

# ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA UNIDADE DE REDUÇÃO DIRETA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO <sup>1</sup>

Everardo Tavares dos Reis <sup>2</sup>

Boaventura M. D'Ávila Filho <sup>3</sup>

Carlos Alberto Chaves <sup>4</sup>

## Resumo

O Brasil é um país com inegável vocação siderúrgica. Possui extensas reservas de minério de ferro de excelente qualidade, pessoal capacitado, mercado interno dinâmico e em forte expansão, logística favorável à exportação de produtos e empresas de mineração e siderúrgicas de classe mundial. Dados do IBS e do Ministério da Indústria e Comércio prevêem um aumento da capacidade de produção siderúrgica dos atuais 34 milhões para cerca de 60 milhões de toneladas/ano até 2012. Um crescimento superior a 70% em sete anos, relembrando os melhores anos de JK! (década de 1950). Entretanto, devido ao elevado nível de exportação de produtos siderúrgicos, nosso país carece de um importante insumo para sustentar esse expressivo aumento de produção: a sucata de aço. De modo a viabilizar o aumento da produção siderúrgica nos níveis citados, o Brasil precisará, dentre outros desafios, vencer as barreiras das limitações de energia e do déficit de sucata no mercado nacional. A maior parte do crescimento siderúrgico virá das usinas integradas a coque (ferro gusa líquido). Entretanto, estima-se que pelo menos um terço do aumento de produção (seis milhões de toneladas) terão que ser supridos por sucata e outros metálicos sólidos (ferro gusa sólido e ferro esponja). É nesse contexto que uma unidade industrial para produção de ferro pré-reduzido (ou ferro esponja) se mostra como importante alternativa a ser considerada. O presente trabalho apresenta uma análise das potencialidades técnica e econômica para instalação de uma unidade de Redução Direta no Estado do Rio de Janeiro usando gás natural como redutor como forma de suprir a grande demanda por metálicos prevista para os próximos anos. É importante observar que esta idéia não é nova, tendo sido ventilada por diversos siderurgistas brasileiros nas últimas décadas, porém esbarraram sempre nas dificuldades de preço e, notadamente, disponibilidade de Gás Natural para o processo.

**Palavras-chave:** Siderurgia; Empreendimento; Redução direta.

## FEASIBILITY OF A DIRECT REDUCTION PLANT IN RIO DE JANEIRO STATE

### Abstract

Brazil presents exceptional conditions relating Iron & Steel business. The country is plenty of good quality iron ore reserves, capable and well trained personnel, a dynamic and growing internal market, favorable logistics to export products and goods and world class mining and metallurgical companies. Data from Brazil's Development, Industry and Trade Ministry and from Brazilian Iron & Steel Institute (IBS) forecast an increase in steel production capacity from present 33 millions to around 60 millions tons up to 2012. A grow of more than 80% in seven years, remembering the best years of JK! (Brazilian president in the fifties). However, due to the high exportation level of Iron & steel products Brazil has a lack of an important resource required to support this impressive increase in production: steel scrap. In order to make viable the steelmaking production increase on those high levels, Brazil will need, among other challenges, to surpass the barriers of limited supply of energy and scrap in domestic market. The major part of production increase shall come from coke based integrated steel plants (hot metal from Blast Furnaces). However, it is estimated that at least one third of the production increase (around eight million tons) shall be supplied by scrap and other metallic substitutes (pig iron and sponge iron). Is in this context that an industrial pre-reduced iron (or sponge iron) unity shows to be an important alternative to supply part of the required metallics. This article present a technical and economical analysis for installation of a Direct Reduction unity in Rio de Janeiro State, using natural gas as reductant, as a way to supply the great demand of metallic which is forecast for the next years.

**Key words:** Iron & steelmaking; Direct reduction; pre-reduced iron; Scrap substitutes.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica apresentada na 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ*

<sup>2</sup> *Presidente da ETR Consultoria – Volta Redonda, RJ.*

<sup>3</sup> *Diretor da SETEPLA TECNOMETAL Engenharia, Rio de Janeiro, RJ.*

<sup>4</sup> *HATCH do Brasil – Ferro e Aço e Professor Adjunto da EEIMVR / UFF, Volta Redonda, RJ.*

## 1 APRESENTAÇÃO

Por quase duas décadas (anos 80 e 90) a capacidade instalada de produção de aço bruto no Brasil se estabilizou ao redor de 30 milhões de toneladas por ano, não incorporando novos empreendimentos que agregassem aumentos expressivos em sua capacidade de produção, sendo que, no período, nossas usinas operaram com ociosidade média de 25~30%.

