedicados para a entrega de sucata na usina siderúrgica. As empresas ES1 e ES5 utilizam os mesmos veículos para a coleta de sucata nos fornecedores, bem como para entrega na siderúrgica. Todas as empresas entrevistadas destacaram que o deslocamento do veículo até o fornecedor ou o cliente, somente ocorre quando há quantidade suficiente de sucata para formar uma carga completa do caminhão. Dessa forma, as empresas garantem a viabilidade do

frete. A estratégia adotada pelos sucateiros do transporte, apenas de cargas completas, está coerente com os resultados da pesquisa de Jayant et al. (2012), os quais demonstram que o principal desafio do transporte de produtos usados, para revalorização, é a consolidação das cargas. Segundo os autores, pequenas quantidades inviabilizam o transporte, e muitas vezes, o elevado tempo para a formação de uma carga pode inviabilizar o fluxo reverso.

As entrevistas demonstraram que as empresas não possuem histórico de indisponibilidade dos caminhões devido à problemas crônicos de manutenção, e destacaram que os custos operacionais mais críticos são as despesas com combustíveis, bem como na manutenção da frota. Esta percepção dos sucateiros, quanto a criticidade das despesas de transporte na composição do custo operacional do negócio, está de acordo com o que os achados de Dowlatshahi (2010), que revelaram que os custos de transporte são determinantes para a viabilidade econômica da Logística Reversa. Das empresas entrevistadas, apenas a ES1 realiza a manutenção corretiva, e preventiva da frota internamente. Segundo a ES1, essa medida foi adotada como alternativa para a redução dos custos de manutenção. As demais empresas realizam a manutenção da frota com terceiros, não possuindo acompanhamento de manutenção preventiva. As empresas ES2 e ES4 possuem caminhões novos, que estão na garantia, sendo assim há baixo custo de manutenção. Nenhuma empresa afirmou ter histórico de indisponibilidade dos veículos devido à problemas crônicos de manutenção; restrições quanto a documentação dos veículos; tão pouco de irregularidades nas habilitações dos motoristas. Quanto ao consumo de combustível, as empresas ES2 e ES4 realizam o planejamento e o controle das rotas dos veículos.

Visando a manutenção da rentabilidade do negócio, todas as empresas entrevistadas realizam o corte e compactação da sucata para otimização do transporte, além de possuírem caçambas e containers padronizados para o transporte de sucata. Estes fatos estão alinhados com o que revela a pesquisa de Efendigil et al. (2008) sobre a complexidade do transporte na Logística Reversa frente a variação geométrica e de densidade dos produtos retornados. Segundo os autores, o estabelecimento de atividades de corte e compactação são indispensáveis para aumentar a rentabilidade do transporte.

Nossos caminhões são todos padronizados, e nem tem como ser diferente. A usina siderúrgica não permite a entrada de caminhões com caçamba fora do padrão dimensional. Também não recebem sem o caminhão está muito cheio, ou se algum equipamento não está funcionando. Às vezes até acho que é exagero! (ES5, 25/05/15).

Conforme a equipe de suprimentos da usina, os requisitos quanto aos meios de transporte solicitados aos sucateiros, têm o objetivo de garantir a segurança do transporte de sucata na via pública, e também no deslocamento dentro das dependências da usina. Outro fator que eleva a complexidade do transporte de sucata é o tempo de recebimento, e descarregamento dentro da usina siderúrgica. Todas as empresas entrevistadas destacaram este fator, e segundo os entrevistados, o cenário agravou-se com a ocorrência de um acidente no pátio da usina siderúrgica. A reestruturação dos procedimentos de segurança, a exigência de capacitação dos motoristas responsáveis pelo descarregamento da sucata, e as inspeções realizadas nos veículos pelos colaboradores da usina, aumentou muito o tempo de descarregamento de sucata.

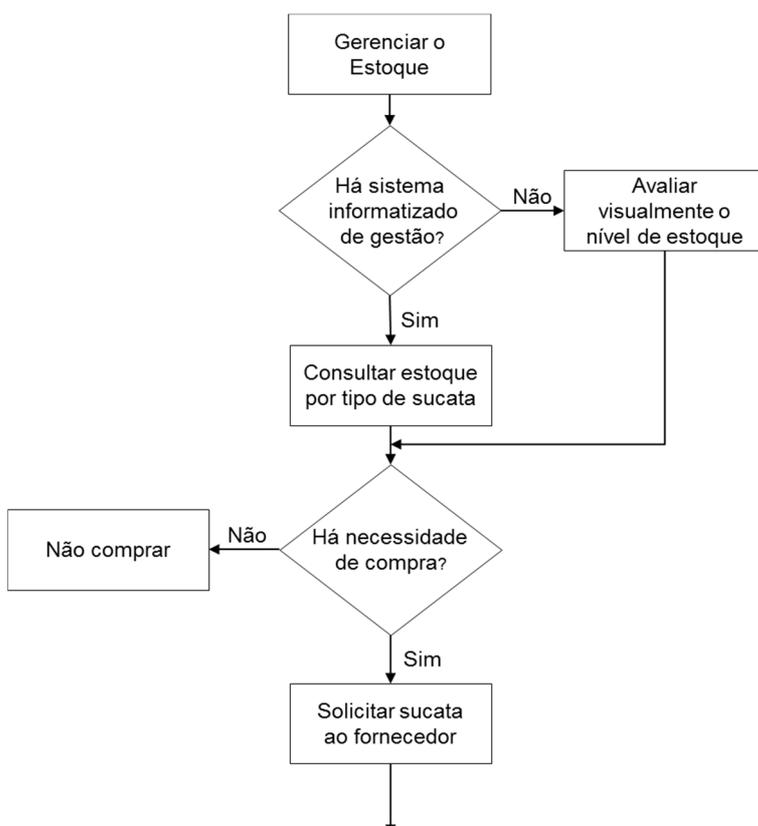
Em condições normais, levávamos quarenta minutos entre a entrada, descarregamento e saída da usina. Depois do acidente, chegamos a levar de duas a três horas. (ES1 22/04/15).

Neste contexto, as empresas chegaram a ter o faturamento afetado, devido a redução da capacidade diária de entrega de sucata. A ES2 destacou que realizou investimentos na ampliação da frota, para manter o volume de entregas. Segundo a equipe de suprimentos, as reclamações dos sucateiros são procedentes, no entanto, as medidas visam à garantia da segurança operacional dentro da usina.

4.4.4 Síntese da Estrutura Geral de Atividades

As Figuras 11a-d, apresentam o fluxograma geral das atividades executadas pelos sucateiros. A partir da análise dos fluxogramas são reconhecidas as variações do fluxo de atividades, que compõe o processo de Logística Reversa, do ponto de vista do sucateiro. A Figura 11a apresenta o início das atividades do sucateiro, através do gerenciamento do estoque, o qual fornecerá o sinal para o início do processo de compra de sucata. A maneira como o estoque de sucata é gerido, revela-se o primeiro fator de distinção entre as empresas entrevistadas. As empresas ES2 e ES4 utilizam sistemas informatizados para gestão dos estoques, enquanto as empresas ES1, ES3 e ES5 gerenciam visualmente o nível de estoque de sucata no pátio. Diante da necessidade de compra, os sucateiros recorrem aos seus fornecedores.

Figura 11a – Fluxograma de Atividades da Logística Reversa da Sucata.

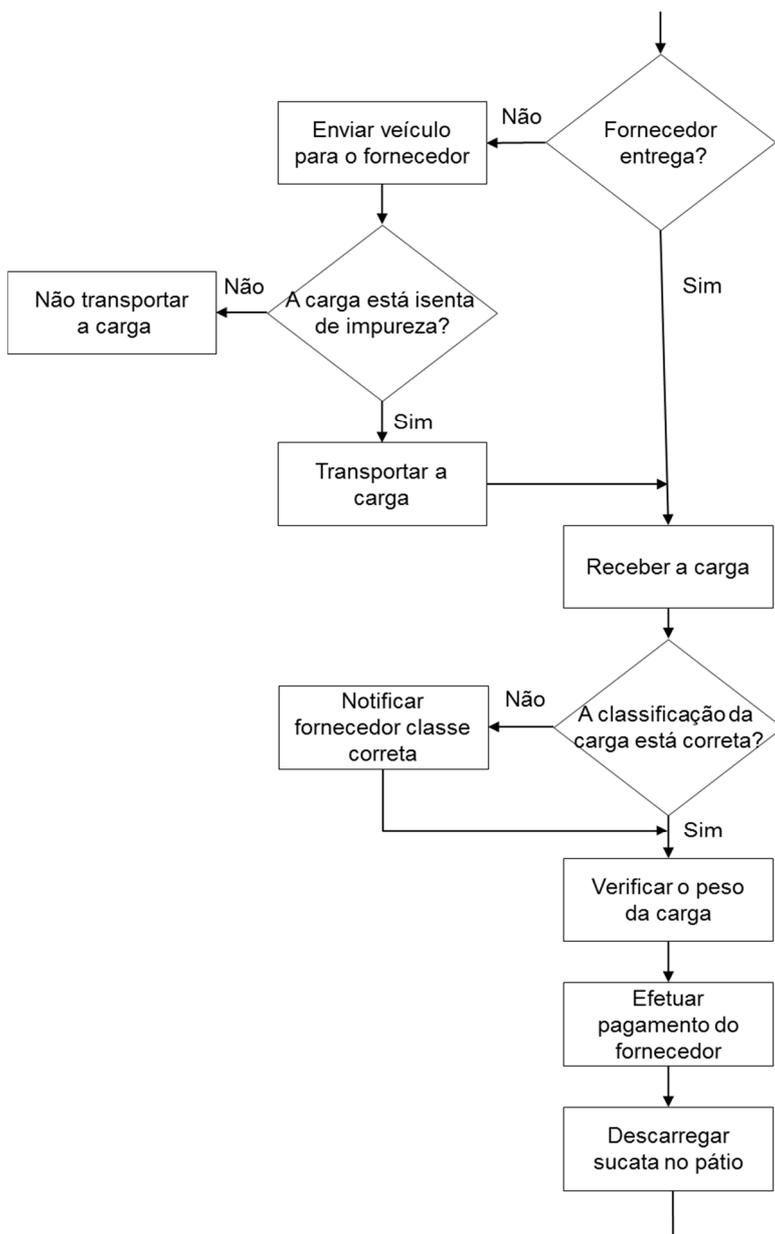


Fonte: Elaborado pelo autor.

