



CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

BANCO MUNDIAL
BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

PRODUTO 57
Estudo da Reciclagem de Metais no País

Relatório Técnico 83
Reciclagem de Metais no País

CONSULTOR
Antonio Cruz Vasques
ACV CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA

PROJETO ESTAL
PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

NOVEMBRO de 2009

SUMÁRIO

1. SUMÁRIO EXECUTIVO	3
2. APRESENTAÇÃO.....	12
3. CARACTERIZAÇÃO DOS SEGMENTOS PRODUTIVOS.....	13
3.1. RECICLAGEM DE FERRO E AÇO	13
3.2. RECICLAGEM DE ALUMÍNIO.....	42
3.3. RECICLAGEM DE CHUMBO	60
END-USER.....	73
3.4. RECICLAGEM DE COBRE.....	87
3.5. RECICLAGEM DE ESTANHO	93
3.6. RECICLAGEM DE NÍQUEL	97
3.7. RECICLAGEM DE ZINCO.....	102
4. RECOMENDAÇÕES	108
5. BIBLIOGRAFIA.....	110
6. ANEXOS	114
6.1. OFERTA DE SUCATA DE METAIS: FUNDAMENTOS ECONÔMICOS TEÓRICOS	114
6.2. ESTIMATIVAS DAS RESERVAS DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA;.....	131

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

A base dos recursos minerais diminui com o consumo de metal primário. Diferentemente, a produção ou o consumo de metais aumenta a base de recursos de materiais secundários. Essa característica específica da denominada oferta secundária pode fazer com que um país não dotado de recursos naturais possa, pela importação de metais, acumular um estoque de material secundário ao longo dos anos.

Esse conceito de estoque associado a materiais secundários pode ser considerado análogo ao conceito de recurso utilizado nas matérias primas. O “teor” desse estoque-reserva de materiais secundários é a taxa de recuperação, que representa a porcentagem de material que pode ser retirada economicamente, para consumo imediato, em função de parâmetros de mercado.

Aceita-se, comumente, que os recursos básicos para a formação dos estoques de materiais secundários são provenientes em sua totalidade do final de vida útil dos bens, de consumo ou de produção, que foram fabricados com o metal em períodos passados. Em função direta da obsolescência dos produtos está a formação desses estoques. A maior ou menor durabilidade dos bens que contêm o metal resultará em, respectivamente, menor ou maior representatividade desse estoque.

Parte do processo de formação da oferta secundária está condicionada à geração de materiais como sucata quando do processamento do metal primário. Sucata é, pois, gerada e não produzida. Gerada quando da efetuação de produção primária, como resíduo das operações de torneamento e de estampagem de metais, originando um tipo de material secundário classificado genericamente como sucata de processamento industrial ou sucata de geração industrial.

A geração de bens inservíveis, após o cumprimento de uma vida útil, associada à taxa de recuperação, propicia o surgimento de um novo subsegmento ofertante denominado de sucata de obsolescência, com características peculiares que a distingue da sucata de processamento industrial.

A formação de um estoque de material secundário pode ser considerada automático como decorrência normal das diferentes etapas do processo de utilização dos bens produzidos como o metal primário.

A sucata de processamento industrial é gerada quando da utilização dos produtos siderúrgicos laminados e fundidos como matéria-prima na fabricação de bens. Constituindo-se em resíduo decorrente da incapacidade dos processos produtivos de alcançar o pleno rendimento. O método para estimar essa geração parte de uma pesquisa direta junto aos setores consumidores de aço para obtenção dos índices de perdas nos processos produtivos.

No Brasil, o setor de reciclagem de materiais ferrosos, estruturado na década de 1970, atua com equipamentos para preparo e beneficiamento da sucata de obsolescência. O setor é composto por cerca de 2.500 empresas espalhadas por todo o país, com capacidade para processar até 420 mil toneladas de sucata por mês. Cerca de 10 milhões de toneladas de sucata ferro e aço são consumidas anualmente em todo território nacional (Tabela)¹, com aproximadamente 270.000 postos de trabalho, somadas as atividades de coleta, o setor de preparação de sucata, representado pelo Instituto Nacional de Preparação de Sucata Não Ferrosa e de Ferro e Aço – INESFA, é composto por cerca de 3.000 empresas, de pequeno e médio porte, processamento e distribuição do material, tendo essas atividades importantes reflexos ambientais.

¹ Aos valores desta tabela, correspondentes ao consumo do setor siderúrgico, devem ser adicionados o consumo, em toneladas, destinado ao setor de fundição, assim detalhado (com base no Anuário MME-2008): 2003 – 694.495; 2004 – 811.258; 2005 – 855.098; 2006 – 895.108; e 2007 – 937.813;

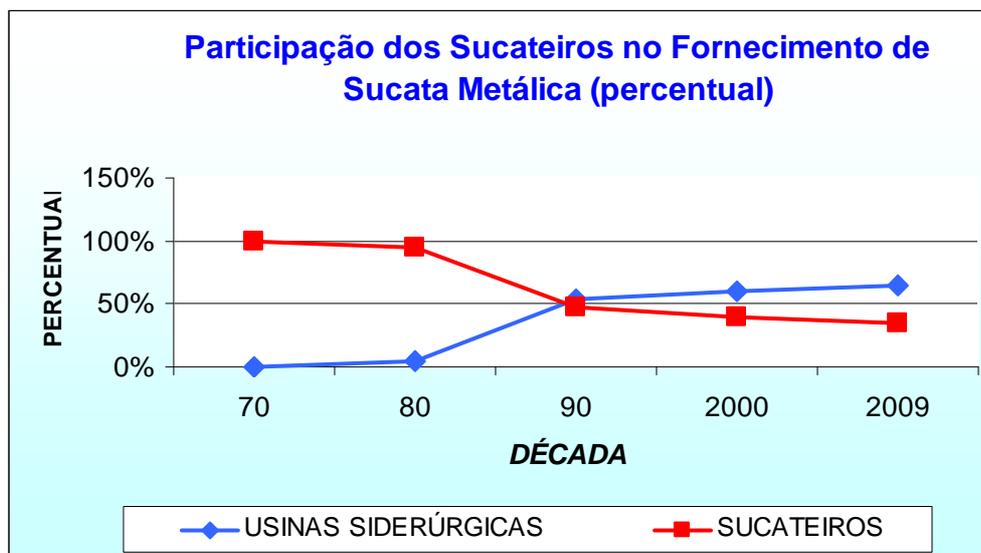
**TABELA
BRASIL
CONSUMO DE SUCATA²**

ANO	CONSUMO DE SUCATA 10³t⁽¹⁾
1972	2.830
1973	3.420
1974	3.609
1975	4.152
1976	4.746
1977	5.110
1978	5.783
1979	6.467
1980	7.064
1981	5.966
1982	5.499
1983	5.896
1984	6.742
1985	7.454
1986	7.253
1987	7.319
1988	7.676
1989	8.032
1990	6.574
1991	5.714
1992	6.086
1993	6.761
1994	6.554
1995	6,371
1996	7.460
1997	7.861
1998	7.681
1999	7.296
2000	7.400
2001	7.074
2002	7.320
2003	8.128
2004	8.487
2005	8.125
2006	8.544
2007	8.853

FONTE Instituto Brasileiro de Siderurgia e Anuário MME-2008

² Ver observação na nota de rodapé anterior;

A seguir observa-se a participação dos preparadores de sucata no fornecimento de sucata metálica no Brasil, desde a década de 70 até os dias atuais.



A reciclagem de alumínio no Brasil é uma atividade muito antiga e se confunde com a implantação da indústria do alumínio. Na década de 20, data dos primeiros registros de produção de utensílios de alumínio no país, o setor utilizava como matéria prima a sucata importada de vários países. Nos anos 90, com o início da produção das latas no Brasil, a reciclagem do metal foi intensificada, registrando volumes cada vez maiores. A sucata de alumínio pode ser empregada na fabricação de itens para vários segmentos, como os de embalagens, construção civil, indústria automotiva, indústria siderúrgica e bens de consumo (cinzeiros, porta-lápis etc). Essa é a grande vantagem do alumínio, que sai da cadeia depois de utilizado e pode ser reaplicado em diferentes segmentos, gerando ganhos para todo o ciclo.

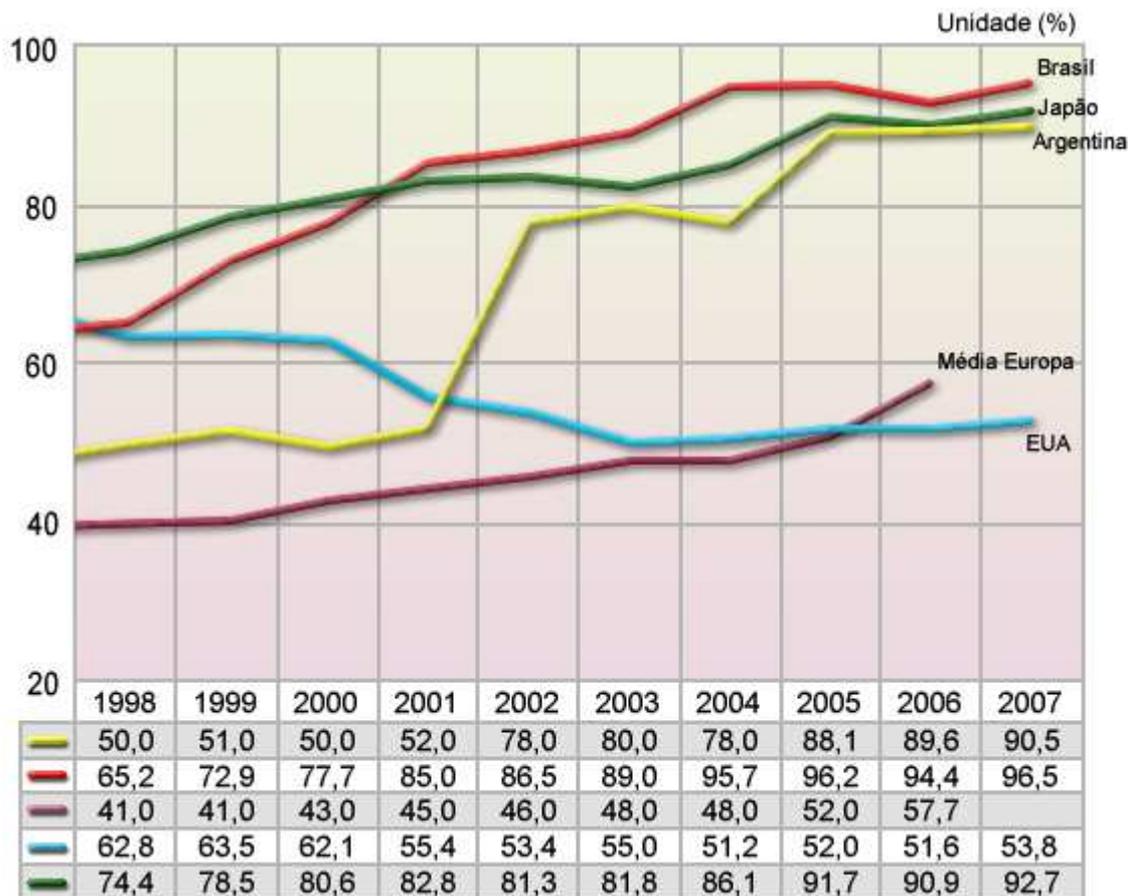
Em 2007, o Brasil reciclou 253 mil toneladas de alumínio (Ver Tabela 1), ficando acima da média mundial, que é de 29,3% (Ver Figura).

Figura1 – Relação entre sucata recuperada e o consumo doméstico do metal (ABAL, 2007).



Em 2007, o Brasil bateu novamente o recorde mundial de reciclagem de latas de alumínio para bebidas, com o índice de 96,5%. Foram 160,6 mil toneladas de sucata de latas recicladas, o que corresponde a 11,9 bilhões de unidades – 32,6 milhões por dia ou 1,4 milhão por hora. Atualmente, em aproximadamente 30 dias, uma latinha de alumínio pode ser comprada no supermercado, utilizada, coletada, reciclada e voltar às prateleiras para o consumo.

Figura 6 - Índice de Reciclagem de Latas de Alumínio



Fontes: ABAL; Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade; The Japan Aluminum Can Recycling Association; Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines; The Aluminum Association e EAA - European Aluminium Association.

Em 2007 a produção de chumbo secundário atingiu 142.450 toneladas (ver Tabela a seguir). No Brasil, a indústria de baterias representa 84% do consumo nacional de chumbo (ICZ, 1997). Em 1996 foram produzidas 11.116.000 unidades, em 1997 11.490.000, e em 1998 11.860.000 de baterias (ABINEE, 1999). Apesar da existência de estatísticas confiáveis a respeito, estima-se que a taxa nacional de reciclagem esteja ao redor dos 80%. Esta estimativa é feita com base na frota de veículos no País e em taxas regionais de reciclagem e de recondicionamento de baterias. Com esses números calcula-se que algo como 2 a 2,3 milhões de baterias (16 a 18 mil toneladas de chumbo) estão sendo estocadas, recondicionadas, dispostas inadequadamente ou mesmo perdidas, por ano, no Brasil. São números alarmantes, considerando a potencialidade de contaminação ambiental por metais e ácido e o fato do país ser importador de chumbo.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE CHUMBO – 1988 - 2007

ANOS	CONCENTRADO	METAL PRIMÁRIO	METAL SECUNDÁRIO
1988	24.257	29.501	58.681
1989	21.913	32.522	53.295
1990	14.401	30.118	45.330
1991	12.187	22.300	42.000
1992	6.694	2.509	38.300
1993	2.062	1.293	47.027
1994	1.329	806	60.000
1995	11.612	5.690	65.000
1996	13.157	-	45.000
1997	14.298	-	45.500
1998	13.394	-	45.000
1999	16.319	-	45.000
2000	13.382	-	50.000
2001	14.779	-	47.000
2002	12.865	-	50.000
2003	15.667	-	50.000
2004	21.338	-	52.000
2005	23.016	-	104.904
2006	25.764	-	142.653
2007	24.574	-	142.450

FONTE: SUMÁRIO MINERAL 2008 - DNPM

Em 2007 foram geradas e aproveitadas 24.000 toneladas de cobre secundário. A produção brasileira de concentrado de cobre, conforme o Sumário Mineral 2008 (ver Tabela abaixo), em metal contido, alcançou, em 2007, um total de 205.731 toneladas (t) (680.301 t de concentrado, com teor médio de 30,2%), representando um aumento de 39,2% frente à de 2006. Participaram desta produção as empresas: Vale (118.236 t – 57,5%) e Serabi (564 t – 0,3%), ambas no Pará; Mineração Caraíba (24.129 t – 11,7%), na Bahia; Mineração Maracá (56.039 t – 27,2%) e Votorantim Metais Níquel (4.897 t – 2,4%), ambas em Goiás; e Prometalíca Mineração (1.976 t – 0,9%), no Mato Grosso. A produção de cobre primário nacional, grau eletrolítico, pirometalúrgico, realizada pela Caraíba Metais, na Bahia, atingiu, em 2007, um total de 218.367 t, resultado 0,6% inferior ao alcançado em 2006. A Mineração Caraíba, na Bahia, produziu em 2007 uma quantidade de 913 t de catodo de cobre hidrometalúrgico, a partir de minério oxidado.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE COBRE – 1988 - 2007

ANOS	CONCENTRADO COBRE CONTIDO	COBRE PRIMÁRIO	COBRE SECUNDÁRIO
1988	44.845	147.880	38.050
1989	47.439	153.376	42.272
1990	36.440	157.120	27.000
1991	38.628	141.443	37.035
1992	39.844	157.950	52.244
1993	43.398	161.102	54.000
1994	39.673	170.033	54.290
1995	48.933	164.966	54.400
1996	46.203	172.075	54.000
1997	42.872	177.060	54.100
1998	34.446	167.205	54.150
1999	31.371	193.014	54.220
2000	31.786	185.345	54.300
2001	30.111	212.243	36.000
2002	30.642	189.651	23.000
2003	26.275	173.378	20.000
2004	103.153	208.020	24.000
2005	133.325	199.043	25.000
2006	147.836	219.700	27.000
2007	205.728	218.367	24.000

FONTE: SUMÁRIO MINERAL 2008

O índice de reciclagem brasileiro está dentro dos padrões mundiais, conforme mostrado na Figura abaixo.

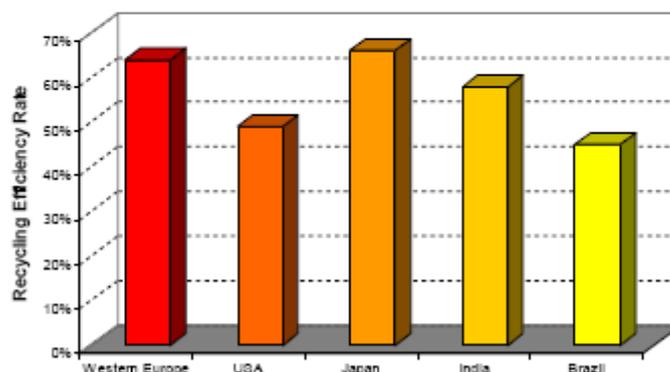
Nos Estados Unidos, dados do USGS³, que podem ser vistos na Tabela abaixo, indicam que a porcentagem de cobre reciclado foi de 32%, em 2006.

³ 2006 Minerals Yearbook Recycling Metals,pg.61.2,junho 2008;

Figura 4 – Eficiência na Reciclagem de Cobre

ICSG Copper Flow Model

The ICSG Secretariat developed the Copper Flow Model (CFM) as a key tool for understanding copper flows in a particular country and determining the efficiency of recycling of copper from end-of-life products. It was first applied for Western Europe and afterwards for the USA and Brazil. Comparable flow studies were published by other organizations in the context of projects commissioned by the ICSG and/or other governmental organizations (including China, India and Japan). The CFM aims to calculate balances at different stages of the copper flow and to cross check these with collected data. For instance, different approaches for estimating recycling efficiency of a particular product group can be applied and crosschecked. The chart below shows a comparison of the calculated Recycling Efficiency Rates for the different regions.



FONTE ICSG

Year	Quantity of metal (metric tons)			Apparent supply ⁵	Percentage recycled
	Recycled from new scrap ²	Recycled from old scrap ³	Recycled ⁴		
Copper:⁵					
2002	842,000	208,000	1,050,000	3,450,000	30.4
2003	738,000	206,000	944,000	3,170,000	29.8
2004	774,000	191,000	965,000	3,330,000	28.9
2005	769,000	183,000 *	953,000 *	3,170,000	30.0
2006	819,000	150,000	968,000	3,000,000	32.3

FONTE: USGS-2008

A produção brasileira de estanho secundário é insignificante. Segundo informações do Sindicato Nacional da Indústria do Estanho, prestadas a este consultor através do seu Secretário Executivo, dr. José Maria Gonçalves de Lima, a participação da sucata de estanho passou de cerca de 3% da produção para, a partir do final da década de 90, para apenas 1% da produção brasileira. Isto pode ter significado em uma produção secundária em torno de apenas 100 toneladas em 2007! Em reunião realizada com recicladores brasileiros no INESFA foi verificada a impossibilidade de coletar informações sobre este tipo de sucata⁴. Poucas empresas processam sucata de estanho e não estão associadas às entidades de classe.

⁴ O próprio MME em seu Anuário 2008, salienta que: “O índice de reciclagem (%) de metais e ligas foi calculado pela quantidade de sucata reciclada dividida pelo consumo aparente do material. As estimativas de reciclagem de aço, alumínio, cobre e chumbo para o ano de 2007 são apresentadas abaixo. **Para o estanho, níquel e zinco não foram encontradas informações** (grifo nosso).

Produção Brasileira de Estanho Metálico e Secundário

ANO	ESTANHO PRIMÁRIO	ESTANHO(1) SECUNDÁRIO
1980	8.926	268
1981	7.759	232
1982	9.373	281
1983	12.942	388
1984	18.897	566
1985	24.738	742
1986	25.158	724
1987	29.068	872
1988	42.204	1267
1989	45.682	1370
1990	37.611	1128
1991	30.934	928
1992	26.948	808
1993	26.945	808
1994	20.400	612
1995	16.787	503
1996	19.412	582
1997	18.453	184
1998	14.574	145
1999	12.787	127
2000	13.824	138
2001	12.228	122
2002	12.031	120
2003	10.761	107
2004	11.512	115
2005	8.986	89
2006	8.784	87
2007	10.193	101
2008	10.797	107

Fonte : SNIEE

(1) Estimativa: até 1997, participação de 3% do estanho secundário na produção. A partir de 1997, participação de 1%.

Em 2007, conforme o Anuário MME 2008, a produção brasileira de níquel (contido) foi de 37,3 kt mostrando crescimento de 3,2% comparado com 2006. A produção mundial foi de 1,4 Mt e participação brasileira de 2,5%. As exportações foram de 28 kt e US\$ 570 milhões, com crescimento de 16,7% em quantidade e 77% em valor. As importações somaram 6,0 kt e US\$ 251 milhões e mostrou decréscimo de 4,6% em quantidade e crescimento de 71% em valor. O superávit comercial atingiu US\$ 320 milhões. Em 2007, o faturamento foi de US\$ 1,4 bilhão, 59% a mais que 2006. Os investimentos realizados foram da ordem de US\$ 153 milhões. O número de empregos diretos caiu 0,5% em relação a 2006 e alcançou 2.321 empregados. O consumo aparente de níquel foi de 21 kt. Os investimentos em curso e previstos para os próximos anos (Vale, Anglo American, Votorantim Metais e Mirabela Mineração) somam US\$ 7,1 bilhões, e farão do país um player importante no cenário mundial.

A falta de informações sobre o mercado de níquel secundário brasileiro, semelhante ao mencionado anteriormente para o estanho, impossibilita qualquer detalhamento mais específico para que se possa inferir as tendências e dificuldades enfrentadas pelo setor de preparação. Nas entidades de classe que congregam os preparadores de sucata elas simplesmente inexistem.

A produção brasileira de zinco primário, conforme o Anuário MME 2008, em 2007 foi de 265 kt, mostrando decréscimo de 2,6%, sendo indisponível, a partir de 2001 a produção de zinco secundário.(Ver tabela abaixo). A produção mundial totalizou 11,0 Mt, participando o país com 2,4%. As exportações somaram 51 kt e US\$ 162 milhões, com decréscimo de 32% em quantidade e 25% em valor, em relação a 2006. Os principais países de destino das exportações foram: Argentina (33%), Bélgica (21%) e Itália (14%). As importações somaram 36 kt e US\$ 131 milhões. O superávit alcançou US\$ 30 milhões. O faturamento do segmento foi de US\$ 998 milhões e aumento de 6,7%. Os investimentos foram da ordem de US\$ 83 milhões, 23% maior que 2006, e foram direcionados em tecnologia e na ampliação da capacidade produtiva. O número de empregos diretos decresceu em 34%, passando para 1024. O consumo aparente do metal foi 240 kt, 9,5% a mais que 2006.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ZINCO – 1988 - 2007

ANOS	CONCENTRADO	METAL PRIMÁRIO	ZINCO SECUNDÁRIO
1988	832.383	139.667	4.307
1989	894.525	155.846	6.409
1990	826.063	149.483	4.603
1991	797.419	157.462	5.538
1992	446.211	180.414	7.000
1993	506.866	187.550	7.200
1994	455.937	200.145	10.007
1995	493.972	196.173	9.809
1996	322.704	186.338	9.317
1997	523.657	185.701	18.570
1998	202.652	176.806	17.681
1999	223.244	187.010	18.701
2000	150.043	191.777	19.178
2001	257.094	193.061	ND
2002	307.904	247.692	ND
2003	348.474	257.530	ND
2004	379.712	265.987	ND
2005	170.659	267.374	ND
2006	185.211	272.438	ND
2007	193.899	265.126	ND

FONTE: SUMÁRIO MINERAL2008 - DNPM

2. APRESENTAÇÃO

O presente **Estudo da Reciclagem de Metais no País** tem por objetivo atender as diretrizes e condicionantes definidos pelo projeto ESTAL - CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL.

O Estudo tem como norteador o Termo de Referência que define o escopo, premissas, as diretrizes e os condicionantes dos estudos a serem realizados no âmbito do projeto ESTAL, servindo os mesmos de base para a elaboração do Plano Duodecenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.

Com relação ao estudo ora apresentado, buscou-se seguir as orientações definidas quando de sua contratação, assim detalhadas:

Produto 57: Estudo da Reciclagem de Metais no País

Objetivos: Levantamento e elaboração de séries históricas da reciclagem de alguns metais, bem como estimativa de indicadores de reciclagem.

Detalhamento:

- i. Elaboração de séries históricas (tão retroativo quanto possível) da produção, consumo aparente e reciclagem dos seguintes metais e ligas: aço, alumínio, cobre, níquel, chumbo, zinco e estanho;
- ii. Cálculo de indicadores de reciclagem diversos, considerando entre eles os indicadores recomendados no âmbito dos Grupos Internacionais de Metais; comparação dos valores obtidos para o Brasil, para os diversos metais, com os de outros países/regiões;
- iii. Análise comparativa das tecnologias de reciclagem adotadas no país com relação às melhores práticas mundiais;
- iv. Avaliação dos efeitos da reciclagem dos metais na mineração de bens minerais portadores dos metais em análise.

Como produto obteve-se o *Relatório Técnico 83: Reciclagem de metais no Brasil*, ora apresentado, elaborado, na medida das possibilidades, conforme o detalhamento acima definido.

Dada à dimensão do Estudo, optou-se por desdobrá-lo em capítulos, cada um destinado a um dos metais analisados. Um capítulo especial foi elaborado para apresentar os fundamentos econômicos teóricos sobre a oferta secundária de metais (ver anexo 1), tema ainda bastante desconhecido, objetivando colaborar para o entendimento adequado dos mercados secundários de metais.

Buscou-se, dentro das limitações de dados estatísticos disponíveis, caracterizar cada um dos segmentos ofertantes. Alguns metais, particularmente Alumínio, Cobre e Chumbo, têm informações um pouco mais detalhadas, principalmente o primeiro, pelo fato do país ser o maior reciclador de latas de alumínio do mundo. Já para Estanho, Níquel e Zinco, principalmente o primeiro, as informações são escassas, apesar do esforço empreendido na busca de informações confiáveis.

A sucata de ferro e aço, pela sua importância no abastecimento dos setores siderúrgico e de fundição, pela maior tradição no mercado das empresas ligadas à sua preparação, mereceu um estudo mais detalhado, principalmente pela recente preocupação do setor siderúrgico em estudá-lo

com mais profundidade. Também neste particular, a experiência vivenciada pelo autor do presente Estudo, quando atuou como principal executivo do INESFA – Instituto Nacional das Empresas de

Preparação de Sucata de Ferro e Aço, no final da década de 70 e início da década de 80 do século passado, facilitou o acesso a informações fornecidas pela instituição representativa dos sucateiros brasileiros.

Quando da análise deste insumo metálico, foi incluído o cálculo das reservas nacionais de sucata de obsolescência realizado no final dos anos 80 (ver anexo 6.2). Utilizando a metodologia do sucateamento quinquenal progressivo, este cálculo de reservas recomenda-se ser atualizado sistematicamente.

Em resumo, procurou-se atender, quando possível, o escopo norteador do Estudo. Alguns metais terão mais informações. Outros menos, conforme assinalado anteriormente. Jamais obter-se-á uma homogeneidade de análise dos mercados secundários, pelas características específicas de cada um deles. O produto apresentado, o Relatório, procura retratar com fidedignidade essas dissincronias existentes, tentando cumprir, dentro das possibilidades, como já ressaltado, o escopo definido quando da contratação do Estudo.

3. CARACTERIZAÇÃO DOS SEGMENTOS PRODUTIVOS

3.1. Reciclagem de Ferro e Aço

Muitos materiais podem ser reciclados. Os exemplos mais comuns são o papel, o vidro, o plástico e o metal. As maiores vantagens da reciclagem são a minimização da utilização de fontes naturais, muitas vezes não-renováveis, e a minimização da qualidade de resíduos que necessita de tratamento final, como aterramento ou incineração. Em alguns casos, não é possível reciclar indefinidamente o material. Isso acontece, por exemplo, com o papel, que tem algumas de suas propriedades físicas minimizadas a cada processo de reciclagem devido ao inevitável encurtamento das fibras de celulose. A reciclagem dos metais e aço, por exemplo, não acarreta nenhuma perda de suas propriedades físicas, podendo, assim ser reciclado continuamente.

São os seguintes os tipos de sucata ferrosa:

- **Sucata Interna**

Gerada dentro da própria Usina Siderúrgica.

- **Sucata Industrial**

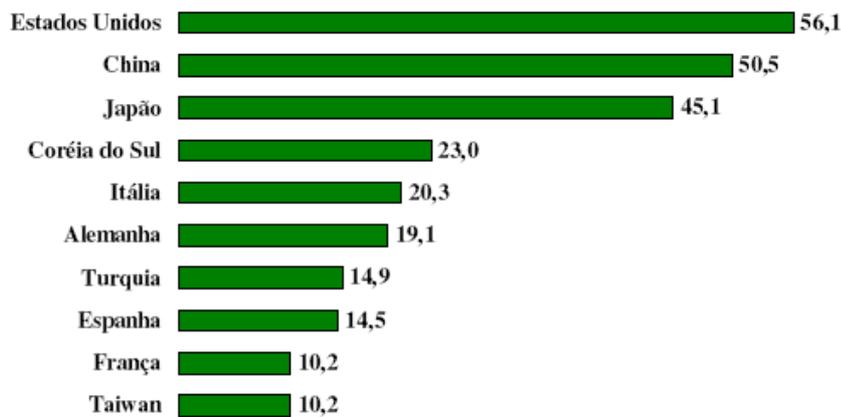
Gerada em metalúrgicas, fundições e plantas industriais (automobilística).

- **Sucata de Obsolescência**

Captada depois do consumo, provêm da coleta de qualquer material metálico colocado em desuso que estejam em condições de serem reciclados. A sucata de obsolescência é obtida com a cata em veículos automotivos e de embalagens (latas de aço), máquinas, eletrodomésticos dentre outros.

Na Figura abaixo apresenta-se os dez maiores países consumidores de sucata de ferro e aço:

Figura 1 - Ranking dos dez maiores consumidores de sucata em 2003, em Mt

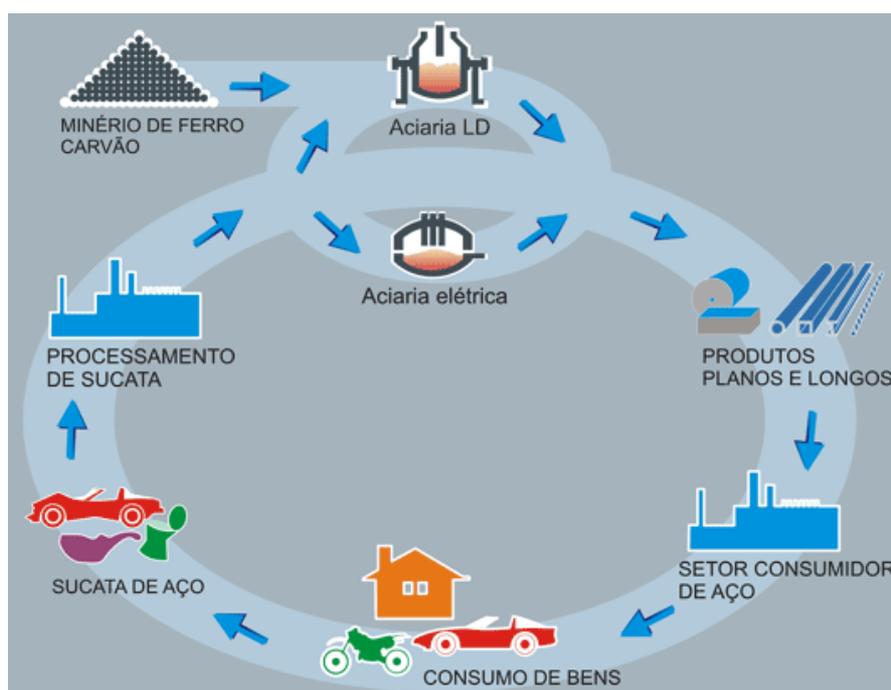


No Brasil, como no resto do mundo, o mercado de sucata de aço é bastante sólido porque a indústria siderúrgica precisa da sucata para fazer um novo aço; cada usina siderúrgica é uma planta de reciclagem (Ver Figura 2). No Brasil, em 2007, foram produzidos 30,9 milhões de toneladas de aço. Cerca de 8,7 milhões de toneladas de sucatas foram utilizadas para a produção de aço, valor correspondente a 28,2% do novo aço produzido. Dentro deste montante, 581 mil toneladas de folhas metálicas foram produzidas em 2007.

O principal mercado associado à reciclagem de aço é formado pelas aciarias, que derretem a sucata, transformando-a em produtos ou novas chapas de aço. O incremento da coleta seletiva desse material estimula o aumento da demanda de empregos e equipamentos de separação, como eletroímãs. Cada tonelada de aço reciclado representa uma economia de 1.140 quilos de minério de ferro, 154 quilos de carvão e 18 quilos de cal.

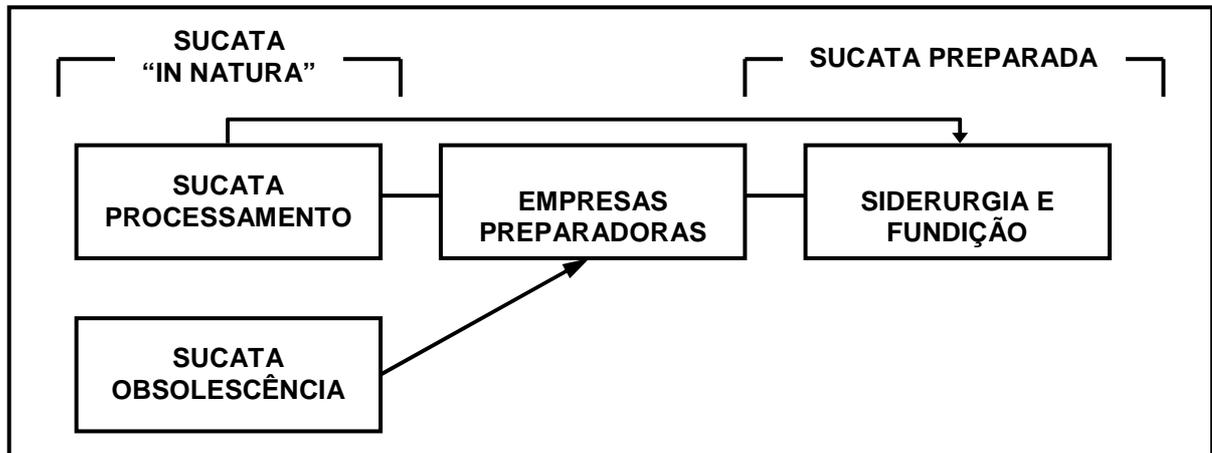
O aço, por sua vez, tornou-se a base da nossa civilização, impulsionando a indústria, a fabricação de bens de consumo, gerando no mundo nos últimos anos entre 370 milhões e 390 milhões de toneladas de sucata ferrosa, despertando a atenção da indústria siderúrgica para disponibilidade de um importante insumo dos processos de produção de ferro e aço.

FIGURA 2 – RECICLAGEM DE PRODUTOS OBSOLETOS (IBS)



A sucata obtida pela eliminação de rejeitos industriais e pela obsolescência de bens de consumo e de capital pode ser gerada internamente à usina siderúrgica ou ser adquirida no mercado junto às empresas de preparação de sucata (Ver Figura 3).

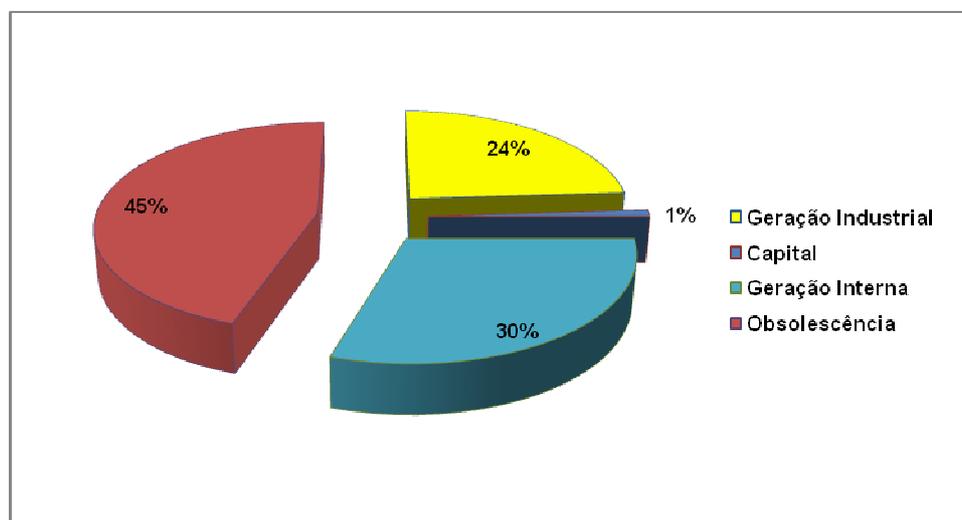
FIGURA 3 - FLUXO DE PROCESSAMENTO DE SUCATA NAS EMPRESAS PREPARADORAS



Nos dias de hoje é o principal elemento metálico da carga de fornos elétricos a arco (EAF- *Eletric Arq Furnace*). Estes fornos vêm progressivamente expandindo sua atuação e subtraindo os mercados de antigos processos siderúrgicos em todo o mundo. Já respondem atualmente por 33% da produção mundial de aço, e esse avanço deve continuar a uma alta taxa média de 3,9% aa. Para o ano de 2010, estima-se que somente a sucata de obsolescência representará algo em torno de 60% da oferta mundial de sucata, o que, somado à sucata de geração industrial, resultará em 84% da oferta mundial de sucata.

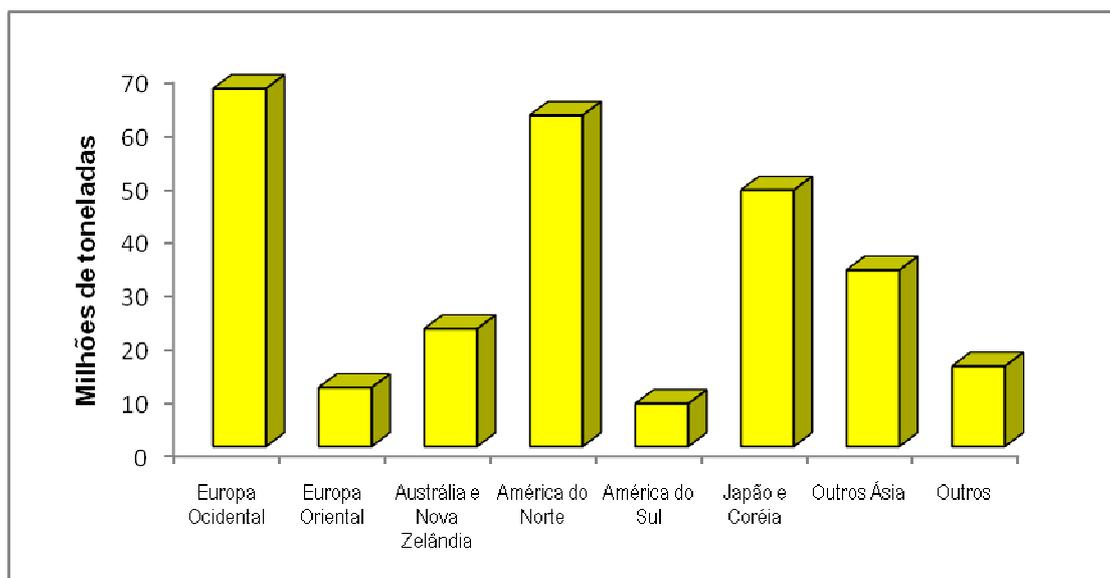
A sucata de obsolescência é a mais importante fonte deste resíduo metálico, representando 45% de toda a sucata ofertada mundialmente (Ver Figura 4). Sua relevância se intensificará no futuro à medida que as outras fontes sofram redução de seus volumes. Além disso, estima-se que sua coleta eleve-se a uma taxa em torno de 4% aa, atingindo um volume de 256Mt em 2010. Quanto à distribuição mundial de sucata, nota-se que em geral sua disponibilidade é diretamente relacionada com o grau de desenvolvimento econômico do país. (Ver figura 5)

FIGURA 4 – BRASIL: DISTRIBUIÇÃO DA OFERTA PELAS FONTES DE SUCATA – 1988



FONTE: UNCTAD, BNDES

FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DA SUCATA COLETADA – 1988
FONTE: UNCTAD, BNDES



No Brasil, o setor de reciclagem de materiais ferrosos, estruturado na década de 1970, atua com equipamentos para preparo e beneficiamento da sucata de obsolescência. O setor é composto por cerca de 2.500 empresas espalhadas por todo o país, com capacidade para processar até 420 mil toneladas de sucata por mês. Cerca de 10 milhões de toneladas de sucata ferro e aço são consumidas anualmente em todo território nacional (Tabela 1)⁵, com aproximadamente 270.000 postos de trabalho, somadas as atividades de coleta, o setor de preparação de sucata, representado pelo Instituto Nacional de Preparação de Sucata Não Ferrosa e de Ferro e Aço – INESFA, é composto por cerca de 3.000 empresas, de pequeno e médio porte, processamento e distribuição do material, tendo essas atividades importantes reflexos ambientais.

TABELA 1
BRASIL
CONSUMO DE SUCATA⁶

ANO	CONSUMO DE SUCATA 10 ³ t ⁽¹⁾
1972	2.830
1973	3.420
1974	3.609
1975	4.152
1976	4.746
1977	5.110
1978	5.783
1979	6.467

⁵ Aos valores desta tabela, correspondente ao consumo do setor siderúrgico, devem ser adicionados o consumo, em toneladas, destinado ao setor de fundição, assim detalhado (com base no Anuário MME-2008): 2003 – 694.495; 2004 – 811.258; 2005 – 855.098; 2006 – 895.108; e 2007 – 937.813; Em 2008, segundo informações da ABIFA foram consumidas 2.195 mil toneladas de sucata ferrosa;

⁶ Ver observação na nota de rodapé anterior;

ANO	CONSUMO DE SUCATA 10³t⁽¹⁾
1980	7.064
1981	5.966
1982	5.499
1983	5.896
1984	6.742
1985	7.454
1986	7.253
1987	7.319
1988	7.676
1989	8.032
1990	6.574
1991	5.714
1992	6.086
1993	6.761
1994	6.554
1995	6,371
1996	7.460
1997	7.861
1998	7.681
1999	7.296
2000	7.400
2001	7.074
2002	7.320
2003	8.128
2004	8.487
2005	8.125
2006	8.544
2007	8.853

FONTE Instituto Brasileiro de Siderurgia e Anuário MME-2008

Em confronto com os dois metálicos sólidos – gusa e ferro-esponja – a sucata de ferro e aço participa com 70% a 90% do consumo de metálicos da siderurgia brasileira, com esta variação estando diretamente correlacionada com as possibilidades de substituição parcial de sucata externa por gusa, em função dos preços praticados no mercado. Quanto à competição com ferro-esponja, esta praticamente inexiste mercê da pequena produção interna desse metálico, conseqüência dos problemas surgidos quando da adaptação de alguns processos tecnológicos importados por aciarias brasileiras.

Apesar de sua importância como insumo básico de setores industriais, não existem estudos atualizados sobre a oferta e demanda de sucata de ferro e aço no país. O planejamento das necessidades de abastecimento dos setores siderúrgicos e de fundição era realizado, até meados da década de 80, empiricamente, em reuniões do chamado Sistema Coordenado de Abastecimento, promovidas no âmbito do extinto CONSIDER- Conselho de Não-Ferrosos e de Siderurgia, quando consumidores e ofertantes, com a interveniência governamental, discutiam seus cíclicos problemas de suprimento.

⁷São genericamente denominados “METÁLICOS” os insumos dos fornos siderúrgicos contendo o elemento ferro, principal constituinte das ligas ferrosas (aço, principalmente) produzidas nestes fornos.

Como insumos metálicos podem ser entendidos:

- O mineral de ferro, em bruto ou aglomerado, que é carregado nos fornos de redução ou como refrigeradores das cargas dos conversores de aço;
- O mineral já reduzido, que alimenta os fornos de refino de aço, sob a forma de gusa líquido (líquido ou sólido) ou de ferro-esponja e outros préreduzidos;
- O material de reciclagem – a sucata – gerada internamente às usinas no seu processo de produção metalúrgica e transformação mecânica de aço, ou adquirida no mercado de coleta / beneficiamento do material (sucata “externa”). A “sucata externa” pode ser gerada na transformação do aço laminado ou das peças fundidas ferrosas nas indústrias processadoras (sucata industrial ou de processamento); ou pelo reaproveitamento do metal após encerramento de vida útil do bem contendo aço (sucata de obsolescência ou “ferro-velho”).

A Tabela 1.1, lista fontes e usos dos metálicos para siderurgia e fundição ferrosa, e a abrangência das análises e quantificações incluídas nesta Nota Técnica, restringida aos metálicos utilizados nos fornos das aciarias das usinas siderurgia e na fusão de metais ferrosos nas fundições.

TABELA 1.1 - FONTES E USOS DE METÁLICOS EM SIDERURGIA E FUNDIÇÕES

FONTES	USOS
GUSA (LÍQUIDO) FABRICAÇÃO PRÓPRIA	FABRICAÇÃO DE GUSA (**)
GUSA (SÓLIDO) ADQUIRIDO	FABRICAÇÃO DE FERRO-LIGAS (**)
SUCATA GERADA INTERNAMENTE:	PRODUÇÃO DE AÇO P/LINGOTAMENTO
- Aciaria e Lingotamento	- Conversores a Oxigênio
- Laminação e Acabamento	- Fornos Elétricos a Arco
- Fundições de Peças	- Outros
SUCATA EXTERNA (ADQUIRIDA)	PRODUÇÃO DE METAL P/FUNDIÇÃO
- Industrial / Processamento	- de peças de aço
- Obsolescência	- de peças de ferro
FERRO ESPONJA / PRÉ-REDUZIDOS	
FERRO-LIGAS (*)	UTILIZAÇÃO SEM REFUSÃO (**)
MINÉRIOS EM ACIARIA (**)	

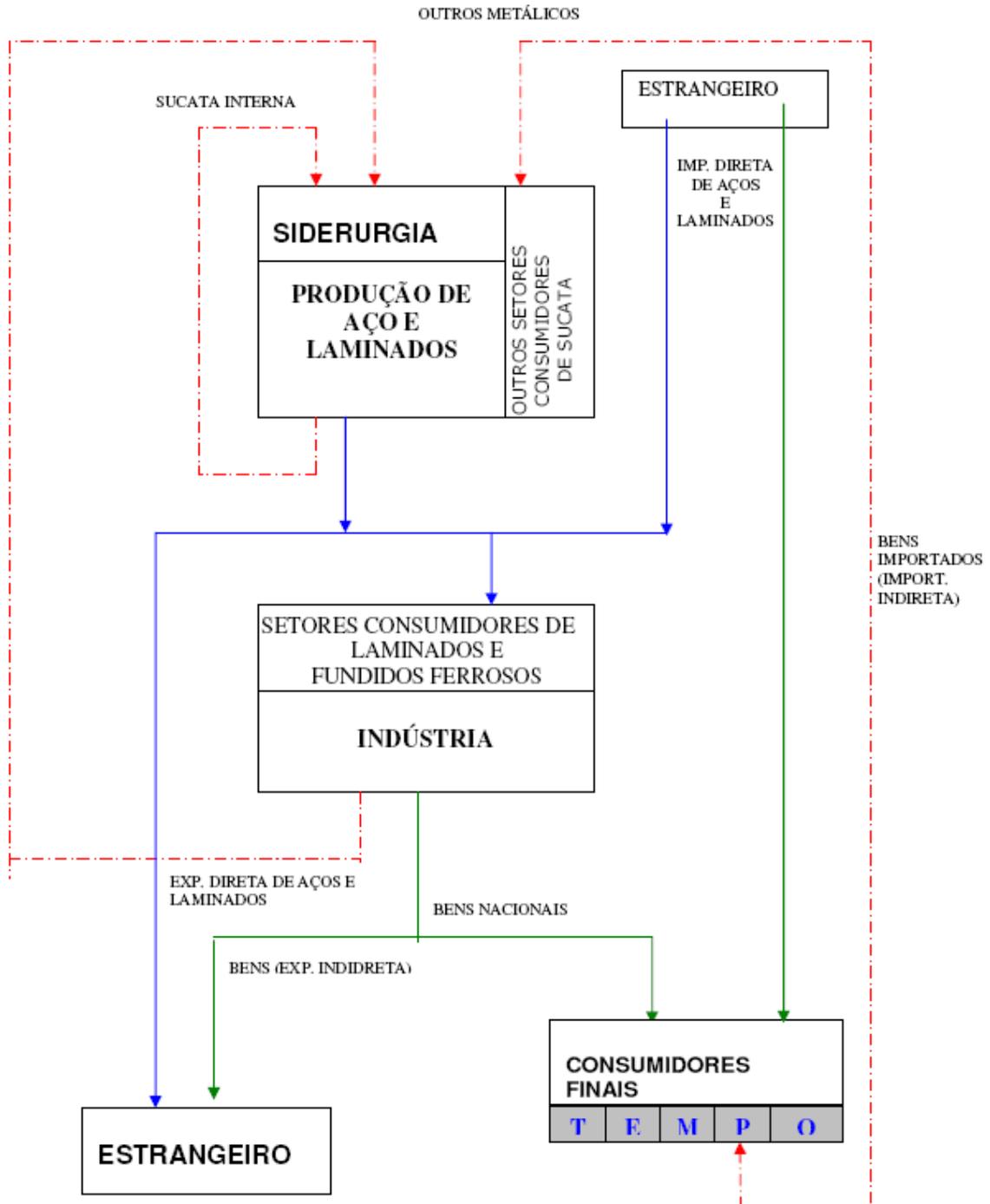
(*) Objeto de Nota Técnica em separado. A alimentação do ferro-ligas nos fornos de aço tem como finalidade principal a carga do elemento de liga e não do elemento ferroso.

(**) Parcelas de pouca expressão, não consideradas.

Segue-se a Tabela 1.2, que apresenta esquematicamente o fluxo dos metálicos para os fornos de aço e ferro de siderúrgicas e fundições.

⁷ Deste ponto do trabalho até a página 35 reproduzimos integralmente o trabalho “Panorama do Setor Siderúrgico Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico NT Metálicos para Aciarias Sucatas, Gusa, Ferro Esponja”, de Boaventura Mendonça d’Avila Filho / SETEPLA- 2008

TABELA 1.2 – FLUXO DA SUCATA



a) GERAÇÃO DE SUCATA

Tomando como origem e destino final a SIDERURGIA (e o setor de fundição de peças ferrosas), o 1º destaque do fluxo apresentado na Tabela 1.2 é a SUCATA INTERNA gerada na produção e transformação do aço em laminados e peças fundidas, reciclada nas próprias usinas e fundições.

A geração de SUCATA INTERNA na siderurgia depende basicamente do grau de integração da usina a jusante da produção do aço. No caso brasileiro, em que significativa parcela do out-put das usinas é de semi-acabados (placas e tarugos para exportação), a sucata gerada é da ordem de 10% da produção de aço bruto (média setorial). Na média mundial, usinas 100% integradas até a laminação a frio de placas ou laminação de longos e trefilaria de arames, este índice atinge a 13,5% da produção de aço.

Os produtos siderúrgicos, laminados e fundidos, de produção nacional ou importados abastecem os setores consumidores nacionais (automotivo, de bens de capital, de eletrodomésticos, da construção civil, da produção de embalagens, etc) e também o mercado externo, através de exportação de semi-acabados e laminados de aço e de peças fundidas ferrosas.

No processamento do aço pelas indústrias consumidoras é gerada a SUCATA INDUSTRIAL, resultante das perdas na transformação do aço em bens finais, em diferentes intensidades de acordo com o setor consumidor, como se verifica na tabela seguinte.

TABELA 1.3 – SUCATA INDUSTRIAL GERADA

PERFIL SETORIAL DO CONSUMO DE AÇO	BRASIL	MUNDO	PERDAS NO PROCESSO
- setores automotivo, de utilidades domésticas e embalagens	39,1%	31,6%	30% e 20%
- setores de fabricação de equipamentos, inclusive veículos pesados	25,3%	24,5%	15%
- setor de Construção Civil, fabricação de tubos e perfis, inclusive	35,6%	43,9%	4%
TOTAL	100,0%	100,0%	
ÍNDICE GERAÇÃO DE SUCATA INDUSTRIAL EM % DO CONSUMO DE AÇO	15,8%	14,0%	

Fontes: IBS e IISI

No BRASIL temos o maior índice de geração de sucata industrial, 15,8% do consumo de aço laminado, pois seu perfil de demanda por setor concentra-se acentuadamente na fabricação de bens de consumo, de maior complexidade produtiva e exigências de acabamento, como veículos e linha branca, quando em cotejo com o mix mundial. Nos anos 1990, o INESFA apresentava estatísticas da geração de sucata industrial no Brasil, apontando índices médios resultantes iguais a 16,5% do consumo de aço, o que corrobora o cálculo acima.

Os bens contendo aço produzido pela Indústria Nacional, mais os importados do Exterior e menos os exportados pelo Brasil (comercio externo indireto de aço) são POSTOS EM USO em nosso país a cada ano. Com a passagem do tempo e sua retirada de uso, parte do aço contido é reciclado, constituindo a geração de SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA, vulgarmente conhecida como ‘ferro-velho’, que é coletada pelas usinas, processadores e comerciantes de sucata em todo o país.

No Brasil, a sucata de obsolescência vem participando com pouco mais de 1/3 do consumo total de sucata. Na média mundial sua participação atinge a 45% do total consumido de sucata.

b) CONSUMO DE SUCATA E METÁLICOS

O consumo normal de metálicos é função das necessidades de carga metálica, de acordo com o tipo de forno de aço.

A Tabela 1.4 apresenta dados recentes do Brasil em cotejo com a média mundial.

TABELA 1.4 – CONSUMO DE METÁLICOS EM KG POR TONELADA DE AÇO

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	873	77,6%	56,7%
Esponja		12	9	0,8%	4,0%
Sucata	113	761	243	21,6%	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=rendimento aço/carga pouco menor				88,9%	89,3%

No caso das fundições ferrosas, o consumo de metálicos comprados é de 1.080 kg/t de peças boas, no Brasil, recentemente: 25% de gusa e 75% de sucata.

Em cotejo com a média mundial, o mix de consumo de metálicos na siderurgia brasileira pressiona menos o mercado de sucata, face à menor participação das aciarias elétricas na produção de aço e face à disponibilidade de oferta de gusa sólido pela produção independente de gusa.

Este setor guseiro produziu em 2007 quase 10 milhões de toneladas, mais da metade destinada ao mercado externo.

TABELA 1.5 – PRODUÇÃO INDEPENDENTE DE GUSA

	MERCADO INTERNO	EXPORTAÇÃO	TOTAL BRASIL
GUSA ACIARIA	2.965	5.293	8.258
GUSA FUNDIÇÃO	710	660	1.370
TOTAL	3.675	6.053	9.628
REGIÃO CARAJÁS			3.928
REGIÃO SUDESTE			5.394
REGIÃO CENTRO-OESTE			306

2.1) PROJEÇÃO DA OFERTA DE METÁLICOS

a) Gusa e Pré-Reduzidos para Uso Cativo

Função das capacidades dos equipamentos de redução de minério (altos-fornos) e das necessidades limites das aciarias próprias.

b) Gusa Independente

Função das capacidades admissíveis de produção de gusa no Sudeste brasileiro (MG, ES, GO) e na região de Carajás (MA, PA), subtraídas metas consistentes e previsíveis de exportação do produto.

c) Metálicos Alternativos (Direct Reduced Iron - DRI ou Gusa Não de Alto-Forno) Função de projetos das unidades de redução direta e de novas tecnologias de redução com finalidade de consumo cativo venda às usinas siderúrgicas e fundições.

d) Sucata Interna ou de Usina

Função da produção de aço e resultante produção de laminados, em correlação com os equipamentos disponíveis, especialmente quanto aos processos de lingotamento e a integração vertical da usina.

e) Sucata de Processamento ou Industrial

Função do mix setorial do consumo de laminados de aço e dos índices de perdas / reaproveitamento de material em cada setor, cotejando-se os resultados com parâmetros internacionais disponíveis.

f) Sucata de Obsolescência

Função de estimativas de vida útil do aço posto em uso no Brasil e sua série histórica, a partir da metodologia do “sucateamento quinquenal progressivo”, que leva em conta inclusive o perfil setorial dos bens que incorporam o aço consumido, em cada período.

Parâmetros de Aferição

- Rendimento médio produto / aço bruto ou metálico da produção siderúrgica (no Mundo e no Brasil).
- Índices anuais de reciclagem (sucata consumida por tonelada de laminado consumido) Renda per capita, “Steel Intensity” e perfil setorial do consumo (no Mundo e no Brasil) para verificação das quantidades geradas de sucata de obsolescência (vida útil média, como função da renda).

PROJEÇÃO DA DEMANDA DE METÁLICOS

a) Consumo Total (kg/t de aço bruto)

Função dos tipos de fornos de aciarias e fundições e do rendimento metálico do lingotamento respectivo ou da fabricação de peças fundidas ferrosas.

b) Consumo de Metálico Próprio

b.1) gusa ou pré-reduzido na própria usina, função da capacidade dos equipamentos de redução de minério.

b.2) sucata interna ou de recirculação na própria usina, função do rendimento metálico dos processos de laminação e do grau de integração da siderúrgica.

c) Demanda por Metálico Adquirido

c.1) quantidade total: necessidades menos disponibilidades da usina ou fundição

c.2) limitantes da utilização do metálico nos fornos (ex.: limite de gusa sólido na carga de fornos elétricos a arco).

Parâmetros de Aferição

- Rendimentos metálicos (no Brasil e no Mundo)
- Consumos unitários globais:

minério / produto
sucata / produto
% da produção de aço por processo
minério / produto
sucata / produto

CARACTERÍSTICAS DA UTILIZAÇÃO DOS METÁLICOS

Os problemas que se antevêm na utilização dos metálicos para aciaria estão resumidos em seqüência.

GUSA

Teor de fósforo (P) no minério de ferro e de enxofre (S) no carvão mineral, além da granulometria do minério de ferro disponível no país, cada vez mais fino, exigindo aglomeração prévia por sinterização ou pelletização.

SUCATA

Impurezas representadas pelos elementos de liga e metais de revestimento de chapas, principalmente o zinco (Zn). A participação do consumo de galvanizados no total de laminados planos ao carbono, de apenas 5% há 15 anos, hoje está situado na faixa de 17%.

Este acréscimo de consumo está localizado nas produções automobilística e de eletrodomésticos, principais fontes de geração de sucata, seja industrial, seja de obsolescência. Estes setores elevaram sua participação no consumo de chapas galvanizadas (e pré-pintadas) de 25% para 60%.

TABELA 1.6 – CONSUMO DE CHAPAS GALVANIZADAS em Mil/t ano

	1993	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
PLANOS AO CARBONO	6.048	7.878	7.561	8.895	9.301	9.114	9.399	10.538	9.690	10.582	12.772
GALVANIZADOS	329	974	1.040	1.273	1.289	1.253	1.457	1.706	1.623	1.879	2.153
% GLVNZ	5,4%	12,4%	13,8%	14,3%	13,9%	13,7%	15,5%	16,2%	16,7%	17,8%	16,9%
AUTOMOBILISTICO	31	285	278	437	514	513	619	867	888	894	950
UTILIDADES DOMESTICAS	52	127	114	186	202	179	215	231	219	145	342
% CONSUMO	25,2%	42,3%	37,7%	48,9%	55,5%	55,2%	57,2%	64,4%	68,2%	55,3%	60,0%
CONSTRUÇÃO E OUTROS	246	562	648	650	573	561	623	608	516	840	861

OFERTA E DEMANDA DE METÁLICOS NO BRASIL

PANORAMA EVOLUTIVO

O quadro abaixo apresenta 20 anos de evolução da Siderurgia Brasileira e do consumo de metálicos e de SUCATA, segundo a origem de sua geração.

