

OBTENÇÃO, MERCADO E RECICLAGEM DE SUCATAS FERROSAS NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA BRASILEIRA

José Carlos Nogueira Trindade Junior

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, curso de Engenharia Metalúrgica.

Orientador: Prof. Rupen Adamian

RIO DE JANEIRO
NOVEMBRO/2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAS

CURSO DE ENGENHARIA METALÚRGICA

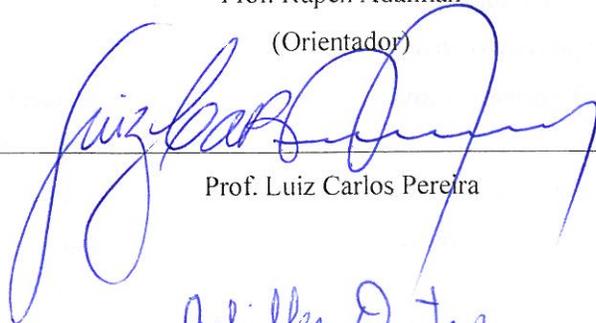
Autor: José Carlos Nogueira Trindade Junior

Obtenção, Mercado e Reciclagem de Sucatas Ferrosas na Indústria Siderúrgica Brasileira

Aprovado por:



Prof. Rupen Adamian
(Orientador)



Prof. Luiz Carlos Pereira



Prof. Achilles Junqueira Bourdot Dutra

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

NOVEMBRO

RESUMO

A siderurgia é uma das principais atividades econômicas do Brasil, com participação expressiva em nossa balança comercial e ainda um importante polo de geração de empregos diretos e indiretos. Neste contexto se encontra a sucata ferrosa, um dos principais insumos para a atividade siderúrgica principalmente, para a produção de aço pela rota semi-integrada onde o Forno Elétrico a Arco (FEA) é o principal consumidor deste insumo. Outra grande vertente da sucata ferrosa é o papel ambiental que ela desempenha. Nos dias de hoje, as exigências ambientais são crescentes e o aço é um material totalmente reciclável e disponível.

Neste trabalho será enfatizada a importância desta matéria-prima, no processo de produção do aço, sua contextualização no mercado interno e externo com suas relações, demandas e perspectivas, mostrando o Brasil como um dos potenciais exportadores de sucata no futuro.

O aspecto ambiental será abordado neste trabalho, mostrando a sucata ferrosa como um insumo importante para a indústria siderúrgica e também, um importante canal de desenvolvimento social e econômico para a o nosso país. O Brasil, como uma economia em desenvolvimento, possui oportunidades para a área de sucata ferrosa.

A melhoria ambiental que a coleta e processamento desta matéria-prima proporcionam para a sociedade é muito importante, aliada aos benefícios que este setor industrial pode produzir com a criação de novas indústrias e a geração de novos empregos.

Sustentabilidade é principal foco para o futuro, e a sucata ferrosa está inserida neste contexto de desenvolvimento com responsabilidade.

A seguir, todos esses conceitos serão apresentados de uma forma mais detalhada e abrangente, sempre relacionando o Brasil ao resto do mundo, em um tema ainda pouco explorado na literatura mundial.

ABSTRACT

Iron and steel industry is one of leading economic activities in Brazil with significant participation in our trade balance and also a major hub of generating direct and indirect jobs. In this context is ferrous scrap, one of the main inputs for steelmaking primarily for the production of steel by mini mills route where the electric furnace is the main consumer of this input. Another important aspect of ferrous scrap is the environmental role that it plays. Nowadays, the world environmental requirements are increasing and steel material is fully recyclable and available.

In this paper we will emphasize the importance of this raw material in the steel production process, its context in the market with its internal and external relations, demands and perspectives, showing Brazil as one of the potential exporters of scrap in the future.

The environmental aspect will be addressed in this work, showing the ferrous scrap not only as an important input of steel industry, but also an important channel of social and economic development for our country. As a developing economy, Brazil has opportunities for the area of ferrous scrap.

The environmental improvement due the gathering and processing of this raw material provides to society, coupled with economic growth that this sector can produce through the creation of new industries and jobs become important.

As sustainability is the main focus for the future; steel scrap is inserted in this context, of responsible development.

All of these concepts will be presented in a more detailed and complex approach, always linking Brazil to the rest of the world, on a topic not yet widely explored in the world literature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma simplificado de uma Usina Siderúrgica Integrada	16
Figura 2 - Fluxograma simplificado de uma Usina Siderúrgica Semi-Integrada	17
Figura 3 – Fluxograma do ciclo da sucata ferrosa, em Estudo Setorial Sucata Ferroso Brasil	26
Figura 4 – Fluxograma básico do processo Shredder	27
Figura 5 - Etapas do processo de reciclagem de veículos	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produção brasileira de aço bruto no período 2004 a 2011.....	15
Gráfico 2 - Produção brasileira de aço bruto no período de 2003 a 2011.....	18
Gráfico 3 – Produção mundial de aço bruto por processo de 2007 a 2011.....	20
Gráfico 4 – Geração de sucata ferrosa brasileira no período de 2004 a 2011.....	23
Gráfico 5 – Geração da sucata ferrosa mundial no período de 2006 a 2011.....	24
Gráfico 8 - Uso de sucata ferrosa na produção de aço bruto no Brasil no período de 2004 a 2011.....	31
Gráfico 6 - Mercado de sucata ferrosa no Brasil no período de 2004 a 2011.....	29
Gráfico 7 - Uso de sucata ferrosa na produção de aço bruto mundial no período de 2006 a 2011.....	30
Gráfico 9 - Mercado mundial de exportação de sucata ferrosa em 2011.....	31
Gráfico 10 - Mercado mundial de importação de sucata ferrosa em 2011.....	32
Gráfico 11 - Relação de preço da sucata ferrosa pesada (HMS) entre Turquia e Brasil no período de maio de 2012 a maio de 2013.....	33
Gráfico12 -Consumo per capita de aço de alguns países, incluindo o Brasil, em 2011.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sucata ferrosa por origem de geração.....	21
Tabela 2 - Consumo energético por rota de produção de aço bruto por tonelada	36
Tabela 3 - Consumo per capita de aço no Brasil no período de 1975 a 2011	37
Tabela 4 - Vida útil teórica dos veículos, por categoria.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parque siderúrgico brasileiro distribuído por estados da Federação14

Quadro 2 – Equipamentos de industrialização da sucata27

SUMÁRIO

1	INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL	10
1.1	Histórico da Siderurgia no Brasil.....	10
1.1	Parque Siderúrgico Brasileiro.....	13
2	PROCESSOS SIDERÚRGICOS	16
2.1	Aciaria LD.....	16
2.2	Aciaria Elétrica.....	17
3	SUCATAS FERROSAS	20
3.1	Geração de Sucata Ferrosa	20
3.2	Ciclo da Sucata Ferrosa.....	24
3.3	Processamento da Sucata Ferrosa	26
3.4	Mercado Brasileiro de Sucata Ferrosa.....	28
3.5	Preço da Sucata ferrosa	32
4	SUSTENTABILIDADE NO SETOR SIDERÚRGICO	34
4.1	Reciclagem de sucatas ferrosas.....	34
4.2	Consumo energético.....	35
	ROTA TECNOLÓGICA	36
	CONSUMO ENERGÉTICO	36
4.3	Índice de Reciclagem (RIR)	36
4.4	Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	39
4.5	Logística Reversa.....	40
4.6	Reciclagem de Automóveis	41
5	CONCLUSÕES	44
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1 INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL

1.1 Histórico da Siderurgia no Brasil

Quando as terras brasileiras foram descobertas, as práticas mercantilistas imperavam na Europa. Os portugueses chegaram ao Brasil com a esperança da extração de metais como ouro, prata, cobre. No entanto, nenhum tipo de metal, nem mesmo ferro, foi encontrado em um primeiro momento. Os poucos ferreiros que vieram para o Brasil utilizavam o ferro originário da Europa para produzir ferramentas e utensílios usados na lavoura. Em 1554, o padre jesuíta José de Anchieta relatou, em um informe ao rei de Portugal, a existência de depósitos de prata e minério de ferro no interior da capitania de São Vicente (atual estado de São Paulo). Quem primeiro trabalhou na redução desse minério de ferro foi Afonso Sardinha. Em 1587, ele descobriu magnetita na atual região de Sorocaba, no interior de São Paulo, e iniciou a produção de ferro a partir da redução do minério. É a primeira fábrica de ferro do qual se tem notícia no Brasil. As forjas construídas por Sardinha operaram até a sua morte, em 1616. Após essa data, a siderurgia brasileira entrou em um período de estagnação que durou até o século seguinte.

Foi a descoberta de ouro no atual Estado de Minas Gerais que desencadeou um novo estímulo à siderurgia. Fundições foram abertas para a construção de ferramentas utilizadas no trabalho das minas. Contudo, as mesmas práticas mercantilistas que impulsionaram a descoberta de metais em nossas terras fizeram com que a construção de uma indústria siderúrgica brasileira fosse reprimida. A colônia deveria ser explorada ao máximo e comercializar apenas ouro e produtos agrícolas. Portugal chegou a proibir a construção de novas fundições e ordenou a destruição das existentes. A situação mudou com a ascensão de Dom João VI ao trono de Portugal. Em 1795, foi autorizada a construção de novas fundições.

Em 1808, a família real portuguesa desembarcou fugitiva no Rio de Janeiro, temendo o avanço das tropas napoleônicas às terras lusitanas. Diversas indústrias siderúrgicas foram construídas a partir desse período. Em 1815, ficou pronta a usina do Morro do Pilar, em Minas Gerais. Em 1818, a fábrica de Ipanema, nos arredores de Sorocaba, começa a produzir ferro forjado. Outras indústrias foram abertas em Congonhas do Campo, Caeté e São Miguel de Piracicaba, todas em Minas Gerais. Antes da abertura das fábricas locais, o ferro era exclusivamente importado de países europeus, especialmente da Suécia, da Alemanha e da

Espanha. Após esse início de século XIX promissor, houve um declínio na produção de ferro. A competição com os produtos importados da Inglaterra (que eram favorecidos com uma diminuição no imposto de importação) era desigual e travava o desenvolvimento da siderurgia brasileira. Além disso, havia escassez de mão-de-obra, já que os trabalhadores, em sua maioria, eram absorvidos pela lavoura da cana de açúcar e, mais tarde, do café. Mesmo assim, um marco importante para o posterior progresso da siderurgia brasileira data desse período: a fundação, em 1876, da Escola de Minas de Ouro Preto, que formaria engenheiros de minas, metalurgistas e geólogos.

As primeiras décadas do século XX foram de avanços para a siderurgia brasileira, impulsionados pelo surto industrial ocorrido entre 1917 e 1930. O mais importante foi a criação, na cidade de Sabará (MG), da Companhia Siderúrgica Mineira. Em 1921, a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira foi criada como resultado da associação da Companhia Siderúrgica Mineira com o consórcio industrial belgo-luxemburguês, Acières Réunies de Burbach-Eich-Dudelange que, em 1922, associou-se a capitais belgas e se transformou na Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira. Os governos brasileiros dos primeiros 30 anos do século XX, mais preocupados com o café, davam pouca atenção ao crescimento da indústria nacional. A siderurgia era exceção: decretos governamentais concederam às companhias siderúrgicas diversos benefícios fiscais. Na ocasião, a produção brasileira era de apenas 36 mil toneladas anuais de gusa. A década de 30 do século XX registrou um grande aumento na produção siderúrgica nacional, principalmente incentivada pelo crescimento da Belgo-Mineira que, em 1937, inaugurava a usina de Monlevade, com capacidade inicial de 50 mil toneladas anuais de lingotes de aço. Ainda em 1937, são constituídas a companhia siderúrgica de Barra Mansa e a Companhia Metalúrgica de Barbará. Apesar disso, o Brasil continuava muito dependente de aços importados.

O cenário de permanente dependência brasileira de produtos siderúrgicos importados começou a mudar nos anos 40, com a ascensão de Getúlio Vargas à presidência do Brasil. Era uma das suas metas fazer com que a indústria de base brasileira crescesse e se nacionalizasse. Um dos grandes exemplos desse esforço foi a inauguração, em 1946, no município de Volta Redonda (RJ), da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), que começou a produzir coque metalúrgico. No mesmo ano, foram ativados os altos-fornos e a aciaria. As laminações entraram em atividade em 1948 e marcaram o início da autonomia brasileira na produção de ferro e aço. Erguida com financiamentos norte-americanos e fundos do Governo, a gigante estatal do setor nascia para preencher um vazio econômico. O ano de 1950, quando a usina já funcionava com todas as suas linhas, pode ser tomado como marco de um novo ciclo de

crescimento da siderurgia brasileira. A produção nacional de aço bruto alcançava 788 mil toneladas e tinha início uma fase de crescimento continuado da produção de aço no País.

Dez anos depois, a produção triplicava e passados mais dez anos, em 1970, eram entregues ao mercado 5,5 milhões de toneladas.

A oferta estimulou a expansão da economia, que passou a fazer novas e crescentes exigências às usinas. Outra consequência foi o acentuado aumento das importações de aço. Foi este cenário que deu origem, em 1971, ao Plano Siderúrgico Nacional (PSN), com o objetivo de iniciar novo ciclo de expansão e quadruplicar a produção. Caberia responsabilidade maior por esta meta às empresas estatais, que então respondiam por cerca de 70% da produção nacional e detinham exclusividade nos produtos planos. Parte da produção era para ser exportada. Em 1973, foi inaugurada no Brasil a primeira usina integrada produtora de aço, utilizando o processo de redução direta de minérios de ferro com emprego de gás natural, a Usina Siderúrgica da Bahia (USIBA). No mesmo ano foi criada a Siderurgia Brasileira S.A (Siderbrás). Dez anos depois, entrou em operação, em Vitória (ES), a Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST). Em 1986, foi a vez da Açominas começar a funcionar em Ouro Branco (MG). Na década de 80 do século XX, o mercado interno estava em retração e a alternativa era voltar-se para o exterior. De uma hora para outra, o Brasil passava de grande importador a exportador de aço, sem ter tradição no ramo. Por toda parte, os mercados se fechavam com medidas restritivas às importações. Na época, começaram a frequentar as páginas dos jornais termos como restrições voluntárias, sobretaxas *antidumping*, direitos compensatórios e salvaguardas.

