

Oportunidade de produção de aço em Mato Grosso do Sul

(Regional production of steel: an economic model for a business opportunity in Mato Grosso do Sul, Brazil)

João Orlando Rodrigues de Menezes

MSc., Doutorando pela Escola de Química da UFRJ. E-mail: jo.menezes@gmail.com

Oswaldo Galvão Caldas da Cunha

*PhD., Chefe do Departamento de Química Inorgânica da Escola de Química da UFRJ
E-mail: osvaldo@ufrj.br*

Igor de Abreu e Lima

PhD, Professor da Escola de Química da UFRJ. E-mail: igorlima@metalmat.ufrj.br

Resumo

Por que buscar, para a produção de aço, a criação de um parque industrial? Por que escolher uma solução regional em vez de “big business” das siderúrgicas integradas? Como fazer para equacionar a solução para o mercado regional?

Por que a siderurgia está sofrendo uma revolução tecnológica que não é só de como o aço é produzido, mas também de como fica toda a estrutura da indústria. Precisam-se examinar os parâmetros fundamentais da tecnologia de produção de aço, quer seja a necessidade de capital; a redução do consumo de energia; a preocupação com o meio ambiente na comunidade onde se situa; como também o modo de se aproximar das necessidades dos clientes.

O Mato Grosso do Sul tem todas as condições para sediar um novo conceito de siderurgia integrada a upstream. Minério de ferro em abundância, gás natural como fonte de energia e como redutor do minério de ferro, diversos modais de transporte disponíveis, economia pujante e importação de todo o aço que consome.

Palavras-chave: Clusters produtivos, aglomeração vertical da indústria, produção regional, centros produtivos, redução direta, siderúrgica integrada.

Abstract

When analyzing a steel production opportunity, why should an industrial park be created? Why should a local enterprise be chosen instead of a large integrated mill? How to cope with the small local market?

Because the steelmaking industry is facing a technological revolution, not only with the way steel is produced, but also with how the industry is structured, it is necessary to examine the fundamental parameters of the steelmaking technology: capital needs; lower energy consumption; environmental awareness; and ways to approach the customers and clients.

The state of Mato Grosso do Sul has good prospects for hosting a modern integrated upstream steelmaking enterprise.. Iron ore is plentiful; natural gas as a source of energy and iron ore reductant is available from a nearby pipeline; transportation is readily available either via rail or road; agribusiness is assuring steady economic growth; and lastly, all the steel consumption in this area comes from imported sources.

Keywords: *Productive clusters, vertical industry agglomeration, regional production, productive centers, direct reduction, integrated steel mill.*

1. Objetivos do estudo

Lembrando que o tema em evidência é o desenvolvimento regional, a proposta utiliza conceitos básicos de desenvolvimento sustentável e planejamento estratégico. Mas, observa-se que, não basta a busca de respostas e ferramentas para o desenvolvimento de um pólo siderúrgico na região, mas, também é necessário observar os movimentos e a dinâmica de cada comunidade. É muito importante que a população queira e aceite as mudanças, pois o desenvolvimento só será alcançado, se as pessoas envolvidas direta e indiretamente estiverem prontas a assumir ativamente o projeto.

Assumir o projeto significa o desenvolvimento de aglomerações industriais, isto é, construir uma cadeia de empresas que leve o produto da siderúrgica até o consumidor final, como, por exemplo, através de desenvolvimento de um pólo metal-mecânico. O objetivo geral desse projeto consiste em coletar e organizar dados e informações e propor estratégias de desenvolvimento sustentável de um pólo siderúrgico para o centro sul-mato-grossense, adaptado à realidade local, considerando as necessidades, as potencialidades e as limitações existentes.

2. Conceito de produção regional

A siderurgia é uma indústria denominada primária, da qual muitas outras dependem, razão adicional para a escolha para servir de base de desenvolvimento. A exemplo dos Estados Unidos da América, onde Nucor e Steel Dynamics são importantes exemplos de produção regional a seguir, e da Índia, com suas numerosas miniusinas regionais, o Brasil também precisa de soluções regionais para promover o progresso uniforme de seu parque industrial.

A antiga Siderúrgica Pains e a Siderúrgica de João Monlevade são exemplos de desenvolvimento regional inte-

grado. A Siderúrgica de João Monlevade há mais de 10 anos converteu o alto-forno a carvão vegetal para coque. A conversão para coque é uma tendência em todas as usinas integradas com alto-forno a carvão vegetal no Brasil. O custo excessivo de plantar e manejar florestas para a produção de carvão vegetal tem inibido o desenvolvimento via essa rota nos estados do sudeste brasileiro.

Nos Estados Unidos da América, onde há grande geração de sucata, o investimento começa a partir da aciaria elétrica. Na Índia, onde falta sucata e proliferam pequenas mineradoras de minério de ferro e de carvão mineral, a solução de substitutos de sucata se faz através de investimentos em altos-fornos a coque.

Com a vantagem de grandes áreas agriculturáveis e a possibilidade de colheita de florestas nativas, a solução adotada no passado, para geração de substitutos de sucata no Brasil, sempre passou pela produção via minialtos-fornos a carvão vegetal. Com a pressão para preservação do meio ambiente, algumas empresas adotaram florestas plantadas como fonte de suprimento de biomassa para a produção de carvão. No entanto, devido ao tempo necessário para crescer uma floresta e o custo alto do manejo, a solução apresenta índices ruins, economicamente.