TABELA 1.7 – SIDERURGIA E METÁLICOS NO BRASIL – EVOLUÇÃO

EM MILHÕES DE TONELADAS										
DISCRIMINAÇÃO	ANOS	1987	1992	1997	2002	2003	2004	2005	2006	2007
PRODUÇÃO DE AÇO		22,2	23,9	26,2	29,6	31,1	32,9	31,6	30,9	33,8
% ELÉTRICO		22,5%	19,4%	19,8%	20,2%	21,2%	22,8%	22,0%	24,4%	23,9%
EXPORTAÇÃO		6,4	11,4	8,8	11,2	13,0	12,0	12,5	12,5	10,3
% PROD. AÇO		28,8%	47,8%	33,7%	37,7%	41,7%	36,4%	39,6%	40,5%	30,5%
CONSUMO APARENTE AÇO		11,8	8,9	15,3	16,5	16,0	18,3	16,8	18,5	22,0
% PROD. AÇO		53,2%	37,0%	58,6%	55,7%	51,2%	55,7%	53,2%	60,0%	65,2%
FUNDIÇÃO FERROSA										
PRODUÇÃO		1,5	1,1	1,5	1,8	2,1	2,6	2,7	2,9	3,0
CONSUMO INTERNO		1,4	0,9	1,3	1,4	1,6	1,9	2,0	2,2	2,3
% CONS.AÇO		11,4%	10,4%	8,4%	8,5%	10,0%	10,6%	11,8%	11,7%	10,6%
METÁLICOS NA SIDERURGIA										
GUSA		18,4	20,4	21,8	24,6	26,6	27,5	26,5	25,6	28,0
SUCATA		7,4	7,1	7,9	7,6	8,5	9,0	8,3	8,9	8,9
ESPONJA		0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
TOTAL		26,0	27,7	30,0	32,6	35,5	36,9	35,2	34,8	37,2
% PROD. AÇO		116,9%	115,8%	114,6%	110,1%	114,0%	112,0%	111,3%	112,7%	110,2%
METÁLICOS EXTERNOS NA FUNDIÇÃO										
GUSA		0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
SUCATA		0,9	0,6	0,9	1,4	1,6	2,0	2,3	2,4	2,5
TOTAL CONSUMO SUCATA		8,3	7,7	8,8	9,0	10,1	11,0	10,6	11,2	11,4
GERAÇÃO INTERNA-USINAS		4,0	4,2	3,9	3,3	3,3	3,5	3,1	3,0	3,5
% PROD. AÇO		18,1%	17,5%	14,7%	11,2%	10,6%	10,5%	9,8%	9,6%	10,2%
GERAÇÃO INDUSTRIAL		2,0	1,5	2,5	2,7	2,5	2,9	2,7	2,9	3,5
% CONSUMO AÇO		16,8%	16,6%	16,2%	16,2%	15,8%	15,8%	15,8%	15,8%	15,8%
OBSOLESCÊNCIA P/DIFER.		2,3	2,0	2,4	3,0	4,3	4,6	4,8	5,3	4,4
% CONSUMO AÇO		19,0%	22,8%	15,8%	18,2%	26,9%	25,3%	28,6%	28,8%	20,1%

(*) ANOS ATÍPICOS PELA PARADA DE ALTO-FORNO DA CSN, POR ACIDENTE

Fontes: IBS e ABIFA

A participação das aciarias elétricas na produção brasileira de aço gira entre 20% e 24%, bem menor do que a verificada no quadro mundial, da ordem de 32%. Este fato induz a diferentes proporções no consumo de metálicos no setor siderúrgico:

TABELA 1.8 – CONSUMO DE METÁLICOS NA SIDERURGIA

	MUNDO 2005	BRASIL 2007	BRASIL 1992
Gusa	57,2%	74,5%	73,7%
Sucata	38,4%	24,5%	25,6%
DRI	4,4%	1,0%	0,7%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%

A menor participação de sucata no mix do consumo de metálicos para aciaria, no caso brasileiro, também está relacionada à disponibilidade de gusa sólido de produção independente, que representou, em 2007, 8,0% da carga das aciarias brasileiras, ou 10,6% do gusa consumido.

O Brasil exporta cerca de 1/3 de sua produção de aço. Assim, a sucata industrial ou de processamento dos semi-acabados e laminados de aço exportado é gerada no exterior, inclusive a sucata de geração interna ou de usina que seria obtida se cerca de 5 Mt/ano de semi-acabados (placas e tarugos) fossem laminados no Brasil.

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA

Metodologia ‘‘Sucateamento Quinquenal Progressivo’’ Consiste na quantificação do aço posto em uso no período de 5 anos.

Aço posto em uso = consumo de aço e fundidos _ Menos perdas no processamento industrial
Mais aço contido em bens importados _ Menos aço contido em bens exportados, e na consideração dos seguintes índices de reaproveitamento do metal, após a retirada de uso do bem.

SETORES	TAXA RECUPERAÇÃO	FONTES
AUTOMOBILÍSTICO	70%	
BENS DE CAPITAL	40%	IISI
CONSTRUÇÃO CIVIL	20%	WSD
UTILIDADES DOMÉSTICAS	50%	CRU
EMBALAGENS	40%	SETEPLA
OUTROS	40%	

E nas seguintes premissas de ritmo da retirada de uso do respectivo bem:

	QUINQ.0 (*)	QUINQ.1	QUINQ.2	QUINQ.3	QUINQ.4	QUINQ.5	QUINQ.6 OU DEPOIS
AUTOMOBILÍSTICO	10%	20%	20%	30%	10%	5%	5%
BENS DE CAPITAL	10%	15%	15%	15%	20%	15%	10%
CONSTRUÇÃO CIVIL	0%	0%	15%	25%	25%	25%	10%
UTILIDADES DOMÉSTICAS	10%	20%	20%	30%	10%	5%	5%
EMBALAGENS	65%	25%	10%	0%	0%	0%	0%
OUTROS	5%	10%	15%	20%	20%	20%	10%

(*) Período (quinquênio) da própria fabricação do bem

E nas seguintes premissas de ritmo da retirada de uso do respectivo bem:

TABELA1.9 – CONSUMO DE SUCATA

SUCATA POR ORIGEM	MUNDO 2005	BRASIL 2007	BRASIL 1992
Interna ou de Usina	28,9%	30,4%	56,0% (*)
Industrial	27,0%	30,6%	20,0%
Obsolescência	44,1%	39,0%	24,0%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%

(*) com a produção de aço bruto agora concentrada em lingotamento contínuo e com a menor integração da produção siderúrgica brasileira (exportadora de semi acabados), a geração de sucata interna ou de usina caiu de 17,5% para 10,2% da produção de aço entre 1992 e 2007.

No mundo, há uma grande maior utilização de sucata de obsolescência (23% do consumo de aço laminado) contra menos de 20% no caso brasileiro.

A relação de dependência / disponibilidade de SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA no consumo anual de aço, no caso brasileiro está equilibrada com o verificado a nível mundial, onde as regiões mais desenvolvidas apresentam elevados percentuais, ou seja, maior velocidade na retirada de uso de bens com alta intensidade de aço.

TABELA 1.10 – CONSUMO DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA

NO ANO DE 2005		
REGIÕES	MMt	% AÇO
EUROPA INCLUSIVE CIS	126,8	54,3%
AMÉRICA DO NORTE C/MEX	64,6	46,4%
AMÉRICA LATINA	6,2	19,1%
ÁSIA	33,1	5,6%
OUTROS	4,5	16,4%
TOTAL MUNDO	235,2	22,9%

Fonte: IISI

4.2.2) Resultados Geração de Sucata de Obsolescência no Brasil

Em mil toneladas

ÉPOCA DE ORIGEM DO BEM	PERÍODOS DE SUCATEAMENTO			PROJEÇÃO
	QUINQ. 93/97	QUINQ. 98/2002	QUINQ. 2003/07	QUINQ. 2008/12
Do Aço Posto em Uso até 1972	2.840	2.222	1.423	-
Do Aço Posto em Uso até 1973 a 2007	14.134	17.179	20.455	20.369
Automobilístico	4.708	5.607	6.998	7.718
Bens de capital	4.180	5.090	5.977	5.502
Construção Civil	1.910	2.611	3.083	3.495
Utilidades Domésticas	1.396	1.642	1.901	1.928
Embalagens	1.561	1.587	1.546	540
Outros Setores	378	642	950	1.186
Do aço a ser posto em Uso (2008/2012)				6.794
TOTAL DA GERAÇÃO TEÓRICA	16.974	19.401	21.878	27.163

No acumulado do período entre 1993 e 2007, temos para a sucata de obsolescência:

Potencial de Geração: 58.254 mil toneladas

Consumo Estimado: 47.873 mil toneladas

Consumo / Geração Potencial: 82%

Potencial Não Consumido ('reserva'): 10.381 mil toneladas

**GERAÇÃO DE SUCATA (“AUTOMOBILÍSTICA”)
(COMPARATIVO COM ESTADOS UNIDOS)**

Os resultados obtidos para a recuperação de sucata de obsolescência, devida a retirada em uso de veículos foram objeto de comparação com estudo apresentado no Congresso do TMS (Orlando, fevereiro de 2007) conforme abaixo:

ESTADOS UNIDOS	FROTA DE VEÍCULOS	229,62 MILHÕES	
	SUCATAMENTO ANUAL	12,5 MILHÕES OU 5,44% FROTA	
	AÇO CONTIDO	1.213	Kg/veículo sucitado
	SUCATA GERADA	12.130	mil toneladas/ano COM 80% de recuperação
	SUCATA/FROTA	53	Kg/veículo da frota
BRASIL	2005	FROTA DE VEÍCULOS	23 MILHÕES
		SUCATA a 53 kg/veículo da frota	1.219 mil toneladas/ano
		PESO AÇO VEÍCULO BRASIL	
		CONSUMO 2007	5.907 mil toneladas/ano
		PERDAS 30%	1.772 mil toneladas/ano
		AÇO CONTIDO	4.135 mil toneladas/ano
		VEÍCULOS PRODUZIDOS	2.970 mil toneladas/ano
		PESO POR VEÍCULO	1.392 mil toneladas/ano (13% a mais)
		SUCATA GERADA CORRIGIDA	1.375 mil toneladas/ano
		NO QUINQUENIO (2003/2007)	6.875 mil toneladas
		PELO CÁLCULO TEÓRICO	6.998 mil toneladas

TENDÊNCIAS FUTURAS

Produção e Consumo de Aço

a) CAPACIDADE (AÇO)

A projeção da demanda de metálicos, como função da produção de aço, cativa de gusa ou ferro-esponja, e do processo de fabricação em conversor a oxigênio ou fornos elétricos, depende basicamente de projeção da produção futura da siderurgia brasileira.

Assim, em trabalho conjunto com o IBS, de avaliação dos inúmeros projetos de ampliação divulgados (com clara definição de local (terreno), rota tecnológica, escala e produtos ofertados), procedeu-se a estimativa de um cenário mais provável de evolução setorial, na área de produção de aço, explicitado nas tabelas seguintes:

TABELA 1.11 – EVOLUÇÃO FUTURA DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE AÇO BRUTO
Em milhões de toneladas / ano

DISCRIMINAÇÃO	DEZ.07	EM 2010	EM 2012	EM 2015	EM 2020	EM 2025
EMPRESAS IBS	40,7	41,9	51,4	56,2	56,2	56,2
CONVERSORES LD	30,9	31,6	39,3	43,7	43,7	43,7
FORNOS ELÉTRICOS	9,8	10,3	12,1	12,5	12,5	12,5
NOVOS ENTRANTES	-	3,4	6,7	6,8	6,8	6,8
CONVERSORES LD	-	3,4	6,7	6,8	6,8	6,8
FORNOS ELÉTRICOS	-	-	-	-	-	-
PROJETOS EM ESTUDOS	-	-	6,7	13,0	13,0	13,0
START-UP ATÉ 2013	-	-	-	-	-	-
CONVERSORES LD	-	-	6,4	11,5	11,5	11,5
FORNOS ELÉTRICOS	-	-	0,3	1,5	1,5	1,5
PROJETOS EM ESTUDOS	-	-	-	5,7	24,6	35,7
START-UP APÓS 2013	-	-	-	-	-	-
CONVERSORES LD	-	-	-	5,7	23,8	34,7
FORNOS ELÉTRICOS	-	-	-	-	0,8	1,0
TOTAL GERAL	40,7	45,3	64,8	81,7	100,6	111,7
CONVERSORES LD	30,9	35,0	52,4	67,7	85,8	96,7
FORNOS ELÉTRICOS	9,8	10,3	12,4	14,0	14,8	15,0
% ELETRICOS	24,1%	22,7%	19,1%	17,1%	14,7%	13,4%

PREMISSAS PARA ENTRADA DE NOVOS PROJETOS:

RAMP CURVE	ANO IMPLANTAÇÃO N	50%	DA CAPACIDADE
	ANO N+1	80%	DA CAPACIDADE
	ANO N+2	100%	DA CAPACIDADE

PROBABILIDADES CONSIDERADAS

IBS-PROJETOS DE CURTO PRAZO INFORMADOS AO INSTITUTO		100%
NOVOS ENTRANTES		100%
PROJETOS EM ESTUDO < 2013	ATÉ 2014	80%
	DE 2015/...	100%
PROJETOS EM ESTUDO > 2014	ATÉ 2020	80%
	ATÉ 2025	100%

EMPRESAS COM PROJETOS

IBS	ENTRANTES		PROJETOS EM ESTUDO	< 2013	> 2014
ArcelorMittal Longos	CSA - Thyssen Krupp	RJ	VALE + BAO (ES)	X	
Aços Villares	Sumitomo Tubos	MG	VALE + BNDES (PA)		X
Votorantim Resende	CSP - Planalto	MA/GO	VALE S.LUIS (MA)		X
Usiminas/Cosipa	Aços Cearense	PA/CE	US.SID.PECÉM (CE)	X	
CSN - Volta Redonda			SID. MEARIM (MA)	FASE I	FASES 2/3
CSN - Itaguaí			USINA DE PLANOS (RJ)	X	
Gerdau			USINA DE LONGOS(MS)	X	
V & M			CSN-CONGONHAS(MG)		X
			CSN-SUAPE (PE)		X
			MMX-AÇU (RJ)		X
			ArcelorMittal Tubarão		X
			AÑON - Espanha		X

b) GUSA

Segundo a mesma fonte e procedimentos, a produção futura de reduzidos (gusa e ferro-esponja) foi estimada, conforme o quadro abaixo:

TABELA 1.12 – EVOLUÇÃO FUTURA DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE GUSA E ESPONJA NA PRODUÇÃO INTEGRADA COM AÇO

Em milhões de toneladas / ano

DISCRIMINAÇÃO	EM DEZ/07	EM 2010	EM 2012	EM 2015	EM 2020	EM 2025
EMPRESAS IBS	31,4	32,2	40,0	44,5	44,5	44,5
NOVOS ENTRANTES	-	3,5	6,9	7,0	7,0	7,0
PROJETOS EM ESTUDOS < 2013	-	-	6,0	11,6	11,6	11,6
PROJETOS EM ESTUDOS > 2014	-	-	-	5,3	22,8	33,1
TOTAL GUSA +ESPONJA	31,4	35,7	52,9	68,4	85,9	96,2
% AÇO	77,1%	78,8%	81,6%	83,7%	85,4%	86,1%

DISCRIMINAÇÃO

A maior disponibilidade de gusa (e esponja) cativos (de 77% para mais de 80%) da produção de aço bruto diminui a pressão relativa das necessidades de sucata.

c) CONSUMO DE AÇO

Foi acordada com o IBS uma projeção da demanda de laminados de aço que aplica o multiplicador de regressão com o PIB (o menor de todos os verificados) em cima da projeção mais provável da Economia concluída pela empresa MACROPLAN e utilizada em todo nosso trabalho.

Os resultados obtidos estão apresentados nas páginas seguintes e o resumo em termos de balanço oferta X demanda de aço no Brasil consta do quadro abaixo:

TABELA 1.13 – EVOLUÇÃO FUTURA DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE AÇO NO BRASIL

Em milhões de toneladas / ano

ANOS	CONSUMO DE AÇO		PRODUÇÃO(**) AÇO BRUTO	EXPORTAÇÃO	
	LAMINADOS	AÇO BRUTO (*)		AÇO BRUTO	% PROD.
2008	25,0	27,2	37,8	10,6	28%
2009	27,0	29,4	40,9	11,5	28%
2010	29,2	31,7	44,4	12,7	29%
2011	31,3	34,0	53,4	19,4	36%
2012	33,6	36,5	63,6	27,1	43%
2013	36,1	39,2	69,6	30,4	44%
2014	38,7	42,1	71,8	29,7	41%
2015	41,6	45,2	80,0	34,8	44%
2020	56,7	61,7	98,5	36,8	37%
2025	74,2	80,6	109,5	28,9	26%

(*) Rendimento Laminado/Aço Bruto = 2007 = 92%

(**) Produção Estimada em 98% da Capacidade

PROJEÇÕES DA DEMANDA DE AÇO

Em milhões de toneladas / ano

a) EVOLUÇÃO

ANOS	CONSUMO	PIB 1990=100	CRESCIMENTOS ACUMULADOS P/ PERÍODO		
			CONSUMO	PIB	MULTIPLICADOR
1990	8.810	100,0			
1991	9.216	101,0			
1992	8.861	100,6			
1993	10.564	105,2			
1994	12.061	110,9			
1995	11.994	115,8	6,4%	3,0%	2,14
1996	13.033	118,2			
1997	15.326	122,2			
1998	14.483	122,3			
1999	14.078	122,6			
2000	15.760	127,9	6,0%	2,5%	2,40
2001	16.694	129,6			
2002	16.484	133,0			
2003	15.955	134,5			
2004	18.316	142,2			
2005	16.813	146,4	4,4%	2,6%	1,71
2006	18.534	151,8			
2007	22.040	160,0	5,5%	2,8%	1,98
2008 (*)	25.000	167,2	6,0%	2,9%	2,06

(*) Estimativa IBS e MACROPLAN

b) CENARIOS IBS

MBA EDIÇÃO 2008

		AÇO	PIB		PIB	% cresc
EXPONENCIAL C/PIB	2007	22,0	160,0		167,2	4,5%
	2012	32,0	196,7		174,1	4,1%
		CRESCIMENTO	7,7%	4,2%	181,2	4,1%
	MULTIPLICADOR		1,83	188,6	4,1%	
LINEAR COM FBCF	2007	22,0	160,0		196,7	4,3%
	2012	36,0	196,7			
		CRESCIMENTO	10,3%	4,2%		
	MULTIPLICADOR		2,44			

BACEN - MARÇO DE 2008

(**) Formação Bruta de Capital Fixo

c) CENÁRIOS MACROPLAN / CGEE PARA O PIB

	PROBABILIDADE	2007	2008	2010	2012	2014
CENÁRIO 1 - 17%	17%					
MUNDO (PIB)		4,9%	4,0%	4,0%	4,5%	4,5%
BRASIL (PIB)		5,4%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%
INVEST. (PIB)		17,7%	19,0%	21,0%	23,0%	24,0%
		2007	2008	2010	2012	2014
CENÁRIO 2 - 50%	50%					
MUNDO (PIB)		4,9%	4,0%	4,0%	4,5%	4,5%
BRASIL (PIB)		5,4%	4,7%	4,3%	4,0%	4,0%
INVEST. (PIB)		17,7%	18,5%	19,0%	18,5%	18,5%
		2007	2008	2010	2012	2014
CENÁRIO 3 - 8%	8%					
MUNDO (PIB)		4,9%	3,5%	3,5%	3,0%	2,5%
BRASIL (PIB)		5,4%	3,5%	3,5%	4,0%	4,0%
INVEST. (PIB)		17,7%	18,2%	18,0%	19,0%	21,0%
		2007	2008	2010	2012	2014
CENÁRIO 4 - 25%	25%					
MUNDO (PIB)		4,9%	3,5%	3,5%	3,0%	2,5%
BRASIL (PIB)		5,4%	4,0%	4,0%	2,5%	2,5%
INVEST. (PIB)		17,7%	17,5%	17,0%	16,5%	16,0%
		2007	2008	2010	2012	2014
CENÁRIO 5 - MAIS PROVÁVEL	MÉDIA PONDERADA DOS 4 ANTERIORES					
MUNDO (PIB)		4,9%	3,8%	3,8%	4,0%	3,8%
BRASIL (PIB)		5,4%	4,5%	4,4%	4,0%	4,1%
INVEST. (PIB)		17,7%	18,3%	18,8%	18,8%	19,0%

d) PROJEÇÃO DA DEMANDA DE AÇO PARA USO NO ESTUDO CGEE/ABM

ANO	CRESCIMENTO ANUAL		P/CGEE DEMANDA DE AÇO mil t	PROJEÇÕES IBS MBA 2008 mil t	
	MACROPLAN	MULTIPLICADOR		EXPONENCIAL C/PIB	LINEAR C/FBCF
2008		1,83	ESTIM.IBS	23.900	25.700
2009	4,4%	8,0%		25.700	28.500
2010	4,4%	8,0%		27.600	31.500
2011	4,0%	7,3%			33.700
2012	4,0%	7,3%		32.000	36.000
2013	4,1%	7,4%			38.300
2014	4,1%	7,4%			40.900
2015	4,0%	7,3%		39.800	43.300
2020	3,5%	6,4%			
2025	3,0%	5,5%			

Projeção do Consumo de Metálicos (no Brasil)

A Tabela seguinte, apresenta os resultados obtidos, com a evolução anual das grandezas envolvidas até o ano de 2015 e extrapolações para 2020 e 2025.

Entre 2008 e 2015, são esperados os seguintes crescimentos em % ao ano:

Maiores crescimentos são esperados na rota da siderurgia integrada com aços a conversores e com menor demanda de sucata.

As necessidades de sucata de obsolescência, inclusive para consumo no setor de fundição ferrosa, evoluem de 4,7 milhões de toneladas em 2008 (18,8% do consumo de laminados de aço), para 6,4 Mt em 2012, e para 7,1 Mt em 2015 (17,1%).

O potencial de disponibilização da sucata de obsolescência no quinquênio 2008/2012, conforme calculado pela metodologia apresentada anteriormente soma 27 milhões de toneladas ao qual se pode somar a “reserva” de períodos anteriores de 10 Mt, perfazendo então um potencial de geração média anual de 7,2 Mt contra um consumo médio anual no período 2008/2012 de 5,4 Mt de sucata de obsolescência.

AÇO PROD.	AÇO CONV.	AÇO ELÉTRICO	CONS. AÇO	CONS. SUCATA	SUC. OBS.
11,3%	12,7%	6,0%	7,5%	8,2%	6,0%

TABELA 1.14 – EVOLUÇÃO FUTURA DO CONSUMO DE METÁLICOS NO BRASIL
Em milhões de toneladas/ano

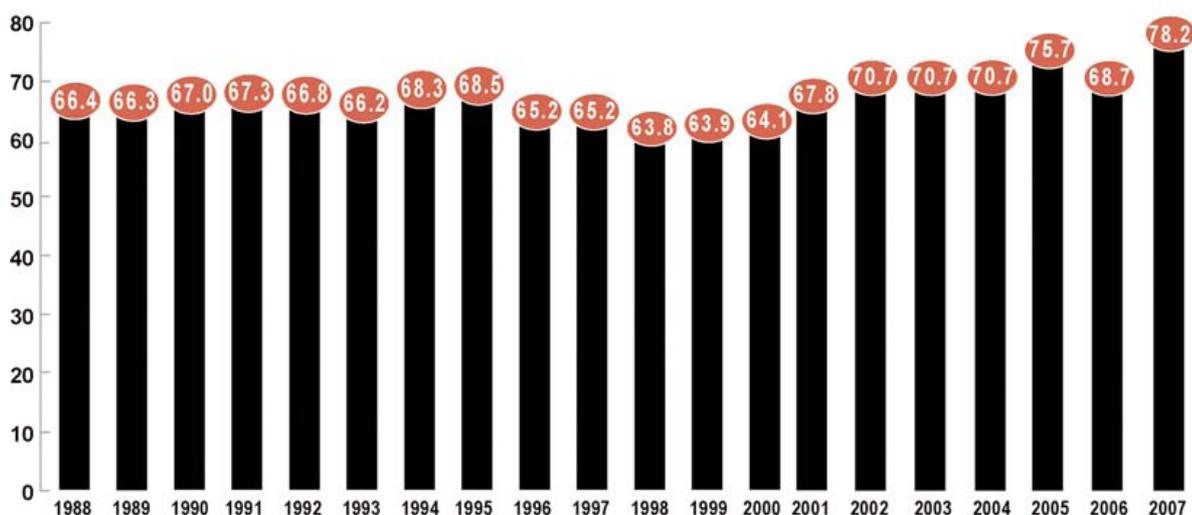
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	
PRODUÇÃO DE AÇO		37,8	40,9	44,4	53,4	63,6	69,6	71,8	80,0	98,5	109,5
A CONVERSORES		29,7	31,3	34,3	42,3	51,4	56,9	58,6	66,3	84,0	94,8
FORNOS ELÉTRICOS		9,1	9,6	10,1	11,1	12,2	12,7	13,2	13,7	14,5	14,7
CONSUMO(LAMINADOS)		25,0	27,0	29,2	31,3	33,6	36,1	38,7	41,6	56,7	74,2
FUNDIÇÃO											
CONSUMO (11% AÇO)		2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	6,2	8,2
EXPORTAÇÃO (5% ao ano)		0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,3	1,6
PRODUÇÃO		3,5	3,7	4,0	4,3	4,5	4,9	5,2	5,6	7,5	9,8
CONSUMO DE GUSA + ESPONJA											
SIDERURGIA											
PRODUÇÃO CATIVA		29,8	32,4	35,0	43,4	51,8	56,8	58,8	67,0	84,2	94,3
CONSUMO (GUSA + ESPONJA)											
CONV LD(t/t)	1,017	29,2	31,8	34,9	43,0	52,3	57,9	59,6	67,4	85,4	96,4
ELETR (t/t)	0,331	3,0	3,2	3,3	3,7	4,0	4,2	4,4	4,5	4,8	4,9
ESPONJA DISPONÍVEL		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
TOTAL		32,7	35,5	38,7	47,2	56,8	62,6	64,5	72,4	90,7	101,8
GUSA ADQUIRIDO											
SIDERURGIA											
FUNDIÇÃO		2,9	3,1	3,8	3,8	5,0	5,8	5,7	5,4	6,5	7,5
		0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	2,6
TOTAL		3,8	4,1	4,8	4,9	6,2	7,1	7,1	6,9	8,5	10,1
CONSUMO DE SUCATA											
SIDERURGIA											
TOTAL METÁLICOS	1,12 t/t	42,3	45,8	49,7	59,8	71,2	78,0	80,4	89,6	110,3	122,6
SUCATA CONSUMO											
SIDERURGIA		9,6	10,3	11,0	12,6	14,4	15,3	15,9	17,2	19,6	20,9
% CARGA		22,8%	22,5%	22,1%	21,1%	20,2%	19,7%	19,8%	19,1%	17,8%	17,0%
FUNDIÇÃO		2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,5	6,1	7,9
TOTAL		12,4	13,3	14,2	16,1	18,1	19,3	20,1	21,7	25,7	28,8
GERAÇÃO DE SUCATA											
INTERNA 10% AÇO		3,8	4,1	4,4	5,3	6,4	7,0	7,2	8,0	9,9	11,0
INDUSTRIAL 15,8% CONS		4,0	4,3	4,6	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6	9,0	11,7
OBSOLESCÊNCIA P/DIF		4,7	4,9	5,2	5,8	6,4	6,8	6,8	7,1	6,9	6,1
% CONSUMO AÇO		18,8%	18,3%	17,7%	18,5%	19,1%	18,4%	17,6%	17,1%	12,1%	8,2%

PANORAMA DA SIDERURGIA MUNDIAL
TABELA – GERAÇÃO E CONSUMO DE METÁLICOS NO MUNDO

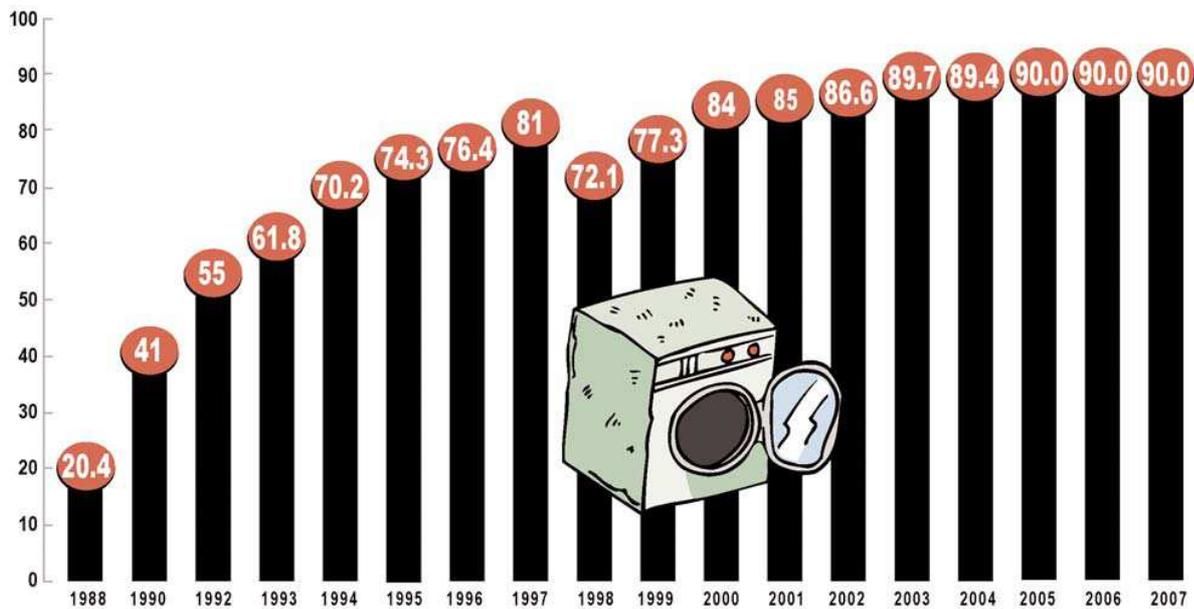
Dados em Milhões de Toneladas		2007	2009	2011	2013
PRODUÇÃO DE AÇO	FONTE: IISI- TRICKET,OUT.07	1.344	1.476	1.579	1.672
PRODUÇÃO DE FUNDIDOS	FONTE: MODERN CASTINGS	100	118	126	134
	% FUNDIDOS/AÇO	7,5%	8,0%	8,0%	8,0%
	BRASIL	8,9%	8,8%	8,3%	8,3%
PRODUTO ACABADO-CONSUMO		1.190	1.328	1.421	1.505
	% PRODUTO/AÇO	88,5%	90,0%	90,0%	90,0%
	BRASIL ALTO SHARE SEMI-ACABADOS	91,4%	92,0%	92,0%	92,0%
PRODUÇÃO GUSA E PRÉ-REDUZIDOS (DRI)	FONTE: IISI- TRICKET,OUT.07	980	1.076	1.154	1.222
	% GUSA+DRI/AÇO	72,9%	72,9%	73,1%	73,1%
	BRASIL CONSUMO > SHARE CONVERSOR LD ou < SHARE ACIARIA ELÉTRICA E OFERTA DE GUSA INDEPENDENTE	88,7%	90,0%	91,1%	91,6%
CARGA TOTAL ESTIMADA SIDERURGIA	a 1,12t/t de aço	1.505	1.653	1.768	1.873
CARGA EXTERNA FUNDIÇÃO	a 1,06t/t de peças	106	125	134	142
CONSUMO TOTAL DE SUCATA	SIDERURGIA+FUNDIÇÃO	631	702	748	793
	% PRODUÇÃO DE AÇO	47,0%	47,6%	47,4%	47,4%
ORIGEM DA SUCATA CONSUMIDA NO MUNDO					
	INTERNA 12% CARGA SIDER	181	198	212	225
	INDUSTRIAL 14% CONSUMO AÇO	167	186	199	211
	OBSOLESCÊNCIA POR DIFERENÇA	284	318	337	357
	% CONSUMO DE AÇO	23,9%	23,9%	23,7%	23,7%

No quadro mundial não há previsão de aumento na pressão por sucata, principalmente porque a ampliação da produção mundial de aço, liderada pela China, está centrada em usinas integradas a conversor, com produção própria de GUSA.

Nas figuras abaixo apresenta-se a taxa de reciclagem de aço americana e a taxa de recuperação de sucata de eletrodomésticos obsoletos.



2007 STEEL RECYCLING RATES – USA
FONTE: MINERAL YEARBOOK-2008



TAXA DE RECICLAGEM DE ELETRODOMÉSTICOS-USA
FONTE: MINERAL YEARBOOK-2008

TECNOLOGIAS PARA PROCESSAMENTO DE SUCATA FERROSA

Conforme SALES⁸ Fogões, refrigeradores, partes de veículos, resíduos industriais e latinhas de aço, enfim, objetos que podem ser obsoletos para a sociedade transformam-se em matéria-prima para a empresa. A sucata é a principal matéria-prima utilizada nos Fornos elétricos de fusão.

Os principais tipos de sucata são a sucata especial, sucata de ferro fundido, sucata tesourada, cavaco de aço, sucata mista, pacote de latinha e sucata pesada.

Para cada tipo de produto é determinado o mix de sucata que irá compor a carga metálica. O ferro-gusa sólido também pode ser empregado, em pequenas quantidades, como fonte adicional de ferro.

As sucatas são classificadas, ao chegar na usina siderúrgica em função de:

- _ Composição química;
- _ Necessidade de industrialização;
- _ Formato.

⁸ SALES, in "TECNOLOGIAS APLICADAS PARA O AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DA ACIARIA NA SIDERURGIARIS", UFPe, ENGENHARIA MECATRÔNICA



Tipos de sucata: (a) Sucata especial, (b) Sucata de ferro fundido, (c) Sucata tesourada, (d) Cavaco de aço, (e) Sucata mista, (f) Sucata pesada, (g) Pacote de latinha.

FONTE: SALES op.cit.pg 35

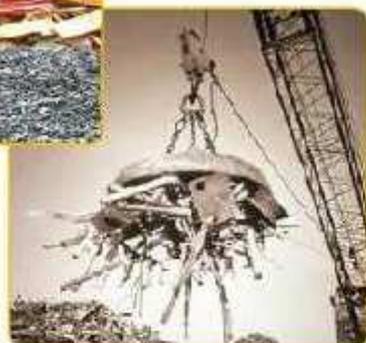
As sucatas chegam nas usinas de muitas procedências, com diversas composições e formatos. Para tornar a sucata adequada à utilização nos Fornos, obter a melhor produção e atender a qualidade requerida, é necessário industrializar as mesmas no Pátio de Sucatas.

A industrialização da sucata tem por objetivos:

- a) Aumentar a Densidade: O aumento da densidade é feito através de equipamentos que cortam, prensam, fragmentam ou trituram a sucata.
 - b) Reduzir as Impurezas: As impurezas são imensamente prejudiciais ao bom desempenho do Forno de Fusão e podem ser encontradas em forma de madeira, vidro, borrachas, plásticos, panos, terra, escória, etc.
 - c) Adequar os Contaminantes: Os contaminantes são elementos químicos que devem ser controlados para que seus teores não afetem a composição química final do aço. Normalmente são cobre, fósforo, enxofre, níquel, cromo e estanho.
- Hoje, estas atividades são executadas em equipamentos de alta produção e com elevado grau de automação, sendo assim, a área que faz estes serviços é considerada como componente do processo siderúrgico. O tipo e tamanho da sucata são fatores importantes na produtividade dos Fornos, assim objetiva-se utilizar sucatas mais limpas e mais densas. O processamento de sucata conta com alguns procedimentos de industrialização dentre os quais pode-se citar a pesagem e inspeção contra radiação, prensas-tesoura e tesouras móveis, prensas-pacotes, trituradores-shredder, corte oxi-acetilênico, equipamentos de seleção e limpeza.

Os principais equipamentos utilizados para industrializar a sucata são:

PROCESSO	PRODUTO
<i>Maçaricos de Oxi-corte</i>	<i>Maçaricada (Baixa Produção)</i>
<i>Prensa Pacote</i>	<i>Pacotes (Média Produção)</i>
<i>Prensa Tesoura</i>	<i>Tesourada (Alta Produção)</i>
<i>Shredder</i>	<i>Shredded (Alta Produção)</i>



(a)



(b)



(c)



(d)

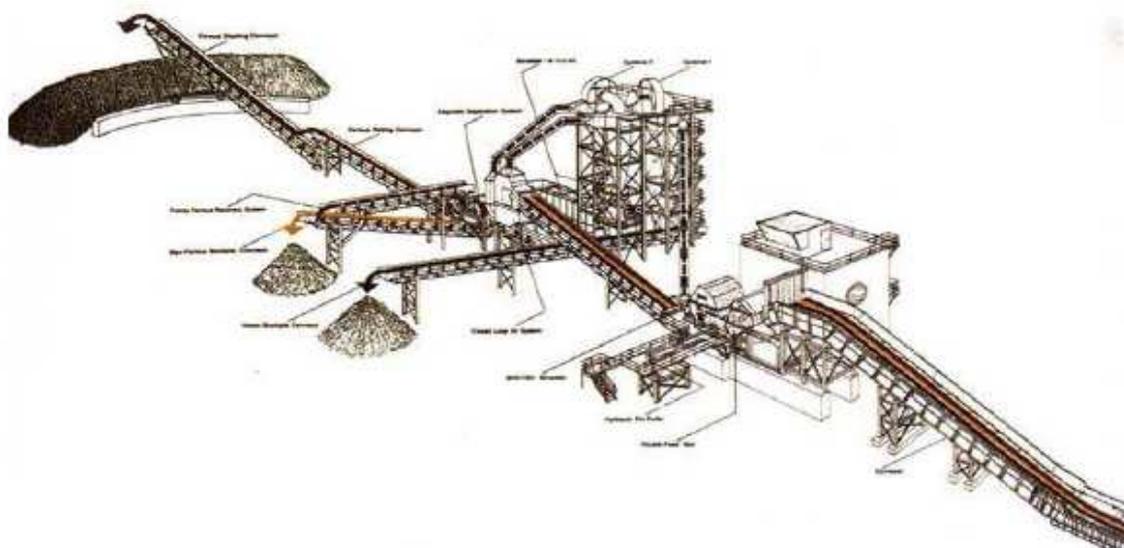


(e)

Etapas de industrialização de sucata: (a) Classificação com eletroimã, (b) Compactação por prensa-tesoura, (c) Classificação manual, (d) Corte com oxi-acetileno (e) Corte com tesoura-móvel.
Fonte: Curso Básico de Siderurgia CBS Gerdau.

O Triturador de Sucatas Shredder tem capacidade de processar até 170 t/hora, dependendo do tipo de sucata alimentada, e é largamente utilizado nos EUA, Canadá e Europa. O sistema é composto de alimentação, trituração, área de transferência, transferência por separador magnético, catação, pesagem, empilhamento, sistema de despoeiramento, sistema de injeção eletrônico de água, separação de não ferrosos, sistemas hidráulicos e tubulações em geral. No Brasil é usada por usinas siderúrgicas e pelos preparadores de sucata associados ao INESFA.

O equipamento tem capacidade média de processar, anualmente, uma quantidade de aço equivalente a até 750 mil veículos populares. Composto por um moinho triturador, esteiras transportadoras, sistemas de despoeiramento e de separação de materiais não-ferrosos, o Shredder fragmenta e limpa a sucata que será utilizada no processo de produção do aço.

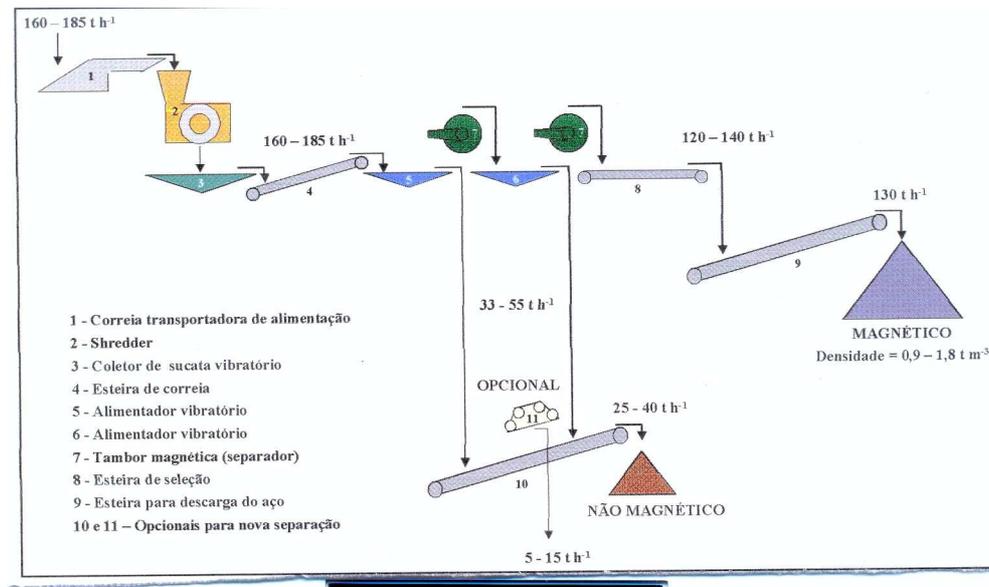


Vista de modelo Shredder. Fonte: Svedala Industri AB-Metso Minerals.



Vista de Shredder

A planta de trituração de sucata tem a função principal de adensar e limpar o material. O adensamento traz ganhos à produtividade uma vez que mais sucata pode ser carregada nos cestões por ciclo e a sucata mais limpa traz economia de energia e reduz a geração de escória. O item mais importante desta planta é o triturador propriamente dito (shredder), onde a sucata é triturada através de martelos fixos em um rotor horizontal. São equipamentos de alta resistência, sendo usual a faixa de 2 mil a 7 mil HP. Toda a sucata, mesmo em grandes tamanhos como carcaças de automóveis, é estraçalhada e reduzida a um tamanho que permita sua passagem em grelhas em torno de 150 mm. Após a operação de trituração, a sucata passa por uma limpeza que consiste em uma separação magnética por meio de tambores magnéticos. Para se obter uma sucata mais limpa, uma injeção de ar em contracorrente faz a limpeza final. O material não magnético tem quantidade significativa de metais nobres tais como alumínio, cobre, latão, etc., os quais são separados do rejeito por um sistema que simula propriedades magnéticas.



Fluxo de básico de processo Shredder.



PLANTA DE SHREDDER DA EMPRESA TRUFER

OPORTUNIDADES E DESAFIOS

No Brasil, cinco fatores diferenciam seu mercado de sucata, em relação ao quadro mundial:

- Elevada participação das usinas integradas na produção de aço
- Disponibilidade de gusa ofertado por uma produção independente (por força da disponibilidade ímpar de minério de ferro no país)
- Parcela significativa do semi-acabado na produção vendida pelas siderúrgicas, para exportação.
- Mais de 1/3 da produção de aço (acabado e semi-acabado) destinado à exportação.
- Produção automobilística não proporcional (para maior) ao nível de renda per capita do país.

Desta forma, o consumo total de sucata na Siderurgia brasileira, apresenta uma média de 256kg/t de aço (2006/2008), contra uma média mundial de 440kg de sucata por tonelada de aço. Mais ainda, nas projeções elaboradas até 2015, como os projetos de expansão da Siderurgia brasileira estão concentrados em plantas integradas, com altos-fornos e produção de gusa, o consumo médio unitário de sucata cairá para 215kg/t de aço.

As necessidades de gusa a ser adquirido pelas siderúrgicas e fundições a produtores independentes (ou por novas integrações a montante de usinas com fornos elétricos) evolui de 4 milhões de toneladas atuais para 7 Mt em 2015, quantidade equivalente a exportação atual do gusa pelo Brasil.

O chamado “ferro velho”, a sucata de obsolescência, tem seu ritmo de geração associado à renda per capita da população do país ou região, desde que mais ricos podem trocar seus bens com maior velocidade.

A média mundial de consumo estimado para o Mundo, por diferença das necessidades de carga metálica para a produção de aço a laminar e de fundidos ferrosos, tem sido de 25% do consumo de aço, sendo que nas mais desenvolvidas regiões (Europa e América do Norte) este índice chega a 50%.

No Brasil, temos um histórico na faixa de 20% do consumo de aço e projeções até 2015 declinantes até 17% neste último ano. O índice acima baliza o grau de pressão do mercado de sucata e permite concluir que nos próximos anos há espaço para ampliação do consumo de sucata no Brasil, através de novos projetos siderúrgicos demandantes, como a produção de aço com fornos elétricos a arco.

Nos Estados Unidos, dados do USGS⁹ que podem ser vistos na Tabela abaixo, indicam que a porcentagem de ferro e aço reciclado foi de 48%, em 2006.

Year	Quantity of metal (metric tons)			Apparent supply ⁵	Percentage recycled
	Recycled from new scrap ²	Recycled from old scrap ³	Recycled ⁴		
<u>Iron and steel:¹⁰</u>					
2002	NA	NA	69,300,000	119,000,000	58
2003	NA	NA	65,500,000	117,000,000	56
2004	NA	NA	66,900,000	132,000,000	51
2005	NA	NA	65,500,000 ^r	121,000,000 ^r	54
2006	NA	NA	65,600,000	136,000,000	48

FONTE: USGS-2008

Conforme o IBS¹⁰, “a geração de sucata interna na siderurgia depende basicamente do grau de integração da usina a jusante da produção do aço. No caso brasileiro, em que significativa parcela do output das usinas é de semi-acabados (placas e tarugos para exportação), a sucata gerada é da ordem de 10% da produção de aço bruto (média setorial).

Na média mundial, usinas 100% integradas até a laminação a frio de placas ou laminação de longos e trefilaria de arames, este índice atinge a 13,5% da produção de aço.

No Brasil, cinco fatores diferenciam seu mercado de sucata, em relação ao quadro mundial:

- Elevada participação das usinas integradas na produção de aço;
- Disponibilidade de gusa ofertada por produção independente (por força da disponibilidade ímpar de minério de ferro no país);
- Parcela significativa do semi-acabado na produção vendida pelas siderúrgicas, para exportação;
- Mais de 1/3 da produção de aço (acabado e semi-acabado) destinado à exportação;
- Produção automobilística desproporcional (para maior) em relação ao nível de renda per capita do país.

⁹ 2006 Minerals Yearbook Recycling Metals, pg.61.2, junho 2008;

¹⁰ in Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico, 2008;

Desta forma, o consumo total de sucata na siderurgia brasileira apresenta uma média de 256 kg/t de aço (2006/2008), contra uma média mundial de 440 kg de sucata por tonelada de aço. Mais ainda, nas projeções elaboradas até 2015, como os projetos de expansão da siderurgia brasileira estão concentrados em usinas integradas, com altos-fornos e produção de gusa, o consumo médio unitário de sucata cairá para 215 kg/t de aço.

As necessidades de gusa a ser adquirido pelas siderúrgicas e fundições a produtores independentes (ou por novas integrações a montante de usinas com fornos elétricos) evolui de 4 milhões de toneladas atuais para 7 Mt em 2015, quantidade equivalente à exportação atual do gusa pelo Brasil.

O chamado “ferro velho”, a sucata de obsolescência, tem seu ritmo de geração associado à renda per capita da população do país ou região, desde que mais ricos podem trocar seus bens com maior velocidade.

A média mundial de consumo estimado, por diferença das necessidades de carga metálica para a produção de aço a laminar e de fundidos ferrosos, tem sido de 25% do consumo de aço, sendo que nas mais desenvolvidas regiões (Europa e América do Norte) este índice chega a 50%. No Brasil, temos um histórico na faixa de 20% do consumo de aço e projeções até 2015 declinantes até 17%, neste último ano. O índice acima baliza o grau de pressão do mercado de sucata e permite concluir que nos próximos anos há espaço para ampliação do consumo de sucata no Brasil, através de novos projetos siderúrgicos demandantes, como a produção de aço com fornos elétricos a arco.” O segmento de mercado do comércio atacadista de sucata metálica é composto por cerca de 3.000 empresas em todo território nacional, atuando na atividade de coleta, seleção, preparação e distribuição, sendo a maioria de pequeno e médio porte.

- ✓ A coleta de materiais metálicos recicláveis é realizada por uma frota de cerca de 15 mil caminhões em todo o território nacional
- ✓ Estão envolvidas direta e indiretamente na atividade de coleta, seleção, preparação e distribuição de materiais metálicos recicláveis 1,5 milhão de pessoas, incluso neste total 800.000 catadores.
- ✓ A coleta, seleção, armazenagem, comercialização e troca de materiais recicláveis também é realizada por escolas, associações de moradores, órgãos públicos, condomínios, desempregados e outros.
Foram consumidas pelas Usinas Siderúrgicas, em 2007, 8,8 milhões de toneladas de sucata de ferro e aço, sendo 6,3 milhões de toneladas provenientes das aquisições no mercado interno e 2,8 milhões/ton de geração interna (anuário IBS/2008 pág .6/8).
- ✓ O consumo de sucata pelo setor de fundição foi de cerca de 1,1 milhão de toneladas.
- ✓ A produção interna de aço bruto foi de 33,8 milhões de toneladas. O último trimestre do ano de 2008 foi atípico e o setor preparador de sucata metálica teve forte retração na produção e no consumo em decorrência do impacto da crise na economia mundial.
- ✓ A produção interna de aço bruto no ano de 2008 foi de 33,7 milhões de toneladas, declinando em 0,2% comparado ao ano de 2007;
- ✓ O índice apurado de redução no exercício 2007/2008 leva-nos a concluir que não houve significativas alterações nas quantidades processadas e consumidas no biênio, porém, trouxe sérias dificuldades e preocupações para atividade do comércio atacadista de resíduos e sucatas metálicas, ligada intimamente com o aspecto sócio-econômico-ambiental.
- ✓ As aquisições de sucata encontram-se discriminadas na Tabela a seguir.

SUCATA DE FERRO E AÇO

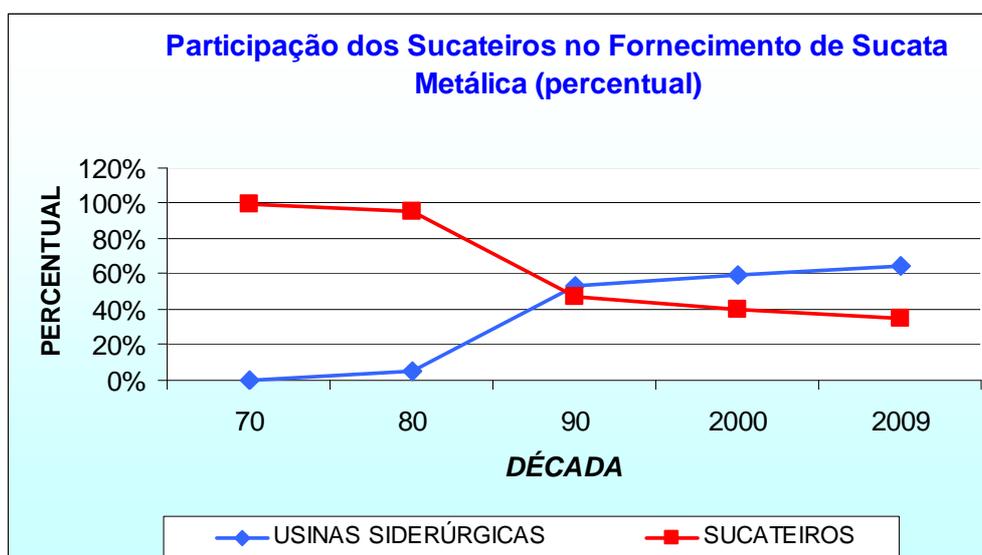
AQUISIÇÕES DAS USINAS SIDERÚRGICAS

ANO	AQUISIÇÃO MERCADO INTERNO	GERAÇÃO INTERNA
2005	5.131	3.083
2006	5.847	2.973
2007	6.315	2.876
*2008	5.430	3.370

Fonte: IBS/MF-SRF/MDIC-SECEX

* Dados Estimados - SINDINESFA

A seguir observa-se a participação dos preparadores de sucata no fornecimento de sucata metálica no Brasil, desde a década de 70 até os dias atuais.



Fontes: BNDES / SINDINESFA / INESFA

3.2. Reciclagem De Alumínio

A reciclagem de alumínio no Brasil é uma atividade muito antiga e se confunde com a implantação da indústria do alumínio. Na década de 20, data dos primeiros registros de produção de utensílios de alumínio no país, o setor utilizava como matéria prima a sucata importada de vários países. Nos anos 90, com o início da produção das latas no Brasil, a reciclagem do metal foi intensificada, registrando volumes cada vez maiores. A sucata de alumínio pode ser empregada na fabricação de itens para vários segmentos, como os de embalagens, construção civil, indústria automotiva, indústria siderúrgica e bens de consumo (cinzeiros, porta-lápis etc). Essa é a grande vantagem do alumínio, que sai da cadeia depois de utilizado e pode ser reaplicado em diferentes segmentos, gerando ganhos para todo o ciclo.

Em 2007, o Brasil reciclou 253 mil toneladas de alumínio (Ver Tabela 1), ficando acima da média mundial, que é de 29,3% (Ver Figura 1).

Figura 1 – Relação entre sucata recuperada e o consumo doméstico do metal (ABAL, 2007).



TABELA 1
ALUMÍNIO: INDICADORES DE PRODUÇÃO INCLUSIVE ALUMÍNIO SECUNDÁRIO (SUCATA) – 1988-2007

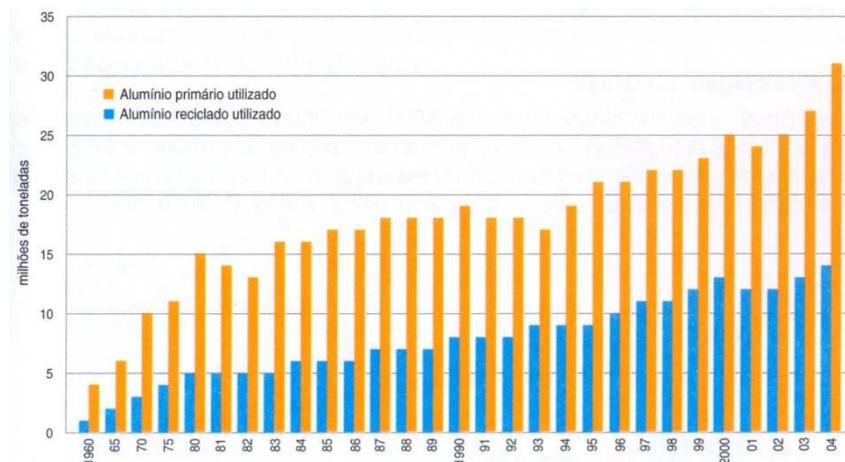
ANOS	BAUXITA ⁽¹⁾ METALÚRGICA (10 ³ t)	ALUMINA (10 ³ t)	ALUMÍNIO PRIMÁRIO (10 ³ t)	ALUMÍNIO SECUNDÁRIO ⁽²⁾ (10 ³ t)
1988	7.704	1.416	873	66
1989	7.707	1.624	887	66
1990	9.554	1.654	930	65
1991	10.343	1.742	1.139	66
1992	9.045	1.833	1.193	67
1993	9.373	1.853	1.172	76
1994	8.330	1.868	1.184	91
1995	9.849	2.142	1.188	116
1996	10.802	2.759	1.197	145
1997	10.772	3.088	1.189	163
1998	11.597	3.322	1.208	180
1999	13.396	3.515	1.249	186
2000	13.453	3.743	1.277	190
2001	13.790	3.445	1.140	200
2002	12.602	3.962	1.318	215
2003	17.363	5.111	1.400	235
2004	19.700	5.315	1.457	246
2005	21.192	5.300	1.498	251
2006	22.176	6.793	1.605	253
2007	24.457	6.980	1.655	253

Fonte: DNPM/CONSIDER/ABAL

1) Beneficiada 2) Sucata recuperada

Globalmente, a participação do uso de alumínio reciclado em relação ao uso de alumínio primário (Figura 2) vem crescendo ano-a-ano. Passou de 17%, em 1960, para 33%, em 2004. Espera-se que esse número cresça para 40%, em 2020.

Figura 2 - Participação do uso de alumínio reciclado em relação ao uso de alumínio primário

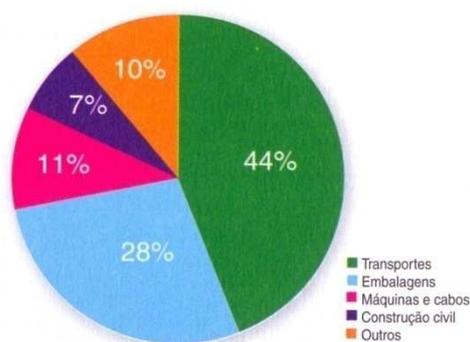


FONTE: ABAL

O setor de transportes, desde os anos 1980, é o principal provedor de alumínio reciclado, fabricado a partir de sucata de produtos de vida útil esgotada, seguido pelas embalagens, com destaque para as latas de bebidas, pelas máquinas, cabos, produtos de alumínio utilizados pela construção civil, sendo que esses passaram a ter maior representatividade no século 21, dado ao longo tempo de vida útil, que ultrapassa décadas.

Dados recentes (Figura 3) indicam que 44% das sucatas de vida útil esgotada são provenientes do setor de transportes, 28% de embalagens, 10% de máquinas e cabos, e 7% da construção civil.

Figura 3 - Sucata de vida útil esgotada

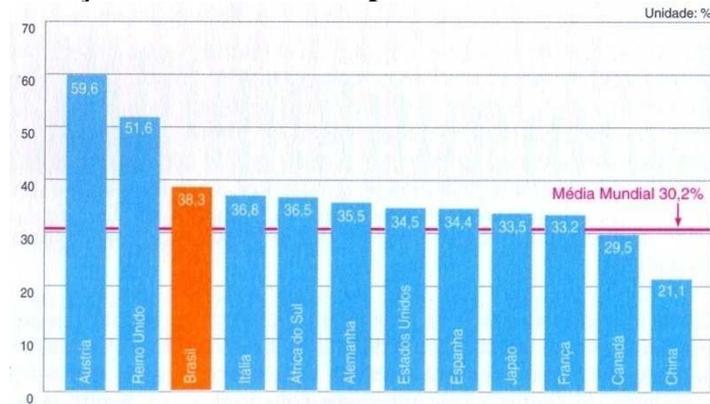


FONTE: ABAL

Estima-se que o índice global de reciclagem de alumínio, usado nos setores de transportes e construção civil, está entre 85-98%. Já o índice de reciclagem de latas de alumínio para bebidas varia em função da região de 25 a 96%, sendo que globalmente é de 63%.

No Brasil, cálculos elaborados pela ABAL em 2006 (Figura 4), mostravam que a sucata recuperada de alumínio naquele ano correspondeu a 38,3% do consumo doméstico de produtos transformados de alumínio, índice esse superior aos registrados pelos Estados Unidos, Alemanha, África do Sul e Itália.

Figura 4 - Relação entre sucata recuperada e consumo doméstico (2006)



Fonte: ABAL

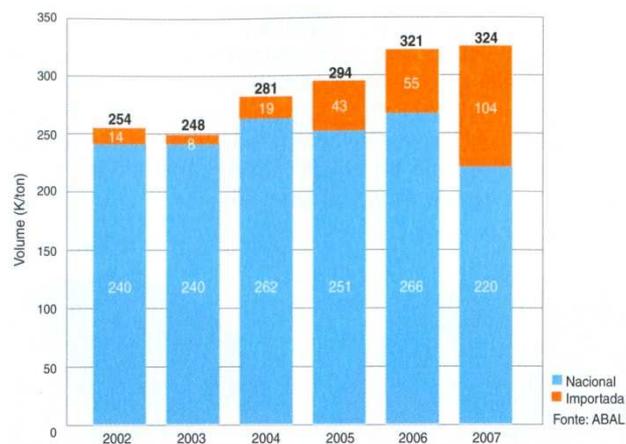
Nos Estados Unidos, dados do USGS¹¹, que podem ser vistos na Tabela abaixo, indicam que a porcentagem de alumínio reciclado foi de 43%, em 2006.

Year	Quantity of metal (metric tons)			Apparent supply ⁵	Percentage recycled	R
	Recycled from new scrap ²	Recycled from old scrap ³	Recycled ⁴			
Aluminum:⁷						
2002	1,750,000	1,170,000	2,930,000	8,070,000	36	
2003	1,750,000	1,070,000	2,820,000	7,880,000	36	
2004	1,870,000	1,160,000	3,030,000	8,460,000	36	
2005	1,950,000 ^r	1,080,000 ^r	3,030,000 ^r	8,480,000 ^r	36	
2006	2,310,000	1,200,000	3,510,000	8,160,000	43	

FONTE: USGS-2008

Dados da ABAL mostram que o volume de sucata gerada internamente vem aumentando nos últimos anos (Figura 5), assim como o de sucata importada, já que o volume captado no mercado nacional não vem sendo suficiente para atender a demanda local.

Figura 5 - Volume reciclado de sucata de alumínio no Brasil (2002-2006)



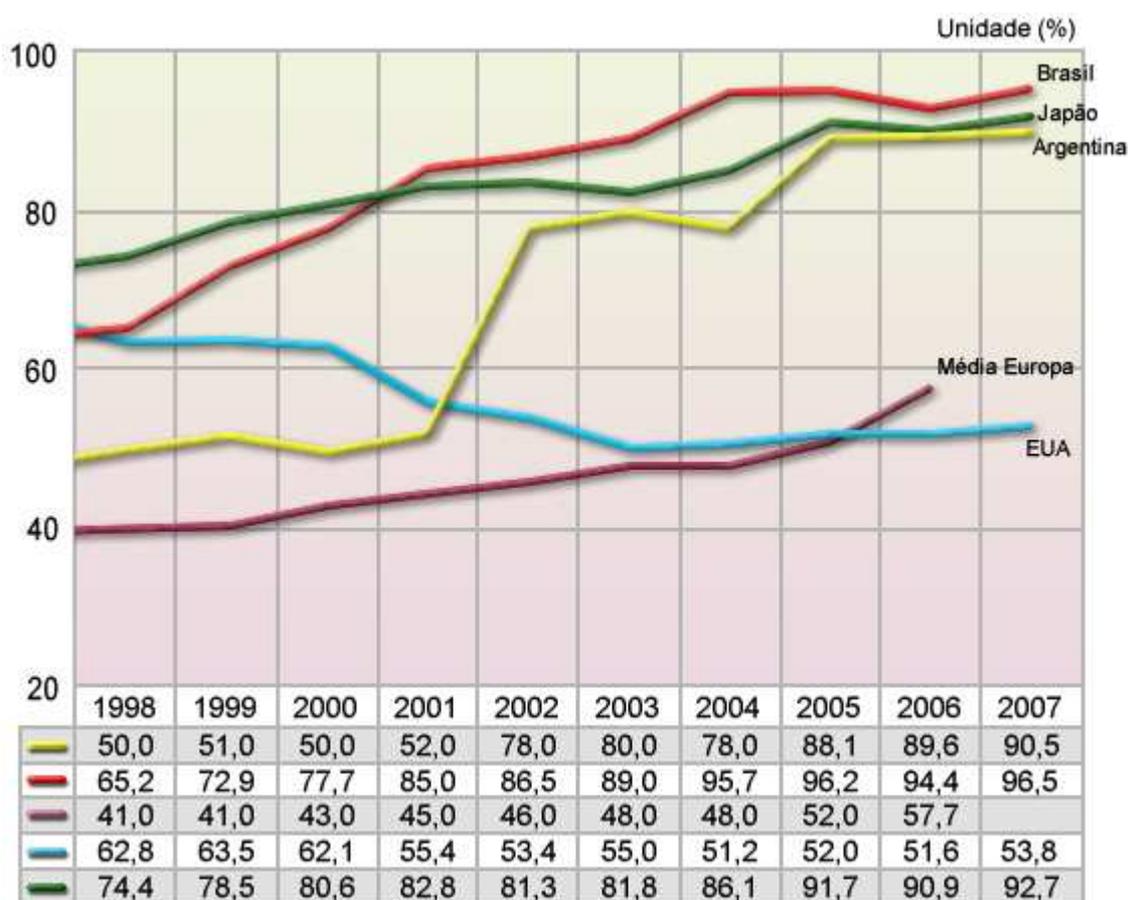
Fonte: ABAL

¹¹ 2006, Mineral Yearbook, Recycling Metals, pg 61.2, junho 2008;

Na reciclagem de latas de alumínio para bebidas, o País reciclou 160,6 mil toneladas de sucata, o que corresponde a 11,9 bilhões de unidades, ou 32,6 milhões por dia ou 1,4 milhão por hora. Pelo sétimo ano consecutivo, o país lidera a reciclagem de latas de alumínio para bebidas, entre os países em que a atividade não é obrigatória por lei – como no Japão, que em 2007 reciclou 92,7% de latas; Argentina (90,5%) e Estados Unidos (53,8%) – e entre países europeus, cuja legislação sobre reciclagem de materiais é bastante rígida, e apresentaram um índice médio de 57,7% (Ver Figura 6).