O parque siderúrgico nacional iniciou a década de 90 do século XX, contando com 43 empresas estatais e privadas, cinco delas integradas a coque, nove a carvão vegetal, duas integradas com redução direta e 27 semi-integradas, além de produtores independentes de ferro-gusa que somavam cerca de 120 altos-fornos a carvão vegetal. A instalação dessas unidades produtoras se concentrou principalmente no Estado de Minas Gerais e no eixo Rio-São Paulo, devido à proximidade de regiões ricas em matérias-primas empregadas na fabricação do aço, ou de locais com grande potencial de consumo. Nos primeiros anos da década de 90, era visível o esgotamento do modelo com forte presença do Estado na economia.

Em 1991, começou o processo de privatização das siderúrgicas. Dois anos depois, oito empresas estatais, com capacidade para produzir 19,5 milhões de toneladas (70% da produção nacional), tinham sido privatizadas. A privatização trouxe ao setor expressivo afluxo de capitais, em composições acionárias da maior diversidade. Assim, muitas empresas

produtoras passaram a integrar grupos industriais e/ou financeiros cujos interesses na siderurgia se desdobraram para atividades correlatas, ou de apoio logístico, com o objetivo de alcançar economia de escala e competitividade.

O parque siderúrgico brasileiro compõe-se hoje de 29 usinas, administradas por onze grupos empresariais. São eles: Aperam, ArcelorMittal Brasil, CSN, Gerdau, SINOBRAS, Thyssenkrupp CSA, Usiminas, VSB Tubos, V&M do Brasil, Villares Metals e Votorantim.

O parque produtor é relativamente novo e passa por um processo de constante atualização tecnológica. Está apto a entregar ao mercado qualquer tipo de produto siderúrgico, desde que sua produção se justifique economicamente. O Brasil tem hoje o maior parque industrial de aço da América do Sul; é o maior produtor da América Latina. Em âmbito mundial ocupa o quinto lugar como exportador líquido de aço e nono lugar como produtor de aço no mundo.

1.1 Parque Siderúrgico Brasileiro

As usinas integradas são aquelas que produzem aço a partir do minério de ferro, usando o carvão como agente redutor, nos altos-fornos, para obtenção do ferro metálico. As usinas semi-integradas não têm a etapa de redução e usam sucata de aço e ferro gusa para alimentar as aciarias elétricas [1].

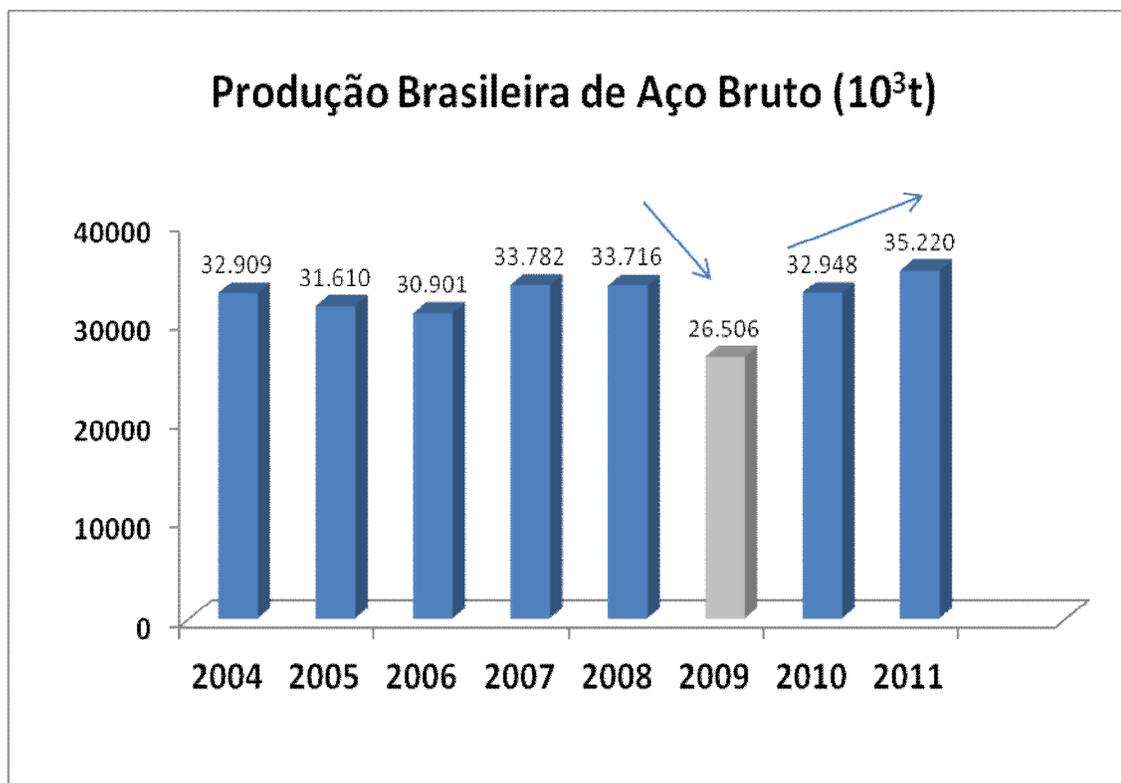
Gerador de aproximadamente 137 mil empregos diretos, exportando para mais de 100 países. Tem como principais setores consumidores de aço: Construção Civil; Automotivo; Bens de capital; Máquinas; Utilidades domésticas e Comerciais. Representado por 14 empresas privadas, controladas por onze grupos empresariais e operando 29 usinas distribuídas por 10 estados brasileiros, sendo 14 integradas e 15 semi-integradas, todas de grande porte. O Quadro 1 apresenta a parque siderúrgico brasileiro distribuído pelos estados da Federação.

Quadro 1 - Parque siderúrgico brasileiro distribuído por estados da Federação

MINAS GERAIS	<p>Apearam South American (Timóteo)</p> <p>Gerdau Açominas (Ouro Branco)</p> <p>ArcelorMittal Aços Longos (Monlevade)</p> <p>ArcelorMittal Aços Longos (Juiz de Fora)</p> <p>Gerdau Aços Longos (Barão de Cocais)</p> <p>Gerdau Aços Longos (Divinópolis)</p> <p>Grupo Usiminas (Ipatinga)</p> <p>V & M do Brasil (Belo Horizonte)</p> <p>VSB (Jeceaba)</p>
SÃO PAULO	<p>Aços Villares (Gerdau Pindamonhangaba)</p> <p>Aços Villares (Gerdau Mogi das Cruzes)</p> <p>Usiminas (Cubatão)</p> <p>Gerdau Aços Longos (São Paulo)</p> <p>Villares Metals (São Caetano do Sul)</p> <p>ArcelorMittal Aços Longos (Piracicaba)</p>
RIO DE JANEIRO	<p>Votorantim Siderurgia (Barra Mansa)</p> <p>Votorantim Siderurgia (Resende)</p> <p>CSN (Volta Redonda)</p> <p>Gerdau Aços Longos (Santa Cruz)</p> <p>ThyssenKrupp CSA (Santa Cruz)</p>
ESPÍRITO SANTO	<p>ArcelorMittal Aços Longos (Cariacica)</p> <p>ArcelorMittal Tubarão</p>
PARANÁ	<p>Gerdau Aços Longos (Guaíra)</p>
RIO GRANDE DO SUL	<p>Gerdau Aços Especiais (Piratini)</p> <p>Gerdau Aços Longos (Riograndense)</p>
PARÁ	<p>Sinobras (Marabá)</p>
BAHIA	<p>Gerdau Aços Longos (Usiba)</p>
PERNAMBUCO	<p>Gerdau Aços Longos (Açonorte)</p>
CEARÁ	<p>Gerdau Aços Longos (Cearense)</p>

Em 2011, a produção de aço bruto de acordo com o Gráfico 1, atingiu 35,2 milhões de toneladas, levando o país a ocupar a 9ª posição da produção mundial, com participação de 2,4% na produção global e de 51,3% na produção latino-americana do setor [1]. Cabe ressaltar que o crescimento da produção em 2011 recompôs os patamares de produção do setor aos níveis do período anterior à crise econômica mundial, iniciada em 2008. Em 2011 atingimos o maior patamar de produção bruta da série desde 2004 com a contribuição do crescimento da China como um dos principais responsáveis. A perspectiva para o setor é de crescimento, caso não aconteça nenhuma crise internacional que altere essa tendência. A Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016 deixarão o mercado interno aquecido contribuindo para o crescimento dos próximos anos.

Gráfico 1- Produção brasileira de aço bruto no período 2004 a 2011



Fonte- IBS [1], adaptado pelo autor.

2 PROCESSOS SIDERÚRGICOS

2.1 Aciaria LD

O processo LD é relativamente recente, sendo que sua implantação em escala industrial ocorreu em meados do século XX. Apesar disso, esse processo sofreu um grande desenvolvimento nos últimos 35 anos. Esse desenvolvimento se refletiu numa ampliação das variedades de tipos de aço produzidos. O processo LD utiliza oxigênio gasoso para realizar o refino do ferro gusa, reduzindo os seus teores de carbono, silício, manganês, fósforo, e enxofre, pela oxidação desses elementos. A sucata, além de fornecer ferro ao processo, tem papel de material refrigerante e é essencial para o controle de temperatura do aço. Geralmente, o volume de sucata de retorno gerada na própria usina é inferior ao consumo, principalmente se a usina emprega lingotamento contínuo, o que exige a aquisição de sucata externa. Esse tipo de processo é característico das usinas integradas, tal como mostrado na Figura 1.

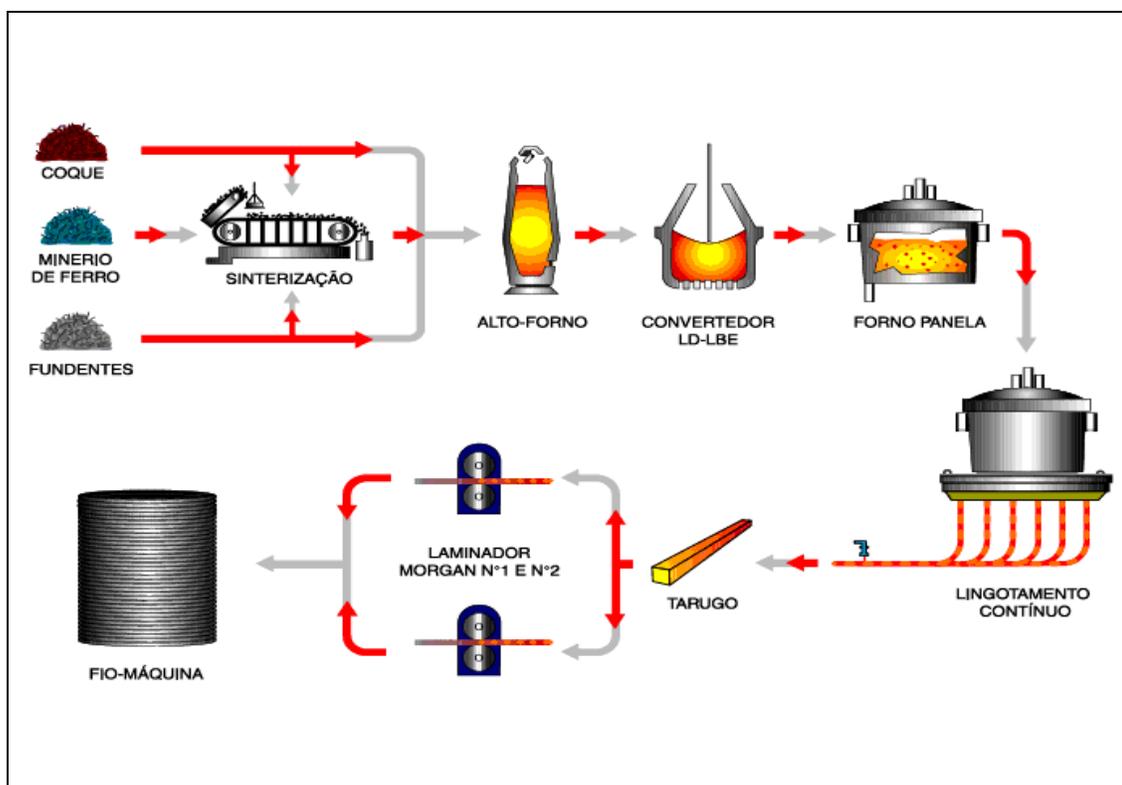


Figura 1 - Fluxograma simplificado de uma Usina Siderúrgica Integrada

Fonte - ArcelorMittal [2]

2.2 Aciaria Elétrica

A utilização de fornos elétricos a arco (FEA) para fabricação de aço começou no início do século passado. Entretanto, o maior desenvolvimento desse processo se deu após a Segunda Guerra Mundial. Nesse início, o forno elétrico era considerado um reator para fabricação de aços especiais, de aço inoxidável e de aços fortemente ligados, principalmente devido às possibilidades de controlar com grande precisão a composição química e a temperatura do metal. Contudo, nos últimos anos, o forno elétrico tem sido cada vez mais utilizado para produção de aço ao carbono. Esse tipo de processo é característico das usinas semi-integradas, tal como representado na Figura 2.

