

**FUNDAÇÃO PEDRO LEOPOLDO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO**

**Jorge Sala Minoves**

**LOGÍSTICA DIRETA E LOGÍSTICA REVERSA NA PRODUÇÃO DO AÇO:**  
estudo de caso em uma empresa siderúrgica

**Pedro Leopoldo**

**2014**

**Jorge Sala Minoves**

**LOGÍSTICA DIRETA E LOGÍSTICA REVERSA NA PRODUÇÃO DO AÇO:**  
estudo de caso em uma empresa siderúrgica

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Administração da Fundação Pedro Leopoldo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Administração.

Área de concentração: Gestão da Inovação e Competitividade

Linha de pesquisa: Inovação e Organizações

Orientadora: Prof. Dra. Eloísa Helena Rodrigues Guimarães

**Pedro Leopoldo**

**2014**

658.51 MINOVES, Jorge Salas  
M6451 Logística reversa a logística direta na produção de  
aço : estudo de caso em uma empresa siderúrgica /  
Jorge Salas Minoves.

- Pedro Leopoldo: FPL, 2014.

70 p.

Dissertação : Mestrado Profissional em Administração,  
Fundação Cultural Dr. Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo,  
2014.  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eloisa Helena Rodrigues Gui-  
marães  
Co-orientador: Prof. Dr. Tarcisio Afonso.

1. Logística Reversa. 2. Logística Direta. 3. Sideru-  
gia. 4. Matéria-prima.

CDD: 658.51

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Título da Dissertação: "LOGÍSTICA DIRETA E LOGÍSTICA REVERSA NA PRODUÇÃO DO AÇO: estudo de caso em uma empresa siderúrgica".**

**Nome do Aluno: JORGE SALA MINOVES**

Dissertação de mestrado, modalidade Profissionalizante, defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Faculdade Pedro Leopoldo, aprovada pela banca examinadora constituída pelos professores:



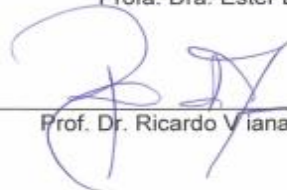
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Eloisa Helena Rodrigues Guimarães - Orientadora



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Tarcísio Afonso - Coorientador



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Ester Eliane Jeunon



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ricardo Viana Carvalho de Paiva

Pedro Leopoldo (MG), 21 de março de 2014.

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 – Ciclo de reaproveitamento de sucata metálica.....	9
FIGURA 2 – Matriz de possibilidades: Demanda X Tempo de reposição .....	28
FIGURA 3 – Curva ABC .....	29
FIGURA 4 – Modelo para elaboração de Norma ABNT .....	57
FIGURA 5 – Modelo de certificação para a produção de gusa .....	58

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 – Qualificação de fornecedores .....	22
QUADRO 2 – Principais conclusões da pesquisa .....	63

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Consumo de metálicos, em kg, por tonelada de aço bruto .....	9
---	---

## RESUMO

O objetivo desta dissertação foi avaliar as vantagens e as dificuldades da logística direta e da logística reversa no processo de fabricação do aço em uma siderurgia de grande porte. Foram analisados os processos logísticos de aquisição, transporte e estocagem de sucata metálica e de minério de ferro, matérias-primas utilizadas na produção do aço. Além disso, buscou-se avaliar os impactos no meio ambiente da utilização dessas duas matérias-primas. A discussão teórica desenvolvida buscou, primeiramente, desenhar o pano de fundo do surgimento da siderurgia no Brasil. Foram também discutidos conceitos relacionados à logística, elaborados por Fleury (2010), Leite (2009), Bertaglia (2009), Ballou (2006) entre outros, buscando entender todo o processo de aquisição, transporte e estocagem das matérias-primas e ainda os impactos dos insumos no meio ambiente. Para atingir os objetivos propostos, foi realizado um estudo de caso em uma unidade de uma empresa siderúrgica localizada na cidade de João Monlevade/MG. O trabalho foi desenvolvido a partir de análises qualitativas nos bancos de dados da empresa e entrevistas com os profissionais de logística e suprimentos. Os resultados das análises mostram grandes vantagens para o uso da sucata metálica, embora a unidade analisada tenha sido planejada, inicialmente, para utilizar apenas o minério de ferro, pois possui jazida e ferrovia próprias, além de uma unidade de sinterização, fatores que proporcionam maior confiabilidade na logística de transporte, do fornecimento e do tempo de entrega. Por outro lado, o minério de ferro gera impactos negativos no meio ambiente, incluindo o esgotamento dos recursos naturais, degradação da paisagem e poluição das águas e do ar, o que não ocorre com a sucata metálica. Espera-se que as demonstrações das vantagens do uso da sucata metálica sobre o uso do minério de ferro, feitas nesta pesquisa, sensibilizem para a necessidade de desenvolvimento de projetos que visem a uma maior utilização da sucata metálica na fabricação de aço.

**Palavras-chave:** Siderurgia. Logística direta. Logística reversa. Matéria-prima.

## ABSTRACT

This master's thesis evaluates advantages and difficulties involved in direct and reverse logistics across the steelmaking process in a large-scale steel manufacturing company. It analyses logistic processes of purchase, transport and storage of scrap metals and iron ore, which are raw materials used for steel production. Furthermore, it assesses environmental impacts which arise from the use of these materials. The theoretical discussion thus engendered shows the background of the installation of the Brazilian steel industry. Logistic concepts drawn by Fleury (2010), Milk (2009), Bertaglia (2009), and Ballou (2006), among others, are taken into account, aiming to understand the whole processes of purchase, transport and storage of raw materials, and how they impact the environment. To achieve the proposed objectives, a case study was carried out in an industrial plant of a steel company located in João Monlevade, Minas Gerais, Brazil. Based upon qualitative analysis of databases of the company and on interviews with its logistics and supply chain professionals, this study findings point out great advantages inherent to the use of scrap metals, although the analyzed industrial plant has been initially planned to use only iron ore, since the company has its own iron mine and railroad, as well as a sintering unit, factors which allows for a higher level of reliability as to transportation and supply logistics, and to delivery time. On the other hand, the use of iron ore has adverse impacts on the environment, including depletion of natural resources, landscape degradation, and water and air pollution, which do not occur with the use of scrap metals. It is expected that the demonstrations this study provides as to the advantages regarding the use of scrap metals in comparison with results derived from the use of iron ore raise awareness about the need for development of projects which aim at greater use of scrap metals in the steel manufacturing process.

**Keywords:** Steel Industry. Direct Logistics. Reverse logistics. Raw material.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	6
1.1 Contextualização do problema .....	8
1.2 Objetivos .....	10
1.3 Justificativa .....	11
1.4 Estrutura da dissertação .....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1 História da siderurgia no mundo .....	13
2.2 História da siderurgia no Brasil .....	44
2.3 A importância da logística de transporte na produção do aço .....	13
2.4 Custo logístico na cadeia de suprimentos .....	17
2.5 Cadeias de suprimentos e qualidade de fornecimento .....	19
2.6 Cadeias de suprimentos e confiabilidade do fornecimento .....	21
2.7 Cadeias de suprimentos quanto ao ciclo pedido e entrega .....	25
2.7.1 <i>Planejamento do estoque</i> .....	28
2.7.2 <i>Planejamento de estoques de matérias-primas e insumos</i> .....	28
2.8 Comparação das cadeias de suprimentos quanto ao critério meio ambiente .....	32
2.8.1 <i>Meio ambiente e sociedade</i> .....	34
3 METODOLOGIA .....	38
3.1 Caracterização da pesquisa .....	38
3.2 Unidade de análise e de unidade de observação .....	39
3.3 Procedimentos para coleta de dados .....	40
3.4 Análise de dados .....	41
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA .....	42
4.1 Funcionamento da siderúrgica em estudo .....	47
4.2 Análise da logística de transporte dos insumos .....	48
4.3 Análise da qualidade e confiabilidade do fornecimento de matéria-prima .....	49
4.3.1 <i>Qualidade</i> .....	49
4.3.2 <i>Confiabilidade</i> .....	50
4.4 Custos Logísticos nos dois processos .....	51
4.4.1 <i>Análise dos custos logísticos com transporte</i> .....	52
4.4.2 <i>Análise dos custos logísticos com armazenagem</i> .....	52
4.5 Análise do ciclo de pedido e entrega de matéria-prima .....	54
4.5.1 <i>Ciclo de abastecimento da sucata metálica</i> .....	54
4.5.2 <i>Ciclo de abastecimento do minério de ferro</i> .....	55
4.6 Análise dos impactos da utilização do minério de ferro e da sucata metálica no meio ambiente .....	56
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	62
REFERÊNCIAS .....	65
APÊNDICE A .....	70
APÊNDICE B .....	71



## 1 INTRODUÇÃO

O atual método de produção de aço tem passado por procedimentos de adequação com objetivos de promover melhoria no processo de obtenção do aço, seja naquele que utiliza minério de ferro ou sucata metálica.

Buscando diminuir o impacto ambiental negativo ocasionado pelas siderúrgicas, principalmente as integradas, o Congresso Brasileiro, em 1998, aprovou a Lei de Crimes Ambientais no Brasil, uma das mais avançadas existentes no mundo. Com a aprovação dessa lei, condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente passaram a ser punidas civil, administrativa e criminalmente.<sup>1</sup> A lei permitiu ao Ministério Público legitimidade para efetuar punição aos infratores.

Na indústria de produção de aço, é constante o esforço para melhoria do processo produtivo com intuito de reduzir os custos, aumentar a produtividade e a segurança da produção.<sup>2</sup> São diversos os processos existentes para a obtenção do aço e os mais difundidos são: usina integrada, que se caracteriza pelo uso de minério de ferro como matéria-prima para fabricação do aço extraído diretamente da natureza, causando grande impacto ambiental; usina semi-integrada, que tem como particularidade a utilização de sucata metálica e ferro-gusa no estado sólido para obter o aço, sendo a sucata metálica originária de material reciclado em um processo de logística reversa, processo que utiliza a sucata metálica reciclada, ocasionando uma significativa diminuição da quantidade de resíduos que necessitam de tratamento final, como aterramento ou incineração.

Logística é um ramo da administração responsável por prover recursos, equipamentos e informações de todas as atividades da empresa. É o processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender as necessidades dos clientes (BOWERSOX; CLOSS, 2001, p.19). A *logística direta* é responsável “pela administração de produtos, serviços e informações desde o fornecedor até o cliente final, possibilitando que o cliente receba o produto certo, na hora certa, na quantidade certa e com o menor custo possível” (GUARNIERI, 2011, p.1). A

---

<sup>1</sup> BRASIL, 1998.

<sup>2</sup> INSTITUTO, 2013b.

vantagem desse processo é que as empresas podem se tornar mais competitivas no mercado, ao atenderem seus clientes de forma a evitar custos desnecessários.

Recentemente, devido à necessidade de tornar os processos produtivos menos agressivos ao meio ambiente, o Ministério do Meio Ambiente instituiu a Lei 12.305, que trata da política nacional de resíduos sólidos. Nesse documento, a *logística reversa* é definida como

instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, Capítulo II, Art. 3, inciso XII).

O aço tem a vantagem de ser totalmente reciclável. Após retorno em forma de sucata metálica por meio da logística reversa, é processado e transformado em matéria-prima para fabricação do aço nas usinas semi-integradas. A logística reversa da sucata metálica gera um novo sistema produtivo por meio das empresas especializadas em coleta, preparação e negociação de sucata metálica de ferro e aço oriunda do pós-consumo. Misturada com a sucata metálica gerada na própria usina, passando por processo siderúrgico, a sucata metálica se transforma em aço. Esse processo substitui o consumo de minério de ferro e reduz o uso do carvão.

A sucata metálica é viável por ser totalmente reciclada, sem perder suas qualidades. Em contrapartida, a extração incessante do minério de ferro causa perdas no teor de ferro. Campolino (1994) salienta que o uso exploratório constante das jazidas de minério de ferro tem diminuído o teor de ferro encontrado no minério, e, com essa ocorrência, os minérios de alta qualidade têm se tornado cada vez mais raros. A consequência disso é a possível queda do preço do referido metal. Uma alternativa para manter o preço é desenvolver tratamentos de segregação dos rejeitos minerais. Com esses tratamentos, consegue-se beneficiar o minério aumentando o teor de ferro, porém o método aumenta o custo do processamento e pode aumentar o preço do minério.

Dessa forma, a motivação para elaboração desta dissertação está relacionada à necessidade da siderurgia de evoluir para um sistema de fabricação

do aço com menor custo logístico, melhor qualidade e que minimize o impacto ambiental ocasionado pela extração do minério de ferro nas jazidas.

### 1.1 Contextualização do problema

O aço, atualmente, pode ser obtido utilizando o minério de ferro ou reaproveitando-se a sucata metálica. Assim, a logística da sucata metálica se faz necessária por essa ser usada como matéria-prima associada ao ferro-gusa para produção do aço em usinas semi-integradas.

A sucata metálica é gerada por restos de produção das indústrias, material de sobra de cortes, usinagem e partes de conformações não aproveitadas na confecção de peças automobilísticas, embalagens e de eletrodomésticos. Pode também ser gerada de materiais, no fim do ciclo de vida, que são descartados pela indústria ou pela sociedade.

No Brasil, a produção de aço está ligada ao uso de sucata metálica e esse, por sua vez, apresenta melhor desempenho econômico na siderurgia. Somente no ano de 2011, o país consumiu 25 milhões de toneladas de aço (a produção total chegou a 35,2 milhões de toneladas). Porém, a sucata metálica consumida pelas aciarias brasileiras não passou de 8,5 milhões de toneladas.

O reaproveitamento da sucata metálica nas aciarias brasileiras atingiu 24% da produção, sendo que a média mundial de consumo é de 28%. Apesar de as aciarias brasileiras apresentarem bom resultado comparando-se com a média mundial, ainda estão distantes da média dos Estados Unidos, que recicla 70% de sucata metálica em suas aciarias.

As usinas semi-integradas operam em duas fases: refino e laminação, a partir da fusão de sucata metálica, gusa ou ferro esponja em forno elétrico. Devido ao fato de serem menores que as usinas integradas, por não possuir processo de redução do minério de ferro, as usinas semi-integradas são chamadas de *mini-mills*.

O parque nacional de aciarias é composto por 28 usinas, sendo 15 *mini-mills*, como ArcelorMittal, Votorantim e Sinobras, que usam o sistema; a Gerdau se destaca como a maior da América por utilizar 75% do processo *mini-mills* (uso da sucata metálica) realizado em aciarias elétricas.

As siderúrgicas necessitam de sucata metálica para fazer um novo aço e, para tanto, criam uma unidade de reciclagem utilizando-se do aço pós-consumo, tendo como consumidor de sucata metálica as aciarias que derretem a sucata metálica em seus fornos e transformando-a em produtos planos e não planos (chapas, lingotes ou tarugos).

O aço se classifica quanto à forma em planos (placas, chapas e bobinas), ou em longos ou não planos (barras, perfis, fio máquina, vergalhões, arames e tubo sem costura).

A grande vantagem da segregação da sucata metálica para reciclagem refere-se ao fato de que ela não precisa ser totalmente isenta de impurezas contaminantes, pois o processo de obtenção do aço elimina as impurezas via escória. Por esse motivo, o aço é o material mais reciclado do mundo, conforme apresentado na TAB.1

TABELA 1 – Consumo de metálicos, em kg, por tonelada de aço bruto

Discriminação	Produção de aço na siderurgia			Brasil	Mundo
	Conversores	Elétrico	Médio		
Consumo total	1.130	1.104	1,125	Kg/t	1.120
Gusa	1.017	331	876	77,6%	56,7%
Esponja	-	12	9	0,8%	4,0%
Sucata	113	761	243	2160,0%	39,3%
BRASIL	Maior produção de aço a conversor			76,1%	68,3%
	Menor participação dos fornos elétricos			23,9%	31,7%
	Maior carga de gusa igual rendimento aço/carga pouco menor			88,9%	89,3%

Fonte: ABNT, 2005. (adaptado)

Conforme demonstrado na TAB.1, o consumo menor de sucata metálica, em geral, é influenciado por maior oferta de gusa sólido, pressionado, no Brasil, por um parque siderúrgico com pouca disponibilidade de aciaria elétrica.