Deixando a linha de produção de ferro gusa, foi estudada uma solução, comprovada comercialmente, mais em linha com a modernidade, utilizando o gás natural como redutor e fonte de energia em substituição do carvão vegetal. Para tal, foi procurado um projeto-piloto para desenvolver a tese. O Estado de Mato Grosso do Sul foi escolhido como pioneiro para o empreendimento. A região, privilegiada pela abundância da natureza do Pantanal, torna o projeto mais disputado para ações ambientais. Por outro lado, a facilidade de acesso ao gás natural via Gasoduto Bolívia-Brasil, já em operação, dá ao projeto configuração de complementaridade.

Também pesou na escolha do Estado de Mato Grosso do Sul para a proposta, a existência de uma expressiva ja-

zida de minério de ferro e manganês (Lamoso, 2001), concentrada no Maciço de Urucum na fronteira com a Bolívia, vizinho do município de Corumbá, situado a 413 quilômetros da capital, Campo Grande. O Maciço fica próximo das margens do rio Paraguai e está bem no interior do Pantanal, mas tem fácil acesso através da ferrovia Novoeste.

Servido pela estrada de ferro Novoeste do Brasil que, em seu percurso de 1.500 quilômetros, liga Corumbá (MS) a Bauru (SP), o sistema ferroviário do Mato Grosso do Sul se interliga ao do Sudeste e do Sul do País, permitindo um corredor de exportação para eventual excedente de produção. Essa interligação possibilita a entrega da produção por ferrovia, ou combinado com transporte rodoviário, nos portos de Santos (SP), Paranaguá (PR), São Sebastião (SP), São Francisco (SC) e Sepetiba (RJ). A Ferrovia Novoeste une, ainda, Campo Grande a Ponta Porã, no sul do Estado, na fronteira com o Paraguai, e a Santa Cruz de La Sierra, ao norte, na divisa com a Bolívia. O Estado também é bem servido por rodovias estaduais e federais, pavimentadas, e por dois aeroportos internacionais, um em Campo Grande e outro em Corumbá.

Contextualização do Projeto

Esse trabalho busca uma solução viável para a siderurgia regional. Para isto foi analisado, cientificamente, o desenvolvimento do projeto no município de Terenos (vizinho de Campo Grande) vis-à-vis com projeto similar no município de Corumbá. Os municípios foram escolhidos em função de suas localizações junto ao eixo da ferrovia Novoeste; proximidade do gasoduto Bolívia-Brasil; facilidade de acesso às jazidas de minério de ferro de Urucum; e, principalmente, da facilidade de acesso rodo-ferroviário a mercado potencial no raio de 300 km de Campo Grande.

A implantação de um aglomerado siderúrgico pretende mudar a economia da região, trazer desenvolvimento industrial para o Mato Grosso do Sul, gerar de

300-400 empregos diretos na usina siderúrgica e gerar até 2.000 empregos indiretos em fornecedores, clientes e comunidade circunvizinha.

A opção por Corumbá caracteriza a despolarização do desenvolvimento dos grandes centros urbanos (Campo Grande e Dourados), sem perder de foco a facilidade de acesso ao mercado através da ferrovia e insumos básicos (gás natural e minério de ferro) disponíveis *in situ*. A opção por Terenos coloca o projeto próximo ao mercado consumidor, com o foco no atendimento ao mercado local do centro e sul de Mato Grosso do Sul, em um círculo de 300 km de raio centrado em Campo Grande.

3. A tecnologia de redução utilizando alto-forno a carvão vegetal

O uso do carvão vegetal na siderurgia está intimamente relacionado com o processo de industrialização do Brasil. O carvão vegetal surgiu como vetor energético amplo, após o primeiro choque de preço do petróleo em 1973, quando o Governo Federal do Brasil estimulou a substituição do óleo combustível por carvão em vários setores da produção industrial. Por favorecer a produção de ferro gusa, praticamente isento de enxofre, fósforo e outros elementos indesejáveis, o carvão vegetal foi e é considerada uma importante fonte energética na metalurgia do ferro e aço. De fácil produção e de baixo custo, quando as barreiras ambientais eram baixas ou inexistentes, o carvão vegetal viabilizou a implantação de usinas de pequena capacidade de produção, compatíveis com o nascente mercado de aço.

O Brasil está saindo das tecnologias milenares, eficientes na qualidade do carvão, porém altamente degradantes nas suas condições operacionais de operação dos fornos para produção de carvão vegetal. Algum avanço foi feito na construção dos fornos para aproveitar melhor a energia gerada como, por

exemplo, a existência de uma única chaminé para recuperar o calor gerado; sistema de carregamento automatizado para evitar o uso da força do homem; uma máquina para carregar a lenha e outra para remover o carvão na operação do forno; e a coleta, em recuperadores, de óleo destilado da madeira; etc.

Apesar de todos os avanços na produção do carvão vegetal, muito está por fazer quanto ao plantio e manejo de florestas para a sustentação ambiental do projeto. Usinas de produção de gusa para exportação somente estão viáveis devido à utilização de carvão vegetal de florestas nativas. Para que o carvão vegetal torne-se uma alternativa viável, é necessário que sejam utilizadas técnicas de plantio e manejo de florestas, tão ou mais eficientes do que aquelas utilizadas pelas grandes produtoras de celulose e papel.