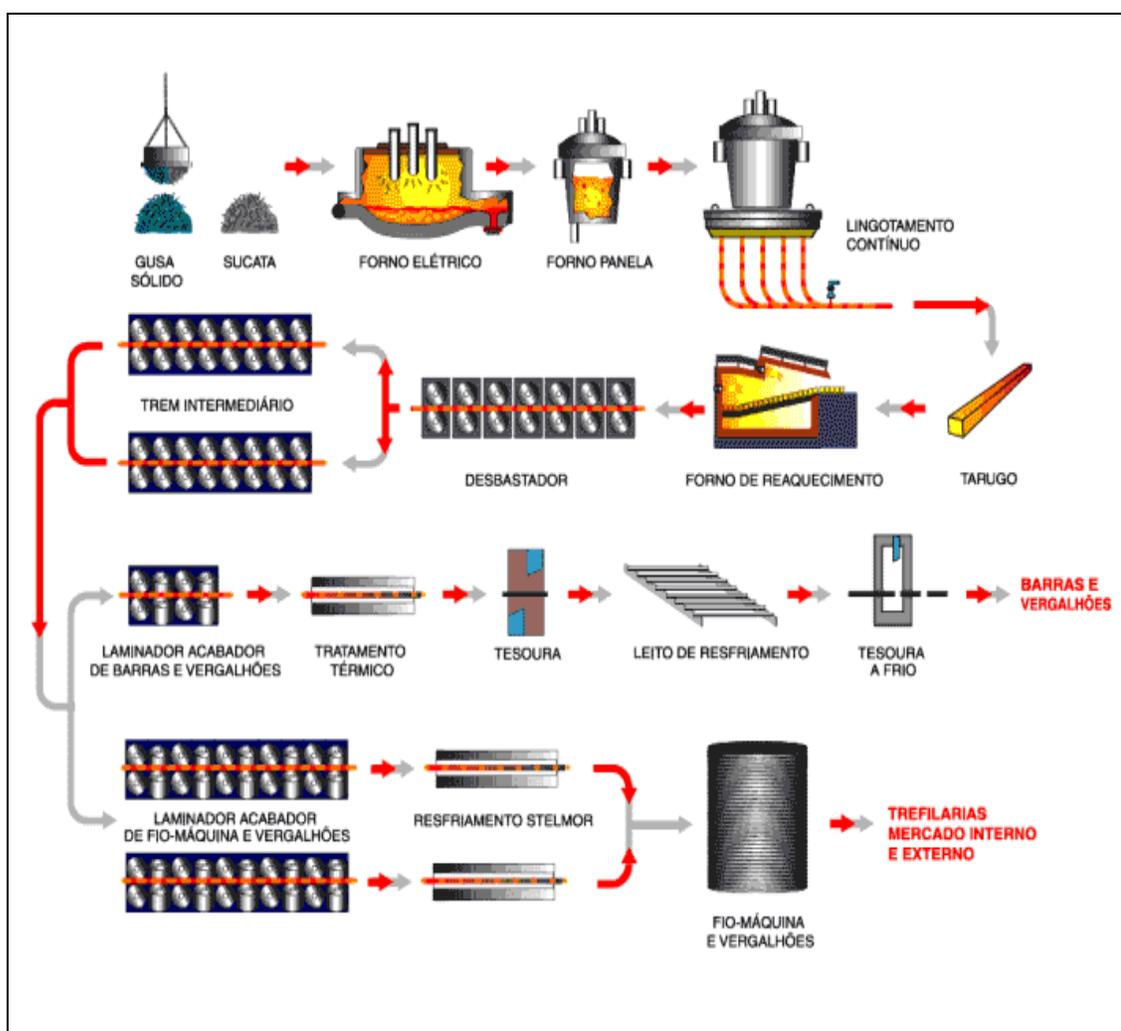


Figura 2 - Fluxograma simplificado de uma Usina Siderúrgica Semi-Integrada

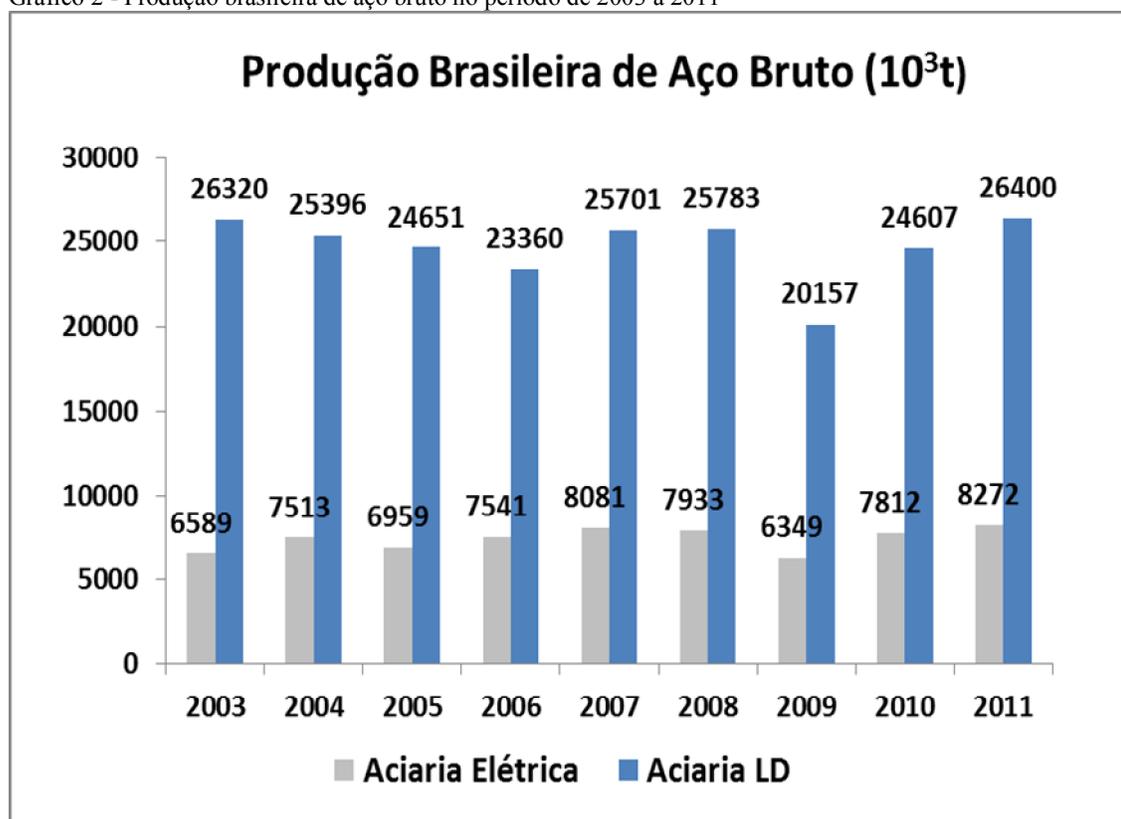
Fonte - ArcelorMittal [2]

As matérias-primas utilizadas convencionalmente na fabricação de aços em fornos elétricos são: sucata, gusa sólido e fundentes. As sucatas a serem usadas em fornos elétricos devem ser estocadas em pátios, sendo extremamente importante separá-las segundo a sua composição química. Quanto maior for a variedade de aços produzidos, mais diversificada deverá ser a sucata e mais específica será sua classificação.

A indústria de fundição também utiliza a sucata como insumo, entretanto representa pequena parcela na demanda mundial, sendo pouco relevante para esta análise. O Gráfico 2 apresenta a relação de produção de aço bruto correspondentes aos dois processos no Brasil.

A relação de produção de aço bruto entre os processos de produção se manteve constante nos últimos anos, o que demonstra a falta de novos investimentos na área de aciarias elétricas.

Gráfico 2 - Produção brasileira de aço bruto no período de 2003 a 2011



Fonte -IBS [1] e World Steel [3], adaptado pelo autor.

A reestruturação mundial das grandes siderúrgicas vem favorecendo a implantação de projetos de usinas que utilizam a tecnologia dos fornos elétricos, em comparação às grandes usinas integradas. A aciaria elétrica apresenta vantagens competitivas importantes, tais como:

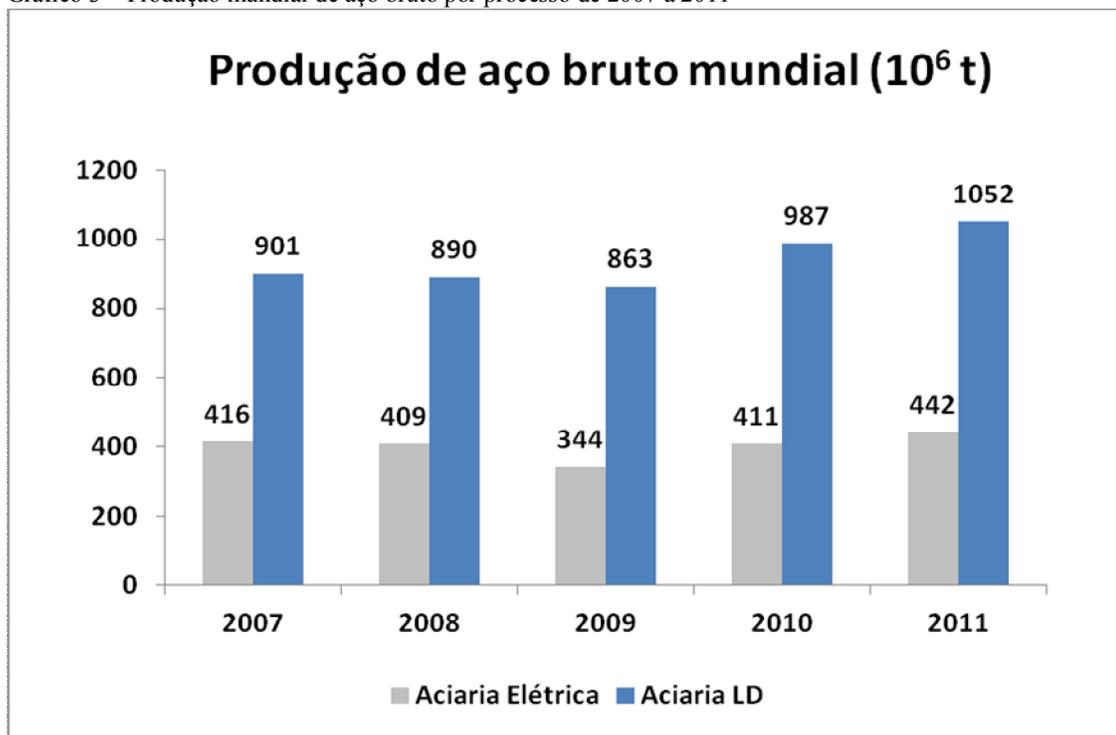
- i. Esse tipo de usina é menos agressivo ao meio ambiente e opera prioritariamente com a reciclagem de sucata.
- ii. As usinas elétricas exigem menos investimento para serem instaladas.
- iii. Elas possuem grande flexibilidade na utilização de matérias-primas.
- iv. As usinas são compactas e podem ficar localizadas próximas a centros urbanos.
- v. Existem grandes avanços tecnológicos recentes aplicáveis a esse tipo de usina.
- vi. Os seus produtos são bem aceitos no mercado internacional.

Devido à abundância de minério de ferro de alta qualidade, localizados principalmente em Minas Gerais e na Amazônia, parece lógica a tendência de crescimento da produção brasileira pela rota Alto-Forno. Além do mais, possuímos uma das melhores tecnologias do mundo na operação de altos-fornos a coque e a melhor na operação com carvão vegetal. Outro fator que influencia o maior uso de fornos elétricos é o alto custo da energia elétrica do Brasil.

A tendência atual de alguns países desenvolvidos é o uso de usinas semi-integradas, tanto pelo aspecto de restrição ambiental como pelo aspecto econômico; essa tendência pode ser aplicada aos países de industrialização mais recente, como o Brasil. De um modo geral, quanto mais industrializada e madura a economia de uma nação, maior a quantidade de materiais disponíveis para reciclagem; este é um fator importante para o desenvolvimento para utilização de fornos elétricos para a produção de aço bruto. No Brasil, ainda estamos abaixo da média mundial de produção de aço via aciaria elétrica; com o desenvolvimento econômico brasileiro a oferta de sucata ferrosa aumentará o que ocasionará uma condição ótima para o aumento de produção via aciaria elétrica ou o aumento de nossas exportações deste insumo.

O Gráfico 3 mostra a produção de aço bruto mundial no período de 2007-2011, por rota de produção. Para o ano de 2011 a porcentagem de produção de aço bruto pela rota de aciaria elétrica (FEA) no Brasil foi de 23%, conforme mostrado no Gráfico 2, enquanto a média mundial para 2011 foi de 29%, mostrando o potencial de crescimento do Brasil para a produção de aço bruto pela mesma rota.

Gráfico 3 – Produção mundial de aço bruto por processo de 2007 a 2011



Fonte – World Steel [3], adaptado pelo autor.

3 SUCATAS FERROSAS

3.1 Geração de Sucata Ferrosa

A sucata é gerada durante o processo de fabricação do aço na usina siderúrgica, pelas indústrias que se utilizam do aço e ferro no processo de fabricação de seus produtos e por meio do consumo e descarte de bens pela sociedade.

Toda sucata ferrosa, de qualquer natureza, antes de ser reaproveitada industrialmente e inserida na linha de produção das usinas siderúrgicas, necessita ser coletada e beneficiada.

Estas atividades que podem ser realizadas pela própria siderúrgica, dependendo das condições de cada mercado, geralmente ficam a cargo de empresas sucateiras formadas por agentes diversos: catadores, beneficiadores e distribuidores (empresas de pequeno e médio porte, associações e cooperativas).

A sucata é comercializada nas suas diversas formas de beneficiamento, variando quanto à densidade e pureza. Segundo sua origem, pode-se citar os seguintes tipos gerais de sucata:

- i. Sucata de Geração Interna ou Sucata “Doméstica”- É o aço sucateado na própria usina, que normalmente é redirecionado diretamente para o forno.
- ii. Sucata Industrial ou “De Processo”- É a sucata originária das metalúrgicas, fundições e plantas industriais (automobilística). Trata-se de uma sucata de alta qualidade pela composição química conhecida e pela baixa quantidade de contaminantes.
- iii. Sucata de Obsolescência ou Sucata “Velha”- Trata-se de bens de consumo de ferro ou aços já obsoletos pelo uso, tais como automóveis, eletrodomésticos, silos e tanques de estocagem.
- iv. Os bens de capital sucateados - São obtidos com a demolição de unidades industriais da obsolescência de máquinas e equipamentos.