A sucata metálica reciclada provém de material fora de uso, oriundo de equipamentos como eletro ou eletrônicos ou mesmo restos dos processamentos industriais, como rebarba, aparas, fuligem metálica etc. A grande vantagem é a possibilidade de ser 100% reaproveitada, como ilustrado na FIG.1.

FIGURA 1 – Ciclo de reaproveitamento de sucata metálica



Fonte: GERDAU, 2013.<sup>3</sup>

O papel da Logística Reversa, nesse processo, seria, então, operacionalizar o retorno dos resíduos de pós-consumo ao ambiente produtivo, processo que agrega valor ambiental, logístico, financeiro e legal às empresas que a adotam. As formas de operacionalizar o retorno dos resíduos dependem da viabilidade econômica e do objetivo da empresa (GUARNIERI, 2011).

Diante do exposto, a pergunta que norteou esta dissertação é: quais as vantagens e dificuldades da logística direta e da logística reversa no processo de fabricação do aço em uma siderúrgica do grupo ArcelorMittal em Minas Gerais?

## 1.2 Objetivos

### Objetivo geral

- Avaliar as vantagens e as dificuldades da logística direta e da logística reversa no processo de fabricação do aço em uma siderurgia de grande porte.

<sup>3</sup> Disponível em <http://www.gerdau.com.br/meio-ambiente-e-sociedade/reciclagem-a-sucatametalica.aspx>.

## **Objetivos específicos**

- Descrever as cadeias de suprimento na utilização da sucata metálica e do minério de ferro para produção de aço.
- Investigar a qualidade e a confiabilidade do fornecimento de matéria-prima nos dois processos.
- Mensurar os custos de aquisição das matérias-primas nos dois processos.
- Comparar o ciclo de pedido e entrega de matéria-prima nos dois processos.
- Avaliar os impactos no meio ambiente dos processos que usam a sucata metálica e dos processos que utilizam o minério de ferro para a produção do aço.

### **1.3 Justificativa**

Atualmente, observa-se um processo de busca de transformação na fabricação do aço nas siderúrgicas brasileiras. A concorrência das grandes siderúrgicas internacionais impõe novo ritmo na gestão de logística, por isso as empresas brasileiras foram obrigadas a melhorar os processos de fabricação do aço como forma de assegurar a permanência no mercado. Os esforços para essa melhoria se concentram na diminuição dos custos de fabricação e na redução dos impactos ambientais.

A preocupação com a eficiência do processo de fabricação ultrapassa os limites da empresa, propagando-se a todas as etapas da cadeia de suprimentos que se empenham em desenvolver o conceito de logística integrada.

Essa busca por um sistema mais viável requer uma administração integrada de toda rede de suprimentos na aquisição do minério de ferro ou da sucata metálica como principal matéria-prima para fabricação do aço.

Os resultados deste estudo poderão contribuir para ampliar os conhecimentos logísticos aplicados no uso da sucata metálica e do minério de ferro.

## **1.4 Estrutura da dissertação**

Para discutir o tema e alcançar os objetivos propostos, esta dissertação será estruturada em cinco capítulos.

O primeiro capítulo apresenta a introdução, a contextualização do problema, a pergunta norteadora, as justificativas, o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa. O segundo desenvolve o referencial teórico, apoiado por uma revisão bibliográfica sobre os processos logísticos e sua importância no processo de fabricação do aço. Também se apresenta uma descrição do uso da sucata metálica e do minério de ferro e seu modal de transporte. Avaliaram-se os custos, a qualidade, a confiabilidade de fornecimento, o ciclo de pedido e entrega e os impactos no meio ambiente, enfatizando aspectos relacionados à logística e ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, bem como aspectos relacionados à siderurgia em estudo e suas principais características. O terceiro capítulo apresenta os procedimentos metodológicos, caracterizando o estudo e dando forma à pesquisa. No capítulo quatro, apresentam-se os resultados da pesquisa e a análise dos dados para, em seguida, no capítulo cinco, apresentarem-se as considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, serão apresentados os principais conceitos teóricos sobre o tema deste trabalho, a fim de explicitar os pilares sobre os quais serão feitas as análises dos dados obtidos com a pesquisa. Serão discutidos os conceitos de logística, especialmente os de logística direta e reversa, enfatizando a importância dos processos logísticos no processo de fabricação do aço, especialmente no que se refere ao custo, qualidade, confiabilidade, planejamento e impacto no meio ambiente.

### 2.1 Logística: principais conceitos

Os profissionais de logística têm-se destacado no campo da inovação integrando os processos da origem da matéria ao consumidor final.

Bowersox e Closs (2001) afirmam que o objetivo da logística é entregar produtos ou serviços no local, na data e na qualidade esperada pelo cliente. Salientam, ainda, que as melhores práticas logísticas são um dos desafios das organizações frente à concorrência global. Os autores propõem a seguinte definição de logística:

é o processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender as necessidades dos clientes (BOWERSOX; CLOSS, 2001, p. 19).

O crescente aumento dos processos produtivos em todo o mundo, ocasionado pelo aumento do consumo, ao mesmo tempo em que exigiu processos logísticos mais eficientes, devido à necessidade de movimentar mercadorias a longas distâncias, criou demandas específicas de armazenamento e descarte de resíduos (GUARNIERI, 2013).

Movimentos que se espalharam por vários países reivindicavam uma solução para o problema, exigindo que as empresas buscassem soluções em



produção e logística mais viáveis para minimizar impactos ao meio ambiente. Entre várias medidas, destacam-se os investimentos em mecanismos antipoluentes, substituição de matérias-primas não renováveis por matérias-primas renováveis e redução desperdício, além do reaproveitamento de resíduos gerados nos processos produtivos e de comercialização dos produtos é de grande importância (GUARNIERI, 2013). Nesse contexto, uma das ferramentas que mais tem se destacado é a logística reversa, que obteve grande evidência no Brasil devido à sanção da Lei 12.305/2010.

Guarnieri (2012) amplia o conceito definido na legislação, definindo a logística reversa inserindo-a no contexto da sustentabilidade. Assim, para a autora, a logística reversa seria:

a operacionalização do retorno dos resíduos de pós-consumo e pós-venda e o gerenciamento do fluxo de informações que ocorre desde o consumidor final até o fabricante, objetivando sua revalorização ou em última instância seu descarte ambientalmente adequado, contribuindo assim para a consolidação do conceito de sustentabilidade no ambiente empresarial, apoiada nos conceitos de desenvolvimento ambiental, social e econômico (GUARNIERI, 2012, p. 4).

A logística reversa pode ser classificada em duas subáreas de atuação: a logística reversa de pós-venda e a de pós-consumo. A primeira trata dos resíduos gerados por questões como produtos em garantia ou devolvidos devido à insatisfação dos clientes, prazos de validade expirados, entre outros. Já a segunda, trata dos bens que são descartados e que ainda apresentam condições de uso, ou que estão no final de sua vida útil (LEITE, 2003). No caso desta pesquisa, considera-se que o conceito de logística reversa pós-consumo é o mais adequado ao se tratar do uso da sucata metálica para a fabricação de aço.

## **2.2 A importância da logística de transporte na produção do aço**

Devido ao grande número de aplicações do aço, o processo de fabricação e distribuição desse metal depende de várias operações logísticas. Assim, é importante analisar o que se faz necessário para que uma empresa fabricante de aço possa receber sua matéria-prima na qualidade desejada, no custo adequado e no prazo certo.

No Brasil, na primeira metade do século XX, foram construídas ferrovias que ligavam as jazidas de minério até as siderúrgicas. Essas ferrovias funcionam até hoje, consistindo-se em uma grande vantagem no transporte de matérias-primas, principalmente do minério de ferro. No entanto, o aumento da demanda tornou o transporte deficiente, devido ao número insuficiente de ferrovias e de rodovias mal conservadas, o que aumenta o custo logístico.

O transporte, ao longo dos anos, teve a demanda aumentada devido às grandes possibilidades de trocas de mercadorias. Por meio dele, inúmeros materiais ficaram disponíveis, surgindo, então, a necessidade de transportar cada vez mais peso e mais volume, levando ao desenvolvimento de veículos de diferentes velocidades e capacidades de carga (RODRIGUES, 2004).

Sobre a evolução do transporte, Faria (2001, p.31) acrescenta:

A invenção da roda foi uma verdadeira revolução na história do progresso tecnológico, permitindo a transformação do movimento circular em movimento retilíneo, ocorrida por volta de 3500 a.C., e pode ser creditada à necessidade de vencer os obstáculos ao deslocamento nas regiões com predominância de solo rochoso e vegetação fechada. Diante do problema, o homem passou a observar situações em que o deslocamento se fazia mais difícil quando, porventura, havia a presença de um objeto roliço ou mesmo pedras de superfície mais arredondada.

Entre as preocupações atuais com o transporte, pode-se citar o alto custo que o envolve. Conforme Ballou (2007), dois terços dos custos logísticos envolvem o transporte, tornando-o o elemento de maior importância no segmento industrial. Requer também grande competência do operador logístico, pois ele tem que ter grande conhecimento dos processos de transporte para a melhor escolha do tipo de transporte para cada situação.

Conforme Fleury *et al.* (2010), os custos são mais visíveis na logística de transporte, porque essa atividade, geralmente, é terceirizada. No Brasil, verifica-se que o modal logístico mais expressivo é o rodoviário. Contudo, sabe-se que determinados tipos de materiais se concentram em outro modal de transporte devido a volume, característica, forma e estado físico.

Na escolha dos modais de transporte, observam-se dois critérios mais usuais que são preço e custo desempenho. O custo desempenho é importante também na escolha dos modais e no estudo das características dos produtos e sua

demanda. A densidade da carga e os custos adicionais trarão reflexos no preço de venda, afirma Fleury (2010).

Conforme Ballou (2007), são variáveis importantes a serem consideradas na decisão do transporte a ser utilizado: custo, tempo e prazos em que as mercadorias devem ser entregues. Há, também, outras variáveis envolvidas na escolha e definição do transporte: confiabilidade, tempo em trânsito, perdas, rastreabilidade, entre outros.

Para se fazer uma boa escolha do melhor modal, é necessária uma busca constante daquele que melhor atenda às necessidades da empresa. Essa escolha deverá buscar fatores como segurança, rapidez e custos. Para que se possa cumprir e atender as demandas do comprador, essa escolha deve estar relacionada ainda com o tipo e a natureza da mercadoria. A análise das vantagens e desvantagens dos modais deve ser feita em busca de melhor custo-benefício. Para isso, faz-se necessário analisar as diversas modalidades de transportes terrestres (rodoviário ou ferroviário), aquaviário e aéreo (MODAIS, 2013).

Quanto à forma, os transportes se classificam como modal, ou unimodal, o qual envolve apenas uma modalidade de transporte; intermodal, que envolve mais de uma modalidade, e para cada trecho é realizado um contrato; o multimodal, que envolve mais de uma modalidade, porém regido por um único contrato. Há, ainda, os segmentados, que envolvem diversos contratos para diversos modais, e os sucessivos, quando a mercadoria, para alcançar o destino final, necessita ser transbordada para prosseguimento em veículo da mesma modalidade de transporte regido por um único contrato (MODAIS, 2013).

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CONFEDERAÇÃO, 2012), o transporte terrestre de mercadoria se divide em três, que são o rodoviário, o ferroviário e o dutoviário. O Brasil destaca-se no transporte de dutovias para produtos em granel (minérios e grãos), líquidos (petróleo e derivados) ou gasosos. A grande vantagem desse modal está na movimentação de produtos em grandes volumes de baixo valor unitário. Quanto às desvantagens, podem ser citados o grande custo das instalações, os gastos de direito de acesso, os custos de construção e necessidade de equipe especializada para construção da malha dutoviária.

Contudo, apesar de os custos de construção serem altos, o sistema apresenta uma diversidade de vantagens, dentre elas o fato de ser um sistema que

usa transporte gravitacional ou por bombeamento, que consome pouca energia e dispensa custos com embalagem (CONFEDERAÇÃO, 2012).

Além da segurança, o transporte dutoviário proporciona economia por ter elemento de transporte fixo (o que se desloca é somente a carga), e os custos com acidentes e roubos de cargas são mínimos, reduzindo-se o custo com seguro. Outra vantagem é a não-interferência de condições climáticas, impedindo ou aumentando os prazos de entregas. Além disso, a malha dutoviária reduz o impacto ambiental por amenizar gasto com infraestrutura necessária para transportes, tais como desmatamento de grandes áreas. Somam-se a esses benefícios a não emissão de gases poluentes durante transporte (CONFEDERAÇÃO, 2012).

Nesse contexto, no Brasil, verifica-se a predominância do transporte ferroviário para o minério de ferro e rodoviário para a sucata metálica. Apesar de o valor mais relevante estar ligado ao transporte, para os objetivos desta pesquisa também se faz necessário o estudo comparativo do custo de aquisição da sucata metálica e do minério de ferro.

## **2.4 Custo logístico na cadeia de suprimentos**

Conforme Fleury (2010), o transporte representa, aproximadamente, 60% dos custos logísticos e 3,5% do faturamento, o que significa, muitas vezes, o dobro do lucro.

Os Custos Logísticos no Brasil representam 12,1% do PIB (COPPEAD/UFRJ), enquanto nos EUA esse mesmo custo é de 8,19%. Quando se analisa o PIB brasileiro, percebe-se que os gastos com logística no Brasil são muito grandes, se comparados ao tamanho da economia. O Brasil gastou com transporte rodoviário R\$ 104,3 bilhões (incluído diesel, pedágio e manutenção dos veículos); R\$ 7,5 bilhões com o transporte ferroviário, R\$ 6,9 bilhões com o aquaviário, R\$ 2,1 bilhões com o dutoviário e R\$ 1,9 bilhões com o aéreo, totalizando R\$ 122,5 bilhões. O investimento de R\$ 600 milhões/ano feito pelo Governo Federal ajudaria a retirar os gargalos no transporte. A falta de infraestrutura brasileira faz com que os empresários brasileiros gastem R\$ 4,4 bilhões a mais que os EUA. A logística de transporte, no Brasil, é excessivamente cara, principalmente pela falta de investimento na infraestrutura. Estudos mostram que no Brasil o preço de frete é muito baixo comparado com outros países. Entretanto, muitas vezes o usuário paga muito por estar usando o modal de transporte que não é adequado para aquele produto (ADMINISTRADORES, *apud* MACHADO, 2007, p.5).

A análise de custo se faz presente em toda cadeia de suprimentos, e as negociações em compras, segundo Humphreys (2001, *apud* SOARES, 2003), deixaram de ser uma atividade simples de aquisição para uma atividade relevante nas estratégias de redução de custo. Seria como se antecipar, por meio de uma boa compra, à viabilidade econômica do produto, não se esquecendo do componente prazo e qualidade.

Em harmonia com Humphreys (2001, *apud* SOARES, 2003), Ballou (2007) destaca que é importante insistir nos requisitos de uma administração eficaz, interagindo entre produção, comercialização, compras e as outras atividades de suprimentos. Tal harmonia e sua correlação são de suma importância. Quando rompida para se dar destaque a uma das atividades de suprimentos isoladas, interfere ferindo a inter-relação, causando prejuízo e afetando negativamente o canal de suprimentos. Isso pode gerar custos que poderiam ser evitados, caso fosse mantida a harmonia entre as diversas atividades do canal de suprimentos.

Outro fator relevante são os custos de armazenagem:

Um panorama sobre os custos logísticos no Brasil, publicado em 2010 pelo ILOS – Instituto da Logística e Supply Chain, aponta que no Brasil os custos logísticos correspondem a 11,6% do produto interno bruto. A participação deste total é de: TRANSPORTE: 6,9%; ESTOQUE: 3,5%; ARMAZENAGEM: 0,7%; GASTOS ADMINISTRATIVOS: 0,4%. (ESPOSITO, 2012)<sup>4</sup>

Por ser consenso entre os administradores de logística que estoque gera prejuízo, partiu-se para uma busca incessante pelas reduções de estoques. Nesse contexto, o Portal da Administração (2013) enfatiza que as empresas se veem no dilema sobre quanto estocar e como reduzir o estoque sem comprometer o processo de logístico.