A atividade de transporte da sucata do fornecedor até o pátio da empresa sucateira, pode assumir diferentes formas, conforme apresentado na Figura 11b. Alguns fornecedores possuem transporte próprio, enquanto outros necessitam que a

sucata seja coletada. Todas as empresas entrevistadas possuem fornecedores dos dois tipos, portanto há a necessidade do planejamento do uso dos recursos. No caso do transporte ser realizado pelo sucateiro, uma inspeção é feita no momento da coleta, com objetivo de confirmar se a carga está isenta de impurezas. Caso seja identificada alguma não-conformidade na carga, o carregamento não é realizado.

Figura 11b – Fluxograma de Atividades da Logística Reversa da Sucata.

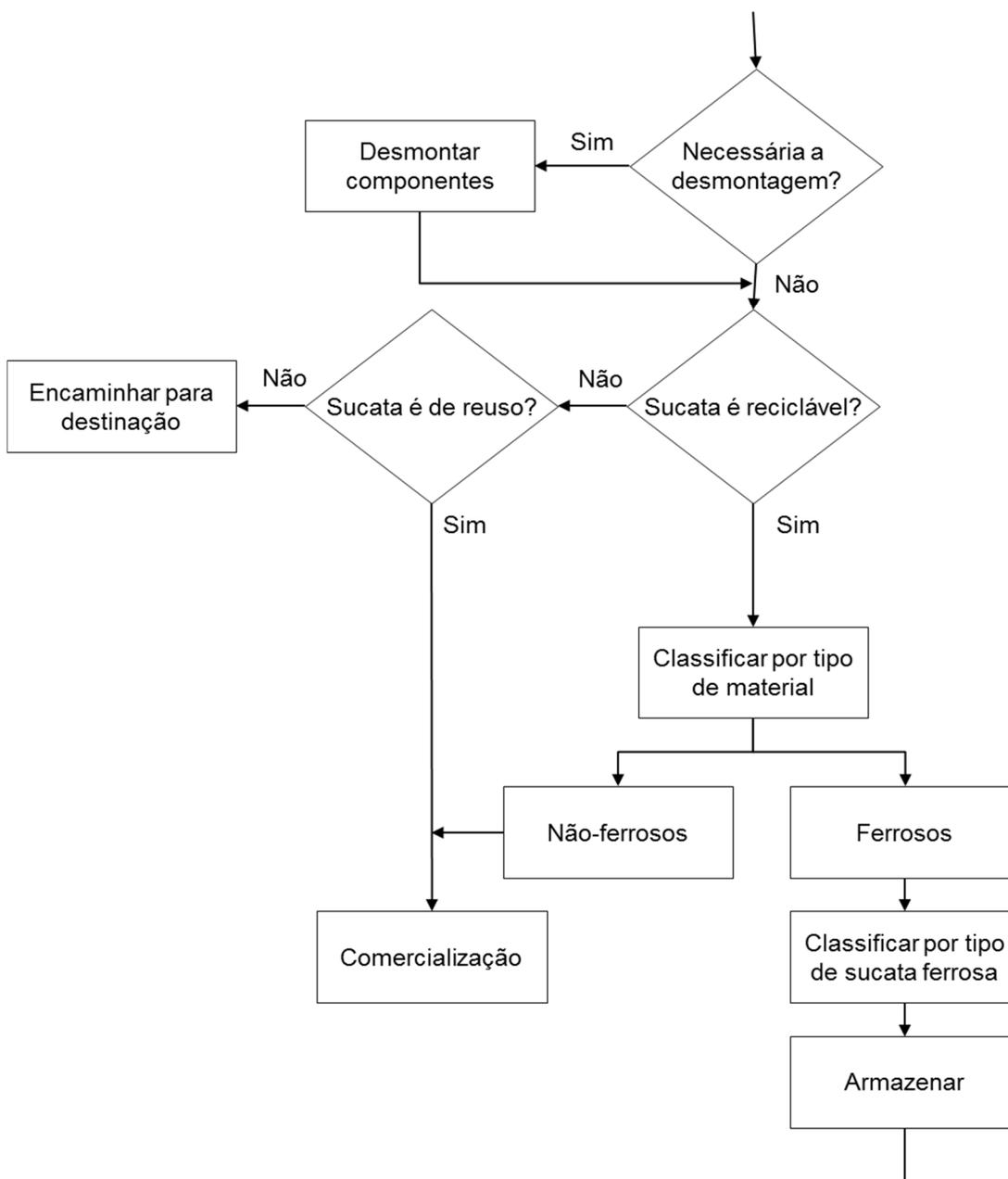


Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao receber a carga, em geral as empresas sucateiras avaliam a classificação da sucata recebida. A classificação é realizada visualmente por operadores com

experiência na identificação de materiais. O pagamento dos fornecedores é realizado baseado na classificação e no peso da carga.

Figura 11c – Fluxograma de Atividades da Logística Reversa da Sucata.

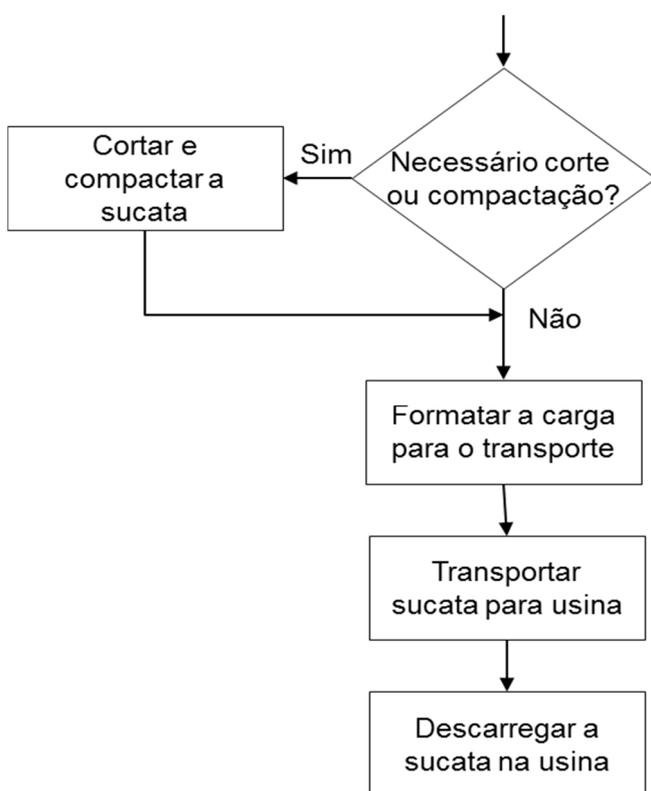


Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o descarregamento da carga de sucata, é avaliada a necessidade da desmontagem dos conjuntos pós-consumo. A complexidade da atividade de desmontagem varia de acordo com o tipo de produto. No caso de máquinas e equipamentos usados, que são compostos por diferentes materiais, a desmontagem

é imprescindível para a classificação correta do material, e também para manter seu valor comercial. Com os componentes desmontados, ocorre a decisão quanto a destinação dos materiais. Os materiais recicláveis são separados dos materiais reutilizáveis. Os materiais destinados ao reuso, são enviados diretamente para venda no mercado secundário, mesmo caminho a ser seguido pelos materiais recicláveis não-ferrosos. Os materiais que não são classificados como recicláveis ou reutilizáveis, são encaminhados para a destinação em empresas especializadas em processamento de resíduos. Já os materiais ferrosos são classificados, e encaminhados para a armazenagem no pátio de sucata. Antes da formatação da carga, é avaliada a necessidade de corte e compactação da sucata para otimização do transporte (Fig. 11d).

Figura 11d – Fluxograma de Atividades da Logística Reversa da Sucata.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A carga é formatada na caçamba padronizada para transporte de sucata; feito isso, é encaminhada para a usina siderúrgica. O processo de responsabilidade do sucateiro é concluído com o descarregamento da carga no pátio de sucatas, da usina.

4.5 AVALIAÇÃO DOS RISCOS

No questionário aplicado durante as entrevistas, com as empresas sucateiras, cada um dos blocos temáticos³ continha uma pergunta quanto aos riscos associados ao respectivo bloco. Os riscos citados nas entrevistas, foram agrupados e avaliados conforme os critérios de priorização, apresentados por Hallikas et al. (2004), quanto à severidade (impacto no negócio) e probabilidade de ocorrência. Os resultados da avaliação de riscos dos sucateiros são apresentados na Tabela 08. O resultado global da avaliação de riscos foi consolidado, através da aplicação da média aritmética das avaliações de cada sucateiro.

Tabela 08 – Resultado Global da Avaliação dos Riscos dos Sucateiros.

Blocos Temáticos		Fatores de Risco	Severidade Média Avaliações	Probabilidade Média Avaliações
Mercado	1	Instabilidade economica do país	3,6	3,8
	2	Concorrência desleal pelas "empresas" informais	3,8	2,6
Cliente	3	Faltar demanda devido a dependência de um ou poucos clientes	5	2,2
	4	Variação da demanda dos clientes	3	2,8
	5	Muitas exigências e requisitos dos clientes	4,2	4,6
	6	Baixo preço da sucata ferrosa	4,6	5
Legislação	7	Fiscalizações ambientais, exigências legais para operação	1	1,4

³ Blocos temáticos: mercado, clientes, legislação, atividade de aquisição, atividades operacionais e atividade de transporte.