Sucata é gerada e não produzida. A Tabela 1 mostra a origem da sucata gerada no Brasil para o ano de 2007 e para o mundo no ano de 2005. Apesar de defasada de dois anos, esses números servem de parâmetro de análise.

Tabela 1 – Sucata ferrosa por origem de geração

Sucata por origem	Mundo (2005)	Brasil (2007)	Brasil (1992)
Interna	28,9%	30,4%	56%
Industrial	27,0%	31,3%	20%
Obsolescência	44,1%	38,4%	24%

Fonte – ESTUDO PROSPECTIVO DO SETOR SIDERÚRGICO [4]

As inovações tecnológicas introduzidas nas últimas quatro décadas, principalmente o lingotamento contínuo e o fato da indústria siderúrgica brasileira ser exportadora de produtos semi-acabados, ocasionou uma diminuição da geração interna de sucata ferrosa. As indústrias siderúrgicas brasileiras estão inseridas neste processo de melhora tecnológica que é permanente, mas que teve uma aceleração no final da década de 90, com as privatizações no setor siderúrgico.

Em 1992, 56% da origem de sucata ferrosa eram obtidas pela geração interna; em 2007 o valor caiu para 30,4%. A geração de sucata ferrosa interna ou industrial está intimamente ligada ao nível de produção de aço do país. No Brasil, a crise econômica mundial de 2008 causou uma diminuição dos níveis de produção em 2009; a partir de 2010 a produção foi retomada a números anteriores, com tendência de alta. O uso da sucata de obsolescência como origem da sucata ferrosa está intimamente ligado com o grau de desenvolvimento de sua população; como exemplo, nos Estados Unidos (EUA), grande parte de sua produção de aço foi por meio da rota integrada ao longo do século XX, e tornaram-se a primeira potência mundial, com elevado nível de crescimento e de consumo. Como consequência, esse país tem, atualmente, maior oferta de sucata e consegue ter maior percentual de produção de aço pela rota semi-integrada, em função do forte ritmo de desenvolvimento alcançado no século passado. O passivo histórico acumulado deve ser levado em consideração na análise de oferta de sucata e tipo de rota de fabricação de aço.

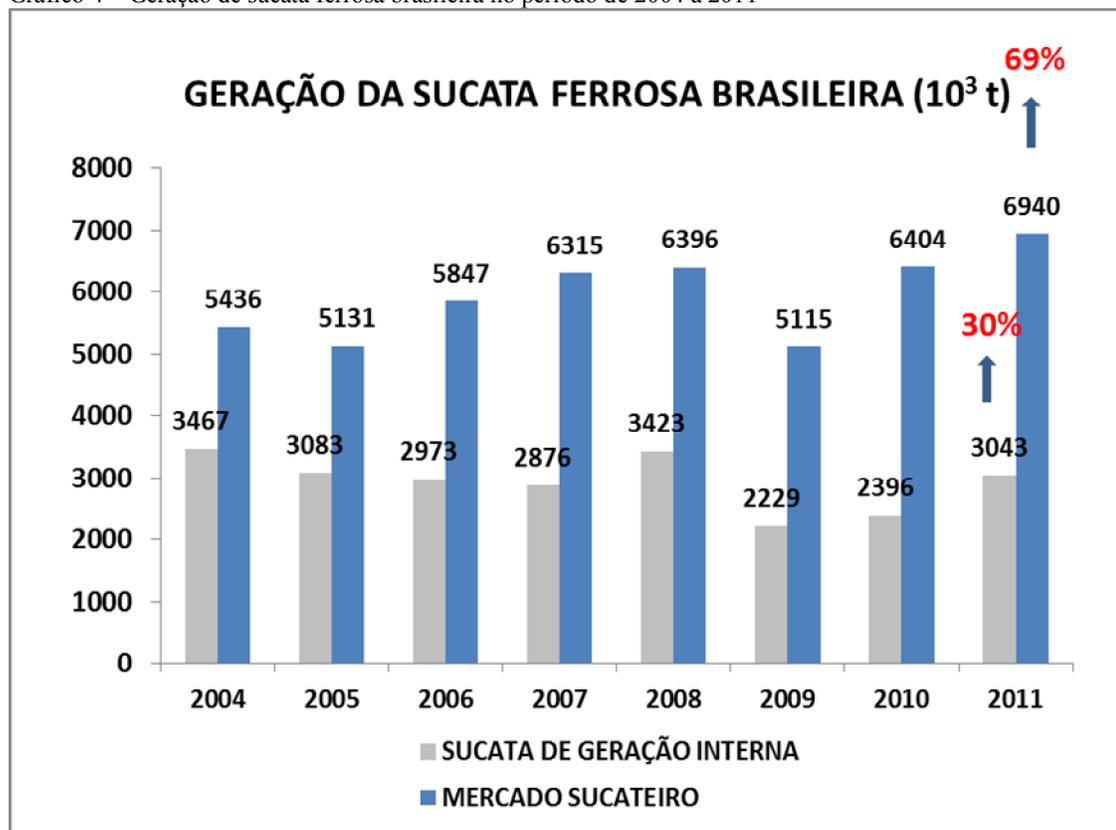
No caso do Brasil temos boa perspectiva para o futuro da oferta de sucata ferrosa por obsolescência. Setores geradores de sucata ferrosa cresceram mais do que a média nacional de crescimento; podemos citar o setor automotivo como o exemplo mais importante para justificar essa perspectiva. Nos últimos anos, desde 2005, a média anual de crescimento foi sempre superior a 5%, segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos (ANFAVEA) chegando ao ano de 2011 com a marca de 3,6 milhões de carros vendidos. Outros setores importantes para a sucata ferrosa de obsolescência também tiveram grande crescimento nos últimos anos, como o de eletrodomésticos, informática e comunicações. A disponibilidade de sucata ferrosa de obsolescência está relacionada com a quantidade de aço produzido no passado, a vida útil média do produto e a eficiência dos programas de reciclagem. Esse último aspecto será abordado mais adiante.

Para fins estatísticos, o mercado de sucata foi dividido em sucata de geração interna e mercado sucateiro (sucata industrial, obsolescência e de bens de capital sucateados).

No Gráfico 4 temos os números deste mercado no Brasil, e no Gráfico 5, os números para o mercado mundial de sucata.

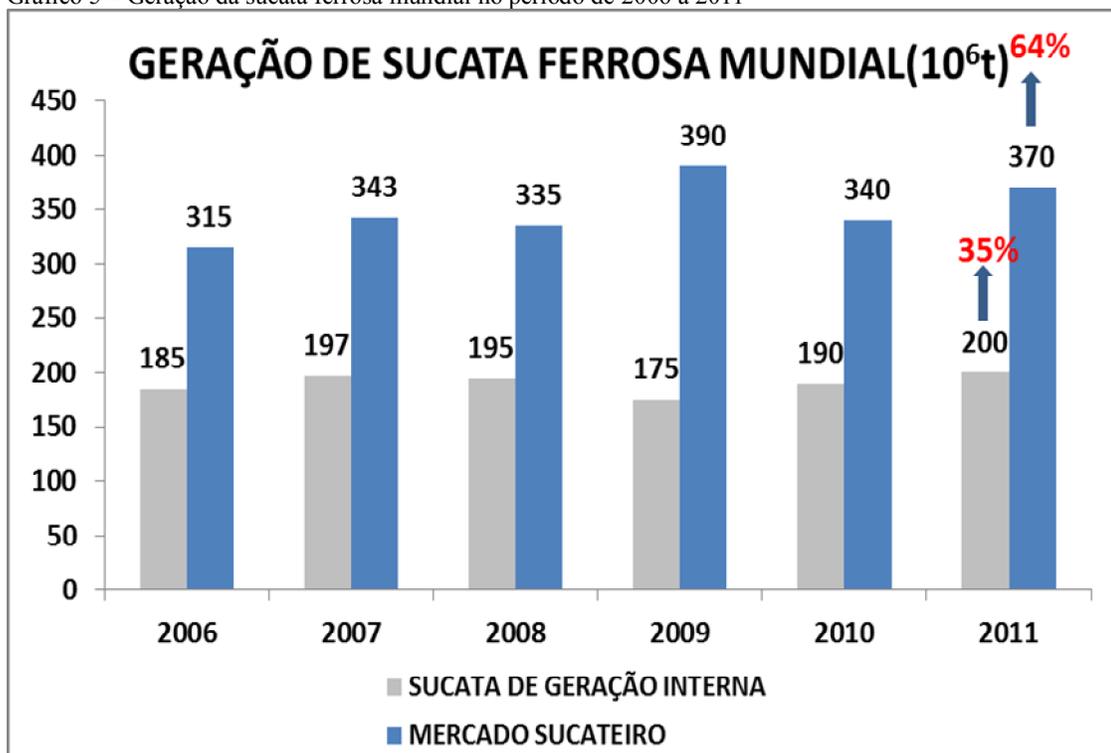
Para o ano de 2011 a porcentagem brasileira da forma de geração de sucata ferrosa ficou 30% para geração interna e 69% para o mercado sucateiro. No mundo o número foi de 35% para geração interna e 64% para o mercado sucateiro. Para o aspecto da geração de sucata ferrosa usada pela indústria brasileira, estamos dentro dos parâmetros mundiais.

Gráfico 4 – Geração de sucata ferrosa brasileira no período de 2004 a 2011



Fonte - IBS [1], adaptado pelo autor.

Gráfico 5 – Geração da sucata ferrosa mundial no período de 2006 a 2011



Fonte – World Steel [3], adaptado pelo autor.

Com a diminuição e posterior estabilização da geração de sucata interna as outras formas de geração (sucata industrial, obsolescência e de bens de capital sucateados) tornar-se-ão muito importantes. A tendência para o Brasil é de se igualar aos valores mundiais de geração de sucata ferrosa.

3.2 Ciclo da Sucata Ferrosa

O gusa é o produto imediato da redução do minério de ferro, no Alto Forno (AF), sendo transformado para formar lingotes ou usado diretamente no estado líquido em aciarias. Pelo procedimento tradicional, os lingotes feitos de gusa são então usados para produzir ferro fundido e aço. Esse procedimento dá origem aos chamados materiais primários. Como alternativa à extração do minério de ferro para a produção do gusa e todo o impacto ambiental dali oriundo, tem-se a utilização da sucata metálica proveniente dos produtos produzidos por meio dos materiais primários, tanto de ferro quanto de aço, na obtenção de novos metais por meio do seu reaproveitamento, conhecidos como materiais secundários.

A reserva dos recursos minerais diminui com o consumo de metal primário, extraído das jazidas, enquanto a produção ou o consumo de metais aumenta a base de recursos de materiais secundários. Parte do processo de formação desta oferta secundária está condicionada à geração de sucata quando do processamento do metal primário; os resíduos das operações de torneamento e de estampagem de metais originam o material secundário, classificado genericamente como sucata de processamento industrial ou sucata de geração industrial.

Os bens contendo ferro e aço produzidos pela indústria nacional, mais os importados e menos os exportados pelo Brasil são postos em uso em nosso país a cada ano. Com a passagem do tempo, o final de sua vida útil resulta na geração de sucata de obsolescência, vulgarmente conhecida como "ferro-velho". Os componentes de sucata ferrosa são coletados pelos catadores e cooperativas, processados e comercializados pelos comerciantes de sucata em todo o país, para atendimento tanto do mercado interno quanto do externo. Na Figura 3 é mostrado o fluxograma do ciclo da sucata ferrosa

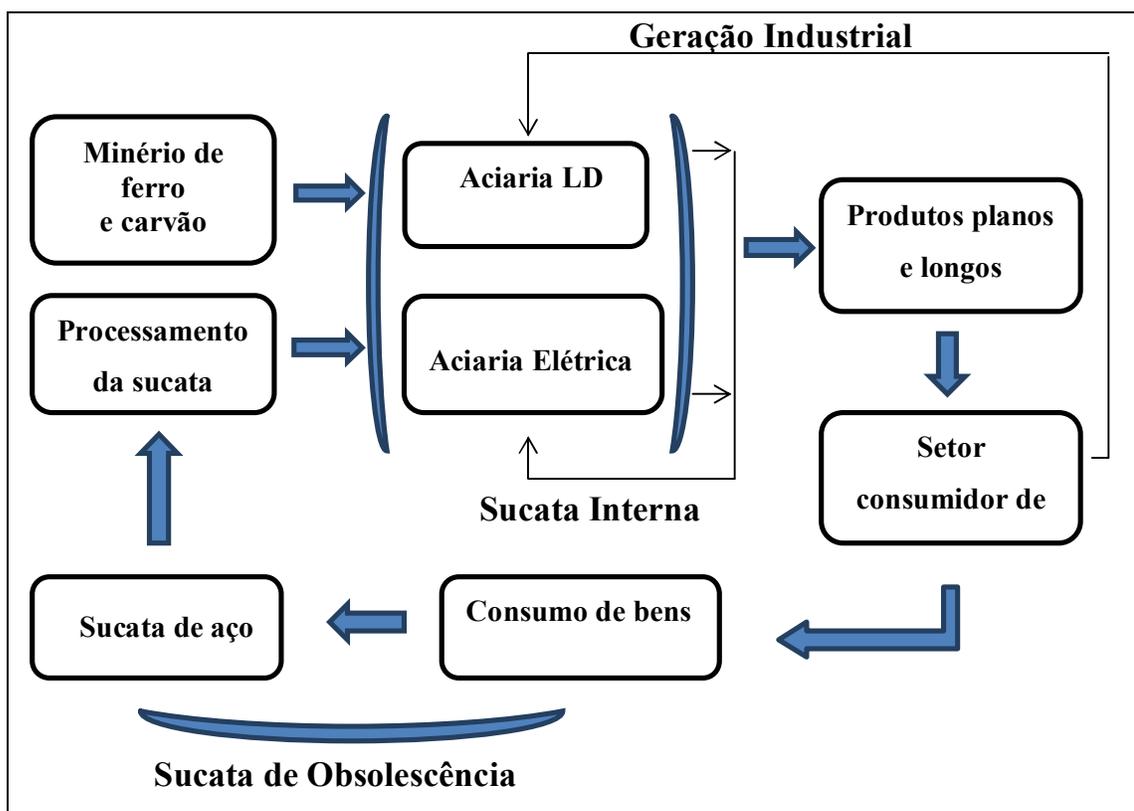


Figura 3 – Fluxograma do ciclo da sucata ferrosa, em Estudo Setorial Sucata Ferrosa Brasil [5], adaptado pelo autor.