Para empresas que possuem diversas unidades, é possível estabelecer uma política de centralizar estoques com vista à redução de custos. Outra opção é descentralizar, mas essa escolha pode aumentar os estoques e provocar aumento dos custos. Por isso, é necessário que se faça um estudo detalhado de tais operações, para que os resultados sejam positivos (PORTAL, 2013).

Para Leite (2009), os custos estão ligados diretamente às operações logísticas, tanto os diretos quanto os indiretos. Há, ainda, custos causados pelos

---

<sup>4</sup> <http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/gestao-estrategica-de-custos-como-ferramenta-para-os-administradores-da-logistica/62504/>. Acesso em: 25 abr. 2013.

gestores e custos de oportunidade que estão relacionados à imagem corporativa da empresa. Para o autor, é importante considerar ainda os custos ocultos, aqueles que não são visíveis pela contabilidade tradicional e estão diretamente associados à imagem da empresa e à perda de clientes. Esses custos são de difícil recuperação e podem afetar a imagem organizacional, mas podem ser evitados por meio da logística reversa.

O fator mais relevante no transporte, conforme Ballou (2007), é seu tempo médio e sua variação. A variação do tempo da entrega está sempre em destaque na avaliação do desempenho do transporte. O tempo de entrega (viagem/trânsito) é definido e calculado como o tempo médio de percurso entre saída (origem) e chegada (destino). Assim, as escolhas dos modais de transportes podem sofrer variações de acordo com a possibilidade de melhor resultado em busca da conexão direta entre o ponto de origem e o destino.

O autor define que o desempenho dos meios de transportes deve ser o tempo total do percurso de porta a porta, mesmo que se tenha utilizado mais de um tipo de modal. Nesse caso, é necessário avaliar o tempo gasto em cada tipo, visto que, para cada um deles, o tempo de carregamento e de transporte é diferente.

Acredita-se que, no presente trabalho, faz-se necessária a análise do custo-benefício em cada modal de transporte, sendo necessária a comparação entre eles.

## **2.5 Qualidade de fornecimento**

Para Ishikawa (1986), muitas empresas falam de qualidade na teoria, mas, na prática, devido à preocupação excessiva com os lucros, descuidam de praticá-la, procurando apenas as reduções do custo de produção.

Deming (2003) e Juran (1992), ao proporem a filosofia da qualidade total, demonstraram que os grandes problemas das empresas estão ligados à falta de planejamento, tornando-as incapazes de preverem seus problemas, levando ao aumento dos custos decorrentes dos desperdícios de mão de obra, materiais e equipamento.

Conforme Deming (2003), o aumento da produtividade é proporcionado pela melhoria da qualidade, o que provoca resultados positivos. De acordo com o autor, para se implantar a qualidade total, é preciso que haja o envolvimento da alta administração, definindo metas relacionadas com as necessidades dos consumidores. Ainda segundo Deming (2003), qualidade é oferecer produtos que atendam e satisfaçam necessidades e expectativas dos clientes.

O autor utiliza definições mais simples para melhor entendimento dos problemas, classificando-os como doenças e obstáculos. Os problemas classificados como doenças são assim denominados devido a dificuldades de serem eliminados. Deming (2003) classifica tais doenças fatais em sete tipos que, se não exterminadas, trarão graves problemas para a empresa: falta de propósito constante; ênfase em lucro em curto prazo; avaliação rígida da performance; mobilidade da gestão; administração da empresa somente com números visíveis; excessivos custos de planos de saúde; e excessivos custos de garantias.

As ferramentas de qualidade se complementam com os termos da definição de Juran (1992). O termo **qualidade** pode ser expresso de diversas formas, mas dois são mais relevantes para os gerentes. Primeiro, a qualidade do produto, quando realiza as necessidades solicitadas, percebidas, verdadeiras e culturais do cliente. Juran (1992) destaca que ela permanece conectada aos resultados, declarando como clientes todos que sofrem influência dos produtos, podendo ser externos ou internos em relação à empresa. Segundo, a qualidade é expressa pela ausência de não-conformidades que estejam correlacionadas com o custo. Juran (1992) definiu que uma falha do produto, uma não-conformidade, provoca uma insatisfação com o produto. A não-conformidade dos produtos provoca interrupção do fornecimento e entregas fora do prazo, má aparência ou desconformidades com as especificações solicitadas.

Apesar de a qualidade ser um fator decisivo na obtenção dos resultados, há outros requisitos que devem ser considerados. Para Slack *et al.* (2002), a produção de bens e serviços mobiliza todos os setores da empresa. Porém, fazem-se necessárias outras funções para um resultado eficaz, tais como o marketing, área contábil-financeira, o desenvolvimento de produtos e serviços e a função de apoio como recursos humanos, compras, engenharia e suporte técnico.

Slack *et al.* (2002) ainda definem outros três papéis relevantes relacionados à produção. O primeiro papel é o de apoiar a estratégia empresarial,

aprimorando objetivos e políticas favoráveis à administração. O segundo papel é implementar a estratégia empresarial, moldando as estratégias em realidades operacionais. O terceiro papel é estimular a estratégia empresarial, introduzindo recursos e meios para obter excelência competitiva.

Conforme Paladini (1995), uma técnica nova somente deve ser implantada se resultar em vantagens, produzindo resultados que superem investimentos, custos e eventuais desvantagens por ela geradas. A concordância conceitual e a semelhança das realidades do processo produtivo devido a esse fato são condições.

## **2.6 Cadeias de suprimentos e confiabilidade do fornecimento**

Para ser considerado ideal, um processo de compras deve ter o pedido atendido no prazo necessário e receber a quantidade de mercadoria desejada no preço estipulado. No entanto, devido a emergências inesperadas, a maioria das empresas preocupa-se somente com o prazo. Ao serem realizados todos os procedimentos de um processo de compras, é importante escolher um fornecedor que cumpra todas as necessidades do comprador em curto prazo. Em alguns casos, a qualidade do material não será inspecionada pela empresa compradora, que prefere confiar na qualidade garantida pelo fornecedor. Uma não-conformidade relativa à qualidade ou ao prazo estipulado pode comprometer toda a cadeia de suprimentos.

Conforme Ballou (2007), a importância dos serviços ao cliente é determinada pelo custo ligado à fidelização. Esses custos precisam ser avaliados e delimitados cuidadosamente para se garantir a lealdade. A importância da fidelização se verifica pelo volume, pois 65% dos negócios da empresa envolvem clientes permanentes.

A fidelidade é importante, porém, antes de fidelizar um fornecedor, é necessário que ele seja selecionado. Segundo Bertaglia (2009), a escolha do fornecedor se torna complexa devido à diversidade das características do produto ou serviço a ser adquirido, gerando exigências maiores ou menores. As compras, na atualidade, são fatores de suma importância para a empresa, e não apenas uma



cotação de preços. Assim, podem-se destacar três características básicas a serem consideradas em compras: preço, qualidade e serviço, elementos considerados determinantes para a escolha do fornecedor.

Como observa Ballou (2007):

Em média, custa seis vezes mais desenvolver um cliente novo do que conservar um antigo. Do ponto de vista financeiro, então, os recursos investidos em atividades de serviços ao cliente proporcionam retorno substancialmente mais alto do que os utilizados na promoção e desenvolvimento de outras ações de atração de clientes (BALLOU, 2007, p.5).

Segundo Bertaglia (2009), é necessária a procura incessante de melhores resultados que sejam decisivos para a sobrevivência da empresa no mercado competitivo. Nesse cenário, a escolha do fornecedor por meio de critérios de avaliação pode ser muito influente no gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Segundo o autor, a integração da colaboração entre fornecedores e clientes, por meio da cadeia de abastecimento e demanda, estimula a seleção dos clientes e intensifica as negociações com alguns fornecedores. Essa aproximação e seleção são baseadas nos históricos de fornecimento, escolhendo-se aqueles com melhor atendimento de qualidade e credibilidade, reduzindo-se, assim, o número de fornecedores.

No contexto da importância do fornecedor por meio da avaliação dos clientes, é possível apontar, conforme Bertaglia (2009), algumas características que servem de parâmetro para a avaliação dos fornecedores, como ilustra o QUADRO 1.

QUADRO 1 – Qualificação de fornecedores

QUALIFICAÇÃO	
Preço	Histórico
Qualidade	Garantias
Saúde financeira	Disponibilidade para trocar informações
Investimentos em preparação de pessoal	Reputação
Localização	Competência para transportar
Investimentos em tecnologia	Tempo de ciclo
Capacidade de atender às expectativas	Disponibilidade de serviços e produtos
Velocidade	Relações trabalhistas
Desempenho na entrega	Falta de produto
Produtos danificados	Número de reclamações
Pedidos perfeitos	

Fonte: BERTAGLIA, 2009, p.111.

A avaliação detalhada do fornecedor, conforme mostra o QUADRO 1, proporciona uma seleção estratégica baseada na qualificação, reduzindo-se, assim, o risco de se optar por fornecedores não aptos a executar o serviço.

De acordo com o Portal da Administração (2013), grande parte das empresas, pressionadas pela necessidade de reduzir custos, busca reduzir os gastos na aquisição de insumos, matérias-primas e serviços. Essa busca por redução de custos tem como solução a terceirização dos serviços, o que torna relevante que esses parceiros sejam confiáveis e que apresentem bons resultados.

Segundo Marcelo Lombardo, diretor da empresa New Age Software, a gestão do sistema de fornecimento em busca da seleção de fornecedores com atendimento de excelência provoca um grande movimento de terceirização. As empresas terceirizadas se tornam relevantes no resultado da empresa para a qual prestam serviços e, na busca pela redução do risco, elas devem ser monitoradas e integradas na própria empresa para suprir essa nova realidade (PORTAL, 2013).

As empresas vão em busca das vantagens competitivas impulsionadas pela gestão do relacionamento com o fornecedor, e, para suprir essa nova realidade, surge o SRM (*Supplier Relationship Management*), Gestão das Relações com Fornecedores (PORTAL, 2013).

Para ser competitivo, é necessário um bom relacionamento com fornecedores de excelência, objetivando reduzir o custo e ser pontual nas entregas de produtos e serviços. Para ter resultados positivos nesses parâmetros, é preciso um acompanhamento por parte dos gestores da empresa nas áreas de compras e contratação, com a monitoração constante de todo o processo por meio da associação do SRM à Tecnologia da Informação (TI). Essa união gera alguns benefícios devido ao fato de o programa de computadores proporcionar agilidade nos registros e nas avaliações dos fornecedores, com dados, análises e avaliações imediatas que proporcionam vantagens, tais como a redução dos custos operacionais, providos por dados de previsões mais corretas de demandas e melhor controle nos orçamentos de compras (PORTAL, 2013)

Para Ritzman e Krajewski (2004), na seleção de fornecedores, devem-se observar alguns critérios que são decisivos. Normalmente, a empresa é avaliada por meio de três critérios: preço, qualidade e prazo de entrega. Porém, tem surgido um quarto critério que vem-se fortalecendo com o tempo: o impacto ambiental.

Para Slack *et al.* (2002), a confiabilidade do fornecedor para um fornecimento eficaz é muito importante, mas deve-se destacar que ele tem que atender aos objetivos normais da produção, que são qualidade, rapidez, flexibilidades e custo. Além disso, os fornecedores recebem especificações técnicas a serem cumpridas e que precisam ser comprovadas à empresa compradora por meio de certificação de qualidade. As análises de qualificação de fornecedor passam pela exigência de programas de qualidade de fornecimento sistematicamente implantados que dão condições de monitorar os equipamentos, os sistemas, os procedimentos e os treinamentos.

Conforme Bertaglia (2009), são os clientes que mantêm as iniciativas de colaboração. Entretanto, para que a cadeia de abastecimento seja eficiente, é preciso participação do fornecedor, pois os clientes, à procura de resultados econômicos, promovem a centralização dos pedidos em um único fornecedor. Esse fato resulta em um aumento do parque instalado e da padronização dos serviços, proporcionando benefícios para ambos os lados.

Tal transformação na evolução da forma de negociar fez surgir alianças estratégicas, conceito cada vez mais usado nos diversos segmentos do mercado. Devido aos riscos gerados pelo novo conceito, torna-se cada vez mais necessário selecionar os fornecedores, complementa Bertaglia (2009).

Bertaglia (2009), apesar de definir diversos critérios para escolha dos fornecedores, afirma que as empresas precisam ser rigorosas na análise das condições financeiras do cliente, independentemente do porte que apresenta. Uma avaliação detalhada da saúde financeira proporciona um conhecimento profundo do cliente, minimizando, assim, os riscos de ruptura de fornecimento.

Segundo Slack *et al.* (2002), a quantidade de fornecedores e a forma como são selecionados para execução do trabalho estão associadas à estratégia de compras, que pode definir fornecedores exclusivos para determinados produtos, como também muitos fornecedores para um único produto, ou mesmo fornecedores internacionais.

Essa seleção não é simples, e sua complexidade aumenta de acordo com os critérios determinados nas compras. Uma análise detalhada deverá ser considerada para analisar vantagens e desvantagens de cada modelo na procura do mais adequado. Faz-se necessário que o setor de compras mantenha um acompanhamento dos dados sobre os fornecedores potenciais e que esteja

preparado para acompanhar e sugerir opções de materiais e serviços a serem considerados.

Para ter um bom fornecimento, é necessário que os fornecedores tenham confiabilidade, característica assim definida por Slack *et al.* (2002, p. 74): “Confiabilidade significa fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços prometidos”.

Segundo os autores, a confiabilidade de uma operação somente pode ser analisada após a entrega do produto ou do serviço. O consumidor, na escolha de um novo fornecedor, não terá qualquer histórico referente ao passado para análise da confiabilidade, e esse pode ser o critério mais importante a ser avaliado. Essa mesma confiabilidade se aplica aos fornecedores internos, assim como as operações internas que, ao adotarem esse critério, poderão obter melhores resultados.

Verifica-se que é de suma importância a escolha do fornecedor no processo de aquisição de materiais, bem como a análise de confiabilidade para manter corretamente o atendimento, sem ruptura da qualidade do fornecimento no total da demanda contratada. No entanto, a confiabilidade de fornecimento pode ser prejudicada quando o ciclo pedido e entrega não está harmonizado.

## **2.7 Cadeias de suprimentos quanto ao ciclo pedido e entrega**

O ciclo de pedidos e entregas é de responsabilidade do setor de compras e, conforme Gonçalves (2004), esse não é um órgão somente para promover a procura de materiais e serviços para suprir a empresa: sua responsabilidade é muito maior que somente o repasse de pedidos e entregas. São necessários o planejamento e o acompanhamento no processo de decisão, além de pesquisas e definição de fornecedores, requerendo um diligenciamento constante de todo o ciclo. Essa interatividade pode afetar positiva ou negativamente a saúde financeira da empresa na definição de estoques, prazos de entregas e processos de pagamentos dos materiais adquiridos.

Além disso, deve ser destacada a importância das ferramentas que acompanham o dia a dia da gestão de compras em cumprimento a prazos e resultados, seguindo a partir da colocação do pedido até a entrega ao cliente.

Conforme Dias (1999), todo o fluxo logístico deve ser avaliado, desde o momento em que as metas são estabelecidas e durante todo o processo de gerenciamento da rotina. Uma frequência acentuada gera oportunidades de identificação imediata de desvios e correção trazendo o processo ao fluxo normal. Apesar de esse processo de gerenciamento já ser adotado nas empresas, muitas vezes falta o incentivo às pessoas, por isso, são necessárias delegações. Para o autor, maior delegação proporciona maiores possibilidades de erros a serem verificados e evitados e faz parte dos riscos dos processos, sendo definitivamente melhor errar agindo que se omitir. Dias (1999) afirma que o *follow up* demonstra os erros e as possibilidades de correção e, quando bem executado, transmite segurança e gera bons resultados. O bom líder, sabendo disso, delega, apoia e incentiva a criatividade em busca de resultados e prazos de excelência.

Bertaglia (2009, p.30) afirma que “em compras, os papéis são outros. *Follow-ups* serão coisas do passado”. Para o autor, compras eram definidas por colocação de pedido em fornecedor qualificado, disparando-se um monitoramento desse pedido com o objetivo de evitar atrasos nos processos. A gestão de compras, atualmente, ultrapassa os limites de comprar e acompanhar, transformando-se em processo integrado envolvendo custos, qualidade e velocidade de resposta. O comprador deve ter um conhecimento global de negócios e tecnologia devido ao desenvolvimento tecnológico que o transformou em analista de suprimentos e negociador.