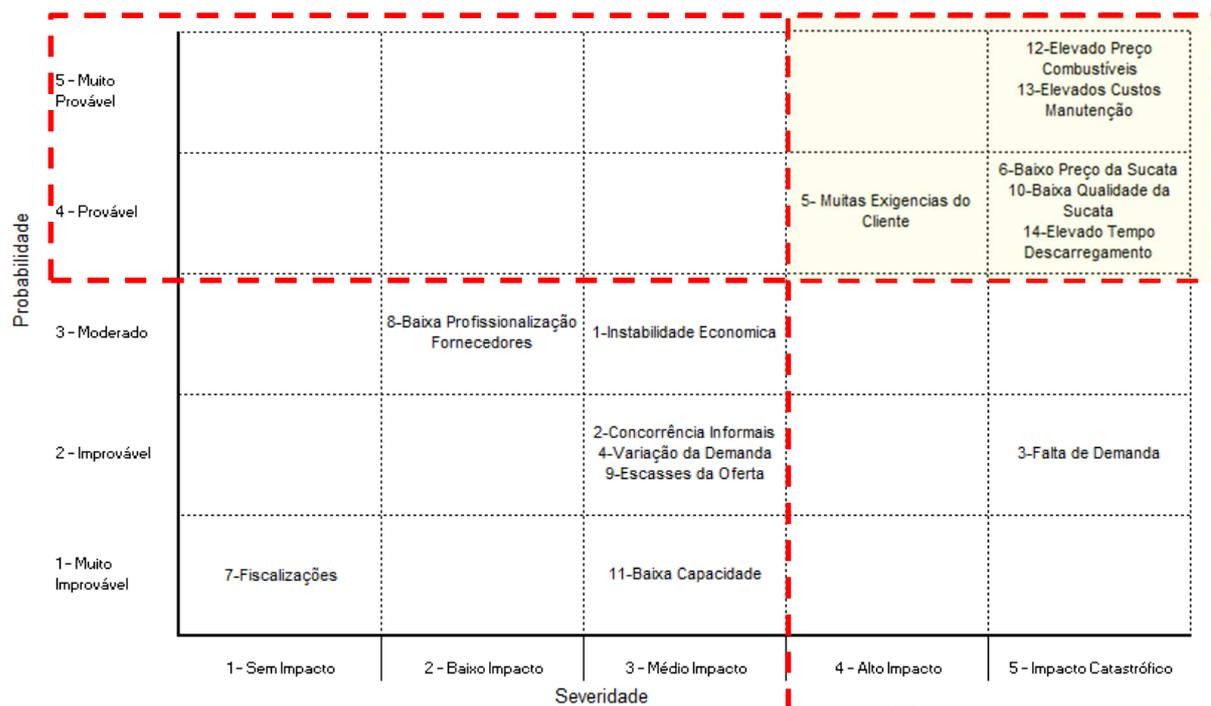
Tabela 08 (continuação) – Resultado Global da Avaliação dos Riscos dos Sucateiros.

Blocos Temáticos	Fatores de Risco		Severidade Média Avaliações	Probabilidade Média Avaliações
Atividades de Aquisição	8	Baixa profissionalização da cadeia de fornecimento de sucata ferrosa	2,4	3
	9	Escasses da oferta de sucata dos fornecedores	3,4	2
	10	Baixa qualidade da sucata ferrosa ofertada	5	4,6
Atividades Operacionais	11	Baixa capacidade de processamento de sucata	3,6	1,6
Atividades de Transporte	12	Elevado preço dos combustíveis da frota	5	5
	13	Elevados custos para manutenção da frota	5	5
	14	Elevado tempo de descarregamento da carga na usina	5	4,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 12 apresenta o resultado geral da avaliação das empresas, através do diagrama de riscos sugerido por Hallikas et al. (2004), os quais afirmam que a disposição dos resultados da avaliação de riscos, em um diagrama, oferece uma visão geral, de quais desses são os mais importantes, e requerem maior atenção.

Figura 12 – Diagrama de Riscos da Cadeia Reversa da Sucata Metálica



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os riscos dispostos no diagrama, de acordo com a média aritmética das avaliações dos sucateiros, é possível visualizar os riscos prioritários. Os riscos concentrados na área de intersecção entre as avaliações 4 e 5, dos eixos de severidade e probabilidade, segundo Hallikas et al. (2004), são os riscos mais críticos da cadeia. Dessa forma, as empresas devem direcionar seus esforços iniciais, no gerenciamento destes riscos. No diagrama de riscos, na Figura 12, seis fatores estão localizados entre os riscos prioritários, sendo eles:

- 12 – Elevado preço dos combustíveis.
- 13 – Elevados custos de manutenção da frota.
- 06 – Baixo preço da sucata.
- 10 – Baixa qualidade da sucata.
- 14 – Elevado tempo de descarregamento na usina.
- 05 – Muitas exigências do cliente.

Nas entrevistas, as empresas destacaram o alto preço dos combustíveis, além dos elevados custos de manutenção da frota, como os riscos de maior severidade e probabilidade de ocorrência. Tratam-se de riscos externos, associados a economia

local. A avaliação dos sucateiros quanto ao impacto e a severidade dos custos de transporte confirmam os resultados de Dowlatshahi (2010), os quais destacam que os custos de transporte são determinantes para a rentabilidade do negócio, já que as cadeias reversas operam com margens de lucro reduzidas. O autor sugere ainda a importância do acompanhamento, bem como o controle detalhado dos gastos, incluindo o roteamento dos veículos, e vida-útil dos componentes dos veículos; como fatores essenciais no controle dos riscos.

Os baixos preços da sucata, praticados no mercado, foram avaliados com conceitos altos quanto à severidade e à probabilidade, pois segundo os sucateiros, afetam diretamente na rentabilidade das empresas. Os baixos preços da sucata metálica estão associados às características regionais do preço do aço, no mercado interno e externo. Trata-se de um risco de mercado, portanto não depende diretamente da ação dos sucateiros.

A baixa qualidade da sucata metálica, ofertada no mercado, é uma preocupação de toda a cadeia reversa. Segundo as empresas entrevistadas, a presença de mistura de materiais, e a contaminação nas cargas, é muito comum. Isso, aumenta os custos operacionais dos sucateiros, com atividades de separação e a intensificação das inspeções. A percepção dos sucateiros quanto a criticidade da qualidade da sucata na cadeia reversa, corrobora com os achados de Jayant (2012). O autor revela em sua pesquisa, que as incertezas associadas à qualidade, aumentam os custos operacionais das cadeias reversas, pois acrescentam-se atividades e processamentos aos produtos retornados, para reintegrá-los no mercado. Com a sucata metálica ocorre o mesmo, onde a baixa qualidade da sucata aumenta os custos operacionais de reciclagem. Segundo as empresas entrevistadas e a equipe de suprimentos da usina siderúrgica, a qualidade é um dos principais requisitos do mercado de sucata, onde os esforços estão continuamente direcionados a melhoria dos processos de classificação e inspeção.

O elevado tempo de descarregamento da carga de sucata na usina, também obteve avaliação de alta severidade e probabilidade. Segundo as empresas entrevistadas, esse problema está associado com a burocracia, e o excesso de rotinas de inspeção de segurança operacional, executados pela usina siderúrgica, durante o acesso dos caminhões. Tais exigências, aumentaram muito após a ocorrência de um acidente com um motorista de uma empresa sucateira, durante a operação de descarregamento. Reuniões entre a equipe de suprimentos e as empresas sucateiras

já foram realizadas, porém sem impacto na redução do tempo. Trata-se de um risco operacional, onde a solução pode ser estabelecida entre as partes envolvidas.

O alto nível de exigências, e os requisitos do cliente são percebidos pelos sucateiros, frente ao impacto destes nos seus negócios. Este fator de risco foi destacado por todas as empresas entrevistadas, e está associado, principalmente, com os requisitos de segurança operacional exigidos pelo cliente. Segundo os sucateiros, inspeções frequentes são realizadas pela usina nos caminhões, mesmo nos veículos novos, além da criação de requisitos de segurança que, na percepção dos entrevistados, nada contribuem para segurança. A equipe de suprimentos pondera, que estas dificuldades estão sendo tratadas com a equipe de segurança da usina, porém reconhecem eventuais perdas financeiras das empresas sucateiras, por este motivo.

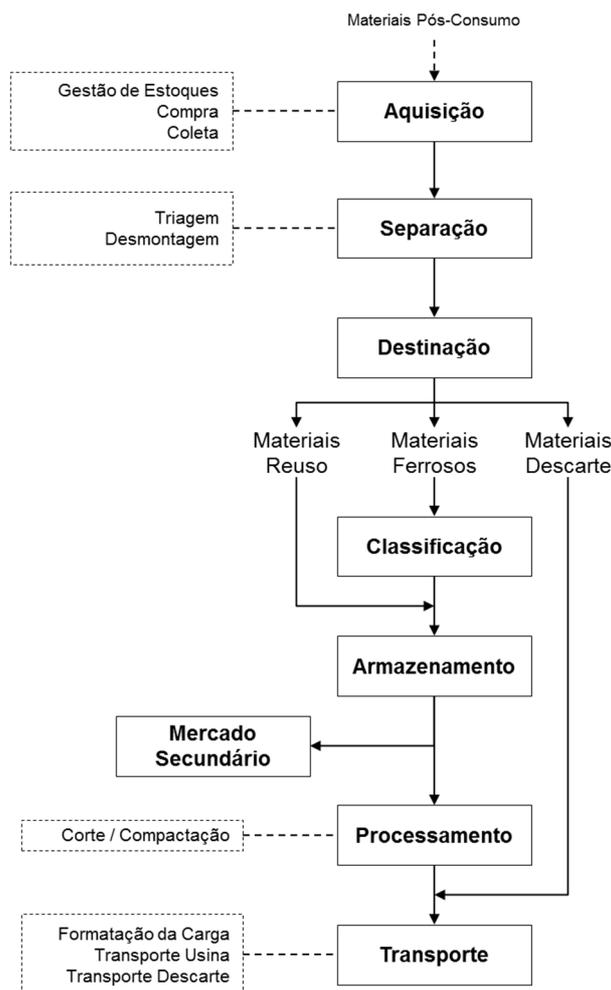
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A pesquisa evidenciou a complexidade da estrutura de atividades, e os riscos dos sucateiros, na cadeia reversa da sucata metálica. A importância destes atores foi revelada sob diferentes aspectos: sob o aspecto ambiental, como principal agente de destinação na cadeia de resíduos sólidos metálicos; sob o aspecto econômico, através da geração de receita; e sob o aspecto social, através da geração de emprego. A percepção da relevância desse segmento, confirma as afirmações de Xavier; Corrêa (2013), o qual destaca a importância econômica, social e ambiental das cadeias reversas no Brasil. Sobre o aprimoramento das cadeias reversas, Guide; Van Wassenhove (2009), sugerem a necessidade da compreensão dos fluxos dos materiais, bem como das informações, através das cadeias reversas, afim de identificar as fontes de incertezas, e após, definir as estratégias de gerenciamento. Dessa forma, a estruturação do questionário desta pesquisa, com perguntas agrupadas por blocos temáticos, contribuiu para a caracterização de um setor produtivo ainda em expansão, além de proporcionar o reconhecimento da estrutura de atividades, e dos riscos da cadeia reversa, da sucata metálica.