3.3 Processamento da Sucata Ferrosa

Para cada tipo de produto siderúrgico se usará um determinado tipo de sucata ferrosa para a carga metálica. As sucatas ferrosas são classificadas no parque siderúrgico em função da composição química, necessidade de industrialização e formato.

As sucatas ferrosas chegam de várias procedências, e para se adequar às características impostas de utilização nos fornos e ao produto siderúrgico que se quer obter, é necessário que as mesmas sejam industrializadas no pátio de sucatas; este serviço já pode ser feito em empresas especializadas ou na própria siderúrgica. A industrialização da sucata tem por objetivos:

- i. Aumentar a densidade - O aumento da densidade é obtido com equipamentos que cortam, prensam, fragmentam ou trituram a sucata.
- ii. Reduzir impurezas- As impurezas são imensamente prejudiciais ao bom desempenho do forno; podendo inviabilizar o produto siderúrgico obtido. Um processo muito importante está nesta redução de impurezas como: madeira, vidro, tecidos, borrachas, terra, etc.
- iii. Adequar os contaminantes- Os contaminantes são elementos químicos que devem ser controlados para que seus teores não afetem a composição química final. Podemos citar o enxofre como um contaminante extremamente prejudicial ao aço; ele é chamado de “veneno” na siderurgia, pois fragiliza o aço além de outras ações nocivas.

As atividades relacionadas ao processamento da sucata ferrosa são executadas por equipamentos de alta produção com elevada automação; o processamento tem como base alguns procedimentos como a pesagem, inspeção contra radiação, e utiliza equipamentos como prensas-tesoura e tesouras móveis, prensas-pacotes, trituradores-shredder, corte oxiacetilênico e equipamentos de seleção e limpeza.

Os principais equipamentos utilizados para industrializar a sucata ferrosa são mostrados no Quadro 2.

Quadro 2 – Equipamentos de industrialização da sucata

PROCESSO	PRODUTO
Maçaricos de Oxi-corte	Maçaricada (Baixa produção)
Prensa Pacote	Pacotes (Média produção)
Prensa Tesoura	Tesourada (Alta produção)
Shredder	Shredder (Alta produção)

O triturador de sucatas “Shredder” é sem dúvida o principal equipamento para o processamento da sucata ferrosa para alta produção, sendo largamente utilizado nos EUA, Canadá e Europa. O sistema do triturador “Shredder” é composto de alimentação, trituração, área de transferência, transferência por separador magnético, catação, pesagem, empilhamento, retirada de poeira, sistema de injeção eletrônica de água, separação de não ferrosos, sistemas hidráulicos e tubulações em geral.

No Brasil é usada por usinas siderúrgicas e pelos preparadores de sucata. O “Shredder” fragmenta e limpa a sucata que será utilizada no processo de produção do aço. A Figura 4 representa o fluxograma básico do processo.

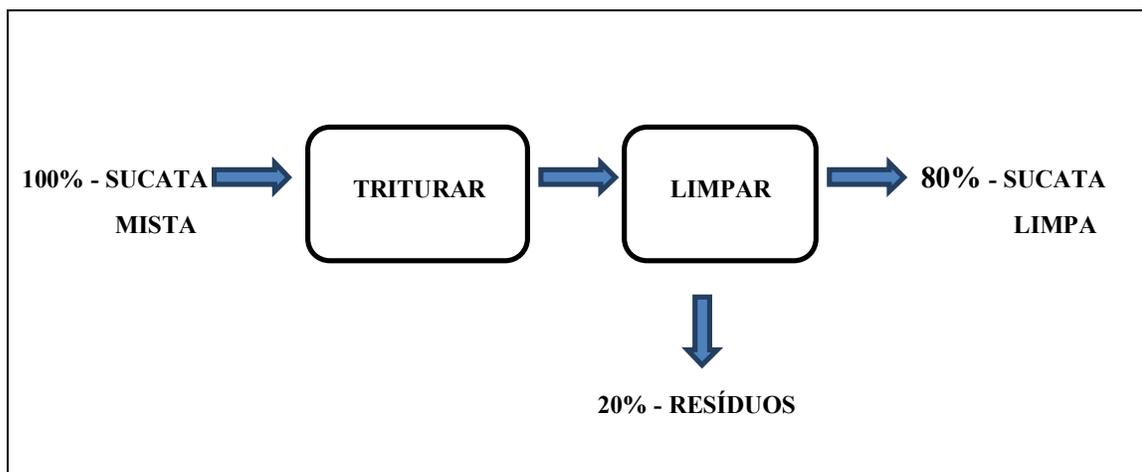


Figura 4 – Fluxograma básico do processo Shredder

No triturador “Shredder”, a sucata é triturada através de martelos fixos em um rotor horizontal. Toda a sucata, mesmo em grandes tamanhos como carcaças de automóveis, é estraçalhada e reduzida a um tamanho que permita sua passagem em grelhas. Após a operação de trituração, a sucata passa por uma limpeza que consiste em uma separação magnética por meio de tambores magnéticos, que tem como função separar os materiais ferrosos dos não ferrosos. O tambor magnético é composto internamente por uma bobina estática, a qual é magnetizada. A sucata magnetizável é atraída pelo cilindro e a sucata não magnetizável cai através de uma calha. Para se obtenha sucata mais limpa, uma injeção de ar em contra corrente faz a limpeza final. O material não magnético tem quantidade significativa de metais não ferrosos como alumínio, cobre, latão, entre outros.

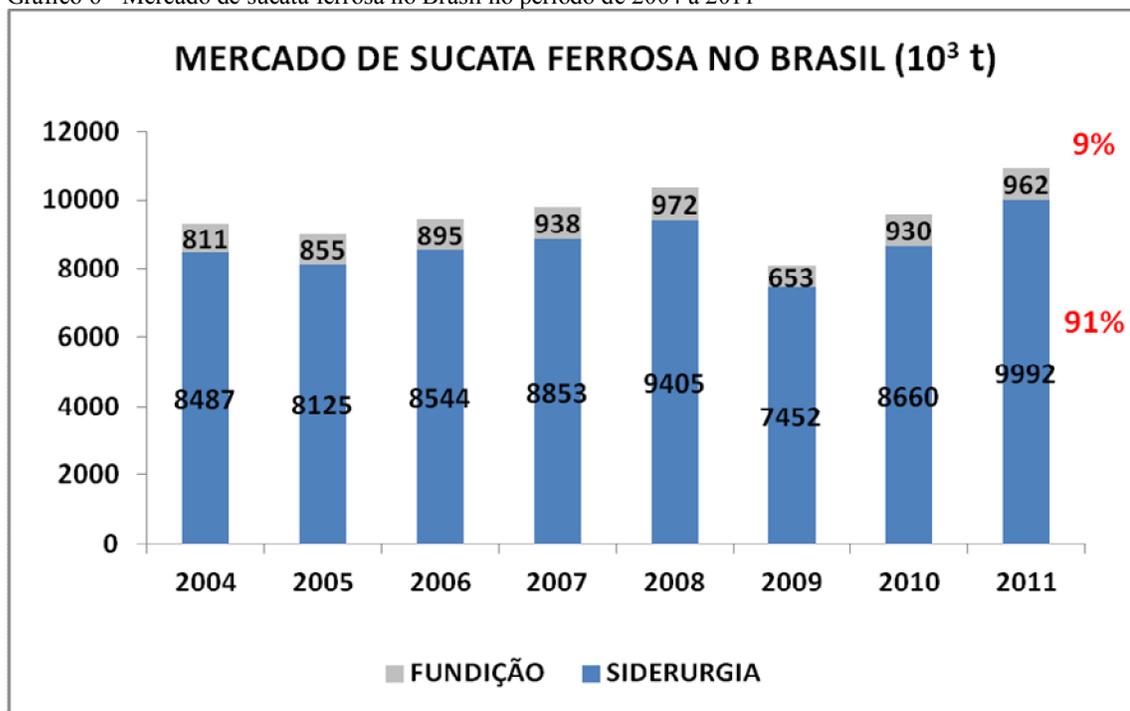
A instalação de um equipamento “Shredder” possibilita a diminuição dos custos de produção dos tarugos empregados nas laminações, a diminuição de dependência do ferro gusa, além de diminuir o impacto ambiental com resíduos menos agressivos; os resíduos que eram retirados apenas sob forma de escória podem sair antes de serem fundidos.

A indústria sucateira nacional é pouco capitalizada e, em sua maioria, se responsabiliza pela coleta; poucos atuam no beneficiamento e processamento das sucatas ferrosas. A consequência deste fato é que os maiores consumidores acabaram desenvolvendo redes de fornecimento e atuam diretamente no beneficiamento e processamento, garantindo o suprimento necessário para a indústria siderúrgica.

3.4 Mercado Brasileiro de Sucata Ferrosa

Na Gráfico 6, temos o panorama do mercado de sucata ferrosa no Brasil, onde as siderúrgicas concentram a grande maioria da utilização desta matéria-prima, com 91% [1] em 2011, ficando para as empresas de fundição a parcela menor, 9% [1] deste mercado em 2011.

Gráfico 6 - Mercado de sucata ferrosa no Brasil no período de 2004 a 2011



Fonte – IBS [1], adaptado pelo autor.

O Brasil ainda é um mercado a ser desenvolvido para a sucata ferrosa, quando comparado com sua utilização no resto do mundo. Enquanto a porcentagem de utilização de sucata ferrosa para a produção de aço bruto mundial em 2011 foi de 37% [3], como mostrado no Gráfico 7, no Brasil a utilização foi de 31% [1], como mostra o Gráfico 8, o que demonstra como o Brasil é um mercado para ser desenvolvido nesta área. No aspecto de exportação, o mercado brasileiro é muito pequeno, comparado com alguns países com maior expressão neste mercado.

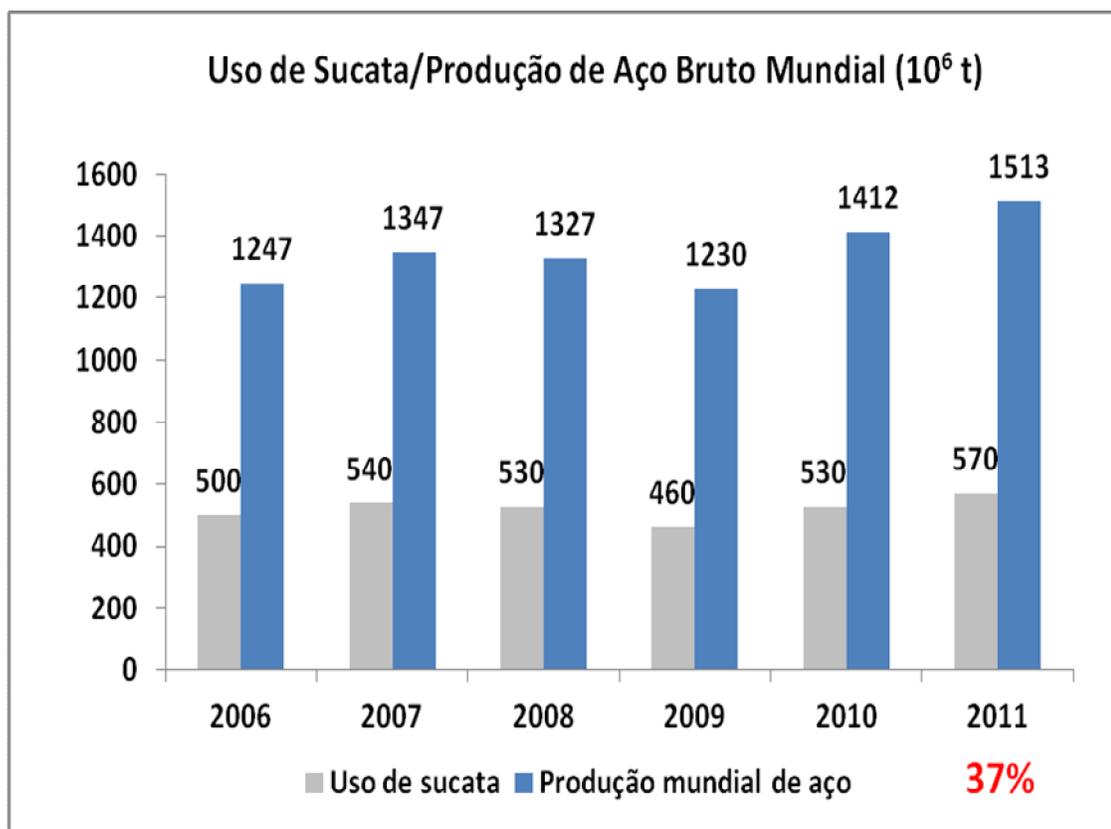
No Gráfico 9, temos o mercado mundial de exportação de sucata ferrosa, com os números dos principais exportadores deste insumo para o ano de 2011 e o Brasil inserido nesta tabela como comparação. A participação brasileira no mercado de exportação é de 0,28% [3], esse número demonstra todo o potencial brasileiro neste setor que ainda é pouco desenvolvido e explorado.