Ressalte-se que, em 1991, o índice de reciclagem de latas de alumínio no Brasil já era de 37%, superior à média da Europa, que era de 21%. Nesse mesmo ano os índices do Japão e EUA eram, respectivamente, de 43% e 62%. No ano de 1999, o Brasil apresentou o segundo maior índice de reciclagem de latas de alumínio, ficando atrás somente do Japão que teve um índice de 79%, ultrapassando os EUA que apresentaram índice de 63. Em 2006 o índice de reciclagem brasileiro atingiu 94,4%, o maior entre todos os países com estatísticas disponíveis. Em 2007, o Brasil bateu novamente o recorde mundial de reciclagem de latas de alumínio para bebidas, com o índice de 96,5%. Foram 160,6 mil toneladas de sucata de latas recicladas, o que corresponde a 11,9 bilhões de unidades – 32,6 milhões por dia ou 1,4 milhão por hora. Atualmente, em aproximadamente 30 dias, uma latinha de alumínio pode ser comprada no supermercado, utilizada, coletada, reciclada e voltar às prateleiras para o consumo.

Figura 6 - Índice de Reciclagem de Latas de Alumínio



Fontes: ABAL; Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade; The Japan Aluminum Can Recycling Association; Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines; The Aluminum Association e EAA - European Aluminium Association.

A reciclagem do alumínio é capaz de gerar uma economia de até noventa e cinco por cento na utilização de energia, porém, desconsiderando-se a energia já consumida durante os processos de coleta e separação do material a ser reciclado. A reciclagem de alumínio é feita tanto a partir de sobras do próprio processo de produção, como de sucata gerada por produtos com vida útil esgotada.

Como o processo é complexo, surge uma questão importante. Porque é tão interessante a reciclagem do alumínio? Uma das respostas está na própria reciclabilidade do metal (100% reciclável) que associado ao excelente índice alcançado pela reciclagem de latas traz uma série de benefícios à sociedade em outras áreas, tais como:

1 – Social:

- Uma lata de alumínio jogada na terra, leva de 100 a 500 anos para sua total deterioração no meio ambiente podendo contaminar os lençóis freáticos.
- Colaboração para o crescimento da consciência ecológica na comunidade.
- Menor agressão ao meio ambiente.
- Incentivo à reciclagem de outros materiais.
- Beneficia entidades assistenciais. Atualmente, cerca de 15 mil escolas e instituições de todo o país estão cadastradas em programas de reciclagem de latas.

2 – Políticos:

- Colabora para o estabelecimento de políticas de destinação de resíduos sólidos.
- Ajuda na caracterização da composição do lixo urbano.
- Pode ser adaptável a diferentes realidades (cidades grandes, médias e pequenas).

3 – Econômicos:

- Injeção de recursos na economia local.
- Cada 1.000 Kg de alumínio reciclado, 5.000 Kg de minério bruto (bauxita) são poupados.

O mercado mundial de latas de bebidas em 2003 totalizou aproximadamente 220 bilhões de unidades, conforme a figura 7, ou seja, o consumo per capita de latas/habitante/ano está crescendo e por isso se faz necessária a sua reciclagem.

Figura 7 - Produção mundial de latas de alumínio.



Fonte: Beverage Can Makers Europe.

Conforme TENÓRIO¹² “A metalurgia secundária do alumínio existe no Brasil há muitos e muitos anos. A indústria nacional de reciclagem de alumínio é, portanto, bastante madura e consolidada, e é certamente o ramo de atividade em reciclagem mais organizado no país.

Pode ser considerada grande uma empresa que processe cerca de 3 mil toneladas por mês de sucata, entretanto existem dezenas de empresas nesse setor. Assim, o setor é bastante heterogêneo, existindo desde empresas de capital multinacional até micro empresas.

Além da popularização causada pelas campanhas de reciclagem de latas de bebidas o aumento do consumo interno de alumínio são fatores desencadeadores do processo de crescimento da produção secundária observada na última década.

A partir de um mercado propício causado pelo aumento do consumo de alumínio e pela organização dos processos de coleta, ocorreu uma grande aumento no número de empresas no setor.

De fato, a reciclagem tornou-se uma característica intrínseca da produção de alumínio, pois as empresas sempre tiveram a preocupação de reaproveitar retalhos de chapas, perfis e laminados, entre outros materiais gerados durante o processo de fabricação. Por ser um material leve quanto a seu peso, o alumínio apresenta inúmeras vantagens em sua utilização para embalagens de diversos tipos, o que também, de forma indireta, acaba por reduzir o gasto energético e financeiro com relação a seu transporte.

O armazenamento de alimentos sempre foi um grande problema para a humanidade devido a sazonalidade entre sua produção e seu consumo. Por falta de tecnologia, os alimentos eram armazenados sem processamento [ABRALATAS, 2005]. Com o surgimento da necessidade de armazenar os alimentos por períodos mais longos de tempo, em 1795 começou a história da lata, quando o governo Francês de Napoleão Bonaparte ofereceu um prêmio de 12.000 francos para quem inventasse um método de conservar os alimentos por longos períodos. Niccholas Appret recebeu o prêmio em 1809 por desenvolver um método de preservação através da esterilização dos alimentos em garrafas de vidro com tampas.

No entanto, o vidro era frágil e as tampas pouco confiáveis, assim sendo, as pesquisas continuaram. Em 1825 Thomas Kensett registra a patente da lata feita de *folhas de flandres* na América e fica conhecido como o “pai da indústria da lata”.

A primeira lata de cerveja feita de folha-de-flandres nos Estados Unidos em 1935 pesava 85 gramas, o que com certeza foi um grande avanço, mas, com a descoberta do alumínio e seu processo industrial viável para consumo doméstico, a primeira lata de bebidas de alumínio foi manufaturada pela Reynolds Metals Company, nos Estados Unidos em 1963, pesando aproximadamente 20 gramas.

No Brasil, as primeiras latas feitas de folha-de-flandres foram fabricadas em 1988 na Metalúrgica Matarazzo, sendo substituídas pelas latas de alumínio em 1990 pela Rexam B.C.S.A. (antiga LATASA e Rexam do Brasil).

São três as grandes indústrias de manufatura das latas e tampas de alumínio no Brasil: Rexam B.C.S.A. com uma capacidade de produção de 10,6 bilhões de latas/ano, Crown Embalagens S.A. com capacidade de produzir 2,1 bilhões de latas/ano e a Latapack-Ball com capacidade de fabricar 1,75 bilhões de latas/ano.

¹²Jorge Alberto Soares Tenório in “SITUAÇÃO BRASILEIRA DA RECICLAGEM DE Al, Pb E Zn” Contribuição ao 1oº Seminário de Não-Ferrosos da ABM. São Paulo, 19 e 20 de Março de 2002;

Na figura 8 está representada a distribuição destas indústrias no território brasileiro. As três empresas juntas têm uma capacidade de produção de mais de 14 bilhões de latas por ano. As tampas são produzidas pela Rexam, Crown e Latapack-Ball e suas fábricas estão localizadas em Suape (PE), Aracaju (SE) e Simões Filho (BA), respectivamente.

FIGURA 8 - INDÚSTRIAS DE MANUFATURA DAS LATAS E TAMPAS DE ALUMÍNIO



Aproximadamente 20% da produção mundial de alumínio primário são transformados em chapas que, mais tarde, serão transformadas em latas. Nesse período de 15 anos desde sua implementação, mais de 80 bilhões de latas já foram produzidas no Brasil tendo o mercado, em 2005, atingido um volume superior a 100 bilhões de latas. As três empresas atualmente no mercado brasileiro - Crown Embalagens, Latapack-Ball e Rexam - já realizaram no país investimentos que superam a casa de 1,5 bilhão de dólares, com 12 estabelecimentos industriais presentes em 9 estados da Federação. Atualmente, a Rexam possui seis fábricas: Distrito Federal (Gama), Minas Gerais (Extrema), Pernambuco (Suape), Rio de Janeiro (Santa Cruz), Rio Grande do Sul (Águas Claras) e São Paulo (Jacareí), com capacidade de produção de 10,4 bilhões de latas/ano, além de duas em construção, sendo uma em Cuiabá e outra em Manaus. Outras duas fábricas compõem o parque produtivo brasileiro de latas de alumínio: a Crown Embalagens com fábrica em Cabreúva (SP), cuja capacidade de produção é de 2,1 bilhão de latas/ano. Suas operações tiveram início em outubro de 1996. E a Latapack-Ball com duas unidades industriais: uma em Jacareí (SP) e outra em Simões Filho (BA), com capacidade de fabricar 1,95 bilhão de latas/ano.

A unidade industrial da Novelis do Brasil instalada no município é o maior Centro de Reciclagem da América Latina, com capacidade de processando de 80 mil toneladas por ano. A Novelis Inc. é a maior recicladora de latas de alumínio do mundo.

Em 2007, a Novelis do Brasil processou 8 bilhões de latas de alumínio, incluindo as latas captadas no mercado local e as importadas de mercados para os quais exporta chapas de alumínio. A companhia transformou em novas chapas de alumínio cerca de 107 mil toneladas de alumínio reciclado, sem contar os retalhos de processos dos fabricantes.

A empresa mantém o papel de liderança no processo de reciclagem de latas de alumínio no Brasil, investindo na educação de novas gerações, na conscientização ambiental e no combate ao desperdício, com programas em entidades assistenciais e no varejo. Os investimentos em reciclagem da empresa influenciam positivamente a vida de muitos brasileiros.

A Novelis anunciou que realizará investimentos da ordem de US\$ 30 milhões para melhorar e expandir suas operações no País. Os aportes - feitos ao longo de dezoito meses - contemplam o aumento da capacidade de processamento de alumínio, a introdução de uma nova tecnologia e a autogeração de energia elétrica.

Grande parte desse montante, cerca de US\$ 21 milhões, terá como destino o centro de laminação e reciclagem de alumínio em Pindamonhangaba (SP), que receberá melhorias tecnológicas de processos e novos equipamentos. Os investimentos no centro de laminação permitirão um incremento de dois dígitos na capacidade de processamento, elevando-a para 400 mil toneladas/ano. O centro de reciclagem da fábrica receberá US\$ 5,7 milhões para, praticamente, dobrar sua capacidade atual de processamento de sucata de alumínio, passando dos atuais 80 mil para 150 mil toneladas/ano. Esse investimento será quase todo destinado à instalação de um forno específico para a fundição de class scrap - retalho de chapa de alumínio gerado na fabricação de latas para bebidas -, com capacidade de 50 mil toneladas/ano. O novo equipamento, adicionado a outras melhorias na preparação da matéria-prima para os fornos, proporcionarão esse incremento de quase 100% no processamento de sucata.

A Capital Nacional da Reciclagem do Alumínio é Pindamonhangaba, cidade localizada no interior de São Paulo. O título foi concedido pela ABAL em 2003, em reconhecimento à importância da cidade para a atividade. Na ocasião, foi entregue uma escultura feita em alumínio, representando o símbolo internacional da reciclagem do metal. A obra do escultor Hans Goldammer, catarinense radicado em São Paulo, tem 4,5 metros de altura e foi confeccionada com chapas de alumínio e está instalada na entrada da cidade, às margens da Via Dutra (que liga São Paulo e Rio de Janeiro).

Hoje, as empresas de reciclagem sediadas em Pindamonhangaba têm capacidade para processar cerca de 170 mil toneladas de sucata de alumínio, ou seja, aproximadamente 70% de toda a sucata recuperada no Brasil. A escolha das empresas se deveu, entre outros fatores, à localização privilegiada da cidade, encravada entre os dois maiores centros urbanos do País - São Paulo e Rio de Janeiro -, e à infraestrutura oferecida pelo município, que vem investindo forte na expansão industrial.

A história da reciclagem de alumínio em Pindamonhangaba começou na década de 70, quando a Alcan (hoje Novelis) instalou sua fábrica no município para produzir chapas para latas de bebidas. Em 1994, a empresa iniciou a utilização de alumínio reciclado na produção de suas chapas, o que estimulou o surgimento do pólo de reciclagem. Em 1996, chegou a Latasa (hoje, Aleris Latasa) com seu centro de reciclagem. Em 1997, a Recipar (Aleris Latasa) chegou ao município e, em 1998, foi a vez da Alcan (atual Novelis) instalar ali seu centro de reciclagem.

A reciclagem das latas de alumínio no Brasil é um dos programas institucionais de reciclagem que mais resultados tem obtido junto à comunidade principalmente depois do lançamento, em outubro de 1991, do Programa de Reciclagem da Lata de Alumínio pela Reynolds Latasa. Em três anos, foram coletadas mais de 6 mil toneladas de latas - em média, cerca de 200 toneladas/mês - com a participação de 1,2 milhão de pessoas, contribuindo para o total reciclado de 1,3 bilhão de latas.

Com os esforços desempenhados pela cadeia de reciclagem - fabricantes de chapas, de latas, envasadores de bebidas, cooperativas e recicladoras - e pelo Governo, por meio da conscientização da população, o programa de reciclagem da lata de alumínio é hoje uma experiência de sucesso com grande influência social, econômica e ambiental. Somente a etapa de coleta (compra de latas usadas) injetou cerca de R\$ 523 milhões na economia nacional, o equivalente à geração de emprego e renda para 180 mil pessoas.

Esse resultado é fruto da conjugação de vários aspectos. O principal deles é o fato do país possuir um mercado de reciclagem já estabelecido em todas as suas regiões. Além disso, a facilidade na coleta, transporte e venda e o alto valor da sucata de alumínio, aliados à grande disponibilidade durante todo o ano, estimularam a reciclagem das latas de alumínio para bebidas, provocando também mudanças no comportamento do consumidor.

Além dos benefícios sociais e econômicos, a atividade favorece o meio ambiente. O processo de reciclagem de latinhas libera somente 5% das emissões de gás de efeito estufa quando comparado com a produção de alumínio primário. E, ao substituir um volume equivalente de alumínio primário, a reciclagem de 160,6 mil toneladas de latinhas proporcionou uma economia de 2.329 GWh/ano de energia elétrica ao País, o suficiente para abastecer, por um ano inteiro, uma cidade com mais de um milhão de habitantes, como Campinas (SP).

Uma pesquisa feita pela ABAL revelou que 53% dos consumidores que levam latas usadas aos postos de coleta de sucata fazem isso por uma questão de consciência ecológica. No caso dos catadores que percorrem as ruas, o motivo é unicamente econômico.

Como podemos observar na figura 9 o material comprado dos catadores é prensado, moído e derretido, voltando para o ciclo produtivo na forma de lingotes que depois são convertidos em chapas para a indústria de embalagens metálicas. Um dos processos utilizados por grandes empresas da área de reciclagem tem início com a coleta das latas de alumínio já consumidas por mão-de-obra não qualificada, que depois de limpar suas impurezas, vendem o material compactado para as indústrias recicladoras. O material vai então para a área fria da reciclagem, onde começa a operação de alimentação dos fardos de latas usadas em um desenfardador, que quebra os blocos em pedaços. Através de uma correia transportadora, o material é levado para um moinho de facas, onde os pedaços dos blocos são completamente desmanchados. O material passa então por um separador eletromagnético que remove metais ferrosos que não podem entrar na composição do alumínio. Em seguida, o material desmanchado alimenta o moinho de martelos, onde é picotado, resultando o assim denominado cavaco de latas. Outra separação magnética é realizada para garantir a pureza do material que será reutilizado. Na seqüência, o cavaco passa por uma peneira vibratória que retira terra, areia e outros resíduos. Um separador pneumático complementa este processo por meio de jatos de ar que separam papéis, plásticos e os demais contaminantes leves e pesados. Os cavacos seguem para um silo de armazenamento e dali passam para a remoção das tintas e polímeros que recobrem o material num sistema de fluxo simultâneo ar/cavaco, no interior de um grande forno rotativo, conhecido como forno Kiln, havendo perdas de rendimento em função da formação de óxido de alumínio. A seguir ocorre a fusão do cavaco. O metal líquido é vazado em cadinhos, de onde são retiradas amostras para análise da composição química. Novamente na forma de metal, o alumínio é encaminhado para a laminação de chapas que serão transformadas novamente em latas. Em empresas de pequeno porte, não é comum o uso de todas as etapas citadas anteriormente. Neste caso, o processo fica restrito à quebra dos blocos de latas de alumínio e posterior fusão dos cavacos, não havendo um controle sobre a qualidade do alumínio obtido. O método de reciclagem é complexo quando se prima pela qualidade do produto final, no entanto, o ciclo da reciclagem é relativamente rápido e leva aproximadamente a média de 33 dias para que as latas consumidas e coletadas voltem para a sua origem, o consumidor.

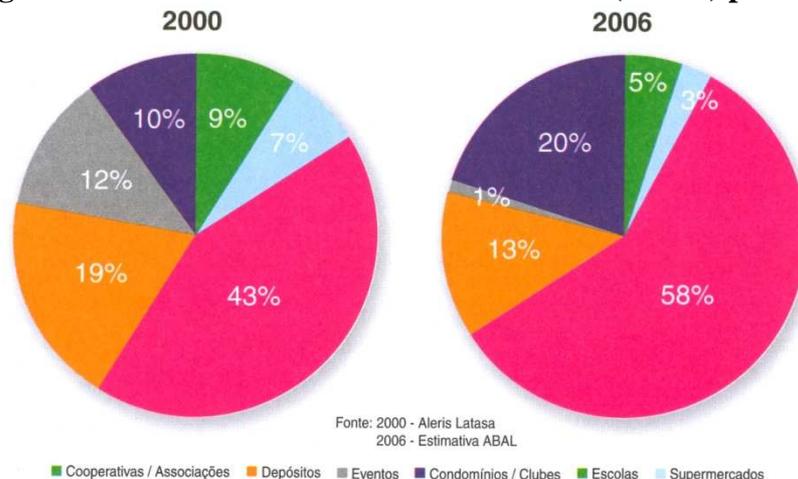
Figura 9 - Ciclo da reciclagem da lata de alumínio



FONTE: ABAL

Calcula-se que existam de 300 mil a um milhão de catadores em atividade no país. Os dados são do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR), que no final de 2006 registrava 450 cooperativas formalizadas e aproximadamente 35 mil catadores em seus cadastros. Têm-se percebido nos últimos anos uma alteração no valor da participação das diferentes fontes de coleta de sucata de alumínio. As cooperativas têm aumentado sua participação na coleta, assim como clubes e condomínios. Os depósitos vêm perdendo espaço (Figura10).

Figura 10 - Coleta de latas de alumínio usadas (sucata) por fonte



FONTE: ABAL

Como existe uma grande heterogeneidade nas empresas, existe conseqüentemente uma correspondente heterogeneidade nos processos de fundição.

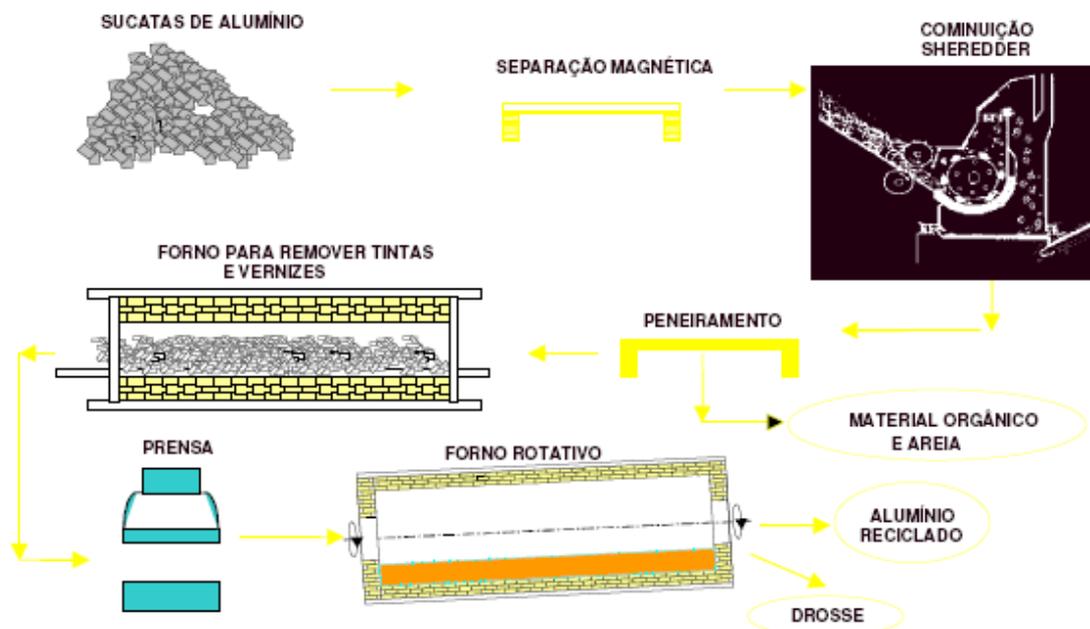
Os processos de tratamento preliminar da sucata envolvem, separação magnética, picotagem, peneiramento, eliminação de óleo em forno rotativo e eliminação de revestimentos orgânicos, estes dois último mais especificamente para cavacos e sucatas de latas respectivamente. Entretanto, a maioria absoluta dos secundaristas não usa nenhum processo de tratamento de sucata antes da fusão, a não ser os baseados em separação manual da sucata. A Figura 11 mostra um provável fluxograma de operações para reciclagem de alumínio.

Dentre os processos de fusão o forno rotativo com uso de fluxos salinos é o preponderante, seguido pelo forno de revérbero.

Os fluxos salinos usados nos fornos rotativos são normalmente a base de cloretos e fluoretos. O problema associado a este procedimento é a geração de uma drosse ou borra contaminada com esses materiais e que se constitui num resíduo que necessita destinação especial segundo a legislação ambiental. O forno rotativo é o reator para reciclagem de alumínio mais usado não só no Brasil mas também no resto do mundo.

Portanto, os desafios atuais na indústria de reciclagem de alumínio estão focados em dois pontos: A redução da quantidade de sal adicionada ao forno, através do uso de fluxos mais eficientes, e a geração de novas tecnologias que não usem sal ou usem quantidades expressivamente inferiores.”

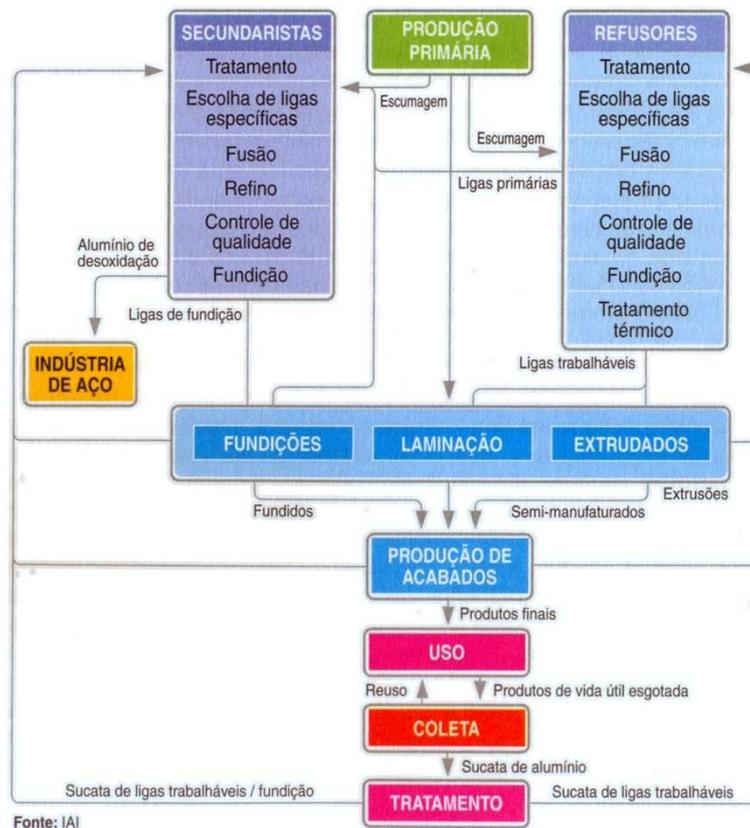
Figura 11 – Fluxograma de operações em reciclagem de alumínio.



FONTE: ABAL

Considera-se como “indústria de reciclagem” o conjunto de empresas que, por meio do processo de refusão, recicla a sucata em nova matéria-prima. Assim definida, a indústria está dividida em quatro categorias, detalhadas na seqüência. Na Figura 12 apresenta-se, esquematicamente, o fluxo da reciclagem na indústria, com a seguinte caracterização dos agentes envolvidos:

FIGURA 12 - FLUXO DA RECICLAGEM NA INDÚSTRIA



a) Primaristas: empresas produtoras de alumínio primário, a partir da eletrólise de alumina. Essas empresas podem produzir apenas alumínio primário ou, como geralmente ocorre, também produzem ligas de alumínio a serem utilizadas tanto nos processos de conformação mecânica, em diferentes formatos, como tarugos e placas, assim como para a produção de pó de alumínio, ou mesmo ligas para fundição com baixo teor de ferro, comercializadas em lingotes ou no estado líquido.

Essas empresas utilizam sucata como alternativa para aumentar seus volumes de produção (output), reduzir custos fixos e até mesmo variáveis já que, de forma geral, a sucata é uma fonte de metal economicamente vantajosa, principalmente em regiões onde os custos de energia são muito altos, como, por exemplo, nos Estados Unidos e Europa.

Os produtores de alumínio primário, comumente chamados de primaristas, refundem a sucata gerada em seu próprio processo produtivo, tanto das salas de cubas, como dos lingotamentos ou refusões. Os primaristas, que também produzem itens semi-elaborados como perfis, chapas e fios, por exemplo, geralmente refundem sucatas oriundas do processo de fabricação dos mesmos.

Para essas empresas é fundamental que as sucatas sejam limpas, isentas de contaminantes e impurezas e que tenham composição química conhecida, já que os primaristas, em sua grande maioria, diferentemente dos refusores, secundaristas e recuperadores (ver definição abaixo), não dispõem de equipamentos apropriados para o processamento de sucatas que contenham contaminantes e impurezas.

b) Refusores: empresas fabricantes de ligas de alumínio utilizadas em processos de conformação mecânica (extrusão, laminação, trefilação, forjamento, etc.), utilizado sucata nova ou de obsolescência, geralmente do mesmo tipo dos processos de conformação mecânica originais, limpas e de composição química semelhante à liga que se deseja produzir. Essas empresas comumente utilizam pequenas quantidades de alumínio primário e anteligas para ajuste da composição química. Um tipo especial de refusores são os recicladores de latas de bebidas, ou simplesmente latinhas de alumínio, ou UBC (do inglês, *used beverage can*) e da sucata industrial originada no processo de fabricação das latas e tampas (estampagem). Essas empresas se utilizam dessas sucatas e de alumínio primário para a produção de ligas, geralmente liga 3004, a serem usadas no processo de laminação (transformação mecânica) para fabricação de chapas que serão utilizadas na produção de novas latas e tampas. O uso de alumínio primário se faz necessário para o ajuste da composição química da liga, uma vez que as “latinhas” são formadas por duas ligas diferentes - o corpo da lata tem liga da série 3xxx, geralmente 3004 e a tampa tem liga da série 5xxx, geralmente, 5082.

c) Secundaristas: empresas fabricantes de ligas usadas em processos de fundição de peças, na fabricação de alumínio Deox (produto usado pelas siderúrgicas no processo de produção de aço) e de pó de alumínio. A fim de serem diferenciadas das ligas primárias, as ligas de fundição e as usadas na fabricação do alumínio Deox são chamadas de ligas secundárias (ver tabelas com as principais ligas secundárias) e, por isso, seus fabricantes são chamados de Secundaristas. O termo secundário não tem nenhuma relação com qualidade secundária ou ruim. Como escrito acima, esse termo é usado para diferenciá-las das ligas usadas nos processos de conformação mecânica. Outra característica das ligas secundárias é que em seu processo produtivo são utilizadas sucatas de composições químicas variadas, provenientes de produtos extrudados, laminados, trefilados e forjados fabricados com ligas primárias, mas também a partir de sucatas de produtos fundidos fabricados com ligas secundárias.

d) Recuperadoras: empresas prestadoras de serviços que fazem a recuperação das sucatas, escórias de alumínio e borra preta de outras empresas, devolvendo-lhes o metal na forma sólida ou líquida, sem ajuste de composição química. Em casos como esses, quando não é feito ajuste da composição química do metal recuperado e há solidificação do metal em lingotes, esses são chamados de RSI, sigla em inglês para “Remelt Secondary Ingot”.

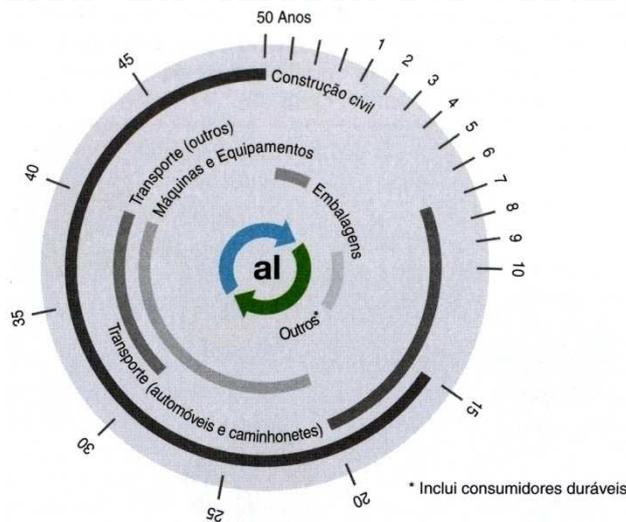
O ciclo de produção de itens transformados de alumínio envolve o uso de metal primário e reciclado. Por serem infinitamente recicláveis, os produtos fabricados em alumínio, após o fim de sua via útil (etapa de consumo), voltam à cadeia produtiva através da reciclagem. A reciclagem do alumínio segue fluxos diferentes, de acordo com o tipo de sucata. As fases se modificam na coleta e no retorno da sucata ao mercado, dependendo do produto a ser reciclado.

O tempo para percorrer o ciclo depende da aplicação do material. Os diversos tipos de sucata apresentam diferentes tempos de vida útil, que podem ir de algumas semanas, como no caso de muitas embalagens, até décadas, como no caso dos perfis extrudados presentes em edificações, por exemplo. Esse tempo é relacionado ao tempo de obsolescência. O fato é que, cedo ou tarde, o produto terá sua vida útil esgotada, quando será, então, descartado. Uma vez coletado, esse material, agora chamado sucata, será introduzido ao ciclo da reciclagem, sendo reincorporado ao processo de produção de itens semi-elaborados ou transformados.

A European Aluminium Association - EAA e a Organisation of European Aluminium Refiners and Remelters - OEA fizeram estimativas para o tempo médio de vida útil dos diferentes produtos que contêm alumínio (Figura 13):

- embalagens - de poucas semanas a um ano
- bens de consumo duráveis - de 9 a 15 anos
- veículos leves - de 7 a 20 anos
- construções e moradias - de 15 a 50 anos
- máquinas - de 20 a 40 anos
- outros tipos de transportes que não veículos leves - de 30 a 40 anos.

FIGURA 13 - MÉDIA DA VIDA ÚTIL DE PRODUTOS DE ALUMÍNIO EM ANOS



FONTE: ABAL

BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM DE ALUMÍNIO

O alumínio exige grande quantidade de eletricidade no seu processo produtivo. Para cada tonelada de alumínio produzido a partir da bauxita (matéria-prima mineral usada pelas indústrias de alumínio), são necessários 17.600 quilowatt/hora (KW/h). Para reciclar uma tonelada, o gasto é de 750 KW/h. Uma única lata reciclada, representa uma economia de eletricidade equivalente ao de uma televisão ligada por três horas. A reciclagem de 1.000 Kg de alumínio significa 5.000 Kg de minério de bauxita poupados.



CLASSIFICAÇÃO DE SUCATAS DE ALUMÍNIO

Como vimos anteriormente, as sucatas são provenientes de bens de vida útil esgotada ou de processos industriais. Dessa forma, podemos encontrar sucatas de alumínio dos mais variados tipos, formas, tamanhos, composições químicas, entre outras características físico-químicas. A Figura 14 mostra alguns tipos de sucata de alumínio.

A fim de facilitar a comunicação e garantir transparência às operações comerciais da cadeia de reciclagem do alumínio, a Comissão de Reciclagem de Alumínio da ABAL fez a unificação das nomenclaturas através da denominação e características de 20 tipos de sucata de alumínio, que foram identificadas no mercado nacional, com a indicação da classificação recomendada pelo Institute of Scrap Recycling industries (ISRI), associação norte-americana que congrega as empresas que atuam na reciclagem de vários materiais.(ver Figura 15)

Figura 14– Alguns tipos de sucata de alumínio



Fonte: ABAL

Tabela 15 – Classificação de sucata de alumínio

Tipo	Descrição	Tipo	Descrição
Bloco (Tense/Trump)	Blocos de alumínio isentos de contaminantes (ferro e outros), com teor máximo de 2% de óleos e/ou lubrificantes	Latas soltas ou enfardadas (Talc)	Latas de alumínio usadas decoradas, soltas ou enfardadas em prensa de baixa densidade (até 100kg/m ³), com teor máximo de 2,5% de impurezas, contaminantes e umidade
Borra (Thirl)	Borra de alumínio com teores variáveis e percentual de recuperação a ser estabelecido entre vendedor e comprador	Panela (Taint/Tabor)	Panelas e demais utensílios domésticos ("alumínio mole"), isentos de cabos - baquelite, madeira, etc. - e de ferro - parafusos, rebites etc.
Cabos com alma de aço (Taste)	Retalhos de cabos de alumínio não ligados, usados, com alma de aço	Perfil branco (Tread)	Retalhos de perfis sem pintura ou anodizados, soltos ou prensados, isentos de contaminantes (ferro, óleo, graxa e rebites)
Cabos sem alma de aço (Taste)	Retalhos de cabos de alumínio não ligados, usados, sem alma de aço	Perfil misto (sem identificação específica)	Retalhos de perfis pintados, soltos ou prensados, com teor máximo de 2% de contaminantes (ferro, óleo, graxa e rebites)
Cavaco (Teens/Tellic)	Cavacos de alumínio de qualquer tipo de liga, com teor máximo de 5% de umidade/óleo, isentos de contaminantes (ferro e outros)	Pistões (Tarry)	Pistões automotivos isentos de pinos, anéis e bielas de ferro, com teor máximo de 2% de óleos e/ou lubrificantes
Chaparria (Taint/Tabor)	Retalhos de chapas e folhas, pintadas ou não, com teor máximo de 3% de impurezas (graxa, óleo, parafusos, rebites etc.); chapas usadas de ônibus e baús, pintadas ou não; tubos aerossol (sem cabeça); antenas limpas de TV; cadeiras de praia limpas (isentas de plástico, rebites e parafusos)	Radiador alumínio-alumínio (Taint/Tabor)	Radiadores de veículos automotores desmontados, isentos de cobre, "cabeceiras" e outros contaminantes (plástico e ferro)
Chaparria Mista (Taint/Tabor)	Forros, fachadas decorativas e persianas limpas (sem cordões ou outras impurezas)	Radiador alumínio-cobre (Talk)	Radiadores de veículos automotores desmontados, isentos de "cabeceiras" e outros contaminantes (plástico e ferro)
Chapas off-set (Tablet/Tabloid)	Chapas litográficas soltas, novas ou usadas, da série 1000 e/ou 3000, isentas de papel, plástico e outras impurezas	Retalho industrial branco de chapa para lata (Take)	Retalhos de produção industrial de latas e tampas para bebidas, soltos ou prensados, isentos de pintura ou impurezas
Estamparia branca Taboo)	Retalhos de chapas e folhas, sem pintura e outros contaminantes (graxa, óleo, parafusos, rebites etc.), gerados em atividades industriais	Retalho industrial pintado de chapa para lata (Take)	Retalhos pintados de produção industrial de latas e tampas para bebidas, soltos ou prensados, isentos de impurezas
Latas prensadas (Taldack)	Latas de alumínio usadas decoradas, prensadas com densidade entre 400 kg/m ³ e 530 kg/m ³ , com fardos paletizados ou amarrados em lotes de 1.500 kg, em média, com espaço para movimentação por empilhadeira, teor máximo de 2,5% de impurezas, contaminantes e umidade	Telhas (Tale)	Retalhos de telhas de alumínio, pintados em um ou ambos os lados, isentos de parafusos ou rebites de ferro, revestimentos de espuma ou assemelhados

Nota: A correlação com as denominações adotadas pelo ISRI (Institute of Scrap Recycling Industries) dos Estados Unidos - versão 2005 - está indicada entre parênteses.

FONTE: ABAL

Valor comercial das sucatas

Além do emprego de tecnologia adequada para garantir a maior eficiência possível e retorno econômico, um outro aspecto importante a ser considerado é a qualidade da sucata.

A presença de contaminantes como qualquer outra substância metálica que não seja alumínio, como ferro, chumbo e outros metais reduz o valor comercial das mesmas.

Além disso, a presença de impurezas como óleo, plástico, umidade, sujeiras, vidro, papéis, areia, pedras, etc, reduzem o rendimento do processo de reciclagem e, portanto, depreciam a sucata.

Outro ponto importante, e que as impurezas também requerem maiores cuidados com segurança e preocupação com possíveis impactos ambientais.

As dimensões físicas também impactam o valor comercial da sucata, o que está relacionado ao tamanho da área superficial. Sucatas pequenas com espessura inferior a 0,3 mm, como muitos cavacos e sucata de lata triturada, entre outras, apresentam grande área superficial e têm, portanto, tendência à oxidação mais alta que a sucata de tamanho maior com área superficial menor. O tamanho da sucata afeta o rendimento do processo de reciclagem e conseqüentemente o volume de escória ou borra preta gerada. Assim, para um dado processo de reciclagem, quanto menor o tamanho da sucata, menor o rendimento, maior o volume de escória ou de borra preta gerada e menor o valor comercial da sucata, e vice-versa.

O acondicionamento também influencia o valor comercial. Sucatas prensadas (Figura 16), principalmente latas e cavacos, em fardos posteriormente amarrados e empilhados sobre paletes, têm maior valor comercial que sucatas soltas, pois otimizam o transporte e facilitam o manuseio das cargas.

Figura 16 – Prensa de retalho



FONTE: ABAL

Quanto maior a eficácia do sistema de coleta, maiores serão os volumes de sucatas de vida útil esgotada que serão aproveitados, o que depende substancialmente da iniciativa dos consumidores, colaboração da indústria, da legislação e dos diversos grupos que compõem nossa sociedade.

Assim como não existem no Brasil números precisos para quantidade de pessoas, cooperativas, etc., envolvidos na etapa de coleta, também não existem números exatos dos sucateiros, centros de coleta, secundaristas, refusores, etc. Isso porque as barreiras de entrada, ou seja, a quantidade de capital necessário para se montar um indústria de reciclagem de alumínio, é bastante baixa, cerca de 10% do capital investido na produção de alumínio primário em dólares por tonelada de alumínio reciclado, em média, número até menor quando se utilizam processos e tecnologias simples, como acontece principalmente na produção de artefatos de alumínio.

Vale destacar ainda, que o alto valor comercial intrínseco da sucata de alumínio tem sido a principal força motriz da reciclagem, independentemente de legislação ou mesmo iniciativas políticas. Porém, a preocupação ambiental e a responsabilidade social das comunidades, particularmente nos anos mais recentes, tem impulsionado as atividades relacionadas à reciclagem, como forma de conservar recursos e evitar que resíduos sejam dispensados incorretamente.

Um outro aspecto fundamental que, somado ao fato de que o alumínio pode ser reciclado infinitamente sem perda de suas propriedades intrínsecas, e que tem impulsionado a indústria de reciclagem em todo o mundo, são o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias e processos que permitem recuperar mais alumínio, melhorando ainda mais sua atratividade econômica, além do fato de que o uso adequado de tecnologia também melhora o desempenho ambiental.

3.3. Reciclagem de Chumbo

O desenvolvimento histórico da mineração e refino de chumbo no mundo ocidental foi abordado por RODIER (1995), GOLIASCH (1995) e MULLER (1995), em seus trabalhos para a Sexta Conferência Internacional sobre o Chumbo e o Zinco, organizada pelo International Lead and Zinc Study Group - ILZSG e realizada em Madri, em junho de 1995. Segundo os autores, até o início dos anos 20, deste século, a demanda pelo metal era satisfeita pela abertura de novas minas e pela implantação de fundições primárias¹³ nas principais áreas de consumo. À época, as fontes secundárias¹⁴ eram aparentemente de nenhuma importância embora haja indícios da existência de alguma atividade sistemática de fusão secundária¹⁵ ocorrendo por volta de 1912, na Alemanha e Inglaterra (GOLIASCH, 1995).

Por volta de 1910, quando se ultrapassou a marca do primeiro milhão de toneladas de chumbo refinado, a produção primária correspondia a 94,5%. Em 1929, a produção secundária já chegava aos 12%, com 220.000 t e, em 1950, nos Estados Unidos, ultrapassava as 437.500 t, excedendo assim a produção primária em mais de 40.000 t. Na Europa, a produção primária continuava superior à secundária, estimada ao redor das 165.000 t.

Dados apresentados por GOLIASCH (1995) mostram o comportamento da produção minerária e de chumbo refinado no mundo ocidental, entre 1929 e 1994. Segundo o autor, a produção de chumbo refinado experimentou um crescimento aproximado de 17% entre 1929 e 1959 e de 59% entre 1964 e 1994. A produção das minas cresceu cerca de 9% nos primeiros 30 anos, 35% entre 1964 e 1974 e caiu 21% nos últimos 20 anos (de 1974 a 1994) motivada pelo baixo preço do metal no início dos anos 1980 e pelas mudanças ocorridas no seu perfil de consumo.

O cálculo da produção mundial de chumbo ocorre pela soma de duas vertentes. Uma, de origem primária, é aquela que extrai o metal, diretamente do refinamento do minério como a galena, cerusita e anglesita que se encontram naturalmente na crosta terrestre. Após sua utilização, seja em forma de ligas ou compostos, o chumbo pode ser recuperado no processo de reciclagem e refino retornando à sua forma “pura” e sendo classificado como chumbo secundário.

A produção mundial de chumbo metálico primário e secundário alcançou 6,7 milhões de toneladas no ano de 2003, sendo a Ásia e a América os maiores produtores conforme apresentado no gráfico a seguir. A mesma figura mostra uma estimativa para o ano de 2006.

O Brasil não possui reservas significativas de minério de chumbo. As antigas minas localizadas na Bahia, Minas Gerais e Paraná foram abandonadas. A produção anual de minério de chumbo (sulfeto de chumbo) é da ordem de 10 000 toneladas e o País recorre a importação. Desde a desativação, em 1995, da Plumbum Mineração e Metalurgia SIA, o Brasil não mais produz chumbo primário. Produz apenas chumbo secundário, decorrente da reciclagem principalmente de baterias automotivas (ver gráfico abaixo).

Conforme o Sumário Mineral 2008, o Brasil voltará a produzir chumbo metálico a partir de 2009 graças ao projeto de R\$ 670 milhões de investimento da Votorantim Metais que está em andamento na cidade de Juiz de Fora (MG). O projeto Polimetálico irá permitir o uso de quatro fontes de matérias primas: baterias veiculares recicladas, insumos gerados a partir de produtos produzidos pela empresa, como concentrado da mina do município do Paracatu (MG) e parte de

¹³ Produção a partir da redução do minério de chumbo

¹⁴ Chumbo já anteriormente refinado, na forma de sucata, escórias e óxidos

¹⁵ Produção a partir de fontes secundárias de chumbo

concentrado importado. A capacidade projetada da planta para produção é de 75kt de chumbo metálico por ano.

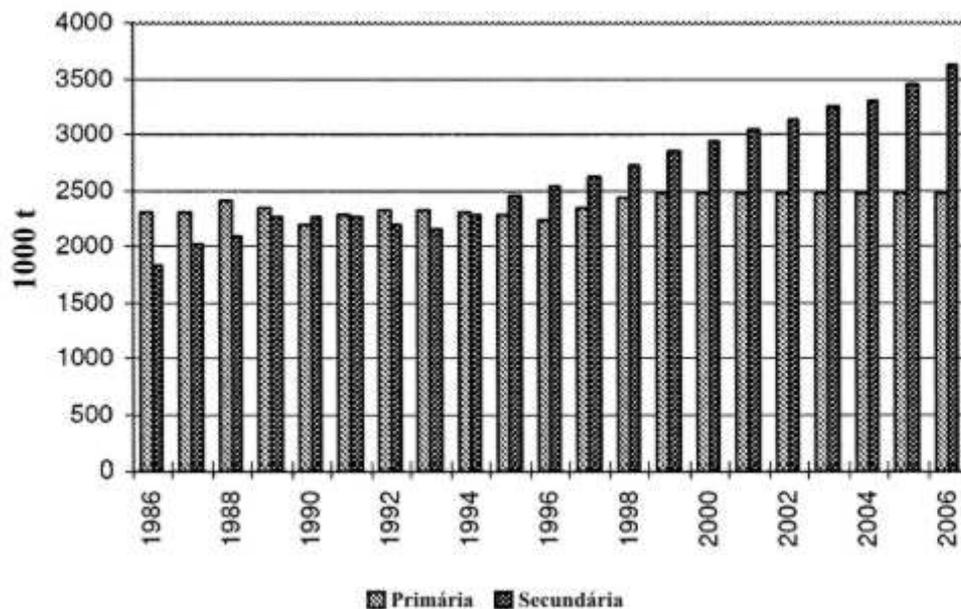
Em 2007 a produção de chumbo secundário atingiu 142.450 toneladas (ver Tabela a seguir).

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE CHUMBO – 1988 - 2007

ANOS	CONCENTRADO	METAL PRIMÁRIO	METAL SECUNDÁRIO
1988	24.257	29.501	58.681
1989	21.913	32.522	53.295
1990	14.401	30.118	45.330
1991	12.187	22.300	42.000
1992	6.694	2.509	38.300
1993	2.062	1.293	47.027
1994	1.329	806	60.000
1995	11.612	5.690	65.000
1996	13.157	-	45.000
1997	14.298	-	45.500
1998	13.394	-	45.000
1999	16.319	-	45.000
2000	13.382	-	50.000
2001	14.779	-	47.000
2002	12.865	-	50.000
2003	15.667	-	50.000
2004	21.338	-	52.000
2005	23.016	-	104.904
2006	25.764	-	142.653
2007	24.574	-	142.450

Fonte: Sumário Mineral 2008 – Dnpm

Comparação entre a obtenção de chumbo por extração mineral e por reciclagem (WINCKEL E RICE, 1998).



A RECICLAGEM DO CHUMBO

No início dos anos 90 cerca de 47% da produção mundial de chumbo procedia da fundição de chumbo secundário e no final dos anos 90, já era de 60%. A principal fonte de matéria-prima para a reciclagem e obtenção do chumbo metálico é a bateria ácida. Essas baterias são utilizadas em automóveis há mais de cem anos.

Esse é o metal mais reciclado pela indústria no mundo, sendo que cerca de 80% de todo o chumbo produzido no mundo é usado na fabricação de baterias automotivas, e mais de 95% das baterias usadas nos Estados Unidos e Europa são recicladas.

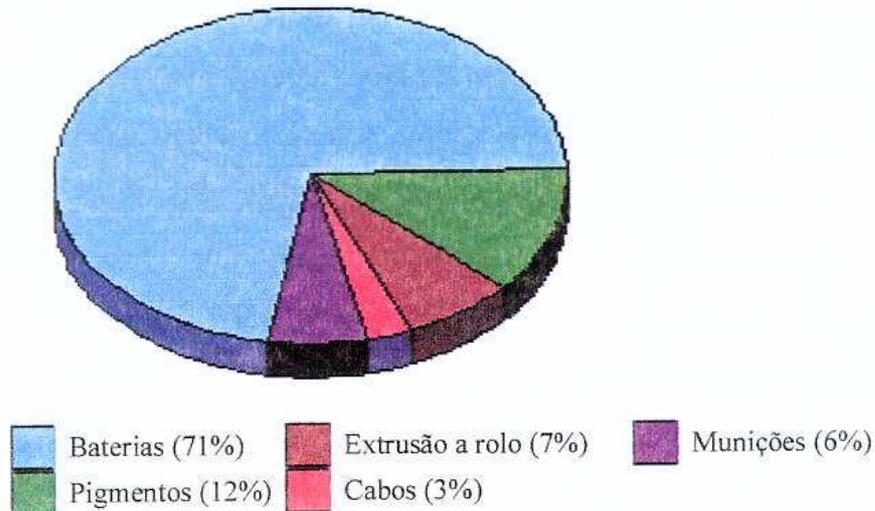
Observa-se que a partir de 1999 a produção primária estacionou, e que a produção de origem secundária vêm crescendo desde 1994. No ano de 1990 a produção secundária superou a produção primária pela primeira vez, e, a partir de 1995, assumiu definitivamente a liderança na produção mundial.

Para ilustrar essa mudança em aspectos econômicos, segundo a London Metals Exchange, o chumbo estava cotado em 1992 a US\$ 623/t, passando após um ano ao valor de US\$ 375/t, e já ao final daquela década o valor já havia alçado os patamares de 1992.

Essas grandes mudanças têm como possíveis causas; a diminuição na produção primária pelo fechamento de antigas jazidas, e a abertura de jazidas novas mas, estas, com teores de chumbo menores; um conseqüente aumento produção de origem secundária, que processam diretamente as sucatas que contém chumbo, e o emergente desenvolvimento da China que, além de ser o maior produtor de chumbo primário, é atualmente um dos maiores consumidores assim como os EUA.

Outro fato que afetou o mercado de chumbo no final da década passada, foi o boom da indústria de telecomunicações, com a crescente demanda por energia portátil. Dentre as possíveis causas para a mudança na demanda principalmente o aumento no número de veículos no planeta., sendo que o uso do chumbo continua a ser dominado pela manufatura de baterias (ver gráfico abaixo), tanto para uso automotivo, como industrial, representando algo em torno de 75%, contra os 60% nos anos da década de 1990.

USOS DO CHUMBO



FONTE Ilgsz 2001

O chumbo tem sido um importante metal para a sociedade humana por milhares de anos. Sua produção e consumo, que mostraram um primeiro pico durante o império romano, aumentaram significativamente a partir da revolução industrial. Assim como os usos, os efeitos nocivos do metal também são vários e conhecidos desde a antiguidade. Contudo, em função do conjunto de características físico-químicas que apresenta, sua utilização ainda se faz imprescindível para a manutenção dos benefícios e confortos alcançados pela sociedade moderna.

As principais fontes de exposição humana ao chumbo incluem: o uso de gasolina aditivada com compostos orgânicos do metal; atividades industriais como mineração, fusão e refino; a queima de carvão mineral; a produção e uso de tintas com pigmentos a base de chumbo; tubulações para água, soldas em latas de alimentos; esmaltação de cerâmicas; cosméticos, e a produção, acondicionamento e disposição de baterias automotivas.

Devido aos reflexos da exposição ao chumbo, muitos países proibiram o uso de vários produtos contendo o metal e adotaram medidas para combater a exposição associada a grandes fontes de emissão. A tendência atual é eliminar ou restringir o seu uso naquelas finalidades para as quais existem substitutos viáveis, como no caso de pigmentos para tintas, estabilizantes de plásticos e aditivos para gasolinas, entre outros.

Na fabricação de acumuladores elétricos automotivos e na indústria eletroeletrônica, principalmente na área de telecomunicações, o chumbo ainda continua indispensável. Para estas finalidades não há substitutos economicamente viáveis a médio prazo, o que implica dizer que ele ainda continuará sendo utilizado no próximo século.

Desde sempre reciclou-se o chumbo por razões exclusivamente econômicas, em função da facilidade/custo do processo e da escassez de recursos minerais em determinadas regiões do mundo. Hoje, a principal razão para reciclar o chumbo é o interesse em reduzir ao máximo os riscos da exposição ao metal. A vantagem econômica da reciclagem associa-se, assim, à necessidade imperiosa da proteção ambiental e da saúde pública.

A maior parcela do chumbo atualmente consumido no mundo destina-se à fabricação de acumuladores elétricos para diferentes fins. As baterias chumbo-ácido são universalmente utilizadas como fonte de energia em veículos automotores, em sistema contínuo de fornecimento de energia elétrica, e em produtos eletrônicos de consumo em geral. Quando essas baterias chegam ao final de

sua vida útil devem ser coletadas e enviadas para unidades de fundição secundária para recuperação e reciclagem de seus constituintes. Esta providência garante que seus componentes perigosos (metais e ácido) fiquem afastados de aterros e de incineradores de lixo urbano e que o material recuperado possa ser utilizado na produção de novos bens de consumo. Todos os constituintes de uma bateria chumbo-ácido apresentam potencial para reciclagem. Uma bateria que tenha sido imprópriamente disposta, ou seja, não reciclada, representa uma importante perda de recursos econômicos, ambientais e energéticos, e a imposição de um risco desnecessário ao meio ambiente e seus ocupantes. As melhores estimativas indicam que cerca de 200 milhões de baterias automotivas chumbo-ácido saem anualmente de serviço em todo o mundo. Isto representa cerca de 2 milhões de toneladas de chumbo passíveis de retornar ao circuito das matérias primas (ver a seguir estatísticas mundiais¹⁶ sobre recuperação de chumbo secundário).

¹⁶ Conforme o Monthly bulletin of the International Lead and Zinc Study Group (2006)

Lead: Western World: Recovery of Secondary Lead

Plomb: Monde occidental: Récupération de Plomb Secondaire

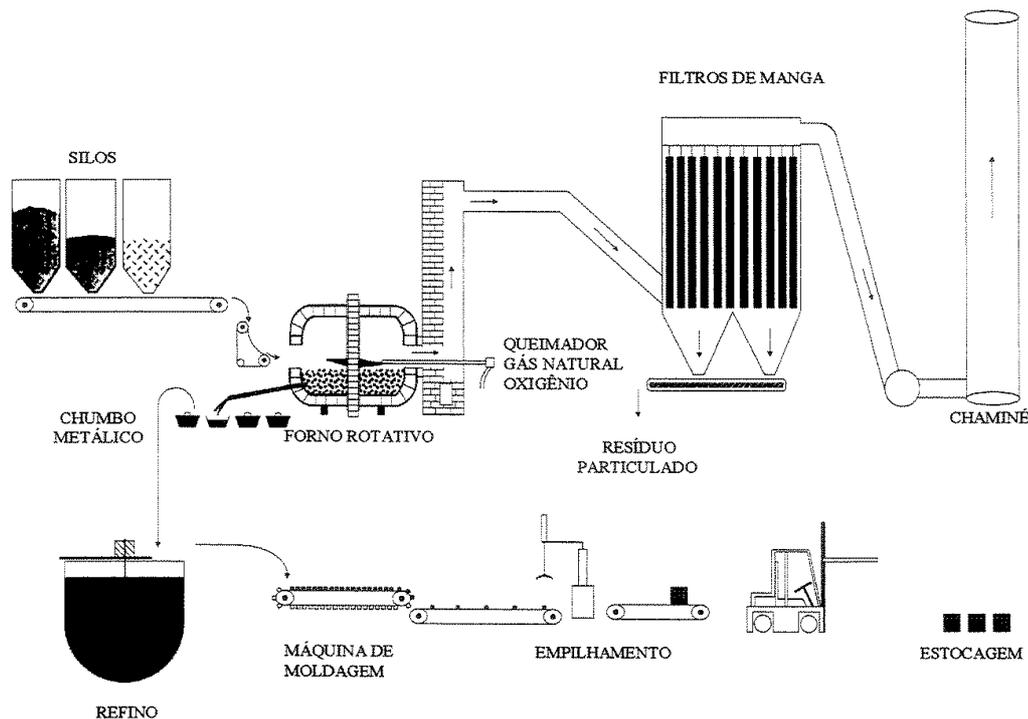
Thousand tonnes

	Annual Totals:				Year to Date:		Quarterly Totals:					
	2002	2003	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
					Jan-Dec		Jul-Sep	Oct-Dec	Jan-Mar	Apr-Jun	Jul-Sep	Oct-Dec
Refined Lead and Lead Alloys:*												
Europe	1,019	936	968	982	968	982	233	248	260	254	231	238
Austria	21	18	24	22	24	22	6	6	6	6	5	5
Belgium	88	65	62	84	62	84	16	16	21	21	21	21
France	121	94	104	92	104	92	20	28	26	24	18	24
Germany	237	225	277	262	277	262	67	72	71	69	63	60
Greece	5	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1
Ireland	7	9	20	22	20	22	5	5	5	5	5	5
Italy	155	166	162	155	162	155	41	40	43	43	35	35
Macedonia	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Netherlands	18	17	17	17	17	17	4	4	4	4	4	4
Portugal	4	4	4	3	4	3	1	1	1	1	1	1
Slovenia	13	14	15	15	15	15	4	4	4	4	4	4
Spain	116	102	105	110	105	110	28	27	28	28	28	27
Sweden	47	52	45	46	45	46	9	12	13	11	9	13
Switzerland	9	8	9	8	9	8	2	2	2	2	2	2
United Kingdom	175	158	120	143	120	143	30	30	36	36	36	36
Africa	76	80	78	81	78	81	21	18	20	20	20	20
Algeria	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2
Kenya	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Morocco	4	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
Nigeria	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
South Africa	61	65	64	67	64	67	18	15	16	16	17	17
Zambia	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Zimbabwe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
America	1,438	1,476	1,492	1,503	1,492	1,503	373	376	383	374	361	386
Argentina	33	30	48	50	48	50	12	12	12	12	12	12
Brazil	37	35	38	44	38	44	10	9	10	10	12	12
Canada	115	105	110	119	110	119	25	32	32	32	22	33
Colombia	9	9	9	9	9	9	2	2	2	2	2	2
El Salvador	8	8	10	10	10	10	2	2	3	3	2	2
Mexico	106	110	110	110	110	110	28	27	28	28	28	27
United States	1,102	1,147	1,131	1,127	1,131	1,127	285	282	287	279	273	287
Venezuela	28	32	35	35	35	35	9	9	9	9	9	9
Asia	535	577	605	626	605	626	148	154	155	159	153	160
India	35	30	28	35	28	35	7	7	9	9	9	9
Indonesia	17	18	20	18	20	18	5	5	5	5	5	5
Iran	30	32	32	36	32	36	8	8	8	8	10	10
Israel	22	25	27	28	27	28	7	7	7	7	7	7
Japan	178	190	189	174	189	174	43	46	44	48	38	45
Korea Rep	64	60	70	73	70	73	17	17	18	18	18	18
Malaysia	40	57	54	71	54	71	15	15	16	16	19	19
Pakistan	2	2	2	2	2	2	1	0	1	1	1	0
Philippines	26	27	29	30	29	30	7	7	8	8	8	8
Saudi Arabia	17	25	32	36	32	36	8	8	9	9	9	9
Sri Lanka	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Taiwan, China	55	56	56	55	56	55	14	14	14	14	14	14
Thailand	40	46	57	60	57	60	14	17	15	15	15	15
Turkey	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2
United Arab Emirates	2	2	2	2	2	2	1	0	1	1	1	0
Oceania	43	46	50	46	50	46	13	12	11	11	13	11
Australia	34	38	42	39	42	39	11	10	9	9	11	9
New Zealand	9	8	8	7	8	7	2	2	2	2	2	2
Total	3110	3115	3192	3239	3192	3239	789	809	828	817	778	815

* Refined lead and lead alloys (lead content) produced from secondary materials (scraps, wastes and residues).

As produções primária e secundária constituem as duas fontes de chumbo refinado. No geral, a produção secundária é mais volátil do que a produção primária. Devido aos processos de produção e à oferta de matérias primas, flutuações na demanda de chumbo (preço) afetam muito mais os produtores secundários do que os primários. A fundição secundária, responsável por mais de 50% da produção total de chumbo, é fortemente dependente da disponibilidade de baterias automotivas como fonte de matéria-prima. (ver abaixo o esquema de redução de chumbo secundário).