Baseado nos fluxogramas de atividades das empresas sucateiras (Figuras 11a-d), e na compreensão das principais características e práticas do mercado de sucata, torna-se possível a proposição de uma estrutura geral de atividades, da cadeia reversa da sucata metálica. A validade da estrutura geral está fortemente embasada na opinião dos especialistas da usina siderúrgica, os quais indicaram as empresas que melhor representariam a realidade do mercado local de sucata. Assim, possíveis variações na sequência de atividades podem ocorrer de acordo com o tipo de sucata a ser processada.

A Figura 13, apresenta a proposição da estrutura geral de atividades dos sucateiros, que convergem com as estruturas genéricas reversas propostas por Fleischmann et al. (2000); Guide; Van Wassenhove (2009); LEITE (2009); Jayant; Gupta; Garg (2012); Bai; Sarkis (2013); Xavier; Correa (2013).

Figura 13 – Estrutura Geral de Atividades da Cadeia Reversa da Sucata Metálica.



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme representado na Figura 13, a primeira atividade da cadeia reversa da sucata metálica é a atividade de aquisição dos materiais pós-consumo. Em todas as empresas entrevistadas, a atividade de aquisição é composta pela gestão de estoques, transporte de coleta e rotinas de compras de sucata. A estrutura de atividade de aquisição, adotada pelos sucateiros está coerente com Guide; Van Wassenhove (2009), quando afirmam que a atividade de aquisição contempla todas as rotinas de planejamento de demanda e suprimento de materiais, bem como as atividades de coleta. Após, adquiridos e transportados para o pátio de sucata das empresas sucateiras, os materiais pós-consumo seguem para a atividade de separação, que consiste na triagem dos materiais, e ocasional na desmontagem.

Na desmontagem ocorre a desagregação de componentes no intuito da separação dos ferrosos, dos demais materiais, ou para a comercialização dos

componentes no mercado secundário (reuso). Após a separação e desmontagem dos materiais, ocorre o processo decisório quanto as três rotas possíveis dos materiais, sendo elas: a reciclagem; o reuso; ou o descarte.

Nas empresas sucateiras, a reciclagem é a rota principal dos materiais, seguida pelo reuso. Após a decisão sobre sua destinação, ambos seguem para o armazenamento. Os materiais encaminhados para o descarte são os materiais recicláveis, que não podem ser processados pelo sucateiro. Estes materiais são encaminhados para a comercialização com empresas especializadas em resíduos, ou para a destinação final (aterro sanitário ou incineração). Do armazenamento, os materiais de reuso seguem para o mercado secundário, e os materiais ferrosos seguem para a atividade de processamento, a qual consiste na preparação para a atividade de transporte.

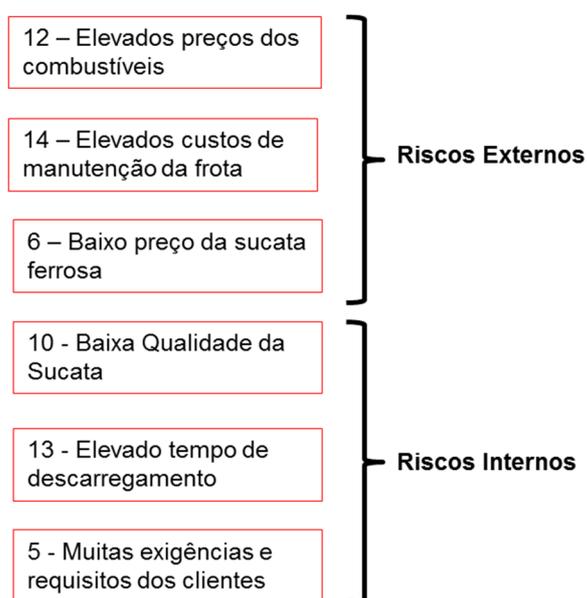
A atividade de processamento é composta pela operação de corte, e/ou compactação. A classificação determina qual tipo de sucata metálica, enquanto na atividade de processamento, são realizados o corte e a compactação, para a otimização do transporte. Segundo o Ministério de Minas e Energia (2009), a atividade de processamento da sucata pode agregar outras operações, de acordo com a necessidade da usina siderúrgica, como por exemplo, a trituração em schredders. Nenhuma das empresas entrevistadas realiza trituração. Segundo a equipe de suprimentos da usina, no Rio Grande do Sul, o grupo siderúrgico não compra sucata triturada devido às questões estratégicas da organização, pois a sucata triturada possui maior valor de comercialização, que conseqüentemente, aumentaria seus custos operacionais. Após o processamento, a sucata metálica é carregada no caminhão para o transporte até a usina siderúrgica. Os materiais de descarte são encaminhados para empresas especializadas em processamento de resíduos.

O reconhecimento da estrutura de atividades, da cadeia reversa da sucata metálica, revela a complexidade dos sistemas reversos, e viabiliza a identificação das características geradoras de vulnerabilidades. Os fluxos reversos de materiais diferem dos fluxos diretos, principalmente quanto à qualidade, ao prazo e as operações, para o processamento dos produtos. Os produtos pós-consumo não possuem prazo de validade exato, o tipo de material, as dimensões, os formatos e a presença de impurezas, são variáveis difíceis de controlar. As características acima descritas, contribuem para o aumento da severidade na cadeia reversa. Conforme afirma Craighead et al. (2007), a severidade dos riscos de interrupções nas cadeias está

positivamente relacionada à complexidade da função da empresa, na cadeia de suprimentos. Portanto, a partir da compreensão da estrutura geral de atividades desenvolvidas pelos sucateiros, emerge a necessidade da discussão de algumas temáticas, como: os riscos e sua relação com as atividades da cadeia reversa, além das ações de mitigação.

A Figura 14 apresenta os riscos avaliados como prioritários pelas empresas entrevistadas (conforme subcapítulo 4.3).

Figura 14 – A Classificação dos Riscos da Cadeia Reversa da Sucata Metálica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente foi criada uma classificação para os seis riscos priorizados, de acordo com o potencial de ação dos sucateiros, sobre cada um deles. Dessa forma, os riscos, “*Elevado custos dos combustíveis*”; “*Elevado custo de manutenção da frota*”; e “*Baixo preço da sucata metálica*”, foram classificados como riscos externos, pois são determinados pelo mercado, e não estão no campo de ação dos atores da cadeia reversa. Porém, esses riscos podem ser controlados e gerenciados pelos sucateiros de forma a reduzir o impacto sobre seu negócio.

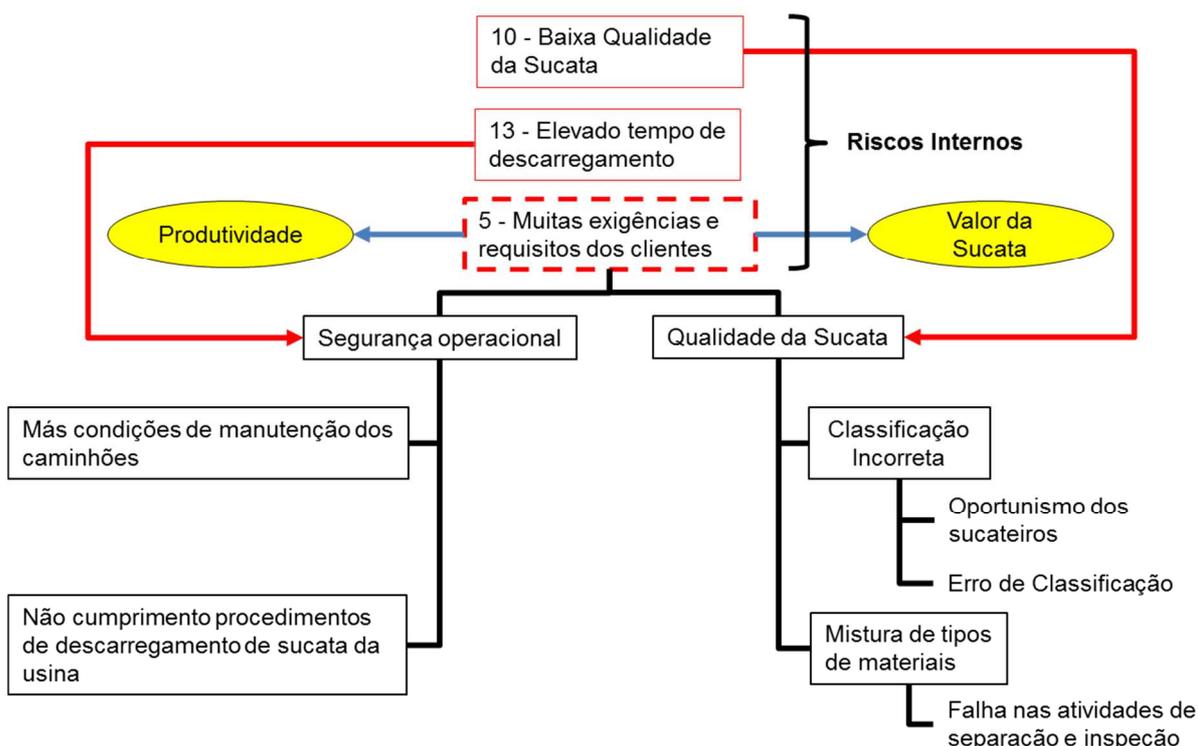
No caso dos elevados custos com combustíveis e manutenção da frota; manter a manutenção preventiva em dia; planejar e controlar as rotas de coleta e entrega dos veículos; são ações que podem contribuir para a redução do consumo do combustível, bem como dos gastos com manutenção (DOWLATSHAHI, 2010).

No caso do risco “Baixo preço da sucata metálica”; a dependência do valor da sucata, com o valor de mercado do aço, que é determinado pela oferta e procura global (commodity) (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2009), inviabiliza qualquer iniciativa do sucateiro em reduzir o impacto deste risco, em seu negócio.