No Gráfico 10, temos o mercado mundial de importação de sucata ferrosa, com os principais importadores e o Brasil inserido nesta tabela como comparação. O Brasil aparece neste quadro com uma parcela mínima de importação 0,09% [1] [3], este número pequeno demonstra que somos autossuficientes na utilização de sucata ferrosa como matéria-prima de produção de aço com a importação deste insumo para casos específico.

Em curto prazo, o Brasil tem capacidade para os próximos anos de suprir a demanda de crescimento de utilização de sucata ferrosa interna.

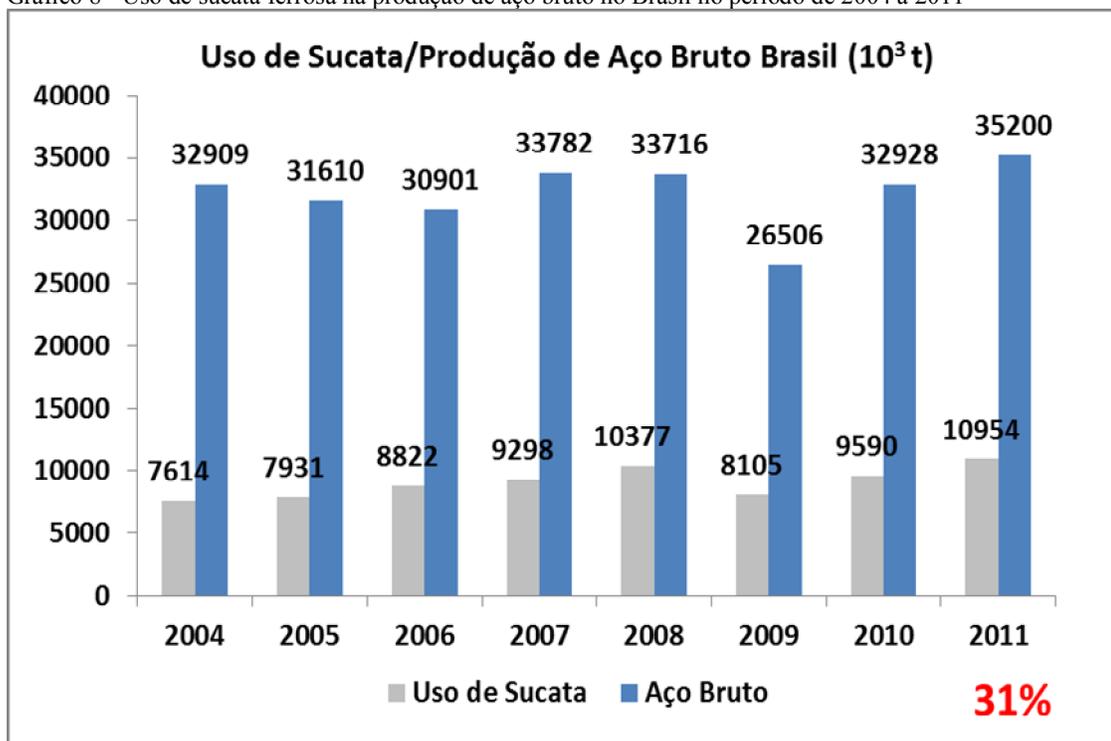
Podemos confirmar essa autossuficiência para os próximos anos, fazendo uma projeção, caso o Brasil aumentasse a participação do uso de sucata ferrosa na produção de aço bruto, de 31% em 2011 para 34%. Seria necessário torno de um milhão de toneladas para suprir este aumento. Esse número já poderia ser obtido em 2011, pois exportamos 962 mil toneladas de sucata ferrosa [1].

Gráfico 7 - Uso de sucata ferrosa na produção de aço bruto mundial no período de 2006 a 2011



Fonte – World Steel [3], adaptado pelo autor.

Gráfico 8 - Uso de sucata ferrosa na produção de aço bruto no Brasil no período de 2004 a 2011



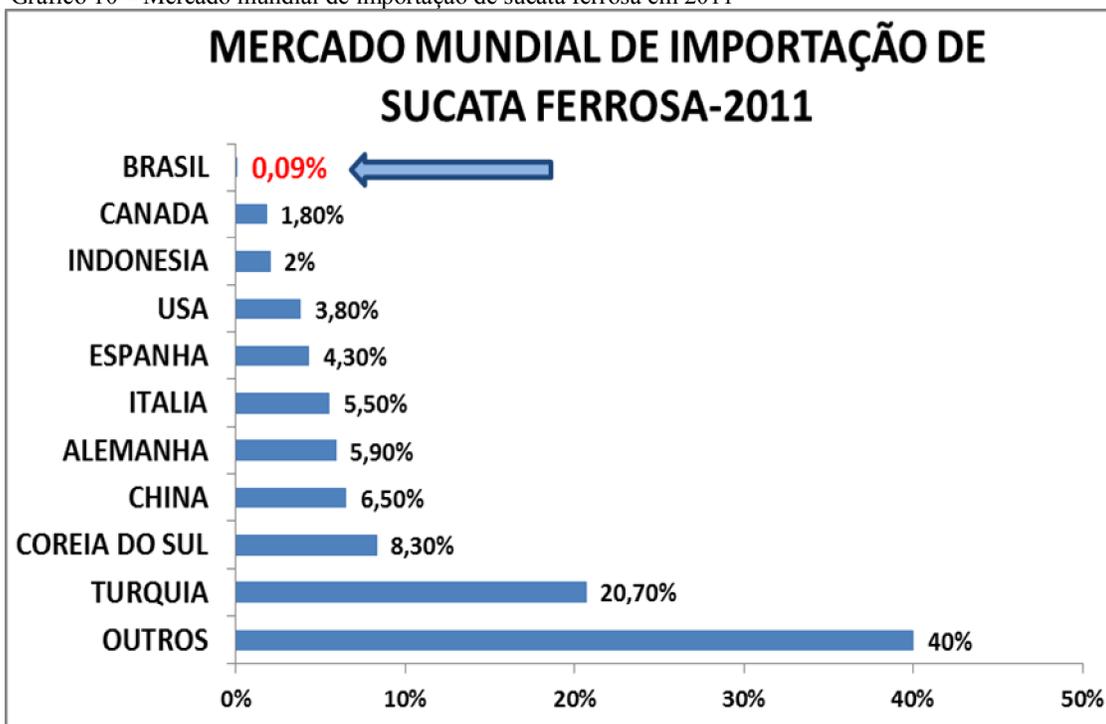
Fonte – World Steel [3], adaptado pelo autor.

Gráfico 9 – Mercado mundial de exportação de sucata ferrosa em 2011



Fonte – World Steel [3], adaptado pelo autor.

Gráfico 10 – Mercado mundial de importação de sucata ferrosa em 2011



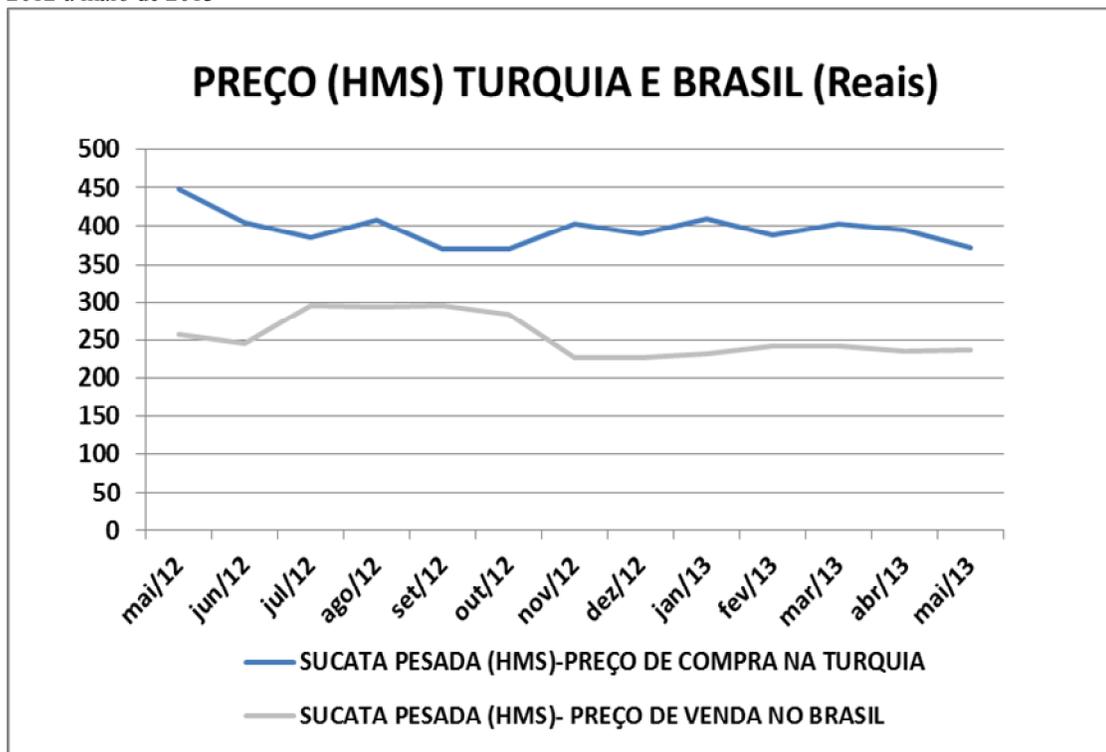
Fonte - World Steel [3], adaptado pelo autor.

3.5 Preço da Sucata ferrosa

O preço da sucata ferrosa é definido por uma série de fatores que o afetam significativamente. É um mercado, em teoria, de livre concorrência, com aspectos regionais de oferta e demanda influenciando no valor da sucata ferrosa. A produção de aço mundial afeta fortemente o preço da sucata ferrosa, principalmente a produção em aciarias elétricas, onde a demanda pela sucata é fundamental.

Podemos tomar o mercado da Turquia de sucata ferrosa como base de comparação para que seja feita uma análise dos preços praticados no Brasil e na Turquia. A Turquia é o maior importador de sucata ferrosa mundial, devido à sua quase totalidade de produção de aço pela rota (FEA); essa demanda turca pela sucata ferrosa está baseando os preços mundiais. O preço da tonelada de sucata ferrosa pesada (HMS- Heavy Melt Scrap) importada pela Turquia em maio de 2013 foi de 371 reais [6] enquanto no Brasil a sucata ferrosa (HMS) de venda no mercado interno foi de 236 reais [6], podemos identificar uma diferença de 36% [6] de preço entre esses dois mercados. O Gráfico 11 mostra a relação entre os preços praticados no Brasil e na Turquia para (HMS).

Gráfico 11 – Relação de preço da sucata ferrosa pesada (HMS) entre Turquia e Brasil no período de maio de 2012 a maio de 2013



Fonte - PLATTS [6], adaptado pelo autor.

A demanda de sucata ferrosa no Brasil é muito concentrada em poucas empresas siderúrgicas, fazendo com que as empresas forcem uma relativa baixa no preço na tonelada de sucata bruta comercializada. Outro fator importante, é que as empresas ofertantes de sucata ferrosa possam se estruturar em um nível mais elevado do que o atual, passando para um mercado altamente profissional. A justa definição do preço da sucata ferrosa nacional com base aos preços praticados internacionalmente, será de grande valia para o setor sucateiro brasileiro. Com base nos números dos preços do mercado nacional e internacional tal como mostrado no Gráfico 11, é um bom negócio a exportação dos excedentes da produção nacional de sucata ferrosa. A regulação do setor é de vital importância para o futuro deste mercado no Brasil.

4 SUSTENTABILIDADE NO SETOR SIDERÚRGICO

4.1 Reciclagem de sucatas ferrosas

A reciclagem de ferro e aço é uma das formas mais antigas de reaproveitamento de matérias-primas. À medida que foi aumentando a utilização do ferro, a sua reciclagem igualmente foi crescendo. Hoje, as empresas e profissionais que trabalham nesse segmento são chamados de recicladores. No entanto, na verdade, eles são os antigos sucateiros. As empresas de sucatas começaram a surgir no Brasil na década de 40 do século XX, quando a indústria brasileira se consolidava. É, ainda hoje, um mercado razoavelmente pulverizado, mas o maior contingente está mesmo concentrado na região sudeste.

É muito diversa a lista de produtos que podem ser usados em um programa de reciclagem de aço: carcaças de eletrodomésticos, chassis de automóveis, autopeças, latinhas de produtos alimentícios, grades, esquadrias, ferragens de alicerces de construções. Apesar de toda a variedade, o mercado brasileiro de reciclagem de sucata ferrosa é, em grande parte, não profissional, onde a maioria das empresas são pequenas ou médias, com alto grau de informalidade e baixa capacitação técnica das pessoas envolvidas neste ramo.

O reaproveitamento de sucatas ferrosas, evita tanto custos ambientais intratemporais (poluição) da disposição deste rejeito como também os custos intertemporais (esgotamento) dos recursos naturais. Ainda não há a percepção da sociedade em relação ao aço como material reciclável. O aço é totalmente reciclável e é o material mais reciclado do mundo, sem perda de qualidade em seu processo de reciclagem. Diminui os níveis de poluentes, devido ao menor consumo de combustíveis fósseis utilizados nos processos siderúrgicos, ressaltando o alto poder poluidor da indústria siderúrgica, também diminui a poluição causada pela extração e beneficiamento das matérias-primas necessárias ao processo siderúrgico. O uso de sucata ferrosa como matéria-prima principal também reduz o consumo energético total do processo.

A Gerdau é a maior recicladora de sucata ferrosa da América Latina, possui 10 “Shredders” e recicla por volta de 2 milhões de toneladas de sucata ferrosa por ano. A sucata ferrosa representa 70% da matéria prima para a Gerdau [13].

4.2 Consumo energético

A indústria siderúrgica é grande consumidora de energia e de materiais, sendo responsável por um volume significativo de efluentes gasosos, líquidos e resíduos sólidos. Por esse motivo a indústria tem sido obrigada a buscar processos mais eficientes e a reciclar produtos e subprodutos do processo.