Segundo Bertaglia (2009), para se obter sucesso em compras é fundamental que o processo de compras seja centralizado, resultando em melhores preços e serviços em virtude de uma demanda maior que reduz, também, os valores com transporte devido ao aumento do volume de compras. Contrapondo esse processo, as compras descentralizadas têm a vantagem de aumentar a velocidade do atendimento. Quando feitas com fornecedores locais, podem influenciar positivamente o custo de transporte. Outra opção adotada por algumas empresas é uma mistura dos dois conceitos, centralizando os itens estratégicos e de maior volume e efetivando compras locais descentralizadas de menor quantidade.

Cada empresa tem sua estratégia de compras definida em busca de melhores resultados. Nesse contexto, Slack *et al.* (2002) afirmam que a estratégia de compras define com quantos e com quais fornecedores a empresa trabalhará. A escolha pode ser orientada para trabalhar com fornecedores exclusivos para produtos definidos ou vários fornecedores para o mesmo produto. Dessa forma, podem-se escolher um sistema de fornecedores diretos e um número de muitos outros fornecedores indiretos que abasteçam seus fornecedores, ou pode-se trabalhar com fornecedores internacionais. Para fazer essas escolhas, faz-se necessário que o setor de compras mantenha boa base de informação sobre os fornecedores potencialmente aptos.

Segundo Slack *et al.* (2002), é necessária uma análise detalhada das vantagens e desvantagens de cada processo selecionando, e, para realizar essa escolha, o setor de compras deve manter uma completa base de informações sobre seus fornecedores potenciais, para que possa estar apto a sugerir alternativa de materiais e serviços a serem contratados.

O ciclo de pedido e entrega, conforme Ballou (2006), é uma atividade definida por compra. Essa programação orientará a movimentação e a estocagem de materiais, garantindo, assim, que as mercadorias sejam entregues na data certa e nas quantidades solicitadas.

Para Gonçalves (2004), no ciclo de pedido e entrega, o tempo de ressuprimento é importante na influência do estoque, normalmente afetado por duas possibilidades. A primeira, a antecipação da entrega, provoca o aumento do estoque e a conseqüente elevação do custo. A segunda, o atraso da entrega, que, no caso de o estoque acabar antes do recebimento da nova encomenda, pode ocasionar problemas.

Ainda conforme Gonçalves (2004), é importante associar essas possibilidades ao comportamento da demanda, que também é analisada sob duas possibilidades. A primeira possibilidade é quando um fornecimento é contratado, e a demanda se retrai, resultando em aumento de estoque. A segunda é uma aceleração da demanda, além do previsível fim do estoque, influenciando negativamente os custos, conforme ilustra a FIG.2.

FIGURA 2 – Matriz de possibilidades: Demanda x Tempo de reposição

<b>Demanda variável Tempo de reposição constante</b>	<b>Demanda variável Tempo de reposição variável</b>
<b>Demanda constante Tempo de reposição constante</b>	<b>Demanda variável Tempo de reposição variável</b>

Fonte: GONÇALVES, 2004, p.84.

Na FIG.2, Gonçalves (2004) demonstra que cada abordagem implicará a reavaliação dos parâmetros para dimensionar estoques adicionais chamados de estoques de segurança ou de “estoque pulmão”. O autor afirma ainda que, quando a demanda e o tempo de reposição são invariáveis constantes, devem ser tratados como exceção. Nesse caso, não se aplica a utilização de qualquer tipo de estoque de segurança, mas é necessário encontrar o equilíbrio entre demanda e reposição do estoque por meio do planejamento de estoque.

### **2.7.1 Planejamento do estoque**

O planejamento do estoque vai além de controle das demandas e segue procedimentos estabelecidos pela empresa. São utilizados fórmulas e dados estatísticos apropriados para análise e definição da necessidade de quando e quanto estocar.

Conforme Ballou (2006), é mais fácil administrar uma empresa com estoque alto, pois ela pode produzir sem ser necessário parar a produção ou a entrega. Por outro lado, podem-se elevar muito os custos com estoques parados.

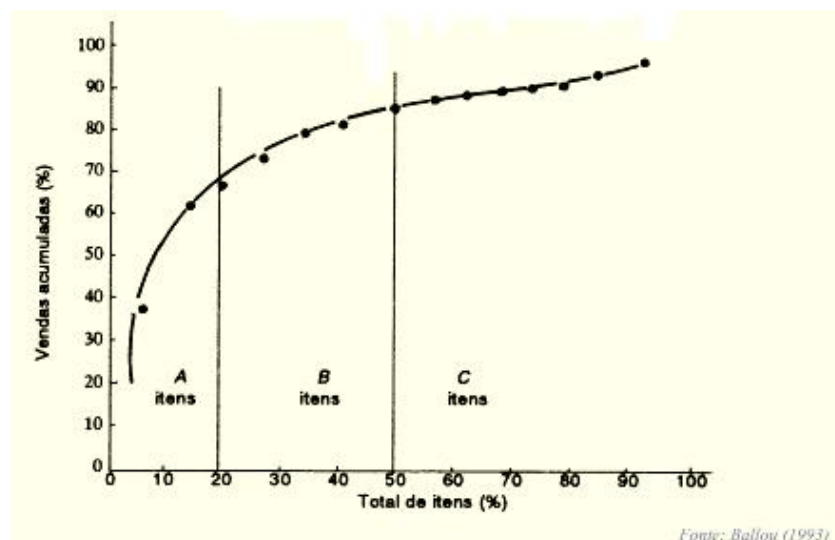
Altos estoques, às vezes, mascaram alguns problemas de qualidade devido à disponibilidade de material substituível. A redução imediata de estoques

força a tomada de medidas corretivas para os problemas de qualidades, a fim de minimizar o capital investido em estoque. Para se trabalhar com estoque zero, são necessários um estudo detalhado e um bom planejamento das diversas fases da cadeia de suprimentos.

Conforme Arnold (1999), o mais importante em uma política de estoques é a disponibilidade da empresa em correr riscos em relação à ruptura do estoque. É possível efetuar cálculos estatísticos que determinem, com razoável margem de correção, o risco ocasionado pela falta do material. Esse cálculo em análise detalha o custo da falta do material, que pode ser crítico ou mesmo irrelevante. Essa análise definirá a necessidade ou não de proteger os níveis de estoque de uma possível ruptura.

Para Dias (1999), o cálculo do estoque de segurança é feito com base no tempo expendido para repor os estoques e sua demanda passada. O resultado é multiplicado por um fator moderador que diminuirá o impacto desse valor no fluxo de caixa da empresa. Os parâmetros de gestão de estoques são gerados pela análise de tempo médio de reposição e pela curva ABC, como ilustrado na FIG.3.

FIGURA 3 – Curva ABC



Fonte: BALLOU, 1993, p.78.

Conforme Ballou (2006), a curva ABC (Relação “80-20”) mostra que 20% dos itens estocados representam 80% do valor monetário do estoque e os 80% dos itens restantes representam apenas 20% desse valor. A curva ABC se destaca para definição e decisão sobre quais produtos devem ser estocados em um depósito.



Assim, como salienta Arnold (1999, p. 284), “o princípio ABC baseia-se na observação de que um pequeno número de itens frequentemente domina os resultados atingidos em qualquer situação”.

Dias (1999) destaca a importância da curva ABC, afirmando que os estoques e o provisionamento dos itens considerados A, na escala A, B, C, devem ter um acompanhamento e um controle rigoroso, gerando o menor estoque de segurança possível. Para o autor, deve-se usar a curva ABC para determinar a periodicidade de reposição dos itens, e a empresa, baseada em sua política de estoques, pode interferir nos itens “A” definindo que esses sejam repostos mais vezes em quantidades menores. Já os itens “C” devem ser repostos menos vezes, em quantidades maiores, em busca de menor impacto financeiro de sua estocagem.

Segundo Dias (1996), uma boa análise dos itens “A” pode aumentar a periodicidade de fornecimento sem desabastecimento, reduzindo, assim, os custos. Por outro lado, o autor demonstra que os itens “C” têm tratamento diverso, naturalmente sua periodicidade de reposição é muito maior que a dos materiais classe “A”. Para o autor, os materiais classe “C” são de baixo impacto no custo dos materiais estocados ou custos de aquisição.

Apesar da importância da classificação, pode-se fazer outra análise seguindo o mesmo princípio, definindo como parâmetro a importância do item como a classificação XYZ, em que: X= materiais que possuem similares; Y= materiais que possuem similares, mas sua falta interfere na qualidade dos serviços; Z= materiais que não possuem similares e sua falta será crítica (PAULOS JÚNIOR, 2005).

No planejamento de estoques, o ponto de ressuprimento ou ponto de pedido indica a necessidade de reposição de material, transformando-o em estoques. Esse ponto é definido pela multiplicação do consumo médio mensal do material pelo tempo de ressuprimento. O resultado obtido define o momento e a necessidade da compra.

Conforme Dias (1996), a reposição de material deve ocorrer quando o estoque virtual estiver abaixo de ou igual a uma determinada quantidade, definida como ponto de pedido ou ponto de ressuprimento. O estoque virtual é o volume dos pedidos colocados e ainda não atendidos pelo fornecedor, somados à quantidade realmente existente. Nesse caso, a quantidade do saldo em estoque deve ser suficiente para abastecer o consumo durante o tempo de reposição.

Como se percebe, a discussão sobre o planejamento do estoque é de fundamental importância para este estudo, especialmente no que se refere ao gerenciamento de estoque de matérias-primas e insumos. As matérias-primas utilizadas na produção do aço (minério de ferro e sucata metálica) são estocadas de acordo com demanda.

Segundo Ballou (2006), estoque é acúmulo de matérias-primas e materiais em diversas fases de processamento, tendo o custo de manutenção em média de 20% a 40% do seu valor por ano. Devido a esse fato, administrar cuidadosamente o nível de estoques é economicamente importante.

Sobre a administração de materiais, Gonçalves (2004, p.2) enfatiza:

Administrar materiais é uma atividade que vem sendo realizada nas empresas desde os primórdios da administração. Ela tomou um grande impulso a partir do momento que a logística se estendeu muito além da fronteira da empresa, tendo como principal objetivo atender às necessidades e expectativas dos clientes. No formato tradicional, a administração de materiais tem objetivo de conciliar os interesses entre a necessidade de suprimentos e a otimização dos recursos financeiros e operacionais da empresa. Se observarmos a cadeia de suprimentos das empresas, verificamos que ela se inicia no fornecedor das matérias-primas, passando pelo fluxo de transformação dessa matéria-prima em produto e, finalmente, chegando à ponta de consumo, nas prateleiras e nas gôndolas dos varejistas e clientes.

Para Dias (1996), o uso de bons métodos para gerenciar estoques pode levar a empresa a evitar custos desnecessários. Dentre tais métodos, o autor destaca o MRP (*Material Requirements Plan*), que pode equalizar os investimentos em estoques. Conforme o autor, as empresas mal administradas mantêm estoques elevados que, nesses casos, funcionam como reguladores dos erros de demandas, ou como substitutos na quebra de equipamento. É possível corrigir essa situação com um sistema de controle intitulado *planejamento das necessidades de materiais* (MRP), que integra todos os planejamentos da cadeia produtiva em todas as fases, permitindo, assim, o acompanhamento e o controle dos estoques.

Já Arnold (1999) afirma que o MRP é o sistema para evitar falta de peças, pois ele é calculado e parametrizado em um plano de prioridades com base em cada nível de necessidade. O autor ainda descreve que o principal objetivo dos sistemas de planejamentos é o controle da produção, contribuindo para que o estoque tenha

apenas materiais certos, disponíveis para atender o planejamento da produção com base no tempo de reposição.

Para Arnold (1999), a matéria-prima utilizada diretamente na produção tem características próprias que divergem de outros materiais, e a principal está na previsibilidade do consumo. Ele é planejado com base na previsão de vendas e nos estoques em toda a cadeia de suprimentos, além de seguir a política de estoques determinada pela cúpula da empresa. A matéria-prima, para o autor, tem o maior impacto em custos devido ao seu alto consumo, pois, mesmo com custo unitário baixo, tem impacto elevado no custo final.

Nesse contexto, Dias (1999) salienta que o MRP tem como princípio a geração do produto final no menor tempo e pelo menor custo. Tudo isso é possível pelo fato de o sistema ter informações disponíveis e atualizadas sobre níveis de estoque de cada produto acabado ou matéria-prima. Seu banco de dados conserva informações atualizadas sobre as pendências de compras junto aos fornecedores e que providências estão sendo tomadas, monitorando, assim, as previsibilidades do abastecimento.

O controle dos estoques de matéria-prima e insumos, além de economia e tempo, tem impacto em outro elemento importante a ser considerado na produção do aço: o meio ambiente.

## **2.8 Comparação das cadeias de suprimentos quanto ao critério meio ambiente**

O maior desafio com que se depara o homem neste início de século é continuar a retirar os recursos da natureza necessários à sobrevivência do homem, sejam eles minerais, vegetais, animais, sem prejudicar o meio ambiente. Sabe-se, no entanto, que essa retirada nem sempre é equilibrada e leva a perdas e destruição que desfavorecem a natureza.

Conforme Martins (2007), os problemas ambientais são os maiores desafios do século XXI, processo que se tem agravado pelos constantes acidentes ecológicos denunciados pela imprensa. Esses acidentes são decorrentes das falhas no funcionamento das indústrias que degradam o meio ambiente, provocando situações extremas de poluição em cidades, rios, lagoas e baías.

O autor afirma que os problemas de meio ambiente se tornaram tema político obrigatório, com o objetivo de manter a sustentabilidade da vida humana. Somados a movimentos ecológicos, destacam-se os partidos verdes ou movimentos ambientalistas em uma luta acirrada contra a destruição do planeta.

De acordo com a Resolução CONAMA n°. 306 (BRASIL, 2002), meio ambiente é “o conjunto de condições e leis que influenciam interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite abrigar e reger a vida em todas suas formas”. Ou, ainda,

circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações. Neste contexto, circunvizinhança estende-se do interior de uma organização para o sistema global (ASSOCIAÇÃO, 2005, p.2).

No contexto acima, pode-se verificar que meio ambiente é uma soma de conjuntos, leis e interações que abrangem a natureza, o ser humano, em um contexto holístico global.

Conforme o IBRAM (INSTITUTO, 2013a), depois da realização do RIO+20,<sup>5</sup> tornou-se evidente, mais uma vez, a necessidade de se traçarem estratégias para a preservação do planeta. Os resultados apontam que a produção de energia atual é insuficiente para suportar a crescente demanda da população.

A busca de energias menos agressivas ao meio ambiente encarece os processos, e, em busca de custo mais baixo para produzir energia, especialmente no sul do Brasil, é utilizado o carvão mineral.

O maior problema de se utilizar o carvão mineral para produzir energia é a emissão de CO<sub>2</sub> durante a queima. Entretanto, há boas notícias: além dos custos baixos, estudos apontam que, dentro de oito anos, com o desenvolvimento tecnológico, toda dispersão de CO<sub>2</sub> poderá ser controlada (INSTITUTO, 2013a).

Em texto publicado na *Revista Meio Ambiente Industrial* (Que tal um 2013 mais sustentável?), Bottini (2013) demonstra que, nos EUA, o consumo de carvão é o mais agressivo de todos. Dessa forma, seriam necessários 4,16 planetas

---

<sup>5</sup> A Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, foi realizada de 13 a 22 de junho de 2012, na cidade do Rio de Janeiro. A Rio+20 foi assim conhecida porque marcou os vinte anos de realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) e contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas. Disponível em: [http://www.rio20.gov.br/sobre\\_a\\_rio\\_mais\\_20.html](http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html). Acesso em: 20 fev. 2014. (BRASIL, 2012)

trabalhando para renovar a biocapacidade americana. No caso do Brasil, verifica-se que há o consumo de 30% da capacidade de renovação dos recursos naturais, abaixo da capacidade de renovação, o que gera um crédito de sustentabilidade. Apesar de o Brasil ser um bom exemplo de sustentabilidade, verifica-se que o consumo de recursos naturais cresce ano a ano, que é uma razão de cuidados para que não se extrapolem os limites da capacidade de renovação.