Por sua vez, os riscos, “Baixa qualidade da sucata”; “Elevado tempo de descarregamento”; e “Muitas exigências e requisitos do cliente”, são riscos internos, os quais estão no campo de ação dos atores da cadeia reversa da sucata. O reconhecimento das práticas gerenciais, do relacionamento entre os atores, e das características do mercado de sucata, obtidos através das entrevistas, fornecem subsídios para uma discussão mais aprofundada sobre os riscos internos.

A Figura 15 apresenta os riscos internos da cadeia da sucata metálica, onde destacam-se o relacionamento entre os riscos percebidos pelos sucateiros.

Figura 15 – Relacionamento dos Riscos Internos.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O risco, “Muitas exigências e requisitos do cliente”, foi indicado por todas as empresas entrevistadas, porém exige maior reflexão sobre as dimensões que o compõe. Segundo os entrevistados, o cliente exerce “pressão” sobre os sucateiros através de notificações e sansões, em caso de não-conformidade, frente a segurança

operacional, e a qualidade da sucata. Essas exigências e requisitos estão coerentes com o resultado da avaliação dos fatores de satisfação do cliente, apresentados na Tabela 07 (Página 92), onde a segurança operacional e a qualidade da sucata são os fatores de maior importância para os clientes.

Quanto aos problemas de segurança operacional; os sucateiros afirmaram, que a medida de controle implantado pela usina foi a exigência da instalação de dispositivos de segurança, nos caminhões e rotinas de inspeção, durante cada acesso às dependências da usina. Essas medidas resultaram no aumento do tempo de descarregamento de sucata, e conseqüentemente, na menor produtividade diária do sucateiro.

Já os problemas de qualidade da sucata, estão diretamente associados ao valor pago pela carga. Portanto, quanto pior a qualidade da sucata, menor é a classificação e, conseqüentemente, menor o valor pago pela usina. Assim, o risco de *“Muitas exigências e requisitos do cliente”* impacta em duas dimensões no negócio dos sucateiros, quanto à produtividade e a receita através da venda de uma sucata de qualidade inferior.

Sob a perspectiva da usina siderúrgica; a qualidade da sucata está diretamente associada à sua classificação, e a mistura de outros materiais. A classificação incorreta pelos sucateiros ocorre basicamente por dois motivos: pelo oportunismo dos sucateiros, que classificam uma sucata de classe inferior como uma superior, afim de incrementar o faturamento; ou devido aos erros de classificação da sucata durante o processamento. Já a mistura de outros materiais na carga de sucata, ocorre devido à ineficiência do processo de separação. Portanto; a qualidade da sucata exigida pela usina siderúrgica está diretamente relacionada com a eficiência de duas atividades operacionais dos sucateiros; a separação e classificação da sucata.

Quanto à segurança operacional; as não-conformidades mais comuns referem-se as más condições de manutenção dos caminhões que, ao acessarem a usina, representam um risco para todos os colaboradores; além do não cumprimento dos procedimentos de segurança, pelos sucateiros no acesso a usina.

As medidas de controle definidas pela usina, como inspeções nos acessos ao pátio, e a implantação de dispositivos de segurança, aumentaram o tempo de descarregamento e impactaram diretamente na produtividade dos sucateiros. Portanto, a segurança operacional exigida pela usina siderúrgica está diretamente

relacionada com a atividade de transporte, principalmente com as condições de manutenção da frota, e o cumprimento de padrões operacionais.

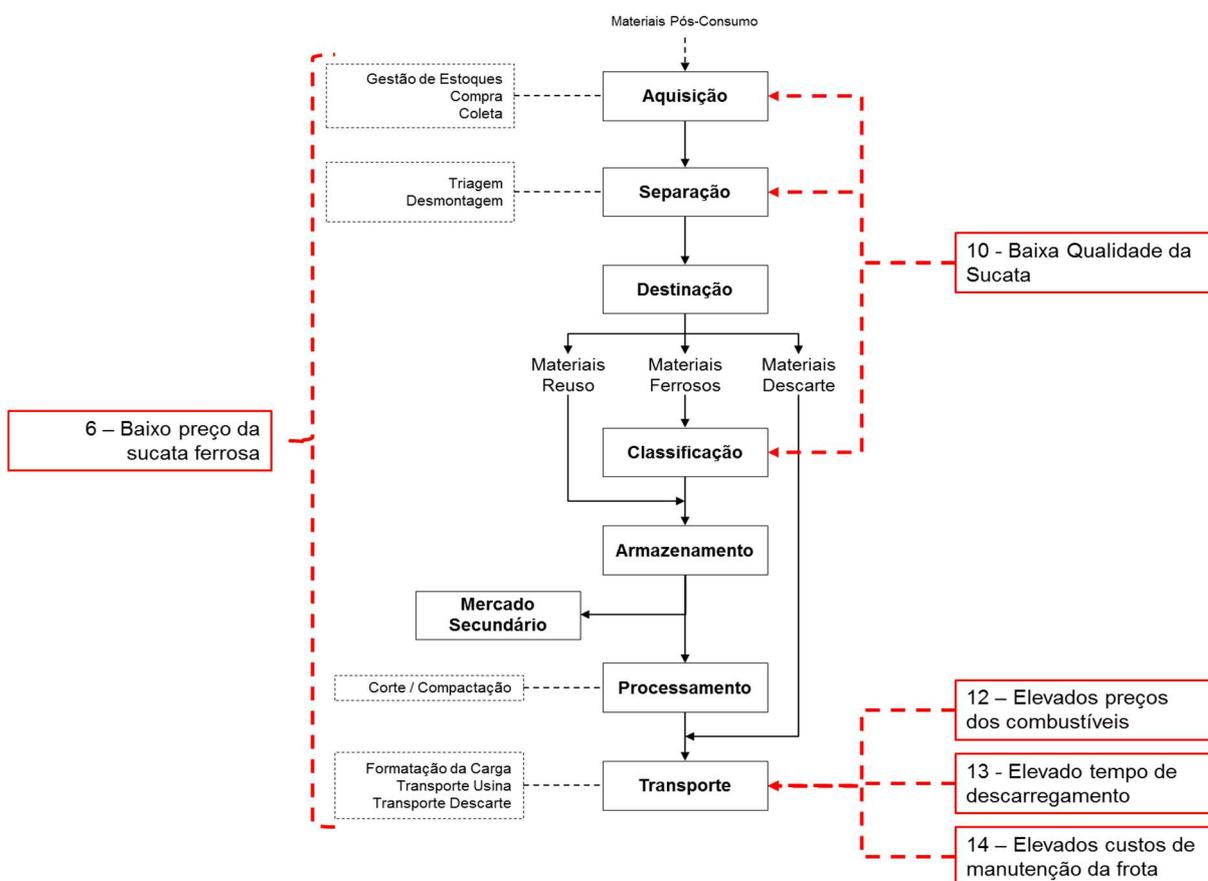
Dessa forma, compreendendo a composição do risco, "*Muitas exigências e requisitos do cliente*", conclui-se que ele pode ser plenamente substituído pelos riscos, "*Baixa qualidade da sucata*"; e "*Elevado tempo de descarregamento*", pela ambiguidade do seu significado.

Através do reconhecimento da estrutura geral de atividades dos sucateiros, bem como dos riscos inerentes a esse negócio; propõe-se a discussão sobre a dinâmica do relacionamento entre os riscos e a estrutura de atividades.

Os riscos percebidos pelos sucateiros foram analisados em reunião entre o pesquisador e a equipe de suprimentos da usina siderúrgica. Dessa forma, foram definidas as possíveis causas dos riscos, além dos impactos nas atividades dos sucateiros.

A Figura 16 apresenta sinteticamente, como os riscos percebidos pelos sucateiros se relacionam com a estrutura de atividades.

Figura 16 – Relação entre os Riscos e as Atividades dos Sucateiros.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O risco, “*Elevados preços dos combustíveis*”, é classificado como um risco externo que impacta diretamente na atividade de transporte. Este risco pode ser causado por uma alta na cotação do petróleo, bem como pela elevação na carga tributária. No entanto, o consumo de combustível em demasia, impacta diretamente nos custos de transporte. A maioria dos entrevistados não possui monitoramento de consumo de combustível. Além disso, a preocupação com a manutenção preventiva está direcionada ao funcionamento dos veículos, não apresentando foco na redução de consumo de combustível. Como possíveis ações de mitigação, sugere-se a implantação de um programa de manutenção preventiva dos veículos, visando a orientação dos motoristas quanto a necessidade de conduzi-los de maneira econômica.

O risco, “*Elevados custos de manutenção da frota*”, também é classificado como risco externo, e cabe aos sucateiros a implantação de ações de mitigação. Este risco possui relação direta com a atividade de transporte, sendo agravado através da

elevação dos valores de serviço de manutenção ou de peças de reposição, reajustes da carga tributária incidente sobre peças e/ou serviços e a falha ou inexistência de manutenção preventiva da frota. Como ações de mitigação são sugeridos o desenvolvimento de parcerias com revendedores de peças e oficinas, a fim da redução dos custos. Firmar parcerias com outros sucateiros para concentração da manutenção da frota em uma oficina também pode ser uma estratégia para aumentar o poder de barganha. A avaliação da possibilidade da internalização da manutenção da frota, pode representar ganhos quanto à qualidade e custos dos serviços. A percepção dos sucateiros quanto à criticidade dos riscos envolvendo o elevados custos com combustíveis e a manutenção da frota, reforçam a afirmação de Dowlatshahi (2010), sobre a importância vital das despesas de transporte na rentabilidade das cadeias reversas.

O risco externo, "*Baixo preço da sucata*", está relacionado com todas as atividades dos sucateiros, ao ponto que, é determinante na viabilidade do negócio. Suas causas ocorrem através da queda da produção da usina siderúrgica, do excesso de estoque de sucata, ou pela queda no valor do minério de ferro, e do aço no mercado mundial. As duas primeiras causas estão relacionadas à demanda da usina siderúrgica, que reduz o preço da cotação da sucata regional, caso a demanda por produtos siderúrgicos seja baixa. Essa estratégia, restringe as entregas dos sucateiros, impactando na saúde financeira das empresas sucateiras. Segundo os sucateiros, atualmente a cotação da sucata na região sul está baixa, devido à queda de produção da usina siderúrgica. Neste contexto, os sucateiros necessitam analisar as suas estruturas de atividades, afim de reduzir os seus custos operacionais, visando à manutenção da competitividade do negócio. Nas entrevistas todas as empresas reconhecem essa necessidade, mas na prática são tomadas ações isoladas; como redução do quadro de pessoal e dos níveis de estoque de sucata.