Esquema de redução do chumbo secundário



FONTE: JOLLY E RHIN (1994)

Com os ditames da Convenção da Basileia o comércio internacional de sucata de chumbo na forma de baterias exaustas foi sensivelmente afetado, com fortes reflexos econômicos em muitos países não produtores de chumbo primário como é o caso do Brasil. Os impactos decorrentes das decisões da convenção devem ser cuidadosamente analisados para validar se os eventuais benefícios ambientais auferidos superam as desvantagens de outras ordens delas decorrentes como o fechamento de empresas, o aumento nas importações de matérias primas mais caras e a perda da competitividade do produto nacional.

Estaria a solução do problema da exposição ambiental ao chumbo ligada somente à proibição da importação de sucata na forma de baterias exaustas, pós ou lamas, ou melhor estaria na proposição e implementação de políticas regulamentadoras da produção, recuperação e reciclagem do metal e dos produtos que o contém? Na ausência de respostas definitivas para estas e outras questões, e pela importância de que se reveste o assunto, torna-se mister uma análise da conjuntura econômica e ambiental da produção secundária do chumbo e o estudo de alternativas que permitam a continuidade da atividade e a minimização de seus impactos sobre a saúde do homem e do meio ambiente. Em outras palavras, a busca por subsídios para uma produção econômica e ambientalmente saudável.

Os maiores consumidores de chumbo são as empresas que produzem baterias, e para eles a indústria do chumbo tem aumentado sua dependência dessas indústrias, representando no ano de 1998 algo em torno de 70% do consumo desse metal no mundo ocidental, comparado com os 60% no ano de 1986, e estimam que no ano de 2006 a indústria de bateria representará 77% da demanda de chumbo no mundo ocidental. (ver Gráfico).

Conforme TENÓRIO¹⁷, ”analogamente ao alumínio a indústria de reciclagem de chumbo é bastante antiga no Brasil, entretanto a consolidação da mesma não se faz de forma tão efetiva, devido principalmente à baixa concentração de chumbo nos minérios brasileiros a partir de 1995 a produção de chumbo primário foi extinta.

Neste contexto, a sucata de baterias é um material estratégico para a indústria de baterias no Brasil. A Convenção de Genebra proíbe a exportação de lixos perigosos, incluindo-se aí sucatas de baterias. Para um país como o nosso isso significa que para aumentarmos nossa produção, somos obrigados a importar chumbo refinado (primário ou secundário). Apesar de contarmos com instalações de reciclagem, por força desta Convenção, elas praticamente são impedidas de reciclar sucata internacional. Com isto, o custo da matéria prima se torna mais elevado, e nossa competitividade de exportação é diminuída.

A demanda de chumbo continuou crescendo, principalmente devido ao aumento de indústrias do setor automotivo. Ou seja, a demanda por materiais, que corresponde a cerca de 70% do consumo de chumbo continuou aumentando.

A interrupção da produção primária associada ao aumento da demanda tornaram o mercado de chumbo primário bastante propício à partir da Segunda metade da década de 90. Assim muitas empresas surgiram no setor.

Por outro lado, houve uma maior fiscalização por parte dos órgãos ambientais com relação às empresas do setor. Entretanto o setor possui empresas de diferentes tamanhos, variando entre médias e pequenas empresas. As pequenas empresas normalmente possuem piores condições de equipamentos de processamento e de controle ambiental, entretanto são mais difíceis de serem fiscalizadas pelos órgãos ambientais. Assim existe uma competição desigual neste setor.

Como não existe a produção de metal primário desde 95 e sendo o montante de sucatas de baterias restrito, a demanda interna só poderia ser suprida com a importação de matéria prima. No caso dos secundaristas a matéria prima é composta de baterias. Havia no país uma capacidade instalada, na metalurgia secundária do chumbo, compatível com a demanda interna

Entretanto, após o Brasil se tornar integrante da Convenção da Basiléia em 97 a entrada de baterias no país ficou impedida. Segundo a Convenção da Basiléia não é permitido o intercâmbio de resíduos perigosos entre países, sendo que as baterias automotivas de chumbo consideradas resíduos.

Portanto bastante recentemente houveram muitas turbulências no mercado, causadas pela falta de oferta de matéria prima comparada com a demanda e com a capacidade instalada e além disso existe uma competição desigual em termos de atendimento às exigências ambientais.

As sucatas de chumbo utilizadas na reciclagem são classificadas em três categorias principais:

- Baterias de chumbo-ácido,
- Subprodutos, tais como: drosses de processos de refusão e banhos de chumbo de tratamento térmico, e
- Sucatas: tubos, laminados e peças de chumbo em geral.

As baterias constituem acima de 90% da matéria prima para a reciclagem de chumbo.

A sequência de etapas de reciclagem normalmente é composta pela separação da carcaça plástica (com martelo ou serra), remoção do ácido, flotação e redução do conteúdo da bateria.

¹⁷ op.cit.p.109

Baterias de chumbo-ácido são conjuntos de acumuladores elétricos recarregáveis, interligados convenientemente, construídos e utilizados para receber, armazenar e liberar energia elétrica por meio de reações químicas envolvendo chumbo e ácido sulfúrico .

A maior parcela do chumbo atualmente consumido no mundo destina-se à fabricação de acumuladores elétricos para diferentes fins. As baterias chumbo-ácido são universalmente utilizadas como fonte de energia em veículos automotores, em sistema de fornecimento de energia elétrica e em produtos de consumo em geral (Ver abaixo a composição média de uma bateria de chumbo ácido para automóveis). Quando essas baterias chegam ao final de sua vida útil devem ser coletadas e enviadas para unidades de recuperação e reciclagem. Esta providência garante que seus componentes perigosos (metais e ácido) fiquem afastados de aterros e de incineradores de lixo urbano e que o material recuperado possa ser utilizado na produção de novos bens de consumo. Todos os constituintes de uma bateria chumbo-ácido apresentam potencial para reciclagem. Uma bateria que tenha sido imprópriamente disposta, ou seja, não reciclada, representa uma importante perda de recursos econômicos, ambientais e energéticos e a imposição de um risco desnecessário ao meio ambiente e seus ocupantes.

Conforme FURTADO¹⁸ na Europa, apenas 6% das baterias são recicladas, anualmente, embora a meta seja alcançar 50% do total de baterias vendidas, para um sistema de coleta da ordem de 60% (Bélgica, Holanda e Suíça), 47-27% (Alemanha), mas limita-se a menos de 5% (Portugal, Espanha, Grécia, Itália, Irlanda e Reino Unido). Estes valores não diferenciam, por exemplo, a recarga de baterias secundárias feitas no interior das plantas e outras localidades de usuários dos dispositivos. O custo adicional anual, previsto, deverá ficar entre Euro\$1-2 por domicílio.

Assim como no caso geral de pilhas e baterias, existem dois métodos estudados para a reciclagem desse tipo de bateria um seguindo a rota pirometalúrgica e outro seguindo a rota hidrometalúrgica. Até o momento não foi possível o desenvolvimento de um processo economicamente viável utilizando a rota hidrometalúrgica. Assim, os processos de reciclagem atualmente empregados são baseados na rota pirometalúrgica de destilação do cádmio.

Composição média de uma bateria de chumbo-ácido para automóveis

Componentes	Massa (%)
Chumbo	61,2
Água	13,3
Acido sulfúrico puro	9,6
Caixa de polipropileno	8,2
Grelha metálica (Sb, Sn, As)	2,1
Polietileno (separadores)	2,0
Conexões (Cu)	0,3
Outros materiais (plásticos, papel, madeira, PVC)	3,3

Fonte: JOLLY e RHIN, 1994.

Apesar de serem constituídas por metais pesados perigosos as baterias de Ni-Cd são recicláveis. Já existem na Europa, Japão e EUA indústrias que reciclam esse tipo de bateria, a tabela 2 lista algumas dessas empresas.

¹⁸ João S. Furtado in “Baterias esgotadas: legislações & gestão” Relatório produzido para o MMA Ministério do Meio Ambiente do Brasil, Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Urbanos, Projeto de Redução de Riscos Ambientais Consultor para Organizações com Responsabilidade Socioambiental;

Em geral, os materiais produzidos na reciclagem dessas baterias são:

- cádmio com pureza superior à 99,95%, que é vendido para as empresas que produzem baterias e
- níquel e ferro utilizados na fabricação de aço inoxidável.

Na França isto é feito utilizando-se o processo SNAM–SAVAM e na Suécia utiliza-se o processo SAB-NIFE. Ambos processos fazem uso de um forno totalmente fechado, no qual o cádmio é destilado a uma temperatura entre 850 e 900oC conseguindo-se uma recuperação do cádmio com pureza superior à 99,95 %. O níquel é recuperado em fornos elétricos por fusão redução. A produção de óxido de cádmio em fornos abertos é descartada devido ao fato de se ter uma condição de trabalho extremamente insalubre.

Nos EUA a empresa INMETCO (International Metal Reclamation Company), que é uma subsidiária da INCO (The International Nickel Company), é a única empresa que tem a permissão de reciclar baterias de Ni-Cd utilizando processo a alta temperatura. Este processo está em operação desde dezembro de 1995. O processo utilizado pela INMETCO, assim como o SNAM-SAVAM e o SAB-NIFE, é baseado na destilação do cádmio. Nesse processo o níquel recuperado é utilizado pela indústria de aço inoxidável. O cádmio fica nos fumos misturado com zinco e chumbo, isso vai para uma outra empresa para posterior separação.

A reciclagem de baterias de Ni-Cd nem sempre se apresentou economicamente favorável devido à constante flutuação do preço do cádmio, assim ainda se estudam alternativas para a reciclagem visando melhorar os processos existentes ou ainda criar novos.

No Brasil uma empresa chamada SUZAQUIM anuncia que detém um processo para reciclagem de baterias de Ni-Cd, entretanto os autores deste trabalho não conhecem o processo empregado. Na Escola Politécnica os autores desenvolvem estudos há mais de 3 anos sobre reciclagem de pilhas e baterias usando diversas rotas. Os autores estão apresentando uma patente propondo um processo para reciclagem de pilhas e de baterias de Ni-Cd.

Para algumas baterias, não há condições para reciclagem – cujo entendimento parece estar mais bem representado por recuperação de materiais – por falta de tecnologia, logística e, com frequência, de escala econômica.

A razão principal para isso está no fato de que a inovação tecnológica clássica tem sido do tipo bottom line (resultado unicamente econômico), baseada no modelo de fim-detubo (end-of-pipe) e transferidora de externalidades para a sociedade em geral. A falta de previsão para reciclagem, durante a concepção do produto, e a aplicação

As baterias automotivas, estacionárias e tracionárias, contém chumbo na massa positiva, massa negativa, nas grelhas e conexões e ainda na solução eletrolítica de ácido sulfúrico; portanto, nas instalações, durante o uso das mesmas, no transporte, manutenção, armazenamento temporário e na disposição final, cuidados devem ser tomados para que não ocorra vazamento de chumbo e ácido sulfúrico que exponha os usuários e contamine o solo, ar e água. Se após o seu esgotamento energético essas baterias não forem segregadas e seu conteúdo reciclado, causarão ameaça ambiental significativa.

No Brasil o processo de redução é basicamente feito em fornos rotativos, fornos de cuba ou fornos de revérbero, com preponderância dos dois primeiros. O tratamento dos gases que saem do forno é feito com filtros de mangas. Ou seja, as tecnologias correntes são bastante convencionais, tanto para a reciclagem quanto para o tratamento dos efluentes.

Outro problema associado à organização da metalurgia secundária do chumbo está nos índices de coleta de sucata, se os mesmos fossem satisfatórios provavelmente toda a demanda interna de chumbo seria suprida. Portanto existe a necessidade da otimização do processo de coleta.”

COMPARAÇÃO ENTRE O CONSUMO DE CHUMBO DA INDÚSTRIA DE BATERIAS AUTOMOTIVAS E A PRODUÇÃO DE ORIGEM SECUNDÁRIA

As baterias de carros são recicladas em todo o mundo, mas em diferentes taxas, chegando a 95% nos países da União Européia e a 50% nos países menos desenvolvidos. O percentual de reciclagem de chumbo das baterias podem atingir a marca de 95%, entretanto no Brasil, a marca oscila entre 70% e 80%.

As vendas industriais de baterias automotivas atingem 12.000.000 de unidades/ano no Brasil, com faturamento de R\$ 700.000,00. A frota circulante de veículos automotivos é da ordem de 28.000.000 de unidades . Considerando que a vida útil de uma bateria é em média de 02 anos, anualmente seriam descartadas cerca de 14.000.000 de unidades. Considerando ainda que 20% são recondicionadas artesanalmente (leia-se reutilizadas) por pequenas oficinas auto-elétricas, - restariam 11 200 000 à disposição dos recuperadores. Levando-se em conta que, em média uma bateria contém 8Kg de chumbo e que o processo industrial de recuperação atingiria uma eficiência de 70%, - caso se adotasse sistema sério de reciclagem/recuperação de chumbo , o Brasil estaria apto a produzir 63 000 toneladas de chumbo secundário. Em 1999 conseguiu-se produzir apenas 38 400 toneladas. Depreende-se, portanto, que possa estar havendo grande descarte de baterias no meio ambiente, com graves riscos. Outra hipótese para esta inconsistência seria o grau de confiabilidade das estatísticas disponíveis. Essa dúvida somente poderá ser elucidada após a implementação de um sistema de identificação e rastreamento de todas as baterias que viessem a ser efetivamente comercializadas/recicladas no Brasil.

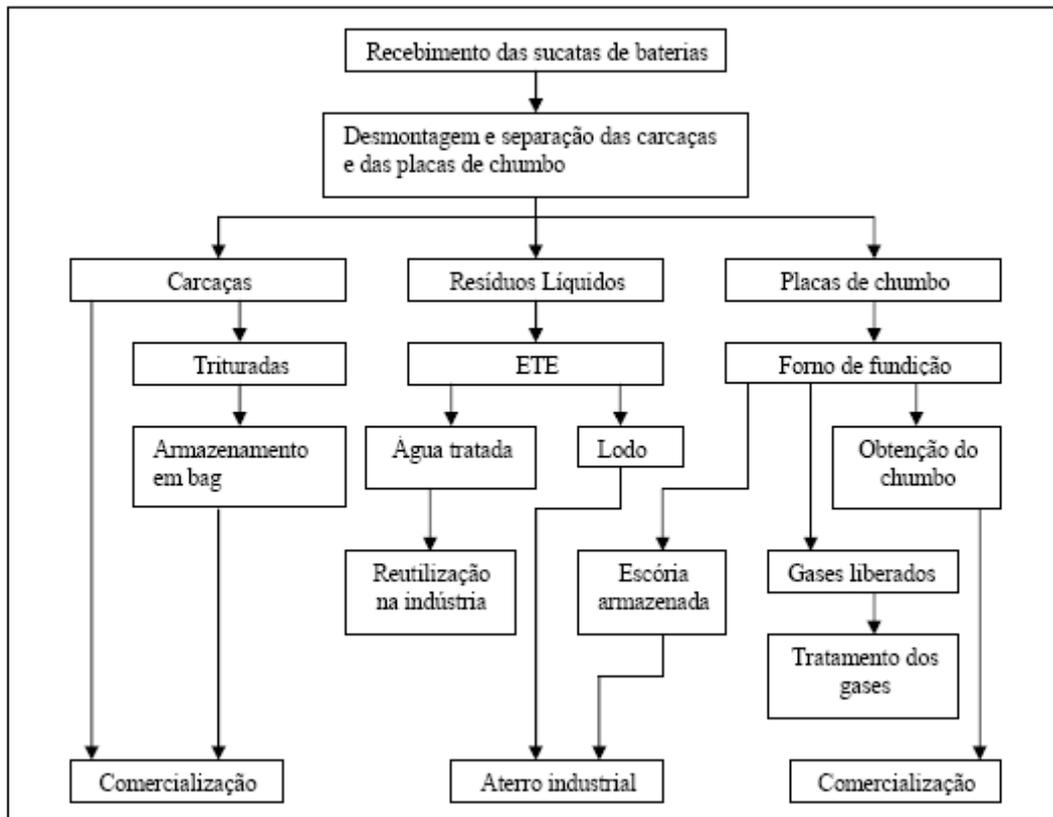
A reciclagem de chumbo no Brasil é importante tanto do ponto de vista econômico como comercial, uma vez que o país não possui jazida comercial do metal desde 1995, e se não reciclasse necessitaria de uma maior quantidade da matéria-prima importada, prejudicando a balança comercial brasileira.

A reciclagem do chumbo é uma simples operação que envolve equipamentos não sofisticados. A indústria de produção de chumbo secundário precisa de menos que 50% do capital de investimento que uma indústria de produção primária.

Diferentes técnicas de reutilização e reciclagem podem ser aplicadas para a recuperação do chumbo de sucatas e resíduos. A escolha da técnica está principalmente relacionada a quais tipos de materiais estão presentes no produto acabado (ver abaixo o processo industrial da reciclagem do chumbo de baterias automotivas, mostrando a produção e o destino final de cada seguimento de resíduos)¹⁹ ..

¹⁹ Conforme Roney Queiroz de Matos e Osmar Mendes Ferreira in “ RECUPERAÇÃO DE CHUMBO DE BATERIAS AUTOMOTIVAS, ANÁLISE DE RISCO DOS RESÍDUOS RESULTANTES” (2007).

Processo industrial da reciclagem do chumbo de baterias automotivas



Fonte: Matos E Ferreira²⁰

No caso das baterias automotivas, estas por serem constituídas basicamente por plásticos e chumbo, as técnicas de recuperação podem ser divididas em dois métodos. Um faz uso da bateria como recebida, usando grande parte da sua estrutura original, ocorrendo somente substituição de alguns componentes, e portanto, retornando-a ao uso original. O outro prega a completa separação dos componentes, que pode ser automatizada ou não, e refusão dos componentes com chumbo, para sua recuperação.

Uma típica sucata de bateria contém, aproximadamente, 32%Pb, 3%PbO, 17% PbO₂ e 36% PbSO₄, além de plásticos e componentes ácidos. A média de peso da pasta residual de uma bateria usada é de 6 kg, onde 19% é PbO₂, 60% PbSO₄, e 21%Pb.

A presença de grandes quantidades de PbSO₄ (sulfato de chumbo) gera vapores de dióxido de enxofre (SO₂) durante as operações de refusão nos processo pirometalúrgicos, causando graves problemas ambientais.

VIDA MÉDIA DE BATERIAS AUTOMOTIVAS

As evoluções tecnológicas no processo de produção de baterias automotivas permitiram reduzir a massa de chumbo por unidade fabricada e aumentar a vida útil do produto. Em 1986, o peso das baterias que até então estava por volta dos 19 quilos, caiu para 16 quilos; o chumbo contido que era de 11 quilos caiu 9. A vida útil aumentou em 11% entre 1977 e 1985. Hoje, são cerca de 8 quilos de chumbo por bateria. Sob condições ideais, uma bateria automotiva pode durar até 6 anos, mas em operação normal sua vida útil pode ficar bastante reduzida. Embora não haja estudos sistematizados sobre a vida útil de baterias em países em desenvolvimento, dados calcados

²⁰ Matos, R.Q. e FERREIRA,O.M - RECUPERAÇÃO DE CHUMBO DE BATERIAS AUTOMOTIVAS, ANÁLISE DE RISCO DOS RESÍDUOS RESULTANTES” ,Univ.Católica de Goiás, (2007).

nas pesquisas realizadas nos Estados Unidos pelo Battery Council International - BCI, fornecem indicações úteis sobre os fatores operacionais e ambientais que podem afetar a longevidade das baterias (BCI 1990 citado por RICH 1995, p.101). É sugerido que a vida útil de baterias na América Latina seja de 21 meses, 20 meses na África e Oriente Médio e 50 meses na Ásia e região do Pacífico, A Tabela abaixo oferece valores de vida útil de baterias. A Yuasa Battery Inc. realizou um estudo em 1989 identificando os fatores que poderiam afetar a vida útil das baterias automotivas incluindo aqueles relacionados com a tecnologia de produção (por exemplo espessura e composição das grelhas) e aqueles advindos das condições de operação. O clima foi colocado como um fator de grande importância, em particular pelas temperaturas extremas. Baterias falham mais sob altas temperaturas do que sob frio intenso Contudo, em climas frios as baterias são super requisitadas durante as partidas do motor. Se o sistema de ignição (carburação, injeção, velas, cabos etc.) não for corretamente mantido, exigirá longas descargas da bateria o que reduzirá sua vida útil. As más condições das vias de tráfego constituem outro fator que também influencia na vida da bateria (choque mecânico) assim como uma manutenção inadequada (quando requerida).

As entrevistas com revendedores das principais marcas de baterias fabricadas no Estado de São Paulo mostraram que as vendas aumentam sensivelmente no período de inverno na região sul - sudeste (São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e nos invernicos e se mantêm razoavelmente estáveis durante todo o ano nas demais regiões do país. Outro fato interessante apontado é que nos Estados ou regiões com vias de trânsito menos cuidadas as baterias resistem fisicamente menos. Foi mencionada também a má qualidade das baterias produzidas pelas pequenas fabricantes que, por trabalharem com matérias primas com maiores graus de contaminação e com processos tecnológicos menos desenvolvidos, produzem naturalmente equipamentos com vida útil menor. Mesmo sem estatísticas, as estimativas dos revendedores para a vida útil de baterias no Brasil variaram de 24 a 40 meses, dentro portanto do estimado pelo estudo da Yuasa Battery Inc.

Vida Útil Estimada para Baterias Automotivas em Diferentes Países e Regiões do Globo (em meses)

Europa Ocidental	64
Canadá	60
Japão	54
Austrália	37
Estados Unidos	36
Brasil	29
Índia	21
Coreia do Sul	19

Ponte: RICH. 1995.

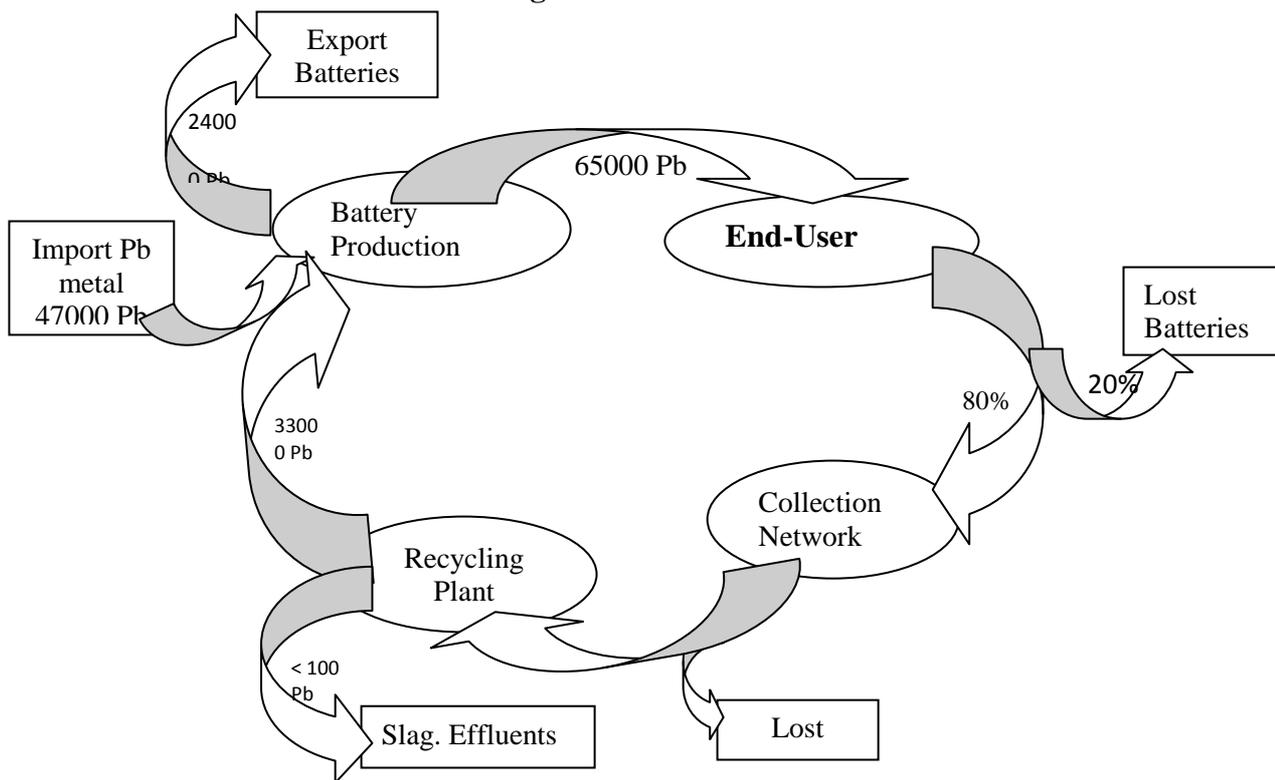
BATERIAS DE CHUMBO-ÁCIDO: PÓS CONSUMO

3

Ao final de sua vida útil uma bateria pode ser simplesmente descartada ou encaminhada para reciclagem. No primeiro caso perdem-se os valores materiais e energéticos que a compuseram obrigando a novas demandas de recursos ambientais Uma bateria que tenha sido imprópriamente disposta (isto é, não tenha sido reciclada) representa igualmente uma séria ameaça ecológica, considerando as substâncias tóxicas e corrosivas que a compõe. Pela reciclagem, ao mesmo tempo em que se evita que as baterias acabem em aterros bota-foras, ou em incineradores, promove-se a recuperação e reutilização de recursos não renováveis como metais (chumbo, aço, cobre) e petróleo (plásticos), além de evidente prevenção da poluição.

O ciclo de reciclagem é apresentado na figura a seguir:

Ciclo de reciclagem de baterias veiculares no Brasil



FONTE: Trouche V. (2003)

MATERIAIS RECICLÁVEIS NAS BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

As baterias de chumbo-ácido são compostas por uma fração orgânica, representada pela caixa de polipropileno (ou ebonite), bujões, tampa e separadores de placas, por uma fração inorgânica, representada pelos terminais de chumbo, conectores, placas positivas e negativas feitas e empastadas com sais e óxidos de chumbo e pelo eletrólito, uma solução diluída de ácido sulfúrico. Todos esses materiais são passíveis de reciclagem.

Os materiais e respectivas quantidades contidas em dois tipos padrão de baterias chumbo - ácido estão mostradas na tabela abaixo.

Materiais Recicláveis Presentes em Baterias Veiculares e Tracionárias de Chumbo - Ácido

Material Reciclável	Quantidade (Kg)	
	Baterias Veiculares ¹	Baterias Tracionárias ²
Chumbo	8,4	262,7
Plásticos	1,1	35,4
Eletrólito*	3,8	83,5
Aço		58,4
Cobre		1,7
Peso Total	13,3	441,7

1 – Bateria de 12V, 44Ah, 220A

2 – Baterias de 24V, 500Ah, DIN43 535

* parte desse eletrólito encontra-se livre, e parte incorporada aos eletrodos

Fonte: KIENE. 1995.

Uma composição percentual aproximada dos constituintes de baterias chumbo-ácido SLI, está mostrada na tabela abaixo. O quadro a seguir apresenta uma descrição dos principais componentes desse tipo de bateria

Composição Percentual Mais Provável de Baterias Chumbo - Ácido Tipo SLI

Componente	% em peso
Chumbo metálico	17
Sais e óxidos de chumbo	50
Plásticos	5
Ácido	24
Residuais (ebonite e separadores)	4
Total	100

Principais Componentes das Baterias de Chumbo-Ácido

Caixa: recipiente subdividido por paredes intermediárias, para alojar os elementos e o eletrólito de uma bateria.

Capacidade da bateria: quantidade de eletricidade que essa possa distribuir antes que a tensão desça abaixo do valor limite final para uma carga de 10 horas. A capacidade é expressa em ampéres/hora (Ah).

Carga: operação pela qual a energia elétrica fornecida por um sistema externo é convertida em energia química na bateria.

Conector: condutor destinado a interligar os terminais dos elementos de uma bateria.

Conector das Placas: condutor destinado a interligar as placas de um grupo.

Elemento: conjunto constituído de duas placas ou de dois grupos de placas positivas e negativas, isoladas entre si.

Eletrólito: condutor iônico que envolve as placas. O eletrólito consiste em uma solução de ácido sulfúrico 36% em peso, com uma gravidade específica de 1,270.

Espaçador: componente que assegura somente o espaçamento entre as placas.

Grupo de placas: conjunto de placas interligadas, de mesma polaridade.

Material Ativo: parte da placa que efetivamente participa das reações químicas ao passar a corrente elétrica.

Placa Positiva: placa da qual flui a corrente para o circuito externo quando a bateria está em descarga.

Placa Negativa: placa para qual flui a corrente elétrica quando a bateria está em descarga.

Polo: extremidade condutora que recebe a tensão total da bateria destinada a permitir a conexão a um circuito externo.

Separador: componente permeável ao eletrólito que evita o contato metálico entre as placas de polaridades opostas, e que assegura o espaçamento entre as mesmas.

Tampa única: peça destinada a fechar simultaneamente os recipientes dos acumuladores de uma bateria.

Tampão ou bujão: peça removível destinada a permitir o escape de gases e a verificação e manutenção do eletrólito.

Tensão nominal do acumulador: valor da tensão adotada em função de suas características eletroquímicas. Para o acumulador chumbo-ácido, a tensão nominal é 2 volts.

Tensão nominal da bateria: valor da tensão adotada em função do número de acumuladores ligados em série. As baterias empregadas nos carros geralmente tem seis elementos, gerando assim uma tensão de 12V.

Terminal: extremidade condutora do grupo de placas que permite a ligação com o grupo de placas adjacente, de polaridade oposta.

Devido ao excelente potencial que as baterias chumbo-ácido apresentam para reciclagem, elas são vistas como uma “commodity”, ficando sujeitas às mesmas pressões econômicas a que se sujeitam quaisquer outras “commodities”. Em tempos de bons preços para o chumbo no mercado mundial, a reciclagem de baterias opera bem. Quando o custo total da coleta, manuseio, armazenagem e transporte das baterias exaustas para reciclagem supera o valor de mercado do chumbo, o sistema entra em falência.

A indústria da sucata metálica de chumbo opera no mundo todo, com o preço do metal primário e os custos de transporte sendo os fatores determinantes para a sucata ser exportada ou comercializada no mercado interno. Tipicamente, o movimento da sucata é dos países industrializados há mais tempo, para aqueles em processo de industrialização, uma vez que estes últimos ainda não dispõem de acumulações suficientes de sucata nativa que lhes permitam operar suas indústrias da fundição secundária de forma econômica.

Como no caso de outros bens e “commodities”, o mercado de sucata metálica de chumbo atende ao vazio entre a demanda e o suprimento do metal. No início dos anos 1990 está diferença esteve em seu máximo nos países em rápido desenvolvimento do leste europeu, do sul e sudeste da Ásia, e da América Latina nomeadamente aqueles produtores /exportadores de veículos automotores declinando a partir do terceiro quartil da década em decorrência das crises econômicas na Ásia (1997) e Rússia (1998).

Do ponto de vista quantitativo, a disparidade entre o suprimento e a demanda por chumbo nesses países é resultante:

- da intensidade do crescimento material que experimentaram,
- da tendência irreversível para o uso de fontes secundárias e
- do estoque limitado de sucata que apresentam.

A reciclagem de baterias exaustas de chumbo-ácido não encontra fim em si própria, sendo realizada somente enquanto existir um motivador econômico para tal. Este motivador é o diferencial de preço existente entre o chumbo refinado produzido a partir de fontes secundárias e aquele obtido a partir de fontes primárias. O preço do metal na Bolsa de Metais de Londres - LME é o valor de referência a ser usado nessa situação, uma vez que é ali que os produtores de chumbo refinado, produzido de fontes primárias e secundárias, vendem seus produtos ao preço do dia, à vista, sem a necessidade de irem ao mercado aberto.

O padrão de pureza LME para os seus estoques de chumbo é de 99,97%. Estes 0,03% remanescentes são de certa forma problemáticos por tratarem de impurezas inespecíficas, impedindo que este chumbo seja utilizado diretamente pela indústria de baterias, principalmente no que diz respeito à produção de óxidos. O chumbo primário é normalmente refinado a 99,985 ou 99,99% de pureza. Além disso as impurezas remanescentes são conhecidas ou previsíveis, o que faz o seu controle fácil de programar e implantar. Para levar o chumbo em estoque na LME ao nível de pureza do refinado primário estima-se um custo de 100 a 150 dólares por tonelada, dentro do que pode ser chamado de “preço extra de refino”. Além deste custo extra, existem outros relativos à liberação do armazém, transporte, embarque, taxas de importação, que vão se somar ao preço base para formar o preço final da tonelada de chumbo refinado. Para se obter lucro com a reciclagem do chumbo de baterias, o preço de referência seria de 700 a 750 dólares por tonelada (preço base LME + custo extra de refino + custos de frete, taxas e impostos).

Contudo, nestes últimos tempos, o custo extra de refino foi reduzido de forma sensível, em função da PASMINGO, a maior produtora de chumbo primário do mundo, colocar no mercado uma enorme quantidade de chumbo primário de sua planta em Port Pirie - Austrália. Este fato levou a uma queda no custo extra do chumbo de alta pureza fazendo com que a diferença de preço do chumbo 99,99% PASMINGO e o preço LME ficasse ao redor dos US\$ 10/t, no início de 1999.

Com isso, o preço de referência para chumbo importado de alta pureza ajustou-se ao redor dos US\$ 650/t. Este é o valor contra o qual a rentabilidade da reciclagem de baterias deve ser analisada, nos dias de hoje, no Brasil²¹.

Do ponto de vista ambiental, a reciclagem de baterias traz uma série de vantagens, além da óbvia prevenção da poluição ambiental que promove:

- a) extensão na vida do recurso mineral** (embora as reservas mundiais de chumbo sejam adequadas dentro de um futuro previsível, elas não são ilimitadas. No Brasil inexistem atualmente.);
- b) redução nos custos dos produtos finais** (matérias primas secundárias são mais baratas do que as primárias, barateando o preço das baterias);
- c) redução na dependência de fontes externas** (em bases nacionais. chumbo secundário produzido a partir de sucata interna reduz a necessidade de importação de produtos primários e secundários);
- d) conservação de energia** (a produção primária do chumbo é muito mais intensiva em energia do que a secundária²². Além disso, boa parte do chumbo contido nas baterias está em forma metálica. requerendo pequena quantidade de energia para retorná-lo à condição comercial);
- e) redução de impactos ambientais e do espaço necessário para disposição final de rejeitos** (produtos obsoletos são geralmente dispostos em aterros. O processo de reciclagem das baterias evita a disposição nestes aterros, aumentando sua vida útil e reduzindo a probabilidade de contaminação ambiental pela dispersão dos metais contidos);
- f) aumento na disponibilidade de co-produtos** (a reciclagem do chumbo contido nas baterias permite também a reciclagem de outros elementos como o antimônio, estanho e cobre);
- g) aumento nas oportunidades de emprego** (a coleta, seleção, transporte, e processamento de baterias criam numerosas oportunidades de emprego).

A reciclagem de baterias também apresenta riscos e desvantagens. Se mais recursos são consumidos na coleta, transporte e reprocessamento de baterias automotivas do que na produção primária da mesma quantidade de chumbo, os benefícios da reciclagem desaparecem. Igualmente, a reciclagem perde sentido se a recuperação e reprocessamento de materiais secundários gerarem emissões maiores e mais perigosas do que a produção primária. Como qualquer outro processo de transformação da matéria, a reciclagem de baterias está sujeita aos princípios estabelecidos pela termodinâmica, conforme já apontado em capítulo anterior. Dentro deste contexto, é válido afirmar que:

- a) as transformações de matérias primas em produtos de consumo geram resíduos e emissões;
- b) que os produtos de consumo serão inevitavelmente transformados em resíduos;
- c) que o controle das emissões demanda novas quantidades de matéria e energia e gera novas emissões;
- d) que os requisitos de energia para manutenção desses processos derivam de transformações da matéria e da energia e geram emissões.

Dessa forma, a reciclagem de baterias constitui também fonte potencial significativa de poluição ambiental e, como tal, deve ser encarada e gerenciada.

²¹ Nas primeiras semanas de abril de 2000, o preço do chumbo no mercado de Londres chegou aos US\$ 420,00 reduzindo, mesmo que momentaneamente, o valor de referência de US\$ 650,00 para cerca de US\$ 500,00

²² Chumbo primário requer cerca de 40 gigajoules por tonelada para beneficiamento e refino. O chumbo secundário demanda, em média, 8 gigajoules por tonelada para produção (HENSTOCK, 1996)

Considerando que uma parcela bastante significativa da produção mundial de chumbo é destinada à produção de baterias, conforme procura mostrar-se na Tabela a seguir, sua reciclagem é um importante passo na redução da exposição ambiental ao metal.

A **taxa de reciclagem** das baterias chumbo-ácido é uma indicação, embora pouco acurada, de quanto desse chumbo deixa de ser descartado em correntes residuais, por unidade de tempo. Essa taxa compara o número de baterias consideradas disponíveis para reciclagem em um determinado ano, com a quantidade de chumbo secundário produzido naquele mesmo ano. Trata-se de uma estimativa totalmente dependente de fatores como:

- a) que baterias estarão incluídas nos cálculos;
- b) as flutuações anuais na venda de baterias;
- c) as diferenças de vida útil das diferentes baterias;
- d) a importação e exportação de baterias e sucata de chumbo.

Conforme mencionado, a taxa de reciclagem de baterias nos Estados Unidos em 1996 foi de 96,5%. Mesmo sendo um valor bastante expressivo a USEPA pretende aumentá-lo ainda mais, dentro de sua estratégia de redução à exposição ao chumbo. De acordo com KIEHNE (1995), as taxas de retorno de baterias automotivas exaustas em países da Comunidade Européia, em 1994, era da ordem de 95%. Se estratégias para reciclagem fossem adotadas por todos os países do mundo, uma significativa parte do problema ambiental do chumbo estaria equacionada, uma vez que as atenções de controle ficariam concentradas somente em pontos específicos da cadeia de reciclagem, que são infinitamente menores em número do que os atuais locais de armazenamento, recondicionamento e/ou descarte atualmente existentes.

Porcentagem do Consumo e Quantidades Equivalentes de chumbo dedicadas à produção de Baterias em países selecionados da Europa, no ano de 1993.

País	%	Quantidade (10 ⁶ t)
Reino Unido	33	0,1
Alemanha	58	0,2
Estados Unidos	78	1,1

Fonte: Adaptado de HENSTOCK, 1996.

No Brasil, a indústria de baterias representa 84% do consumo nacional de chumbo (ICZ, 1997). Em 1996 foram produzidas 11.116.000 unidades, em 1997 11.490.000, e em 1998 11.860.000 de baterias (ABINEE, 1999). Apesar da existência de estatísticas confiáveis a respeito, estima-se que a taxa nacional de reciclagem esteja ao redor dos 80%. Esta estimativa é feita com base na frota de veículos no País e em taxas regionais de reciclagem e de recondicionamento de baterias. Com esses números calcula-se que algo como 2 a 2,3 milhões de baterias (16 a 18 mil toneladas de chumbo) estão sendo estocadas, recondicionadas, dispostas inadequadamente ou mesmo perdidas, por ano, no Brasil. São números alarmantes, considerando a potencialidade de contaminação ambiental por metais e ácido e o fato do país ser importador de chumbo.

Nos Estados Unidos, dados do USGS²³, que podem ser vistos na Tabela abaixo, indicam que a porcentagem de chumbo reciclado foi de 73%, em 2006.

Year	Quantity of metal (metric tons)			Apparent supply ⁵	Percentage recycled
	Recycled from new scrap ²	Recycled from old scrap ³	Recycled ⁴		
<u>Lead:¹¹</u>					
2002	42,600	1,070,000	1,120,000	1,540,000	81.2
2003	19,300	1,120,000	1,140,000	1,520,000	77.4
2004	12,900	1,110,000	1,130,000	1,460,000	77.3
2005	14,200 [*]	1,130,000	1,140,000	1,510,000 [*]	75.9 [*]
2006	13,500	1,140,000	1,150,000	1,570,000	73.1

FONTE: USGS-2008

A CADEIA DA RECICLAGEM

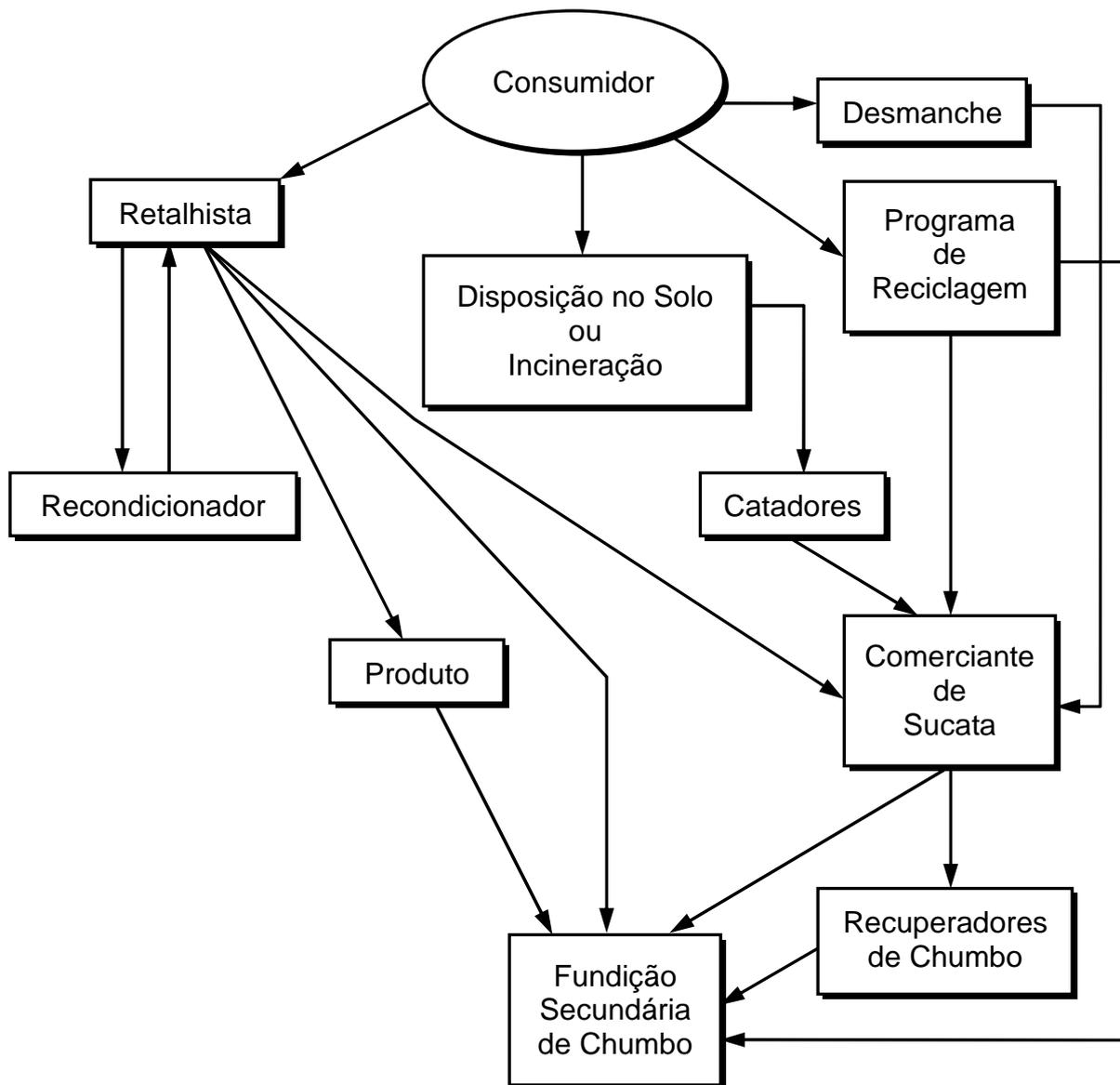
A cadeia de reciclagem de baterias representa o processo pelo qual uma bateria automotiva exausta pode ser transferida do consumidor (ponto inicial), até a fundição secundária de chumbo (ponto final), passando pelos diversos intermediários. A perfeita compreensão dessa seqüência é importante na mudança ou no reforço de comportamentos e situações necessários para obter e manter uma elevada taxa de reciclagem. Na Figura a seguir, construída a partir de referências bibliográfica e das entrevistas realizadas com profissionais atuando na área, procura esquematizar esse processo.

Embora o preço de mercado do chumbo possa ser considerado o fator mais significativo influenciando as taxas de reciclagem, outros fatores também têm forte interferência como:

- tamanho do país;
- localização dos centros de produção, consumo e reprocessamento (a distribuição das baterias pelo país);
- perfil do consumidor;
- facilidade de transporte;
- comportamento de retalhistas, atacadistas e produtores de baterias.

O Brasil, com suas dimensões continentais, enfrenta problemas especiais com as distâncias a percorrer entre os pontos de geração das baterias usadas e os pontos de reprocessamento. Uma bateria descartada no Acre, por exemplo, dificilmente será enviada para reciclagem em Pernambuco, São Paulo ou Paraná. O mais provável é que sofra recondiçãoamento, ou que seja armazenada indefinidamente, ou ainda que seja descartada juntamente com o lixo da região, reduzindo as taxas de reciclagem e aumentando o potencial de impacto ambiental.

²³ 2006 Minerals Yearbook Recycling Metals,pg.61.2, junho 2008;



A Cadeia de Reciclagem e seus Principais Atores

CONSUMIDORES

Como primeiro ponto da cadeia de reciclagem, os consumidores têm a responsabilidade inicial de reciclar suas baterias automotivas. Se eles decidirem por não participar da reciclagem, poderão mantê-las em casa ou simplesmente jogá-las no lixo ou em terrenos baldios, atrasando sua entrada na cadeia de reciclagem por muito tempo ou permanentemente.

Nos EUA, estudo realizado pelo BCI em 1990, estimou que cerca de 40.000.000 de baterias eram mantidas em casa por seus donos, que não sabiam que as baterias eram recicláveis (USEPA, 19924). Efetivamente, essa situação é muito diferente nos dias de hoje, mas serve de indicação para extrapolações para outros países onde a reciclagem de baterias ainda não é uma atividade totalmente conhecida ou praticada de forma organizada.

Embora no Brasil não existam estudos similares, é fato constatado a acumulação de baterias usadas em órgãos públicos, indústrias, empresas de transporte, que aguardam por uma venda positiva desse material para dar baixa em seus inventários de inservíveis. É comum também, nas vendas de sucatas metálicas, a inclusão de baterias para ganho de peso, transferindo para os sucateiros a missão de dispô-las. A presença de baterias automotivas em aterros oficializados é rara. Em lixões e em bota-fora de grandes centros urbanos são recolhidas por catadores, que as vendem aos sucateiros.

Em países com programas oficiais (ou oficiosos como o Brasil) de reciclagem de baterias implementados, o consumidor que desejar reciclar sua bateria automotiva terá à sua disposição basicamente dois pontos de coleta onde poderá deixá-la

- a) Os pontos de venda (varejistas ou retalhistas) que aceitam as baterias usadas, incluindo: auto-elétricos, revendas autorizadas de baterias, mecânicas de automóveis, alguns postos de serviço, supermercados e varejistas de autopeças;
- b) Os pontos oficiais de programas de reciclagem (quando existirem).

Os desmanches de veículos representam uma alternativa indireta, uma vez que a bateria vai junto com o veículo. As baterias neles coletadas são comercializadas para reciclagem, via cadeia de intermediários.

Na maioria dos países, o sistema de reciclagem funciona bastante bem dentro dos grandes centros e próximos a eles, onde o comércio de sucata é mais ativo e organizado. Fora, a responsabilidade pela coleta de baterias fica por conta de catadores com algum contato comercial com intermediários. Nesse caso a eficiência de coleta cai.

Existe ainda a possibilidade do consumidor preferir, ou ser obrigado a efetuar pessoalmente a troca de sua bateria automotiva. Nesse caso a destinação das baterias irá depender exclusivamente da motivação e da capacidade do consumidor em retorná-la. .

PRIMEIROS INTERMEDIÁRIOS

Muitas revendas de baterias (retalhistas) aceitam voluntariamente e até mesmo oferecem incentivos por baterias usadas. Nos Estados Unidos, em muitos Estados, são obrigadas por lei a receber as baterias usadas ao procederem a venda de uma nova. No Brasil, a partir da Resolução CONAMA 257, de junho de 1999, os consumidores retornarão (não é uma ação compulsória) suas baterias usadas aos pontos de distribuição, fabricantes ou importadores, para que estes, obrigatoriamente, procedam a reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final dessas baterias de forma ambientalmente saudável.

Os varejistas quando recebem as baterias usadas de volta normalmente as comercializam com outros intermediários (comerciantes de sucata, atacadistas, fabricantes), que vão negociá-las com as fundições secundárias. Em alguns casos, dependendo de seus totais de vendas, comercializam diretamente com as fundições. Em épocas em que o preço do chumbo está baixo, podem reter as baterias aguardando preços melhores, vendê-las pelo valor do frete ou, em caso extremo, pagar para que sejam retiradas. Com um mercado carente nesse tipo de sucata, a quase totalidade das baterias de chumbo recebida/coletadas no Brasil é reciclada.

Segundo dados da USEPA do início da década de 1990, os desmanches de veículos retiravam cerca de 10.000.000 de veículos de circulação anualmente nos Estados Unidos, significando que, grosseiramente, a mesma quantidade de baterias seria disponibilizada para reciclagem (USEPA, 1992). Por essa via, os veículos são triturados e prensados com suas partes metálicas recicladas nas fundições secundárias de aço, enquanto que as baterias salvas são recicladas nas fundições secundárias de chumbo. No Brasil, e em alguns outros países em desenvolvimento, o senso de desmanche é um pouco diferente, com os veículos sendo desmontados para o reuso de partes. Nessa situação, as baterias totalmente exaustas têm pouco interesse e são comercializadas com sucateiros se existir um preço interessante. Aquelas com alguma vida útil são vendidas como baterias de segunda mão ou negociadas com os recondicionadores de baterias.

SEGUNDOS INTERMEDIÁRIOS

Comerciantes de sucata transportadores e recuperadores_ este grupo supre tradicionalmente, as fundições secundária de chumbo com baterias e outras sucatas do metal. Eles podem operar independentemente ou sob contrato com retalhistas, produtores e/ou fundições, coletando baterias e outras sucatas, pagando ou cobrando por elas (dependendo do preço do metal e vendendo para as fundições secundárias. Os transportadores muitas vezes fazem a coleta das baterias usadas em operação casada com a entrega das baterias novas. Em outra condição, após uma determinada quantidade de baterias estar armazenada nos retalhistas, fazem o recolhimento e o transporte para as fundições secundárias. Uma carga de caminhão pode levar ate 1.000 baterias.

Produtores de baterias e Atacadistas_ a reciclagem de baterias usadas é de especial interesse para os fabricantes de baterias. Como as baterias contêm uma grande porcentagem de chumbo secundário, e como eles usam grandes quantidades desse material, muitos produtores acham mais interessante controlar diretamente a coleta de baterias usadas e fazer arranjos com fundições secundárias para processá-las em exclusividade. Por meio desses arranjos, o produtor não paga pelo chumbo, apenas pelo seu processamento, enquanto que as fundições têm a garantia de uma fonte cativa de serviço. Geralmente coletam as baterias usadas quando da entrega das novas aos atacadistas e retalhistas, ou têm contrato com coletores independentes de baterias. Algumas indústrias produtoras de baterias operam suas próprias fundições secundárias para processar as baterias que recolhem.

A REDE DE TRANSPORTE

Os custos de transporte das baterias usadas constituem importante fator intervindo no número delas que irá chegar às fundições secundárias. O sistema favorece uma pronta coleta em áreas próximas aos centros de consumo e um armazenamento mais prolongado em áreas mais distantes. Em locais remotos, a estocagem de baterias usadas deve persistir até que o preço do chumbo compense as despesas de transporte e manuseio das baterias. Se o preço não compensar é esperada uma disposição imprópria, como apontado no exemplo hipotético do Acre. Em alguns países, o alto preço do frete terrestre muitas vezes favorece a exportação de baterias e sucatas de chumbo (via marítima, por exemplo) ao invés do reprocessamento interno.

COMPONENTES MENORES DA CADEIA DE RECICLAGEM

Os outros componentes da cadeia de reciclagem que merecem ser mencionados são:

- os recondicionadores de baterias;
- as unidades de abertura de baterias e separação de componentes;
- os pequenos recuperadores (“fundições de fundo de quintal”).

Os **recondicionadores** coletam ou recebem baterias que limpam, reparam e vendem como “recondicionadas” por preços mais baixos e com uma garantia de vida útil reduzida. Nesse processo, as baterias passam por uma mini reciclagem geralmente feita de forma artesanal, com grandes riscos de exposição do trabalhador ao chumbo e seus compostos. As placas defeituosas, ou com camada de sulfato sobre a superfície ativa, são substituídas ou tem essa camada removida. Existem algumas substâncias químicas que os recondicionadores adicionam ao eletrólito para remover a camada inativa de sal, permitindo que a que bateria seja recarregada. Quando essa alternativa se mostra ineficiente, os recondicionadores abrem a bateria em sua parte superior, retiram o conjunto de células e, por simples medidas ou observação identificam as defeituosas, que substituem por outras em melhores condições, novas ou provenientes de outras baterias “canibalizadas”. Ao final do recondicionamento a tampa recortada é reposta, colada e a bateria recarregada. A vida útil media desses acumuladores é de 3 a 6 meses e o seu preço fica ao redor de 30% do preço de uma bateria nova. Alguns recondicionadores chegam a fundir grelhas e produzir

novas placas durante seu processamento. Outros adquirem placas prontas de fabricantes formais. Em função dos preços mais baixos com que são comercializadas, as baterias reconcondicionadas encontram mercado suficiente para garantir a perpetuação da atividade.

O recondicionamento pode ser visto como uma tentativa de extensão da vida útil das baterias, dentro do conceito, de reuso. No Brasil é bastante comum as empresas de transporte rodoviário manterem unidades internas para recondicionamento de suas baterias, tendo em conta a quantidade delas que é substituída periodicamente. Para que as desvantagens não superem as vantagens do reuso de baterias, medidas tecnológicas e de prevenção e combate à poluição devem ser adotadas pela indústria do recondicionamento para proteção do ambiente, dos trabalhadores dessa atividade e dos consumidores.

As *unidades de abertura de baterias* recebem baterias de sucateiros e produtores, fazem a drenagem do eletrólito, a abertura da caixa e a separação das partes metálicas e plásticas que vendem separadamente. Sua viabilidade econômica é profundamente afetada pelo preço de mercado do chumbo. Quando os preços estão baixos sua operação é, no máximo, marginal. Isto prejudica diretamente seu processo de conformidade para com os requisitos ambientais, o que geralmente as torna focos de poluição, principalmente do solo. Praticamente todas as unidades dessa espécie foram fechadas nos países desenvolvidos em função da exigibilidade e do custo de conformidade ambiental. Atualmente, a maioria das fundições secundárias operam suas próprias unidades de abertura de baterias. Este estudo não identificou nenhuma unidade dessa espécie operando licenciadamente no Brasil. No Estado de São Paulo certamente não existem.

Os *pequenos recuperadores* de chumbo constituem uma outra fração de operadores que abrem, drenam e extraem parte do chumbo das baterias. O nível da tecnologia e o conhecimento a respeito do processo empregado variam grandemente entre eles. A maioria das unidades apresenta um único forno (rotativo ou cadinho), onde sucatas diversas de chumbo são processadas. Nenhum pequeno recuperador é capaz de produzir chumbo refinado. Como dificilmente dispõem de equipamento e técnica capazes de recuperar o chumbo presente nas baterias na forma de sal ou óxido, após fundirem a porção metálica (grelhas, conectores e terminais) e lingotarem o chumbo recuperado (conhecido como chumbo de bica), vazam o residual preparando o fomo para a próxima corrida. Este residual que produzem apresenta teores de chumbo que chegam a 90%. Seu destino é ser reprocessado em fundições secundárias ou, o mais provável, ser armazenada até descarte no meio ambiente.

Em épocas de crise, muitos desempregados arriscam constituir uma recuperadora de chumbo, considerando o baixo custo de investimento e a facilidade do processo. Com isso, expõem a si e a vizinhança próxima aos gases e particulados da fusão do metal e as poeiras da escória que, como dito, apresenta elevada quantidade de chumbo na forma de óxidos. Essa escória fica geralmente acumulada ao lado do forno, sem cuidados, antes de encontrar destinação final. Sua dispersão representa uma relevante fonte de poluição do ar local, solo e águas. Via de regra, a operação desses pequenos recicladores não é licenciada, nem apresenta mecanismos para controle da poluição que gera. Seu produto final encontra mercado na fabricação de peças de chumbo como peso de pesca, peso para balanceamento de rodas, conexões de tubulações, etc., assim como matéria prima para as fundições e refinarias de chumbo.

FUNDIÇÕES SECUNDÁRIAS DE CHUMBO

As fundições secundárias de chumbo são (ou deveriam ser) o ponto final para as baterias de chumbo-ácido usadas. A exemplo dos produtores de baterias, elas também tem o maior interesse na promoção da reciclagem das baterias. Nas últimas décadas seu número diminuiu sensivelmente nos Estados Unidos e nos países industrializados, principalmente por conta dos requisitos e restrições de

ordem ambiental e laboral, fato que favoreceu a presença de grandes corporações com mercado suficiente para fazer frente aos crescentes custos de conformidade ambiental.

Por serem extremamente sensíveis às oscilações no preço do metal, as fundições secundárias enfrentam, além das dificuldades normais, problemas com a competição externa. Devido aos custos de conformidade ambiental serem muito diferentes intra e inter países, quando o preço do chumbo cai as empresas com menores custos podem arcar com preços mais elevados em relação à sucata que compram, alterando o perfil do mercado. Como as exportações de baterias usadas tendem a aumentar (dos países mais desenvolvidos para os menos desenvolvidos) quando o preço do chumbo cai, o suprimento do metal no mercado doméstico das fundições secundárias dos países exportadores reduz-se. Fato similar ocorre entre Estados de um mesmo país, onde as legislações ambientais são diferentes ou aplicadas de forma diferenciada. A competição neste caso fica mais complicada, porque nem sempre o mercado local é grande o suficiente para amortecer os impactos dessas diferenças. As empresas menos fiscalizadas (e por consequência, com custos ambientais menores ou inexistentes) e aquelas trabalhando na clandestinidade, desviam a matéria prima para si, uma vez que estão aptas a oferecer preços maiores. Com isso prejudicam a produção das empresas legalizadas e com altos custos de conformidade, que não conseguem equilibrar seus custos fixos. Estas, com uma produção reduzida, acabam se inviabilizando economicamente e fechando, expandindo o mercado daquelas com menores requisitos ambientais e laborais a cumprir. No Estado de São Paulo, onde até a pouco estavam as grandes reprocessadoras de chumbo do país, esse estado de coisas levou à falência a maior fundição secundária do país e à concordata a segunda maior.

A PRODUÇÃO DE CHUMBO SECUNDÁRIO

A indústria da fundição secundária de chumbo produz chumbo e ligas de chumbo a partir de sucatas diversas contendo o metal. Os processos de recuperação podem seguir rotas piro, hidro ou eletro metalúrgicas, sendo que, nos dias de hoje, a pirometalurgia domina mundialmente a atividade). Atualmente, de 60 a 85% de todo chumbo secundário do mundo provém de baterias automotivas. Cada bateria contém aproximadamente de 8,0 kg do metal, sendo 40% na forma de ligas e 60% na forma de óxido. Outras matérias primas processadas pela fundição secundária do chumbo incluem: pesos de balanceamento de rodas, canos, solda, retalhos, chapas de chumbo, escórias, pós, terras e resíduos contendo o metal. Em 2007 a produção brasileira de metal secundário atingiu mais de 140 mil toneladas, conforme já mencionado.

A matéria prima da fundição secundária de chumbo (fusão e refino) é constituída aproximadamente por 80-90% de sucata velha (baterias, cabos, peças, pós, etc.) e por 10-20% de chumbo recuperado²⁴. As ligas de chumbo são produzidas a partir de um balanço de massa entre as matérias primas, o que permite o reaproveitamento de alguns metais contidos, como é o caso do antimônio, arsênio, estanho e cobre.

No Brasil existem aproximadamente duas dezenas de empresas de porte licenciadas para operar plantas de fusão e refino de chumbo (Ver abaixo mapa geográfico de sua distribuição pelo território nacional)). As maiores seriam:

Delphy Automotive Systems - SP	Sulina de Metais - RS
Faé S.A. - SP	Acumuladores Moura - PE; SP
Microlite S.A. - SP	Tonolli do Brasil - SP
Acumuladores Reifor - PR	Baterias Cral Ltda. - SP
Tamarana Metais Ltda. - PR	Incomental Frey Stuchi - SP
Acumuladores Ajax Ltda. - SP	

²⁴ Valores relativos ao Estado de São Paulo, conforme estimativa das reprocessadoras do metal. O chumbo recuperado teria origem nas pequenas fundições sem potencial para refino.

Conforme Chacón-Sanhueza,²⁵ o avanço da reciclagem, o esgotamento das fontes minerais além da consideração crescente dos conceitos de minérios urbanos (equivalente à coleta seletiva de metais) aponta um conjunto de mudanças tecnológicas que inevitavelmente deverão ocorrer. As mudanças mais previsíveis são as dos processos de empresas mineradoras que estão aumentando os seus custos para conseguir se enquadrar nas necessidades de preservação ambiental.