A exploração mineral está em pleno crescimento no Brasil, mas com problemas, conforme o IBRAM (INSTITUTO, 2013a). O setor de mineração encontra-se em ritmo acelerado, com uma previsão de faturamento, para 2014, de US\$ 55 bilhões, ou seja, 10% superior ao faturamento de 2011. Porém, meios burocráticos podem prejudicar o setor, segundo as empresas exploradoras. Para as mineradoras, os problemas se resumem a dois. Primeiro, a suspensão pelo governo federal dos pedidos de pesquisa e autorização de lavra; segundo, a indefinição da regulamentação do setor mineral (BOTTINI, 2013).

O Ministro de Minas e Energia, Edison Lobão, em entrevista à imprensa (CORREIO, 2013), afirmou que, para pesquisa com exploração de lavras, o número de licenças é muito grande, e o apagão mineral anunciado pelas mineradoras não passa de pura especulação. Observa-se que o governo tenta regulamentar o setor mineral, porém é grande a pressão das empresas de extração para manterem sem controle a exploração mineral, sem renovação contratual controlada.

### **2.8.1 Meio ambiente e sociedade**

A preocupação com o meio ambiente faz com que os setores produtivos que utilizam matérias-primas extraídas da natureza busquem alternativas menos agressivas ao planeta. Uma dessas alternativas seria a logística reversa.

Segundo Leite (2009), nas últimas décadas, com a evolução tecnológica, foram criados diversos equipamentos em todos os setores industriais visando reduzir o ciclo de vida mercadológico dos produtos. Os novos equipamentos lançados no mercado tornam os equipamentos anteriores ultrapassados, e os fabricantes, sabendo da baixa utilização, usam materiais de menor durabilidade, visto que a tendência do usuário é substituir o produto por um mais moderno.

O autor afirma que essa nova tendência de substituir o produto usado por um mais novo ou mais moderno gera um grande volume de produtos obsoletos. Tais produtos ultrapassados acabam no lixo ou retornando ao fabricante, gerando um estoque de resíduo industrial. A princípio, o resíduo não desperta interesse nos fabricantes e pode gerar problemas ambientais que, além da influência negativa na imagem da empresa, resultam em multas aplicadas pelos órgãos ambientais competentes.

No entanto, Leite (2009) ainda enfatiza que não se pode ignorar o efeito econômico e na imagem da empresa que acolhe os produtos que são retornados pós-venda ou pós-uso. Se, por um lado, as sucatas metálicas impactam os custos, por outro, também podem tornar a empresa competitiva, colaboradora, inovadora e envolvida na preservação do meio ambiente, já que o grande volume de produtos descartados esgota os sistemas tradicionais de disposição final, provocando poluição por contaminação ou excesso.

A Legislação Ambiental – Lei de Crimes Ambientais, ou Lei da Natureza, Lei Nº 9.605, de 13 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998), com objetivo de amenizar esses impactos, transfere, gradativamente, em forma de lei, as responsabilidades ambientais atribuídas ao governo para as empresas e suas cadeias industriais. Assim, faz-se necessária uma atenção especial para um adequado destino e uso dos materiais por meio de técnicas de logística reversa (LEITE, 2009).

Segundo esse autor, apesar de os estudos sobre logística reversa se iniciarem entre as décadas de 1970 e 1980, somente em 1990, devido às legislações mais severas, o tema e sua aplicabilidade se tornaram mais frequentes e visíveis no cenário empresarial.

Para fabricação do aço, utiliza-se da logística reversa que gera reciclagem de metal, produzindo a matéria-prima denominada sucata metálica, que é componente na fusão do aço. Conforme Bottini (2013), o comércio de sucata metálica no Brasil atingiu R\$6,38 bilhões em receita operacional líquida no ano de 2010, gerando um aumento de 30% (R\$1,57 bilhão) em comparação com 2010. Entre 2007 e 2011, o setor cresceu 12,5%, totalizando 50 mil empregos diretos e cerca de 1,5 milhão de empregos indiretos envolvidos em coleta e processamento até a comercialização e exportação da sucata metálica.

Conforme Bottini (2013), a cadeia da sucata metálica envolve uma vasta origem de matérias-primas: as que são geradas nas siderúrgicas (sucatas metálicas

internas); as geradas na indústria de bens de consumo e bens de capital (sucata metálica industrial); e as geradas por toda a sociedade a partir de objetos em desuso (sucata metálica de obsolescência). No caso do Brasil, Bottini (2013) afirma que o aumento da geração de sucata metálica se deve ao aumento do consumo, o que cria sucata metálica proveniente de bens que caem em desuso.

Conforme o Instituto Brasileiro do Aço (INSTITUTO, 2013b), o uso de sucata metálica na fabricação de aço bruto aumentou nos últimos três anos, oscilando entre 26% e 28%. Desse percentual, 1/3 do consumo total de sucata metálica é originária da sucata metálica de obsolescência. A média mundial atinge 45%, demonstrando que, no Brasil, existe espaço para a ampliação do consumo de sucata metálica.

Bottini (2013) demonstra que os impactos ambientais são amenizados, e a utilização da sucata metálica como matéria-prima pode gerar uma diversidade de vantagens, tais como conservação de energia e redução do consumo de água, já que a produção primária (minério de ferro) requer muito mais energia e mais água nos processos de exploração e redução para obtenção do aço. Em contrapartida, a utilização de minério provoca a exaustão na vida dos recursos minerais de fontes limitadas da natureza.

Conforme Leite (2009), dentre os metais, o ferro é o que apresenta mais baixo custo e é de fácil obtenção devido à abundância na crosta terrestre na forma de óxido ou minério. A fusão do ferro nos altos-fornos ocorre a temperaturas acima de 1500°C. Para fusão do minério de ferro, os altos-fornos utilizam o carvão mineral tratado, denominado de coque. Esse processo, quando o ferro se liquefaz devido à redução, gera a matéria-prima chamada de ferro-gusa ou primeira fusão.

O processo de aciarias de fornos elétricos utiliza como matéria-prima sucata metálica de ferro e de aço. Desse modo, a localização dessas unidades se dá próximo às regiões geradoras de sucata metálicas. Apesar de a aciaria elétrica trabalhar com sucata metálica reciclada, tem-se um índice de produção muito menor que o das siderúrgicas que obtêm o aço a partir do minério de ferro, complementa Leite (2009).

Isso posto, a discussão teórica que foi desenvolvida neste capítulo proporcionou os esclarecimentos necessários sobre o papel das operações logísticas no processo de fabricação do aço, já que as empresas siderúrgicas utilizam-se de processos logísticos para aquisição de matérias-primas, seja pela

logística direta, seja pela logística reversa. Entender todo o processo de aquisição, transporte e estocagem das matérias-primas e ainda os impactos dos insumos no meio ambiente foi fundamental para efetuar as análises propostas.



### **3 METODOLOGIA**

Este capítulo descreve a metodologia de pesquisa adotada para levantamento dos dados necessários para realizar este trabalho.

De acordo com Malhotra (2006), a concepção da pesquisa é a planta para concretizar o projeto idealizado, ou seja, nessa fase, são preparadas as bases para se realizar a pesquisa. É quando se especificam os detalhes para a obtenção dos dados necessários, os quais serão analisados com o objetivo de resolver o problema em questão.

Os procedimentos metodológicos serão devidamente apresentados assim como a descrição do tipo de pesquisa, a unidade de análise e de observação pesquisadas, o detalhamento de informações a respeito do universo e da amostra do trabalho. Por fim, serão apresentados os métodos de coleta, análise e tratamento dos dados.

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

Considerando o objetivo proposto para este trabalho, que é comparar a logística reversa e a logística direta nas cadeias de suprimento na utilização da sucata metálica e do minério de ferro para produção de aço, optou-se por realizar uma pesquisa de abordagem qualitativa. Esse tipo de abordagem é o mais indicado para compreender a realidade de um grupo, especialmente de uma organização (NEVES, 1996). Nesse tipo de abordagem, enfatiza-se mais a interpretação do objeto analisado, destacando-se a importância do contexto em que ocorre o fenômeno e a proximidade do pesquisador em relação ao fenômeno estudado (FONSECA, 2002).

No caso desta pesquisa, buscar-se-á conhecer, com mais profundidade, o processo de produção de aço utilizado por uma empresa localizada na cidade de João Monlevade, no estado de Minas Gerais, por meio de análise dos dados gerados pela empresa e também a partir da percepção de pessoas envolvidas diretamente no gerenciamento desses processos.

Quanto aos fins, a pesquisa classifica-se como descritiva, a qual, segundo Collis e Hüssel (2005), é a que descreve o comportamento dos fenômenos e é utilizada para identificar e obter informações sobre as características de um determinado problema ou questão.

Quanto aos meios, a pesquisa tem duas vertentes: a bibliográfica e a de campo. Na primeira delas, buscaram-se informações com objetivo de embasar teoricamente a pesquisa de campo. Nesse sentido, procedeu-se à descrição de cada um dos elementos envolvidos na fabricação de aço utilizando-se dos dois processos. Assim, o referencial teórico constituiu-se de discussões sobre custos de transporte, sobre a logística de aquisição de matéria-prima e de qualidade e confiabilidade do fornecimento, entre outros tópicos.

A vertente do estudo de caso é indicada quando se pretende investigar apenas uma unidade, o que é o caso desta pesquisa, uma unidade de uma aciaria. Para ser relevante, um estudo de caso, segundo Yin (2001), traduz-se em uma observação empírica que investiga um fenômeno atual dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando falta definir claramente os limites entre o fenômeno e o contexto.

Nesse contexto, o estudo de caso é utilizado para apoiar a prática profissional. Para Yin (2001), o estudo de caso baseia-se fortemente em estudo de campo em que o fenômeno de interesse é estudado em seu ambiente natural, aplicando-se diversas metodologias de coleta de dados para obter informações de múltiplas entidades.

### **3.2 Unidade de análise e de unidade de observação**

No caso desta pesquisa, o estudo de caso foi realizado em uma empresa do grupo ArcelorMittal, uma das maiores produtoras de aços da América Latina, com capacidade instalada de 6,5 milhões de toneladas/ano de aços longos e 1,55 milhão de toneladas/ano de trefilados. O Setor de Siderurgia da ArcelorMittal Aços Longos reúne seis unidades industriais no Brasil, além da Fábrica de Telas e Trelças de São Paulo. Faz parte também do Setor de Siderurgia a controlada Acindar, da Argentina,

a maior produtora de aços longos daquele país. A ArcelorMittal Aços Longos detém 66% do capital dessa empresa.<sup>6</sup>

### **3.3 Procedimentos para coleta de dados**

A coleta de dados foi feita na unidade de João Monlevade, considerada a principal siderúrgica da ArcelorMittal Aços Longos, no período de novembro de 2013 a janeiro de 2014, e os meios utilizados foram pesquisas de campo, no local onde ocorre o fenômeno de interesse deste trabalho, e pesquisa documental, utilizando documentos, registros e pessoas restritas à unidade da empresa eleita pelo pesquisador (VERGARA, 2003).

A unidade de análise focalizada utiliza os dois insumos em sua aciaria para fabricação do aço; assim, espera-se, com esta pesquisa, obter a percepção dos gerentes sobre as vantagens e as desvantagens de cada um dos processos de logística da siderurgia em estudo.

Os documentos consultados na unidade pesquisada foram: pedidos de compras; Relatórios de produção, Relatórios com parâmetros de ressuprimentos gerados pelo SAP ( sistema de integrado de gestão). Esse documentos estão em meios eletrônicos e em processos de prática padrão. Os dados considerados pela empresa como confidenciais foram omitidos na pesquisa.

Para colocar em prática o estudo de caso objeto desta dissertação, além da pesquisa documental, foram realizadas entrevistas, por telefone ou pessoalmente, com um CEO da empresa, o gerente da ArcelorMittal Brasil e com os responsáveis pelas seguintes gerências: Meio Ambiente; Logística; Gerente geral da Usina de João Monlevade; Gerente de RH, Gestão e Meio Ambiente; Gerente de Meio Ambiente e Geotecnia, especialista em Meio Ambiente e ainda com uma analista de Meio Ambiente.

As entrevistas foram realizadas com apoio de um roteiro semiestruturado (cf. APÊNDICE A) e aconteceram nos meses de novembro e dezembro de 2013 e

---

<sup>6</sup> ARCELORMITTAL, 2013.

janeiro de 2014. Os dados obtidos nas entrevistas foram usados para demonstrar, confirmando ou negando, as informações obtidas na pesquisa documental.

### **3.4 Análise de dados**

A análise dos dados foi feita por meio da técnica complementar (GODOY, 2006). Esse procedimento consiste em validar e aprofundar dados obtidos por meio de entrevistas e questionários com a análise documental e registros. No caso desta pesquisa, esses dados se referem aos procedimentos relativos ao planejamento de uso de insumos (sucata metálica e minério de ferro) com ênfase especial em conteúdos relativos a logística de transporte, custo, qualidade, confiabilidade, ciclo pedido entrega e meio ambiente.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA**

Este capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos na pesquisa realizada. Para tanto, está organizado levando-se em consideração os objetivos específicos propostos para esta pesquisa. Assim, as informações obtidas por meio dos instrumentos de coleta de dados serão analisadas comparativamente, buscando-se evidenciar vantagens e desvantagens da produção de aço utilizando minério de ferro e sucata metálica. Antes das análises, no entanto, serão apresentados alguns dados sobre a história da siderurgia no mundo e no Brasil.

### **4.1 A história da siderurgia**

Há algumas hipóteses sobre o surgimento da siderurgia. A primeira delas é a de que o ferro surgiu há quase 4.500 anos, quando era extraído de meteoritos (corpos rochosos compostos oriundos do espaço). Pode-se considerar, portanto, que o ferro foi o primeiro metal utilizado por tribos nômades dos desertos da Ásia Menor. Além dos nômades, há vestígios de ocorrência e de uso do ferro na Groelândia, considerado na época um produto precioso devido à raridade na natureza, os quais foram transformados, principalmente, em adornos.

Outra hipótese é de que a descoberta do ferro se deu entre 6.000 e 4.000 anos a.C., no período neolítico (Idade da Pedra Polida): devido ao peso, algumas pedras eram usadas para cercar fogueiras, de modo que o fogo não se espalhasse. Essas pedras, quando muito aquecidas, transformaram-se em bolinhas brilhantes, fazendo surgir, acidentalmente, os primeiros vestígios do ferro, de produção bem mais fácil e menos raro que os encontrados em seu estado nativo em meteoritos.

Após esse incidente, deu-se início à exploração, ainda rudimentar, do metal, retirando o minério de ferro do solo por meio da submissão a altas temperaturas para obtenção do ferro.

Por volta de 1.500 a.C., já era dominada a técnica da exploração das jazidas minerais com expansão da exploração do ferro no Oriente Médio, supostamente importado por assírios e fenícios. A utilização do ferro expandiu-se por toda a bacia do Mediterrâneo a partir do primeiro milênio do período cristão.

Devido à dominação das técnicas exploratórias das jazidas e conforme proposto por arqueólogos escandinavos, após a Idade da Pedra surgiu a idade dos metais, destacando-se primeiro a idade do bronze (4000 a 2000 a.C.). O bronze alcançou maior relevância que o cobre por ser mais resistente e por poder ser usado na fabricação de ferramentas e armas.

Com a descoberta do ferro, esse metal substituiu o bronze e passa a ser usado na fabricação de ferramentas e armas. Devido às suas características técnicas, como resistência e dureza, o ferro proporcionava mais durabilidade de artefatos, incrementando também o desenvolvimento da agricultura e proporcionando a fabricação de armas mais eficazes.

Baseados em suas experiências com a obtenção de ferro por meio das fogueiras, os antigos descobriram que tinham que aquecer o minério de ferro para obter o metal. Assim, desenvolveram-se fornos muito primitivos chamados de **lupa**, mas ainda incapazes de atingir o ponto de fusão ideal para a obtenção do ferro. Mesmo não atingindo temperaturas de fusão para a obtenção do metal em estado líquido, conseguia-se, contudo, com essa temperatura, o ferro esponja. Devido ao fato de a temperatura do ferro esponja ser maior que o ponto de fusão de algumas impurezas, elas eram eliminadas por meio de forjamento. Após o ferro esponja ser aquecido, armas e ferramentas eram fabricadas por forjamento nas batidas sobre uma bigorna.