No entanto, a pesquisa revela a importância do foco nas atividades operacionais, através da padronização das operações; da capacitação dos operadores; do estabelecimento de controles e indicadores de eficiência de cada atividade. Assim, através de controles e monitoramento das atividades seria possível elevar a qualidade do serviço e da sucata fornecida, otimizando o uso dos recursos e conseqüentemente, melhorando a competitividade das empresas.

O risco interno, "*Baixa qualidade da sucata*", pode ser agravado por diferentes causas, entre elas:

- O oportunismo dos fornecedores, que vendem sucata com impurezas para os sucateiros buscando aumentar seus lucros;
- As falhas e erros de classificação dos fornecedores, onde por problemas de julgamento a sucata é encaminhada com classificação incorreta;
- As falhas e erros internos de classificação, onde os colaboradores do sucateiro erram na classificação e inspeção;
- Restrição de capacidade da empresa sucateira, onde não se tem recursos para a realização da inspeção e classificação de qualidade.

A baixa qualidade da sucata compromete a eficiência da atividade de aquisição, considerando todos os recursos investidos para a compra, bem como o transporte da sucata.

A mesma situação ocorre na atividade de separação e classificação, onde a sucata de qualidade inferior exige mais tempo para triagem e classificação, além de gerar uma maior quantidade de resíduos a serem destinados. A padronização de inspeções, durante o processo de aquisição, poderia evitar que materiais de baixa qualidade ingressassem no processo. Outra medida seria a prática adotada pela ES2, onde o sucateiro transferiu para os fornecedores a responsabilidade pela separação e classificação, sendo sua responsabilidade apenas a consolidação do volume, o carregamento e o transporte para a usina siderúrgica. Dessa forma, além de otimizar o tempo de atravessamento da sucata no seu pátio, o sucateiro aumenta significativamente a qualidade da sucata recebida. A promoção da maior proximidade e do bom relacionamento com os fornecedores, também é importante. Assim como, desenvolver programas de treinamento e capacitação; quanto aos tipos de materiais, critérios de classificação, e requisitos da usina siderúrgica com os fornecedores, contribui para o desenvolvimento da cadeia de fornecimento.

Por fim, e não menos importante, o risco *“Elevado tempo de descarregamento”*, pode ser agravado através das más condições de manutenção dos veículos; pelo não cumprimento dos requisitos do cliente, no momento do acesso à usina; e pela restrição de capacidade de transporte, frente aos novos procedimentos adotados pela usina siderúrgica. Como descrito anteriormente, as causas deste problema estão relacionadas com as exigências de segurança operacional feita pela usina siderúrgica. Os caminhões em situação precária quanto à manutenção; sem dispositivos básicos de segurança e com excesso de peso, são impedidos de acessarem a usina. Para identificar essas não-conformidades, a usina siderúrgica estabeleceu um

procedimento de inspeção veicular em cada acesso, aumentando o tempo de entrega da sucata e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade do sucateiro.

Infelizmente os bons pagam pelos maus. Minha frota é nova, todos os caminhões estão na garantia. Mesmo assim fazem a inspeção veicular em cada acesso. Minha produtividade caiu quarenta por cento. Tive de comprar mais caminhões para manter o mesmo volume mensal de entregas. (ES2, 27/04/15).

O estabelecimento do diálogo e negociação com o cliente, demonstrando as perdas no negócio, é um exemplo de ação a ser desenvolvida. Porém, é enfatizada a importância da implantação de um plano de manutenção preventiva para a frota, além de capacitar os motoristas para observarem o excesso de peso, e os procedimentos de segurança da usina siderúrgica.

Com base na análise dos riscos; *Elevado preços dos combustíveis, Elevados custos de manutenção da frota, Baixo preço da sucata, Baixa qualidade da sucata e Elevado tempo de descarregamento na usina;* bem como, no estudo empírico da estrutura dos sistemas reversos e dos riscos nas cadeias de suprimentos, elaborou-se as ações de prevenção. Com isso, foi possível elucidar um quadro onde está proposta a relação entre os riscos percebidos pelos sucateiros, suas causas, seus impactos na estrutura de atividades, e suas ações de mitigação.

O Quadro 18 apresenta a consolidação dos riscos, as causas, as atividades que são impactadas, e as ações propostas de mitigação. Estas ações foram propostas mediante o conhecimento adquirido pelo pesquisador, na exploração do referencial teórico, combinada com a experiência no setor de sucatas da equipe de suprimentos da usina siderúrgica.

Quadro 18 – Riscos Percebidos pelos Sucateiros e Ações de Mitigação.

Risco Percebido	Classificação	Origem	Causa	Impacto na Estrutura de Atividades	Ações Propostas de Mitigação
Elevado preço dos combustíveis	Externo	Mercado	- Alta dos preços dos derivados do petróleo - commodity; - Elevado consumo de combustível da frota; - Elevada carga tributária.	Atividade de Transporte	- Implantar programa de manutenção preventiva da frota; - Orientação dos motoristas quanto a condução econômica; - Implantar monitoramento do consumo de combustível por veículo; - Analisar a viabilidade da implantação do monitoramento via satélite dos veículos.
Elevado custo de manutenção	Externo	Mercado	- Elevados preços dos serviços e peças de reposição; - Elevada carga tributária; - Falha ou inexistência de manutenção preventiva da frota.	Atividade de Transporte	- Estabelecer parcerias com revendedores de peças e oficinas mecânicas; - Parcerias com outros sucateiros para concentrar a manutenção em uma oficina. - Avaliar a possibilidade de internalizar a manutenção da frota visando maior confiabilidade;
Baixo preço da sucata	Externo	Mercado	- Queda de produção da usina siderúrgica; - Excesso de estoque da usina siderúrgica; - Queda no preço do aço - commodity.	Todas atividades da cadeia reversa.	- Implantar padrões operacionais em todas as atividades da cadeia reversa; - Implantar programa de capacitação de operadores nos padrões operacionais; - Definir métricas de desempenho para as atividades; - Estabelecer de controles das métricas de desempenho das atividades; - Transferir atividades (inspeções, processamento, transporte) para os fornecedores.
Baixa qualidade da sucata	Interno	Fornecedores e Sucateiros	- Oportunismo dos fornecedores; - Falhas de classificação e inspeção dos fornecedores; - Falhas de classificação e inspeção dos colaboradores; - Restrição de capacidade dos fornecedores.	Atividade de Aquisição Atividade de Inspeção Atividade de Classificação	- Implantar e padronizar inspeções na aquisição da sucata. - Transferir para os fornecedores a atividade de separação e classificação. - Manter relacionamento próximo com os fornecedores e promover seu desenvolvimento.
Elevado tempo de descarregamento	Interno	Fornecedores e Sucateiros	- Falha ou inexistência de manutenção preventiva da frota; - Não cumprimento dos requisitos da usina siderúrgica; - Falha na capacitação dos motoristas quanto aos procedimentos da usina siderúrgica. - Restrição de capacidade de transporte.	Atividade de Transporte	- Implantar programa de manutenção preventiva da frota; - Capacitar os motoristas quanto aos procedimentos de segurança da usina siderúrgica; - Adequar a frota para o atendimento do volume diário de carregamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as empresas entrevistadas demonstraram conhecimento dos riscos das suas atividades, no entanto não possuem o gerenciamento sistematizado destes riscos. Além disso, destacaram que muitas vezes, desperdiçam recursos na mitigação de riscos que não são prioritários. Observou-se também, que a escassez de indicadores para o monitoramento do processo e a ausência da padronização das operações, revela a vulnerabilidade que as empresas desta cadeia possuem, frente as variações de processo. Dessa forma, as ações propostas são baseadas na garantia

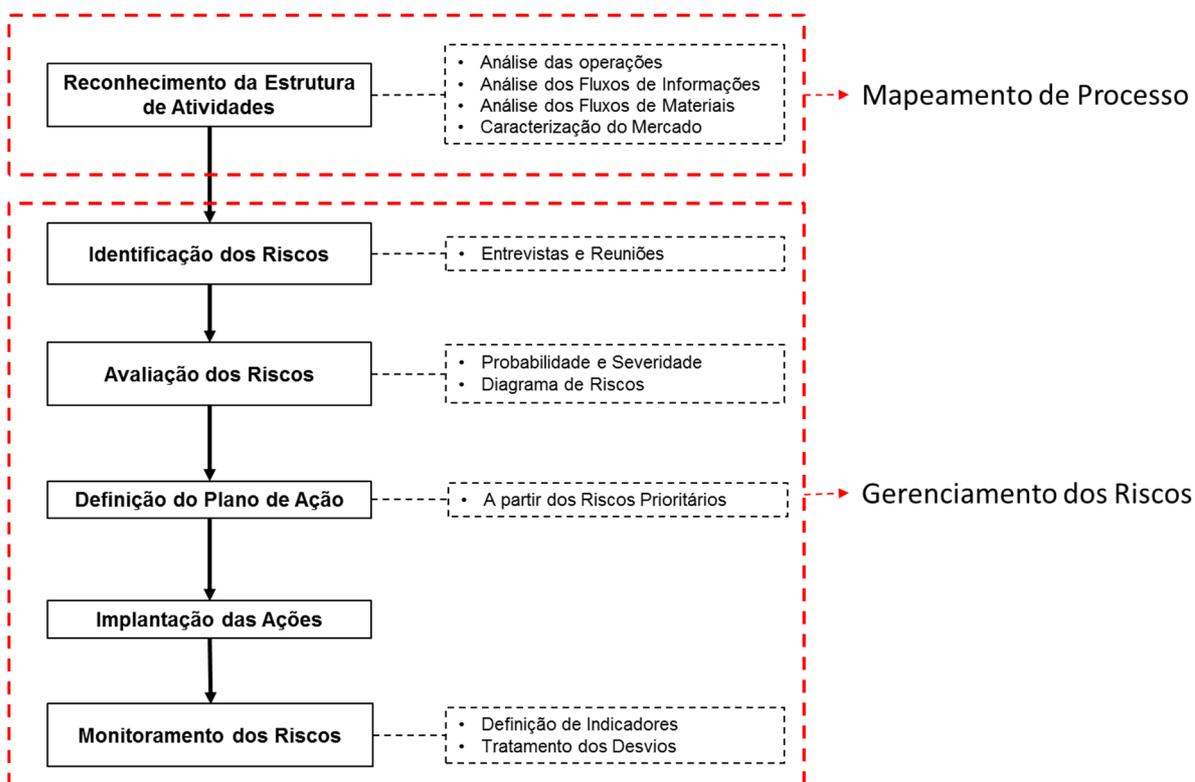
da estabilidade do processo das empresas sucateiras, na cadeia reversa da sucata metálica.