Assim, devido à diminuição dos minérios de chumbo e também à diminuição da quantidade de matéria prima disponível para reciclagem de baterias automotivas, em função das exportações; conclui-se que há a necessidade de se associar grupos de pesquisa com empresas de processamento de minérios, tanto para parcerias em desenvolvimentos como para se utilizar os valiosos resíduos desta atividade econômica.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE RECICLADORES FONTE: Trouche V. (2003)



IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELA RECUPERAÇÃO DE CHUMBO²⁶

O Conselho Nacional do Meio Ambiente através de sua Resolução 257 de 06.99, considerando a necessidade de se disciplinar o gerenciamento ambientalmente adequado de baterias esgotadas, no que tange a coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final, resolveu:

²⁵ Chacón-Sanhueza (2006), in Novos Processos para a Reciclagem de Chumbo Revista Matéria, vol 1

²⁶ Conforme ANDRADE, J.M.F, in GESTÃO AMBIENTAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DA RECICLAGEM DE BATERIAS AUTOMOTIVAS, CONTROLE DAS RECICLADORAS DE CHUMBO E DE SUAS ÁREAS POTENCIALMENTE CONTAMINADAS, 2001

Art.1 ° - "As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessárias ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletro-eletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível , após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústria, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem diretamente ou por meio de terceiros os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada." (grifo nosso)

Parágrafo único - As baterias industriais constituídas de chumbo, cádmio e seus compostos, destinadas a telecomunicações, usinas elétricas, sistemas ininterruptos de fornecimento de energia, alarme, segurança, movimentação de cargas ou pessoas, partida de motores diesel e uso geral industrial, após seu esgotamento energético, deverão ser entregues pelo usuário ao fabricante ou ao importador ou ao distribuidor de bateria, observado o mesmo sistema químico, para os procedimentos referidos no caput deste artigo. li

'ART.11 - Os fabricantes, os importadores, a rede autorizada de assistência técnica e os comerciantes de pilhas e baterias descritas no art.1 ° ficam obrigados a, no prazo de doze meses contados a partir da vigência dessa resolução implantar os sistemas de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final, obedecida a legislação em vigor." (grifo nosso).

Se aos fabricantes não foi imposta obrigação direta de proceder o recolhimento das baterias esgotadas energeticamente, ficou muito claro dever inapelável de submeter as baterias aos "procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada." Para consecução deste objetivo ficaram obrigados a implantar os necessários sistemas. (vide artigo 11 acima). Nestes aspectos a resolução foi muito sábia, como estabelecer obrigação para recolhimento de produto repassado ao consumidor e que não mais pertenceria ao fabricante? A alternativa foi prever a necessidade de implantação de sistemas de reutilização (leia-se recondicionamento), reciclagem a disposição dos consumidores. Sistemas estes que exigem a informação e esclarecimento dos primeiros antes mesmo do ato da compra, visto que inocentemente tornam-se fiéis-depositários de produto potencialmente nocivo, assumindo responsabilidade, no período de utilização, pelo seu uso correto. Nada mais justo do que remunerar-lo adequadamente por esta prestação de cuidado ambiental. Daí a motivação para se viabilizar destinação de bônus aos consumidores que honrassem sua obrigação e devolvessem a bateria usada ao reciclador. Neste momento a responsabilidade retornaria ao fabricante ou aos terceiros ambientalmente corretos.

"Sistemas" implicam na operacionalização de uma estrutura organizacional completa desde o ato da venda, passando pelo uso, devolução mediante bônus, manuseio, armazenamento temporário, manutenção da estanqueidade da solução eletrolítica, transporte apropriado de cargas perigosas, recepção pela recidadora/recuperadora, até a fabricação de nova bateria., destinação segura dos plásticos, e rejeitos sólidos industriais. Do berço ao túmulo diriam os auditores da ISO 14000.

Muito importante notar que a resolução 257 ao afirmar que as baterias esgotadas energeticamente serão entregues aos fabricantes para que estes adotem procedimentos de reutilização, implica em impossibilitar a continuidade das atividades de recondicionamento, hoje muito difundida junto às auto-elétricas e pequenas empresas comerciais, desprovidas de controle ambiental satisfatório para os riscos envolvidos. Ainda que operem em pequena escala, são responsáveis pelo desvio anual de cerca de 28 400 toneladas de chumbo e 2 800 000 litros de solução eletrolítica, como adiante ficará evidenciado.

Não se trata mais de simples troca de bateria usada por uma nova. Aliás ,hoje em dia todo consumidor assim o faz. Nenhuma pessoa armazena bateria automotiva esgotada em casa!!! Impõe-se necessidade premente da adoção de gerenciamento ambiental seguro do ciclo completo das baterias automotivas, desde sua fabricação, implementação da reciclagem do produto, recuperação

do chumbo contido (através dos próprios fabricantes ou terceiros ambientalmente aptos), destinação correta dos rejeitos (escórias de fundição, plásticos, etc).

Como foi abordado nos tópicos anteriores os atuais procedimentos de reutilização, (leia-se recondição), reciclagem, tratamento e gerenciamento dos resíduos gerados pelas recuperadoras (serviços terceirizados pelos fabricantes de baterias) não são ambientalmente adequados.

"A responsabilidade pela destinação final dos resíduos industriais e comerciais é da fonte geradora dos resíduos, a quem compete responsabilidade civil objetiva pela poluição eventualmente gerada, na forma do artigo 225, §º, da Constituição Federal de 1988, e do art. 14, §1º, da Lei

6938/81. Além disso, de forma crescente a legislação vem acolhendo expressamente a responsabilidade da fonte geradora de resíduos, o que se constata da Lei Federal 7.802/89, que remete aos fabricantes de agrotóxicos a responsabilidade por sua destinação final. Situação idêntica ocorre em relação às pilhas, baterias e acumuladores, objeto da Resolução 257/99, do CONAMA, e com relação aos resíduos de serviços de saúde, objeto da Resolução 283/01, do CONAMA" Annelise Monteiro Steigleder - Promotora de Justiça/RS in : "Áreas Contaminadas e a Obrigação do Poluidor Custear Diagnóstico Para Dimensionar o Dano Ambiental. 5º Congresso de Meio Ambiente do Ministério Público de São Paulo, 11-14 de Novembro/2001.

Apenas duas grandes multinacionais localizadas em Piracicaba e Sorocaba são responsáveis pela fabricação anual de 57% da produção Nacional de Baterias, com geração (direta e indiretamente) de +- 6 400 toneladas de resíduos industriais perigosos. Se por um lado não há efetivamente o controle/reutilização/reciclagem dos produtos comercializados, por outro pode-se afirmar que não há segurança ambiental nos serviços prestados por terceiros e relacionados com a recuperação e destinação final dos resíduos industriais gerados pelos fabricantes.

Atualmente o costume de entrega espontânea da bateria esgotada ao auto-elétrico, submete o consumidor a uma verdadeira extorsão mascarada. É dever do fabricante informa-lo e lhe conferir bônus pela devolução de um produto potencialmente nocivo, e cuja responsabilidade de zelo é originariamente do fabricante, mas que o consumidor a assume temporariamente durante a vida útil da bateria. Não é possível que além mesmo de não proceder a reciclagem, os fabricantes façam vista grossa ao mercado paralelo de baterias que se instalou no Brasil e que lesa o consumidor final, visto que os custos sempre estão embutidos no produto final acabado.

Em contraposição a um sistema ineficiente de reciclagem interna, a Convenção da Basileia, da qual o Brasil foi signatário, proibiu a exportação de sucatas de baterias para os Países que não fazem parte da OECD.

Resta, simultaneamente a implementação da reciclagem de baterias, que o Governo Federal, estabeleça cotas de importação de chumbo, de forma a viabilizar economicamente sua recuperação interna ambientalmente adequada..

A responsabilidade ambiental envolve assim os usuários, fabricantes, importadores, distribuidores de baterias, empresas recuperadoras de chumbo, órgãos governamentais. Não há dúvidas de que o gerenciamento eficaz do ciclo de vida da bateria automotiva (desde sua fabricação até o tratamento final das escórias geradas pelo processo) não somente é uma obrigação, mas um dever de todos nós.

A reciclagem de baterias usadas torna-se então imperativa, por razões ambientais, comerciais, estratégicas, por força da legislação de defesa do consumidor, pela garantia da Saúde Pública e Saúde do Trabalhador. Uma vez implementada beneficiará a sociedade como um todo.

Ante o exposto a terminologia adequada para designação dos atuais procedimentos seria realmente recuperação de chumbo de bateria. A verdadeira reciclagem está muito distante de nossa realidade.

Os impactos ambientais provocados e havidos em decorrência da atividade de recuperação de chumbo de baterias, estão diretamente relacionados com a incapacidade financeira das empresas, submetidas que estão a um mercado cativo e desfavorável economicamente. Durante dezenas de anos mascarou-se a responsabilidade pela degradação ambiental, riscos à saúde pública e ocupacional provocados indiretamente pelas indústrias de baterias. Não há como negar que foi oportuno às mesmas tentar transferir aos recuperadores o ônus ambiental da parte suja do processo. Como na natureza os poluentes não desaparecem, hoje estão retornando vorazmente após um período prolongado de latência.

A experiência recente em casos de severas contaminações mostrou que os prejuízos e desgastes são extensivos a todos. Neste momento urge que tomemos os seguintes passos:

1.-Implementação de uma Câmara de Gestão Ambiental tripartite (Agentes públicos ambientais estaduais e federais, fabricantes de Baterias, recuperadores) para tratativas iniciais da problemática apresentada.-

2.-Realização de diagnóstico urgente das áreas contaminadas, envolvendo principalmente alimentos contaminados que estariam sendo consumidos, saúde do trabalhador e a dos moradores circunvizinhos às unidades industriais recuperadoras de chumbo;

3.-Estabelecimento de uma minuta de Termo de Ajustamento de Conduta ou Protocolo de Intenções envolvendo o setor como um todo, inclusive fabricantes situados em outros estados;

5.-Criação por parte dos fabricantes de um Fundo próprio específico para sanar, mitigar danos, passivos ambientais de recicladores/fabricantes falidos ou em concordata;

6.-Paralisação espontânea e consensual das atividades industriais que estariam apresentando danos irreparáveis à Saúde Pública e dos Trabalhadores.

7-Adequação ambiental imediata das recuperadoras;

8.Inventarização, caracterização qualitativa e rastreamento dos plásticos gerados pelas recuperadoras.

3.4. Reciclagem de Cobre

Durante milhares de anos, o cobre e suas ligas foram reciclados. Isto tem sido uma prática econômica normal. Dizia-se que uma das maravilhas do mundo, o Colosso de Rhodes, uma estátua que se estendia ao longo da entrada do porto de Rhodes, era feita de cobre. Não restou nenhum vestígio do monumento, uma vez que ele foi reciclado para a confecção de outros objetos.

Conforme Canata ²⁷Na Idade Média, após o término da guerra era comum a fusão de canhões de bronze para a manufatura de objetos mais úteis, e, em tempos de combate, até os sinos das igrejas eram utilizados na manufatura de canhões. Toda a indústria do cobre e de suas ligas depende da reciclagem econômica de sucata e refugos. Existe uma linha extensa de produtos à base de cobre que se destina a uma grande variedade de aplicações.

O uso comercial habitual para o cobre puro se refere a aplicações mais delicadas, tais como a produção de fios destinados a aplicações elétricas. É essencial que a pureza seja mantida para garantir a alta condutividade, capacidade de recozimento consistente e que não haja quebras durante a produção do vergalhão e subsequente manufatura do fio. As superfícies não podem ter falhas, conseqüentemente, o fio de cobre deve ter uma qualidade de superfície excelente. Cobre primário da melhor qualidade é utilizado na produção do vergalhão para essa finalidade. A sucata obtida em

²⁷ in “Cobre e suas Ligas” in <http://www.eletrica.ufpr.br/piazza/materiais/CesarCanata.pdf> (acesso em julho de 2009)

processos de reciclagem nãocontaminados e outros tipos de sucata que foram recuperadas eletroliticamente também podem ser utilizadas.

Além do uso na eletricidade, o cobre também é utilizado para fabricar uma grande quantidade de tubos, chapas para cobertura de telhado, trocadores de calor etc. Nesses casos, não é necessário um alto grau de condutibilidade elétrica e os outros requisitos de qualidade não são tão onerosos. O cobre secundário pode ser utilizado na produção desses materiais, embora dentro de um limite estipulado para impurezas.

Cobre de boa qualidade e com alta condutibilidade pode ser reciclado pela simples fusão e inspeção antes da fundição, seja para o formato final ou para fabricação posterior. Entretanto, esse processo só é válido para sucatas obtidas em ambientes de manuseio exclusivo de cobre.

Quando o cobre se contaminar e for necessário o seu novo refino, normalmente será necessário derretê-lo e fundí-lo no formato de anodo para que seja purificado eletroliticamente. Se, no entanto, o nível de impurezas no anodo for significativo, é pouco provável que o catodo produzido vá atender aos altos padrões exigidos para o cobre 'A', utilizado na fabricação de fios e cabos elétricos.

A reciclagem da sucata de latão é essencial para a indústria. O latão para extrusão e estampagem a quente é normalmente obtido a partir da fusão de sucata com composição similar e corrigido pela adição de cobre virgem ou zinco, conforme o caso, para atender às especificações antes de vertê-lo.

A presença de outros materiais no latão, como o chumbo, é freqüentemente necessária para melhorar a sua usinagem, de forma que esses elementos são em geral aceitáveis. A sucata de latão, originada nas operações de usinagem, pode ser fundida economicamente mas deve ser isenta de excesso de lubrificantes, especialmente daqueles que contêm compostos orgânicos que causam fumaça, inaceitável durante o processo de fusão.

Quando o latão é fundido de novo, existe normalmente alguma evaporação do zinco mais volátil. Isso é compensado no líquido para corrigir a especificação. O latão que será manufaturado no formato de chapas e tiras deve ser consideravelmente livre de impurezas a fim de manter a ductibilidade quando resfriado. Ele pode ser enrolado, repuxado, estampado, rebitado ou sofrer qualquer outra forma de moldagem a frio. É normal, portanto, fabricá-lo a partir do cobre virgem ou zinco, preponderantemente em conjunto com sucata processada a partir de um método limpo, cuidadosamente triado e identificado.

Ligas de cobre como bronzes fosforosos, bronzes duros, bronzes com chumbo e bronzes com alumínio são normalmente elaboradas segundo padrões rígidos, a fim de garantir a qualidade para aplicações específicas. Elas são feitas a partir de lingotes de composição garantida em conjunto com sucata de composição idêntica, obtida em processo de separação criteriosa. Nos casos em que a sucata for misturada ou tiver composição indefinida, ela é primeiramente dissolvida por um fabricante de lingotes e analisada a fim de que a composição seja corrigida para os padrões da liga.

Quando o cobre e sucatas de ligas de cobre estiverem muito contaminados e impróprios para a simples fusão, eles podem ser reciclados por outros meios para a recuperação do cobre, seja como metal ou para obtenção dos vários compostos essenciais para aplicações industriais e na agricultura.

Um produto de alta qualidade pode ser obtido se a sucata for de cobre puro e não estiver contaminada por nada indesejável. Da mesma forma, se a sucata for proveniente de somente uma formulação de liga, é mais fácil derretê-la e obter um produto de boa qualidade, embora possa haver necessidade de alguma correção na composição durante a fusão.

Neste processo, se a sucata for misturada, contaminada ou tiver outros elementos, como solda, será mais difícil ajustar a composição para dentro dos limites especificados. Nos casos em que o chumbo ou estanho estiverem presentes, normalmente será possível corrigir a composição com a adição de mais chumbo ou estanho para fazer bronze com chumbo. No caso de sucatas contaminadas com elementos indesejáveis, estes podem ser diluídos durante a fusão, de forma que o nível de impurezas fique dentro das especificações. Todas essas técnicas preservam bastante o valor da sucata.

Enquanto em 1970 só se reciclava 30% do cobre, em 2000 a taxa de reciclagem do cobre em alguns países europeus se aproximava a 40%, propulsada pelas fortes regulamentações ambientais. Na atualidade, a União Européia propicia uma política de minimização de resíduos que inclui uma redução obrigatória e drástica dos resíduos industriais e residenciais, incentivando produtores a produzir menos lixo.

Dessa forma, a demanda por matérias primas e a aplicação das diretrizes européias no processamento de resíduos elétricos e eletrônicos (WEEE) está transformando a reciclagem do cobre em tema de alta prioridade. Atualmente, 43 % das necessidades de cobre na Europa são supridas pela reciclagem. O objetivo desta iniciativa é reciclar 4 quilos por habitante por ano, estimativa para o fim do ano de 2006.

Um exitoso exemplo de reciclagem é o da indústria francesa, que para o dia 31 de dezembro no mesmo ano irá cumprir os objetivos determinados pelas diretrizes da comunidade européia. O cobre proveniente dos telefones celulares e de computadores pode representar de 5 a 18% de seu peso. Esta “carreira por reciclar” chegou no momento exato para canalizar as crescentes necessidades de matérias primas, como vem sendo demonstrado no aumento dos preços do cobre nos últimos 2 anos.

O cobre nunca se joga fora, se utiliza, recicla e reutiliza facilmente e indefinidamente sem perda de qualidade ou de desempenho. Não existe diferença entre o material reciclado e o metal obtido da mineradora. O valor agregado tem dado vazão a uma completa infra-estrutura de tecnologia industrial, que hoje em dia cobre 43% da demanda de cobre na Europa. (Figura 1)

Figura 1 Participação do Cu reciclado no uso total do cobre (em 31/12/2004)

	Uso total (Milhares de toneladas)	Quantidade obtida pela reciclagem	Porcentagem	% em 2003
Europa	6350	2732	43	42
No mundo	22450	7778	35	34

A nível mundial, 35% das necessidades de cobre se obtêm pelos lixo reciclado que contêm cobre (computadores, equipamentos eletrônicos, válvulas e electrodomésticos).

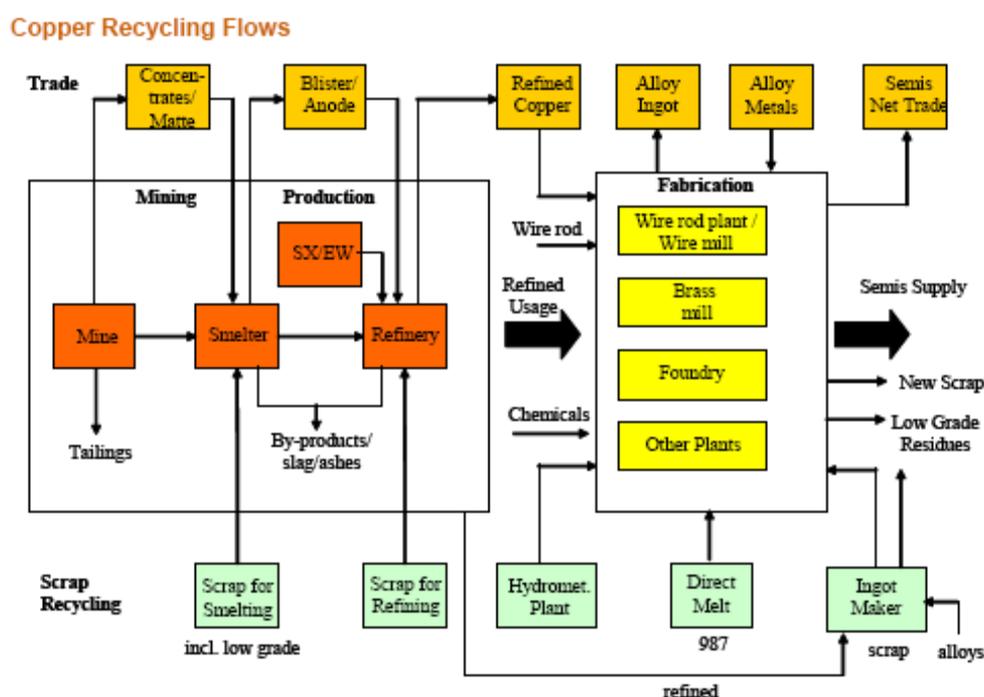
Uma fábrica em Boisthorel, na França, dá um bom exemplo de reciclagem do cobre, pois a cada dia 450 toneladas de latão (uma liga de cobre e zinco) ressurgem como cabos, tambores e outros produtos industriais que terminam prontos para o uso. Este lugar existe há 150 anos e, atualmente, é responsável por cerca de 80 toneladas anuais de resíduos destinados em sua 2.7 milhões de toneladas de cobre foram produzidas na Europa em 2004. A indústria da reciclagem de cobre é capaz de recuperar virtualmente 100% do cobre utilizado, criando muito pouco ou nenhum lixo residual. Este processo inclui uma economia de 85% em relação à produção primária, que é extração e conversão do cobre. (Figura 2).

Figura 2 – Produção de Cu reciclado (em milhares de toneladas quadradas)

	2003	2004	Diferença	%
Europa	2,614	2,732	+118	+4.5%
No mundo	7,266	7,778	+512	+7%

Estima-se que em 2020 os europeus jogarão fora 45% a mais de resíduos do que em 1995, segundo a sede europeia do meio ambiente. Numa sociedade moderna, virtualmente todos esses produtos contêm cobre, tanto que uma grande parte deste crescimento é devido a equipamentos elétricos ou eletrônicos que chegam ao final de sua vida mantendo-se úteis e contendo ao redor de 20% de seu peso em cobre. Na Figura abaixo apresenta-se o fluxo de reciclagem de cobre.

Figura 3 - Fluxo de Reciclagem de Cobre



O índice de reciclagem brasileiro está dentro dos padrões mundiais, conforme mostrado na Figura 4.

Nos Estados Unidos, dados do USGS²⁸, que podem ser vistos na Tabela abaixo, indicam que a porcentagem de cobre reciclado foi de 32%, em 2006.

²⁸ 2006 Minerals Yearbook Recycling Metals, pg.61.2, junho 2008;

ICSG Copper Flow Model

The ICSG Secretariat developed the Copper Flow Model (CFM) as a key tool for understanding copper flows in a particular country and determining the efficiency of recycling of copper from end-of-life products. It was first applied for Western Europe and afterwards for the USA and Brazil. Comparable flow studies were published by other organizations in the context of projects commissioned by the ICSG and/or other governmental organizations (including China, India and Japan). The CFM aims to calculate balances at different stages of the copper flow and to cross check these with collected data. For instance, different approaches for estimating recycling efficiency of a particular product group can be applied and crosschecked. The chart below shows a comparison of the calculated Recycling Efficiency Rates for the different regions.

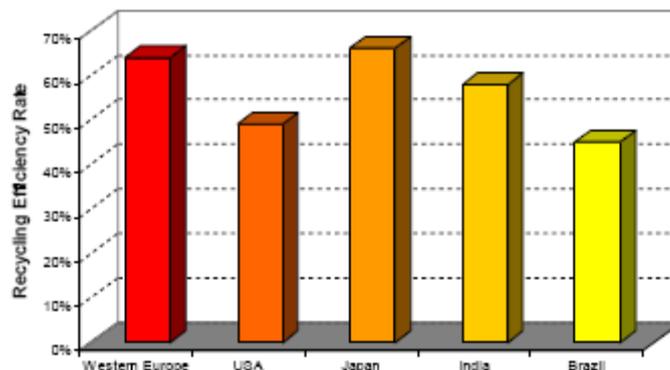


Figura 4 – Eficiência na Reciclagem de Cobre
FUNTE ICSG

Year	Quantity of metal (metric tons)			Apparent supply ⁵	Percentage recycled
	Recycled from new scrap ²	Recycled from old scrap ³	Recycled ⁴		
Copper⁹					
2002	842,000	208,000	1,050,000	3,450,000	30.4
2003	738,000	206,000	944,000	3,170,000	29.8
2004	774,000	191,000	965,000	3,330,000	28.9
2005	769,000	183,000	953,000	3,170,000	30.0
2006	819,000	150,000	968,000	3,000,000	32.3

FUNTE: USGS-2008

A produção brasileira de concentrado de cobre, conforme o Sumário Mineral 2008 (Tabela 1), em metal contido, alcançou, em 2007, um total de 205.731 toneladas (t) (680.301 t de concentrado, com teor médio de 30,2%), representando um aumento de 39,2% frente à de 2006. Participaram desta produção as empresas: Vale (118.236 t – 57,5%) e Serabi (564 t – 0,3%), ambas no Pará; Mineração Caraíba (24.129 t – 11,7%), na Bahia; Mineração Maracá (56.039 t – 27,2%) e Votorantim Metais Níquel (4.897 t – 2,4%), ambas em Goiás; e Prometalúrgica Mineração (1.976 t – 0,9%), no Mato Grosso. A produção de cobre primário nacional, grau eletrolítico, pirometalúrgico, realizada pela Caraíba Metais, na Bahia, atingiu, em 2007, um total de 218.367 t, resultado 0,6% inferior ao alcançado em 2006. A Mineração Caraíba, na Bahia, produziu em 2007 uma quantidade de 913 t de catodo de cobre hidrometalúrgico, a partir de minério oxidado.

TABELA 1 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA DE COBRE – 1988 - 2007

ANOS	CONCENTRADO COBRE CONTIDO	COBRE PRIMÁRIO	COBRE SECUNDÁRIO
1988	44.845	147.880	38.050
1989	47.439	153.376	42.272
1990	36.440	157.120	27.000
1991	38.628	141.443	37.035
1992	39.844	157.950	52.244
1993	43.398	161.102	54.000
1994	39.673	170.033	54.290
1995	48.933	164.966	54.400
1996	46.203	172.075	54.000
1997	42.872	177.060	54.100
1998	34.446	167.205	54.150
1999	31.371	193.014	54.220
2000	31.786	185.345	54.300
2001	30.111	212.243	36.000
2002	30.642	189.651	23.000
2003	26.275	173.378	20.000
2004	103.153	208.020	24.000
2005	133.325	199.043	25.000
2006	147.836	219.700	27.000
2007	205.728	218.367	24.000

FONTE: SUMÁRIO MINERAL 2008

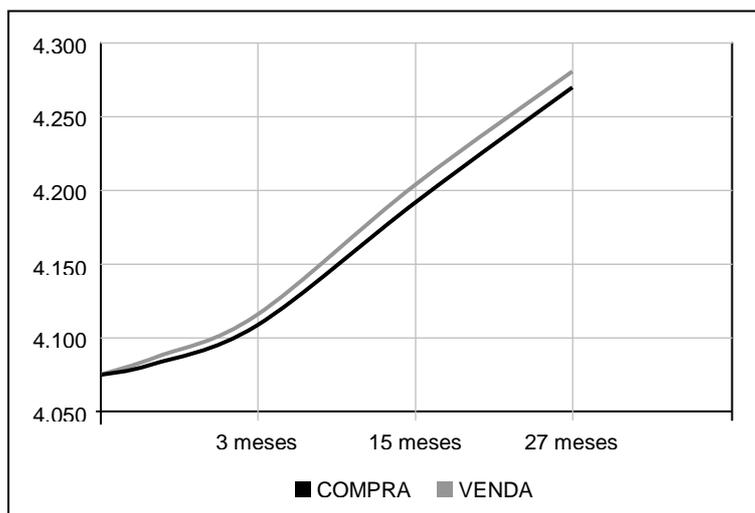
O cobre secundário, obtido a partir de resíduos de processo produtivo primário (sucata nova) ou de obsolescência (sucata velha), principalmente de usinas de São Paulo, apresentou em 2007 uma produção da ordem de 24.000 t, quantidade 11,1% inferior à registrada no ano anterior. A Caraíba, responde por aproximadamente 70% da receita consolidada do Grupo, sendo a maior empresa em volume de reciclagem de cobre do Brasil, diferencial que permite realizar serviços de transformação de sucata, retornando ao mercado, na forma de vergalhão e fio.

O metal de melhor liquidez do mercado começa a ensaiar reações após o ano, de fato, ter começado no Brasil, ou seja, depois do carnaval. Na semana de 16 a 20 de março de 2009, o preço da tonelada do produto na LME ficou próximo aos US\$ 4 mil, valor que, aos poucos, começa a animar o mercado interno desta sucata. Os contratos de 3, 15 e 27 meses para a venda apontavam, respectivamente, para valores de US\$ 3.980, US\$ 4.055 e US\$ 4.110.

No mercado interno, durante o mês de março, o quilo do cobre foi vendido entre R\$ 8,50 e R\$ 9,00, preço que ainda não motiva sucateiros, principalmente aqueles que possuem sucata em estoque que foi comprada a R\$ 13,00 em agosto de 2008. Essa sucata mais cara, entretanto, conforme apurou a revista Reciclagem Moderna, conseguiu sair de uma parcela bem pequena de algumas empresas sucateiras a R\$ 10,00 como forma de entrar capital de giro para tocar os negócios. Afinal, é muito difícil para boa parte das empresas suportar quatro meses de espera de melhoria de preços.

Para quem trabalha na parte de prestação de serviços em sucata, esse baixo fluxo de material entre empresas atingiu em cheio os negócios. É o caso da TR Brasil, com sede em Taboão da Serra (região metropolitana de São Paulo), que em fevereiro sentiu uma queda de 50% no beneficiamento da sucata de clientes. Para a TR Brasil, mais importante que o spread no preço dos produtos é o volume de compra e venda. Quanto maior esse fluxo, mais as empresas necessitam dos serviços de beneficiamento do cobre e, conseqüentemente, maior a rentabilidade dos prestadores de serviço.

TENDÊNCIA DE PREÇOS DO COBRE NOS CONTRATOS DA LME (por ton/US\$ - valor de 26 de março e contratos de 3, 15 e 27 meses)



Fonte: LME

3.5. RECICLAGEM DE ESTANHO

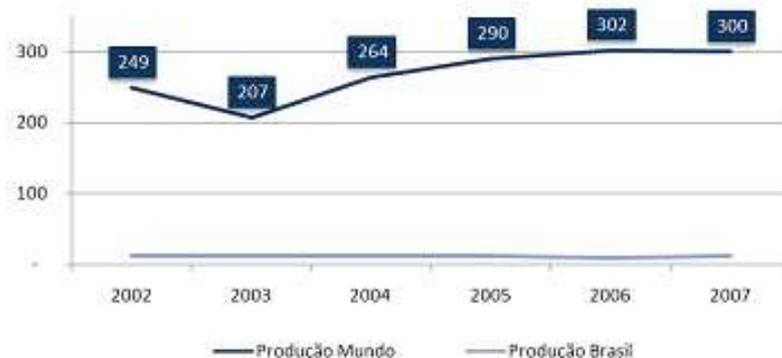
O estanho foi um dos primeiros metais a ser utilizado pelo homem, ainda nos primórdios da civilização humana. Ao longo de vários séculos várias culturas de várias épocas reconheceram a importância do uso deste metal, sob a forma de revestimentos, ligas e compostos, e seu uso aumentou com o avanço da tecnologia industrial. Atualmente o estanho ainda é um metal importante na indústria, embora a produção anual deste metal em toneladas seja muito menor do que a de outros metais. Um dos motivos para essa pequena tonelagem produzida é que, na maioria das aplicações, apenas pequenas quantidades de estanho são consumidas num determinado uso.

A evolução do consumo do estanho pode ser estimada em relação à evolução da sociedade industrial, ou mais diretamente pelo consumo de embalagens alimentícias e ao consumo de veículos. As aplicações mais relevantes do estanho atualmente, contando o estanho contido, são respectivamente: as folhas de estanho, folhas-de-flandres (tinplates), consumindo, respectivamente, 32e 27% do consumo aparente LME (London Metal Exchange). As aplicações mais relevantes continuam a ser o mercado de embalagem com as folhas-de-flandres e as soldas, para estas últimas, notadamente, destinadas às indústrias automobilísticas, de telecomunicações e de eletro-eletrônicos.

O Brasil é o sétimo maior produtor de Estanho, com produção aproximada de 12 mil toneladas de Sn contido em 2007, o que representa cerca de 4% da produção mundial, que foi de 300 mil toneladas, como mostra a Figura abaixo. A China é o maior produtor mundial, com 130 mil toneladas.

Em 2007, a produção brasileira de estanho primário voltou a crescer após ter apresentado em 2006 a menor produção dos últimos 25 anos. Foram produzidas 10,2 kt com crescimento de 16% em relação a 2006. A utilização da capacidade instalada do parque produtor foi inferior a 27%. No mercado interno parte da demanda foi suprida com as importações que foram de 2,0 kt em quantidade e US\$ 24 milhões em valor, registrando, decréscimo de 18,5% e crescimento de 22,8%, respectivamente.

As exportações somaram 6,0 kt e US\$ 83 milhões e registraram crescimento de 29% em quantidade e 100% em valor. O principal destino das exportações de estanho são os Estados Unidos (39%). O saldo da balança comercial de estanho resultou em superávit de US\$ 58,9 milhões e crescimento de 168% em relação a 2006. No cenário internacional, a demanda permaneceu em alta, principalmente, nos países asiáticos, que respondem por mais de 60% do consumo global. A produção mundial de estanho foi de 351 kt, participando o Brasil com 2,9%. O país ocupa a 7ª posição no ranking de produtores.



Ano	2002	2003	2004	2005	2006	2007
P. Mundial	249	207	264	290	302	300
P. Brasil	12	12,2	12,2	11,7	9,5	12
%	4,82%	5,89%	4,62%	4,03%	3,15%	4%

kt.

FONTE: O ESTANHO NO CENÁRIO ECONÔMICO E TECNOLÓGICO BRASILEIRO²⁹

Nos Estados Unidos, dados do USGS³⁰, que podem ser vistos na Tabela abaixo, indicam que a porcentagem de estanho reciclado foi de 25%, em 2006.

Year	Quantity of metal (metric tons)			Apparent supply ⁵	Percentage recycled
	Recycled from new scrap ²	Recycled from old scrap ³	Recycled ⁴		
2002	3,790	6,760	10,600	49,100	22
2003	3,570	5,500	9,070	41,500	22
2004	3,590	5,240	8,830	53,800	16
2005	2,280	11,700 ^r	14,000	46,300 ^r	30
2006	2,340	11,600	13,900	55,500	25

FONTE: USGS - 2008

A intensidade de uso do estanho na fabricação de folha-de-flandres nos E.U.A. reduziu-se em praticamente 50% na década de 1950 com a substituição do método de banho quente pelo método de eletrodeposição, que se difundiu pelo Japão e CEE (Comunidade Econômica Européia) já no final da década de 1960, o consumo de folha-de-flandres mais que duplicou, no mesmo período, resultando em saldo favorável, ainda que preocupante para a indústria do estanho. Nas décadas seguintes a indústria de embalagens de aço sofreria ataques, da indústria do alumínio e da indústria de plásticos com a PET (Tereftalato de Polietileno), sofrendo assim, a indústria do estanho com a redução da intensidade de uso devido à mudança de tecnologia empregada, e posteriormente, com a substituição das embalagens de aço por outras de alumínio e plástico.

²⁹ Retirada do trabalho sob este título de autoria de André Bebbber, Giulio C. Lobato, Glauco Sonsin, Gustavo Bartelega, Murilo B. Klen, UNESP, 2007.

³⁰ 2006 Minerals Yearbook Recycling Metals, pg.61.2, junho, 2008;

A indústria do estanho sofreu também com a queda no consumo da indústria automobilística, que substituiu parcialmente a solda estanhada por outras técnicas, utilizando-se de outros metais não-ferrosos. O processo de redução da intensidade do uso do estanho não é propriamente uma novidade, visto que, mesmo na década de 50 e 60 o setor já vinha sofrendo, principalmente pelo seu elevado custo. Vislumbra-se a possibilidade de aumento do consumo de estanho nos próximos anos, em função da substituição total ou parcial do chumbo em diversos usos, inclusive ligas estanho/chumbo, devido à toxicidade do chumbo, como por exemplo, em cápsulas para garrafas de vinho e projéteis de armas de fogo.

Atualmente a principal aplicação do estanho na indústria consiste na deposição deste elemento como revestimento na superfície de chapas de aço com o objetivo de aumento da resistência à corrosão, principalmente no caso de embalagens para alimentos. Os revestimentos em geral representam 40 % do total mundial do consumo de estanho. Desde 1940 o tradicional método de deposição do estanho por imersão a quente vem sendo gradativamente substituído pela eletrodeposição no caso da fabricação de chapas de aço revestidas por estanho produzidas por laminação contínua de tiras. O revestimento eletrolítico de estanho pode ser produzido em quantidades idênticas ou diferentes em cada superfície do metal base (aço). Quando as quantidades são idênticas, a espessura do revestimento em geral pode variar entre 0,38 e 1,50 micrometros, raramente excedendo 2,00 micrometros. De um modo geral a espessura do revestimento varia entre 0,15 e 0,60 mm. Cerca de 90 % da produção mundial de revestimentos de estanho é usada em embalagens para alimentos (latas e etc).

Conforme o Balanço Mineral Brasileiro (2001) “a Folha-de-Flandres (*tinplate*) _ ainda é o principal campo de aplicação do estanho (Ver Gráfico abaixo). Resulta do revestimento do aço laminado por uma fina película de estanho, tendo o produto acabado uma espessura da ordem de ¼ de milímetro (0,0025 mm) de estanho puro *high grade*³. O revestimento dá-se por imersão da chapa de aço em estanho fundido ou por eletrodeposição (90%) de Sn, conferindo ao produto propriedades anticorrosivas, maior afinidade à soldagem e boa aparência. Estima-se que cerca 90% das folhas-de-flandres sejam destinadas às indústrias de embalagens (latas de cerveja, refrigerantes, óleos comestíveis e tintas), sendo utilizados de 4 a 4,5 kg de Sn/t de folha-de-flandres, respondendo por 30-40% do consumo setorial de estanho. Compete registrar que, o elevado preço do estanho historicamente praticado no mercado internacional estimulou a substituição da folha-de-flandres na indústria de embalagens por materiais alternativos mais baratos, como o alumínio, vidro, plástico e papelão, favorecidos, também, pela evolução tecnológica dos produtos. Esse fato, aliado à redução do consumo específico, implicou na retração da demanda mundial de estanho, o que foi minimizado, posteriormente, pelo aumento da produção de folhas-de-flandres para outros usos. A fabricação de compostos químicos orgânicos e inorgânicos contendo estanho se constitui numa das principais aplicações do estanho metálico. O crescimento do uso dos compostos de estanho foi tão rápido nas últimas décadas do século XX, que, de responsável por grande parte do consumo de estanho secundário (reciclado), transformou-se num grande consumidor de estanho primário (metal virgem).



Fonte: DNPM/DIRIN

Nos Estados Unidos, a lata é hoje 40% mais leve que em 1970, graças a avanços tecnológicos de solda e dobra do metal. A quantidade de estanho caiu de 9,5g/m² em 1975, para 5g/m² em 1997, representando também uma redução de 40% na utilização deste material. No Brasil, são produzidas latas com espessuras que variam de 0,14 a 0,38 milímetros.

A produção brasileira de estanho secundário é insignificante. Segundo informações do Sindicato Nacional da Indústria do Estanho, prestadas a este consultor através do seu Secretário Executivo, Dr. José Maria Gonçalves de Lima, a participação da sucata de estanho passou de cerca de 3% da produção para, a partir do final da década de 90, para apenas 1% da produção brasileira. Isto pode ter significado em uma produção secundária em torno de apenas 100 toneladas em 2007! Em reunião realizada com recicladores brasileiros no INESFA foi verificada a impossibilidade de coletar informações sobre este tipo de sucata³¹. Poucas empresas processam sucata de estanho e não estão associadas às entidades de classe.

Produção Brasileira de Estanho Metálico e Secundário

ANO	ESTANHO PRIMÁRIO	ESTANHO(1) SECUNDÁRIO
1980	8.926	268
1981	7.759	232
1982	9.373	281
1983	12.942	388
1984	18.897	566
1985	24.738	742
1986	25.158	724
1987	29.068	872
1988	42.204	1267
1989	45.682	1370
1990	37.611	1128
1991	30.934	928
1992	26.948	808
1993	26.945	808
1994	20.400	612
1995	16.787	503
1996	19.412	582
1997	18.453	184
1998	14.574	145
1999	12.787	127
2000	13.824	138
2001	12.228	122
2002	12.031	120
2003	10.761	107
2004	11.512	115
2005	8.986	89
2006	8.784	87
2007	10.193	101
2008	10.797	107

Fonte: SNIEE

(1) Estimativa: até 1997, participação de 3% do estanho secundário na produção. A partir de 1997, participação de 1%.

³¹ O próprio MME em seu Anuário 2008, salienta que: “O índice de reciclagem (%) de metais e ligas foi calculado pela quantidade de sucata reciclada dividida pelo consumo aparente do material. As estimativas de reciclagem de aço, alumínio, cobre e chumbo para o ano de 2007 são apresentadas abaixo. **Para o estanho, níquel e zinco não foram encontradas informações** (grifo nosso).

3.6. RECICLAGEM DE NÍQUEL

Em 2007, conforme o Anuário MME 2008, a produção brasileira de níquel (contido) foi de 37,3 kt mostrando crescimento de 3,2% comparado com 2006. A produção mundial foi de 1,4 Mt e participação brasileira de 2,5%. As exportações foram de 28 kt e US\$ 570 milhões, com crescimento de 16,7% em quantidade e 77% em valor. As importações somaram 6,0 kt e US\$ 251 milhões e mostrou decréscimo de 4,6% em quantidade e crescimento de 71% em valor. O superávit comercial atingiu US\$ 320 milhões. Em 2007, o faturamento foi de US\$ 1,4 bilhão, 59% a mais que 2006. Os investimentos realizados foram da ordem de US\$ 153 milhões. O número de empregos diretos caiu 0,5% em relação a 2006 e alcançou 2.321 empregados. O consumo aparente de níquel foi de 21 kt. Os investimentos em curso e previstos para os próximos anos (Vale, Anglo American, Votorantim Metais e Mirabela Mineração) somam US\$ 7,1 bilhões, e farão do país um player importante no cenário mundial.

A falta de informações sobre o mercado de níquel secundário brasileiro, semelhante ao mencionado anteriormente para o estanho, impossibilita qualquer detalhamento mais específico para que se possa inferir as tendências e dificuldades enfrentadas pelo setor de preparação. Nas entidades de classe que congregam os preparadores de sucata elas simplesmente inexistem.

Optou-se, pois, por buscar informações internacionais que possam descrever como funciona o mercado secundário deste metal. Sugere-se a realização de estudos detalhados sobre a reciclagem de estanho e níquel, para suprir a carência atualmente sentida de falta de informações.

Conforme o Estudio de Mercado de la Unión Europea ³²*La producción secundaria de níquel, proveniente de chatarra vieja (old scrap, en inglés), juega un rol significativo en la producción total de níquel en la Unión Europea, particularmente en aquellos países más desarrollados. Aunque no existen estadísticas tan precisas como las de la producción primaria, se estima que durante el año 2006 poco más del 50% del consumo de níquel en la Unión Europea se abasteció con níquel proveniente de reciclaje de acero inoxidable y otras. Respecto a la producción de níquel secundario, es decir proveniente de chatarra o reciclaje, en el largo plazo se estima que ésta podría disminuir su participación relativa en la oferta global de níquel. Esto, puesto que algunos de los principales reservorios de chatarra de níquel, particularmente Estados Unidos y los 12 países que conforman la Comunidad de Estados Independientes (ex-U.R.S.S, excepto por Estonia, Latvia y Lituania), han reducido sustancialmente sus inventarios de chatarra. Esta disminución no se presentaría en otros países industrializados, donde Japón podría destacar en el futuro como uno de los principales exportadores de chatarra de níquel. En cuanto al níquel secundario, la empresa alemana ELG Haniel es la mayor productora mundial de reciclaje de acero inoxidable, y por lo tanto la mayor empresa recolectora y procesadora de níquel contenido en chatarra. Dentro de la Unión Europea opera plantas de procesamiento y de recolección en Alemania, España, Francia, Italia, Latvia, Países Bajos, Polonia, Reino Unido y República Checa. A diferencia de lo que ocurre en otros metales base, donde la oferta secundaria se encuentra en incluso más atomizada que la oferta primaria, ELG Haniel controla alrededor del 25% de la oferta mundial de níquel secundario”.*

O metal é muito usado sob a forma pura, para fazer a proteção de peças metálicas pois oferece grande resistência à oxidação. Suas principais aplicações são em ligas ferrosas e não-ferrosas para consumo no setor industrial, em material militar, em moedas, em transporte/aeronaves, em aplicações voltadas para a construção civil e em diversos tipos de aços especiais, altamente resistentes à oxidação, como os aços inoxidáveis, bem como em ligas para o fabrico de ímãs (metal Alnico), em ligas elétricas, magnéticas e de expansão, ligas de alta permeabilidade, ligas de cobre-níquel, tipo níquel-45, e em outras ligas nãoferrosas.

³² UPME Estudio de Mercado de la Unión Europea

Deste modo o níquel é utilizado, tanto puro como em ligas, em aproximadamente 300 mil produtos para consumo, indústria, material militar, moedas, transporte/aeronaves e em aplicações voltadas para a construção civil. Nos países industrializados o níquel tem aproximadamente 70% de utilização na siderurgia, sendo os restantes, 30%, divididos em ligas não-ferrosas, galvanoplastia etc. Tal utilização se dá seguindo, também, a uma categorização assim expressa :

Classe I: Derivados com grande pureza, com no mínimo 99% de níquel contido (níquel eletrolítico 99,9% e “carbonyl pellets” 99,7%) tendo assim larga utilização em qualquer aplicação metalúrgica.

Classe II: Derivados com conteúdo entre 20% e 96% de níquel (ferro- níquel, matte, óxidos e sinter de níquel) com grande utilização na fabricação de aço inoxidável e ligas de aço. Além da utilização em forma primária, pode-se mencionar a forma reciclada, largamente utilizada na siderurgia, dando origem ao níquel secundário ou sucata de níquel. Estima-se que grandes quantidades de sucata são coletadas e recicladas ao ano, tendo o níquel secundário atingido 288 mil t em 1998, correspondente a quase 28% da oferta anual de níquel.

Conforme o estudo europeu já mencionado³³, *La figura siguiente presenta la cadena logística genérica del níquel. Como la figura lo detalla existen cuatro diferentes rutas para acceder al consumidor final de níquel refinado, las cuales se indican en la figura como D1, D2, D3 y D4:*

D1: cerca del 60% del níquel primario del mundo, o aproximadamente 40% del níquel total, es producido por productores integrados verticalmente, desde la mina hasta la obtención de un producto de níquel, que tienen sus propias cadenas de logística con centros de mercadeo y distribución en los principales centros de consumo.

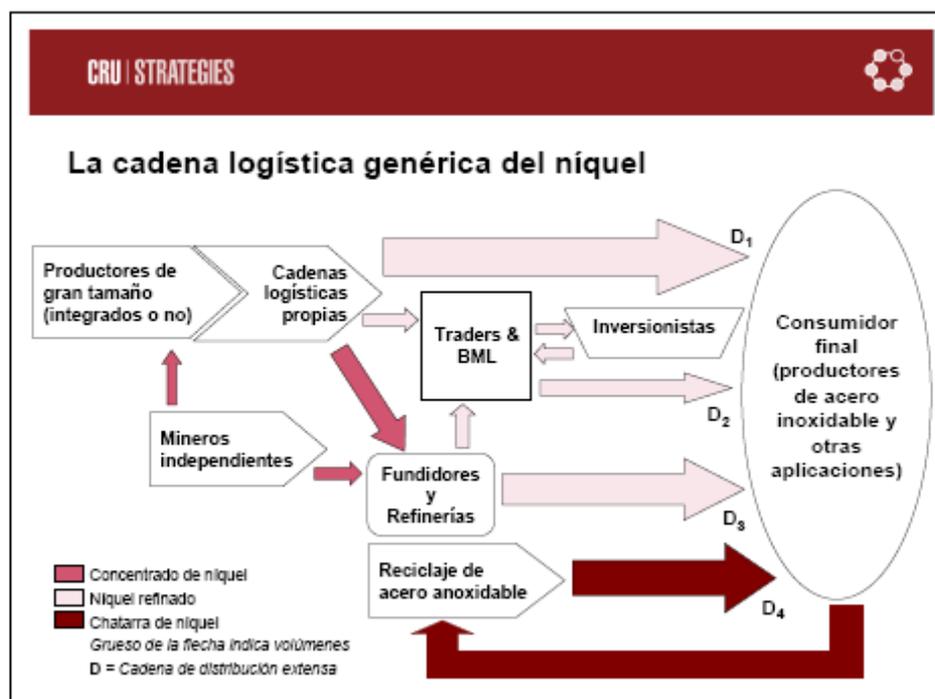
D2: Una pequeña fracción del níquel refinado es comercializado a través de traders y la BML, debido a que la mayor parte del níquel es comercializado directamente entre productores y consumidores. La BML tiene una lista de bodegas autorizadas en que cada comprador y vendedor debe ingresar, o retirar según sea el caso, la cantidad de níquel transado. En el caso de los traders, algunos tienen sus propias cadenas logísticas o tratan de obtener la transacción contraria que les permita participar de manera muy limitada en la logística de la transacción. Generalmente compran a precios FOB del puerto más cercano del productor, y de allí deciden a donde transportarlo.

D3: Alrededor del 40% del níquel primario es vendido en forma de concentrados, o alguna forma intermedia, para ser procesado y refinado por fundiciones y refinerías. En este caso las redes de distribución del níquel refinado están en las manos de las empresas fundidoras y/o refinadoras. Sin embargo, la logística que involucra la venta de los concentrados es negociada entre la mina y la empresa fundidora/refinadora (o trader), pues se requiere establecer quién cubre los fletes, las cantidades mínimas de entrega, los cronogramas de entrega, etc.

D4: Alrededor del 30 % – 35 % del níquel refinado mundial se genera a través del reciclaje y procesamiento de la chatarra de acero inoxidable, y en menor medida de otros productos finales tales como baterías. En el caso del reciclaje de acero inoxidable este es vuelto a procesar por las acerías para obtener la aleación deseada.

³³ op. cit pg. 5-26;

Figura – Ciclo de Produção de Níquel



FONTE: CRU Strategies Ltd

Níquel é usado. Níquel “não é consumido”. Exame feito nas reservas da natureza (depósitos) denota que o níquel está disponível para o uso e reuso sem degradação: não deteriora e não perde algumas de suas propriedades intrínsecas. Há sempre a mesma quantidade de níquel existente no fim da extremidade de um ciclo particular do produto como no começo. Embora o níquel possa ser “perdido” (emissões de ar, água e solo em níveis ou em quantidades demasiadamente pequenas podem ser recuperadas economicamente), a fonte básica de níquel para atual e as gerações futuras estão fora de questão.

Nos Estados Unidos, dados do USGS³⁴, que podem ser vistos na Tabela abaixo, indicam que a porcentagem de níquel reciclado foi de 43%, em 2006

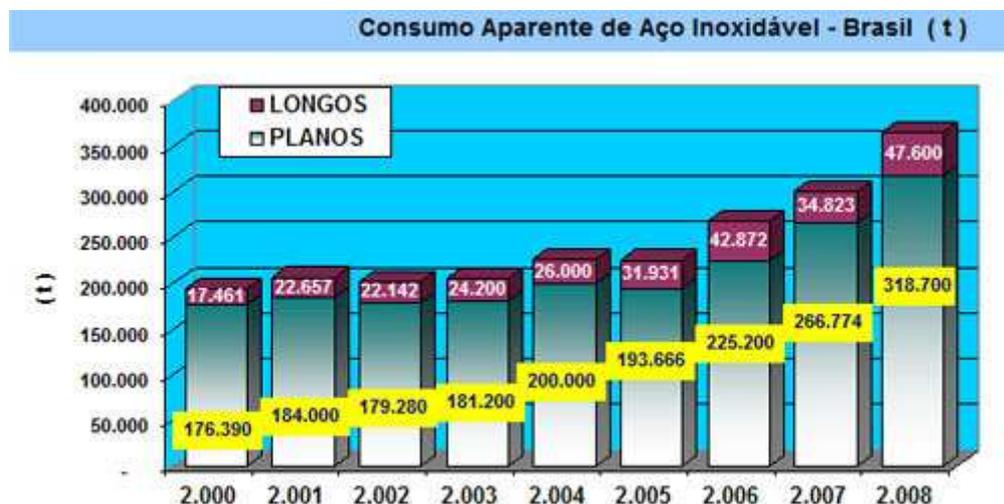
Year	Quantity of metal (metric tons)			Apparent supply ⁵	Percentage recycled
	Recycled from new scrap ²	Recycled from old scrap ³	Recycled ⁴		
2002	NA	NA	99,300 [†]	220,000 [†]	45 [†]
2003	NA	NA	101,000 [†]	218,000 [†]	46 [†]
2004	NA	NA	103,000 [†]	232,000 [†]	45 [†]
2005	NA	NA	101,000 [†]	236,000 [†]	43 [†]
2006	NA	NA	108,000	252,000	43

FONTE: USGS-2008

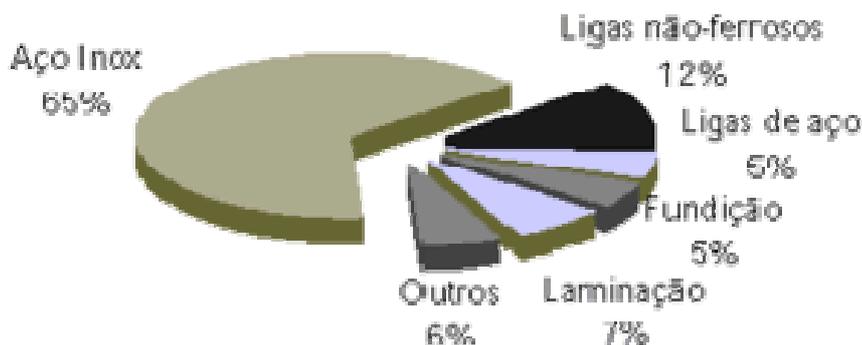
Conforme o Sumário Mineral 2008, a empresa sul-coreana Posco, terceira maior usina de aço do mundo, desenvolveu uma nova tecnologia para fabricar aço inoxidável sem usar níquel, envolvendo manganês e nitrogênio, previsto para entrar no mercado em 2008, podendo reduzir a demanda pelo níquel. A utilização de metais reciclados em lugar de metais virgens na produção de pilhas tem efeitos ambientais positivos ao reduzir a utilização de energia e a poluição provocada pela extração do material virgem. Para dar um exemplo, a utilização de cádmio reciclado e de níquel reciclado permite economizar, respectivamente, 46% e 75% de energia primária

³⁴ 2006 Minerals Yearbook Recycling Metals, pg.61.2, junho 2008;

relativamente à extração e refinação de metais virgens³⁵. No caso do zinco, a relação entre a energia necessária para a reciclagem e a energia necessária para a extração a partir de recursos primários é de 2,2 para 8³⁶. Estes números são particularmente importantes, dado que a produção primária de metais contribui em cerca de 10% para as emissões globais de CO₂.



Distribuição do Consumo de Níquel



Fonte: QNIL (apresentado no 11th Internacional Stainless Steel Conference em Bruxelas, Bélgica)

O aço inoxidável é basicamente produzido pela fusão de sucata de aço inoxidável e diferentes ligas (de cromo, níquel, molibdênio, etc. – dependendo do tipo de aço inoxidável) em forno elétrico a arco (FEA). Após a fusão, o aço líquido é vazado para um segundo reator pois, o FEA – embora seja um eficiente reator para a fusão de sucata – é inapropriado para abaixar o teor de carbono do banho até o reduzido nível exigido pelo aço inoxidável; e sabe-se, de longa data, que um baixo teor de carbono tem um papel de fundamental importância para os aços inoxidáveis.

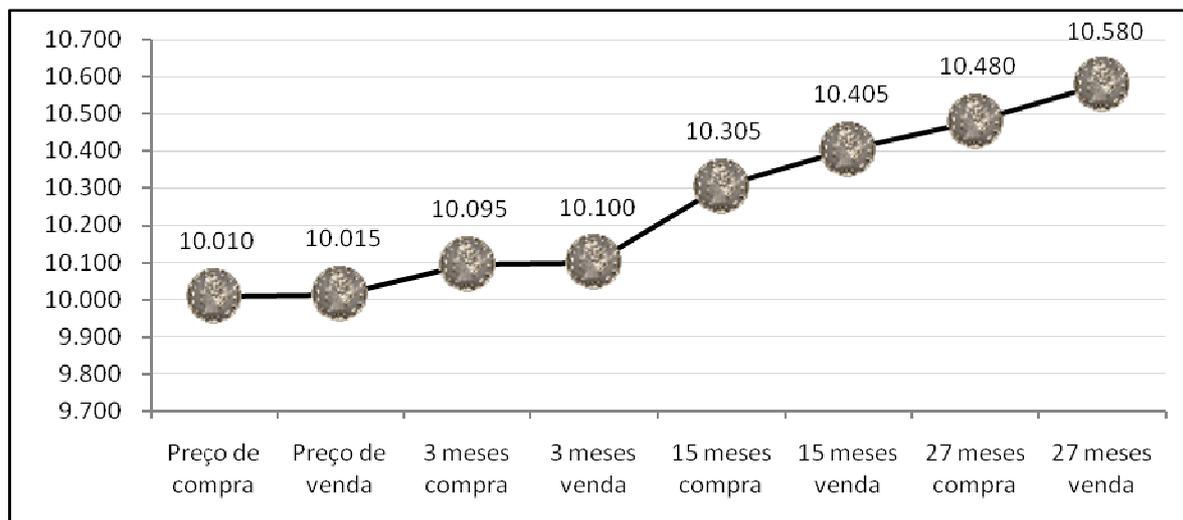
No setor de comercialização de sucata de aço inox, um fato curioso aconteceu ao longo de 2008. Enquanto o consumo interno de aço inox apresentou crescimento mês a mês até o início da crise mundial, o preço da sucata registra queda há pelo menos um ano. O fato chama a atenção uma vez que, pela lógica, quanto maior a demanda em relação à oferta, maior é o preço. Mas parece que o setor de sucata de aço inox vem escapando dessa lógica, pelo menos no Brasil.

³⁵Rydh, C.J., Karlström, M. (2002) Life Cycle Inventory of Recycling Portable Nickel-Cadmium Batteries, Resources, Conservation and Recycling, N°. 34, p. 289-309.

³⁶“Metaller, materialflöden i samhället, Naturwardsverket”, relatório 4506, p. 27.

De acordo com o Núcleo do Aço Inox, entidade que reúne produtores e consumidores deste metal, o consumo de inox no Brasil fechou 2008 com acréscimo de 22% comparado ao ano de 2007. Foram comercializadas no mercado interno 369 mil toneladas do produto em 2008, um dos melhores anos para a história desse metal, cujo crescimento oscilava entre 6,5% e 7% nos quatro anos anteriores. As importações cresceram 47%, passando das 68 mil toneladas em 2007 para 100 mil toneladas em 2008. O aço inox importado foi comprado principalmente da China e da Índia.

TENDÊNCIA DE PREÇOS NOS CONTRATOS DE NÍQUEL (por ton/US\$)



Fonte: LME

Já o preço da sucata de aço inox acompanhou as quedas do níquel cotado na LME – a Bolsa de Metais de Londres. Se comparados os meses de janeiro e dezembro de 2008, a queda do níquel registrada foi de 68%, saindo de um patamar de US\$ 28 mil/t para US\$ 9 mil/t.

“Em estado de coma”. Assim o diretor de uma empresa que não quis ter o nome revelado definiu o momento atual de comercialização de sucata de aço inox no Brasil. Seu principal cliente, a Acesita, paralisou totalmente as compras desde novembro de 2008 e seus clientes de fundições reduziram em mais de 2/3 o número de pedidos. Das 4 mil toneladas/mês que o mercado de sucata de aço inox costuma movimentar no País, o diretor acredita que menos de 50% estejam sendo comercializadas.

Segundo o diretor, apesar de a LME apontar para uma tendência de alta de preços nos contratos de níquel de 3 (US\$ 9.820). 15 (US\$ 10.010) e 27 meses (US\$ 10.120), o mercado brasileiro possui comportamento muitas vezes bem aquém dessa tendência. “A LME não é tão parâmetro assim para o comércio de sucata de aço inox no Brasil”, comentou.

Para Sidnei Paz Lopez, sócio da Sianfer, também especializada em sucata de aço inox, o grande problema de 2008 foi que muitos compradores de sucata aproveitaram-se dessa queda vertiginosa do preço do níquel apostando numa recuperação em curto prazo. “A crise já no início de setembro de 2008 pegou muita gente de calça curta”, relembra. Num primeiro momento, a queda de preço acentuada no início da crise assustou muitas empresas, mas a situação evoluiu para um estado crítico quando as siderúrgicas paralisaram totalmente as compras, em outubro e novembro. No início de janeiro de 2009 foi a vez de as fundições cancelarem seus pedidos.

De acordo com o sócio da Sianfer, o mês de março de 2009 iniciou com alguma sinalização de negócios na empresa. “Aos poucos, o pessoal está voltando a cotar preços. Estamos, inclusive, recebendo cotações de países que nunca nos procuraram.” Segundo ele, existe uma expectativa de aumento 3% a 5% nos preços da sucata a partir de abril.

De acordo com informações do Núcleo do Aço Inox, 2009 deve fechar com consumo igual ao ano de 2008. A entidade não tem feito trabalhos concentrados, mas observa a redução de estoques de aço inox nos fabricantes a partir do 2º trimestre de 2009, o que deve demandar reposição.

Um dos principais consumidores de aço inox no Brasil é o setor de bens de capital, seguido pelas áreas de alimentos e bebidas, açúcar e álcool e a linha branca de eletrodomésticos. O setor de petróleo e gás é outro que começa a despontar como grande consumidor. A entidade informou que as importações de aço inox devem retrair-se em 2009 devido ao aumento do dólar.