O aprimoramento técnico dos fornos primitivos evoluiu e resultou na invenção de fornos mais potentes. Esses novos fornos conseguiam fundir o ferro e, somados à descoberta de adição durante processo de fusão de novos minerais, como calcário, possibilitaram melhoria na eliminação das impurezas do minério de ferro. Essas melhorias tornaram o ferro mais resistente e com melhor desempenho.

Com o fim do Império Romano, o sistema se modernizou, surgindo a forja catalã, que substituiu os fornos lupa. Esse novo sistema consistia em construções feitas de pedras como um forno aberto, com enormes foles manuais que injetavam ar aumentando a combustão. Os foles eram tocados por servos ou cavalos. Esse método perdurou durante toda Idade Média. Verificando-se que os foles só conseguiam obter o ferro em estado pastoso, surgiu a necessidade de criarem sistemas que proporcionassem temperaturas mais elevadas, a fim de obter o metal em estado líquido.

No século XII, o uso das rodas d'água com sopro mais forte e mais constante proporcionou temperaturas mais altas, conseguindo-se o metal em estado líquido. Obtido o ferro líquido, surge a técnica de fundição e, conseqüentemente, a fusão de armas de fogo, balas de canhão e sinos de igreja. A evolução dessa descoberta proporcionou a construção de grandes portões, grades, janelas e outros. O processo de sopro e derretimento do minério de ferro somente foi conseguido por volta de 1444.

O ferro se tornou fundamental para Revolução Industrial no final do século XVIII, já que o metal era amplamente utilizado também na fabricação das máquinas.

O segundo passo da siderurgia só ocorreu em 1856, com a descoberta do aço, que, devido às suas características técnicas, transformou-se em principal matéria-prima para indústrias.

Aliado ao crescimento das siderúrgicas e ao aumento da produção, surgiram também os poluentes degradantes do meio ambiente. Em busca de uma solução para esse problema, na década de 1990, com objetivos de minimizar os impactos ambientais negativos, as siderúrgicas aliaram-se à convenção das Nações Unidas sobre a mudança de clima, provocada pela emissão de gases de efeitos estufa. A convenção instituiu que os países desenvolvam projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

A preocupação com o meio ambiente levou os países que participaram da Convenção de Estocolmo, em 2004, a abraçarem o projeto de executar um plano nacional de controle de poluentes orgânicos persistentes (POP's).

## **2.1 A siderurgia no Brasil**

As expedições que descobriram as terras brasileiras acreditavam que essas terras eram ricas em diversos metais. Porém, a imensidão das matas e o grande território a ser explorado dificultavam a pesquisa e a extração desses metais. Os ferreiros que vieram de Portugal utilizavam ferro oriundo da Europa (INSTITUTO, 2013b).

Em 1554, em relatório enviado a Portugal, o Padre José de Anchieta informa à coroa a descoberta de jazidas de prata e minério de ferro na capitania de

São Vicente, atual São Paulo. São os primeiros relatos de possibilidade de criação de uma siderurgia em solo brasileiro. Contudo, o início da siderurgia no Brasil se dá apenas com a descoberta de magnetita (mineral magnético com 68% de ferro) por Afonso Sardinha, no sopé do Morro Araçoiaba (próximo ao local onde foi construída a primeira fábrica de ferro do país, na cidade de Sorocaba - São Paulo).

No século XVIII, começa no Brasil a Corrida do Ouro, provocando migrações de brasileiros de todas as regiões e também portugueses para as regiões auríferas com o desejo de enriquecimento rápido. Mas, para a exploração de uma jazida de ouro, era necessário grande investimento em mão de obra escrava e muitos utensílios e ferramental de ferro. A necessidade de ferramental de ferro tornou imprescindível a criação de uma siderúrgica brasileira.

A primeira siderúrgica de que se tem notícia é a Usina do Morro Pillar, instalada no ano de 1815, em Minas Gerais. Em 1818, próximo a Sorocaba, a fábrica Ipanema inicia a produção do ferro forjado. O surgimento concentrado de diversas siderurgias em Congonhas do Campo, Caeté e São Miguel de Piracicaba, em Minas Gerais, foi reduzindo a importação de ferro de países europeus, como Suécia, Alemanha e Espanha. No início do século XIX, devido à diminuição dos impostos de importação dos produtos da Inglaterra, os materiais oriundos de ferro ficaram mais viáveis que os produzidos no Brasil. Somada a isso, a escassez de mão de obra ocasionada pela migração dos trabalhadores, em sua maioria, para a lavoura do açúcar e do café provocou um declínio da produção do ferro.

Apesar da crise instalada devido à escassez de mão de obra, surgiu na época um marco importante para siderurgia brasileira: em 1876, foi criada a Escola de Minas de Ouro Preto, com o objetivo de formar engenheiros de minas e geólogos.

No início do século XX, entre 1917 e 1930, com a evolução das indústrias brasileiras, foi instalada, na cidade de Sabará, Minas Gerais, a companhia Siderúrgica Mineira, denominada, no ano de 1921, Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira (CSBM), uma associação com consórcio industrial Belgo-Luxemburguês, ARBED, transformada, em 1922, na Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, atual ArcelorMittal.

Nas primeiras três décadas do século XX, o Brasil dava maior importância ao café, não se preocupando com o crescimento da indústria siderúrgica. Apesar da concessão de benefícios fiscais, a produção brasileira não passava de 36 mil toneladas anuais. Em 1937, houve um novo impulso à siderurgia brasileira com a



ampliação da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, instalando uma unidade na cidade de João Monlevade, localizada a aproximadamente 100 km da capital mineira, com capacidade de fabricar 50.000 toneladas/ano de lingotes de aço. Nessa mesma época, são inauguradas a Companhia Siderúrgica de Barra Mansa, no bairro da Saudade, município de Barra Mansa, no Rio de Janeiro, e a Companhia Metalúrgica Bárbara, na cidade de Caeté, em Minas Gerais. Mesmo com esse crescimento e a expansão da siderurgia, o Brasil ainda continuava dependente do aço importado.

Nos anos 1940, Getúlio Vargas estabeleceu como prioridade o desenvolvimento do parque industrial do país. Como resultado dessa política, surge, em 1946, em Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), na qual funcionavam as aciarias e os altos-fornos utilizando coque metalúrgico beneficiado em suas instalações.

Com o início do funcionamento da laminação em 1948, a gigante estatal se completa, dando-se, assim, partida para a autonomia brasileira na produção de aço e ferro. Em 1950, dispara o crescimento da produção de aço bruto atingindo um volume de 788 mil toneladas/ano. No ano de 1960, a produção triplica. Em 1970, o Brasil já produzia 5,5 milhões de toneladas/ano (INSTITUTO, 2013b).

Em pleno crescimento econômico, a economia brasileira passou a exigir novos parâmetros de qualidade, aumentando paralelamente as importações de aço. Em 1971, com objetivo de suprir o mercado brasileiro e exportar parte da produção, surge o Plano Siderúrgico Nacional (PSN), com vistas a efetuar a expansão e quadruplicar a produção. As principais responsáveis por essa expansão eram as siderúrgicas estatais que dominavam 70% da produção nacional.

A expansão faz surgir a primeira usina integrada de fabricação de aço em 1973, a Usina Siderúrgica da Bahia (Usiba). Também foi inaugurada a Companhia Siderúrgica Tubarão (CST), localizada na Grande Vitória, no Espírito Santo. Completando o quadro, em 1986, entra em operação a Açominas em Ouro Branco, no estado de Minas Gerais.

Na década de 1980, o Brasil passa de importador de aço para exportador, incentivado pela crise do mercado brasileiro. Porém, a mesma instabilidade brasileira atingia o mercado mundial. Rapidamente, países fecharam seus mercados com barreiras restritivas: sobretaxas, antidumping, direitos compensatórios e salvaguardas (INSTITUTO, 2013b).

Nos anos 1990, o Brasil contabilizava 43 siderurgias estatais e privatizadas em seu parque siderúrgico. Em 1991, inicia-se o processo de privatização das siderurgias. Foram privatizadas oito empresas estatais em 1993, passando para iniciativa privada uma produção de 19,5 milhões de toneladas (70% da produção nacional). As siderurgias privatizadas promoveram aumento de capitais, integrando atividades de apoio logístico em busca de melhores resultados.

Atualmente, o Brasil tem 29 usinas comandadas por 11 empresas, a saber: ArcelorMittal Brasil, Companhia Siderúrgica Nacional, Gerdau, Siderúrgica Norte Brasil S.A.SINOBRAS, ThissenKrupp CSA Siderúrgica do Atlântico, Usiminas, Vallourec & Sumitomo Tubos do BRASIL VSB, Vallourec Tubos do Brasil V&MI, Vilares Metals e Votorantim.

Entre 1994 e 2011, foram investidos no setor US\$ 35,4 bilhões, colocando o parque siderúrgico brasileiro com tecnologia de ponta, apto a fornecer qualquer tipo de produto viavelmente econômico. Assim, o Brasil é o nono produtor de aço do mundo, ocupa o quinto lugar como exportador de aço e possui o maior parque industrial de aço da América do Sul, além de ter se tornado o maior produtor da América Latina (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2013).

A história da siderurgia demonstra uma constante evolução, embasando a importância de um estudo comparativo das cadeias de suprimento.

### **4.3 Funcionamento da siderúrgica em estudo**

A unidade de produção em estudo, buscando a fabricação de aço de alta qualidade, utiliza o processo de conversor a oxigênio Linz Donawitz, conhecido como sistema LD.

O aço produzido pela aciaria é formado com 80% de minério de ferro e 20% de sucata metálica. Embora utilize duas matérias-primas no processo de obtenção do aço, a usina em estudo pode ser caracterizada como uma usina integrada. O sistema de usina integrada é ideal para o estudo de caso proposto nesta dissertação.

Para a fabricação do aço, a sucata metálica é carregada no LD, juntamente com os fundentes (cal calcítica, cal dolomítica, fluorita etc.). Após o carregamento do forno, é feita a injeção de oxigênio a alta pressão e velocidade

supersônica, por meio de uma lança refrigerada a água. Ocorrem, então, várias reações químicas entre o oxigênio e os elementos químicos contidos na carga metálica. A maioria dessas reações é exotérmica, liberando parte da energia necessária para o sistema de obtenção do aço.

#### **4.4 Comparação entre a logística de transporte dos insumos**

Na unidade em estudo, o minério de ferro é obtido de uma jazida própria, localizada a 10 km da usina. O transporte dessa matéria-prima é feito pelo modal ferroviário próprio, normalmente em comboio, carregando 500 toneladas.

O fato de a aciaria em estudo possuir jazida e ferrovia próprias garante ganho de tempo e controle do processo de abastecimento do minério de ferro. O modal ferroviário tem um aproveitamento de 50% do percurso, visto que, no retorno à jazida, os vagões trafegam vazios.

Já o abastecimento de sucata metálica é feito por meio do modal rodoviário. A distância da origem até a unidade em estudo varia de 120 a 1000 km. A maioria da sucata metálica é armazenada em pontos estratégicos de coleta. Para o transporte, são utilizadas caçambas específicas, o que inviabiliza a utilização para outro tipo de carga, forçando o retorno vazio, o que reduz em 50% o aproveitamento desse modal.

A literatura destaca a importância logística do transporte. Ballou (2007) a considera de suma importância, uma vez que representa uma variável de alto custo (dois terço dos custos logísticos). Destaca, também, a importância das distâncias e dos prazos de entrega.

Verifica-se que as grandes siderurgias foram planejadas para trabalhar somente com minério de ferro, matéria-prima abundante no Brasil. Como consequência disso, as plantas das siderurgias contemplam sempre a presença de uma ferrovia ligando a usina à jazida, como é o caso da unidade em estudo, que, como já explicitado, está a 10 km da jazida.

## **4.5 Comparação entre a qualidade e confiabilidade do fornecimento de matéria-prima**

Os insumos são estratégicos no processo logístico da produção. Assim, é relevante que esses materiais estejam disponíveis assim que se faça necessária sua utilização. Qualquer não conformidade pode comprometer a composição química do aço, o que provoca uma perda de produção. Os principais pontos a serem observados no fornecimento de matéria prima são a qualidade e a confiabilidade.

### **4.5.1 Qualidade**

O controle de qualidade dos insumos precisa ser rigoroso no ato do fornecimento, assegurando qualidade e dimensões preestabelecidas.

Conforme o coordenador de suprimentos da aciaria, a qualidade do minério de ferro tipo hematita, com 60% de teor de ferro, apesar de ser um fornecimento interno, recebe o mesmo tratamento do produto de um fornecedor externo nas exigências qualitativas. A mineradora e a sinterização são avaliadas com o mesmo rigor de qualidade cobrado dos fornecedores externos, garantindo um nível elevado de confiabilidade.

A sucata metálica também tem regras de qualidade e fornecimento, conforme o responsável pela área de suprimentos, exigindo-se também baixo nível de contaminação. Para garantir a segurança, são feitos diversos testes e análises em aparelhos que medem até a radioatividade da sucata metálica.

Por esse motivo, prioriza-se a sucata metálica proveniente de fontes que garantam uma melhor qualidade, como montadoras e outras indústrias de transformação. O ideal seria utilizar sucata metálica gerada internamente no grupo ArcelorMittal, porém essa sucata metálica é insuficiente, forçando a compra de fornecedores externos, conforme observações de um CEO da empresa pesquisada.

A qualidade é um fator relevante nos resultados finais das empresas. Relembrando Deming (2003), a melhoria e o aumento da produtividade são

proporcionados pelo desenvolvimento da qualidade, o que leva a empresa a melhorar seus resultados.

Conforme o coordenador de suprimentos, o minério de ferro passa por um processo de britagem para a retirada do estéril (ou escória). Depois, ele é transportado para a usina, onde é transformado em sinter. Esse processo garantirá uma boa qualidade do gusa líquido. O gusa coletado do alto-forno é transportado em estado líquido em carro torpedo até a aciaria, onde é colocado no forno L.D. e misturado à sucata metálica.

O processo de britagem do minério, somado ao processo de sinterização, garante ao minério de ferro uma qualidade excelente. Já a sucata metálica, recebida de diversas regiões do Brasil, necessita de um acompanhamento e de um controle maior. Seu fornecimento provém de quatro fontes diferentes: sucata metálica interna – gerada dentro da própria usina siderúrgica; sucata metálica industrial – gerada em metalúrgicas, fundições e plantas industriais; sucata metálica de obsolescência – captada pós-consumo, provém da coleta de quaisquer materiais metálicos colocados em desuso que estejam em condições de serem reciclados; sucata metálica de bens – obtida com a demolição de unidades industriais e/ou obsolescência de máquinas e peças.

O responsável pelo pátio de sucatas metálicas da ArcelorMittal afirma que, apesar de seu fornecimento ser, na maioria, de origem externa, não se têm detectado problemas de qualidade relevantes. Ele credita tal ocorrência aos bons critérios adotados na seleção dos fornecedores. Concluindo, tanto o minério de ferro quanto a sucata metálica comprada externamente asseguram uma boa qualidade do aço produzido.

#### **4.5.2 Confiabilidade**

A confiabilidade do fornecimento de matérias-primas tem como objetivo assegurar um estoque para um período maior, evitando que uma interrupção no suprimento comprometa a produção.

No aspecto confiabilidade no abastecimento, o coordenador de suprimentos acredita ser mais fácil a possibilidade de desabastecimento da sucata metálica, mesmo que isso não tenha sido verificado nos últimos anos.

Já o insumo minério de ferro, conforme o gerente de suprimentos da unidade, tem confiabilidade assegurada devido à proximidade da jazida e ao fato de o transporte ser próprio. Somado a isso a existência, no local, de uma unidade de sinterização para tratamento do minério de ferro, o que melhorando a qualidade desse produto. Quanto à estocagem, a unidade possui silos com capacidade de 4000 toneladas, que, somadas às 2000 toneladas estocadas na recepção, representam estoques para 3 dias de produção. Se necessário, pode-se também utilizar o modal rodoviário para esse insumo.

A distância entre origem e destino no fornecimento de matérias-primas é fator muito relevante para análise da confiabilidade, permitindo estoques menores por ter menos variáveis de fornecimento. A unidade analisada tem a vantagem de poder trabalhar com 100% de minério de ferro, embora isso seja economicamente desfavorável.