Nos últimos anos, o pragmatismo econômico chinês inseriu o País na economia mundial e surgiu, então, um novo “*player*” e uma verdadeira locomotiva no mercado siderúrgico, hoje responsável por cerca de 30% do aço produzido no mundo (cerca de 300 milhões de toneladas anuais) e, apesar disso, o maior importador de aço (média de 50 milhões de toneladas nos dois últimos anos).

As aciarias elétricas das usinas não integradas brasileiras usam normalmente, como insumos metálicos, a sucata e o ferro gusa sólido, com exceção da USIBA (Bahia) que emprega ferro esponja produzido em uma unidade “HYL” (Gás Natural) implantada em seu parque industrial.

Com o incremento das nossas exportações siderúrgicas a sucata oriunda da obsolescência destes produtos passou a ser gerada fora de nossas fronteiras e o impacto sobre a oferta se agravou com a melhoria dos processos siderúrgicos, redundando na menor geração de sucata interna pelas usinas, bem como na melhoria da qualidade e conseqüente maior sobrevida dos produtos de aço. A expectativa de contínuo aumento de demanda e preços no mercado nacional para a sucata são exatamente um reflexo da sua escassez.

É exatamente dentro deste contexto global de escassez e preços altos dos insumos metálicos (gusa sólido e sucata) para as aciarias e ampliação expressiva da disponibilidade de gás natural em nosso País, que a produção de Ferro Esponja, com base em gás natural, ganha expectativas de expressiva contribuição para a siderurgia brasileira.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise do potencial de atratividade atual da produção de Ferro Esponja para complementação do suprimento de metálicos para as aciarias das siderúrgicas brasileiras.

## 2 PROJETOS DE EXPANSÃO DE PRODUÇÃO SIDERÚRGICA NO BRASIL

Em harmonia com a nítida tendência mundial de expansão da produção de aço, a siderurgia brasileira encontra-se atualmente com vários projetos de aumento de capacidade de usinas existentes e implantação de novos complexos siderúrgicos, os quais impactarão de forma expressiva o mercado de metálicos, requerendo um planejamento estratégico para o aumento da oferta destes insumos para as nossas aciarias.

Os projetos em desenvolvimento podem ser classificados em dois tipos, a saber:

**Tabela 1.** Projetos Consolidados e em andamento

<b>EXPANSÃO SIDERÚRGICA – PROJETOS EM ANDAMENTO</b>		
<b>Projetos</b>	<b>Aumento da Produção de Aço (x10<sup>6</sup> t/ano)</b>	<b>Aumento da demanda de metálicos (x10<sup>6</sup> t/ano)</b>
Cia. Sid. de Tubarão - CST (ARCELOR)	2,5	0,25
AÇOMINAS (Grupo GERDAU)	1,5	0,15
BELGO-MINEIRA, em Vitória, ES e Monlevade, MG (ARCELOR)	1,35	0,45
Aços Villares (Usina de Mogi das Cruzes)	0,2	0,2
COSIGUA (Grupo GERDAU)	1,0	1,0
<b>Total de Projetos Consolidados</b>	<b>6,55</b>	<b>2,05</b>

**Tabela 2.** Projetos Planejados em estudo.

<b>EXPANSÃO SIDERÚRGICA – PROJETOS PLANEJADOS (EM ESTUDO)</b>		
USIMAR (BAOSTEEL + CVRD) Maranhão	8,0	0,8
POHANG/CVRD, Maranhão	4,0	0,4
TMK e COMMETPRON – Rússia (Pernambuco, Porto de Suape)	3,0	0,3
BACABEIRA, Maranhão (AURIZÔNIA)	5,0	0,5
Usina 2 da CSN, em Itaguaí, RJ	5,0	0,5
Cia. Sid. do Atlântico – CSA, Santa Cruz, RJ (THYSSEN- KRUPP + CVRD)	4,5	0,5
Sid. Barra Mansa (Grupo VOTORANTIM)	1,0	1,0
BELGO-MINEIRA, J.Forá, MG (ARCELOR)	1,0	1,0
<b>Total de Projetos em Estudo</b>	<b>31,5</b>	<b>5,0</b>