A redução dos óxidos de ferro (Fe_2O_3), quando efetuada nos alto-fornos, tem, como produto, o gusa líquido que é constituído de (aprox) 94% de ferro, 4% de carbono e o restante de outros elementos (silício, manganês e fósforo). O percentual desses outros elementos depende da matéria prima utilizada. (Araújo, 1997).

A tecnologia de alto-forno a carvão vegetal será comparada qualitativa e quantitativamente com a alternativa do processo MIDREX de redução utilizando gás natural. Este artigo somente está analisando tecnologias comprovadas comercialmente (MIDREX, 2005). Por esse motivo não está sendo analisado o Tecnoled como alternativa ao minialto-forno.

4. A tecnologia de redução utilizando gás natural

O processo de redução direta, utilizando gás natural como redutor, que será comparado com o alto-forno a carvão vegetal, é, hoje, a principal tecnologia em uso no mundo. Essa tecnologia é responsável por mais de 90% dos projetos

de redução direta no mundo (MIDREX, 2005). Existem dois concorrentes principais para fornecimento dessa tecnologia: MIDREX e HyLSA. Particularmente, está sendo baseada a análise no processo MIDREX que é responsável por 2/3 dos projetos de redução direta no mundo (MIDREX, 2005).

Apesar da necessidade atual de importação de gás natural para operar a usina, foi constatado que, mesmo que haja aumentos substanciais de preço (35% de aumento), o impacto no projeto é relativamente pequeno (redução de 5% na taxa interna de retorno). Conforme Plano Estratégico Petrobras (Petrobras, 2004), não haverá desabastecimento de gás natural.

No processo, os óxidos de ferro, na forma de pelotas ou de granulados, são carregados no topo do forno vertical (ou forno de cuba) através de um silo. À medida que o minério desce por gravidade dentro do forno de cuba, é aquecido e reduzido (o oxigênio é retirado do ferro) pelos gases em corrente ascendente, a uma temperatura entre 760°C e 930°C e com alta concentração de H_2 e CO. Esses gases reagem com o Fe_2O_3 do minério de ferro e o convertem em ferro metálico, liberando H_2O e CO_2 .

Diferente do alto-forno que opera em lotes, esse processo permite um sistema de alimentação contínua no forno elétrico com a alimentação de até 100% da carga metálica necessária. Operando de forma contínua, a energia é economizada. Ao manter a temperatura constante, é melhorada a transferência de calor do banho e as reações metalúrgicas acontecem mais rapidamente.

5. Seleção da tecnologia de redução

Para que haja uma fundamentação teórica que suporte a tecnologia vencedora, será feita uma análise científica para comparação das duas tecnologias.

O primeiro passo, na análise para selecionar entre duas ou mais tecnologi-

as competidoras é definir quais são os Fatores Fundamentais (Gaither & Frazier, 2001; Heizer & Render, 2001) para aquela avaliação. Com estratégia baseada em Behrens e Hawranek (1991), foi definida a estrutura de avaliação mostrada na Figura 1. Foi desenhado o perfil de avaliação do negócio, considerando que existe um certo equilíbrio entre os ganhos financeiros e a preocupação dos investidores com a comunidade e com o meio ambiente na escolha desses fatores. O modelo utilizado de 60/40 garante a preocupação com SMS¹, ao mesmo tempo em que mantém o foco na remuneração dos *stakeholders*².

Para a seleção da tecnologia de obtenção dos substitutos de sucata, foi feita a Análise dos Fatores Fundamentais (Gaither & Frazier, 2001; Heizer & Render, 2001) para as duas tecnologias competidoras descritos anteriormente: alto-forno a carvão vegetal e módulo de redução direta, utilizando gás natural como redutor³.

- Custo operacional total. O manejo das florestas e o rendimento dos fornos de queima de carvão fazem com que os custos de produção do gusa fiquem muito altos, apesar do baixo custo operacional do alto-forno (Castro et al., 1985). Por outro lado, o custo do gás natural, no Brasil, é muito alto e há muitas incertezas atuais quanto ao fornecimento da Bolívia. Apesar desses aspectos considerados, o custo total de produção, via rota de redução direta com gás natural, ainda é melhor do que o alto-forno a carvão vegetal.
- Flexibilidade operacional. A integração, via redução direta, é melhor porque a produção é mais contínua do que via alto-forno, que é feito por batelada.
- Qualidade do minério de ferro. O alto-forno a carvão vegetal é muito mais flexível quanto à carga de minério de ferro granulado do que os equipamentos de uma redução direta. Dependendo da qualidade físico-química do minério, há, também, necessidade de preparar e aglomerar o minério