As ações propostas foram definidas em reunião com a equipe de suprimentos da usina siderúrgica e apresentada para a empresa sucateira ES5, na qual será desenvolvido um plano de ação que incorporará o projeto piloto da usina siderúrgica para a melhoria do desempenho dos sucateiros. Esse projeto será coordenado pela equipe de suprimentos da usina siderúrgica, a partir de 2016. Durante a apresentação da priorização e das ações de mitigação dos riscos, a empresa ES5 considerou que as ações propostas não apresentam grande complexidade, demonstrando retorno em curto prazo. A ES5 destacou ainda, que a simplicidade do método de priorização viabiliza a continuidade do gerenciamento de riscos, após a implantação do plano de ação. A partir desta percepção, identifica-se que a extensão da contribuição da pesquisa vai além da identificação e da proposta de mitigação dos riscos dos sucateiros da cadeia reversa da sucata metálica.

A pesquisa evolui em direção a proposição de um modelo metodológico simplificado para abordagem dos riscos nas cadeias reversas, através da combinação da análise detalhada do processo, com a metodologia de gerenciamento de riscos.

A Figura 17 apresenta o método aplicado para o desenvolvimento desta pesquisa.

Figura 17 – Proposta Metodológica para a Mitigação de Riscos nas Cadeias de Suprimentos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O desdobramento do método inicia através do reconhecimento da estrutura da cadeia de suprimentos, buscando a compreensão dos fluxos de materiais e informações, através das atividades. As características do mercado, os atores envolvidos e os aspectos relacionais, são importantes fatores a serem identificados e analisados. Esta etapa foi chamada de Mapeamento de Processo, que está vinculada a abordagem teórica sobre a estruturação da cadeia de suprimentos. Trata-se de uma investigação detalhada do processo.

A etapa de Gerenciamento de Riscos envolve a abordagem teórica que contempla a caracterização e o gerenciamento dos riscos propriamente dito. A etapa inicia através da identificação dos riscos da cadeia de suprimentos, por meio de entrevistas e reuniões com especialistas (operadores, gestores, parceiros, etc.) das empresas. Após a identificação dos riscos, ocorre a priorização para a definição de ações de mitigação.

Esta pesquisa foi desenvolvida na cadeia reversa do aço, a qual ainda está em desenvolvimento e profissionalização no Brasil (XAVIER; CORRÊA, 2013). Trata-se

de uma pesquisa singular pela escolha do tema e pela abordagem. Além de ser um estudo orientado a contribuição acadêmica, também direciona à aplicação prática. A possibilidade de reprodução do método de pesquisa em outras cadeias reversas, abre um leque de oportunidades na melhoria e desenvolvimento do setor de resíduos em expansão no país.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As perspectivas pouco otimistas quanto à competitividade da siderurgia brasileira, frente ao cenário econômico interno, marcado por incertezas e vulnerabilidades, requerem a atenção dos grupos siderúrgicos e dos governantes. Neste contexto, a busca pelo aumento da eficiência operacional de toda a cadeia é uma necessidade para manutenção da rentabilidade das empresas (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014).

Aproximadamente 25% de toda a produção de aço do Brasil é obtida através da reciclagem (processo semi-integrado), a qual apresenta vantagens sobre a produção do aço, através da redução do minério de ferro (processo integrado), tais como: menores custos operacionais; menores emissões de gases na atmosfera; menor consumo de energia; e menor geração de resíduos. (PAINEL DE INDICADORES SETORIAIS, 2014).

A principal matéria-prima para reciclagem do aço é a sucata de obsolescência, composta pelos produtos e materiais pós-consumo como, veículos sucateados; máquinas e equipamentos; aços estruturais da construção civil; dentre outros.

O principal desafio da Logística Reversa é o gerenciamento das incertezas quanto à oferta de matéria-prima, e a demanda por produtos e materiais recuperados (AMIN; ZHANG, 2012). Segundo Govindan; Popiuc; Diabat (2013), as incertezas são inerentes às cadeias reversas, e é fundamental a ampliação dos estudos dirigidos a compreensão da estrutura dessas cadeias. Neste contexto emerge a questão: *afinal, como identificam-se, estruturam-se, e previnem-se os riscos das atividades dos sucateiros na cadeia reversa da sucata metálica?*

A aplicação deste método revelou que as atividades dos sucateiros são estruturadas a partir da aquisição dos materiais pós-consumo (contemplando o gerenciamento de estoques, as atividades de compra e coleta da sucata); da separação da sucata (contemplando a desmontagem e triagem); da destinação (reuso, reciclagem ou descarte); da classificação do tipo de sucata metálica; do armazenamento; da comercialização dos materiais de reuso; do processamento da sucata metálica (corte e compactação); e do transporte (formatação da carga e transporte até a usina siderúrgica).

A pesquisa revelou que os riscos percebidos pelos sucateiros foram os *Elevados preços dos combustíveis; os Elevados custos de manutenção; o Baixo preço*

da sucata metálica; a Baixa qualidade da sucata; e o Elevado tempo de descarregamento. Pela natureza dos riscos e pela avaliação dos sucateiros, a atividade mais impactada pelos riscos é a atividade de transporte (Quadro 18). A concentração de riscos sobre a atividade de transporte, corrobora com as afirmações de Dowlatshahi (2010), destacando a importância da atividade de transporte dentro das cadeias reversas. É importante a consciência dos empresários quanto a vulnerabilidade das cadeias reversas, principalmente no Brasil, onde os custos do transporte rodoviário podem ser determinantes na rentabilidade do negócio. Por outro lado, a eficiência da atividade de transporte deveria ser melhor controlada pelas empresas sucateiras. Não há monitoramento de indicadores das muitas variáveis inerentes dessa atividade. Tal carência de informação comprova os resultados de Jayaraman; Luo, (2007), que afirmam que o transporte, muitas vezes, é ignorado como uma fonte de vantagem competitiva. De fato, a falta de monitoramento de desempenho das atividades, direciona a atenção dos sucateiros para problemas externos a suas empresas, tais como questões econômicas do país, o baixo preço da sucata, etc; deixando de lado os riscos que estão ao seu alcance de atuação. Portanto, destaca-se a importância de estudos dirigidos à implantação de métricas de desempenho das atividades reversas.

A relevância da pesquisa não se limita a compreensão da estrutura de atividades, identificação, e mitigação dos riscos dos sucateiros, expandindo-se através da caracterização de uma cadeia ainda pouco estudada no Brasil, que é a cadeia reversa da sucata metálica.

Além disso, as entrevistas revelaram a heterogeneidade das empresas entrevistadas, quanto à infraestrutura e o conhecimento da gestão de processos. Algumas empresas entrevistadas possuem equipamentos de ponta, e demonstram maior conhecimento quanto ao gerenciamento de processos, enquanto outras possuem muitas atividades manuais, e conhecimento limitado em gestão; baseando-se somente na experiência prática.

Partindo deste pressuposto, percebe-se um campo amplo de pesquisa, considerando as limitações teóricas das empresas, o maior apelo do mercado por produtos “verdes”, os custos inferiores de produção, e as pressões governamentais pela redução da emissão de gases e geração de resíduos.

A pesquisa amplia a sua relevância, através da sugestão de um método de trabalho, combinando os resultados dos estudos de Bai; Sarkis, 2013; Fleischmann et

al., 2000; Guide; Van Wassenhove, 2009; Leite, 2009; Xavier; Corrêa, 2013), dirigidos a estruturação das cadeias reversas, bem como os estudos de (Craighead et al., 2007; Diabat et al., 2012; Hallikas et al., 2004; Zsidisin, 2003), que abordam a caracterização dos riscos nas cadeias de suprimentos, e a estratégia de mitigação destes.

Nesta pesquisa, as ações propostas para a mitigação dos riscos na cadeia da sucata metálica foram feitas através de reuniões com os especialistas do processo. Após a implantação das ações de mitigação, é importante o monitoramento constante dos riscos, de forma a manter “viva” a sistemática de gerenciamento de riscos. Segundo Spekman; Davis (2004), o monitoramento é fundamental devido à dinâmica dos riscos no contexto empresarial, onde tanto a probabilidade, quanto o impacto, podem sofrer alterações.

Apesar da contribuição da aplicação deste método, na construção deste estudo; ainda é restrito o acervo de periódicos e demais publicações, sobre a temática das cadeias reversas de reciclagem. A maior parte das pesquisas recentes concentra-se no estudo das cadeias reversas de remanufatura. Segundo Simpson (2010), as cadeias de reciclagem atraem pouca atenção dos pesquisadores devido ao fato das pesquisas serem orientadas aos temas com maior potencial de retorno econômico, considerando que na remanufatura, a agregação de valor é maior do que nos processos de reciclagem. Este fator dificultou para o pesquisador a construção da base teórica desta dissertação.

Outra dificuldade encontrada, refere-se ao acesso as informações dentro de um mercado, em crescente competição. Com a expansão da indústria siderúrgica no Brasil, através dos processos de reciclagem, os grupos definem estratégias para manter o domínio regional do mercado de sucata. Este fato foi evidenciado em todas entrevistas, quando as empresas sucateiras relataram sobre a proximidade da equipe de suprimentos da usina, buscando informações sobre a concorrência, reforçando aspectos ligados a parceria entre a usina e as empresas sucateiras. Neste contexto, investigar a dinâmica e as características do mercado não se torna uma tarefa fácil.