Não está considerado entre os projetos consolidados e em andamento a Usina Siderúrgica do Ceará – USC, por se tratar de um projeto dotado de sua própria unidade de RD (DANAREX), donde não deverá afetar a demanda de metálicos. Os números mostram que se todos os projetos planejados forem concretizados, será quase que duplicada a atual demanda de metálicos para a siderurgia, e só os projetos consolidados já projetam, em curto prazo, um aquecimento da demanda de metálicos da ordem de 25 a 30%.

### 3 O MERCADO DE METÁLICOS NO BRASIL

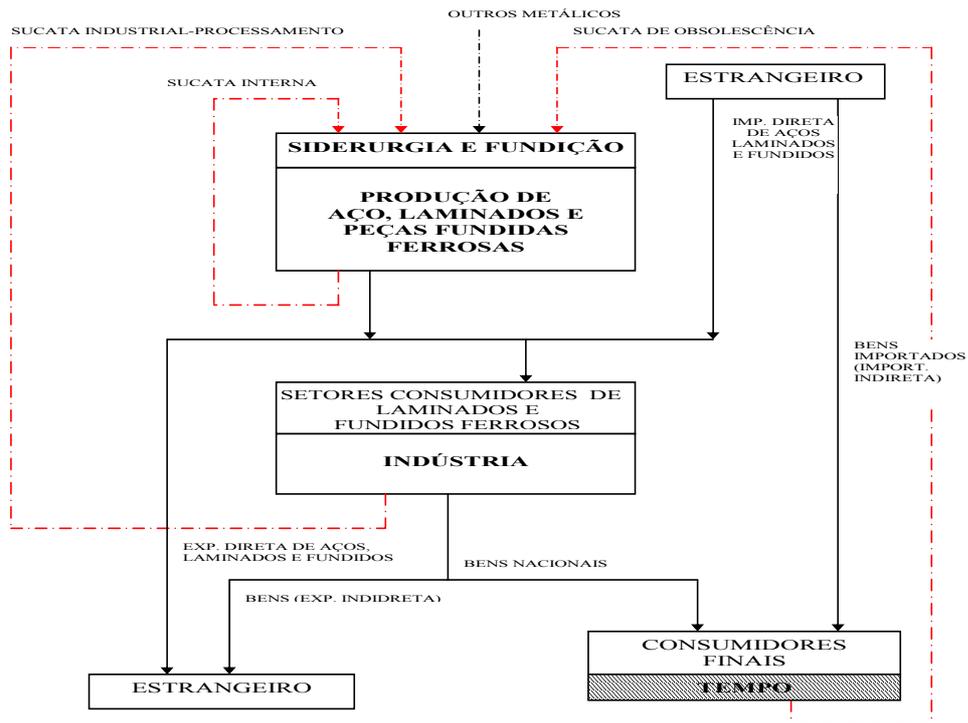
Entende-se por **metálico** a carga ferrosa principal dos fornos das aciarias e fundições de ferro e aço, conforme resumido na Tabela a seguir:

**Tabela 3.** Fontes e Origens, Usos e Aplicações de Metálicos

<b>FONTES E ORIGENS</b>		<b>USOS E APLICAÇÕES</b>
<b>GUSA</b>	<b>Fabricação Própria</b>	<b>Fabricação de Gusa</b>
<b>DRI</b>	<b>Adquiridos</b>	<b>Fabricação de Ferro-Ligas</b>
<b>SUCATA</b>	<b>Geração Própria ou Interna</b>	Produção de Aço p/ Lingotamento
	<b>Adquirida ou Externa</b>	Conversores a Oxigênio
	<b>Industrial</b>	Fornos Elétricos a Arco
	Gerada na transformação do aço/ferro em bens	Outros
	<b>Obsolescência</b>	Produção de Metal para Fundição
	Reaproveitamento do metal após final da vida útil do bem	Peças em aços
		Peças em ferro fundido
<b>(*)FERRO-LIGAS E MINÉRIO DE FERRO PARA ACIARIAS</b>		<b>(*)UTILIZAÇÃO DE SUCATA EM REFUSÃO</b>

(\*) Parcelas de menor expressão, desprezadas neste Trabalho

## FLUXO DA SUCATA



**Figura 1.** Fluxo da Sucata

Gusa e pré-reduzidos constituem produtos intermediários do fluxo da siderurgia e são obtidos pela redução do minério de ferro em altos-fornos e em fornos de redução direta, respectivamente.