Já o insumo sucata metálica tem o ponto de origem muito distante do ponto de destino, além de seu fornecimento ser pulverizado. Muitas vezes, a sucata metálica tem um tamanho disforme, o que impossibilita seu uso direto no forno. Quando recebida nessas condições, precisa ser recortada e colocada no formato que possibilite a utilização. A unidade de produção analisada possui uma equipe de pessoas e maquinário próprio para adequar essa sucata metálica. É mantido um estoque de 15000 toneladas de sucata metálica, suficiente para 20 dias de produção.

Destaca-se que uma pane no abastecimento da sucata metálica não paralisaria a produção dessa unidade, uma vez que ela pode trabalhar com 100% do insumo minério de ferro.

#### **4.6 Custos Logísticos nos dois processos**

Os Custos Logísticos são todos os gastos associados à logística da empresa e compostos por transporte, armazenagem e manutenção de estoques.

#### **4.6.1 Análise dos custos logísticos com transporte**

Os custos foram considerados pela ArcelorMittal informação estratégica e, apesar de disponíveis ao pesquisador, foram vedados à publicação. O estudo se baseou em dados fornecidos e liberados pela unidade pesquisada.

Os custos de transporte de minério de ferro foram calculados com base no custo de fornecimento externo, apesar de a unidade ter jazida e transporte próprios. Os custos de transporte da sucata metálica são baseados no transporte rodoviário, por ser o modal mais utilizado.

O transporte ferroviário é fundamental na cadeia logística, pois facilita a troca, o abastecimento de mercadorias e o escoamento da produção. É um modal de transporte com elevada capacidade de carga. Apesar da eficiência econômica, nem sempre pode ser usado devido à deficiência de sua estrutura. As características do transporte ferroviário proporcionam custos menores, mas são viáveis apenas para grandes quantidades e grandes distâncias.

#### **4.6.2 Análise dos custos logísticos com armazenagem**

Durante pesquisa *in loco*, verificou-se que o alto-forno pode ser alimentado com três tipos de minérios de ferro: um natural – o minério granulado, e dois obtidos em processos de aglomeração de minérios finos: o sinter e a pelota. O sinter é o mais consumido e é produzido nas usinas de sinterização da própria siderúrgica, a partir do minério – *sinter feed*.

Os granulados e as pelotas são produzidos e fornecidos pela indústria mineradora externa, sendo as pelotas obtidas pela aglomeração do *pellet feed* nas usinas de pelotização.

Verificamos que a siderúrgica em que se realizou o estudo possui uma unidade de sinterização na qual o minério é beneficiado.

Quanto ao custo de estoque com armazenagem do minério de ferro dentro da cadeia de suprimentos, foi possível constatar a necessidade de uma

grande área (4000 metros quadrados) dentro da própria empresa, devido ao seu grande volume.

Segundo o gerente de logística, os custos com manutenção dos estoques dos insumos não apresentam diferenças significativas. As fases de custos mais significativas são o custo de aquisição e o custo de preparação das matérias-primas. O uso de minério de ferro fino ou de baixa granulometria é inconveniente no alto-forno. Devido a esse fator, torna-se necessário o tratamento por meio da sinterização, para recuperação por aglutinação da granulometria ideal para ser usada no alto-forno. O processo de sinterização é contínuo, tipo Dwight-Lloyd, fornecido pela Lurgi. A produção é de 138.000 toneladas mensais para um consumo de 115.000 toneladas mensais de sinter.

Já a sucata metálica, antes de ir para usina, passa por um entreposto em que é descarregada, estocada e adequada ao consumo. Algumas cargas de sucata metálica já vêm em condições de uso. Nesses casos, são levadas diretamente para o forno. Observa-se que os entrepostos não possuem equipamento para preparar a sucata metálica, ou seja, disponibilizá-la em condições de ser colocada diretamente no forno, ficando essa adequação a cargo da unidade. Uma sugestão para otimizar o processo seria adaptar maquinário e contratar pessoal para preparação da sucata metálica nos entrepostos.

A análise dos custos, na comparação das cadeias de suprimentos de minério de ferro e sucata metálica, na visão dos profissionais de logística e de coordenadores da siderúrgica, apontou uma série de dados relevantes.

Segundo informações da gerência de suprimentos, o custo da cadeia de produção do minério de ferro (custo do minério, custo do transporte, custo do carro torpedo para transporte de gusa líquido) é maior do que o custo da cadeia de produção da sucata metálica (custo da sucata metálica, custo de transporte, custo de preparação da sucata metálica).

Na unidade em estudo, conforme coordenador de compras, considerando-se apenas o custo de aquisição da matéria-prima, o minério de ferro e a sucata metálica se equiparam. No entanto, o minério de ferro, para ser transformado em gusa, passa por outras etapas, como sinterização e fusão, o que vai elevando seu preço. No final do processo, quando as duas matérias-primas estarão prontas para entrar na aciaria, verifica-se que o custo do minério de ferro é cinco vezes maior do que o custo da sucata metálica, na unidade em estudo, que é



uma aciaria tipo LD, em que há o aproveitamento calorífico do gusa para a fusão da sucata metálica. Nas outras aciarias, que trabalham com 100% de sucata metálica para a fabricação do aço e utilizam forno elétrico, o custo final do minério de ferro é três vezes maior, porque não há esse aproveitamento calorífico.

#### **4.7 Ciclo de pedido e entrega de matéria-prima**

O ciclo de pedido e entrega de matéria-prima é fundamental para que as empresas possam se manter em condições competitivas no mercado.

Conforme o gerente de suprimentos, a empresa possui um estrutura de suprimentos relativamente complexa, por isso dispõe de recursos de informática que gerenciam as necessidades de compra de matéria-prima e componentes. O objetivo é ter um estoque reduzido, mas sem causar o desabastecimento. Por isso a empresa optou pelo sistema SAP. O sistema SAP, aliado ao planejamento do mestre de produção, permite equilibrar os estoques, evitando problemas de abastecimento e possibilitando ações corretivas.

##### **4.7.1 Ciclo de abastecimento da sucata metálica**

O ciclo pedido e entrega de sucata metálica é, na maioria das vezes, superior ao ciclo do minério de ferro, quase sempre em função da distância. Na usina em estudo, a distância entre o fornecedor de sucata metálica até a unidade de produção é considerável, sendo necessária a formação de estoques reguladores nos entrepostos localizados em diversos estados. O tempo de reposição de sucata metálica é calculado considerando os tempos de compra, coleta e preparação desse insumo.

O coordenador de materiais informou também que a sucata metálica, diferente do minério, possui diversas variáveis de fornecimento, o que exige um acompanhamento muito estreito dos processos em andamento para garantir o abastecimento. Segundo o mesmo coordenador, o custo da sucata metálica

representa um terço do custo do minério de ferro. Além disso, o uso desse insumo é menos agressivo ao meio ambiente, já que se trata de um processo de reciclagem.

#### **4.7.2 Ciclo de abastecimento do minério de ferro**

Como já citado, para abastecimento desse insumo, a unidade pesquisada possui jazida própria, a uma distância de 10 km.

O processo de sinterização da usina gera um excedente de produção, que é exportado para unidade da ArcelorMittal no exterior (Bélgica). Esse excedente é transportado por via ferroviária até o porto, de onde segue para o seu destino em um navio.

Quando perguntado sobre o porquê do não uso de um percentual maior de sucata metálica no processo, o coordenador de materiais informou que toda a estrutura da unidade foi planejada para produzir aço a partir do minério de ferro, cuja jazida está a 10 km de distância. Uma mudança no processo no processo produtivo implicaria modificações impossíveis na planta de produção. Além disso, uma siderúrgica, para o seu funcionamento, deve explorar a disponibilidade dos recursos naturais locais, como jazidas, água, floresta, área disponível e de recursos logísticos, tais como ferrovia, hidrovia, rodovia etc. Observe-se que a unidade é abastecida por ferrovia própria da jazida à unidade e, para abastecimento e escoamento da produção, é servida pela malha ferroviária Vitória-Minas, ligando a usina ao porto de Vitória, o que possibilita entrada e saída de produtos e matérias-primas tanto para Minas Gerais como para o Espírito Santo. Esse mesmo percurso pode ser feito por rodovia.

O processo de pedidos e entregas é de responsabilidade da área de logística que cuida das compras. Conforme o gerente de compras, concordando com Gonçalves (2004), esse não é um setor somente para promover a procura de materiais e serviços para suprir a empresa: sua responsabilidade é bem maior que repasse de pedidos e entrega de mercadoria.

A matéria-prima em estudo tem oscilação de preço. Relembre-se que o minério de ferro, apesar de extração e transporte interno para análise de resultado e considerando-se aquisição, segue preço de mercado determinado principalmente pela China e suas oscilações. Afirma o gerente de compras que, para esses

materiais em estudo de comparação, ambos seguem um planejamento rigoroso como monitoramento do estoque no pátio controlando o estoque mínimo e o máximo com metas estabelecidas em todo o fluxo logístico, gerando oportunidade de identificação imediata de desvio, atuando preventivamente e evitando, desse modo, o desabastecimento. Quanto à sucata metálica, conta-se com apoio dos entrepostos na informação e na disponibilidades de seus estoques. Destaca-se outro fator importante: os fornecedores qualificados que se submetem à avaliação constante, que permite a transformação de compras em um processo integrado envolvendo preço, prazo de abastecimento e qualidade assegurada da matéria-prima.

Analisando o prazo de abastecimento, o minério de ferro necessita de menos estoque proporcional ao seu consumo devido ao fato de estar apenas a 10 km de distância, e a sinterização em que o minério é beneficiado em sinter, a poucos metros do alto-forno. Ao contrário, a sucata metálica pode estar a uma distância de até 1000 km, além de o transporte ser rodoviário, podendo a viagem durar muitos dias após o pedido ser efetivado.

Verificamos um ciclo de pedido menor para o minério de ferro, devido à proximidade da unidade pesquisada e ao fato de que o pedido não carece de tempo de análise de concorrência, já que a jazida é de propriedade da empresa onde ocorreu o estudo de caso.

#### **4.8 Análise dos impactos da utilização do minério de ferro e da sucata metálica no meio ambiente**

Conforme o CEO entrevistado, devemos observar, com atenção, que algumas usinas semi-integradas, na realidade, não possuem fornos para produção de gusa em suas plantas. Se a matéria-prima usada fosse somente a sucata metálica, seria um processo 100% reciclado e correto ecologicamente. Ao contrário, o que acontece, na prática, é que essas usinas, para compor sua carga, adicionam gusa produzido por pequenos fabricantes, em pequenos tabletes. Esse processo de produção de gusa em pequenos fornos cria sérios problemas de saúde nos trabalhadores, gera muitos acidentes de trabalho e afeta os moradores próximos das usinas por ser uma atividade altamente poluente. Além disso, utiliza grande

quantidade de energia obtida por meio do carvão mineral ou vegetal (normalmente produzido a partir de matas nativas). Assim, as aciarias que utilizam gusa produzido nessas usinas estão apenas transferindo o problema, esquecendo-se de que o planeta é o mesmo para todos.

Preocupadas com os impactos negativos desses fornecedores de gusa ao planeta, as empresas ArcelorMittal, Aperan South America, Gerdau, Sinobras, ThissenKrupp CSA, Vallourec, V&M do Brasil, Villarese e Votorantim Siderurgia se uniram e assinaram o *Protocolo de sustentabilidade do carvão vegetal*, visando à elaboração de norma de certificação voluntária ABNT. As FIG. 4 e 5 mostram modelos propostos no documento para a elaboração dessa norma, apresentados em maio de 2013 pelo Instituto do Aço do Brasil.

FIGURA 4 – Modelo para elaboração de Norma ABNT



Fonte: INSTITUTO, 2013b.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Disponível em: <http://www.ibs.org.br/index.swf>.

FIGURA 5 – Modelo de certificação para a produção de gusa



Fonte: INSTITUTO, 2013b.<sup>8</sup>

Na mina de minério de ferro da ArcelorMittal que abastece a unidade em estudo, observa-se uma grande preocupação da empresa em relação ao meio ambiente, transformando o processo reativo em preventivo. A certificação na norma ISO 14000 reflete a preocupação da empresa, em seu mais alto escalão, no trato das questões ambientais.

Apesar de buscar meios de preservar o meio ambiente, uma mineradora provoca danos à natureza, causados pelo processo extrativo do minério de ferro retirado da lavra, criando pilhas de rejeito estéril (termo usado em geologia econômica para as substâncias minerais que não têm aproveitamento econômico). Ademais, o processo de fabricação de gusa em altos-fornos utiliza grande quantidade de água para refrigeração, lavagem e tratamento térmico, além de utilizar, para a produção de energia, carvão mineral ou vegetal, o que provoca devastação nos recursos naturais.

A sucata metálica, comparada com o minério de ferro, tem baixo índice de agressividade à natureza. É, portanto, o processo de manejo mais ecologicamente correto.

<sup>8</sup> Disponível em: <http://www.ibs.org.br/index.swf>.

Conforme o gerente de logística da unidade pesquisada, para produzir aço a partir de sucata metálica, seria necessário apenas submetê-la a uma temperatura de 2000°C e corrigir sua composição química, uma vez que os produtos reciclados têm composição diferente.

Para fabricar aço com sucata metálica, gastam-se dois terços da energia utilizada a partir do minério de ferro. Outra informação importante, comenta o gerente, é que a sucata metálica gera apenas 3% de material particulado (PTS – Partículas Totais em suspensão; MP 10 – Partículas Inaláveis; e FMC – Fumaça), contra 30% dos resíduos sólidos que são produzidos com a produção do aço a partir do minério de ferro.

Segundo o gerente de Meio Ambiente e Geotecnia, a capacidade de produção da mina do Andrada, localizada no município de Bela Vista de Minas, próximo à cidade de João Monlevade (Minas Gerais), e de propriedade da ArcelorMittal, é de 3,5 milhões toneladas/ano de hematita, com uma reserva estimada em 65 milhões de toneladas de hematita. A mina de Itabirito, também de propriedade da ArcelorMittal, possui uma reserva estimada em 40 milhões de toneladas.

Devido ao beneficiamento do minério ser feito na jazida pelo processo seco, só há geração de rejeito estéril, que corresponde a 78% do material extraído.

Todos os novos funcionários, tanto próprios quanto terceirizados, recebem treinamento introdutório de conscientização ecológica. Ao longo da atividade profissional na unidade, são realizados os DSS's (Diálogo Diário de Segurança) como meio de prevenir acidentes e impactos ambientais. A empresa possui ainda programas de premiações que incentivam a consciência ecológica e a preservação do meio ambiente.

Procurando reduzir os impactos negativos da exploração do minério, a empresa desenvolve, de forma contínua, uma série de programas:

1. revegetação de áreas descampadas e taludes em desuso (são revitalizadas no prazo máximo de 6 meses após o término da operação);
2. recuperação de pilhas de estéril em desuso;
3. umidificação de vias;
4. controle de fauna e flora;
5. resgate de fauna e flora;

6. implantação de bacias de sedimentação;
7. uso de fossas sépticas para tratamento de efluentes;
8. monitoramento de afluentes, efluentes, qualidade do ar, ruído e vibração;
9. descarte correto de resíduos.

Conforme já constatado anteriormente, o uso da sucata metálica, devido à simplicidade de seu processo, não causa à natureza nenhum dos danos citados.

Diferentemente da sucata metálica, que não agride o ambiente por já ser uma matéria-prima pronta, a exploração do minério de ferro promove uma deterioração do ecossistema, eliminando toda a vegetação na área explorada. A recuperação da área explorada pode nunca ocorrer ou ocorrer de forma bastante lenta. Para evitar esse impacto, a regeneração do solo deveria ocorrer imediatamente após a extração, o que não ocorre na maioria das vezes.

Os principais problemas oriundos da atividade mineradora são: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, subsidência do terreno (movimento da terra para baixo, tendo como referência o nível do mar). Essa atividade afeta também as áreas vizinhas, onde são feitos os depósitos de estéreis, de rejeitos e de outros resíduos, com a formação de taludes. Esses impactos podem ser agravados por diversos fatores naturais, como ventos, características do solo, tipo de relevo, clima e vegetação natural.