Ainda assim, com as restrições quanto a informações do mercado e de práticas estratégias das empresas, a cadeia reversa da sucata metálica apresenta uma série de oportunidades no desenvolvimento de novas pesquisas. Estudos dirigidos aos aspectos relacionais, entre os sucateiros e a usina siderúrgica, poderiam ser desenvolvidos, contemplando a confiança nos mecanismos de coordenação da cadeia reversa.

Outro foco de pesquisas, neste segmento, seria o desenvolvimento de novos mercados; o estudo da viabilidade da criação de um cluster, voltado à exportação de sucata; integrando dessa maneira as empresas sucateiras, através do compartilhamento de riscos da atividade.

O reconhecimento dos riscos da cadeia reversa da sucata metálica, oportuniza a reflexão sobre futuros estudos direcionados a investigação de cadeias reversas de outros segmentos como plástico, papel, produtos eletrônicos, etc. A comparação entre as estruturas de atividades e práticas de gerenciamento de riscos realizadas adotadas pelas diferentes cadeias, pode fornecer informações relevantes para caracterização da Logística Reversa no Brasil. Enfim, trata-se de um setor em desenvolvimento no país. Sendo assim, estudos integrando a teoria e a prática, além de promoverem o aumento do desempenho das cadeias reversas, conduzem a profissionalização do setor de gerenciamento de resíduos, e contribuem para a ampliação dos conhecimentos teóricos sobre os sistemas reversos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIN, S. H.; ZHANG, G. A three-stage model for closed-loop supply chain configuration under uncertainty. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 5, p. 1–21, 2012.

BAI, C.; SARKIS, J. Flexibility in reverse logistics: a framework and evaluation approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 306–318, maio 2013.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Consumo de aço no Brasil: um modelo baseado na técnica da intensidade do uso. Brasília-DF. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

BRASIL, Lei 12305 DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Produto 57: Estudo da Reciclagem de Metais no País**. Brasília, DF. 2009. 168p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Pesquisa Mensal de Emprego. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/portal-mte/>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

BLUMBERG, D. F. Strategic examination of reverse logistics & repair service requirements, needs, market size, and opportunities. **Journal of Business Logistics**, v.20, n. 2, p.141–160, 1999.

CHAN, F. T. S.; CHAN, H. K.; JAIN, V. A framework of reverse logistics for the automobile industry. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 5, p. 1318–1331, mar. 2012.

CHOI, T. Y.; KRAUSE, D. R. The supply base and its complexity: Implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation. **Journal of Operations Management**, v. 24, n. 5, p. 637–652, set. 2006.

CHOPRA, S.; SODHI, M. S. Managing risk to avoid supply-chain breakdown. **MIT Sloan management review**, v. 46, p. 53–61, 2004.

COLICCHIA, C.; STROZZI, F. Supply chain risk management: a new methodology for a systematic literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 4, p. 403–418, 2012.

CRAIGHEAD, C. W. et al. The severity of supply chain disruptions: Design characteristics and mitigation capabilities. **Decision Sciences**, v. 38, n. 1, p. 131–156, 2007.

DIABAT, A.; GOVINDAN, K.; PANICKER, V. V. Supply chain risk management and its mitigation in a food industry. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 11, p. 3039–3050, 2012.

DOWLATSHAHI, S. The role of transportation in the design and implementation of reverse logistics systems. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 14, p. 4199–4215, 2010.

DOWLATSHAHI, S. A framework for the role of warehousing in Reverse Logistics. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 5, p. 1265–1277, 2012.

EFENDIGIL, T.; ÖNÜT, S.; KONGAR, E. A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness. **Computers and Industrial Engineering**, v. 54, n. 2, p. 269–287, 2008.

EL KORCHI, A.; MILLET, D. Designing a sustainable reverse logistics channel: The 18 generic structures framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 6-7, p. 588–597, 2011.

ELLEGAARD, C. Supply risk management in a small company perspective. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 13, n. 6, p. 425–434, 2008.

FEPAM/RS - Fundação Estadual de Proteção Ambiental. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

FERGUSON, M., & TOKTAY, B. The effect of competition on recovery strategies. **Production and Operations Management**, v.15, n.3, p.351–368, 2006.

FERGUSON, M., GUIDE, JR, V. D., KOCA, E., & SOUZA, G. The value of quality grading in remanufacturing. **Production and Operations Management**, v.18, n.3, p.300–314, 2009.

FLEISCHMANN, M. et al. A characterisation of logistics networks for product recovery. **Omega**, v. 28, n. 6, p. 653–666, 2000.

FLEISCHMANN, M. et al. the Impact of Product Recovery on Logistics Network Design. **Production and Operations Management**, v. 10, n. 2, p. 156–173, 5 jan. 2001.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D.T.; **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009

GIANNETTI, B. F.; BONILLA, S. H.; ALMEIDA, C. M. V. B. An emergy-based evaluation of a reverse logistics network for steel recycling. **Journal of Cleaner Production**, v. 46, p. 48–57, 2013.

GOVINDAN, K.; POPIUC, M. N.; DIABAT, A. Overview of coordination contracts within forward and reverse supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 319–334, 2013.

GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, v. 240, n. 3, p. 603–626, 2014.

GUIDE, JR, V. D., & VAN WASSENHOVE, L. N. Business aspects of closed-loop supply chains. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University Press. 2010.

GUIDE, V. D. R.; VAN WASSENHOVE, L. N. OR FORUM--The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research. **Operations Research**, v. 57, n. 1, p. 10–18, 2009.

GUIDE, V. D. R.; WASSENHOVE, J. L. N. VAN; KLEINDORFER, P. Closed-Loop Supply Chains: An Introduction to the Feature Issue (Part 2). **Production and Operations Management**, v. 15, n. 4, p. 471– 472, 2006.

HALLIKAS, J. et al. Risk management processes in supplier networks. **International Journal of Production Economics**, v. 90, n. 1, p. 47–58, jul. 2004.

HARLAND, C.; BRENCHLEY, R.; WALKER, H. Risk in supply networks. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 9, n. 2, p. 51–62, mar. 2003.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade 2014**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

INSTITUTO AÇO BRASIL. Anuário Estatístico 2013. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Anual do Comércio 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 jun. 2015.

KÖCHE, J. C. Fundamentos de Metodologia Científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 30 ed. Petrópolis, RJ. Vozes, 2012.

JAYANT, A. REVERSE LOGISTICS : PERSPECTIVES , EMPIRICAL STUDIES AND. **International Journal of Industrial Engineering**, v. 19, n. 10, p. 369–388, 2012.

JAYANT, A. .; GUPTA, P. .; GARG, S. K. . Perspectives in reverse supply chain management(R-SCM): A state of the art literature review. **Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering**, v. 6, n. 1, p. 87–102, 2012.

JAYARAM, J.; TAN, K. C. Supply chain integration with third-party logistics providers. **International Journal of Production Economics**, v. 125, n. 2, p. 262–271, 2010.

KLEINDORFER, P. R.; SAAD, G. H. Managing Disruption Risks in Supply Chains. v. 14, n. 1, p. 53–68, 2005.

LAMBERT, D. M., COOPER, M. C., PAGH, J. D. Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. **The International Journal of Logistics Management**, v.09, n.2, 01–19, 1998.

LAMBERT, S.; RIOPEL, D.; ABDUL-KADER, W. A reverse logistics decisions conceptual framework. **Computers & Industrial Engineering**, v. 61, n. 3, p. 561–581, out. 2011.

LEE, C. K. M.; CHAN, T. M. Development of RFID-based Reverse Logistics System. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 5, p. 9299–9307, 2009.

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

MOLINA, R. **A pesquisa-ação/investigação-ação no Brasil: mapeamento da produção (1966-2002) e os indicadores internos da pesquisa-ação colaborativa**. São Paulo: FEUSP, 2007, 177p. Tese (Doutorado em Educação).

PRODANOV, CLEBER C., FREITAS, ERNANI C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RACI, V.; SHANKAR, R. Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 72, n. 8, p. 1011–1029, 2005.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. An Examination of Reverse Logistics Practices. **Journal of Business Logistics**, n. 2, p. 129–148, 2001.

SARKIS, J.; HELMS, M.; HERVANI, A. Reverse logistics and social sustainability. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management...**, v. 354, n. January, p. 337–354, 2010.

SAVASKAN, C., BHATTACHARYA, S., & VAN WASSENHOVE, L. N. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing. *Management Science*, v.50, n.2, 239–252, 2004.

SAVASKAN, C., VANWASSENHOVE, L. N. Reverse channel design: The case of competing retailers. *Management Science*, v.52, n.1, 239–252, 2006.

SILVA, C.R.O. **Metodologia do trabalho científico**. Fortaleza: Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2004.

SIMPSON, D. Use of supply relationships to recycle secondary materials. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 1, p. 227–249, 2010.

SOUZA, G. Closed-Loop Supply Chains: A Critical Review, and Future Research, **Decision Sciences Journal**, v.44, n.1, 7-38, 2012.

STOCK, JAMES R. Development and Implementation of Reverse Logistics Programs. USA: Concil of Logistics Management, 1998.

SPEKMAN, R. E.; DAVIS, E. W. Risky business: expanding the discussion on risk and the extended enterprise. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 34, n. 5, p. 414–433, 2004.

TANG, C. S. Perspectives in supply chain risk management. **International Journal of Production Economics**, v. 103, n. 2, p. 451–488, out. 2006.

TANG, O.; NURMAYA MUSA, S. Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. **International Journal of Production Economics**, v. 133, n. 1, p. 25–34, set. 2011.

THIERRY, M., SALOMON, M., VAN WASSENHOVE, L. N. O Strategic Issues in Product Recovery Management. **California Management Review**, v.37, n.2, 114–135, 1995.

XAVIER, L. H.; CORRÊA, H. L. **Sistemas de logística reversa: criando cadeias de suprimento sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2013.

YIN, ROBERT K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Trad. Daniel Grassi. 2 ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.

ZIKOPOULOS, C., & TAGARAS, G. Impact of uncertainty in the quality of returns on the profitability of a single-period refurbishing operation. **European Journal of Operational Research**, v.182, n.1, 205–225, 2007.

ZSIDISIN, G. A. Managerial Perceptions of Supply Risk. **The Journal of Supply Chain Management**, v. v.3, n. January, p. 14–26, 2003.