A sucata é um resíduo reciclado: da própria produção siderúrgica (“sucata interna”); da transformação do aço em bens de consumo e de capital (“sucata industrial”) e do reaproveitamento do metal após o encerramento da vida útil do bem (“sucata de obsolescência ou ferro velho”).

Enquanto a oferta de gusa ou pré-reduzidos é função direta da produção destes metálicos pelas usinas siderúrgicas ou unidades produtoras independentes (“Merchant pig iron ou DRI”), a disponibilidade de sucata depende da sua geração na própria usina e no processamento do aço para a fabricação de bens (as quantidades geradas são função das toneladas produzidas e/ou consumidas de aço bruto e de laminados).

A sucata de obsolescência tem sua geração estimada em função do total de aço posto em uso no país (consumo aparente de aço + importações indiretas – exportações indiretas de aço contido nos bens resultantes do consumo de aço), do ritmo setorial de descarte do respectivo bem, pelo fim de sua vida útil e dos índices setoriais de reciclagem, ou seja, o potencial de reaproveitamento da sucata face ao bem descartado (que é diferente, setor a setor, do automobilismo, à embalagem, à construção civil).

O consumo de cada metálico depende do processo de fusão refino do aço (ou do ferro em fundições). A aciaria a oxigênio (BOF) utiliza preferencialmente o gusa líquido e, neste caso, a sucata ou o gusa sólido são cargas complementares. O inverso ocorre nas aciarias elétricas, onde a sucata é a carga principal e o gusa (em quantidades cada vez mais relevantes) aparece como carga complementar.

Em 30 anos, a evolução das tecnologias siderúrgicas, especialmente o lingotamento contínuo do aço e a automação das laminações, provocou uma importante redução

**no consumo de metálicos em relação à produção de laminados: de 1.520kg/t para 1.310 kg/t** de produtos, na **média mundial**, respectivamente para 1975/1979 e para a situação atual. Em contrapartida, a participação da **produção em aciarias elétricas evoluiu de 20% para 35%** da produção mundial de aço bruto, no mesmo período.

No caso brasileiro, entre 1979 e 2004, marca de nosso recorde de produção siderúrgica, que a produção de aço multiplicou-se 2,24 vezes, **a participação da aciaria elétrica caiu de 26% para 23% do total**, a produção através de lingotamento contínuo evoluiu de 57% para 93% e o consumo interno de produtos de aço passou de 78% da produção de aço bruto para apenas 56%, tendo em vista os volumes destinados à exportação. A elevada proporção de semi-acabados na produção das usinas faz com que o **índice nacional de metálicos/produtos não passe de 1.220 kg/t**.

Os destaques acima são os que diferenciam o quadro nacional do panorama mundial. Acrescente-se outro diferencial do Brasil, representado por uma produção independente de gusa que atingiu 10 milhões de toneladas em 2004, destinada em 35% ao consumo interno.

A expansão da siderurgia brasileira até 2012 prevê acréscimo de cerca de 30 Mt/ano na produção de 2005 e está centrada em projetos de produção de semi-acabados para exportação. Prevê-se ritmos de crescimento de mais de 10% na produção de aço bruto contra 6% do consumo interno de produtos siderúrgicos. Assim, não obstante o crescimento previsto da produção de gusa disponível para o consumo interno (mais 17 Mt/ano), a demanda total de sucata é prevista de passar das atuais 11,0 Mt/ano para 16,4 Mt em 2012.

A participação da sucata de obsolescência no total demandado sobe de 36% para 45%, tendo em visto o menor crescimento dos demais tipos de sucata, no caso da sucata interna pelo aumento da participação de semi-acabados na produção das usinas e no caso da sucata industrial pelo menor crescimento relativo do consumo interno em comparação com a produção de aço. Dificilmente, o Brasil poderá atender ao aumento projetado para as necessidades de sucata de obsolescência: de 4,0 para 7,0 Mt/ano em 2012. Assim, projetos de oferta de metálicos alternativos, como a implantação de unidades de redução direta, são extremamente oportunos visando o suprimento complementar de metálicos às aciarias brasileiras, a preço competitivo com o da sucata eventualmente importada.