A atividade siderúrgica é um dos segmentos industriais onde o gasto energético é muito alto; dependendo da rota tecnológica e dos processos utilizados o consumo de energia pode ser afetado.

No parque siderúrgico brasileiro, a maioria das usinas podem ser classificadas em dois grandes grupos.

Grupo 1 – Usinas Integradas convencionais

Este grupo engloba as usinas que fabricam o aço a partir do minério de ferro através da produção do ferro-gusa, produto da redução do minério em altos-fornos, que podem operar usando o coque de carvão mineral ou o carvão vegetal como redutor. A produção de aço é feita em aciaria a oxigênio, geralmente os chamados conversores LD. Considera-se, ainda, uma subdivisão deste grupo em duas rotas tecnológicas.

- i. Rota 1 - rota 100% integrada com uso de coque próprio
- ii. Rota 2 - rota integrada sem coque próprio (coque adquirido de terceiros)

Grupo 2 – Usinas Semi-Integradas ou parcialmente integradas

Neste grupo, aqui também denominado de Rota 3, inserem-se as usinas siderúrgicas que produzem o aço a partir de insumos metálicos (sucata e gusa) predominantemente adquiridos de terceiros, utilizando aciaria elétrica.

- i. Rota 3 – produz aço a partir de insumos metálicos (sucata e gusa)

O consumo energético para produção de aço por rota de produção é mostrada na Tabela 2, onde as estimativas para o consumo energético, relativos a cada rota tecnológica, serão expressas em GJ (Giga Joule) por tonelada de aço bruto.

Tabela 2 - Consumo energético por rota de produção de aço bruto por tonelada

ROTA TECNOLÓGICA	CONSUMO ENERGÉTICO
ROTA 1	43,8 GJ/tonelada de aço
ROTA 2	28,9 GJ/tonelada de aço
ROTA 3	8,8 GJ/tonelada de aço

Fonte - Estudo Setorial de Energia no Setor Siderúrgico [9], adaptado pelo autor.

Por comparação com a Rota 1, o consumo energético na Rota 2, de 28,9 GJ/t de aço, é muito inferior ao da Rota 1, de 43,8 GJ/t de aço, isso se deve, em grande parte, à ausência de coqueria na Rota 2, a qual apresenta um consumo médio de 16,9 GJ/t de aço na Rota 1. O consumo energético relativo à Rota 3, tratando-se de produção secundária de aço com utilização de elevado percentual de sucata na carga metálica, o consumo energético, de 8,8 GJ/t de aço, é muito inferior ao das Rotas 1 e 2. Contudo, o consumo relativo as operações da aciaria elétrica é significativamente maior (quase o triplo) do consumo relativo da aciaria LD presentes nas rotas 1 e 2. [9].

Pelo ponto de vista energético, o uso de sucata ferrosa como rota principal na produção de aço bruto proporciona uma significativa redução no consumo energético no processo geral, em comparação as demais rotas. Em termos globais, a produção de aço pelas Usinas Integradas demanda cerca de três vezes mais energia que a produção pelas Usinas Semi-Integradas.

Cabe ressaltar que outros fatores importantes além de eficiência energética são levados em consideração na escolha da rota tecnológica a ser usada na produção de aço bruto.

4.3 Índice de Reciclagem (RIR)

O Índice de Reciclagem (RIR-Recycling Input Rate) é quantidade de metal reciclado (sucata velha e nova), dividida pela quantidade de metal produzido no país [6], Para o aço considerou-se a sucata adquirida pelas usinas siderúrgicas, seja importada ou nacional.

O Brasil teve um índice de reciclagem de aproximadamente 31% em 2011[3] enquanto a média mundial de uso da sucata ferrosa na produção de aço bruto foi de 37% [3]. Comparando absolutamente com o número do índice de reciclagem nos EUA, que é o maior exportador de sucata ferrosa do mundo, a defasagem do Brasil se torna mais visível, o índice de reciclagem norte americano foi de 64% em 2011 [3].

Os EUA conseguem ao mesmo tempo ter um elevado (RIR) e ser o maior exportador de sucata ferrosa mundial. A comparação do Brasil com os EUA deve levar em consideração que diferentemente do Brasil, a rota (FEA) é mais difundida nos EUA e a disponibilidade de sucata ferrosa é abundante. Rota (FEA) e disponibilidade de sucata ferrosa estão ligadas entre si.

O consumo per capita de certos materiais é um indicador de desenvolvimento econômico de um país; em países plenamente industrializados, o indicador de certos materiais apresenta níveis de 3 a 6 vezes maiores que países em desenvolvimento. A Tabela 3 apresenta a evolução deste indicador para o aço no Brasil nos últimos anos, o que mostra um crescimento considerável até a década de oitenta do século passado, com estagnação até o fim do século XX. Nota-se a retomada de crescimento na primeira década deste século.

Tabela 3 - Consumo per capita de aço no Brasil no período de 1975 a 2011

Ano	70	75	80	85	90	95	2000	2008	2009	2010	2011
kg/hab	50.1	91.6	131	85,7	71	86	105	143	109	152	145

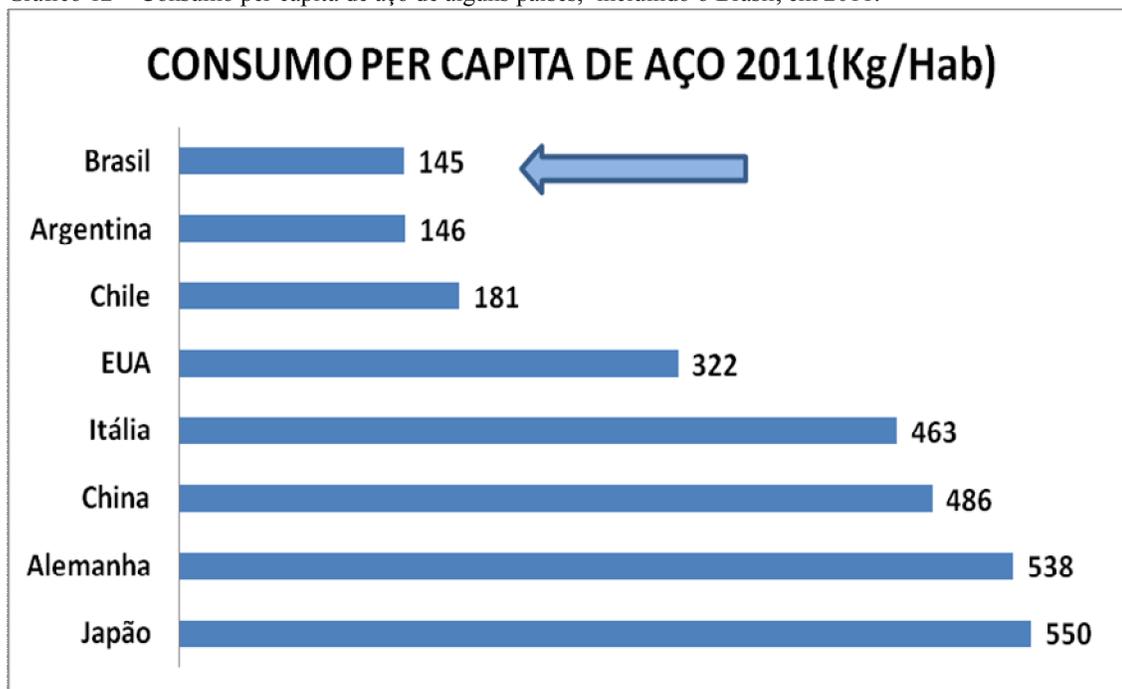
Fonte – Anuário Metalúrgico 2011 (Ministério de Minas E Energia) [6], adaptado pelo autor.

No Gráfico 12, estão representados alguns países, incluindo o Brasil com seus respectivos consumos per capita de aço em 2011. Podemos observar o Brasil ainda com um consumo per capita bem abaixo dos países desenvolvidos. Mesmo com os avanços ocorridos a partir de 2000, não fizeram do Brasil um país com alto consumo per capita de aço. A crise iniciada em 2008 desacelerou o crescimento e a partir de 2010 o crescimento moderado voltou a se apresentar.

Podemos ter a exata noção desta discrepância do consumo de aço per capita, se compararmos os países Brasil e Chile. Mesmo não tendo o tamanho da economia brasileira, o Chile possui um nível per capita bem superior ao brasileiro o que mostra o quanto o Brasil pode, melhorar neste aspecto.

O desenvolvimento social e econômico está intimamente ligado ao consumo de aço per capita da população; isto é válido para todos os países industrializados.

Gráfico 12 – Consumo per capita de aço de alguns países, incluindo o Brasil, em 2011.



Fonte - SISCETEL [10], adaptado pelo autor.

O alto consumo per capita de aço, não implica em disponibilidade de sucata ferrosa para reuso; a disponibilidade desta matéria-prima somente será acessível a médio e longo prazos, pois a disponibilidade está ligada à vida útil dos produtos. Isso explica os EUA serem os maiores exportadores de sucata ferrosa mundial e grandes consumidores; o consumo de aço pela sua população acumulada nas últimas décadas gerou uma disponibilidade desta matéria-prima no mercado norte-americano. Aliada a essa disponibilidade está a capacidade de processamento desta sucata ferrosa disponível, com o mercado norte-americano sucateiro bem estruturado e estritamente profissional.

Outro fator que influencia a oferta de sucata ferrosa no mercado brasileiro é que a nossa indústria siderúrgica exporta produtos semi-acabados fazendo com que a sucata industrial seja gerada nos países importadores.

4.4 Política Nacional de Resíduos Sólidos

Este é um fator a ser considerado para um crescimento futuro no Brasil no setor de sucatas ferrosas. Em 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos [8]; dentre seus vários objetivos, podemos ressaltar alguns:

- i. Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.
- ii. O reconhecimento do resíduo sólido reutilizável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.
- iii. Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados.
- iv. Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos

O mercado de sucatas ferrosas implicitamente já aplica de forma isolada esses objetivos ressaltados anteriormente, com pequenos grupos trabalhando isoladamente e sem integração. O que a Lei de Resíduos pode fomentar é uma maior interação entre os pequenos e médios sucateiros e as grande indústrias geradoras de sucata ferrosa, como por exemplo, a indústria automobilística. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos trouxe para a indústria automobilística uma responsabilidade que não era atribuída a ela anteriormente. O descarte final de seu produto principal, o veículo.

O valor da matéria-prima virgem resulta do seu custo de extração, da escassez das suas reservas e de seus custos de processamento. Por outro lado, o custo do material reciclável, por outro lado, depende do seu custo de coleta, separação, beneficiamento e transporte. No mercado de reciclagem de sucata ferrosa esse custo relacionado ao material reciclável é favorável ao aproveitamento da sucata ferrosa como matéria prima principal

A política de resíduos sólidos mostra à sociedade o conceito de logística reversa que será de vital importância para implementação desta política. Neste sentido o distribuidor deverá apresentar durante a execução ou renovação de seu licenciamento ambiental um plano de

gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS); neste plano será calcada toda a implementação e adequação a Lei de Resíduos Sólidos.

4.5 Logística Reversa

Podemos definir logística reversa como um processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoque em processo e produtos acabados do ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou realizar um descarte adequado [11].

As questões relativas à logística reversa ganharam nestes últimos anos uma grande importância nas políticas estratégicas das empresas. Aspectos econômicos, competitivos e ecológicos entraram na pauta de discussão no mundo atual.

Do ponto de vista logístico, o ciclo de vida de um material ou produto não se encerra com sua entrega ao cliente. Legislações atuais abrigam fabricantes a dar uma destinação à sucata proveniente de seus produtos ou materiais.

As indústrias siderúrgicas já executam práticas relativas à logística reversa. A sucata ferrosa é insumo para produção do aço, a própria indústria siderúrgica gera essa matéria-prima através de sobras dos processos siderúrgicos e dos produtos gerados. Este setor da indústria se encontra inserido no conceito de logística reversa.

A grande maioria dos produtos gerados pela indústria siderúrgica é matéria-prima para a fabricação de outros produtos; podemos citar como maior exemplo os veículos automotores. Seria de grande valia para o setor siderúrgicos que os automóveis retornassem sob a forma de matérias-primas. A indústria automobilística brasileira ainda não está totalmente inserida no conceito de logística reversa, podemos citar os EUA e Europa onde 95% [12] dos veículos que saíram de circulação em 2009, foram reciclados, enquanto no Brasil o índice foi de 1,5% [12]. Com a implementação de legislações ambientais promulgadas recentemente no Brasil, a perspectiva é que esta porcentagem aumente comparados aos valores apresentados recentemente.

O investimento em logística reversa não pode ser tratado como um processo obrigatório causado por sanções externas e sim uma estratégia de investimento, onde as mudanças na legislação, no perfil do consumidor e pressão por redução de custos na operação norteiam a sociedade atual.

4.6 Reciclagem de Automóveis

A indústria automobilística mundial tem começado a investir mais seriamente em reciclagem apenas nos últimos anos. Essa mudança de postura tem muito a ver com um novo conceito que vem sendo adotado com frequência cada vez maior em diversas cadeias produtivas. Nos países desenvolvidos, o projeto ecológico vem sendo empregado com intensidade cada vez maior em várias cadeias produtivas. Esse processo consiste em projetar ou conceber produtos de uma forma ecológica com o mínimo de impacto ambiental. Em decorrência dessa nova visão industrial, surgiu um segundo conceito, o de projeto para a reciclagem. Esse conceito pode ser definido como sendo projetar um produto prevendo a sua eventual reciclagem. Um terceiro conceito interessante é o de ecologicamente eficiente, que conjuga além do desempenho do produto, o seu desempenho econômico e também a sua inserção dentro da questão ambiental. O automóvel não é só fruto de progressos técnicos da eletrônica e de novos materiais, mas também um estilo de vida e gera um importante problema urbano de descarte, ao fim da sua vida útil.

Um automóvel pode ter até 50 mil peças, das quais 75% são de ligas metálicas. Na Europa e nos EUA a reciclagem chega a 95% no número de carros fabricados enquanto no Brasil somente 1,5% tem como destino a reciclagem [12].