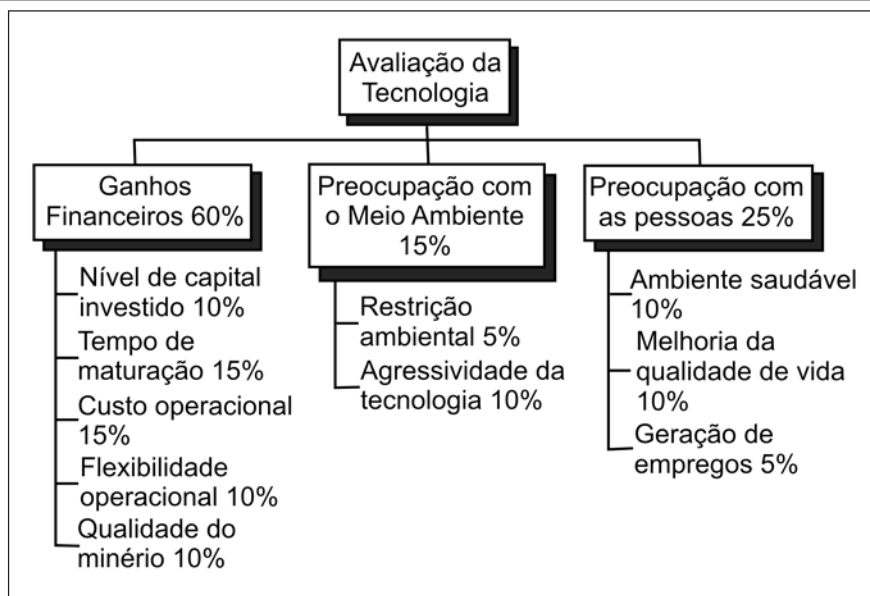


Figura 1 - Peso dos fatores fundamentais na avaliação da tecnologia.

- rio de ferro em pelotas para serem processadas pelo módulo de RD a gás natural (envolve investimento adicional e custos adicionais de processo). O processo de redução direta não retira a ganga (impurezas) do produto - outro problema.
- Restrição ambiental. Um empreendimento que tenha alto-forno à carvão vegetal tem mais restrições à sua implementação, feita pelos órgãos reguladores e pela sociedade de um modo geral, do que outro com módulo de redução direta a gás natural.
- Agressividade da tecnologia ao meio ambiente. A utilização de tecnologia, via minialto-forno foi considerada muito mais agressiva para as pessoas e para o meio ambiente devido à produção de carvão vegetal necessário para a produção. A tecnologia de redução direta, utilizando gás natural como redutor, é mais limpa e menos danosa para o ambiente do que uma solução de minialto-forno a carvão vegetal.
- Ambiente operacional saudável. O estresse calórico das pessoas em uma operação com alto-forno é maior do que o ambiente via rota de redução direta.

- Melhoria da qualidade de vida da comunidade. A poluição gerada pela produção de carvão, além dos problemas ergonômicos decorrentes da operação manual dos fornos de carvão, desaconselha o uso de alto-fornos a carvão vegetal.
- Geração de emprego. Definitivamente a geração de emprego de um projeto com alto-forno à carvão vegetal vai promover muito mais empregos do que um módulo de redução de minério de ferro utilizando gás natural como redutor. O domínio local da tecnologia também é fator crítico para o projeto. Foi considerado que a tecnologia de minialto-fornos está totalmente dominada e para a tecnologia de redução direta o projeto ne-

¹ SMS - Saúde, Meio Ambiente, Segurança e Comunidade.

² O projeto deve ser economicamente viável e deve remunerar os acionistas, melhor do que outras oportunidades que estejam avaliando.

³ Existem várias tecnologias de redução direta utilizando gás natural como redutor. Os processos MIDREX[™] e HyLSA[™] são os mais desenvolvidos e aprovados pelo mercado. Nesse artigo, estão sendo utilizados os conceitos desses dois processos na avaliação da tecnologia.

cessitará de pessoal com mais treinamento e haverá, também, necessidade de importação de especialistas.

O resultado dessa parametrização apresenta a tecnologia de redução direta, utilizando gás natural como redutor, 34% melhor do que o minialto-forno a carvão vegetal (ver Figura 2).

6. A aglomeração industrial como estratégia

Observa-se que não basta a busca de respostas e ferramentas para o desenvolvimento de um pólo siderúrgico na região, mas, também, é necessário observar os movimentos e a dinâmica de cada comunidade. É muito importante que a população queira mudanças, pois o desenvolvimento só será alcançado se as pessoas envolvidas direta e indiretamente estiverem prontas a assumir ativamente o projeto. (Fujita & Thisse, 2002).

Os relacionamentos de parceria, ou cooperação, entre empresas visam a melhorar suas capacitações competitivas, bem como suas relações de interdependência na tentativa de melhorar a eficácia do conjunto. Essa estratégia, por si só, faz da formação de redes relacionais uma alternativa frente aos desafios impostos pelo mercado. O estudo de Clusters Organizacionais é uma corrente da ciência organizacional, ainda cheia de incertezas e algumas imperfeições, como, por exemplo, em relação ao entendimento dos propósitos da formação das redes e à compreensão da real capacidade sinérgica de gerar resultados.