3.7. RECICLAGEM DE ZINCO

A produção brasileira de zinco primário, conforme o Anuário MME 2008, em 2007 foi de 265 kt, mostrando decréscimo de 2,6%, sendo indisponível, a partir de 2001 a produção de zinco secundário. (Ver tabela abaixo). A produção mundial totalizou 11,0 Mt, participando o país com 2,4%. As exportações somaram 51 kt e US\$ 162 milhões, com decréscimo de 32% em quantidade e 25% em valor, em relação a 2006. Os principais países de destino das exportações foram: Argentina (33%), Bélgica (21%) e Itália (14%). As importações somaram 36 kt e US\$ 131 milhões. O superávit alcançou US\$ 30 milhões. O faturamento do segmento foi de US\$ 998 milhões e aumento de 6,7%. Os investimentos foram da ordem de US\$ 83 milhões, 23% maior que 2006, e foram direcionados em tecnologia e na ampliação da capacidade produtiva. O número de empregos diretos decresceu em 34%, passando para 1024. O consumo aparente do metal foi 240 kt, 9,5% a mais que 2006.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ZINCO – 1988 - 2007

ANOS	CONCENTRADO	METAL PRIMÁRIO	ZINCO SECUNDÁRIO
1988	832.383	139.667	4.307
1989	894.525	155.846	6.409
1990	826.063	149.483	4.603
1991	797.419	157.462	5.538
1992	446.211	180.414	7.000
1993	506.866	187.550	7.200
1994	455.937	200.145	10.007
1995	493.972	196.173	9.809
1996	322.704	186.338	9.317
1997	523.657	185.701	18.570
1998	202.652	176.806	17.681
1999	223.244	187.010	18.701
2000	150.043	191.777	19.178
2001	257.094	193.061	ND
2002	307.904	247.692	ND
2003	348.474	257.530	ND
2004	379.712	265.987	ND
2005	170.659	267.374	ND
2006	185.211	272.438	ND
2007	193.899	265.126	ND

FONTE: SUMÁRIO MINERAL2008 - DNPM

O consumo de zinco no Brasil cresceu 83% de 1992 até 1999. Das 164 mil toneladas consumidas em 1998, a construção civil absorveu 44%; a indústria automobilística, 22%; eletroeletrônicos da linha branca, 6%; pilhas, 7%; confecção (zíperes), 3%; utensílios de fogão, 2%; e outros, 13% (MINÉRIOS&MINERALES, 1999).

As reservas brasileiras de zinco, em metal contido, representam 1,3% das reservas mundiais. No ano de 1998 a produção brasileira, em termos de metal contido no minério beneficiado, representou 1,1% da produção mundial com 87.475 toneladas. A produção interna brasileira de zinco metálico, em 1998, foi de 177.050 toneladas, cerca de 4,7% menor que a do ano anterior (DNPM, 1999).

O consumo cada vez maior de zinco em nível mundial, situação que deve ser mantida nos próximos anos graças à crescente industrialização dos países, especialmente os do Terceiro Mundo, levaram a indústria mineral brasileira a investir R\$ 270 milhões para aumentar a produção em 30%. A Companhia Mineira de Metais – CMM investe US\$ 2 milhões em pesquisa, visando aumentar as suas reservas (MINÉRIOS&MINERALES; 1999, DNPM,1999).

Nos Estados Unidos, dois terços do zinco é produzido de minérios e o outro um terço vem do reaproveitamento de sucata. O zinco é muito importante para a vida moderna e, em tonelagem produzida, fica em quarto lugar entre os metais na produção mundial, ficando atrás do ferro, alumínio e cobre.

Nos Estados Unidos, dados do USGS³⁷, que podem ser vistos na Tabela abaixo, indicam que a porcentagem de zinco reciclado foi de 25%, em 2006.

Year	Quantity of metal (metric tons)			Apparent supply ⁵	Percentage recycled
	Recycled from new scrap ²	Recycled from old scrap ³	Recycled ⁴		
Zinc: ¹⁶					
2002	319,000	47,300	366,000	1,420,000	25.8
2003	295,000	50,300	345,000	1,390,000 ^r	24.8 ^r
2004	302,000	47,100	349,000	1,430,000 ^r	24.4 ^r
2005 ^r	303,000	50,700	354,000	1,290,000	27.4
2006	294,000	47,800	341,000	1,390,000	24.5

Fonte:USGS-2008

O Zinco é reciclável infinitamente sem qualquer perda de suas propriedades químicas e físicas. Atualmente, cerca de 30% do suprimento mundial de zinco vem reciclado . Devido à durabilidade e longa vida útil da maioria dos produtos de zinco que, em alguns casos, duram mais de 100 anos sem manutenção, uma grande quantidade do zinco produzido no ano passado ainda é utilizado, constituindo um recurso valioso e sustentável para as gerações futuras. Além disso, as reservas globais de minério de zinco, ao contrario de diminuir, na verdade aumentaram nos últimos 25 anos. O zinco é o método mais eficiente em termos de custos e de meio ambiente como proteção do aço contra corrosão. Ajuda a poupar recursos naturais como: minério de ferro e energia, prolongando a vida útil dos produtos que utilizam esta proteção, contribuindo economicamente sobre o investimento do capital em aço. O aço revestido com zinco pelo processo de galvanização a fogo resiste à deterioração, corrosão, incêndio e inundações melhor que qualquer outro material. O aço revestido com zinco pelo processo de galvanização a fogo tem vários ciclos de vida porque ele é 100% reciclável.

Recuperar zinco metálico puro a partir das pilhas zinco-carbono, e também, alcalinas de manganês, está se tornando uma realidade no Brasil, graças a pesquisas desenvolvidas em Universidades. Uma das alternativas de recuperação do zinco é o eletrorefino.

³⁷ 2006 Minerals Yearbook Recycling Metals,pg.61.2, junho 2008;

A recuperação do zinco das pilhas zinco-carbono e alcalinas de manganês é justificada pelo crescente consumo do metal no País e sua baixa participação na produção a nível mundial – 1,1%, ano 1998 –. Como visto anteriormente, o consumo de pilhas zinco-carbono no Brasil é da ordem de 68,31% do total de pilhas e baterias vendidas no País, contabilizando 630 milhões de unidades por ano. Se 20% do peso dessas pilhas corresponde ao conteúdo médio de zinco (EPBA, 2000), teremos então um total aproximado de 126 toneladas de zinco eliminado em nossos aterros a cada ano, e que poderia ser reutilizado de forma a preservar as nossas reservas naturais.

O zinco existente na pilha zinco-carbono encontra-se tanto na forma metálica – caneco – como na forma de um sal – cloreto de zinco. Neste artigo foi tratada apenas a recuperação do zinco, que se encontra na forma metálica. Outros meios de recuperação do zinco, tanto na forma metálica como sal, estão sendo desenvolvidos no laboratório de resíduos sólidos do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA da UFMG.

Conforme MORAES e BREHM³⁸ “a indústria siderúrgica mundial, ao mesmo tempo em que recicla quase toda sucata de aço gerada, gera uma série de outros resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas durante o processo de fabricação do aço. Quanto aos resíduos sólidos, as siderúrgicas geram escória, pó, carepa e lama em várias etapas do processo, desde a redução do minério de ferro até a conformação mecânica do aço.

Dentre estes resíduos sólidos, a escória e o pó são os mais gerados e, por conseguinte, os mais estudados em âmbito mundial. Como a escória de alto forno, possivelmente, outrora resíduo mais estudado é hoje um subproduto consagrado para as siderúrgicas integradas.

Os resíduos sólidos gerados pelas indústrias siderúrgicas possuem características bastante peculiares, proporcionando o estudo de diferentes formas de reaproveitamento. Por exemplo, as características físicas e químicas da escória e do pó podem conferir excelentes propriedades aos materiais onde são aplicados, principalmente na área da construção civil e da própria siderurgia.

Alguns motivos, como grande geração, dificuldade para disposição e custo, pressão dos órgãos ambientais, fizeram com que as indústrias, centros de pesquisa e universidades investissem em estudos sobre formas de reaproveitamento destes resíduos.

O Pó de Aciaria Elétrica (PAE) é um resíduo sólido gerado a partir da coleta, via sistema de despoejamento, dos particulados presentes junto às emissões liberadas pelo Forno Elétrico a Arco (FEA) durante a produção do aço. É classificado, de acordo com a norma NBR 10004, como resíduo sólido perigoso – classe I. A Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul - FEPAM - exige que este resíduo seja estocado em local adequado, ou seja, local coberto protegido das intempéries. Devido à grande quantidade gerada, de 12 a 14 toneladas por dia de aço fabricado, torna-se prioritário que se estude alternativas de reciclagem do mesmo, em vez de dispô-lo em aterros industriais.

A caracterização do pó de aciaria seja, química, física e de fases de um resíduo sólido é a etapa fundamental para avaliar a viabilidade de reciclagem. Além disso, os resultados devem contribuir para possibilitar um melhor controle na sua geração durante a fabricação do aço e avaliar sua homogeneidade, no sentido de reciclá-lo internamente numa siderúrgica seja no FEA, no BOF ou no alto-forno, ou valorizá-lo como possível subproduto em aplicações externas.

Mundialmente, a maioria dos processos utilizados para a sua reciclagem foca na recuperação do zinco (Zn) contido no PAE. O percentual deste elemento no PAE vem crescendo ao longo dos anos devido ao fato que este vem sendo cada vez mais usado no setor siderúrgico em processos de

³⁸ Carlos Alberto Mendes Moraes, e Feliciane Andrade Brehm in “ESTADO DA ARTE DA RECICLAGEM DE PÓ DE ACIARIA ELÉTRICA” Contribuição técnica ao XXXVIII Seminário de Aciaria – Internacional, 20 a 23 de maio de 2007, Belo Horizonte, MG, Brasil;

galvanização dos aços. Ao reutilizar a sucata galvanizada, o Zn evapora durante o processo de fusão, ficando retido no PAE. No Brasil, a reciclagem de sucata galvanizada está em fase de expansão. O teor de zinco no PAE vem crescendo em função do aumento de sucata galvanizada, o que pode viabilizar economicamente os processos de reciclagem utilizados em nível mundial aqui na América do Sul. Além disso, o mercado de zinco tem mostrado problemas quanto ao aumento de preço deste elemento, essencialmente obtido a partir de minérios de zinco extraídos da natureza.

Caracterização de Pó de Aciaria Elétrica

Segundo Huber et al., o PAE pode ser gerado pelos seguintes mecanismos:

- volatilização dos metais não ferrosos;
- vaporização do ferro abaixo do arco;
- expansão das bolhas de CO (monóxido de carbono) que, conseqüentemente, ejetam pequenas bolhas de metais;
- arraste de partículas sólidas.

De acordo com dados do INSTITUTO BRASILEIRO DE SIDERURGIA – 2004, a produção mundial de aço bruto no ano de 2003 foi de 964 milhões de toneladas. No Brasil, a produção de aço bruto foi em torno de 31 milhões de toneladas, o que representa 3,2% da produção mundial. Nesse ano, a produção de aço via FEA foi de 6,5 milhões de toneladas. Com o aumento de sucata de aço no mercado mundial, tem ocorrido aumento da produção mundial de aço via FEA. Para exemplificar, em 1970 a produção de aço via FEA representava 14%, 23% em 1980, 28% em 1990 e 35% em 1998 do total da produção mundial de aço.

De acordo com Birat, a produção de aço via forno elétrico a arco representava 33% da produção mundial em 2000, prevendo que esta passe a representar 40% em 2010 para uma produção total prevista de 830 milhões de toneladas por ano.

O INSTITUTO BRASILEIRO DE SIDERURGIA -1996 cita os coeficientes de geração de PAE entre 1 e 2% da produção de aço, tanto para a produção de aço carbono como para aço inoxidável. No Brasil são gerados, em média, 1,48% de PAE por tonelada de aço produzido, índice semelhante ao encontrado nos EUA (1,7%),

Canadá (1,5%), Japão (1,8%) e Itália (1 a 1,4%), porém com teor médio de zinco de aproximadamente 10%, inferior à média internacional, situada na faixa de 15 a 25% de zinco, porém em algumas empresas já atingindo patamares superiores de 25% em função da crescente reciclagem de sucata galvanizada.

No caso de processo de fabricação de aço via aciaria elétrica, os pós podem ser classificados de duas formas, segundo a quantidade de zinco:

- pós com altos teores de zinco (acima de 15% de Zn);
- pós com baixos teores de zinco (abaixo de 15% de Zn).

Os elementos químicos típicos que compõem o PAE podem ser provenientes da sucata (a grande maioria), das injeções dos finos de coque (C), do escorificante (Ca), do ferro-gusa (Fe e C), ferro-ligas (Fe-Cr, Fe-Si) ou do refratário (Al, Mg) utilizados durante o processo de fabricação de aço. Além dos elementos C, Ca, Fe, Cr, Si, Al e Mg, amostras de PAE analisadas indicaram, na sua composição química elementar, Na, S, Cl, K, Mn, Zn, Ni, Mo, Sn e O.

A primeira etapa para a realização destes estudos é a caracterização química e ambiental dos resíduos a fim de verificar a melhor aplicação. Com isso, parte-se para a próxima etapa que seria a caracterização física dos resíduos, para avaliar as propriedades que vão conferir valor agregado ao material onde serão utilizados.

Na Tabela abaixo é possível observar as diversas formas como têm sido expressos os resultados da caracterização química das amostras de PAE na última década.

Tabela: Diferentes formas de expressão de resultados para análises químicas do PAE.

Composição (% massa)	Strohmeier ⁽⁸⁾	Hara ⁽⁹⁾	Pickels ⁽¹⁰⁾	Gudenau ⁽¹¹⁾	Mantovani ⁽¹²⁾	Pelino ⁽¹³⁾	Yang ⁽¹⁴⁾	Masud ⁽¹⁵⁾	Gonçalves ⁽¹⁶⁾
Zn	22-24	27,7	24,8	0,1-5,0	2,40		21,5		9,24
Pb	45	3,22	3,22	0,05-1,0	0,18		0,157		
Cd	0,03-0,1		714 ppm						
Cu	0,2-0,4			0,01					
Sn	0,2-0,3								
As	0,04-0,08								
S	1,8-2,2		4000 ppm				0,113	1,8	
F	0,2-0,4		2550 ppm						
Cl	1-1,5		4,05						
C	1-2	3,33	0,94	20-30	2,25			3,3	
Cr							0,698		2,90
Mo							0,538		
Fe		25	16,55	25-35	53,00				48,96
Fe ₂ O ₃					75,78	52,82	40,3	41,3	
FeO	26-30								
Mn			1,55						
MnO	4-5				2,97	5,33		3,3	
MnO ₂							2,55		
Ca			11,5						3,28
CaO	6-7	2,16			8,67	7,50	8,31		
MgO	2,5-3,0				1,31	5,21	6,58	7,9	
Mg									1,65
BaO	~ 0,01							3,9	
Al ₂ O ₃	0,4-0,6	2,09			1,13	0,65	0,436	1,1	
SiO ₂	3-3,5	2,78			4,73	5,94	5,96	4,8	
Na ₂ O	1,5-1,9					0,91	0,417		
K ₂ O	1,2-1,5					1,01	0,475		
Cr ₂ O ₃						1,12			
ZnO						13,80		24,5	
CuO						0,18		0,2	
NiO						0,08			
PbO						0,48		2,4	
P ₂ O ₅							0,0297		

No Brasil, até o momento, pode-se dizer, que a geração de sucata zincada ainda não atingiu os patamares da Europa, portanto o pó gerado na produção de aço via FEA possui menores teores de Zn, inviabilizando o uso das tecnologias, em especial pirometalúrgicas comercializadas mundialmente. Por outro lado, o preço de Zn metálico utilizado para fabricação de produtos em Zamak, e pelo processo die casting vem atingindo preços mais elevados que Al metálico utilizado para o mesmo fim. De acordo com o *Sumário Mineral Brasileiro 2006*, entre os prováveis investimentos de recursos, está em curso o estudo de viabilidade econômica pela Votorantim Metais Zinco (única produtora de zinco a partir de minério do Brasil) da implantação de uma unidade de reciclagem em Juiz de Fora (MG) para tratamento de pó de aciaria elétrica e outros resíduos de zinco. Os primeiros estudos indicam investimentos da ordem de R\$ 250 milhões. Fica claro que a reciclagem externa, mesmo sendo uma alternativa viável a curto prazo, a longo prazo com a diminuição de reservas naturais de uma série de metais como Zn, Pb, Cd, e o próprio Fe, faz da recuperação de metais a partir de pós de FEA um caminho também para as empresas geradoras na América Latina, como já vem sendo na Europa e Japão a mais de 10 anos. Considerando ainda, que o Zn, segundo elemento do pó de aciaria, chama atenção pelo seu teor muito maior que o máximo encontrado nos seu minérios hoje em dia no Brasil.

Conforme TENÓRIO³⁹, “para se entender de uma forma global a reciclagem do zinco é preciso primeiro analisar o perfil do seu consumo. No Brasil os setores que mais consomem zinco são:

³⁹ op.cit,p 111

- Galvanoplastia – 60%
- Latões – 18%
- ZAMAK – 5%
- Pilhas – 3%

Portanto semelhantemente ao chumbo a maior parte do material se destina a apenas uma aplicação. A diferença básica é que no caso do chumbo praticamente o metal fica concentrado em um produto enquanto que o zinco corresponde a cerca de 5% do peso de uma chapa galvanizada. Além disso, o metal está em grande parte oxidado após o uso.

Sabe-se que a CSN produz cerca de 700 mil toneladas de chapas de aço galvanizado por ano e que a USIMINAS cerca de 320 mil toneladas por ano. Estimando-se que cerca de 5% do peso das chapas seja da camada de zinco galvanizado, chega-se à conclusão que 70% do zinco usado em galvanoplastia é consumido por essas duas empresas.

As peças galvanizadas são recicladas para o aproveitamento do aço contido, portanto uma boa parte da sucata vai para as indústrias não integradas de produção de aço. Isso implica que, neste caso, o zinco se concentra nas poeiras dos fornos elétricos.

As poeiras de forno elétrico nos Estados Unidos possuem teores médios de zinco de cerca de 19%, devido ao extensivo uso de sucata de aço galvanizado. Assim, essas poeiras são a principal fonte de zinco secundário. A seguir são apresentados os principais processos existentes para o tratamento de poeiras de aciaria elétrica:

- Processo Waelz
- Processo HTR, ZIA
- Processo Siros melt
- Processo Enviroscience MetWool
- Processo Enviroplas
- Processo Pro-TECH
- Processo IBDR-ZIPP
- Processo Zincex modificado
- Processo Ezinex
- Processo Inmetco

Dos processos descritos destaca-se o Waelz que efetivamente é o mais popular de todos, sendo basicamente um forno rotativo de redução onde os vapores de zinco são captados na forma de óxidos.

No Brasil as concentrações de zinco nas poeiras de aciaria elétrica são muito inferiores e, portanto, não existe viabilidade econômica de tratamento deste material segundo os processos apontados.

Os latões são facilmente recicláveis por simples fusão, os problemas associados à emissão de zinco são os mesmos que normalmente ocorrem na associados à fundição de latão. Assim os vapores produzidos e captados nos filtros de mangas são muitas vezes comercializados para indústrias de cosméticos, tintas e fertilizantes.

O principal problema associado à reciclagem de ZAMAK está na baixa tolerância que estes materiais tem aos contaminantes. Os contaminantes do ZAMAK, na ordem de 40 ppm, causam um processo de corrosão intergranular. As principais impurezas são: chumbo, estanho, cádmio, índio e tálio.

Existe a reciclagem interna e a reciclagem externa. Na reciclagem interna os canais das peças injetadas são retirados e colocados no cadinho da injetora. Em geral o nível de retorno é restrito a um máximo de 50%. Na reciclagem externa são processados canais, cavacos e borras. Em geral esse material é destinado a pequenas fundições. No caso da concentração de contaminantes

exceder os limites o material produzido não pode ser comercializado como ZAMAK sendo portanto vendido como matéria prima para a fabricação de latões, outra possibilidade para o ZAMAK fora de especificação é a produção de óxido de zinco.

A reciclagem de ZAMAK é feita normalmente em forno rotativos cuja fonte de aquecimento é normalmente a queima de óleo. Com relação às pilhas domésticas a resolução 257 do CONAMA desencoraja qualquer processo de reciclagem uma vez que a mesma permite o descarte indiscriminado deste material.

Portanto efetivamente muito pouco é feito com relação à reciclagem de zinco no país.”

4. RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se, fortemente, a implantação de um sistema Integrado de Informações Minero Metalúrgicas, coordenado pela Divisão de Mineração e Metalurgia do Departamento de Setores Intensivos em Capital e Tecnologia (DESIT) da Secretaria do Desenvolvimento da Produção (SDP), do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior – MDIC. Caberia a esta estrutura governamental replicar a exitosa experiência do extinto Conselho de Não ferrosos e de Siderurgia – CONSIDER, no levantamento de informações setoriais sobre o mercado de insumos metálicos obtidas através de Núcleos de Estatísticas Setoriais, implantados em parceria com as entidades de classes representativas dos setores. Estes Núcleos coletariam as informações junto aos seus associados e as repassariam ao MDIC. Seriam um importante repositório de dados e, em médio prazo, poderiam suprir parte das lacunas existentes no âmbito do setor minero metalúrgico, principalmente as referentes aos mercados de metais secundários.
- A tributação na compra da sucata e do metal secundário, nas transações interestaduais, diminui a competitividade de produção de fundidos especialmente nas regiões menos desenvolvidas, onde é menor a geração de sucata e a atividade de reciclagem. Recomenda-se a revisão da cobrança de ICMS no abastecimento destes materiais ao setor de fundição.
- Sugerimos, com a maior brevidade possível, que sejam realizados estudos sistemáticos sobre a complexa interação oferta-demanda de sucata, principalmente sobre as reservas de sucata de obsolescência.

O Consultor participou, no dia 10 de junho de 2009, de reunião em São Paulo com os senhores Sérgio Camarini, presidente do SINDINESFA- SINDICATO DAS EMPRESAS DE SUCATA DE FERRO E AÇO, Marcos Sampaio da Fonseca, presidente e Adilson de Rosa, diretor do INSTITUTO NACIONAL DAS EMPRESAS DE PREPARAÇÃO DE SUCATA DE FERRO E AÇO e com o senhor Elias Bueno, Secretário Executivo do INESFA.

Eis as reivindicações do setor:

“A falta de políticas públicas de abrangência nacional que estimule e desonere plenamente a atividade econômica do Comércio de Resíduos e Sucatas Metálicas e de estrutura logística portuária adequada para incrementar as exportações, possibilitando maior a competitividade dos materiais metálicos recicláveis no mercado externo são os principais gargalos que podem ser superados com a adoção de medidas que atendam nossas reivindicações:

Concessão de uma área portuária adequada, preferencialmente no Estado de São Paulo que disponha de calado e cais com dimensão apropriada para carregar e descarregar sucata metálica;
Tarifas portuárias e pedágios diferenciados para viabilizar o transporte e negociações de commodity de baixo valor agregado;

- Isenção ou suspensão de IPVA aos caminhões de coleta e transporte de materiais recicláveis, cadastrados normalmente como Mecânico Operacional; Rollon-ON; Rollon-OFF; Carroceria Aberta e outros;
- Isenção de ICMS, atualmente diferido dentro do Estado de São Paulo;
- Instituir o selo verde para atividades que atuam em prol do meio ambiente;
- Isenção de taxas existentes ou que venham ser instituídas por órgãos governamentais, classificando erroneamente a atividade como poluidora “Ex. IBAMA”;
- Linha própria de financiamento com condições especiais;
- Isonomia no tratamento, estendendo as empresas do Comércio Atacadista de Resíduos e Sucatas Metálicas os benefícios alcançados pelas cooperativas à exemplo do Decreto nº 5940, de 25 de Outubro de 2006 e demais legislações que poderiam prever incentivos a toda cadeia de materiais recicláveis que atuam em prol do meio ambiente, ligadas intimamente com as questões social e econômica;
- Isenção de impostos na aquisição de máquinas e equipamentos nacionais ou importados;
- Isenção de impostos, tributos e contribuições que incidem na energia elétrica.”

5. BIBLIOGRAFIA

ADAMS,Robert - "Secondary Supply", "Economic of the Mineral Industries", AIME, New York, 1976;

ABAL – Guia Técnico do Alumínio-Reciclagem, vol 12, 2008;

ABAL – BOLETIM SUCATA Nº29 • Ano 2 • 2ª quinzena de abril de 2009 INFORMATIVO SOBRE O MERCADO DE SUCATAS DE ALUMÍNIO ;

ABRAFE -ANUÁRIO DAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS DE FERROLIGAS E DE SILÍCIO METÁLIC,ABRAFE YEARBOOK - 2004

Aluminum Recycling - 1st. Edition 2007 - book of M.E. Schlesinger - University of Missouri Rolla - USA - CRC press.

Aluminium Recycling in Europe - The Road to High Quality Products – European Aluminium Association - EAA e Organization of European Aluminium Refiners and Remelters - OEA - 2006.

Aluminium Melting and Dross Formation - A Historical and Modern Perspective of the Situation - TMS 2003 - Alcan Arvida - W. Stevens and others.

ANDRADE, M.L.A et alii - A ASCENSÃO DAS MINI-MILLS NO CENÁRIO SIDERÚRGICO MUNDIAL, BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 12, p. 51-76, set. 2000

ANUÁRIO – Setor Metalúrgico, MME-SGM-2006;

ANUÁRIO 2008 – COBRE Condutores Elétricos & Semi-Manufaturados de Cobre e suas Ligas,publicação conjunta da ABC - Associação Brasileira do Cobre e Sindicel - Sindicato da Indústria de Condutores Elétricos, Trefilação, Laminação de Metais Não Ferrosos do Estado de São Paulo

Andrews D., Raychaudhuri A., Frias C., "Environmentally sound technologies for recycling secondary lead", Journal of Power Sources 88, 2000, 124-129.

Araujo R. V. V., Soares P. S. M., Trindade R.E. "Estudo da desulfurização da pasta de bateria automotiva visando a reciclagem de chumbo." Relatório Técnico 58, Centro de Tecnologia Mineral, 2001.

BIR -Bureau International de la Recuperación- Anual Report, 2007;

BIR - Tools for Environmentally Sound Management , 2006

Brooks, C.L. - Melt Loss and Metal Conservation - TMS 1978 - Reynolds Metals Co.;

D´AVILA FILHO ,Boaventura Mendonça – "Panorama do Setor Siderúrgico Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico NT Metálicos para Aciarias Sucatas, Gusa, Ferro Esponja", de / SETEPLA- 2008

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral do Brasil- SUMÁRIO MINERAL 2008;

DOWER, Roger e ANDERSON, Robert – An Analysis of Scrap Futures Markets for Stimulating Resource Recovery, Enviromental Law institute, Washington, 1979

European Aluminium Association – EAA - Global Aluminium Recycling: A Cornerstone of Sustainable Development - International Aluminium Institute - IAI e Organization of European Aluminium Refiners and Remelters - OEA – 2006;

Fileti, Ayrton - Alternativas Tecnológicas para Tratamento de Resíduos e Custo Ambiental - VI Seminário Internacional de Reciclagem de Alumínio - ABAL – 2001;

FRIEDRICH, B. 2005. Melt treatment of aluminium–Ways to a high performance metal. Metall, 59:30-36.

IBS Panorama do Setor Siderúrgico, CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE), 2008

IBS – Anuário Estatístico, diversos anos;

INESFA/SINDINESFA-MERCADO BRASILEIRO DE SUCATA DE FERRO E AÇO, JUNHO, 2009;

International Copper Study Group - THE WORLD COPPER FACTBOOK 2007

Jolly, R e RHIN,C. – The recycling of lead acid batteries:productions of lead and polypropilene.Resources,Conservation & Recycling, v.10,nº1,p-137-13,1994;

Matos, R.Q. e FERREIRA,O.M - RECUPERAÇÃO DE CHUMBO DE BATERIAS AUTOMOTIVAS, ANÁLISE DE RISCO DOS RESÍDUOS RESULTANTES” ,Univ.Católica de Goiás, (2007).

Medina H. V. (2006), Clean technologies for recycling , In: Daniel Brissaud, Serge Tichkiewitch and Peggy Zwolinski, Innovation in Life Cycle Engineering and Sustainable Development, Springer, Netherlands, pp. 199-208.

Medina H. V. De (2006-A), Eco-concepção para a qualidade da reciclagem do aço e do alumínio automotivos, Série CETEM Inovação e Qualidade n° 01, Rio de Janeiro, Brasil, no prelo;

Medina H. V e GOMES, D.E.B - A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA PROJETANDO PARA A RECICLAGEM, Rio de Janeiro Outubro/2002, CETEM, CT2002-051-00;

Medina H. V. - RECICLAGEM DE AUTOMÓVEIS: ESTRATÉGIAS, PRÁTICAS E PERSPECTIVAS SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL, CETEM,Rio de Janeiro,Dezembro/2003;

MEDINA, H.V - NON FERROUS METALS RECYCLING: ECONOMIC, TECHNICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ALUMINIUM AND LEAD MARKET IN BRAZIL T2003-54-00 – Comunicação técnica ao Joint Study Groups Recycling Workshop, São Petersburg, Rússia, 08 – 13 de setembro de 2003 (CD Rom) Setembro / 2003

MME, Ministério de Minas e Energia – MME, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM Departamento de Transformação e Tecnologia Mineral – DTTM SINOPSE 2008

MORAES, C.A.M., e BREHM, F.a. in “ESTADO DA ARTE DA RECICLAGEM DE PÓ DE ACIARIA ELÉTRICA” Contribuição técnica ao XXXVIII Seminário de Aciaria – Internacional, 20 a 23 de maio de 2007, Belo Horizonte, MG, Brasil;

MOURAD, A.L.; GARCIA, E.E.C.; VILHENA, A. Avaliação do ciclo de vida: princípios e aplicações. Campinas: CETEA, 2002. 92 p.

Narayanan, R. and others - Molten Metal Flux Composition Effects in Aluminum Scrap Remelting - TMS 1988. Metal Loss in Remelting of Aluminum Alloys in Molten Salt Fluxes - TMS 1995 - Ohio State University ;

NOVELIS. 2007. Processo da reciclagem. Disponível em: <http://www.novelis.com.br/NovelisBrasil/>

PAGE, Talbot –“Conservation and Economic Efficiency – An approach to Materials Policy, The John Hopkins University Press, Baltimore, 1977, 265p;

QUENEAU, P.B., CREGAR, D.E., MICKEY, D.K., 1989. Optimising matte and slag and Secondary Lead Processing, Halifax, Nova Scotia, August 1989. Pergamon Press, leaching. Journal of Non-Crystalline Solids, p. 83-90. 1998.

RADETZI, Marion e SVENSSON, Lars - Can Scrap Save US for Depletion?”, Natural Resources Forum, 3, 1979;pp 365-378;

Revista Reciclagem Moderna, diversas edições

Tabela de Classificação de Sucatas de Alumínio - Associação Brasileira do Alumínio - 2006.

SALES I.R.B, in “TECNOLOGIAS APLICADAS PARA O AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DA ACIARIA NA SIDERURGIARIS”, UFPe, ENGENHARIA MECATRÔNICA, 2005;

TENÓRIO, J.A S - “SITUAÇÃO BRASILEIRA DA RECICLAGEM DE Al, Pb E Zn” Contribuição ao 1º Seminário de Não-Ferrosos da ABM. São Paulo, 19 e 20 de Março

TILTON, John E. - Economic of Metal Markets, Working Paper < International Institute for Applied System Analysis A-2361, Luxemburg, 1984,74p;

Trouche V. - "Le recyclage de Batterie Automobile au Brésil" monographie: Projet de Fin d'Études en Génie Productique au L'INSA de Lyon, France., réalisé au CETEM, Brésil, sous la direction de Heloisa V. de MEDINA, 2003, 82 p.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development. Life cycle assessment: principles and practice. Cincinnati, 2006.

U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2008

USGS –Minerals Yearbook, 2008;

USGS - Minerals Yearbook, Recycling Metals, 2006

Van Linden, J. H. L. and other - Melt Loss Evaluation - TMS 1986 - Alcoa Center

VASQUES,A.C – Oferta Secundária de Ferro e Aço no Brasil: Determinação e Implicações, dissertação de Mestrado, UNICAMP, 1987.

6. ANEXOS

6.1. Oferta de Sucata de Metais: Fundamentos Econômicos Teóricos

A base dos recursos minerais diminui com o consumo de metal primário. Diferentemente, a produção ou o consumo de metais aumenta a base de recursos de materiais secundários. Essa característica específica da denominada oferta secundária pode fazer com que um país não dotado de recursos naturais possa, pela importação de metais, acumular um estoque de material secundário ao longo dos anos.

Esse conceito de estoque associado a materiais secundários pode ser considerado análogo ao conceito de recurso utilizado nas matérias primas. O “teor” desse estoque-reserva de materiais secundários é a taxa de recuperação, que representa a porcentagem de material que pode ser retirada economicamente, para consumo imediato, em função de parâmetros de mercado.

Aceita-se, comumente, que os recursos básicos para a formação dos estoques de materiais secundários são provenientes em sua totalidade do final de vida útil dos bens, de consumo ou de produção, que foram fabricados com o metal em períodos passados. Em função direta da obsolescência dos produtos está a formação desses estoques. A maior ou menor durabilidade dos bens que contêm o metal resultará em, respectivamente, menor ou maior representatividade desse estoque.

Parte do processo de formação da oferta secundária está condicionada à geração de materiais como sucata quando do processamento do metal primário. Sucata é, pois, gerada e não produzida. Gerada quando da efetuação de produção primária, como resíduo das operações de torneamento e de estampagem de metais, originando um tipo de material secundário classificado genericamente como sucata de processamento industrial ou sucata de geração industrial.

A geração de bens inservíveis, após o cumprimento de uma vida útil, associada à taxa de recuperação, propicia o surgimento de um novo subsegmento ofertante denominado de sucata de obsolescência, com características peculiares que a distingue da sucata de processamento industrial, conforme veremos mais adiante. A formação de um estoque de material secundário pode ser considerada automático como decorrência normal das diferentes etapas do processo de utilização dos bens produzidos como o metal primário.

Para melhor formalização teórica da abordagem que iremos empreender, analisaremos separadamente os condicionantes técnicos, econômicos e comerciais que atuam diferentemente na sucata de processamento industrial e na sucata de obsolescência.

Oferta Secundária de Sucata de Processamento Industrial

Geralmente é aceito que a oferta de sucata de processamento industrial é totalmente inelástica aos preços pagos pelos consumidores, conforme pode ser visto na Figura 1. Este tipo de sucata é gerado independentemente das forças econômicas do mercado como resíduo resultante da produção primária. Uma queda no seu preço não implicará em uma redução de sua geração que está intrinsecamente correlacionada com o mercado do metal primário. Essa diminuição de preço pode coincidir com um declínio da geração, mas não o provocará.

Uma diminuição na demanda por produtos fabricados com o metal primário poderá afetar a geração de sucata de processamento industrial em duas etapas. Em primeiro estágio o consumidor do metal primário diminuirá sua produção e, conseqüentemente, a geração de sucata. E uma segunda fase a demanda dos fabricantes de produtos semi-refinados do metal também cairá, com uma diminuição das aquisições de matérias-primas, dentre elas a sucata de processamento. Se o declínio na demanda por sucata for maior do que o da geração, o seu preço baixará. O que acontece, então, é que há uma queda na geração, determinada exogenamente ao mercado secundário, pela diminuição da demanda de produtos fabricados com o metal primário.

Na Figura 1, qualquer que seja o preço ofertado pelo mercado a quantidade gerada de sucata será $0q_1$, ou seja, a oferta de sucata de processamento industrial é totalmente inelástica⁴⁰. Isso pode ser melhor entendido por uma explicação prática de uma situação de mercado, com uma queda nos preços de sucata de processamento a níveis muito baixos.

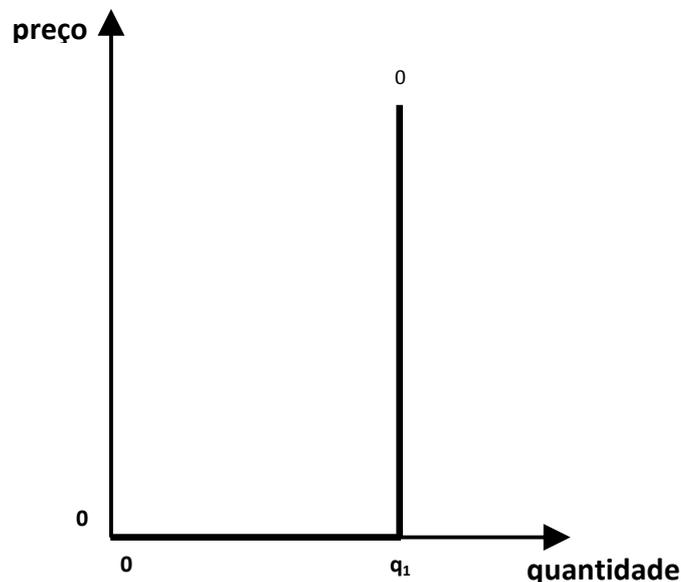


FIGURA 1 - CURVA DE OFERTA DE SUCATA DE PROCESSAMENTO

FONTE: ADAMS, op. cit. p. 212

O consumidor do metal primário tem a sucata como um resíduo gerado pela incapacidade do seu processo produtivo de manufaturar o metal sem perdas. No preço de seu produto ele já computa um custo correspondente a essas perdas, remunerando-se, posteriormente, com a venda ao mercado. As sobras geradas no processo de produção são, pois, em última análise, “lixo” industrial que deveria ser conduzido ao depósito municipal mais próximo para despejo. Entretanto, como há uma indústria secundária que utiliza esse “lixo” como matéria-prima ele passa a ter um preço de mercado⁴¹.

Um outro ponto interessante para discussão a respeito da sucata de processamento industrial é quanto à sua taxa de recuperação, ou seja, qual o percentual dessa sucata que será aproveitado pela indústria secundária. Geralmente os consumidores do metal estão dispostos a ofertar toda a sucata que geram, independentemente dos preços de mercado, pois sua atividade principal não é a comercialização de sucata.

Aceita-se comumente a assertiva de que toda a sucata de processamento industrial é recuperada. As suas características peculiares indicam nesta direção. A sucata de geração tem como principal vantagem a homogeneidade de sua qualidade e a boa localização, geralmente perto dos grandes centros urbanos. Essas especificidades fazem com que seja um insumo bastante procurado pelos consumidores, em detrimento da sucata de obsolescência, conforme veremos mais adiante.

⁴⁰ Matematicamente, define-se a elasticidade da oferta como sendo $e = \frac{dq}{dp} \times \frac{p}{q}$, inelástica quando $e < 1$ e elástica para $e > 1$.

⁴¹ Há muitos anos, era comum as indústrias paulistas pagarem para a retirada de sucata de processamento. Em uma linha de produção a geração de sucata é tão grande que, passados alguns dias, sua permanência provocará tantos problemas operacionais que o gerador, caso não exista nenhum interessado em comprá-la, terá que arcar com custos de remoção para retornar aos estágios normais de produção.

TILTON⁴² considera ser elástica essa oferta para preços muito baixos, em função da característica mencionada de que quase todas as quantidades deste tipo de sucata são recuperadas a preços próximos ao custo de reciclagem.

ADAMS⁴³ assinala que, para preços muito baixos de sucata de processamento, a quantidade gerada pode não ser igual à quantidade ofertada ao mercado por ser mais interessante ao gerador destiná-la aos depósitos de lixo.

Temos a opinião de que tudo depende do comportamento do mercado primário. Em um mercado demandante tenderá a haver uma acirrada disputa por sucata de processamento entre as empresas da indústria secundária (ou indústrias primárias que utilizem o insumo como matéria-prima básica, como as siderúrgicas produtoras de aços não planos comuns). O gerador assistirá, então, comodamente a uma “guerra” de preços. O contrário acontecerá quando uma abrupta diminuição da demanda de produtos fabricados com o metal primário poderá conduzir os preços do insumo a níveis tão baixos que o custo líquido para o gerador de sucata ofertá-la ao mercado poderá superar o custo de seu uso com aterro em depósitos de lixo.

Graficamente podemos representar os efeitos de uma demanda mais elástica do que uma inelástica em relação à oferta de sucata de processamento industrial. A Figura 2 é montada pela combinação de dois conjuntos de curvas de demanda com a curva de geração 0, mostrada na Figura 1, nossa curva de oferta de sucata de processamento.

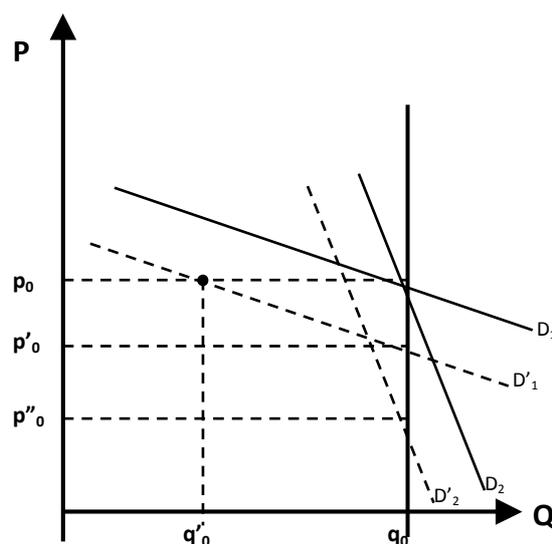


FIGURA 2 - ELASTICIDADE DA DEMANDA DE SUCATA DE PROCESSAMENTO
FONTE: ADAMS, op. cit. p. 213

Suponhamos que a demanda elástica D_1 desloque-se para D'_1 . Ao preço inicial P_0 toda a sucata ofertada, $0q_0$, é consumida. Com o deslocamento da demanda, ao mesmo preço P_0 os consumidores desejariam adquirir a quantidade $0q'_0$. Assumindo ser constante a geração de sucata, os consumidores poderiam pensar que ficariam com um excesso de estoques $q_0 - q'_0$. Os geradores, por sua vez, frente à possibilidade de ficarem com muita sucata em suas empresas, o que, como vimos, torna problemática a continuidade de produção normal, reduzem o preço de P_0 para P'_0 para induzirem os seus compradores a aumentarem suas aquisições de sucata de processamento. O novo preço de equilíbrio seria p'_0 , onde a nova curva de demanda D'_1 intercepta a curva de oferta 0.

⁴² In “Economic of Metal Markets”, p. 61: “However, at very low prices, those approaching the cost of recycling new scrap, supply is quite elastic with respect to price” (o grifo é nosso).

⁴³ In “Secondary Supply”, “Economic of the Mineral Industries”;

Sob as mesmas hipóteses e usando o mesmo preço original P'_0 além das curvas de demanda inelástica D_2 e D'_2 , os geradores de sucata teriam que reduzir o preço ainda mais para P''_0 , para motivarem os consumidores a adquirir a mesma quantidade de excesso potencial de sucata $q_0 - q'_0$.

TILTON⁴⁴ apresenta uma série de curvas de oferta para a sucata de processamento para determinados períodos de tempo denominados de prazo imediato, de curto prazo e de longo e mais longo prazos, distinguidos por premissas básicas específicas. Assim, no prazo imediato os processadores de sucata não teriam tempo de modificar a produção nem a capacidade de produção. No curto prazo teriam tempo de mudar a produção, mas não modificariam a capacidade de processamento, o que só aconteceria no longo prazo. O mais longo prazo seria aquele onde não existiriam barreiras ou restrições, a não ser a disponibilidade de sucata, que seria fixa.

Dentro destas segmentações temporais TILTON analisou a oferta de sucata de processamento, cuja disponibilidade para reciclar, segundo sua ótica, depende de três fatores: o consumo total do metal, a distribuição desse consumo por uso final e da porcentagem de consumo que resulta em sucata de processamento. A última componente resulta ser, obviamente, a taxa de geração de sucata de processamento. A Figura 3 apresenta as curvas descritas por TILTON, sendo que as curvas de longo e de mais longo prazo são coincidentes.

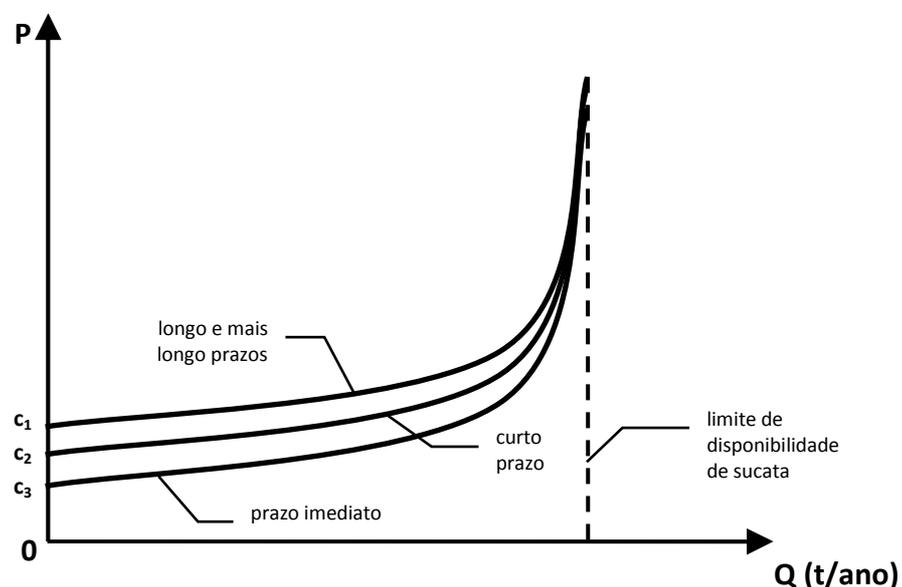


FIGURA 3 - CURVAS DE OFERTA DE SUCATA DE PROCESSAMENTO
FONTE: TILTON op. cit. p. 60

A sucata com menor custo de reciclagem será processada em primeiro lugar. Estes custos, visualizados por OC_1 , OC_2 e OC_3 , determinam os pontos onde as curvas interceptam o eixo vertical. Há uma limitação física para a oferta de sucata de processamento, indicada pela reta vertical. Somente o constrangimento imposto pela disponibilidade de sucata no mais longo prazo é que torna as curvas ascendentes.

Conforme TILTON o baixo custo de reciclar a sucata de processamento comparado com fontes alternativas de oferta, significa que toda, ou quase toda, a sucata é reciclada. Por isso, sobre o intervalo de preços normais, pequena oferta adicional de sucata é possível fazendo a oferta ser inelástica a preços, depois que a sucata disponível é reciclada. Outrossim, a preços muito baixos, muito próximos dos custos de reciclagem, a oferta será elástica com respeito aos preços conforme podemos verificar na Figura 3.

⁴⁴ op. cit. p. 60.

O fato de que toda a sucata de processamento é reciclada significa que as restrições limitantes da oferta no imediato e curto prazos, chamadas de produção e de capacidade de produção, como já vimos, não são adequadas para diferirem significativamente de uma restrição imposta no longo prazo pela disponibilidade de sucata. Embora as curvas de imediato e de curto prazos permaneçam abaixo da curva de longo prazo, elas se tornam ascendentes e vêm a ser verticais ao mesmo nível de geração de sucata.

Resumindo, ainda, as idéias de TILTON, se a tecnologia existente permite a recuperação integral do metal contido na sucata de processamento, a curva de oferta de mais longo prazo coincide com a curva de oferta de longo prazo, como ilustrado na Figura 3. Se não é este o caso, se altos preços do metal primário fazem com que uma nova tecnologia possibilite a recuperação de mais metal de sucata disponível, a restrição da oferta poderia deslocar-se para a direita no mais longo prazo, indicando a disponibilidade de maiores quantidades do insumo. Posteriormente iremos descrever, em tópico específico, os efeitos de uma mudança tecnológica no mercado de sucata.

Oferta Secundária de Sucata de Obsolescência

A disponibilidade de sucata de obsolescência em um ano específico depende basicamente do fluxo de metal contido em produtos descartados com final de vida útil durante o ano, e do estoque de metal contido em produtos com vida útil extinta no início do ano, mas que ainda não foi reciclado. O estoque de sucata existente para posterior recuperação em determinado período de tempo independe das condições de mercado, em função da disponibilidade regular de bens em fim de vida útil para sucateamento em intervalos regulares de tempo.

Diferentemente da sucata de processamento industrial, que tem como características principais a homogeneidade de sua composição e uma geração localizada próxima aos centros de consumo, a sucata de obsolescência tem geração aleatória, disseminada em amplo espaço geográfico, em função do consumo passado do metal específico, e qualidade afetada pelas diferentes origens dos produtos que contêm o metal, geralmente com mistura dos mais diversificados tipos de materiais.

O fluxo de sucata de obsolescência depende da quantidade e tipos de bens em uso na economia no início de um ano, sua composição de metal, sua distribuição etária – a idade média que termina a vida útil – e de uma distribuição de freqüência em torno da média de vida útil. O total de sucata de obsolescência dependerá do fluxo acumulado em períodos passados de produtos com vida útil extinta. Para esse total as quantidades recuperadas anteriormente para reciclagem devem ser subtraídas. Isto significa que o estoque de sucata de obsolescência somente aumentará se a taxa de reciclagem anual for menor do que a taxa de formação histórica desse estoque.

O estoque de sucata de obsolescência depende, pois, de dois fluxos: o do fluxo acumulado e da reciclagem acumulada de sucata de obsolescência no passado, devendo ser considerado como tendo as mesmas características de um estoque de material primário. Consequentemente, o que é reciclado em um período de tempo não estará disponível para a oferta no futuro. Essa característica é fundamental para que possamos distinguir precisamente entre a oferta do metal proveniente do fluxo e do estoque de sucata de obsolescência.

Caso haja uma predominância no consumo de sucata de obsolescência oriunda do estoque acumulado, estaremos em um mercado escasso em sucata com tendência à sua exaustão com continuidade dessa situação. Tradicionalmente, os países em desenvolvimento que acumularam uma quantidade ainda pequena de sucata de obsolescência face ao pequeno consumo histórico de metais de suas economias, tendem, ao se industrializarem, a consumir sucata a taxas mais elevadas do que as de formação do estoque, levando-os à condição de importadores.

As curvas de ofertas de curto e longo prazos de sucata de obsolescência são mostradas na Figura 4, apresentada originalmente por TILTON⁴⁵. Ao preço p_1 a curva indica que a quantidade q_1 do metal secundário é recuperada proveniente do fluxo corrente de sucata de obsolescência. O remanescente deste fluxo não é reciclado, mas adicionado ao estoque de sucata disponível para reciclagem em períodos futuros. Estamos, implicitamente, admitindo a existência de um mercado funcionando em ritmo normal, sem excessos de demanda e oferta.

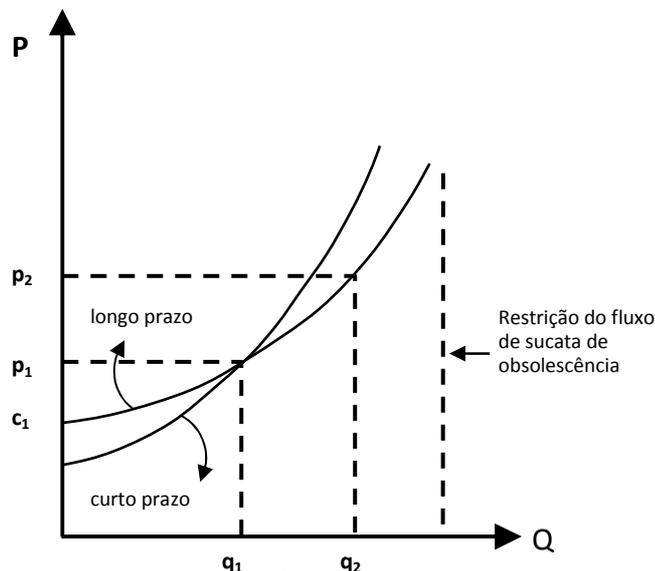


FIGURA 4 - METAL SECUNDÁRIO DO FLUXO DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA

FONTE: TILTON, op. cit. p. 64

As curvas começam no eixo vertical a preços moderadamente baixos, refletindo este fato que parte da sucata de obsolescência é de boa qualidade, com correspondentes custos de coleta e de recuperação baixos⁴⁶. Ela pode ser reciclada a custos relativamente baixos, $0c_1$, por tonelada de metal contido. Outrossim, em contraste com a sucata de processamento, os custos aumentam notavelmente com a quantidade do fluxo de sucata de obsolescência. Isto acontece porque alguma sucata estará dispersa em termos geográficos e os custos de sua coleta serão bastante elevados. Adicionalmente, alguns tipos de sucata estarão misturados com outros tipos diferentes, o que implica em maiores gastos com seleção e preparação.

Na Figura mencionada a curva de oferta de curto prazo para o metal produzido do fluxo de sucata de obsolescência, é apresentada. Esta curva encontra-se abaixo da curva de longo prazo para preços menores que p_1 , sob a hipótese de que os processadores continuarão a operar e a ofertar ao mercado desde que cubram os custos variáveis. Desde que os custos fixos tendem a ter uma participação relativamente menor no total dos custos de produção, particularmente em comparação com os verificados na produção primária⁴⁷, a curva de oferta de curto prazo permanece relativamente próxima à curva de longo prazo.

A preços altos como p_1 a Figura mostra a curva de oferta de curto prazo acima da curva de longo prazo, indicando que os produtores valem-se da restrição de oferta no curto prazo para realizarem altos preços e lucros. Contudo, a capacidade tende a ser mais flexível na produção secundária em comparação com a primária sendo fácil, por conseguinte, aumentar a produção pelo

⁴⁵ op. cit. p. 64.

⁴⁶ Na realidade, como vimos anteriormente, estamos tratando com curvas de custos o que significa que a níveis mais elevados estaremos manipulando sucata de obsolescência de qualidade inferior.

⁴⁷ Pela própria estrutura produtiva da indústria secundária, intensiva em trabalho, os custos fixos inerentes a uma instalação industrial à base de sucata requerem volume relativamente menor de investimentos, em termos comparativos com os de uma indústria primária similar.

acréscimo, por exemplo, de turnos extras de trabalho. Por esta razão a curva de oferta de curto prazo, abaixo de p_1 , está muito próxima da curva de longo prazo.

No imediato e no curto prazos os processadores de sucata estarão operando na porção elástica de suas curvas de oferta. Quantidades adicionais de sucata de obsolescência somente poderão ser adquiridas a maiores custos, principalmente de transporte. Se o preço de mercado cair muito eles podem cessar completamente a produção. Um pequeno aumento nos preços de mercado, entretanto, terá um efeito significativo sobre as quantidades que eles desejariam ofertar.

Sob certas circunstâncias as curvas de oferta de curto longo prazos podem estar separadas como, por exemplo, a preços mais elevados do metal. A esses preços certos produtos, que totalizaram uma parte significativa do total de fluxo de sucata de obsolescência, podem se tornar econômicos para reciclagem. Mas poderá haver uma limitação da capacidade de processamento para esta oferta adicional, fazendo com que a curva de curto prazo seja vertical muito antes da curva de longo prazo, indicando a restrição da capacidade de processar.

Como resultado do fenômeno de “obsolescência prematura”, que acontece em mercados de demanda muito “aquecida” com sucateamento antecipado de produtos que contém o metal antes de completar o ciclo de vida útil, a curva de oferta de curto prazo pode ficar acima da curva de oferta de longo prazo. Isso acontece, por exemplo, quando máquinas ficam obsoletas e são destinadas pelas empresas a serem estocadas para utilização apenas em períodos de picos de produção, ou para atendimento de emergência quando da falha de um equipamento mais novo. Altos preços do metal incentivam a reciclagem prematura desses equipamentos.

O contrário acontece em períodos de quedas acentuadas de preço do metal. O custo de manutenção desses equipamentos quando comparados aos rendimentos que poderiam ser obtidos com a venda como sucata de obsolescência são muito compensadores, estimulando o aumento da vida útil. Isso significa, segundo TILTON⁴⁸, que *“that in some circumstances the constraint imposed by the flow of old scrap may not be invariant in the short run to price, but rather may increase with price at least over a range”*.

Até agora centramos nossas observações sobre a oferta secundária proveniente do fluxo de sucata de obsolescência. Passemos a examinar o que acontece com a oferta secundária oriunda do estoque de sucata de obsolescência, a que nos referimos anteriormente. A Figura 5 apresenta três curvas de oferta de curto prazo do estoque de sucata de obsolescência.

De acordo com TILTON, a primeira curva S_1 indica que ao preço p_1 nenhuma quantidade do metal é recuperada proveniente do estoque de sucata de obsolescência por não cobrir os custos de reciclagem, principalmente os de transporte. A preços mais altos, porém, alguma sucata do estoque poderá ser economicamente processada. Ao preço p_2 , por exemplo será gerada uma quantidade de metal q_2 .

No longo prazo, entretanto, esta quantidade não é mantida porque o estoque recuperável de sucata de obsolescência a custos até P_2 é esgotado. Assim, se o preço permanecer em P_2 , a curva de curto prazo comporta-se semelhantemente ao ilustrado pela curva S_2 . Acima de P_2 esta curva estende-se para a direita, indicando que a custos de reciclagem inferiores a P_2 não haverá oferta e, sim, agregação ao estoque de sucata de obsolescência. Abaixo de P_2 , todavia, a nova curva S_2 mostra que não haverá sucata disponível para recuperação.

⁴⁸ op. cit. pp. 67-68.

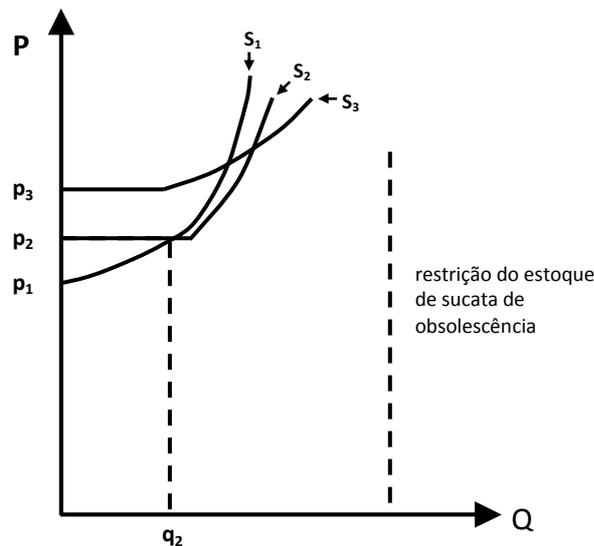


FIGURA 5 - METAL SECUNDÁRIO DO ESTOQUE DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA

FONTE: TILTON, op. cit. p. 64

Similarmente, se o preço aumenta ainda mais, para P_3 , a curva de oferta terá o formato de S_3 . Isto indica que normalmente não existe uma curva de longo prazo para o metal proveniente do estoque de sucata de obsolescência. Porém é possível que a preços muito elevados quantidades maiores de sucata de obsolescência possam vir a ser econômicas para processamento, com o correspondente crescimento da duração temporal do estoque, tornando-se factível uma curva de longo prazo. Não há reciclagem de boa parte da sucata de obsolescência disponível face às limitações impostas pelos preços de mercado, sendo mais barata a utilização de sucata proveniente do fluxo conjuntural.

Faz-se mister ressaltar que a curva de oferta de curto prazo proveniente do estoque de sucata de obsolescência depende não apenas dos preços de mercado, como também da curva de oferta de curto prazo originária do fluxo de sucata de obsolescência. Se o preço cair abaixo de P_1 parte do fluxo de entrada de sucata com custos abaixo de P_1 não será reciclado. Mais precisamente, ele será adicionado ao estoque de sucata de obsolescência, movendo a curva de oferta secundária de curto prazo para a direita.

Alternativamente, se o preço de mercado permanece em P_1 , a curva S_1 move-se para a direita, mas não para baixo. Se os preços sobem acima de P_1 , como já mencionado anteriormente, a curva S_1 move-se para a direita a preços acima do preço de mercado. Durante o período em que permanece abaixo deste preço a curva move-se para a esquerda, quando a sucata com custos de processamento abaixo do preço de mercado é reciclada. Isto continua até que a curva intercepta o eixo vertical aos preços correntes de mercado.

A Figura 6 mostra a curva de oferta para todo o metal proveniente de sucata de obsolescência, ou seja, é uma combinação das Figuras 4 e 5 pela adição horizontal das curvas de oferta oriundas do fluxo e do estoque de sucata de obsolescência. A curva de longo prazo é simplesmente aquela do fluxo de sucata de obsolescência mostrada na Figura 4, já que não existe, como vimos, curva de oferta de longo prazo originária do estoque de sucata de obsolescência.

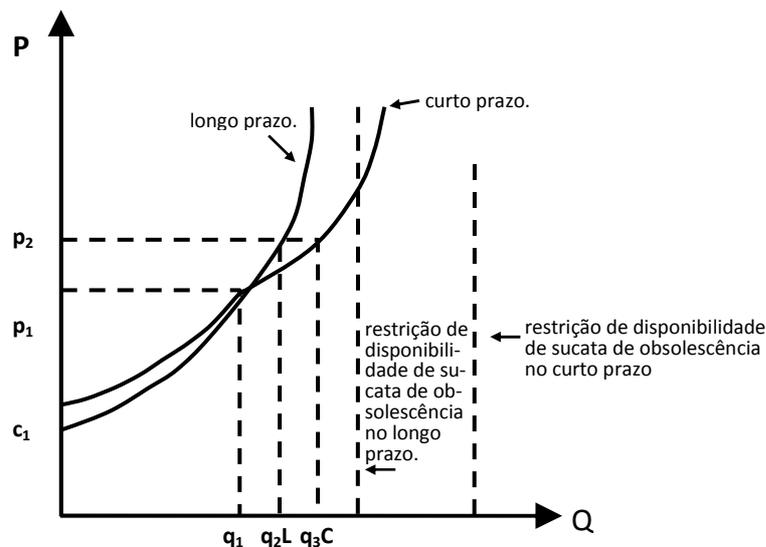


FIGURA 6 - METAL SECUNDÁRIO DO ESTOQUE E FLUXO DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA

FONTE: TILTON, op. cit. p. 64

A curva de curto prazo é derivada pela adição da curva de curto prazo do estoque de sucata de obsolescência apropriada que TILTON assume ser a curva S_1 da Figura 5, a curva de curto prazo para o fluxo de sucata de obsolescência. Desde que a curva de curto prazo para o estoque de sucata de obsolescência intercepta o eixo vertical em P_1 , indicando que abaixo deste preço não haverá metal secundário proveniente do estoque de sucata de obsolescência, a curva de oferta secundária de curto prazo do metal produzido do estoque e do fluxo de sucata de obsolescência é simplesmente a curva de curto prazo do fluxo de sucata de obsolescência.