A evolução na reciclagem de automóveis traria ao Brasil definitivamente a oportunidade de aumentarmos nossa oferta de sucata ferrosa no mercado interno, proporcionando o ambiente ideal ao incremento do uso da rota (FEA), com a exportação dos excedentes. No aspecto ambiental traria enorme contribuição para a diminuição da poluição gerada por sucatas de veículos deixadas fora do ambiente propício para o seu descarte, diminuiria o consumo de minério de ferro, carvão e energia, por tonelada durante a fabricação do aço bruto. Além disso, traria a diminuição do consumo de água e emissão de dióxido de carbono.

A reciclagem do automóvel começa quando ele chega ao fim de sua vida útil. No caso dos veículos, a sua vida útil não está somente ligada à capacidade de o veículo exercer sua função básica para o qual foi concebido; seu uso está relacionado também a autorizações legais que podem cancelar suas licenças e considerá-los sucatas. A Tabela 4 mostra a vida útil teórica dos veículos.

Tabela 4 - Vida útil teórica dos veículos por categoria

Automóveis	20 anos
Comerciais leves	15 anos
Caminhões leves e médios	20 anos
Caminhões semipesados e pesados	25 anos
Ônibus	17 anos

Fonte - Sindipeças [14], adaptado pelo autor.

Após legalmente ser decretado o fim da vida útil de um veículo, o mesmo segue para a reciclagem, passando pelas seguintes etapas:

- i. Descontaminação - Retirada de combustível, óleos, baterias e catalisadores.
- ii. Desmontagem - Retirada de peças para possível reaproveitamento posterior.
- iii. Separação e Seleção - Separação e seleção de peças e materiais que não serão triturados na próxima etapa, tais como: tecido e espuma de bancos, componentes eletrônicos, tapetes, pneus e materiais plásticos de fácil identificação.
- iv. Prensagem e Trituração - Requer o uso de máquinas de grande porte, como prensas de compactação e trituradores “Shredder”, facilitando seu armazenamento. A eficiência desse processo depende de uma boa separação prévia, já que o plástico, por exemplo, depois de triturado é difícil de ser identificado e separado na próxima etapa, gerando uma perda no processo de recuperação do material metálico.
- v. Nova Separação e Separação Magnética - Acontecem simultaneamente ao tritramento, pois no processo são aspiradas partículas de menor tamanho, presumidamente inertes, e então submetidas a um processo de separação magnética, onde o material ferroso é selecionado, aumentando a pureza do material triturado.

A Figura 5 mostra as principais etapas do processo de reciclagem de veículos.

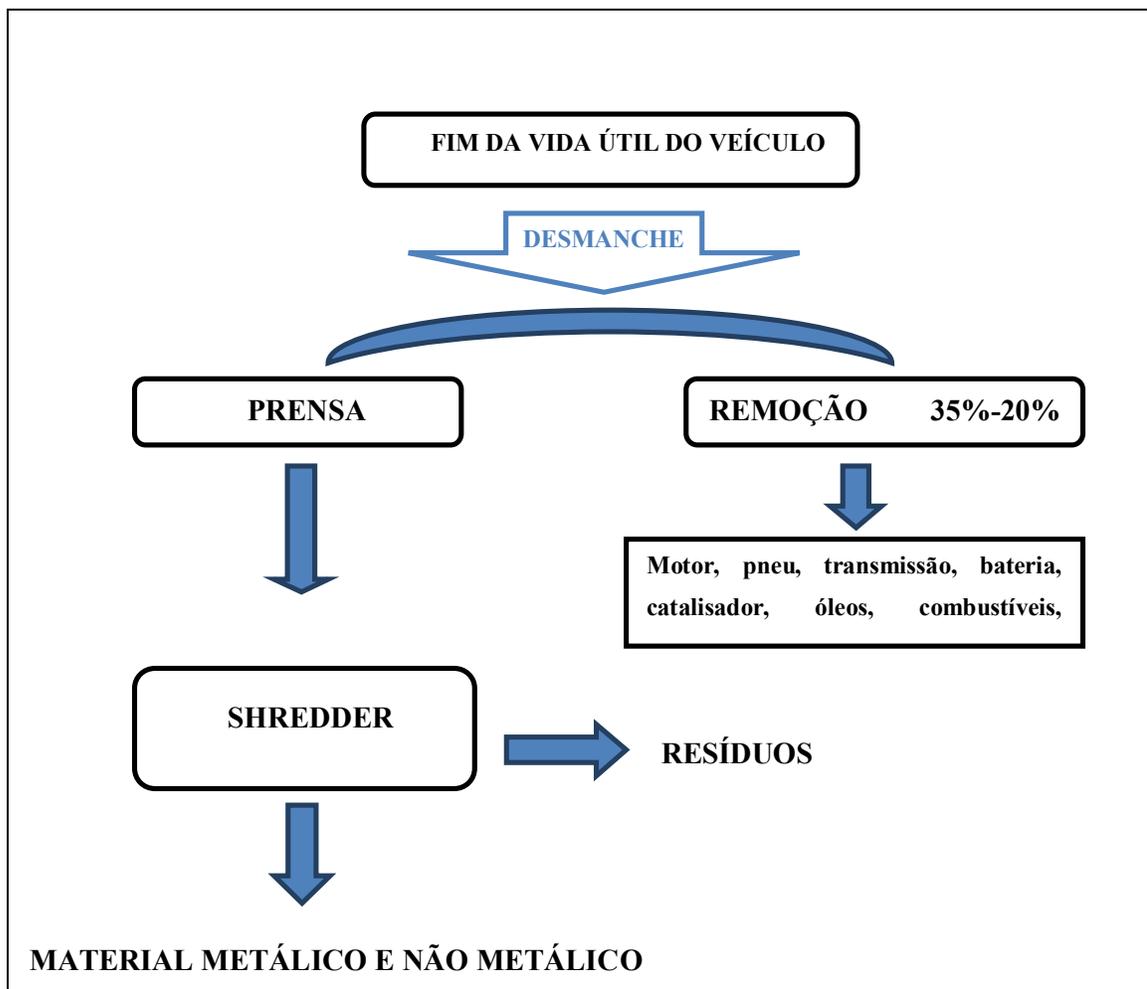


Figura 5 - Etapas do processo de reciclagem de veículos

Cumprindo todas essas etapas do processo de reciclagem de veículos o material metálico já pode ser considerado sucata ferrosa e esta pode ser utilizada na indústria siderúrgica como matéria prima para a produção de aço. Este pode ser utilizado na produção de veículos e outros produtos dentro ou fora da indústria automobilística.

Todos esses aspectos fazem da reciclagem de veículos uma importante ferramenta de desenvolvimento futuro, tanto no aspecto econômico, social e ambiental. O Brasil que ainda tem um baixo índice de reciclagem (RIR) no aspecto relacionado aos veículos e possui grande potencial de crescimento futuro se comparados com os países desenvolvidos.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentado a importância da sucata ferrosa como matéria-prima para a indústria siderúrgica, como também, sua contextualização no mercado interno e externo com suas relações, demandas e perspectivas. O aspecto ambiental foi abordado neste trabalho, mostrando a sucata ferrosa como um insumo importante para a indústria siderúrgica e também, um importante canal de desenvolvimento social e econômico para a o nosso país.

O trabalho permitiu concluir que a obtenção de sucata ferrosa para as indústrias siderúrgicas brasileiras ainda é pouco desenvolvida. A indústria sucateira nacional formada por agentes diversos (catadores, beneficiadores e distribuidores) é pouco capitalizada, em sua maioria, se responsabiliza pela coleta; poucos atuam no beneficiamento e processamento. A consequência deste fato é que os maiores consumidores, as indústrias siderúrgicas, acabaram desenvolvendo redes de fornecimento e atuam diretamente no beneficiamento e processamento, garantindo o suprimento necessário para a produção.

A utilização de sucata ferrosa no Brasil para a produção de aço bruto é inferior quando comparado com sua utilização no resto do mundo. Enquanto a porcentagem de utilização de sucata ferrosa para a produção de aço bruto mundial em 2011 foi de 37%, no Brasil a utilização foi de 31%, que demonstra como o Brasil é um mercado para ser desenvolvido nesta área.

As exportações de sucata ferrosa no Brasil ainda são insignificantes no mercado mundial. A participação brasileira no mercado mundial de exportação de sucata ferrosa no ano de 2011 foi de 0,28%, esse número demonstra todo o potencial brasileiro neste setor que ainda é pouco desenvolvido e explorado.

As importações de sucata ferrosa no Brasil também são insignificantes no mercado mundial, com uma parcela mínima de importação de 0,09% [1] [3] em 2011, este número pequeno demonstra que somos autossuficientes na utilização de sucata ferrosa como matéria-prima de produção de aço com a importação deste insumo para casos específico.

O preço da sucata ferrosa é definido por uma série de fatores que o afetam significativamente. É um mercado, em teoria, de livre concorrência, com aspectos regionais de oferta e demanda influenciando no valor da sucata ferrosa. A produção de aço mundial afeta fortemente o preço da sucata ferrosa, principalmente a produção em aciarias elétricas, onde a demanda pela sucata é fundamental.

A demanda de sucata ferrosa no Brasil é muito concentrada em poucas empresas siderúrgicas, fazendo com que as empresas forcem uma relativa baixa no preço na tonelada de sucata bruta comercializada.

A justa definição do preço da sucata ferrosa nacional com base aos preços praticados internacionalmente, será de grande valia para o setor sucateiro brasileiro. Com base nos números dos preços do mercado nacional e internacional, é um bom negócio a exportação dos excedentes da produção nacional de sucata ferrosa.

Esse mercado deve continuar equilibrado e somente os excedentes de produção venham a ser exportados, e as empresas nacionais não sejam prejudicadas por possíveis oscilações de preços. Por seu lado, empresas demandantes de sucata ferrosa no Brasil devem praticar preços compatíveis com o mercado internacional. A regulação do setor é de vital importância para o futuro deste mercado no Brasil.

O aço é totalmente reciclável e é o material mais reciclado do mundo, sem perda de qualidade em seu processo de reciclagem. Diminuí os níveis de poluentes, devido ao menor consumo de combustíveis fósseis utilizados nos processos siderúrgicos, ressaltando o alto poder poluidor da indústria siderúrgica, também diminuí a poluição causada pela extração e beneficiamento das matérias-primas necessárias ao processo siderúrgico.

Pelo ponto de vista energético, o uso de sucata ferrosa como rota principal na produção de aço bruto proporciona uma significativa redução no consumo energético, em comparação as demais rotas. Em termos globais, a produção de aço pelas Usinas Integradas demanda cerca de três vezes mais energia que a produção pelas Usinas Semi-Integradas.

A política de resíduos sólidos mostra à sociedade o conceito de logística reversa que será de vital importância para implementação desta política. Neste sentido o distribuidor deverá apresentar durante a execução ou renovação de seu licenciamento ambiental um plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS); neste plano será calcada toda a implementação e adequação a Lei de Resíduos Sólidos.

A indústria automobilística brasileira ainda não está totalmente inserida no conceito de logística reversa, podemos citar os EUA e Europa onde 95% [12] dos veículos que saíram de circulação em 2009, foram reciclados, enquanto no Brasil o índice foi de 1,5% [12]. Com a implementação de legislações ambientais promulgadas recentemente no Brasil, a perspectiva é que esta porcentagem aumente comparados aos valores apresentados recentemente.

A evolução na reciclagem de automóveis traria ao Brasil definitivamente a oportunidade de aumentarmos nossa oferta de sucata ferrosa no mercado interno, proporcionando o ambiente ideal ao incremento do uso da rota (FEA), com a exportação dos excedentes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Instituto Aço Brasil. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br>>.

Acesso em: 01 jan 2012.

[2] ArcelorMittal. Disponível em: <www.arcelormittal.com.br>.

Acesso em: 01 jan 2012.

[3] Steel Statistical Yearbooks 2009. Disponível em: <<http://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/statistics-archive/yearbook-archive/Steel-statistical-yearbook-2009/document/Steel%20statistical%20yearbook%202009.pdf>>.

Acesso em 01 abr 2012.

[4] ESTUDO PROSPECTIVO DO SETOR SIDERÚRGICO 2008. Disponível em: <http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_19_9_9_56_32042.pdf>. Acesso em 01 jan 2013.

[5] Estudo Setorial Sucata Ferrosa Brasil. Disponível em: <<http://www.almeidalaw.com.br/almeidalaw/upload/noticia/Estudo%20Setorial%20Sucata%20Ferros%20no%20Brasil.pdf>> . Acesso em 26 jul 2013.

[6] Platts - Disponível em: <<https://www.steelbb.com>> . Acesso em 01 mar 2013.

[7] Anuário Estatístico Setor Metalúrgico 2011. Disponível em: <www.mmw.gov.br>.

Acesso em 25 nov 2012.

[8] Política Nacional de resíduos Sólidos. Disponível em: <www.planalto.gov.br>.

Acesso em 20 jan 2013.

[9] Estudo setorial- Energia no Setor Siderúrgico. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20090430_2.pdf>. Acesso em 23 ago 2013.

[10] SISCETEL-Sindicato Nacional da Indústria de Trefilação e Laminação de Metais Ferrosos- Análise do Mercado de Aço 2012. Disponível em: <<http://www.sicetel.org.br/download/balanco2012.pdf>>.

Acesso em 21 fev 2013.

[11] SABBADINI, Francisco Santos, VALMIR, José Pedro e BARBOSA, Paulo Jorge. A Logística Reversa no Retorno de Pallets de uma Indústria de Bebidas. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos05/22_logistica_reversa_artigo.pdf>.

Acesso em 04 jun. 2013.

[12] <<http://www.sindinesfa.org.br>>.

Acesso em 04 jun 2013.

[13] <<http://www.gerdau.com.br>>.

Acesso em 15 jul 2013.

[14] <<http://www.sindipecas.org.br>>.

Acesso dia 22/06/2013.