#### **4 PROCESSOS DE REDUÇÃO DIRETA – CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE**

As pesquisas por processos de produção de aço líquido alternativos à rota Alto Forno – Aciaria LD, se iniciaram nos anos 60 se acentuando nas últimas décadas, embasadas na busca de novos redutores e redução dos custos de investimentos para a implantação de novas unidades siderúrgicas. Como resultado dessas pesquisas, surgiram diversos novos processos, sendo que a maioria ainda está limitada a plantas piloto, sem aplicação industrial.

## Processos Industriais de Redução Direta

Quatro são os processos industriais de Redução Direta consolidados e com economia de escala empregando o Gás Natural (reformado) como redutor. São eles: **HYL** - É o primeiro processo de redução direta à Gás Natural. Foi desenvolvido no México e vem sendo comercializado desde a década de 60. A carga, constituída de minério granulado/pelota, é carregada pelo topo de um forno de cuba vertical e reduzida por gases redutores em contra corrente. O forno possui duas zonas principais: superior (redução) e inferior (resfriamento e carburação). Na versão 4M a reforma do gás é feita dentro do próprio reator utilizando o ferro metálico como catalizador (solução similar à adotada pelo DANAREX).

**MIDREX** - Responsável por quase 70% da produção mundial de DRI, o processo, desenvolvido em Ohio (USA) pela MIDLAND-ROSS Co., é semelhante ao HYL (minério granulado e pelotas reduzidas em um forno de cuba vertical). O Reator MIDREX opera à pressão ambiente, utilizando um gás redutor mais rico em CO que o processo HYL. Além disto, os processos utilizam diferentes tipos de reformadores.

**DANAREX** - O processo DANAREX, anteriormente denominado AREX DRI, teve a sua patente adquirida pela DANIELI, da estatal venezuelana CVG há alguns anos. Este processo, derivado de modificações tecnológicas em duas unidades de DRI, implantadas originalmente com tecnologia MIDREX na SIDOR (Venezuela), está previsto para ser implantado na Usina Siderúrgica do Ceará-USC (1,5 milhões de toneladas por ano), um projeto em planejamento pelo consórcio DANIELI, DONGKUK e CVRD.

**FINMET** - O processo FINMET, desenvolvido pela Voest Alpine, conta com uma unidade industrial de 1,0 Mta em operação na Austrália.

## 5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONJUNTURA E PERSPECTIVAS DO GÁS NATURAL NO BRASIL

Até recentemente, o gás natural no Brasil se caracterizava por discreta disponibilidade e custos altos, o que dificultava sua aplicação em grandes projetos industriais. No final da década de 80, o gás natural começou a ser utilizado com sucesso na siderurgia, como fonte térmica dos processos, substituindo o óleo combustível nessa função. Teve início também, já nessa época, o seu emprego como redutor siderúrgico, injetado pelas ventaneiras dos altos-fornos da Cia. Siderúrgica Nacional-CSN e, posteriormente, na COSIPA.

É interessante observar que o emprego de gás natural como redutor na siderurgia brasileira, teve início na década anterior e, por coincidência, exatamente em uma unidade de redução direta (processo HYL) implantada na USIBA, na Bahia. O preço do gás foi subsidiado, cujo subsídio foi sempre alvo de contenciosos entre a SIDERBRÁS (Controladora da Usina) e a PETROBRÁS. Posteriormente, após a privatização da USIBA, quando as tarifas do gás redutor foram introduzidas no acordo do processo de privatização, não se teve mais notícias de questionamentos no que tange a estas tarifas.

## **5.1 Reservas de Gás Natural**

Segundo o MME e a ANP, as reservas provadas de gás natural hoje no Brasil, estão dimensionadas em torno de 250 bilhões de metros cúbicos. As reservas estimadas ou prováveis, embaladas por novas descobertas tais como no litoral de Santos (Campo de Mexilhão, 140 bilhão de metros cúbicos), alcançam cerca de 410 bilhões de metros cúbicos.