A Figura 6 apresenta, também, duas características interessantes da oferta secundária proveniente de sucata de obsolescência. A primeira é quanto à disponibilidade de sucata que está mais ligada ao curto do que ao longo prazo, pois a exploração do estoque de sucata de obsolescência no curto prazo implica em que poderá não haver sucata disponível para consumo no longo prazo.

A segunda peculiaridade diz respeito às conseqüências de um aumento de preços, por exemplo de P_1 para P_2 , que pode acarretar um acréscimo que é maior no curto do que no longo prazo. No curto prazo alguma parte do estoque de sucata de obsolescência pode ser reciclado, agregando-se à oferta. É presumivelmente por isso que esforços para medir elasticidades-preços de oferta secundária de metal proveniente de sucata de obsolescência⁴⁹ tenham encontrado maiores elasticidades para o curto do que para o longo prazo, ao contrário do que comumente acontece com outras fontes de oferta de metal.

Entretanto, como mostrado pela Figura 6, este resultado atípico deveria ser esperado apenas se o preço do mercado for maior do que o preço ao qual a oferta secundária proveniente do estoque de sucata de obsolescência vem ao mercado, que é um preço superior a P_1 . Quando não é este o caso, o gráfico sugere que uma mudança no preço produzirá um grande aumento na oferta de longo e curto prazos, representadas, respectivamente por q_2^L e q_2^C na Figura 6. Como notado anteriormente, mesmo aqui o fenômeno da “obsolescência prematura” (ou sucateamento acelerado) pode implicar em uma maior resposta da oferta no curto do que no longo prazo.

⁴⁹ Posteriormente descereamos a maiores detalhes sobre evidências empíricas de cálculos de elasticidades de oferta e de demanda. As estimativas disponíveis são apenas para os Estado Unidos. Não existem, ao nível da pesquisa bibliográfica que realizamos, estimativas de cálculo de elasticidades para o Brasil.

É interessante salientar que praticamente nada foi mencionado sobre as curvas no prazo imediato. Elas serão ascendentes e limitadas pela impossibilidade de aumentar a produção, no prazo imediato, e de expandir a capacidade produtiva, no curto prazo. A preços muito baixos os ofertantes pouparão mais ou, mesmo, toda a sua produção corrente na expectativa de maiores preços no futuro. Quando os preços aumentam, todavia, e a oferta aproxima-se da restrição imposta pela produção, a curva de oferta torna-se ascendente e vem a ser completamente inelástica.

A curva de oferta de mais longo prazo, por sua vez, tem a configuração geral semelhante à curva de longo prazo sendo restringida pela quantidade de metal contido no fluxo de sucata de obsolescência. Na verdade, as duas curvas são coincidentes. Quando aumentam os preços do metal há um estímulo para o desenvolvimento de novas tecnologias de recuperação de sucata de obsolescência e, desse modo, há uma reciclagem mais econômica de uma grande parte do fluxo de sucata de obsolescência a um dado preço, provocando o deslocamento da curva de mais longo prazo para a direita e, talvez, abaixo da curva de longo prazo.

INFLUÊNCIA DE MUDANÇAS TECNOLÓGICAS

Até agora procuramos demonstrar os possíveis efeitos na oferta secundária provocados por variações nos preços relativos da indústria secundária e suas conseqüências nas diversas segmentações temporais que empreendemos para a determinação das curvas de oferta de prazo imediato, e de curto, longo e mais longo prazos. Não foram muito detalhadas as repercussões de mudanças estruturais nas técnicas de produção e consumo de materiais secundários, o que veremos detalhadamente neste item.

Como vimos, a sucata de processamento industrial tem boa qualidade, caracterizada principalmente pela homogeneidade da composição e localização de fácil acesso aos mercados consumidores. Uma inovação tecnológica que melhorasse a qualidade de sucatas não teria maiores efeitos, por conseguinte, sobre a sucata de processamento. Para este tipo de sucata o processamento mais utilizado é a prensagem das aparas visando ao aumento de densidade.

O sub-segmento ofertante de sucata de obsolescência, em contrapartida, seria bastante afetado, pois, como foi mencionado, este tipo de insumo secundário caracteriza-se, principalmente, pela sua baixa qualidade face à mistura com elementos nocivos e estéreis.

Um exemplo prático de como uma mudança tecnológica pode atingir substancialmente um insumo secundário deu-se com a introdução da tecnologia para o processamento integral de automóveis velhos através do “shredder”, que permite a recuperação da sucata de ferro e aço, de vários tipos de sucata não-ferrosas, além dos plásticos originalmente empregados. Essa tecnologia modificou para melhor a qualidade do produto secundário ofertado, que passou a ser constituído por fragmentos homogêneos de diferentes tipos de sucata, separados ao final do processamento.

A Figura 7 apresenta graficamente os efeitos de uma inovação tecnológica no processamento de materiais secundários. Inicialmente o mercado está em equilíbrio, dado pela intersecção da curva de demanda D com a curva de oferta O_s , ao nível de preço P_0 e correspondente quantidade q_0 . Caso uma nova tecnologia permita ao processador de sucata melhorar a qualidade de seu produto e, concomitantemente, possibilite uma redução de custos de produção por unidade de produto, a demanda dos consumidores aumentará a cada preço (ou a elasticidade preço da demanda aumenta). A nova curva de demanda D' intercepta a antiga curva de oferta (de iguais custos unitários por cada quantidade) O_s nas quantidades q_2 ao preço P_2 .

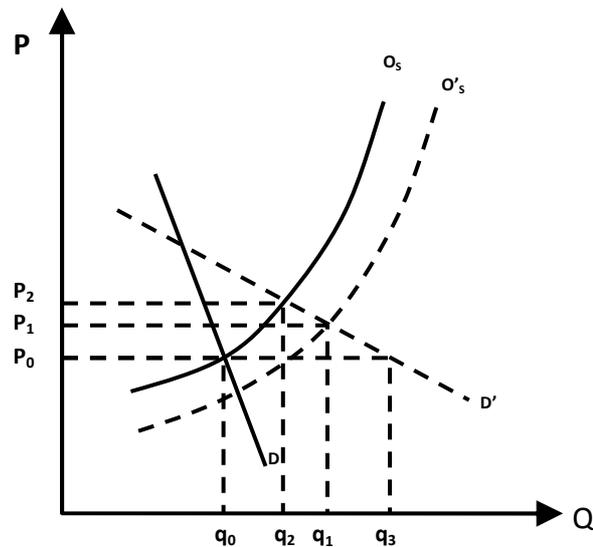


FIGURA 7 – MUDANÇA NA TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO

FONTE: ADAMS, op. cit. p. 222

A demanda tinha crescido inicialmente até uma quantidade de q_3 , mas o processador não ofertará esta quantidade. Então os preços sobem reduzindo as quantidades demandadas até uma quantidade de equilíbrio q_2 a um correspondente preço P_2 , se a oferta se mantivesse inalterada. Neste ponto o incremento na quantidade de material recuperado seria igual a $q_2 - q_0$. Mas com a redução do custo unitário a cada nível de produto, face à nova tecnologia, a curva de oferta desloca-se para a direita, para a posição O'_s , causando uma redução no preço e induzindo os consumidores e demandarem uma quantidade adicional q_2q_1 . A nova posição de equilíbrio dar-se-á ao preço P_1 e quantidade q_1 .

Os efeitos de uma inovação tecnológica devem incidir não apenas na redução dos custos de produção, mas, principalmente, na melhoria de qualidade do produto. Uma nova tecnologia de processamento de sucata que modifique substancialmente as características de um tipo de sucata, até então defrontada com uma demanda inelástica, poderá afetar tanto a demanda como a oferta. O máximo incremento de utilização de um insumo secundário que sofreu uma importante inovação tecnológica seria aquele que, além de reduzir os custos de produção em termos unitários, provocasse um aumento de demanda e da elasticidade preço da demanda em função de sua melhoria de qualidade. Essa situação foi expressa pela Figura 6 tendo a nova curva de demanda D' um formato mais elástico do que a curva inicial D .

Outra consequência teria uma melhoria tecnológica do lado do consumidor de insumos secundários. As inovações tecnológicas na estrutura de produção de aço, por exemplo, que resultaram na substituição dos antigos fornos Siemens-Martin, grandes consumidores de sucata, por conversores a oxigênio ilustra uma modificação adversa para a recuperação de metais secundários.

Um forno SM utilizava em sua carga cerca de 50-60% de sucata. Deduzida a parcela de sucata de geração interna (ou sucata de retorno), os consumidores comprariam uma quantidade substancial de sucata ao mercado. Os conversores em contrapartida consomem entre 30-35% de sucata, a maior parte de sucata de retorno, tornando menores as aquisições de sucata externa. Essa mudança tecnológica não afeta muito as qualidades compradas de sucata de processamento industrial, em função de sua boa qualidade, mas apenas o seu preço, que poderá diminuir.

A inovação atinge, principalmente, os ofertantes de sucata de obsolescência que enfrentam uma demanda inelástica. Este tipo de sucata necessita de um processamento prévio que incide, obviamente, em seu custo. Seu preço, portanto, não pode cair abaixo de um custo mínimo mais

lucro ou o seu processamento não mais será realizado. Caso os ofertantes conseguissem reduzir custos e, concomitantemente, melhorar a qualidade, como aconteceu no caso da introdução do “shredder”, e ficarem atentos a mudança na demanda, eles poderiam ter uma melhoria de situação de mercado frente à inelasticidade da demanda a produtos de baixa qualidade.

A Figura 8 mostra os efeitos de uma inovação tecnológica do lado da demanda. Neste mercado hipotético há um equilíbrio original com uma curva elástica de oferta, interceptando uma demanda inelástica D. Uma mudança tecnológica no consumidor desloca a curva de demanda para a esquerda, para D'. O preço cai de P_0 para $P_1 < P_0$, indicando que há uma eficiência produtiva no mercado secundário, que se encontra produzindo próximo ao seu custo mínimo, incluindo o lucro normal. A quantidade de equilíbrio diminuirá para q_1 . Se os ofertantes encontrassem uma maneira de reduzir ainda mais os seus custos, através de uma mudança tecnológica, por exemplo⁵⁰, ou de um subsídio governamental, a curva de oferta O_s se deslocaria para a direita, com a nova condição de equilíbrio sendo dada pelo preço P_2 e quantidade q_2 , levando os consumidores a comprar uma quantidade adicional $q_2 - q_1$.

Caso não houvesse a mudança da curva de oferta os efeitos seriam ainda mais danosos para os processadores de sucata, com reflexos posteriores nos estágios iniciais de coleta e separação de materiais secundários possivelmente na mesma proporção do deslocamento para a esquerda da curva de demanda. Haveria uma provável desarticulação do sistema de coleta pelo desestímulo dos baixos preços o que poderia significar, no mais longo prazo, uma provável escassez de sucata de qualidade inferior.

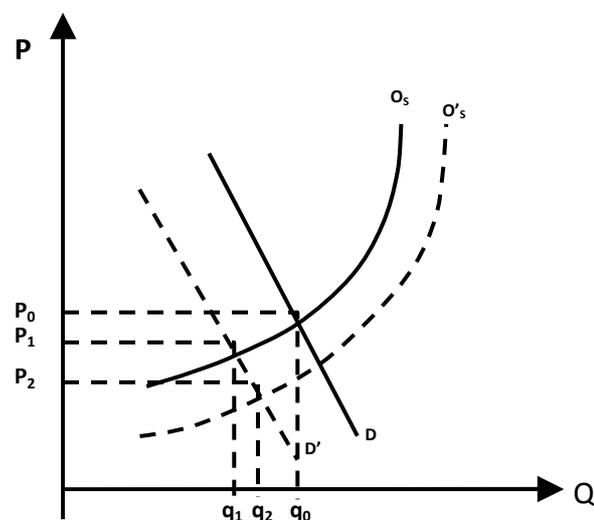


FIGURA 8 – MUDANÇA NA TECNOLOGIA DO CONSUMIDOR DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA

FONTE: ADAMS, op. cit. p. 221

⁵⁰ Obviamente esta mudança tecnológica seria no longo prazo. É citada apenas para melhor ilustração.

SUBSTITUIÇÃO ENTRE MATERIAIS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

A demanda por materiais secundários depende, basicamente, do preço do material secundário específico, do preço do material primário correspondente e do estado da tecnologia de processamento da indústria secundária. A estrutura de mercado na indústria secundária é geralmente considerada como sendo de livre concorrência, intensiva em trabalho e marcada por intensas flutuações de preços.

Segundo PAGE⁵¹, a maioria das indústrias primárias é dominada por poucas empresas que, algumas vezes, são integradas verticalmente. A indústria secundária em contrapartida tende a ser bem menor, constituindo um mercado competitivo. Os produtos dessa indústria são comparáveis à produção da indústria primária, estando, portanto, em competição apesar de diferirem significativamente na estrutura de produção.

Geralmente os preços dos produtos primários são mais estáveis do que os dos materiais secundários equivalentes. BOWER⁵², afirma que as maiores variações de preços na indústria secundária, comparativamente aos da indústria primária devem-se, basicamente, às diferentes estruturas de mercado. Nos Estados Unidos as indústrias tendem na direção de oligopólios, em contraste com as numerosas e pequenas empresas da indústria secundária.

BUTLIN⁵³ atribui essa maior instabilidade de preços da indústria secundária, no curto prazo, ao comportamento avesso ao risco do produtor secundário caracterizado pela baixa produção sob um regime de abruptas variações de preços. No longo prazo este comportamento resulta em um baixo nível de investimentos em tecnologia de processamento. Como decorrência, a indústria secundária pode ser bem menor do que deveria numa situação de preços menos flutuantes.

O produtor secundário leva em consideração a incerteza e, como a indústria é competitiva, produzirá menos do que desejaria se estivesse inserido em um mercado mais estável. Isto tem como consequência uma menor recuperação de materiais secundários, pois em um mercado caracterizado por grandes flutuações de preços os comerciantes de sucata manterão pequenos estoques. Esse pequeno nível de estoques, ao contrário do que aconteceria sob um regime estável de preços, eleva o preço de venda dos produtos secundários.

Os produtores secundários mantêm, nos Estados Unidos, entre um e dois meses de estoques. Durante períodos de demanda esses estoques são consumidos rapidamente e os produtores buscam adquirir sucata, cujos preços vão subindo. Então, segundo ANDERSON e DOWER⁵⁴ *“like the Mills, scrap dealers and processors can not afford to hold large inventories, and as these inventories are depleted, the price of scrap begins to rise without, at least initially, corresponding increase in supply. The lack of supply response is due to the lag time required for the dealer to generate new sources of scrap and for new members to enter the industry”*.

O parâmetro mais importante dessas flutuações de preços é a sua magnitude. É mais provável que um material secundário seja substituído por uma fonte primária se a magnitude de variação do preço do material secundário for maior ou igual à do metal primário, sob as hipóteses de que o preço médio foi mudado em favor do material secundário e que existe tecnologia apropriada de processamento.

⁵¹ in “Conservation and Economic Efficiency” pp. 34-57.

⁵² in “Economic Dimensions of Waste Recycling and Re-use: some definitions Facts and Issues”, constante da coletânea “Resources Conservation – Social and Economics Dimensions of Recycling”;

⁵³ in “The Prices of Secondary Materials in Recycling Effort”, pp. 207-228.

⁵⁴ in “Analysis of Scrap Futures Markets for Stimulating Resource Recovery”, p. 10.

Essa instabilidade de preços necessita ser analisada independentemente dos preços relativos entre materiais primários e secundários. De acordo com PAGE os preços dos materiais primários tendem a ser mantidos em níveis baixos em relação aos seus substitutos secundários, face à cota de exaustão das empresas de mineração, depreciação acelerada de equipamentos usados pela indústria extrativa mineral e outras medidas. Como decorrência há uma menor taxa de recuperação de materiais secundários do que seria socialmente desejável.

Pela discussão precedente é evidente que a quantidade de insumos secundários reciclados e de materiais recuperados que podem ser obtidos em uma determinada sociedade, pode ser menor do que a quantidade socialmente ideal, em função do viés fiscal que possa existir favorecendo os materiais primários e, possivelmente, face à flutuação de preços dos materiais secundários. Iremos analisar, no próximo tópico, a competição entre as indústrias primária e secundária em termos do grau de substituição de seus produtos.

Substituição entre Materiais Primários e Secundários

Caso uma quantidade equivalente de metal possa ser fabricada com determinadas variações de utilização de sucata e minério, nós poderíamos representar essa situação extrema por isoquantas⁵⁵. Colocando em um eixo a quantidade de sucata e em outro a quantidade de minério, o grau de substituição entre os insumos poderia ser medido pela elasticidade de substituição⁵⁶. Se a sucata e o minério fossem substitutos perfeitos a isoquanta seria uma linha reta, indicando que uma pequena mudança nos preços relativos poderia provocar uma utilização total de um ou outro fator de produção. Na prática, porém, as evidências indicam a existência de poucos tipos de sucata que são substitutos perfeitos do material primário.

Para a perfeita substituição devemos levar em consideração uma abstração do comportamento real do mercado, simplificando nossa análise no plano teórico para efeitos puramente didáticos. Conseqüentemente, pequenas mudanças nos preços de um material substituto perfeito de outro teriam, como resultado imediato, grandes mudanças na utilização. Um pequeno aumento no preço de um material primário causado, por exemplo, por uma diminuição da cota de exaustão, poderia levar a uma substituição por sucata que seria limitada apenas pela elevação do custo de coleta⁵⁷ de quantidades adicionais de sucata. Mais e mais sucata poderia ser adquirida no mercado até o custo de encontrar novas fontes de geração aumentar o suficiente para restabelecer o equilíbrio.

Quando a sucata e o material primário são substitutos perfeitos suas curvas de oferta podem ser graficamente esboçadas conforme apresentado na Figura 9 que incorpora algumas condições típicas dos mercados dos insumos.

Em um mercado normal as quantidades de sucata são bastante inferiores às do material primário correspondente. No Brasil, por exemplo, conforme dados da ABRANFE, cerca de 16% do total da oferta de alumínio provem de sucata⁵⁸ e 15% para o zinco. Na figura mencionada este fato está representado pela configuração das curvas de oferta de sucata, mais próximas do eixo vertical do que as curvas de oferta do material primário.

⁵⁵ Uma isoquanta representa diferentes combinações de insumos que podem ser empregados para gerar um nível dado de produto. Quando nos movemos ao longo da isoquanta, o nível do produto permanece constante e a razão de insumos varia.

⁵⁶ A elasticidade de substituição é um número puro que mede a taxa em que se efetua a substituição. É definida como sendo a divisão da taxa proporcional de variação da razão de insumos pela taxa proporcional de variação da taxa de Substituição Técnica. Essa taxa mede o número de unidades em que diminui um insumo, por aumento da quantidade de outro para que o nível de produção permaneça constante.

⁵⁷ Principal componente do preço, como visto.

⁵⁸ Ressalte-se que as informações nacionais não estão separadas por tipo de sucata, servindo apenas para indicação da pequena participação de sucata.

Conforme PAGE, desde que os dois materiais são substitutos perfeitos os consumidores não se preocupam com qual das fontes eles devem suprir as suas necessidades e o equilíbrio de mercado é mostrado pela intersecção da curva de oferta total ($O_s + O_p$) com a curva de demanda total. Como há uma pequena quantidade de sucata de obsolescência ofertada, o total de sucata não influencia a posição da curva de oferta total (que é simples acumulação horizontal das curvas de oferta), que segue a inclinação da curva de oferta primária O_p .

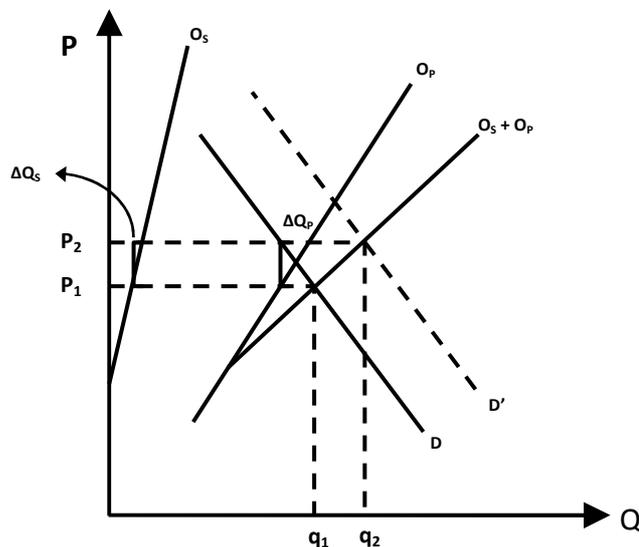


FIGURA 9 – SUBSTITUIÇÃO PERFEITA ENTRE MATERIAL PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO

FONTE: ADAMS, op. cit. p. 222

A quantidade de equilíbrio é q_1 a um correspondente preço P_1 . Suponhamos agora que algum fator exógeno desloque a demanda de D para D' . O novo preço de equilíbrio será P_2 , como mostrado na Figura, implicando em mudança nas quantidades de sucata e de material primário. Nota-se que a variação nas quantidades de material primário (Δq_p) aumenta mais do que a diminuta variação nas quantidades de sucata ofertada (Δq_s). Em termos relativos, todavia, o percentual de mudança do mercado de sucata é maior face ser a curva de oferta de sucata mais elástica a preços do que a curva de oferta do material primário.

Devemos notar como observação pertinente, que a curva O_s corta o eixo vertical antes do eixo horizontal, enquanto a curva O_p corta primeiramente o eixo horizontal; isso indica que oferta de sucata é elástica e a de material primário é inelástica, ou que $\frac{\Delta q_s}{q_s} > \frac{\Delta q_p}{q_p}$.

A Figura 10 representa outra situação de mercado. Na figura, PAGE estabelece as mesmas relações iniciais entre oferta e demanda e supõe, desta vez, que a mudança de preço tenha origem no mercado de sucata.

Admitamos que o custo de ofertar sucata seja subitamente onerado por um imposto compulsório sobre os combustíveis. Como o preço da sucata de obsolescência está intrinsecamente correlacionado com os custos de coleta, há um deslocamento vertical da curva de oferta de sucata de O_s para O'_s , sendo Δp a magnitude desse deslocamento. A nova curva de oferta total $O'_s + O_p$, vem a ser a soma horizontal das duas fontes de oferta. Como conseqüência da grande variação de preços Δp haverá uma pequena, quase imperceptível, mudança nas quantidades ofertadas, devido a pequena participação da oferta secundária na oferta total.

PAGE supõe também mudanças no mercado primário, com algum fator exógeno contribuindo para elevar o custo de ofertar o material primário. A Figura 11 mostra esquematicamente este fato com o deslocamento para a esquerda da curva de oferta primária (de O_p para O'_p) no mesmo montante Δp . A maior participação da oferta primária na oferta total influencia no deslocamento para a esquerda de $O'_p + O_s$. Neste caso, diferentemente do visualizado na Figura 10, o preço de equilíbrio é afetado com a mudança na quantidade total, ilustrada por Δq na Figura 11. No primeiro caso a indústria secundária foi bastante afetada pelas variações de preços. Na situação exposta pela Figura 11 será ela beneficiada com o aumento geral do preço de mercado, resultante de uma taxaço no material primário, ao comercializar uma maior quantidade de sucata, apesar do mercado como um todo demandar menores quantidades.

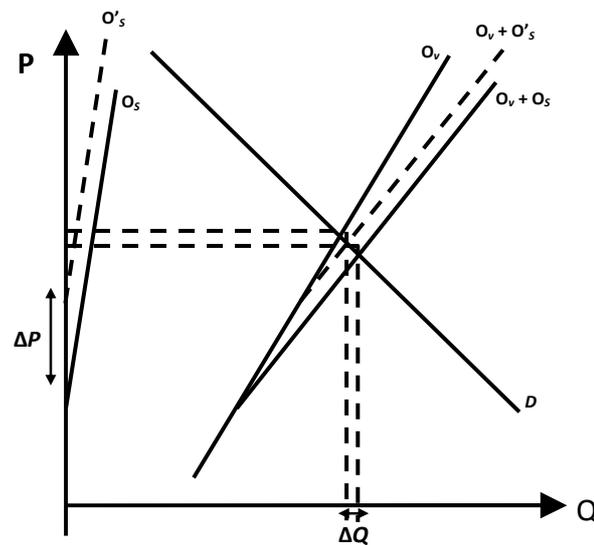


FIGURA 10 – SUBSTITUTOS PERFEITOS: ALTERAÇÃO NO MERCADO
 FONTE: PAGE, op. cit. p. 45

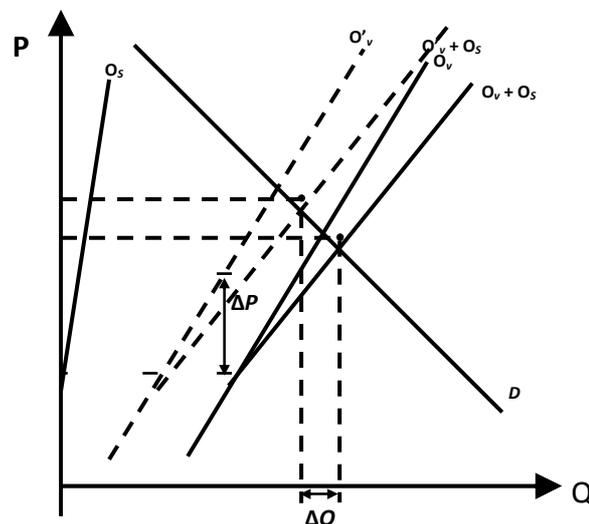


FIGURA 11 – SUBSTITUTOS PERFEITOS: ALTERAÇÃO NO MERCADO
 FONTE: PAGE, op. cit. p. 45

Materiais Substitutos Imperfeitos

Quando a sucata e o material primário não são substitutos perfeitos, o que acontece na maioria dos casos, temos que estudar separadamente suas demandas, não sendo correto, neste caso, o somatório das curvas de ofertas por motivos óbvios.

Na Figura 12, PAGE apresenta uma situação no mercado. A ligação entre os mercados primário e secundário depende do grau de substituição entre os materiais. Se a substitutibilidade for pequena o que acontecer no mercado primário pouco afetará o mercado secundário. Assim, a curva da demanda total por sucata depende do preço do material primário, e é denotada por $D_s(P_p)$, significando que a curva de demanda por sucata é função do preço do material primário P_p .

Um aumento na demanda de produtos de metal implicará no deslocamento da curva de demanda por sucata para $D_s(P'_p)$ já que houve um aumento no preço do material para P'_p . Maiores quantidades de sucata serão ofertadas a um novo preço mais elevado P'_s .

No mercado primário, situação mostrada pela Figura 13, há um equilíbrio inicial que foi alterado com o aumento exógeno da demanda do metal primário. O novo equilíbrio dar-se-á a preços de mercado P'_p . Como consequência desse aumento de preços a demanda primária deslocou-se para D'_p . No mercado secundário os efeitos já foram mencionados anteriormente, sendo que o aumento de preço de sucata é de certo modo menor do que o acréscimo de preço do mercado primário.

Então, a demanda por sucata desloca-se como resposta às variações no preço do metal primário. Esse movimento da demanda pode ser ainda maior se supusermos que as empresas produtoras do mercado primário lucrem ao preço P'_p , porém limitando a entrega do produto. A escassez provocada por essa medida é indicada por e na Figura 12. Neste caso haverá busca de suprimento adicional no mercado secundário o que provocará uma nova modificação da curva de demanda por sucata que passará para a posição $D_s(P''_p)$. O aumento de preços no mercado primário ($P''_p - P_p$) é menor que o acréscimo de preços no mercado secundário ($P''_s - P_s$).

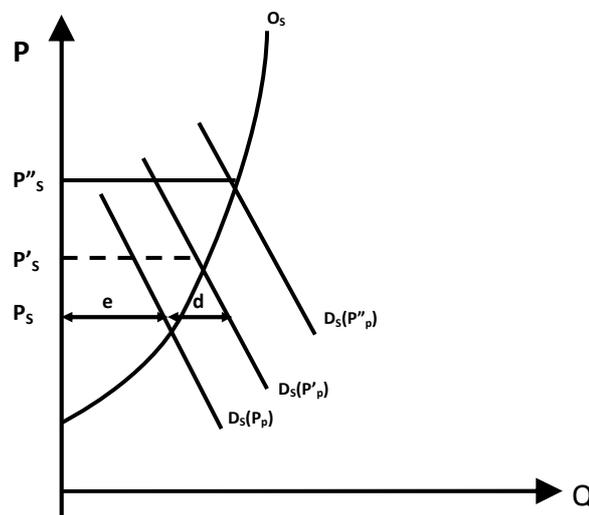


FIGURA 12 – SUBSTITUTOS IMPERFEITOS: MERCADO DE

FONTE: PAGE, op. cit. p. 50

Para um melhor conhecimento das interrelações entre os dois mercados um instrumental relevante é a elasticidade cruzada da demanda, parâmetro definido como sendo a variação na quantidade demanda de um bem quando varia o preço de outro bem. Na figura 12 a razão $\frac{d}{e}$ representa a elasticidade cruzada da demanda de sucata do metal com relação ao preço do metal primário.

6.2. ESTIMATIVAS DAS RESERVAS DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA;

Um detalhado Estudo foi realizado há 33 anos, em 1976, pela Consultoria TECNOMETAL⁵⁹ e seus resultados encontram-se, obviamente, defasados. Em 1987 foi realizado um novo estudo que serviu de base para a defesa de uma dissertação de mestrado na UNICAMP⁶⁰. De agora em diante reproduziremos *ipsis litteris*⁶¹ o texto original de 1987, já que as estimativas realizadas, pelo detalhamento da metodologia com que foram projetadas, não tiveram a divulgação que seria desejável, principalmente para incentivar sua atualização. As características peculiares exigidas quando da contratação do presente Relatório Técnico, não permitiram a atualização do Estudo de 1987. Sugere-se que as entidades interessadas façam sua atualização de modo a permitir a tomada de decisões mais fundamentadas sobre o mercado futuro de um insumo metálico de importância relevante para o setor siderúrgico nacional.

SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA E A INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO

O uso de sucata representa uma proporção variável no consumo dos diferentes tipos de metais. RADETZKI e SVENSSON⁶² delinearum um modelo em que a participação de sucata de obsolescência na oferta de um metal específico depende basicamente de três fatores: 1. da taxa de crescimento da demanda global do metal; 2. da quantidade de metal contido na sucata recuperada; e, 3. da durabilidade, ou vida econômica útil, dos produtos fabricados com o metal. O emprego do modelo possibilita estudar o impacto sobre a proporção de sucata de obsolescência na oferta total provocada por variações em cada um desses fatores.

O conhecimento detalhado da participação da sucata de obsolescência na oferta na oferta de um metal é de fundamental importância. Os autores fizeram uma interessante estimativa sobre o tamanho do estoque de sucata de obsolescência de cobre no mundo para 1974. O potencial disponível de sucata de obsolescência do metal foi calculado com sendo 220 milhões de toneladas. A significância desse número é impressionante, pois, naquele ano, o consumo mundial de cobre refinado era de 8,3 milhões de toneladas e o metal contido em todas as reservas minerais alcançava 390 milhões de toneladas! Ou seja, as “reservas” de sucata correspondiam a 56% das reservas de minério de cobre no mundo, para aquele ano! Os autores destacam a necessidade de um maior conhecimento sobre a participação da sucata de obsolescência na oferta total de cada metal específico, para facilitar o processo de planejamento da capacidade de expansão da indústria de mineração.

Esquemáticamente o modelo pode ser resumido em uma abordagem no, denominado pelos autores, “steady state” (estado estacionário) e em um enfoque dinâmico, envolvendo mudanças nas três variáveis básicas. Eles estabeleceram três hipóteses para o modelo apresentado: 1. todo o metal demandado é utilizado por um certo número de anos, após o que é sucateado; 2. uma dada

⁵⁹ “Estudo sobre Geração e Beneficiamento de Sucata de Ferro e Aço”, TECNOMETAL - Estudos e Projetos Industriais S/A, Rio de Janeiro, agosto – 1976, mimeo.

⁶⁰ “Oferta Secundária de Ferro e Aço no Brasil: Determinação e Implicações”, de autoria de Antonio Cruz Vasques”, responsável pelo presente Relatório Técnico;

⁶¹ Inclusive quanto à numeração das Tabelas e Figuras;

⁶² in “Can Scrap Save US for Depletion?”, Natural Resources Forum, 3, 1979, pp. 365-378.

proporção de sucata é recuperada a ofertada ao mercado; e, 3. a demanda do metal é igual à soma entre a sucata recuperada (oferta secundária) e a oferta primária.

Chamado de L a durabilidade (vida útil) dos bens que contém o metal, de α a parcela de sucata recuperada e de D_t , R_t e S_t de demanda do metal, oferta secundária e oferta primária no tempo t , respectivamente, e de β_t a participação de sucata de obsolescência na demanda total do metal no tempo t , o modelo é descrito pelas seguintes equações:

$$D_t = R_t + S_t$$

$$R_t = \alpha D_{t-L}$$

$$\beta_t = R_t / D_t$$

Se g é a taxa de crescimento da demanda do metal teremos, no estado estacionário:

$$D_t = D_0 \cdot e^{gt}$$

$$R_t = \alpha D_0 \cdot e^{g(t-L)}$$

$$\beta_t = \alpha \cdot e^{-gL} \text{ }^{63}$$

A expressão obtida para β_t é, para o estado estacionário do modelo, a participação de sucata de obsolescência na demanda total.

A Tabela 1 resume as estimativas dos autores para os Estados Unidos. Os resultados obtidos para o cobre demonstram que, para uma taxa de crescimento da demanda do metal de 4% ao ano e supondo-se uma taxa de recuperação de 75% e a durabilidade e produtos de cobre de 30 anos, a participação da sucata de obsolescência recuperada na demanda total do metal seria de 23%. Essa participação é fortemente dependente da taxa de crescimento da demanda. Se essa taxa de crescimento passasse dos 4% verificados para 8% ao ano, a participação da sucata de obsolescência diminuiria para apenas 7%.

TABELA 1

ESTADOS UNIDOS

PARTICIPAÇÃO DA SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA DA DEMANDA TOTAL EM %

PARÂMETROS	COBRE	ALUMÍNIO	CHUMBO
Taxa de crescimento da demanda anual, g	0,04	0,09	0,03
Parcela de metal recuperado, α	0,75	0,75	0,55
Durabilidade dos produtos em anos, L	30	30	8
Participação da sucata de obsolescência, β	0,23	0,05	0,43

Fonte: Radetzki e Svensson, op. cit. p. 369.

⁶³ Como $R_t = \alpha D_{t-L}$ e, temos, substituindo na expressão de R_t , $R_t = \alpha D_0 \cdot e^{g(t-L)}$. Sendo $\beta_t = R_t / D_t$, então

$$\beta_t = \frac{\alpha D_0 \cdot e^{g(t-L)}}{D_0 \cdot e^{gt}} = \frac{\alpha D_0 \cdot e^{gt} \cdot e^{-gL}}{D_0 \cdot e^{gt}} \Rightarrow \beta_t = \alpha \cdot e^{-gL}.$$

Os autores estimaram β_t , adicionalmente, para o chumbo e alumínio. A participação da sucata de obsolescência na oferta total de alumínio foi apenas 5%, enquanto no chumbo foi de 43%. O alto valor encontrado para o chumbo é coerente com o que acontece na realidade, com a acelerada reciclagem de baterias que faz com que a participação da oferta secundária de chumbo no atendimento à demanda total seja uma das maiores entre todos os metais não-ferrosos.

Portanto, fixando uma das três variáveis obtêm-se diferentes participações da sucata de obsolescência. Mudanças na durabilidade dos produtos fabricados com o metal provocariam alterações na parcela de sucata demandada. Caso os bens que contém cobre tivessem uma vida útil de 40 anos, superior em 10 anos à vida útil média real, a contribuição da sucata seria apenas de 15%. Esse fato pode ser explicado na prática já que se aumentada a vida útil a oferta de sucata diminuiria, o inverso acontecendo com uma diminuição da vida útil. Se a vida útil fosse reduzida para apenas 15 anos a participação da sucata de obsolescência de cobre aumentaria no caso americano, para 41%⁶⁴.

Para o caso brasileiro realizamos estimativas, para o ano de 2007, para alumínio, cobre, chumbo e zinco, que podem ser vistas na Tabela 2. Para o cobre, se considerarmos a vida útil de 30 anos, a participação da sucata de obsolescência seria de 31,7%, sendo de 8,9% para Alumínio, 67,7% para o Chumbo e de apenas 3,85% para Zinco, o que bem demonstra a pouca importância do zinco secundário. A baixa taxa de participação no alumínio da sucata de obsolescência merece um exame mais detalhado, quando sabe-se que, em 2007, o Brasil bateu novamente o recorde mundial de reciclagem de latas de alumínio para bebidas, com o índice de 96,5%. Não afastando a hipótese de uma possível falha do modelo, poder-se-ia admitir que o descarte e recuperação de latas de alumínio podem ser enquadrados não como sucata de obsolescência, no sentido estrito da definição, mas quase como uma sucata de geração industrial pela alta taxa de retorno.

TABELA 2

**BRASIL: PARTICIPAÇÃO DA SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA DA DEMANDA TOTAL
2007**

PARÂMETROS	ALUMÍNIO	COBRE	CHUMBO	ZINCO	FERRO
Taxa de crescimento da demanda anual (%), g^1	0,11	0,043	0,026	0,099	0,068
Parcela de metal recuperado, α	0,80	0,75	0,55	0,75	0,60
Durabilidade dos produtos em anos, L	30	20	8	30	15
Participação da sucata de obsolescência, β	8,9	31,7	67,7	3,85	27,05

¹ Informações do SUMÁRIO MINERAL 2008, exceto para o Ferro (informação do IBS)

⁶⁴ A mensuração adequada da vida útil dos bens metálicos é de capital importância, bem como o estudo aprofundado das repercussões que a extensão dessa vida útil pode representar para a economia de um país. Caso a vida útil dos automóveis americanos – estimados em 10 anos – fosse “aumentada” (por utilização de melhores materiais e componentes, política governamental de estímulo, etc.) para 12 anos, os Estados Unidos poupariam anualmente cerca de 5.500.000t de aço, 151.000t de alumínio e 142.000t de zinco. Estas interessantes informações são de artigo de DAVID CONN, “Consumer Product Life Extension in the Context of Materials and Energy Flows”, constante da coletânea organizada por DAVID PEARCE “Resource Conservation – Social and Economics Dimensions of Recycling”, especialmente p. 128.

Quanto às estimativas realizadas para a sucata de ferro e aço, a participação da sucata de obsolescência seria de 27% caso fosse considerada de 15 anos a vida média dos bens que contém aço, com base em uma taxa de recuperação de 60%. É importante ressaltar que, apesar de não conter o texto do artigo americano nenhuma restrição à aplicação do modelo, cremos que sua adaptação à sucata de ferro e aço merece algumas considerações técnicas em função das suas particularidades.

Enquanto um metal secundário não ferroso pode ser considerado um substituto do metal primário correspondente, o mesmo não se poderia inferir sobre a sucata de ferro e aço. Na realidade a sucata de ferro e aço é um insumo secundário utilizado na fabricação de aço, principalmente, e nas indústrias de fundição e de produção de ferro-ligas. Compete com outros insumos primários, especificamente o ferro-gusa e o ferro-esponja. A real adequabilidade do modelo de RADETZKI-SVENSSON ao insumo deve, portanto, merecer um estudo mais aprofundado fora do nível da abordagem desejada neste estudo.

Até este ponto, todas as estimativas realizadas estiveram sob a hipótese do “estado estacionário” do modelo. Uma análise mais complexa é apreendida pelos autores para a teorização da parte dinâmica. Os resultados originalmente apresentados são estritamente sucintos, demandando grande alocação de nosso tempo para o indispensável entendimento das formulações matemáticas enunciadas.

Em sua fase dinâmica o modelo pode detectar mudanças nos parâmetros ao passar do “estado estacionário”, passando por um denominado “período de transição” até alcançar o “estado dinâmico”. Nesta fase um aumento nas taxas de recuperação, por exemplo, deve aumentar a disponibilidade do insumo para posterior reciclagem com a criação de um estoque disponível para uso imediato. Suponhamos que, no tempo t_0 , a taxa de recuperação aumente de α_0 para α_1 e que este aumento seja utilizado também para a sucata gerada em períodos passados. Assim, teremos um estoque disponível de sucata recuperada de tamanho:

$$(\alpha_1 - \alpha_0) \int_{t_0-L}^{t_0} D_t dt = (\alpha_1 - \alpha_0) \cdot D_0 / g \cdot e^{g(t_0-L)}$$

A oferta primária no tempo t_0 , antes do aumento da razão de recuperação será⁶⁵:

$$S_{t_0} = (1 - \alpha_0 \cdot e^{-gL}) \cdot D_0 \cdot e^{gt_0}$$

O estoque, medido em termos da oferta primária, será igual a:

$$\frac{(\alpha_1 - \alpha_0) \cdot e^{-gL}}{(1 - \alpha_0 \cdot e^{-gL}) \cdot g}$$

No caso específico da sucata de ferro e aço brasileira, com a taxa de crescimento da demanda de aço em 2007 de $g = 0,068$ ⁶⁶, a durabilidade dos bens que contém aço em $L = 15$ anos e as taxas de recuperação passando de $\alpha_0 = 60\%$ para $\alpha_1 = 70\%$, temos, substituindo na fórmula anterior:

$$\frac{(0,70 - 0,60) \cdot e^{-1,02}}{(1 - 0,60 \cdot e^{-1,02}) \cdot 0,068} = 67,7$$

Ou seja, com o aumento da taxa de recuperação, o estoque brasileiro de sucata de obsolescência, medido em percentuais da vida útil média, aumentaria em 68%.

⁶⁵ Visto que $S_{t_0} = D_{t_0} - R_{t_0}$ e, como $D_{t_0} = D_0 \cdot e^{gt_0}$ e $R_{t_0} = \alpha_0 D_0 \cdot e^{g(t_0-L)}$, temos que:
 $S_{t_0} = D_0 \cdot e^{gt_0} - \alpha_0 \cdot D_0 \cdot e^{g(t_0-L)}$. Colocando $D_0 \cdot e^{gt_0}$ em evidência e efetuando, chegamos à fórmula da oferta primária.

⁶⁶ Conforme informações do IBS in <http://www.ibs.org.br/mercado.asp> (acesso: maio 2009)

DETERMINAÇÃO DA GERAÇÃO DE SUCATA DE PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

A sucata de processamento industrial é gerada quando da utilização dos produtos siderúrgicos laminados e fundidos como matéria-prima na fabricação de bens. Constituindo-se em resíduo decorrente da incapacidade dos processos produtivos de alcançar o pleno rendimento. O método para estimar essa geração parte de uma pesquisa direta junto aos setores consumidores de aço para obtenção dos índices de perdas nos processos produtivos.

A primeira pesquisa realizada no país com tal objetivo aconteceu em 1969, através da TECNOMETAL⁶⁷, junto a diversos setores consumidores de aço e obteve como índices unitários médios de geração de sucata de processamento industrial 170 quilos de sucata por tonelada de laminado plano consumida e de 70 quilos de sucata por tonelada de laminado não-plano. O índice médio geral foi de 108 quilos por tonelada.

Posteriormente, em, 1976, a mesma empresa pesquisou diretamente os segmentos consumidores obtendo índices de geração superiores, sendo de 197 quilos de sucata por tonelada de laminado plano beneficiada e de 86 quilos para laminado não-plano. Esse aumento dos índices de geração, incompatível com o avanço tecnológico na melhoria dos processos de manufaturamento de aço, é explicado pelo aumento da participação em peso de setores cujo processamento acarreta uma maior geração de sucata tais como as indústrias automobilísticas e de maquinaria elétrica.

O último levantamento direto realizado no país sobre a geração de sucata de processamento industrial foi de responsabilidade do CONSIDER em 1982⁶⁸, com a apropriação de um índice de geração de 123 quilos de sucata, sendo de 137 quilos por tonelada de laminado plano processado e de 109 quilos por tonelada de não plano. Nessa pesquisa foi pela primeira vez detectado o índice de geração para peças fundidas submetidas a usinagem que atingiu 196 quilos de sucata por tonelada de peça fundida processada. Comparando-se os índices de geração de sucata de processamento industrial dessa pesquisa com a realizada em 1976, nota-se uma redução na geração de sucata da ordem de 2%.

A sucata de processamento gerada é obtida pela multiplicação do consumo efetivo setorial de aço pelo índice médio de cada setor. Esse dado – consumo setorial – não é atualmente apurado, fato constatado em visita que empreendemos ao CONSIDER, em Brasília, em julho de 1986. As últimas informações disponíveis são para 1983⁶⁹. Dessa forma, optamos por utilizar os dados de consumo (efetivo e aparente) total de laminados planos e não-planos, além do índice médio por tipo de laminado para a efetivação das nossas estimativas de geração de sucata de processamento industrial.

Na tabela X apresentamos as estimativas de geração de sucata de processamento industrial para o período 1969-85.

⁶⁷ “Mercado Brasileiro de Sucata”, TECNOMETAL, Rio de Janeiro, janeiro – 1969, mimeo, 24 p.

⁶⁸ “Estudo sobre o Mercado Brasileiro de Sucata de Ferro e Aço”, Brasília, 1983, mimeo., 27 p.

⁶⁹ “Relatório de Acompanhamento Ed Mercado – 1983”, Brasília, 1984, mimeo., 54 p.

TABELA X

GERAÇÃO DE SUCATA DE PROCESSAMENTO INDUSTRIAL: 1969-85

Em 10³t

DISCRIMINAÇÃO	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1. Consumo efetivo de laminados planos	1.908	2.084	2.719	2.820	3.556	4.218	4.339	4.707	4.825	5.223	5.788	6.746	5.139	4.866	4.489	5.208	5.795
1.1. Sucata gerada ⁽¹⁾	396	411	536	556	701	831	855	927	921	1.029	1.140	887	704	667	615	713	794
2. Consumo efetivo de laminados não planos	1.914	2.145	2.620	2.648	3.231	3.693	4.136	4.234	4.29	4.571	4.802	5.677	4.616	4.341	3.274	4.092	4.448
2.1. Sucata gerada ⁽²⁾	165	185	225	228	278	318	356	364	365	393	413	620	505	474	358	447	486
3. Consumo total de laminados (1 + 2)	3.821	4.229	5.338	5.468	6.787	7.911	8.475	8.941	9.064	9.794	10.590	12.153	9.755	9.207	7.763	9.300	10.243
4. Geração total de sucata (1.1 + 2.1)	541	596	761	784	979	1.149	1.211	1.291	1.316	1.422	1.533	1.507	1.209	1.141	973	1.160	1.280

FONTES: dos dados originais CONSIDER

(1) Coeficiente de 197 kg/t

(2) Coeficiente de 86 kg/t R)

TABELA XIII (continuação)**BRASIL: SIDERURGIA E FUNDIÇÃO
ENERGIA POUPADA PELO CONSUMO DE SUCATA**

ANO	CONSUMO APARENTE DE LAMINADOS	AÇO INCORPORADO A BENS NACIONAIS	AÇO INCORPORADO A BENS IMPORTADOS	AÇO TOTAL POSTO EM USO
1973	6.787	5.808	234	6.042
1974	7.911	6762	744 ⁽²⁾	7.506
1975	8.475	7.264	688	7.952
1976	8.941	7.650	490	8.140
1977	9.064	7.748	400	8.148
1978	9.794	8.372	327	8.699
1979	10.590	9.037	306	9.343
1980	12.153	10.646	304	10.950
1981	9.755	8.546	310	8.856
1982	9.207	8.066	209	8.275
1983	7.763	6.790	141	6.931
1984	9.300	8.140	181	8.321
1985	10.243	8.963	198	9.161

FONTES: I. 1925-67, Tecnometal op. cit. PP. 19-20; 2. CONSIDER

(1)A partir de 1968, consumo efetivo.

(2)A partir de 1974, Importações Indiretas.

TABELA IV**BRASIL: ESTIMATIVA DO AÇO POSTO EM USO – 1986-1993**

Em 10³t

ANO	CONSUMO EFETIVO DE AÇO	AÇO INCORPORADO A BENS NACIONAIS	AÇO INCORPORADO A BENS IMPORTADOS	AÇO TOTAL POSTO EM USO
1986	11.267	9.881	200	10.081
1987	12.394	10.870	250	11.120
1988	13.262	11.631	350	11.981
1989	14.190	12.445	300	12.745
1990	15.183	13.315	300	13.615
1991	16.246	14.248	300	14.548
1992	17.383	15.245	200	15.445
1993	18.600	16.312	200	16.512

Obs: Para o cálculo do Aço Incorporado aos bens nacionais, utilizamos os valores de geração de sucata de processamento da Tabela X.

Apesar de seu amplo uso internacional, pairam sobre essa metodologia sérias restrições, fundamentalmente quanto à estimativa da vida média útil dos bens que contém aço. Estimada uma vida útil média superior à realmente verificada estaremos, sob um enfoque preliminar, subestimado a oferta de sucata de obsolescência, pois a durabilidade dos produtos é inversamente relacionada com a disponibilidade de sucata, conforme vimos quando da aplicação prática do modelo RADETZKI-SVENSSON no Capítulo II.

As primeiras estimativas realizadas no país pela TECNOMETAL datam de 1969 quando empregou a metodologia de “sucateamento quinquenal progressivo” com base em vida útil média de bens estimada em 25 anos. Apenas no quinto lustro metade do aço posto em uso seria sucateado, coerente, segundo a Consultora, “com os índices de consumo de aço per capita no país.”⁷⁰ Posteriormente, em 1976, a mesma empresa refez a distribuição quinquenal de frequências, em função de uma estimativa para a vida útil média fixada em 20 anos a partir do lustro 1973-77, sendo mantidos os 25 anos originais para os quinquênios anteriores.

Um pouco antes da última estimativa da TECNOMETAL, em 1972, SILVEIRA e CANTO⁷¹ haviam apresentado uma distribuição de frequências baseada em vida útil média de 25 anos, mas com percentuais de sucateamento em casa quinquênio diferentes dos pioneiramente estabelecidos em 1969. Na tabela XV resumimos esta distribuição, em conjunto com as duas estimativas da TECNOMETAL e nossa proposição com vida útil média de 15 anos.

Uma rápida análise dessas distribuições, concentrada principalmente nas estimativas de 1972 e 1976, mostra que em apenas dois lustros 17% do aço posto em uso seria sucateado conforme a TECNOMETAL, enquanto SILVEIRA e CANTO estabeleciam um sucateamento de 14%, para até 15 anos de vida útil, 32% do aço seria utilizado como sucata para a Consultoria, enquanto 25% foi o percentual adotado pelos dois autores. Nota-se, portanto, um maior conservadorismo nas previsões de SILVEIRA e CANTO, principalmente, à adoção, para toda a distribuição, de uma vida útil média de 25 anos.

A TECNOMETAL ao apresentar a nova distribuição colocava alguns argumentos defendendo a vida útil média de 20 anos, baseados “... na provável aceleração ocorrida no tempo de sucateamento dos bens que contêm aço. Um exemplo prático bem marcante desse fenômeno relaciona-se com o setor automobilístico, onde tem havido substituição muito rápidas, tanto de automóveis inteiros como também de suas partes tais como paralamas e para-choques, que vem sendo, em muitos casos, imediatamente substituídos quando danificados ao invés de recuperados, como antigamente.”⁷²

À época, 1976, ainda eram bastante sentidos os efeitos da primeira crise do petróleo, que iria desencadear em enorme esforço a nível mundial na busca de alternativas energéticas e na economia de combustíveis fósseis. A indústria automobilística foi uma das primeiras a tentar adaptar-se a esse novo jogo de forças ao produzir veículos cada vez mais leves e com menor utilização relativa do aço.

Um típico automóvel americano de 1972, o Mercury Montego, pesava 3.809, 7 libras, sendo que os metais ferrosos contribuía com 3.140, 5 libras, ou 82,4% do peso total. Os plásticos participavam com apenas 106,9 libras, ou 2,8% do total. Dez anos adiante, em 1982, um automóvel japonês padrão, o Nissan Sentra pesava apenas 1.830,9 libras, com redução no consumo de metais ferrosos (fundidos, aço pesado, aço leve e aço inoxidável) para apenas 75,7% do total, com o aumento na participação dos plásticos para 5,5%.⁷³

⁷⁰ Op. cit., p. 12.

⁷¹ In “Sucata e suas Implicações Econômicas com a Estrutura de Produção de Aço no Brasil”, XXXVIIIº Congresso da Associação Brasileira de Metais, julho, 1972.

⁷² Op. cit., p.22.

⁷³ Conforme DEAN et alii in “Bureau of Mines Research on Recycling Scraped Automobiles”, Serie Bulletin; 684, Washington, 1985, 46 p.

As informações estrangeiras, citadas pela indisponibilidade de estatísticas nacionais confiáveis, ilustram uma tendência declinante no consumo de aço já detectada na análise empreendida no capítulo I que, agregada à paulatina melhoria tecnológica dos processos produtivos, fazem-nos inferir sobre uma menor taxa de crescimento, no longo prazo, da oferta de sucata de processamento industrial.

Mas continuamos em dúvida quanto à estimativa arbitrária de prazos médios de sucateamento face à notória dificuldade de adaptar a ciência atuarial aos bens industriais. Conforme RUI LEME⁷⁴ *“a mortalidade de unidades industriais é análoga à mortalidade humana... Enquanto que o tempo de vida é uma variável aleatória com distribuição probabilística estável no tempo, para equipamentos de eficiência constante (lâmpadas, por exemplo), o mesmo acontece com os equipamentos de eficiência decrescente (tornos e automóveis, por exemplo). Para estes últimos é possível estabelecer, como para os primeiros, funções de mortalidade. Mas enquanto para os primeiros estas funções são estáveis no tempo, por independermos de condições econômicas derivando apenas da qualidade do produto, para os últimos estas funções são instáveis, variando se variarem os custos relativos de manutenção e de aquisição de nosso equipamento.”*

Assim, o estabelecimento arbitrário de prazos médios de sucateamento está sujeito a erros grosseiros. Inexistem, entretanto, ao nível de detalhe da pesquisa bibliográfica que empreendemos, técnicas de estimação de vida útil dos bens que contêm aço. A metodologia empregada pela TECNOMETAL é de ampla utilização a nível mundial e constitui-se, ao nosso entender, mais um balizamento sobre a futura disponibilidade de sucata de obsolescência. Ou, conforme o CONSIDER⁷⁵, *“a determinação por cálculo da sucata de obsolescência funciona mais como um potencial de geração.”*

Existem, todavia, indicações a nível empírico de estimativas da vida útil dos bens que contêm aço. KURIHARA⁷⁶, com base no eficiente sistema apurador de estatística do Japão, que desagrega o consumo efetivo setorial de aço a nível de produto das indústrias de transformação, calculou como sendo de 10,8 anos a duração média dos bens contendo aço para aquele país. A nível desagregado os índices revelam que um automóvel japonês dura, em média, 7,5 anos, enquanto que o item “embalagens metálicas” apenas um ano. Os setores com item de maior vida útil média são os de construção civil, variando de 15 a 35 anos, e de material ferroviário e de comunicações, com 35 anos de durabilidade.

GALLAY⁷⁷, constatou que, na França em 1890, a vida útil média dos bens produzidos com aço era de 14 anos. LABURU⁷⁸, estimou para a Espanha uma vida útil variando entre 14 e 20 anos, sendo 17 anos um valor considerável aceitável. SALES⁷⁹ apresenta como sendo de 29,5 anos a idade média do aço posto em uso para a Argentina, no período 1950-74. Para os Estados Unidos as estimativas realizadas⁸⁰ sobre a média de vida útil determinaram ser de 12 a 13 anos para automóveis, de 27 a 30 anos para equipamentos ferroviários e de 30-35 anos para navios, a média geral estando em torno dos 15 anos.

Portanto, em uma primeira análise, parece-nos muito conservadora a hipótese da Consultora ao estabelecer em 20 a vida útil dos bens que contêm aço no Brasil apenas para o período pós 1973. A própria TECNOMETAL, aos estimar as reservas de sucata de obsolescência, observou a incoerência de sua hipótese após prever o esgotamento daquelas reservas para 1974, o que obviamente não aconteceu, concluindo, no seu relatório final que *“provavelmente a geração de*

⁷⁴ In “Projeção de Demanda-Teoria”, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1970, mimeo. P.27.

⁷⁵ Op. cit., p.8.

⁷⁶ Op. cit., p.10.

⁷⁷ Op. cit., p.8.

⁷⁸ In “Disponibilidades de Chatarra em Espanha”, UNESID – Quadernos Monograficos, Madrid, (1):51-75, fev. 1975.

⁷⁹ In “Disponibilidad Nacional de Chatarra y su Demanda”, *Siderurgia*, 3(1):59-71, Buenos Aires, 1977.

⁸⁰ Sobre estas estimativas ver “Scrap and the Steel Industry”, p. 35.

sucata de obsolescência tem sido subestimada, ainda que considerada uma vida útil média dos bens de aço em 20 anos a partir de 1973... Concluiu-se, por conseguinte, e apesar das incorreções que tais cálculos estão sujeitos, que a geração de sucata de obsolescência medida e projetada provavelmente foi considerada a níveis conservadores, uma vez que a vida média destes bens é certamente inferior a 20 anos e tende a reduzir-se ainda mais nos próximos anos.”⁸¹

Não seria, portanto, incoerência considerarmos empiricamente a vida útil média dos bens que contém aço no Brasil como sendo de 15 anos, valor compatível com o atingido em países mais desenvolvido, ressaltando ter o nosso país em índice de reciclagem de sucata de ferro e aço similar com o de economias muito mais avançadas, conforme vimos no início deste Capítulo.

Outro item bastante importante na estimação da geração de sucata de obsolescência é a taxa de recuperação, ou a quantidade de sucata que poderá ser recuperada economicamente, em função de parâmetros de mercado. A TECNOMETAL estima que 70% do aço posto em uso pode ser economicamente recuperável, índice também adotado por SILVEIRA e CANTO. Entretanto, GALLAY⁸² estima que essa taxa varia entre 50% e 60%, assinalando que “*l'expérience montre que le taux peut varier avec la demande et monter jusqu'à 60%, ce qui donne la Marge de souplesse de la collecte possible sous la pression d'une demande plus forte.*” KURIHARA⁸³ estima em 81,3% a sucata recuperável após o prazo médio de vida útil de 10,8 anos.

Feitas essas observações sobre a vida média útil dos bens e sobre a taxa de recuperação, partimos para estimar a geração de sucata de obsolescência sob três hipóteses básicas de trabalho: 1. simples atualização da proposição III (TECNOMETAL, 1976), adotando uma vida útil média de 25 anos para o período 1923-72 e de 20 anos para os períodos posteriores, com taxa de recuperação de 70%; 2. estabelecimento de vida útil média de 25 anos para o período 1923-52 (período anterior ao grande incremento da produção industrial no país), de 20 anos para o período 1953-72 (período que compreende a grande fase do processo de industrialização do país até às vésperas da crise do petróleo) e de apenas 15 anos para os períodos seguintes, mantendo-se a mesma taxa de recuperação; e 3. apresentação de uma nova segmentação temporal, adotando o triênio como período para sucateamento (ver Tabela XVI), ao invés de quinquênio tradicionalmente utilizado. As diferentes estimativas constam, respectivamente, nas Tabelas XVII, XVIII e XIX.

Justificamos a partição da série temporal em triênios por se constituir em período mais curto, quando se torna mais fácil a previsão da agitada conjuntura mercadológica dos produtos siderúrgicos. Face à estreita vinculação do desempenho da siderurgia às nuances variadas de uma política governamental basicamente conjuntural, o estabelecimento do triênio como base estimativa do cálculo de sucata de obsolescência parece ser mais adequado para a apropriação de mudanças de curto e médio prazos. Saliente-se que para a hipótese trienal trabalhamos com um valor conservador de apenas 60% para a taxa de recuperação, seguindo, assim, as postulações de GALLAY.

Analisando-se as estimativas constantes das três Tabelas citadas para o período 1973-87, podemos observar uma oferta total de 31.431 mil toneladas sucata de obsolescência pela hipótese quinquenal originalmente proposta pela TECNOMETAL; a proposição modificada implica em uma oferta superior em 38,0% à encontrada com a suposição original, atingindo um total de 43.360 mil toneladas; à hipótese trienal correspondeu uma oferta de 33.836 mil toneladas para o período considerado.

Uma observação pertinente refere-se à relação entre a geração de sucata de obsolescência e o consumo efetivo de aço em lingotes. Utilizando-nos das estimativas da proposição trienal podemos

⁸¹ Op. cit., p.63.

⁸² Op. cit., p.5.

⁸³ Op. cit., p.20.

notar um crescimento na relação, que passa de 0,170 no triênio 1973-75, para o 0,311 para 1982-84. Este fato é explicado pelo crescimento da geração de sucata de obsolescência a taxas superiores à de consumo de aço, implicando em uma transformação estrutural de importância significativa já que esse fenômeno é acentuado apenas em países de economia mais avançada com grande consumo passado de aço e que têm, em seus mercados, predominância desse tipo de sucata. Na Tabela XX pode ser vista a evolução do índice mencionado.