Para que o setor siderúrgico passe a ser visto como um referencial no desenvolvimento de estratégias para manter condições futuras mínimas de competitividade, é preciso entender como a inserção da usina se dará em um arranjo produtivo do tipo pólo industrial. O arranjo industrial pode fazer com que a empresa seja mais competitiva tendo em vista que o domínio, o controle e a capacidade de gestão dos recursos e proces-

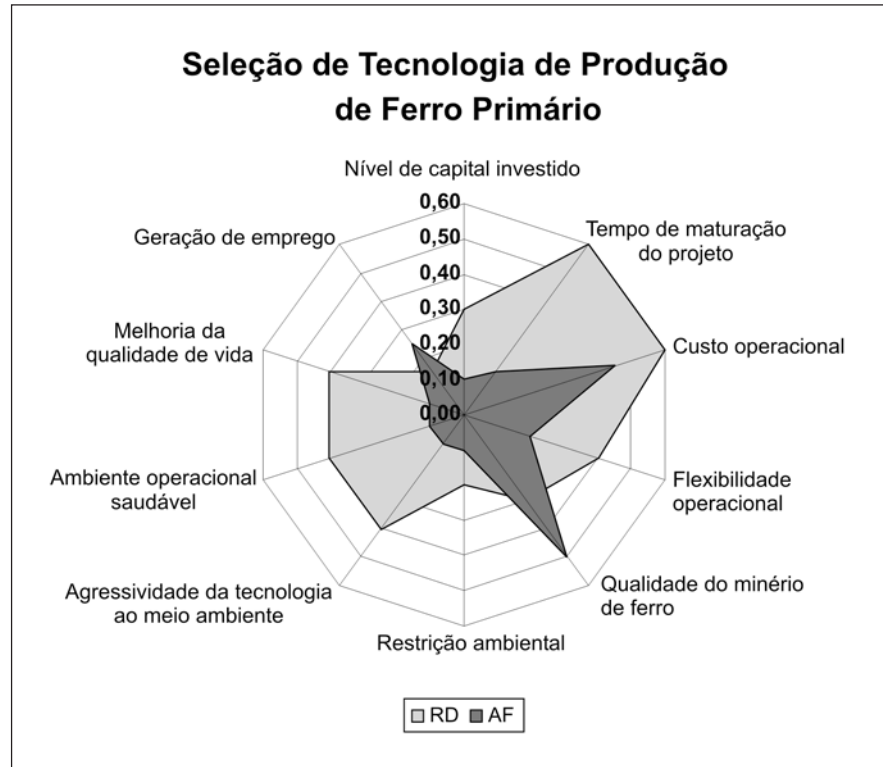


Figura 2 - Análise gráfica da avaliação das duas tecnologias.

os ou mesmo políticas, tanto podem auxiliar, como, também, se tornarem entraves. Auxiliam, se as sinergias tiveram um resultado positivo, ou tornam-se entraves, se não houver uma articulação efetiva.

Como é impossível dispor de um mecanismo gerador das condições contínuas de coordenação e controle das condições do ambiente, as empresas necessitam melhorar as suas capacidades de articulação para a aquisição de competências externas. Isso significa que as fontes potenciais na geração de vantagens competitivas podem surgir através da exploração das inúmeras atividades que a empresa executa ao longo de seu processo de produção.

A capacidade competitiva de uma produtora de aço baseia-se, em grande parte, na captação da melhor maneira de coordenar suas atividades. Assim, sugere-se que a vantagem competitiva não reside somente na escolha de quais atividades são necessárias e como configurá-las dentro de um setor específico,

mas, principalmente, na aquisição de competência e no entendimento de como elas se articulam, etc.

Mesmo que seja com a redução de custos dos produtos que passam a ser produzidos na região, para a empresa se diferenciar, ela deve estar atenta aos diversos fatores, tais como a aquisição de matéria-prima de alta qualidade, manter estratégia JIT de atendimento aos clientes, fazer um projeto de produto que agregue valor a seus clientes e construir as alianças estratégicas na região. Isso deve ser feito, passo a passo, desde o início do projeto. Note, entretanto, que essa gestão consome recursos, necessita de ajustes e aprimoramentos ao longo do tempo, mas paga o preço e precisa ser feita para atingir o sucesso do empreendimento.

Para a comunidade assumir o projeto, é preciso fazer o desenvolvimento de tal forma a incentivar a aglomeração de empresas, tal como um pólo industrial metal-mecânico, que consiga levar o produto da siderúrgica até o consumi-

dor final. O objetivo geral desse projeto consiste em organizar dados e informações e propor estratégias para o desenvolvimento sustentável de um pólo siderúrgico regional, adaptado à realidade local, considerando as necessidades, as potencialidades e as limitações existentes.

7. Seleção da localização

A decisão quanto à localização da fábrica pode ser tomada, utilizando o processo heurístico similar à avaliação das tecnologias. Utilizando como Fatores Fundamentais os parâmetros inerentes ao local, foram pontuados TEREÑOS e CORUMBÁ. Por ser um processo heurístico, não existe uma fórmula para definir uma solução ótima, mas para apresentar as soluções que atendam o projeto como um todo. Foram colocados como premissas para a localização os seguintes itens:

- (1) Proximidade do mercado consumidor potencial (no raio de 300 km da usina).
- (2) Proximidade do gasoduto Brasil-Bolívia.
- (3) Proximidade da mineração de minério de ferro.
- (4) Proximidade da ferrovia para o transporte do minério de ferro e para exportação dos produtos.
- (5) Proximidade da malha rodoviária para distribuição do produto final.
- (6) Proximidade de modal hidroviário.
- (7) Abundância de a energia elétrica, ou acesso a ela.