Para amenizar os impactos da atividade no solo, pratica-se a revegetação dos taludes, que atua como camada protetora e preventiva contra o avanço do processo erosivo. Para atingir o objetivo desejado, adiciona-se matéria orgânica, proporcionando, desse modo, uma cobertura de solo que diminui a velocidade de escoamento de água, reduzindo ou evitando erosões. Esses processos de revegetação e reconstituição paisagística custam caro, e nem sempre têm o sucesso desejado. Conseqüentemente, existem mineradoras que não adotam nenhuma medida para minimizar os impactos da atividade no meio ambiente.

Analisando o processo de sinterização, observa-se que essa é uma das etapas mais danosas para o meio ambiente, porque libera grandes quantidades de partículas e gases altamente nocivos à saúde. Entre essas substâncias, estão as dioxinas, consideradas uma das mais prejudiciais ao ser humano. A etapa de fabricação de gusa, por sua vez, também traz grandes impactos ao meio ambiente pelo excessivo consumo de água e do carvão vegetal e mineral.





## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta dissertação foi avaliar vantagens e dificuldades da logística reversa e da logística direta no processo de fabricação do aço em uma siderurgia de grande porte.

O trabalho foi desenvolvido a partir de uma análise qualitativa, realizada na unidade de João Monlevade da empresa ArcelorMittal. Foram realizadas pesquisas nos bancos de dados da unidade observada e entrevistas com os profissionais de logística e suprimentos.

A análise de percepção dos profissionais de logística da unidade em estudo demonstrou que esses possuem um vasto conhecimento de suas áreas e surpreendente interligação com as áreas correlacionadas, o que foi essencial para desenvolvimento da pesquisa. O quadro é composto por profissionais que interagem e possuem conhecimento sobre fluxos e impactos da utilização das duas matérias-primas em estudo.

O estudo comparativo do transporte na unidade em análise demonstra uma grande vantagem da localização geográfica a favor do minério de ferro, já que a unidade possui jazida e transporte ferroviário próprios.

Já a utilização da sucata metálica é prejudicada pela distância dos pontos de aquisição, que podem chegar a 1000 km, e também pelo fato de que o transporte é rodoviário, em caminhões *Rollon-Off*, próprios para transporte de sucata metálica e incompatíveis com outros produtos, o que ocasiona o retorno vazio, encarecendo o frete.

No aspecto qualidade, tanto a sucata metálica quanto o minério de ferro não têm apresentado não-conformidades acentuadas. Isso se deve, principalmente, ao trabalho preventivo da logística de compras. Podemos afirmar que as duas matérias-primas têm características equivalentes na produção do aço.

Com relação à confiabilidade de fornecimento, o minério de ferro supera a sucata metálica, pois, por ser uma matéria-prima de produção própria, possui maiores garantias de abastecimento.

Os custos foram analisados com base no preço de mercado do minério de ferro e não no preço de custo real, não permitida a divulgação por ser uma informação confidencial da empresa.

Em relação ao tempo de fornecimento, verifica-se que o minério de ferro tem um ciclo de pedido mais ágil do que o da sucata metálica, devido às características geográficas da unidade em estudo.

Analisando os impactos ambientais, pode-se concluir que o minério de ferro tem impactos negativos ao meio ambiente, incluindo esgotamento dos recursos naturais, degradação da paisagem e poluição das águas e ar, o que não ocorre com a sucata metálica.

O QUADRO 2 tem o objetivo de sintetizar as conclusões da pesquisa, alinhando-as com os objetivos propostos para esta dissertação.

QUADRO 2 – Principais conclusões da pesquisa

	<b>Objetivos</b>	<b>Minério de ferro</b>	<b>Sucata metálica</b>
1	Avaliar as vantagens e as dificuldades da logística reversa e da logística direta no processo de fabricação do aço em uma siderurgia de grande porte.	Na pesquisa, observou-se uma ligeira vantagem do uso de sucata metálica no processo de fabricação do aço, especialmente no que se refere à preservação do meio ambiente. No entanto, como a aciaria estudada foi planejada para utilizar o minério de ferro, a utilização da sucata é limitada.	
2	Comparar a logística de transporte nos dois processos.	Modal ferroviário/ sistema próprio/ extração próximo à unidade (10 km). Mais vantajoso.	Modal rodoviário terceirizado/fornecedor pulverizado e da unidade. Apoio de entrepostos. Caminhão <i>Roll-on-Off</i> . Retorno vazio; distância 120 a 1000 km.
3	Investigar qualidade e confiabilidade do fornecimento de matéria-prima nos dois processos.	Controle rigoroso/confiabilidade garantida pela logística e proximidade jazida-usina.	Controle rigoroso/confiabilidade prejudicada pela logística complexa.
4	Mensurar os custos percentuais de aquisição das matérias-primas nos dois processos.	O preço do minério de ferro é maior do que o da sucata metálica, devido ao processo de sinterização e fusão do gusa.	O preço da sucata metálica equivale de 1/3 a 1/5 do preço do minério de ferro, dependendo do processo de produção utilizado (LD ou forno elétrico).
5	Comparar o ciclo de pedido e entrega de matéria-prima nos dois processos.	Ciclo de pedido mais ágil devido não ter etapa de análise de concorrência e qualificação do fornecedor, além de estar a 10 km da usina.	Ciclo do pedido mais demorado devido à etapa de análise de concorrência e qualificação do fornecedor, além da distância da usina (até 1000 km).
6	Avaliar os impactos no meio ambiente dos processos que usam a sucata metálica e dos processos que utilizam o minério de ferro para a produção do aço.	Degradação ambiental: processos erosivos, contaminação da água, poluição do ar; utilização de carvão vegetal ou mineral.	Utilização de rejeitos gerados por sucata metálica interna, sucata metálica industrial, sucata metálica de material em desuso e sucata metálica de bens demolidos. Prática ambiental desejável. Diminui a utilização de recursos naturais. Área de estocagem reduzida.

Fonte: Dados da pesquisa.

Embora a análise final tenha apontado algumas vantagens para o uso da sucata metálica, é importante observar que a unidade analisada foi planejada para utilização do minério de ferro, pois possui jazida e ferrovia próprias, além de uma unidade de sinterização. Esses fatores proporcionam maior confiabilidade na logística de transporte, do fornecimento e do tempo de entrega.

Ao finalizar-se este trabalho, verificamos que uma das limitações que podem ser apontadas refere-se ao fato de que as observações não se aplicam a aciarias que utilizam somente minério de ferro. Por outro lado, espera-se que as demonstrações das vantagens da sucata metálica sobre o minério de ferro levem essas usinas a desenvolverem pesquisas e projetos para a utilização da sucata metálica na fabricação de aço. Almeja-se, também, que as usinas semi-integradas evitem a utilização de gusa sólido de baixa qualidade e adquirido de forneiros que agredem o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ARCELORMITTAL. Portal Institucional. Disponível em: [https://www.belgo.com.br/empresa/perfil\\_corporativo/perfil\\_corporativo.asp](https://www.belgo.com.br/empresa/perfil_corporativo/perfil_corporativo.asp). Acesso em: 11 nov. 2013.

ARNOLD, J. R. Tony. *Administração de materiais: uma introdução*. São Paulo: Atlas, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental*. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BALLOU Ronald. H. *Gerência da cadeia de suprimentos/logística empresarial*. São Paulo: Bookman, 2007.

BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ logística empresarial*. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, Ronald H. *Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo: Atlas, 1993.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento*. 2.ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2009.

BOTTINI, Felipe. Que tal um 2013 mais sustentável? *Jornal do Brasil on-line*, 9 de jan. 2103. Disponível em: <http://www.jb.com.br/sociedade-aberta/noticias/2013/01/09/que-tal-um-2013-mais-sustentavel/>. Acesso em: 05 jun. 2013.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL. *Lei de Crimes Ambientais, ou Lei da Natureza* (Lei n.9.605 de 13 de fevereiro de 1998). Brasília: Senado Federal, 1998. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em: 13 jun. 2013.

BRASIL. Portal do Rio+20. Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. 2012. Disponível em [http://www.rio20.gov.br/sobre\\_a\\_rio\\_mais\\_20.html](http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html). Acesso em: 20 fev. 2014

BRASIL. Resolução CONAMA 306, de 5 de julho de 2002. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Brasília: Poder Executivo, 2002. Disponível em: <http://www.ambientedomeio.com/2007/07/29/conceito-meio-ambiente/>. Acesso em: 28 maio, 2013.

BRASIL. Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei n.12.305, de 2 de agosto de 2010). Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, Casa Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 7 abr. 2014.

CAMPOLINO, G. *Estudo da viabilidade da desfosforação e dessulfuração simultâneas do gusa*. 1994. 114f. Dissertação – (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

CAMPOS, Vicente. *Gerenciamento da rotina*. Belo Horizonte: EDG, 1992.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. *Pesquisa em administração: Um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES (CNT). *Economia em foco*. 28 ago. 2012. Disponível em: [http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Economia%20em%20foco/ECONOMIA\\_EM\\_FOCO\\_28\\_de\\_agosto\\_2012.pdf](http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Economia%20em%20foco/ECONOMIA_EM_FOCO_28_de_agosto_2012.pdf). Acesso em: 18 jul. 2013.

CORREIO BRAZILIENSE. 18 jun. 2013. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/.../lobao-diz-que-novas-regras-acabam-com-especulacao-da-mineracao-no-pais.shtml>. Acesso em: 10 set. 2013.

DEMING, W, Edwards. *Saia da crise: as 14 lições definitivas para controle de qualidade*. São Paulo: Futura, 2003.

DIAS, Marco Aurélio Pereira. *Administração de Materiais: uma abordagem logística*. São Paulo: Atlas, 1999.

DIAS, Marco Aurélio Pereira. *Gerência de materiais: um modelo para situações de crise e incerteza*. São Paulo: Atlas, 1996.

ESPOSITO, Valdir. *Gestão Estratégica de Custos como ferramenta para os administradores da logística*. *Portal dos Administradores*, 30 mar. 2012. Disponível em: <http://economia...custos...logistica62504artigos/administracao-e-negocios/estoques-centralizar-ou-descentralizar/70049/>. Acesso em: 25 abr. 2013.

FARIA, Sérgio Fraga Santos. *Fragmentos da história dos transportes*. São Paulo: Aduaneiras, 2001.

FEIGENBAUM, Armand V. *Controle da Qualidade Total: estratégias para o gerenciamento e tecnologia da Qualidade*. Tradução: Regina Cláudia Loverri. São Paulo: Makron Book, 1994.

FLEURY, P. F. Logística Integrada. In: FLEURY, P. F.; FIGUEIREDO, K.; WANKE, P. (Org). *Logística Empresarial*. São Paulo Atlas, 2010. p.56. Coleção COPPEAD de Administração.

FLEURY, P.F. *et al. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2010.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002, Apostila.

GERDAU. Portal Institucional. Disponível em: <http://www.gerdau.com.br>. Acesso em 25 abr. 2013.

GODOY, Arilda Schmidt. *Pesquisa qualitativa em estudos em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos*. São Paulo: Saraiva, 2006.

GONÇALVES, P.S. *Administração de materiais*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

GUARNIERI, Patrícia. *Logística Reversa: em busca do equilíbrio ambiental*. Recife: Clube dos autores, 2011.

GUARNIERI, Patrícia. Logística Sustentável: Associação entre responsabilidade ambiental e estratégia empresarial. *Rev. Mundo Logística*, Ano VI, Edição 36, Setembro e Outubro 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). Portal. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br>> Acesso em: 04 jun. 2013. 2013a.

INSTITUTO BRASILEIRO DO AÇO (IBS). *Processos do aço*. Disponível em: <<http://www.ibs.org.br/index.swf>>. Acesso em: 10 jan. 2013. 2013b.

ISHIKAW, Kaoru. *TQC - Total Quality Control: estratégia e administração da qualidade*. Tradução: Mário Nishimura M&C. São Paulo: IM&C, 1986.

JURAN, JMA. *Qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços*. São Paulo: Pioneira, 1992.

LEITE, Paulo Roberto. *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LEITE, Paulo Roberto. *Logística Reversa, custos logísticos contabilizados*. São Paulo: Pearson, 2009.

MACHADO, Ricardo. *Custos logísticos*. *Portal dos Administradores*, 19 jan. 2007. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/custos-logisticos-na-economia-brasileira/13156/>. Acesso em: 20 mai. 2013.

MALHOTRA, Naresh K. *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. São Paulo: Bookman, 2006.

MARTINS, Marcos Lobato. *História e meio ambiente*. São Paulo: Annablume, 2007.

MODAIS DE TRANSPORTES. In: *Portopedia*. Portal Portogente. Disponível em: [http://www.portogente.com.br/portopedia/Modais\\_de\\_Transporte/](http://www.portogente.com.br/portopedia/Modais_de_Transporte/). Acesso em: 17 abr. 2013.

NEVES, José Luiz. Pesquisa Qualitativa: características, usos e possibilidades. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v.1, n.3, p.4, 2º sem. 1996.

PALADINI, Edson Pacheco. *Gestão da Qualidade no Processo: a qualidade na produção de bens e serviços*. São Paulo: Atlas, 1995.

PAULOS JÚNIOR, Aylton. Gerenciamento de recursos materiais em unidades de saúde. *Revista Espaço para a Saúde*, Paraná, v.7, n.1, p.30-45, 2005.

PORTAL DA ADMINISTRAÇÃO. *Gestão Estratégica de Custos como ferramenta para os administradores da logística*. Disponível em: <http://economia...custos..logistica62504artigos/administracao-e-negocios/estoques-centralizar-ou-descentralizar/70049/> >. Acesso em: 25 abr. 2013.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrósio. *Introdução ao sistema de transporte no Brasil e à logística internacional*. São Paulo: Aduaneiras, 2004.

SLACK, N. *et al.* *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2002.

SOARES, H. S. *Organização de Compras em empresas industriais brasileiras: um estudo de estruturas, papéis e responsabilidades*. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2003.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 2003.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e método*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.



**APÊNDICE A**

**Questionário aplicado em gestores da siderúrgica para análise das cadeias de suprimentos direta (minério de ferro) e reversa (sucata metálica) para fabricação do aço.**

**Nome** \_\_\_\_\_ **Função** \_\_\_\_\_

**01 Qual custo do modal de transportes é mais viável para a sucata e para o minério de ferro?**

**02 Os custos logísticos de aquisição da sucata e minério apresentam diferenças significativas?**

**03 Os preços de aquisição da sucata e o minério têm valores muito diferentes?**

**04 Existem diferenças na qualidade do aço usando minério ou sucata?**

**05 Existem diferença no processo de fabricação quando se usa minério ou sucata?**

**06 A confiabilidade de fornecimento de sucata difere muito do fornecimento de minério?**

**07 O processo de aquisição e entrega do minério difere muito do processo da sucata?**

**08 Quais seriam os benefícios e impedimentos no uso da sucata e do minério de ferro no processo de fabricação de aço?**

**09 Quais as diferentes vantagens ecológicas em utilizar sucata ou minério de ferro?**

**10 Quais dos dois processos (minério X sucata) é mais viável economicamente?**

## APÊNDICE B

### Carta de autorização

Belo Horizonte, novembro de 2013.

Prezados Senhores,

Sou aluno do Mestrado Profissional em Administração da Fundação Pedro Leopoldo e estou realizando uma pesquisa intitulada “**Logística reversa e direta na produção do aço: estudo de caso em uma empresa siderúrgica**”, sob a orientação da Prof. Dra. Eloísa Helena Rodrigues Guimarães.

Para enriquecer o trabalho, faz-se necessária uma pesquisa de campo e, para tanto, gostaria de contar com sua colaboração, recebendo-me em sua empresa para uma entrevista sobre o assunto e para a consulta de documentos relacionados ao tema, em data que for mais conveniente. Solicito, também, autorização para a divulgação do nome da unidade da empresa em que a pesquisa for realizada.

Agradeço pela contribuição e coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários (jorge.sm@hotmail.com) ou por telefone:(31) 8813 9580.

A identificação dos respondentes não é obrigatória e os dados considerados confidenciais pela empresa não serão divulgados.

Atenciosamente,

Jorge Sala Minoves  
Mestrando em Administração Profissional  
Fundação Pedro Leopoldo