TABELA XVI

PORCENTUAL DE SUCATA RECUPERADA POR TRIÊNIO

TRIÊNIO	% DE SUCATA RECUPERÁVEL
0 - 3	3
4 - 6	7
7 - 9	10
10 - 12	10
13 - 15	20
16 - 18	15
19 - 21	15
22 - 24	15
> 25	5

TABELA XVII

ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA⁽¹⁾

QUINQUENIO	AÇO POSTO EM USO 10 ³ t	SUCATA RECUPE RÁVEL 70%	QUÍNQUÊNIO PROVÁVEL DE SUCATEAMENTO														MAIS ALÉM		
			23-27	28-32	33-37	38-42	43-47	48-52	53-57	58-62	63-67	68-72	73-77	78-82	83-87	88-92			
1923 – 27	1.952	1.336	27	107	134	134	267	334	200	67	67								
1928 – 32	1.614	1.130		23	90	113	113	226	282	169	56	56							
1933 – 37	1.843	1.290			26	104	129	129	258	322	194	65	65						
1938 – 42	1.785	1.249				25	100	125	125	250	313	187	63	63					
1943 – 47	2.701	1.890					38	152	189	189	378	472	284	95	95				
1948 – 52	4.973	3.481						70	279	348	348	696	870	522	174	174			
1953 – 57	6.578	4.605							92	368	461	461	921	1.151	691	230	230		
1958 – 62	9.663	6.764								135	541	676	676	1.353	1.691	1.015	676		
1963 – 67	11.649	8.154									163	652	815	815	1.631	2.039	2.038		
1968 – 72	19.415	13.591										272	1.087	1.359	1.359	2.718	6.796		
1973 – 77	37.788	26.452											1.323	3.174	3.968	4.761	13.227		
1978 – 82	46.123	32.286												1.614	3.874	4.843	21.955		
1983 – 87	48.507	33.955													1.698	4.075	28.183		
1988 – 92	68.334	47.834														2.392	45.442		

TOTAL	27	130	250	376	647	1.036	1.425	1.848	2.521	3.537	6.104	10.146	15.181	22.247	118.721
-------	----	-----	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	---------

(1) Proposta I (Tecnometal – 1976) atualizada.

TABELA XVIII

ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA⁽¹⁾

QUINQUENIO	AÇO POSTO EM USO 10 ³ t	SUCATA RECUPE RÁVEL 70%	QUÍNQUÊNIO PROVÁVEL DE SUCATEAMENTO														MAIS ALÉM	
			23-27	28-32	33-37	38-42	43-47	48-52	53-57	58-62	63-67	68-72	73-77	78-82	83-87	88-92		
1923 – 27	1.952	1.336	27	107	134	134	267	334	200	67	67							
1928 – 32	1.614	1.130		23	90	113	113	226	283	170	57	57						
1933 – 37	1.843	1.290			26	104	129	129	258	323	194	65	65					
1938 – 42	1.785	1.249				25	100	125	125	250	312	187	63	63				
1943 – 47	2.701	1.890					38	151	189	189	378	473	284	95	95			
1948 – 52	4.973	3.481						70	279	348	348	696	870	522	174	174		
1953 – 57	6.578	4.605							230	553	691	829	691	461	461	461	230	
1958 – 62	9.663	6.764								338	812	1.015	1.218	1.015	676	676	1.014	
1963 – 67	11.649	8.154									408	978	1.223	1.468	1.223	815	2.038	
1968 – 72	19.415	13.591										680	1.631	2.039	2.446	2.039	4.757	
1973 – 77	37.788	26.452											2.641	5.299	5.299	2.641	10.577	

													5	0	0	5	82
1978 – 82	46.123	32.286											3.22	6.45	6.95	16.1	
													9	7	7	43	
1983 – 87	48.507	33.955												3.39	6.79	23.7	
														6	1	68	
1988 – 92	68.334	47.834													4.78	43.0	
															3	51	
TOTAL			27	130	250	376	647	1.03	1.56	2.23	3.26	4.98	8.69	14.4	20.2	24.8	101.
								5	4	8	7	0	0	52	18	41	583

(1) Proposta II: Vida média de 25 anos (1923-52); 20 anos (1953-72); 15 anos (1973 em diante).

TABELA XIX

ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA⁽¹⁾

QUINQUÊNIO	AÇO POST-RECUPE-RAÇÃO EM 10 ³ t	SUCATA RECUPE-RAÇÃO 70%	QUINQUÊNIO PROVÁVEL DE SUCATEAMENTO																			MAIS ALÉM				
			25 - 27	28 - 30	31 - 33	34 - 36	37 - 39	40 - 42	43 - 45	46 - 48	49 - 51	52 - 54	55 - 57	58 - 60	61 - 63	64 - 66	67 - 69	70 - 72	73 - 75	76 - 78	79 - 81		82 - 84	85 - 87	88 - 89	91 - 93
1925 – 27	1.352	811	24	57	81	81	162	122	122	122	40															
1928 – 30	1.327	796		24	56	80	80	160	119	119	119	39														
1931 – 33	555	333			10	23	33	33	66	50	50	50	18													
1934 – 36	1.073	644				19	45	64	64	128	97	97	97	32												

1937-39	1.244	746	22	52	75	75	150	112	112	112	36												
1940-42	1.013	608		18	43	61	61	122	91	91	91	30											
1943-45	1.217	730			22	51	73	73	146	110	110	110	35										
1946-48	2.211	1.327				40	93	133	133	265	199	199	199	66									
1949-51	3.024	1.814					55	127	181	181	362	272	272	272	92								
1952-54	3.755	2.253						68	158	225	225	450	338	338	338	113							
1955-57	4.045	2.427							73	170	243	243	485	364	364	364	121						
1958-60	5.393	3.236								97	227	324	324	647	485	485	485	162					
1961-63	6.626	3.976									119	278	378	398	795	596	596	596	200				
1964-66	6.829	4.097										123	287	410	410	819	615	615	615	204			
1967-69	3.875	5.325											160	374	533	533	$\frac{1.06}{5}$	799	799	799	266		
1970-72	13.004	7.802												236	546	780	780	1.56	1.17	1.17	1.17	390	
1973-75	21.500	12.900													387	903	1.29	1.29	2.58	1.93	1.93	2.58	
1976-78	24.987	14.992														450	0	0	0	0	5	5	0
1979-81	29.149	17.489															525	1.22	1.74	1.74	3.49	8.74	
1982-84	23.527	14.116																423	988	1.41	1.41	9.88	
1985-87	30.362	18.217																	546	1.27	1.82	14.5	
																				5	2	74	

TABELA XX

**BRASIL: GERAÇÃO DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA
VERSUS CONSUMO DE AÇO EM LINGOTES (em 10³t)**

TRIÊNIO	GERAÇÃO TRIENAL SUCATA (A)	CONSUMO TRIENAL DE AÇO (B)	(A) / (B)
1973 – 75	3.950	23.173	0,170
1976 – 78	5.043	27.799	0,181
1979 – 81	6.527	32.498	0,201
1982 – 84	8.169	26.270	0,311

FONTES: Geração de sucata (Tabela IX); Consumo de Aço (Tabela XIII).

GERAÇÃO DE SUCATA INTERNA

A geração de sucata interna é decorrente da incapacidade dos processos de fabricação de aço de obter pleno rendimento. A sucata gerada internamente às usinas siderúrgicas retorna ao ciclo inicial da produção e compõe a carga metálica de novas corridas (daí a outra denominação frequentemente usada para a sucata interna: sucata de retorno).

Apresentamos, na Tabela XXI, originalmente divulgada pelo ISIS⁸⁴, informações referentes à relação sucata interna/produção de aço de alguns países. Nota-se que, para 1981 as perdas no Japão foram de apenas 11%, enquanto nos Estados Unidos foram de 33%. Isto pode ser explicado pelo moderno parque siderúrgico japonês, em contraste com a obsoleta siderurgia norte-americana.

O Brasil figura como porcentual de 21% de sucata interna gerada quando da produção de aço, relação plenamente compatível com os países tradicionais produtores de aço. Entretanto, algumas considerações particularizantes deverão ser empreendidas sobre a geração de sucata interna no Brasil.

Em 1970, 98,1% da produção brasileira de aço era realizada em sistemas com lingotamentos convencionais. Paulatinamente foi sendo introduzido o lingotamento contínuo que, pelas suas características, reduz sobremaneira a geração de sucata interna. Já em 1983, 44,6% da produção de aço era proveniente de sistemas com lingotamento contínuo. Era de se esperar, portanto, que a geração de sucata interna diminuísse significativamente à medida que equipamentos mais modernos fossem sendo introduzidos. Mas tal fato não ocorreu.

Na Tabela XXII apresentamos a evolução do índice de geração de sucata interna para o período 1972-85. Em 1972 a relação era de 0,217, atingindo um máximo em 1976 com 0,235, até chegar ao nível de 0,177 em 1985. A média no período foi de 0,207. Em 1976, cerca de 12,3% do aço era produzido via lingotamento contínuo, atingindo 36,7% em 1981. Nesse intervalo a relação não saiu do nível de 20% da produção. Apenas a partir de 1983 há uma maior queda, passando para 0,182 sendo, entretanto, o índice de 1985 superior ao de 1984.

AMORIM⁸⁵ surpreende-se com este fato e assinala que *“os resultados até certos pontos surpreendentes... revelam que o rendimento laminado/aço bruto, que deveria crescer com o aumento da participação do lingotamento contínuo, está sofrendo a influência inversa de alguns fatores: inportação de semiacabados; aumento da participação de produtos planos na nossa produção. Neste tipo de produto, o rendimento laminado/aço bruto para uma mesma participação de lingotamento contínuo é menor que o de não plano comum; maior recuperação de sucata a partir de escória de aciaria.”*

Uma menor geração de sucata interna significa que os produtores terão que adquirir no mercado sucata externa para as complementações necessárias. No grupo SIDERBRÁS, por exemplo, as grandes usinas integradas raramente iam ao mercado de sucata externa pois havia um equilíbrio entre geração interna e consumo. Em 1983 as usinas integradas a coque utilizaram 1.725.400t de sucata, tendo gerado 1.679.000t com consumo superando a geração em 40.000t. A relação produção de aço líquido/consumo de sucata foi de 0,197t/t e a geração de 0,192t/t.

Historicamente a sucata de geração interna participa com 50% do consumo total de sucata das usinas siderúrgicas, conforme veremos no capítulo V. É de se esperar, portanto, que essa relação seja

⁸⁴ In “Scrap and the Steel Industry”, p.3.12.

⁸⁵ Conforme GARCIA in “Sucata e Ferro-Esponja - Situação da Oferta e Demanda no Sistema Siderbras”, Brasília, 1984, mimeo, 37p.

mantida pelo menos até meados da próxima década pois, conforme o CONSIDER⁸⁶ “... quanto ao lingotamento contínuo a sua participação terá doravante um crescimento numa razão menor que no passado.”

Na tabela XXIII apresentamos estimativas de geração de sucata interna, com base nas mesmas premissas adotadas quando da projeção da geração de sucata de processamento industrial.

TABELA XXI

**STEEL INDUSTRY CIRCULATING SCRAP GENERATION
PERCENTAGES OF CRUDE STEEL PRODUCTION: SELECTED COUNTRIES 1972-1981⁽¹⁾**

Country	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1990 ⁽²⁾
Argentina	24	27	25	21	21	19	24	18	21	19	16
Australia	33	28	28	28	26	19	21	22	23	22	23
Austria	24	24	23	24	20	20	19	18	17	15	13
Belgium	19	19	20	21	21	20	19	19	19	19	19
Brazil	22	23	21	21	24	21	22	22	21	21	21
Canada	28	23	23	23	24	25	24	22	23	22	29
Chile	34	33	34	34	38	31	31	32	27	28	25
Finland	13	19	18	19	19	18	17	16	16	17	14
France	23	23	22	23	22	21	20	20	19	18	15
F.R. Germany	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	12
Italy	24	24	23	22	22	20	19	18	18	18	16
Japan	17	16	17	16	15	14	13	12	12	11	8
Korea, P.R.	56	26	13	16	19	20	36	36	35	31	
Luxemburg	20	20	20	22	22	23	21	22	22	24	10
Netherlands	20	20	21	19	19	22	20	21	21	18	16
South Africa	23	23	22	21	21	19	19	18	17	17	14
Spain	22	21	19	19	22	21	20	17	17	16	14
Sweden	36	37	38	39	37	40	35	34	31	26	20
Taiwan						12	9	13	12	14	15
United Kingdom	29	30	29	31	29	32	29	28	31	29	26
United States of America	33	33	33	34	34	34	33	33	34	33	30

(1) Accounting for more than 90% of Western World

⁸⁶ Op. cit., p.15.

crude steel output.
(2) The figures for 1990 are part of a steel industry survey.

Sources IISI

TABELA XXII

BRASIL: EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE GERAÇÃO INTERNA DE SUCATA NA SIDERURGIA

ANO	GERAÇÃO INTERNA (A)	PRODUÇÃO DE AÇO (B)	(A) / (B)
1972	1.415	6.518	0,217
1973	1626	7.149	0,227
1974	1.558	7.507	0,208
1975	1.788	8.308	0,215
1976	2.156	9.169	0,235
1977	2.363	11.164	0,212
1978	2.656	12.107	0,219
1979	3.059	13.891	0,220
1980	3.221	15.337	0,210
1981	2.774	13.226	0,209
1982	2.631	12.995	0,202
1983	2.667	14.671	0,182
1984	2.965	18.386	0,161
1985	3.629	20.455	0,177

FONTES: Instituto Brasileiro de Siderurgia.

TABELA XXIII

BRASIL: PREVISÃO DA GERAÇÃO E SUCATA INTERNA (em 10³t)

ANOS	QUANTIDADE
1986	3.992
1987	4.391
1988	4.698
1989	5.027
1990	5.379

1991	5.756
1992	6.159
1993	6.590

Obs: Crescimento de 10%aa (1986-87)
Crescimento de 7%aa (1988 em diante)

DEMANDA DE SUCATA DE FERRO E AÇO NO BRASIL: DETERMINAÇÃO E PROJEÇÃO

Defrontando-se com uma demanda derivada, a sucata de ferro e aço é afetada decisivamente pelo comportamento do mercado do produto em cuja produção é utilizada. É o nível da demanda pelo consumidor que determinará os preços pagos pelos processadores de sucata aos coletadores de sucata de obsolescência. Quando esse preço diminui, em função de conjuntura específica do mercado consumidor, poderá haver, pelas peculiaridades da oferta elástica desse tipo de coleta.

O mercado ofertante de sucata de obsolescência poderia ser figurativamente representado em forma de uma “escada”. Cada “degrau” representa, hipoteticamente, um nível de tonelagem coletado e um tipo específico de coletador. O mais baixo degrau significa a presença de pequenas quantidades e de um micro-coletador, pessoa física que exerce a atividade, ainda marginal, da catação. Uma diminuição de preços, portanto, acarreta um efeito difícil de ser mensurado, mas que supõe-se deslocar para outras atividades mais rendosas no curto prazo, muitos agentes atuantes na comercialização, com a redução correspondente das quantidades de ofertadas.

O sub-segmento ofertante de sucata de processamento industrial, frente a uma demanda elástica, pode também ser afetado pela redução de preços, mas com menores efeitos nas quantidades ofertadas, face às especificidades de oferta inelástica, como visto em capítulos anteriores.

Na figura 15 ilustramos os fluxos vigentes entre os diversos agentes envolvidos no processo de comercialização e processamento de sucata de ferro e aço. A sucata de processamento é comprada indistintamente por consumidores finais e por processadores de sucata. A sucata de obsolescência era geralmente adquirida pelos preparadores. Nos últimos anos, entretanto, os consumidores finais, principalmente as siderúrgicas produtoras de aço não-planos comuns, concorrem com os preparadores na aquisição deste tipo de sucata.

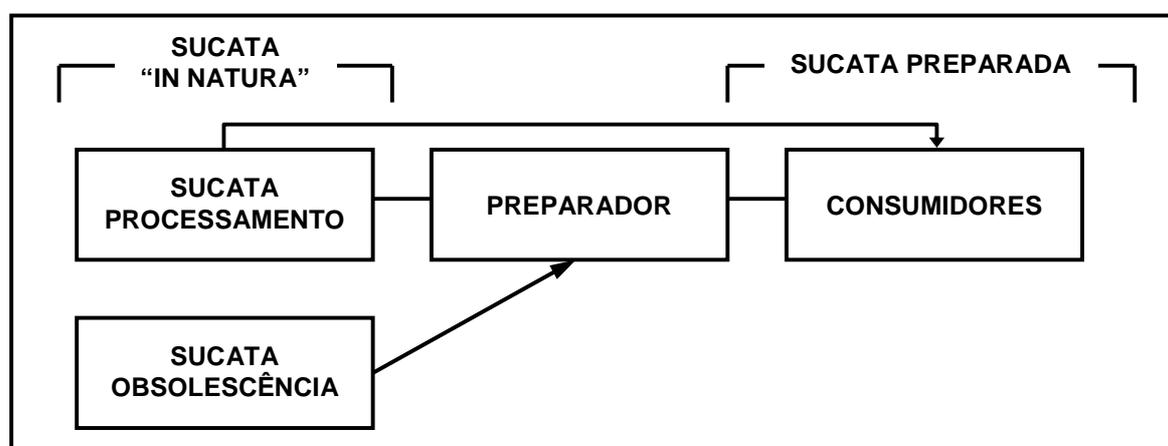


FIGURA 15 – FLUXO DE COMERCIALIZAÇÃO DE SUCATA EXTERNA

A sucata “in natura” coletada é submetida, quando necessário, a diversos tipos de beneficiamento com o objetivo de aumentar a densidade e qualidade. As normas n^{os} NBR 8746, 8747 e 8748 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, especificam como beneficiamento os seguintes processos: 1. briquetagem – que aumenta a densidade de cavacos (resíduos das operações de torneamento de aços); 2. prensagem – geralmente realizada em sobras de estampagens de metais e em chaparias em geral; 3. oxi-corte-operação realizada em sucatas de obsolescência para homogeneização de tamanho compatível com os fornos dos consumidores; 4. desestanhamento – retirada do estanho contido em retalhos de folhas de flandres; 5. desmonte – “quebra” de grandes peças usadas de ferro fundido em partes menores. Há, ainda, a separação manual que, entretanto, não pode ser comparada aos tipos de processamento industrial descritos.

A preparação de sucata é considerada como atividade industrial, incluída na categoria econômica de “indústria de preparação de sucata ferrosa e não ferrosa”, a que faz referência o artigo n^o 477 da Consolidação das Leis do Trabalho, conforme decisão da Comissão de Enquadramento Sindical do Ministério do Trabalho, de 13 de maio de 1981. Há, no país, muitas empresas dedicadas à preparação de sucata de ferro e aço, em parte representadas pelo Instituto Nacional das Empresas de Preparação de Sucata de Ferro e Aço – INESFA, com sede em São Paulo. São geralmente pequenas e médias empresas, algumas das quais pertencentes a siderúrgicas que integraram verticalmente no ramo da preparação de sucata, fenômeno iniciado na corrente década e que tem-se acentuado nos últimos três anos.

Os grandes consumidores de sucata de ferro e aço são os setores siderúrgicos e de fundição. Os primeiros consomem qualquer tipo de sucata, exceto o segmento fabricante de aços especiais que requer uma sucata de composição química homogênea, com baixa contaminação de elementos de liga indesejáveis e características físicas adequadas. As fundições, em função do pequeno tamanho de seus fornos, exigem sucatas de dimensões menores com características semelhantes às adquiridas pelos produtores de aços especiais.

Mercê das particularidades existentes tanto na oferta quanto na demanda do insumo, a tarefa de analisar o mercado de sucata torna-se complexa. Ao levantarmos as parcas estatísticas disponíveis defrontamo-nos com um crônico problema de qualidade das informações que, aliado ao descaso com que é tratada a sua problemática em nosso país, resultam em uma série de dificuldades para o adequado estudo das interrelações existentes.

Assim, os dados sobre demanda de sucata não estão convenientemente separados segundo o tipo (obsolescência ou processamento); não existe acompanhamento e fornecimento governamental de informações padronizadas sobre demanda e oferta; ao nível dos consumidores, principalmente das siderúrgicas, o sistema de informações visa sobremaneira ao levantamento de um elenco mínimo de estatísticas para atendimento a necessidades meramente conjunturais das reuniões do Sistema Coordenado de Abastecimento; os preparadores de sucata, pelo pequeno número de empresas associadas ao INESFA, não conseguem apurar adequadamente informações sobre a oferta de curto prazo.

Frente a todas essas dificuldades não tivemos outra opção a não ser trabalhar com dados genéricos de sucata, apesar de estarmos conscientes dos problemas metodológicos que poderão advir pela impossibilidade de separação das informações referentes aos dois distintos tipos de sucata externa. Na Tabela XXV apresentamos informações referentes aos período 1967-85 de consumo total e per

capta de sucata de ferro e aço. Geralmente considera-se que quase todo o consumo de sucata do país⁸⁷ corresponde aos setores siderúrgico e de fundição. Pequenas quantidades de sucata são adquiridas pelos produtores de ferro-silício e por empresas de pequeno porte que utilizam sucata sem refusão, na fabricação de artefatos de metal. Neste total está incluída a parcela de sucata gerada internamente pelas usinas siderúrgicas⁸⁸.

No período considerado o consumo per capta de sucata passou de 22 para 55 quilos por habitante, com um máximo de consumo verificando-se em 1980. Apenas em 1985 o consumo de sucata brasileiro ultrapassou os níveis obtidos naquele ano. Esse consumo é muito baixo em termos internacionais. Os grandes países industrializados têm consumo per capta superior a 200 quilos por habitante, destacando-se os Estados Unidos, Japão e Alemanha Ocidental que superaram os 300 quilos por habitante.

Até o início da década dos 70 predominava no Brasil a produção de aço em fornos tipos Siemens-Martin, responsáveis por 42% da produção em 1970. Como salientamos anteriormente, esses fornos são grandes consumidores de sucata, mas com o avanço tecnológico foram sendo paulatinamente substituídos, tendo produzido, em 1983, apenas 6% do aço brasileiro. Na figura 16 apresentamos a evolução da estrutura produtiva de aço no país para os anos de 1970, 1975, 1980 e 1983. Nota-se um grande crescimento do aço produzido nos conversores LD e, em menor escala, em fornos elétricos.

TABELA XXIV

BRASIL: CONSUMO TOTAL E PER CAPITA DE SUCATA DE FERRO E AÇO

ANOS	CONSUMO TOTAL ⁽¹⁾ (10 ³ t) (A)	POPULAÇÃO ⁽²⁾ (1.000 HAB.) (B)	CONSUMO PER CAPITA (KG/HAB.) (A) / (B)
1967	1.862	85.500	0,022
1968	2.054	88.000	0,023
1969	1.995	90.500	0,022
1970	2.193	93.139	0,024
1971	2.549	95.457	0,027
1972	2.830	97.833	0,029
1973	3.420	100.269	0,034
1974	3.609	102.764	0,035
1975	4.152	105.322	0,039
1976	4.746	107.944	0,044
1977	5.110	110.631	0,046

⁸⁷ Em 1979 o INESFA, no único trabalho que dimensionou as aquisições dos consumidores, publicado no informativo Sucata, ano II, nº 16, Nov-dez 80, calculou em 74% a participação da Siderurgia, 24% da Fundição e 2,0% a dos produtores de ferro-ligas e outros consumidores.

⁸⁸ É interessante notar a distinção que de agora em diante faremos dos termos “consumo” e “compras”. O primeiro refere-se às quantidades efetivamente consumidas de sucata interna e externa; o segundo, às quantidades de sucata (ou apenas sucata externa).

1978	5.783	113.384	0,051
1979	6.467	116.207	0,056
1980	7.074	121.286	0,058
1981	5.966	122.065	0,048
1982	5.499	126.898	0,043
1983	5.896	129.766	0,045
1984	6.742	132.659	0,051
1985	7.454	135.564	0,055

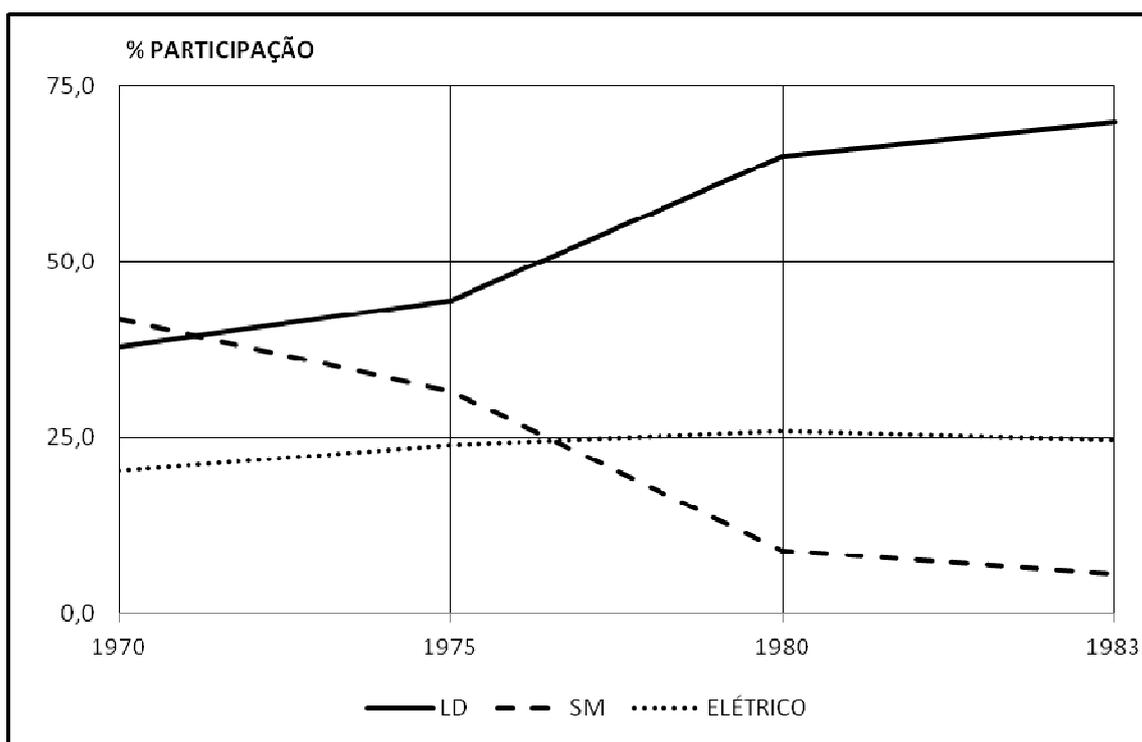
FONTES: (1) Instituto Brasileiro de Siderurgia.
(2) IBGE – Anuário Estatístico 1985.

Na Figura 17 mostramos a evolução de implantação, em nosso país, do sistema de lingotamento contínuo para os anos mencionados anteriormente. Em um período não muito longo houve uma mudança tecnológica estrutural que atingiu, 1983, 41% da produção de aços planos comuns e perfis pesados, 64% da produção de aços não planos comuns e 18% da produção de aços especiais⁸⁹

Essas duas inovações tecnológicas têm reflexos diferentes no mercado de sucata. Enquanto, teoricamente, a progressiva substituição dos fornos SM poderia significar uma redução substancial nas aquisições de sucata externa, a introdução dos sistemas de lingotamento contínuo que reduz a geração de sucata interna – serve como fator de acréscimo de compras para composição de carga metálica. Essas novas tecnologias não devem afetar substancialmente o mercado de sucata externa.

Voltando à análise dos dados da Tabela XXIV pode-se notar, portanto, que a sensível diminuição do consumo de sucata após 1980 está relacionado principalmente ao estágio recessivo enfrentado pela economia brasileira, não parecendo ter as inovações tecnológicas introduzidas a nível de consumidor maiores reflexos nesse quadro, pelo menos com base nas informações disponíveis.

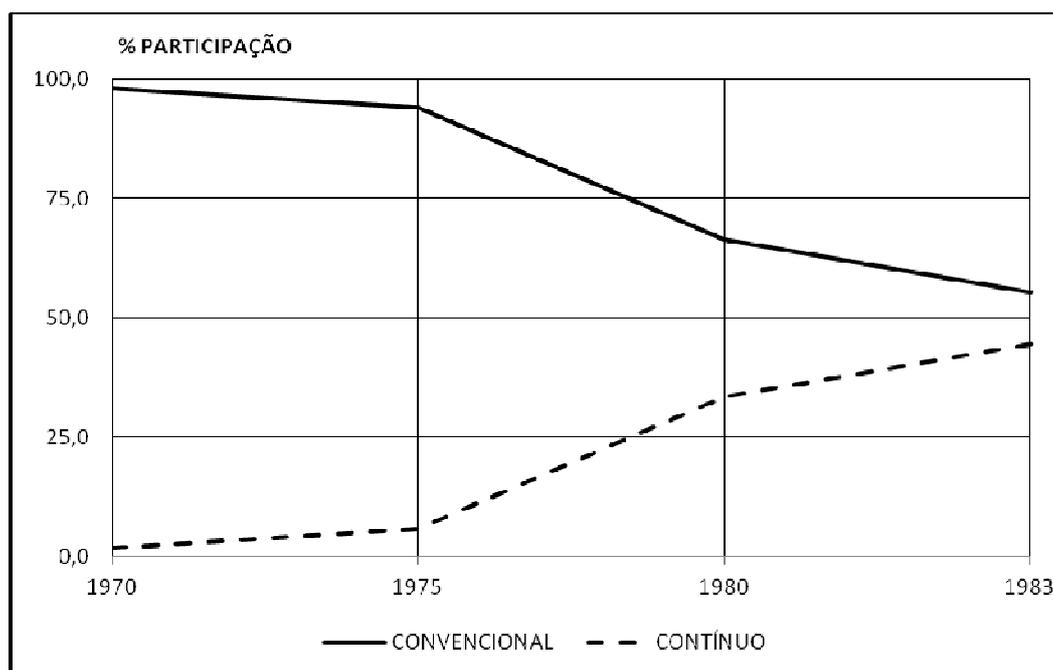
⁸⁹ Dados divulgados pelo CONSIDER durante o Seminário sobre Uso de Fontes Metálicas na Siderurgia, Brasília, 22 fev. 1984.



% PRODUÇÃO DE AÇO POR PROCESSO

PROCESSOS	1970	1975	1980	1983
CONVERSORES	38,0%	44,5%	65,1%	69,8%
SIEMENS MARTIN	41,8%	31,6%	9,0%	5,6%
ELÉTRICO	20,2%	23,9%	25,9%	24,6%

FIGURA 16 – FATOR RELEVANTE NO CONSUMO DE SUCATA (PROCESSOS PRODUÇÃO DE AÇO)



% PRODUÇÃO DE AÇO POR TIPO DE LINGOTAMENTO

PROCESSOS	1970	1975	1980	1983
CONVENCIONAL	98,1%	94,2%	66,4%	55,4%
CONTÍNUO	1,9%	5,8%	33,6%	44,6%

FIGURA 17 – FATOR RELEVANTE NA GERAÇÃO INTERNA DE SUCATA (SISTEMA DE LINGOTAMENTO)

No período 1970-85 a demanda brasileira de sucata de ferro e aço evoluiu à taxa geométrica de crescimento de 8,5%aa⁹⁰ partindo-se de um consumo de 2.193 mil toneladas em 1970, para 7.454 mil toneladas em 1985. Nesse mesmo período a produção de aço em lingotes cresceu 6,9% enquanto que o consumo efetivo de laminados obteve uma taxa de 6,2%aa. A geração de sucata de processamento industrial e de sucata interna, cresceram, no período considerado, respectivamente 5,2% e 8,4% ao ano. A geração de sucata de obsolescência, considerando-se o período de 1980-87⁹¹, terá crescido às taxas de 6,8% para a vida média útil do aço posto em uso entre 20 e 25 anos (Hipótese Tecnometal inicial), de 4,7%aa conforme o segundo método apresentado e de 7,2%aa pelo método de sucateamento trienal.

Na Tabela XXV encontram-se os preços médios de sucata externa no período 1967-85. Convenientemente deflacionados indicam para 1974 o ano de “pico” das cotações internas brasileiras.

Iremos, no próximo item, realizar algumas projeções de demanda, objetivando inferir o comportamento do consumo de sucata para o período 1986-1993.

TABELA XXV

⁹⁰ Define-se como taxa geométrica de crescimento a relação

$$i = \sqrt[n]{C_n/C_0} - 1$$

, onde C_n é o consumo no ano n , C_0 o consumo no ano base e n é o número de períodos.

⁹¹ Período considerado para a adequada estimação de sucata de obsolescência gerada segundo cada método.

BRASIL: PREÇOS NOMINAL E REAL DE SUCATA DE FERRO E AÇO

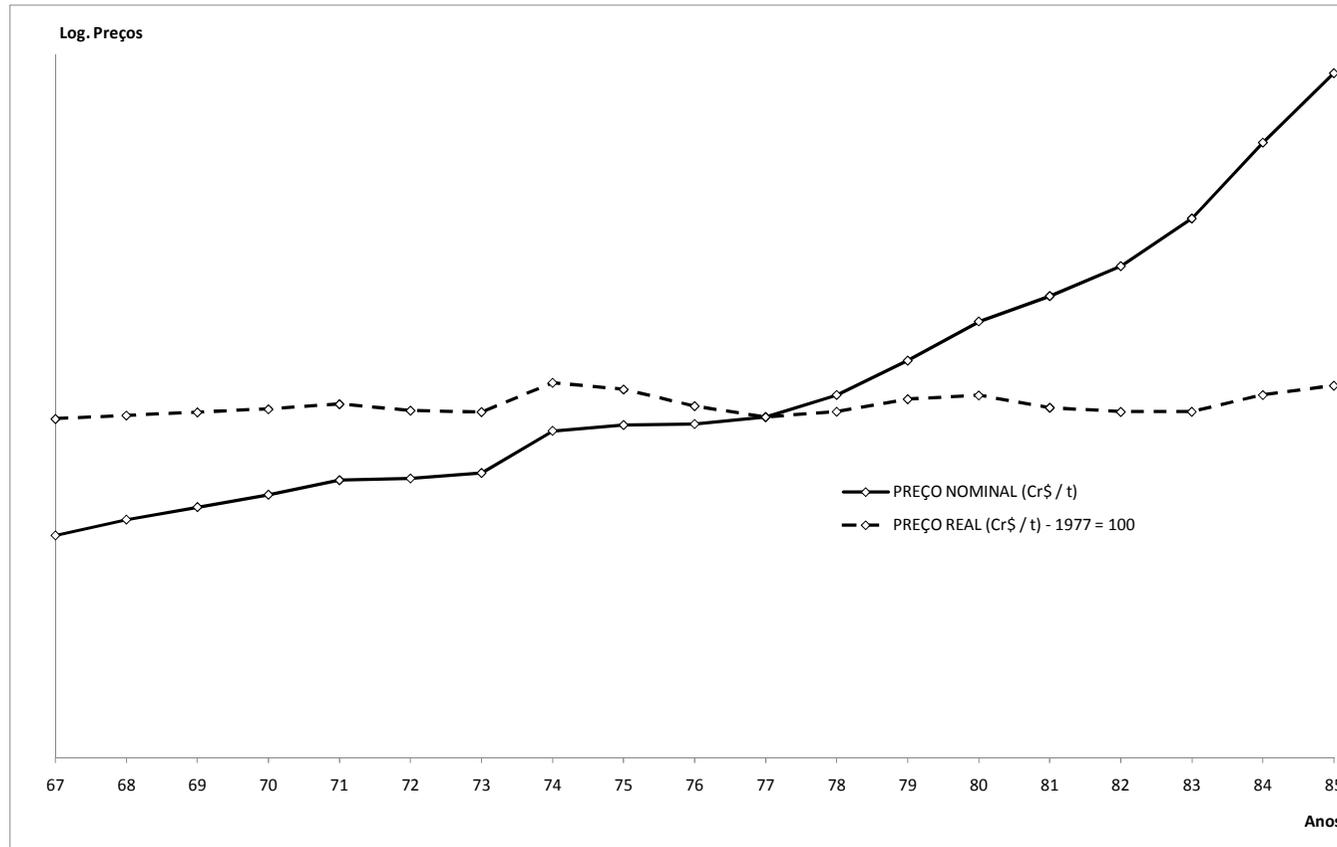
ANOS	PREÇO NOMINAL⁽¹⁾ (Cr\$ / t)	ÍNDICE GERAL DE PREÇOS⁽²⁾ 1977 = 100	PREÇO REAL (Cr\$ / t)
1967	79	10,40	782
1968	108	12,90	837
1969	138	15,50	890
1970	176	18,60	946
1971	234	22,38	1.046
1972	242	26,25	922
1973	270	30,16	895
1974	619	38,81	1.595
1975	694	49,63	1.398
1976	706	70,10	1.007
1977	811	100,00	811
1978	1.252	138,70	903
1979	2.462	213,50	1.153
1980	5.312	427,50	1.243
1981	8.745	897,30	975
1982	15.764	1.753,70	899
1983	40.255	4.463,80	902
1984	179.027	14.311,70	1.251
1985	700.795	46.587,50	1.504

FONTES: (1) 1967-72 – POUBEL, Ethienne, op. cit. p.34.

1973-85 – Instituto Brasileiro de Siderurgia – IBS

(2) FGV – Fundação Getúlio Vargas

FIGURA 18 – EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DE SUCATA DE FERRO E AÇO (1967-1985)



ANÁLISE DAS ESTIMATIVAS REALIZADAS

Em 1968 a TECNOMETAL realizou um estudo pioneiro sobre o mercado brasileiro de sucata de ferro e aço para a Siderúrgica Rio Grandense, aonde estimou as reservas do insumo como sendo de 5.109 mil toneladas para 1952.

Utilizando-se de metodologia largamente empregada a nível internacional a TECNOMETAL estimou essa quantidade, em função da produção acumulada de lingote de 1901-52, produções acumuladas, para o mesmo período, de produtos planos e não-planos, e do consumo acumulado de laminados. Retirando desse total as reservas consumidas até 1968 resultou a existência de reservas de 4.208 mil toneladas no final desse ano.

Durante o período 1956-1969 houve um relativo equilíbrio entre geração e consumo de sucata, com a utilização média das reservas não atingindo a 2% do consumo total. O período 1960-64 foi caracterizado pela grande utilização das reservas históricas, com a média de 146,000 t/ano, ou 10% do consumo anual médio. Entretanto, conforme a TECNOMETAL⁹², *“mesmo se fosse mantida esta taxa de utilização, como a reserva estimada, ao fim de 1964, é de 4.500.000t poder-se-ia esperar que, para sua exaustão completa, fossem necessários mais de 30 anos de constante consumo, ao nível médio deste período”*.

Em função de duas hipóteses previamente estabelecidas sobre o binômio geração-consumo, a TECNOMETAL realizou projeções para o período 1976-80, chegando à conclusão que⁹³ *“em qualquer hipótese se teria, para o período, saldos crescentes no balanço geração x consumo de sucata...”*. As duas hipóteses de trabalho (1. não adição de uma produção em fornos elétricos até 200.000t/ano, totalmente à base de sucata; e 2. com a adição de uma produção em fornos elétricos até 200.000t/ano totalmente à base de sucata) apresentavam para 1977 existência de reservas no montante respectivo de 4.269 mil toneladas e de 3.355 mil toneladas.

Pouco mais de 7 anos mais tarde, em 1976, a mesma empresa realizou um estudo mais aprofundado sobre a sucata de ferro e aço, mencionado detalhadamente no Capítulo III, tendo, porém chegado a uma conclusão surpreendente: o saldo de reservas atingiu apenas 361 mil toneladas para o final de 1975! A TECNOMETAL havia estimado a geração através de métodos tradicionalmente utilizados, enquanto que para a demanda baseou-se em coeficientes técnicos em função do consumo específico de sucata por tipo de forno. A Comissão de Acompanhamento do trabalho considerou exageradamente modestas essas reservas *“muito embora tenha-se admitido que tal julgamento baseava-se tão somente na experiência de pessoas e entidades ligadas ao mercado de sucata”*⁹⁴ (o grifo é nosso).

Assim, decidiu-se pela aplicação de nova metodologia com o objetivo *“de obter a variação no consumo de reservas pelas diferença entre a carga metálica total utilizada em siderurgia e fundição e somatório de geração total de sucata, importação de sucata, consumos de ferro gusa e ferro esponja e consumo de sucata na produção de ferro ligas e em aproveitamento sem refusão.”*⁹⁵ Os resultados, considerada essa metodologia, revelaram-se ainda mais surpreendentes: para o final de 1975 o saldo de reservas de sucata era menos 887 mil toneladas, portanto inexistentes!

⁹² Op. cit., p.17

⁹³ Ibidem, PP 18-10.

⁹⁴ Op. cit., p.1158.

⁹⁵ Ibidem, p.1-58.

Como vimos, as duas estimativas da TECNOMETAL estão em desacordo com as conclusões a que chegou no trabalho realizando alguns anos antes, que não previa maiores problemas quanto à disponibilidade do insumo. Como mencionamos no capítulo III essa incoerência foi atribuída a incorreta estimativa da vida média útil dos bens que contém aço em 25 anos, ou nas próprias palavras da Consultora: *“deixa por conseguinte de ter sentido qualquer cálculo de geração de sucata de obsolescência mediante a adoção de uma vida média de 25 anos para os bens de aço. Tal procedimento reduziria ainda mais a quantidade total de sucata gerada, levaria a um maior consumo de reservas e, fatalmente, a um ‘deficit’ irreal”*⁹⁶ (o grifo é nosso).

Creemos que o problema da subestimação das reservas de sucata de ferro e aço não reside apenas no fato salientado pela Consultora. Na realidade houve, além da subestimação da geração mencionada, uma superestimação do consumo de sucata para o período 1969-75. No seu Quadro 1.22 a TECNOMETAL atribui a esse período um consumo de sucata total de 26.197 mil toneladas, quando o consumo verificado foi de apenas 20.748 toneladas, conforme apresentamos no Capítulo anterior. Há, assim, uma diferença para maior no consumo de 5.449 mil toneladas, quantidade muito mais coerente com as estimativas de saldo de reservas realizadas pela mesma empresa alguns anos antes.

Essa conclusão do estudo da TECNOMETAL em muito contribuiu para que, com base em conclusões calcadas no sentimento os consumidores fundamentassem seus pedidos de importação de sucata nos períodos de “picos” conjunturais de demanda e que fosse amplamente difundida a existência de uma escassez estrutural de sucata de ferro e aço. Essa errônea conclusão de estudo, agregada à característica da resposta retardada da sucata de obsolescência⁹⁷ aos preços, vem polarizando os debates que ainda hoje se acentuam entre consumidores e preparadores do insumo, pois desde 1976 não são realizados estudos sobre reservas de sucata.

ESTIMATIVAS DE RESERVAS DE SUCATA DE OBSOLESCÊNCIA

Apesar das discrepâncias notadas, as reservas calculadas no primeiro trabalho, de 4.208 mil toneladas, foram adequadamente estimadas, constituindo-se em um parâmetro confiável sobre a disponibilidade de sucata de ferro e aço. Assumimos, para as estimativas que iremos realizar, ser essa a reserva-base para análise do binômio geração-consumo para o período 1968-1993.

Para a efetuação das análises necessitamos introduzir duas hipóteses básicas de trabalhos: 1. a geração será apresentada conforme os três métodos em função dos dados apresentados no Capítulo III; e 2. o consumo de sucata será o estimado conforme as três hipóteses sobre o futuro desempenho da economia para o período 1986-93, detalhadas no Capítulo anterior.

⁹⁶ Ibidem, p.1-63.

⁹⁷ Conforme KAPLAN in “Ferrous Scrap Supplies”, *Scrap Age*, agosto-1981, p.156: “Unlike any other commodity however prices increases cannot create ‘new’ supplies – that is to say users of steel products do not scrap values. The scrap can only increase when itens become scrap because of wear, or technical or economic obsolescence. For that reason, prices increase can only bring scrap to market that is already in existence. In effect, high prices effectively ‘deplete’ exiting supplies but do not ‘create’ additional supplies”.

Na Tabela XXXVI apresentamos o balanço geração-consumo de sucata de ferro e aço para o período 1968-1986⁹⁸. Os dados de geração de sucata de obsolescência são os estimados no Capítulo III pelo método que estipula 25 anos de vida útil do aço posto em uso para 1923-72 e de 20 anos para 1973 em diante. Os demais dados foram extraídos das tabelas correspondentes daquele Capítulo.

Pela análise das informações notamos que, partindo-se em 1968 da reserva-base de 4.208 mil toneladas, chegamos ao final do primeiro quinquênio 1968-72, com uma reserva de 5.540 mil toneladas. Esse quinquênio caracterizou-se pela geração superando o consumo, havendo real acréscimo nas reservas. No lustro seguinte – 1973-77 – o binômio oferta-demanda tem comportamento idêntico, com a existência de uma reserva de 6.044 mil toneladas no final de 1977. A predominância da geração em relação ao consumo continua durante os dois períodos seguintes, com uma reserva de 8.416 mil toneladas no final do ano de 1987.

Note-se que primeiro trabalho da TECNOMETAL estimara para 1980, em sua primeira hipótese, a possível presença de reservas da ordem de 6.129 mil toneladas. Nossas estimativas para dois anos mais tarde, 1982, final do terceiro quinquênio, indicam uma reserva de 6.584 mil toneladas, resultado coerente com o encontrado pela TECNOMETAL.

Há, pois, em nossa estimativa de reservas, um acréscimo paulatino de quantidades de sucata mesmo nos críticos anos de 1978-80 quando praticamente o consumo igualou-se à geração em um período caracterizado por um verdadeiro “boom” do setor siderúrgico brasileiro.

A Tabela XXXVII resume o balanço oferta-demanda do insumo para o mesmo período – 1968-87 – com a geração da sucata de obsolescência sendo calculada segundo a hipótese quinquenal modificada apresentada no Capítulo III.

Verifica-se que em 1977, a reserva foi de 8.222 mil toneladas, com acréscimo contínuo nas quantidades em disponibilidade face à superioridade da geração em relação ao consumo durante os períodos dos subseqüentes. No final de 1982 a reserva era de 14.919 mil toneladas, podendo passar para 21.788 mil toneladas ao final de 1987.

Quando analisamos a interação geração-consumo com relação ao método trienal (ver Tabela XXXVIII), partindo de reservas-base para 1969 determinantes por POUBEL⁹⁹ a partir do valor básico de 1968, notamos em crescimento constante das reservas, mesmo no crítico período 1979-81, que poderão atingir ao final de 1987 10.760 mil toneladas¹⁰⁰.

⁹⁸ Os dados referentes aos anos de 1986 e 1987 foram estimados para a formação do quarto quinquênio necessário para as estimativas. É interessante salientar que estamos estimando oferta e demanda por quinquênios, sendo muito difícil a estimativa das quantidades anuais de sucata de obsolescência. A técnica usualmente empregada de estimação anual – ajustamento de tendência curva de evolução da geração quinquenal – é uma estimativa dentro de uma estimativa, tornando os resultados anuais passíveis de erros. Optamos por TRABALhar com quinquênios, evitando, portanto, estimar quantidades anuais para a geração de sucata de obsolescência. Daí a necessidade de estimarmos as informações para 1986 e 1987.

⁹⁹ In “Perspectivas Futuras do Mercado de Sucata de Aço no Brasil”, ILAFA, Memória Técnica, Santiago, 1973, p.33.

¹⁰⁰ Cabe aqui ressaltar que o cálculo trienal é preferível às estimativas anuais, pelas razões apresentadas na nota de rodapé nº 8.

TABELA XXXVI

BRASIL: BALANÇO GERAÇÃO⁽¹⁾ X CONSUMO DE SUCATA DE FERRO E AÇO (em 10³t)
(1968 – 1987)

ANOS	GERAÇÃO				CONSUMO	CONSUMO DE RESERVAS	RESERVAS
	SUCATA PROCESSADA	SUCATA OBSOLETE	SUCATA INTERNA	TOTAL			
1968			SALDO DE RESERVAS				4.208
1969	541		985 ⁽²⁾		1.995		
1970	596		1.078 ⁽²⁾		2.193		
1971	761		1.202 ⁽²⁾		2.549		
1972	784		1.415		2.830		
1968-1972	2.682	3.537	4.680	10.899	9.567	–	5.540
1973	979		1.626		3.420		
1974	1.149		1.558		3.609		
1975	1.211		1.788		4.152		
1976	1.291		2.156		4.746		
1977	1.316		2.363		5.110		
1973-1977	5.946	6.104	9.491	21.541	21.037	–	6.044
1978	1.422		2.656		5.783		
1979	1.553		3.059		6.467		
1980	1.507		3.221		7.064		
1981	1.209		2.774		5.966		
1982	1.141		2.631		5.499		
1978-1982	6.832	10.146	14.341	31.319	30.779	–	6.584
1983	973		2.667		5.896		
1984	1.160		2.965		6.742		
1985	1.280		3.629		7.454		
1986	1.386		3.992		8.171 ⁽³⁾		
1987	1.524		4.391		9.053 ⁽³⁾		
1983-1987	6.323	15.181	17.644	39.148	37.316	–	8.416

FONTES: (1) Vida média de 25 anos (1923-72) e de 20 anos de 1973 em diante.

(2) Considerando o coeficiente 0,20 x Produção de aço em lingotes do ano correspondente.

(3) Estimativas pela hipótese otimista de crescimento da demanda, estabelecida no Capítulo IV.

TABELA XXXVII

BRASIL: BALANÇO GERAÇÃO⁽¹⁾ X CONSUMO DE SUCATA DE FERRO E AÇO (em 10³t)
(1968 – 1987)

ANOS	GERAÇÃO				CONSUMO	CONSUMO DE RESERVAS	RESERVAS
	SUCATA PROCES S.	SUCATA OBSOLE SC.	SUCATA INTERN A	TOTAL			
1968			SALDO DE RESERVAS				4.208
1969	541		985 ⁽²⁾		1.995		
1970	596		1.078 ⁽²⁾		2.193		
1971	761		1.202 ⁽²⁾		2.549		
1972	784		1.415		2.830		
1968-1972	2.682	4.980	4.680	12.342	9.567	–	6.983
1973	979		1.626		3.420		
1974	1.149		1.558		3.609		
1975	1.211		1.788		4.152		
1976	1.291		2.156		4.746		
1977	1.316		2.363		5.110		
1973-1977	5.946	8.690	9.491	24.127	21.037	–	10.073
1978	1.422		2.656		5.783		
1979	1.553		3.059		6.467		
1980	1.507		3.221		7.064		
1981	1.209		2.774		5.966		
1982	1.141		2.631		5.499		
1978-1982	6.832	14.452	14.341	35.625	30.779	–	14.919
1983	973		2.667		5.896		
1984	1.160		2.965		6.742		
1985	1.280		3.629		7.454		
1986	1.386		3.992		8.171 ⁽³⁾		
1987	1.524		4.391		9.053 ⁽³⁾		
1983-1987	6.323	20.218	17.644	44.185	37.316	–	21.788

FONTES: (1) Vida média de 25 anos (1923-52) e de 20 nos de (1953-72); de 15 anos de 1973 em diante.

(2) Considerando o coeficiente 0,20 x Produção de aço em lingotes do ano correspondente.

(3) Estimativas pela hipótese otimista de crescimento da demanda, estabelecida no Capítulo IV.

TABELA XXXVIII

BRASIL: GERAÇÃO⁽¹⁾ X CONSUMO DE SUCATA DE FERRO E AÇO (em 10³t)
(1969 – 1987)

ANOS	GERAÇÃO				CONSUMO	CONSUMO DE RESERVAS	RESERVAS
	SUCATA PROCESS.	SUCATA OBSOLESC.	SUCATA INTERNA	TOTAL			
1969			SALDO DE RESERVAS				4.110
1970	596		1.078 ⁽²⁾		2.193		
1971	761		1.202 ⁽²⁾		2.549		
1972	784		1.415		2.830		
1969-1972	2.141	3.105	3.965	8.941	7.572	–	5.479
1973	979		1.626		3.420		
1974	1.149		1.558		3.609		
1975	1.211		1.788		4.152		
1972-1975	3.339	3.950	4.972	12.261	11.181	–	6.559
1976	1.291		2.156		4.746		
1977	1.316		2.363		5.110		
1978	1.422		2.656		5.783		
1976-1978	4.029	5.043	7.175	16.247	15.639	–	7.167
1979	1.553		3.059		6.467		
1980	1.507		3.221		7.064		
1981	1.209		2.774		5.966		
1979-1981	4.269	6.527	9.054	19.850	19.497	–	7.520
1982	1.141		2.631		5.499		
1983	973		2.667		5.896		
1984	1.160		2.965		6.742		
1982-1984	3.274	8.169	8.263	19.706	18.137	–	9.089
1985	1.280		3.629		7.454		
1986	1.386		3.992		8.171 ⁽³⁾		
1987	1.524		4.391		9.053 ⁽³⁾		
1985-1987	4.190	10.147	12.012	26.349	24.678	–	10.760

FONTES: (1) Método Trienal.

(2) Considerando o coeficiente técnico de 0,20 x Produção de aço em lingotes do ano correspondente.

(3) Estimativas pela hipótese otimista de crescimento da demanda, estabelecida no Capítulo IV

Concluimos, por conseguinte, em função dos três cenários anteriormente apresentados, que não há evidência de esgotamento das reservas brasileiras de sucata de ferro e aço, pelo menos até ao final de 1987. Ressalte-se que os panoramas delineados diferem apenas na estimação das quantidades de sucata de obsolescência, já que tanto a geração de sucata de processamento industrial quanto de sucata interna – com quantidade idêntica em todas as três estimativas – correspondem ao efetivamente gerado nos períodos considerados.

E para os períodos posteriores a 1987, o que poderá acontecer? Para responder a esta pergunta estimamos as reservas de sucata até 1992, pelo métodos quinquenais, e até 1993, seguindo a metodologia trienal, variando as quantidades possivelmente consumida face às três hipóteses no Capítulo anterior sobre a evolução futura de sucata. As tabelas XXXIX e XLI resumem esse resultados.

Estas Tabelas apresentam as reservas em relação às estimativas de geração e consumo. Para o período 1987-92 a geração é estimada como crescendo à taxa de 7,1% ao ano. O consumo, em contrapartida, poderá crescer, conforme as suposições descrits no Capítulo anterior, a 7,4%aa, 8,4%aa e 5,9%aa, respectivamente, pelas hipóteses estabelecidas.

Poder-se-ia perguntar se não estaríamos superestimando o crescimento do consumo, em detrimento da geração, pelo diferencial de taxas existentes. Notemos que em 19 anos, de 1969-87, a taxa de geração estimada é de apenas 5,6%, enquanto que nesse mesmo período, como vimos anteriormente, o consumo cresceu a 8,5%aa. Portanto a assunção sobre o futuro comportamento dessas variáveis de taxas diferenciadas para o consumo, apenas levou em consideração a evolução anterior. Ressalte-se, concomitantemente, que é esperado um acentuado consumo de sucata nos próximos anos. Nível de consumo de 1985, por exemplo, é praticamente o mesmo verificado em 1980.

Analisando detalhadamente os resultados da Tabela XXXIX vemos que no final de 1987 existiriam reservas de sucata; em 1992, todavia, caso o crescimento da demanda siga a evolução prevista na hipótese otimista, haveria um saldo negativo de 277 mil toneladas. Se a demanda crescer menos, pela suposição provável, um “superávit” ocorreria ao final daquele ano da ordem de 22.075 mil toneladas. A manutenção de reservas também seria possível caso a demanda crescesse a 5,9%aa, pela hipótese pessimista, com a existência de reservas, ao final de 1992, de 27.488 mil toneladas.

Na Tabela XL apresentamos as estimativas de reservas pelas três hipóteses de aumento de demanda e de vida média útil diferenciada, variando entre 25 e 15 anos. Os resultados melhoraram sensivelmente. As reservas estimadas para 1992 aumentam.

Finalmente, pela Tabela XLI, existiriam reservas nos anos considerados, mas em 1990 nota-se o início de um processo de exaustão de reservas caso as taxas de crescimento da demanda evoluam conforme o estipulado pela hipótese otimista.

TABELA XXXIX

**BRASIL: ESTIMATIVAS DE RESERVAS DE SUCATA DE FERRO E AÇO (em 10³t)
(GERAÇÃO: MÉTODO I TECNOMETAL)**

ANOS	DEMANDA ESTIMADA		
	HIPÓTESE PROVÁVEL	HIPÓTESE OTIMISTA	HIPÓTESE PESSIMISTA
1987	9.117	8.416	9.680
1992	22.075	(277)	27.488

TABELA XL

**BRASIL: ESTIMATIVAS DE RESERVAS DE SUCATA DE FERRO E AÇO (em 10³t)
(GERAÇÃO PELO MÉTODO II – TECNOMETAL MODIFICADO)**

ANOS	DEMANDA ESTIMADA		
	HIPÓTESE PROVÁVEL	HIPÓTESE OTIMISTA	HIPÓTESE PESSIMISTA
1987	22.489	21.788	23.052
1992	29.163	22415	43.454

TABELA XLI

**BRASIL: ESTIMATIVAS DE RESERVAS DE SUCATA DE FERRO E AÇO (em 10³t)
(GERAÇÃO PELO MÉTODO TRIENAL)**

ANOS	DEMANDA ESTIMADA		
	HIPÓTESE PROVÁVEL	HIPÓTESE OTIMISTA	HIPÓTESE PESSIMISTA
1987	11.461	10.760	12.024
1990	14.098	10.292	16.877
1993	15.193	6.583	22.358

Torna-se necessário, contudo, salientar mais uma vez que essa situação presumível poderá não ocorrer face às características de falibilidade implícitas em qualquer previsão. Mas há indícios, na conjuntura atual, que apontam para uma intensa disputa por sucata de boa qualidade, insumo básico principalmente dos sub-segmentos consumidores produtores de aços especiais e das fundições. O aumento sistemático das importações poderia ser um indicador nessa direção, caso não fossem realizadas, em sua totalidade, pelo sistema “*draw back*”¹⁰¹

Analisando a série histórica de importações brasileiras de sucata no período 1976-85 nota-se a importação de pequenas quantidades; até 1983, ano em que não ocorreram importações, entraram no país 31.684 toneladas. No período de demanda “elevada” de 1978-81 atingiram apenas 28.824 toneladas que foram utilizadas para formação de menor preço médio de compras pela baixa cotação da sucata americana na época. Esse fato corrobora nosso cálculo de reservas para aquele período que estariam ainda em formação, mesmo diante de um quadro de agitada conjuntura de comercialização. Em apenas dois anos, 1984 e 1985, já atingem quase 140.000t!

Na realidade, como não existem estimativas e estudos confiáveis sobre o comportamento da complexa interação geração-consumo, pois há mais de 13 anos não realiza o CONSIDER estudos dessa magnitude, essas importações vêm, sendo aprovadas em função do poder de argumentação das siderúrgicas, sempre pelo lado da demanda. Pelo lado da oferta, de complexa estimação como vimos, a não representatividade da mostra do INESFA, que poderia aferir a oferta de curto prazo, aliada a inexistência de um sistema de informações contínuo sobre a oferta estrutural, ou de longo prazo, como acontece em países mais desenvolvidos¹⁰², faz com que não se tenha devidamente esboçado um panorama atual e futuro da problemática do insumo. Prevalece, então, a opinião dos consumidores não tendo o governo condições de aferir se as importações serão para complementação de oferta ou simplesmente para manutenção de um preço médio de compras a níveis que assegurem maior rentabilidade.

Adicionalmente, três fatores devem ser considerados quando da análise da disponibilidade de sucata em um país: 1. a estrutura de produção de aço; 2. a existência de saldo exportador de aço; e 3. a proposição de aço produzido por lingotamento contínuo. Todas as estimativas realizadas até aqui partiram da hipótese estabelecida, quando da efetivação das projeções de demanda, sobre a manutenção da atual participação do aço elétrico, na produção total. Havendo um acréscimo de participação, a demanda futura crescerá a taxas maiores que as utilizadas nas projeções.

Em 1985 foram exportados, direta e indiretamente cerca de 47% do aço produzido no país. Um aumento desse percentual contribuirá para mais rápido consumo das reservas¹⁰³. A modernização das instalações atuais e os novos investimentos em siderurgia à base de equipamentos de lingotamento contínuo representarão outra componente importante no aumento da demanda por sucata externa, com reflexos na alteração das taxas de consumo das reservas.

¹⁰¹ Importações de insumos destinados exclusivamente à produção de produtos para exportação.

¹⁰² Nos Estados Unidos, por exemplo, um estudo bienal sobre reservas de sucata de obsolescência é preparado pela consultora ROBERT NATHAN ASSOCIATES para a METAL RESEARCH AND EDUCATION FOUNDATION, o órgão de pesquisas da associação dos preparadores de sucata americanos. No final de 1983 essa reserva foi estimada em 743,9 milhões de toneladas, superior em 60 milhões de toneladas em relação aos níveis de 1981. Ressalte-se que pelo menos 150.000 toneladas curtas foram recuperadas através de usinas beneficiadoras de lixo urbano. Dados retirados do “Preprint” de 1984 do “Bureau of Mines Minerals Yearbook”.

¹⁰³ A esse respeito são bastantes interessantes as observações de LABURU, op. cit., p.58: “Teniendo en cuenta que las exportaciones de acero del Japon a Estados unidos san de unas 10.10⁶t/año, y aplicandoles la tasa de produccion americana del 20% para chatarra de transformacion, resulta de ello que existe uma exportacion invisible de chatarra de Japon a USA de unos 2.000.000t/año de chatarra, cosa que no se ha recalado nunca y que compensan los casi 2.000.000t/año de chatara que vienem a ser las exportaciones de los Estados Unidos a Japon em los ultimos años”.

Sugerimos, com maior brevidade possível, que sejam realizados estudos sistemáticos sobre a complexa interação oferta-demanda de sucata, com atualização periódica e acompanhamento permanente, tendo em vista o delicado perfil futuro de nossas reservas, caso haja uma evolução da demanda à taxas superiores à média histórica de 8,5%aa. Mesmo que a verdadeira situação dos anos posteriores a 1986 revertam as perspectivas pessimistas que estamos prevendo, em função das cíclicas manifestações das leis de mercado, não condiz com a nossa posição de sétimo maior produtor mundial de aço o atual estágio de desinformação total sobre um insumo básico de capital importância para o país.