Segundo Gaither e Frazier (2001), o planejamento das instalações baseia-se em um plano estratégico da empresa, com metas de consolidação de longo prazo. Para as novas instalações, o planejamento baseia-se na capacidade de produção para atender ao mercado atual, com vistas ao potencial de crescimento no médio e longo prazo.

Essas decisões são cruciais para o sucesso do empreendimento. Primeiro,

o investimento de capital em equipamentos, instalações e infra-estrutura é enorme e deve ser bem avaliado para que tenha retorno garantido aos investidores. Em segundo lugar, questões como as linhas de produtos e as tecnologias a serem empregadas refletem os planos estratégicos da empresa e devem estar alinhados com o mercado. Em terceiro lugar, a eficiência operacional das operações depende da capacidade instalada que deve ser bem balanceada para que não afete, negativamente, a operação. Em quarto lugar, a capacidade das instalações torna-se uma restrição a muitas decisões de gestão operacional, exigindo flexibilidade em volume, que, algumas vezes, deve ser reduzido, sem que isto seja um limitador no planejamento de produção a curto prazo.

7.1 Localização no município de Terenos

Pelo Gráfico 1 (Figura 3), pode-se observar que serão atingidos 1,5 milhões de habitantes (dados populacionais de 2004 do IBGE e DNIT 2002 Mapa Rodoviário de Mato Grosso do Sul) no raio de 300 km de distância. A distância média para esse plano da siderúrgica é de 169 km, o que permite a estratégia de *Just-in-Time* para a empresa.

1. A população a ser atendida está localizada a uma distância média de 169 km, no centro e no sul de Mato Grosso do Sul.
2. 40% da população-alvo está localizado a menos de 50 km de distância.
3. Dourados, o segundo município mais populoso do Estado, está localizado a 238 km de distância.
4. Corumbá (e minério de ferro) fica a 396 km de distância, via ferrovia.

7.2 Localização no município de Corumbá

Pelo Gráfico 2 (Figura 3), pode-se observar que somente serão atingidos 250 mil habitantes no raio de 300 km de

Corumbá. A distância média para o plano da siderúrgica em Corumbá é de 630 km, o que *não* permite a estratégia de *Just-in-Time* para a empresa.

Pontos fortes de uma usina siderúrgica em Corumbá:

- (1) Proximidade com a mineração do ferro.
- (2) Proximidade de porto fluvial para escoamento da produção para o cone sul.
- (3) Disponibilidade de energia elétrica.
- (4) Acesso local a ramal da Estrada de Ferro Novoeste do Brasil.
- (5) Disponibilidade de gás natural via gasoduto Bolívia-Brasil.
- (6) Usina nova não teria concorrência local.
- (7) Possibilidade de conseguir gás natural a preço mais baixo e, dessa forma, viabilizar a usina de reduzido de minério de ferro.

Pontos Fracos de uma usina siderúrgica em Corumbá:

- (1) Distante do mercado consumidor, precisando pagar preço alto de transporte para acesso a clientes.
- (2) Acesso a potenciais consumidores em Mato Grosso do Sul somente via ferrovia e a maioria situados acima de 400 km de distância.

7.3 Análise da localização pelos fatores fundamentais para uma indústria siderúrgica

Analisando a pontuação dos fatores escolhidos para a seleção de localização, nota-se que Terenos apresenta melhor qualificação do que Corumbá. Nessa solução, apesar de não estar sendo analisado, quantitativamente, o balanço energético, que representa não menos do que 15% dos custos de uma siderúrgica, existe uma tendência para a colocação da miniusina em Terenos. (Figura 4).