As reservas Bolivianas, principal fonte alternativa de GN para a Indústria Brasileira, permitem uma projeção de produção e oferta da ordem de 100 milhões de m<sup>3</sup> por dia, o que representa um volume muito acima da demanda local, podendo vir a consolidar-se como uma indispensável fonte complementar para suprimento da nossa demanda desta fonte energética.

## **5.2 Distribuição e Consumo de Gás Natural**

A Petrobrás já divulgou sua intenção de construir um sistema interligado de gasodutos no país, contemplando uma rede com mais de 9 mil quilômetros de dutos, cruzando o País de Norte a Sul pelo litoral e pelo interior, podendo no futuro tal rede chegar ao Peru e a Venezuela. A rede existente com 5.058 quilômetros será quase que duplicada, com sua ampliação em 4.124 quilômetros.

A segunda etapa é para daqui a cerca de dez anos, também contemplando a interiorização do gás. Trata-se do “Gasoduto da Unificação”, projeto que interliga o Gasoduto Bolívia-Brasil a Região Norte, passando por Brasília. O traçado ainda não está totalmente definido, podendo sair de Campo Grande (MS) ou de São Carlos (SP) e terminar em Belém (PA) ou São Luiz (MA).

## **5.3 Preços**

Entretanto, nem tudo são flores no equacionamento da oferta e demanda de gás natural, visto que um importante componente desta política que é o preço vem sendo objeto de muita polêmica e discussões, notadamente quando é comparado aos preços praticados em outros Países vizinhos.

Em Trinidad y Tobago, Venezuela e Argentina o preço é em torno de US\$1,00 por MM BTU's e nos Países Árabes é em média em torno de US\$1,50 por MM BTU's. Estimam os especialistas que em futuro próximo, com a exploração e produção das novas reservas descobertas na Bacia de Santos e na Amazônia, o gás natural brasileiro tenderá a se estabilizar em torno de US\$2,00 por MM BTU's.

## **6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO FERRO ESPONJA COMO CARGA METÁLICA DOS FORNOS ELÉTRICOS A ARCO**

Há um consenso por parte dos usuários de Ferro Esponja (DRI), nos Fornos Elétricos a Arco, de que o produto contempla uma predominância de vantagens mas também com algumas desvantagens que devem ser consideradas.

Como vantagens, destaca-se o seguinte:

- Baixo custo, se comparado à sucata, notadamente para os Países que dispõem de recursos de Gás Natural e/ou minério de ferro de qualidade, a preços competitivos;
- Composição química uniforme da carga, aumentando a eficiência do processo;
- Baixo teor de impurezas, tais como enxofre, fósforo, chumbo e cobre;

- Mais adequado para a produção de aço de alta qualidade;
- Fácil manuseio e estocagem e não requer prensas, tesouras e outros equipamentos utilizados para adequar a sucata ao processo;
- Elevada e estável densidade da carga;
- Permite o carregamento contínuo dos fornos elétricos;
- Superfície do banho mais estável, reduzindo os riscos de danos aos eletrodos.

Como desvantagens, pode-se citar:

- Maior consumo específico de energia elétrica e, conseqüentemente, maior consumo de eletrodo de grafite, e
- Pequeno aumento no tempo de corrida (*tap to tap*).

## 7 ASPECTOS ECONÔMICOS DO PROJETO

### 7.1 Custos de Implantação

Os custos de implantação de uma unidade para a produção de Ferro Esponja, variam de País para País, em função das características locais, tais como:

- Estabilidade do solo e custo das obras civis;
- Custo da mão-de-obra;
- Custo de fabricação dos componentes locais das instalações;
- Custos financeiros da parcela de escopo local;
- Disponibilidade de infra-estrutura;
- Proximidade dos pontos de captação de Utilidades e insumos (água, energia elétrica, Gás Natural, etc.).

Entretanto, segundo a MIDREX, um índice representativo que pode ser adotado para o caso brasileiro, considerando a implantação do sistema em uma usina existente, é de US\$130/tonelada-ano de capacidade instalada.

Com base neste índice, uma unidade capacitada a produzir 1,5 milhão de toneladas anuais de Ferro Esponja, custaria para os investidores (empreendedores) cerca de US\$200milhões.