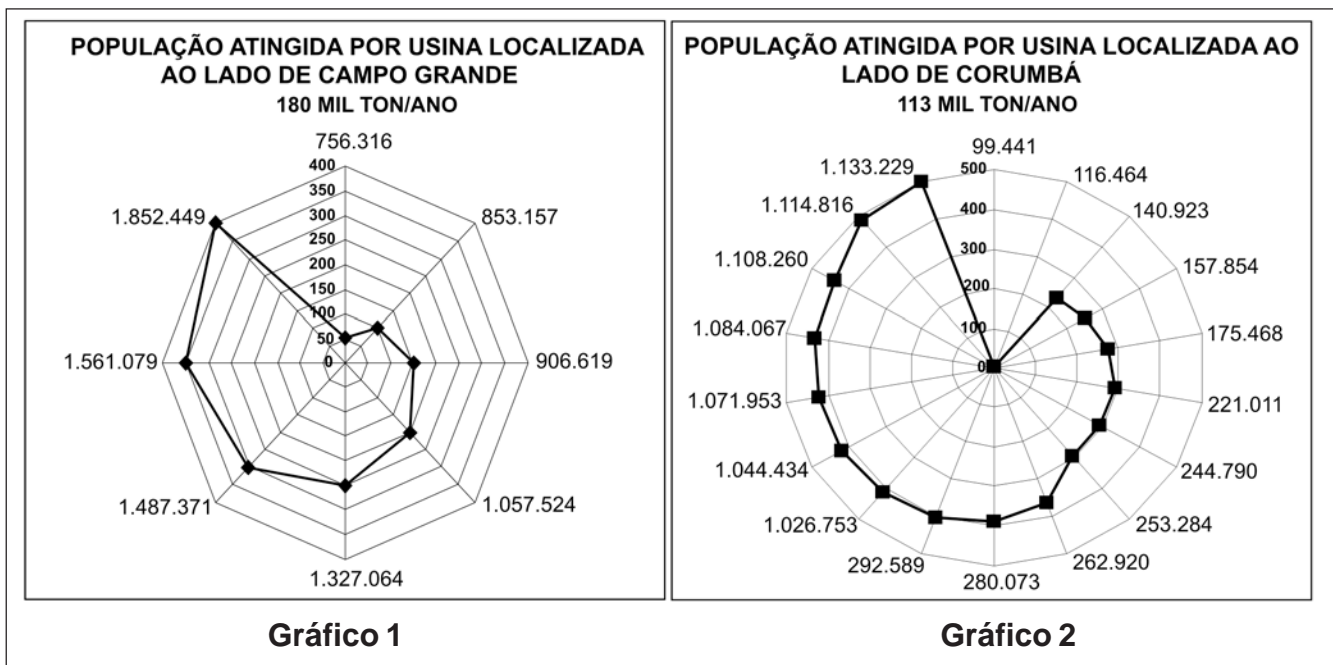


Figura 3 - Localização por abrangência de população (consumo aparente) - Dados IBGE e DNIT, 2003.

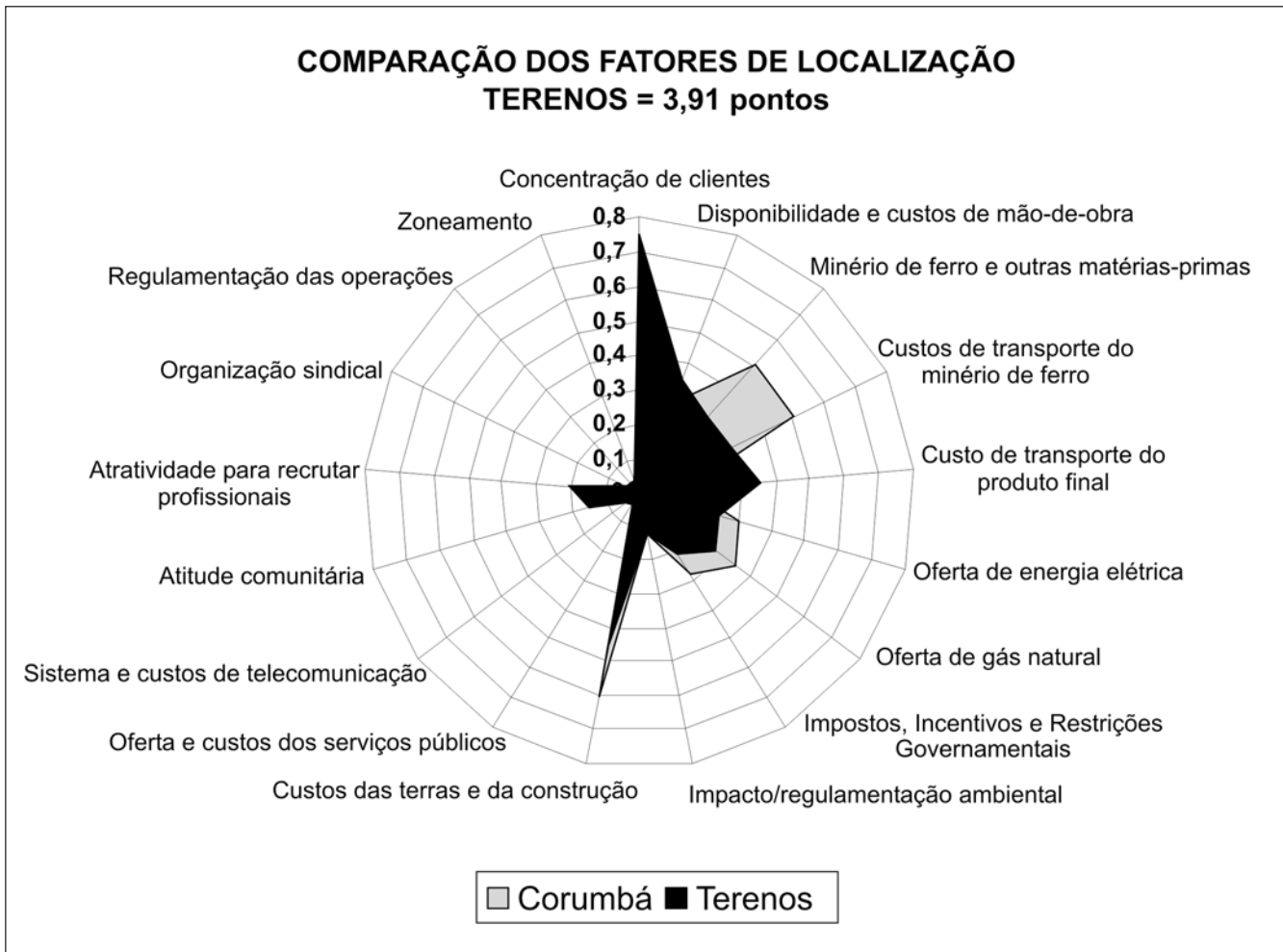


Figura 4 - Análise gráfica dos fatores fundamentais de localização.