### 7.2 Tempo de Implantação

O tempo de implantação de uma unidade de Ferro Esponja (normalmente estimado de 24 a 30 meses), depende fundamentalmente de recursos disponíveis no local onde vai ser instalada a Planta, tais como:

- Capacidade das empreiteiras locais;
- Capacidade dos fabricantes de equipamentos componentes e materiais locais;
- Produtividade da mão-de-obra;
- Eficiência nos desembaraços alfandegários no que tange aos equipamentos e componentes importados, etc.

### 7.3 Custos Operacionais

No que tange aos custos operacionais, logicamente estes dependem mais ainda das condições locais, porém serão consideradas nesse estudo as premissas de custos a seguir.

Supondo-se alternativas operacionais com 100% pelotas e uma mistura 70% pelotas, 30% granulados (“lump-ore”), tem-se, então, 2 (duas) alternativas de preços a serem consideradas e apuradas (adotando-se como tarifa do GN o valor de US\$1,25/MM BTU’s, ou seja, similar ao adotado na USC).

Com base nestas alternativas, tarifas e custos específicos considerados, temos:

**Tabela 4.** Custos Operacionais.

MATÉRIAS PRIMAS E INSUMOS	CONSUMOS ESPECÍFICOS (por t F.E.)	CUSTOS ESPECÍFICOS	CUSTO DE PRODUÇÃO APURADO / F.E. ALTERNATIVAS	
			A1 (100%)	A2 (70/30%)
Gás Natural	250m³/t ou 9,33MM/BTU's	US\$1,25/MM BTU's	11,66	11,66
Pelotas	1,42t/t	US\$70/t	99,4	69,58
Minério granulado	1,42t/t	US\$42/t	-	17,89
Energia Elétrica	85kWh/t	US\$0,032/kWh	2,72	2,72
Oxigênio	38Nm³/t	US\$0,083/Nm³	3,15	3,15
Água Industrial	1,1m³/t	US\$0,175/m³	0,193	0,193
Mão-de-Obra	0,10Hh/t	US\$6.00/Hh	0,60	0,60
Manutenção e Suprimentos	-	-	5,00	5,00
Depreciação + juros	-	-	36,70	36,70
Custo Operacional US\$/t F.E.	-	-	159,42	147,49

A Tabela mostra que o custo com carga mista (70% Pelotas + 30% minério granulado) é cerca de 8% menor que o custo com 100% de Pelotas. É importante frisar que cada US\$1/MM BTU’s que se aumenta no preço do GN provoca um aumento de custo de produção da ordem de US\$9,33/t de Ferro Esponja.

## 8 CONCEPÇÃO BÁSICA

A concepção básica do projeto depende fundamentalmente da filosofia do projeto, ou seja, se a unidade se caracterizará como uma Central de Metálicos ou se adotará uma filosofia de Núcleos produtivos compactos próximos a potenciais consumidores.

### 8.1 Leiaute e Área Necessária

A implantação de uma unidade de RD em uma siderúrgica existente requer uma área mais compacta (menor), visto que a unidade poderá compartilhar suas demandas de infra-estrutura com as das demais unidades já existentes, tais como, rodovias, subestações, compressores, tratamento d’água, pátios de matérias primas, etc. Neste caso, estima-se uma demanda só para os equipamentos da unidade de RD, da ordem de 50 ~60 mil metros quadrados por planta de 1,5 milhão de toneladas por ano.

Por outro lado, para uma planta concebida como **Central de Metálicos**, ou seja, na qual o parque industrial será concebido apenas para suprimento da planta de RD, recomenda-se cerca de 180 mil metros quadrados por módulo de 1,5 milhão de toneladas/ano.

A concepção de uma Central de Metálicos apresenta a principal vantagem de otimização de economia de escala, se comparada à opção de unidades produtivas menores junto a potenciais consumidores.

## 8.2 Localização Estratégica do Projeto

As características de um projeto de RD não contemplam um papel de sucedâneo (à sucata e ao Ferro Gusa) para o ferro esponja a ser produzido, mas sim componente metálico complementar, com o objetivo de amenizar a carência destes insumos para as aciarias e minimizar os riscos da perda de competitividade do aço no mercado.

Uma localização estratégica para esta Central de Metálicos seria o Estado do Rio de Janeiro, pelas seguintes razões:

- Proximidade das principais jazidas de Gás Natural (Norte do Estado);
- Disponibilidade de gasodutos para suprimento de GN para a Planta;
- Presença, em um raio de 150km, de um mercado consumidor já existente;
- Existência de novos projetos siderúrgicos, a serem implantados na região;
- Existência de um projeto para implantação de uma usina de Pelotização de Minérios de Ferro (matéria prima principal para o processo de Redução Direta e produção de ferro esponja), no Estado;
- Disponibilidade de facilidades de infra-estrutura de transporte para escoamento do produto (ferro esponja) para os potenciais usuários;
- Disponibilidade de acesso ferroviário para recepção de pelotas de minérios de ferro (fonte alternativa, oriunda de Pelotizações Mineiras e Capixabas);
- Facilidade para exportação para outros centros face à existência dos Portos do Rio de Janeiro e Sepetiba.

Estas facilidades, entretanto, não inviabilizam a localização da planta de Central de Metálicos nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo, nos quais quase todas estas infra-estruturas anteriormente descritas são preservadas.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo que foi mostrado nos diversos tópicos abordados neste trabalho, a implantação de uma unidade de produção de Ferro Esponja se reveste de uma boa atratividade para o suprimento de metálicos para as aciarias brasileiras, pelas seguintes razões, dentre outras:

- O custo de implantação é atrativo se comparado às outras alternativas de processos;
- O Gás Natural é um redutor disponível no mercado nacional;
- Novas descobertas de reservas de Gás Natural e contratos de importação garantem o suprimento do redutor;
- O custo de produção do Ferro Esponja se mostrou competitivo;
- O produto (F.E.) tem importantes características vantajosas, como carga para a Aciaria e pode otimizar seu desempenho no caso de carregamento a quente;
- O processo é muito menos agressivo ao meio ambiente do que os processos sucedâneos (altos-fornos a coque ou carvão vegetal);
- O manuseio do redutor (Gás Natural) é muito mais limpo e seguro e não provoca poluições secundárias;
- Há potencialidade de disponibilização de Pelotas para abastecimento da Planta, com base em novos projetos de Pelotização.

O que ficou evidenciado neste trabalho é que o Gás Natural é hoje no Brasil um redutor confiável e o crescimento extraordinário da oferta e da descoberta de novas reservas, bem como a integração com outros produtores de GN na América Latina, permitem antever um futuro promissor para este redutor em nossa siderurgia.

## BIBLIOGRAFIA E FONTES CONSULTADAS

- 1 Cláudio Braga – Projeto Fer-Rio.
- 2 Análise de Sensibilidade atualizada para a produção de Ferro Esponja no Brasil – ETR Consultoria, Everardo Reis, maio de 2004 e Revisão em agosto de 2004;
- 3 IBS- A Siderurgia Brasileira em Números, Pocket Yearbook (1990~2004).
- 4 HYL Report, Spring 2004.
- 5 Direct From MIDREX, 2<sup>nd</sup> quarter 2005.
- 6 Perfil da Siderurgia Brasileira, Instituto Brasileiro de Siderurgia – IBS, 2005.
- 7 O Setor Siderúrgico e a Reciclagem de Materiais Ferrosos, IBS/SINDINESFA/, Junho de 2004.
- 8 Tata Sponge Iron Limited, News From Sponge Iron Industry, INTERNET, September, 2004.
- 9 Indian Steel Section – Sponge Iron Industry, September 2004, INTERNET.
- 10 Produção de Ferro Esponja a partir de Pelota Crua, Jader Martins e outros, Escola de Minas de Ouro Preto, trabalho apresentado no Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro.
- 11 Descrição dos Principais Processos de Produção de Ferro Primário, Paulo Santos Assis e outros, UFOP Escola de Minas.
- 12 DANIELI – AREX, High Kinetic Reduction Process, outubro/2004.
- 13 MARUBENI's Experience in HBI Projects, April, 2004 (folder).
- 14 MIDREX Direct Reduction Process New Developments and Innovations – Midrex Technologies, Inc., Folder 2004.
- 15 The World of Direct Reduction – Midrex of yesterday, today and tomorrow – folder técnico da Midrex Technologies, Inc. 2004.
- 16 Nilton Sacenko – MDIC – Palestra proferida na Semana Acadêmica da EEIMVR – UFF, Novembro de 2005.