8. Conclusões

Esse trabalho é parte de um projeto que busca um modelo viável para projetos siderúrgicos regionais. Para isto, foram analisados dois aspectos importantes do desenvolvimento do projeto siderúrgico:

- a) A tecnologia a ser utilizada para a produção de ferro primário como substituto de sucata nos fornos elétricos. Para tal, foram analisadas alternativas de produção via a rota de alto-forno a carvão vegetal e um módulo MIDREX de redução direta.
- b) A “melhor” localização da usina. A usina, discutida aqui, estará localizada no eixo da ferrovia Novoeste, junto ao gasoduto Bolívia-Brasil. Esta localização facilitará o acesso às jazidas de minério de ferro de Urucum e, principalmente, ao gás transportado pelo Gasoduto Bolívia-Brasil.

Nesse artigo, foi mostrado que a tecnologia de redução de minério, utilizando gás natural como redutor, é melhor, qualitativa e quantitativamente, do que a solução via alto-forno utilizando carvão vegetal. Para a localização, concluiu-se que ficar mais próximo do mercado consumidor (em Terenos), constitui-se em uma alternativa melhor do que ficar próximo às jazidas de minério de ferro.

Restam duas dimensões importantes a serem discutidas. A primeira está ligada diretamente ao custo de produção. Como o processo siderúrgico é intensivo de energia, deve-se envidar todos os esforços para fazer o melhor uso da energia. A solução é eliminar, sempre que possível, qualquer estoque intermediário entre as fases de produção do aço até a entrega para o cliente. A cada estocagem intermediária, o produto perde calor e vai exigir mais consumo de energia. Para essa dimensão, estão sendo analisadas tecnologias de produção contínua já disponíveis no mercado.

A segunda dimensão está relacionada com a identificação correta de qual deve ser o escopo do projeto - onde começa e termina a cadeia de valor da em-

presa e quando termina a cadeia de suprimento e começa a atuação do cliente, isto é, qual é o *negócio* que deve ser estabelecido para a empresa. Aqui estão sendo analisados processos de aglomeração industrial - como se desenvolveram para a indústria do aço em outros países e como podem ser transplantados para o mercado brasileiro.

Com essas duas dimensões, serão definidos os próximos passos de um modelo siderúrgico regional para o Brasil.

9. Referências bibliográficas

1. ARAUJO, L. A. *Manual de Siderurgia*. Arte & Ciência, 1997. v. 1.
2. BEHRENS, W., HAWRANEK, P. M. *Manual for the preparation of industrial feasibility studies*. UNIDO, 1991.
3. CASTRO, L F A et al. *Princípios básicos e processos de fabricação do gusa ao aço líquido*. UFMG, Fundação Cristiano Ottoni, 1985.
4. DRUCKER, P. A *administração na próxima sociedade*. Nobel, 2002.
5. DRUCKER, P., F. *Managing for the future*. Dutton, 1992
6. FUJITA, M., THISSE, J-F. *Economics of agglomeration*. Cambridge, 2002.
7. GAITHER, N., FRAZIER, G., *Administração da produção e operações*. (8.ed.). Pioneira, 2001.
8. GOLDMAN, S.L., NAGEL, R.N., PREISS, K. *Agile Competitors*. Érica, 1995.
9. HEIZER, J., RENDER, B. *Principles of operations management*. (4.ed.). Prentice Hall, 2001.
10. KAPLAN, R. S., NORTON, D. P. *The strategy-focused organization: how balanced scorecard*. HBS Press, 2001.
11. KERZNER, H. *Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling*. John Wiley, 2003.
12. LAMOSO, L. P. A *exploração de minério de ferro no Brasil e em Mato Grosso do Sul*. USP, 2001.
13. LEONARD-BARTON, D. *Wellsprings of knowledge; building and sustaining the sources of innovation*, HBS Press, 1995.
14. MANNING, C.P., FRUEHAN, R.J., *Emerging technologies for iron and steelmaking*. JOM, 2001. <http://www.tms.org/pubs/journals/JOM/0110/Manning-0110.html>.
15. __MIDREX, World Direct Reduction Statistics, 2005. (<http://www.midrex.com/uploads/documents/MXStatsbook2005FINALREV.pdf>)
16. NONAKA, I., TAKEUCHI, H. *The knowledge-creating company*. Oxford UP, 1995
17. PENROSE, E. *The growth of the firm*. Oxford UP, 1995.
18. __PETROBRAS, Plano Estratégico Petrobras 2015, 2004. (http://www2.petrobras.com.br/ri/port/ApresentacoesEventos/ConfTelefonicas/pdf/Plano_Estrategico_2015_FINAL_1007.pdf)
19. PORTER, M. Location, competition and economic development: local clusters in the global economy. *Economic Development Quarterly*. v.14, n.1, p. 15-34. 2000.
20. PORTER, M. *Porter on competition*, HBR Book, 2000.
21. ROBERTS, J. *The modern firm*, Oxford UP, 2004.
22. SHINGO, S. *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. Productivity Press, 1989.
23. TIDD, J., BESSANT, J., PAVITT, K. *Managing innovation: integrating technological market and organizational change*. John Wiley, 1997.
24. UTTERBACK, J. *Mastering the dynamics of innovation*. HBS Press, 1994.

Artigo recebido em 13/03/2006 e aprovado em 16/01/2007.