

Variação cambial e competitividade financeira do carvão vegetal e do coque na atividade siderúrgica

Maria Cristina Silva de Paiva¹ (MS), mariacristinapaiva@bol.com.br; **Marília Fernandes Maciel Gomes**² (DS); **Sebastião Renato Valverde**³ (DS); **Carlos Antonio Moreira Leite**² (Ph.D); **Márcio Lopes da Silva**³ (DS)

1. Faculdade de Minas (FAMINAS), Muriaé, MG;
2. Depto. de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG;
3. Depto. de Economia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG.

Artigo recebido em agosto de 2004 e aceito em setembro de 2004.

RESUMO: Neste trabalho, realizou-se a análise financeira da utilização do carvão vegetal adquirido por uma empresa siderúrgica no mercado local e do coque importado usado na produção do ferro-gusa. Incorporou-se a este estudo uma análise de risco, com a finalidade de se determinar as condições de competitividade relativa dos termo-redutores, em função das alterações nas variáveis econômicas determinantes do custo da empresa, no período de 1995 a 1999. Essas análises foram realizadas por meio da técnica de simulação de Monte Carlo processadas pelo programa de computador @RISK. Concluiu-se que o comportamento da taxa de câmbio no período de análise foi a variável decisiva para a competitividade financeira do coque em relação ao carvão vegetal. Porém, de 1999 a 2005, houve uma acentuada desvalorização da moeda nacional, justificando a verificação dos resultados dessa análise. Considerando os preços do coque e do carvão vegetal para 2005 e o valor médio do câmbio entre fevereiro de 2004 e fevereiro de 2005, observou-se a vantagem financeira do carvão vegetal pelo encarecimento das importações do coque, o que comprovou a influência da variação cambial na competitividade financeira dos termo-redutores.

Palavras-chave: carvão vegetal, coque, siderurgia, competitividade, custos.

RESUMEN: Análisis económica del carbón vegetal y del carbón de hulla en la siderurgia. En este trabajo se realizó un análisis económico de la utilización del carbón vegetal adquirido por una empresa siderúrgica en el mercado local y del carbón de hulla importado usado en la producción del hierro. Se incorporó a este estudio un análisis de riesgo, con la finalidad de determinarse las condiciones de competición relativa de los termo-reductores, en función de las alteraciones en las variables económicas determinantes del costo de la empresa, en el periodo de 1995 a 1999. Esos análisis fueron realizados por medio de la técnica de simulación de Monte Carlo procesadas por el programa de computadora @RISK. Se concluyó que el comportamiento de la tasa de cambio en el periodo del análisis fue la variable decisiva para la competición financiera del carbón de hulla en relación al carbón vegetal. Mas, de 1999 a 2005, hubo un aumento de la desvalorización de la moneda nacional, justificando la verificación de los resultados de este análisis. Considerando los precios del carbón de hulla y del carbón vegetal para 2005 y el valor medio del cambio entre febrero de 2004 y febrero de 2005, se observó la ventaja económica del carbón vegetal por el aumento de los precios en la importación del carbón de hulla, lo que comprueba la influencia de la oscilación del cambio en la competición económica de los termo-reductores.

Palabras-llave: carbón vegetal, carbón de hulla, siderurgia; competición, costos.

ABSTRACT: Financial analysis of the vegetable coal and of the bun in the metallurgical activity. In this work, the financial analysis of the use of the acquired vegetable coal for a metallurgical company in the local market and of the imported bun used in the production of the iron - cast took place. A risk analysis was incorporated to this study, with the purpose of determining the conditions of relative

competitiveness of the term-reducers, in function of the alterations in the decisive variables of the cost of the company, in the period from 1995 to 1999. Those analyses were accomplished through the technique of simulation of Monte Carlo processed by the computer program @ RISK. It was concluded that the behavior of the decisive variable exchange rate for the financial competitiveness of the coke in relation to the vegetable coal. However, from 1999 to 2005, there was an accentuated depreciation of the national coin, justifying the verification of the results of that analysis. Considering the prices of the coke and of the vegetable coal for 2005 and the medium value of the exchange between February of 2004 and February of 2005, the financial advantage of the vegetable coal was observed by the increase of the imports of the coke, what proved the influence of the exchange variation in the financial competitiveness of the term-reducers.

Key-words: Vegetable coal, coke, metallurgy, competitiveness, costs.

Introdução

A atividade siderúrgica nacional, de principal importância na geração do produto industrial do Estado de Minas Gerais, incorpora em seu processo produtivo o carvão como termo-redutor. Neste setor é produzido o ferro-gusa, principal matéria-prima para os setores de fundição e siderúrgicos.

Esse termo-redutor, que corresponde a aproximadamente 50% do custo total (SILVA, PEREIRA, 1981, citado por SILVA, SILVA 1996), pode ser o carvão vegetal ou o coque. O carvão vegetal origina-se da queima da madeira, e o coque é resultado da queima do carvão mineral num processo denominado coqueificação.

O Brasil possui reservas de carvão mineral energético e de carvão mineral metalúrgico, porém a demanda pelo carvão metalúrgico é suprida pelo mercado internacional. Do total consumido no país, 100% são importados e dessa importação, 79% são transformados em coque. Quanto ao suprimento interno de coque, além da produção doméstica, 16% do consumo interno são atendidos por importações desse produto (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 1999).

Por outro lado, o Brasil ocupa o primeiro lugar no mundo em áreas reflorestadas com madeira de eucalipto, matéria-prima utilizada na produção do carvão vegetal. A ampliação da área reflorestada ocorreu em decorrência de incentivos fiscais, no período compreendido entre os anos 60 e 80, e da atuação das empresas produtoras de matérias-primas florestais pós 1989, para alcançar qualidade e eficiência produtiva (GUERRA, 1995).

Quanto à utilização do carvão vegetal e do coque na siderurgia, mais especificamente na produção do ferro-gusa, estes são tidos como termo-redutores substitutos entre si. Há, porém, relevante vantagem do carvão vegetal, uma vez que ele proporciona melhor qualidade ao produto final, comparativamente ao coque (GUERRA, 1995).

Do ponto de vista financeiro, mediante análise de alguns estudos sobre o uso do coque e do carvão vegetal na siderurgia (BORGES, COLOMBAROLI, 1978; SILVEIRA, 1980; MAZZARELLA, KATAYANA, MARTINS, 1994; SINDIFER, 1997) observa-se que a viabilidade de um redutor em relação ao outro está relacionada com contexto econômico vigente, de forma que, dadas as condições de taxa de câmbio, comercialização externa do carvão mineral, produção e mercado interno do carvão vegetal, define-se a competitividade relativa de um redutor em relação ao outro.

Nesse contexto, tornou-se questão desta pesquisa a delimitação do cenário financeiro que tornaria o carvão vegetal competitivo em relação ao coque mineral, em função do comportamento da taxa de câmbio no período de 1995 a 1999. Essa análise tornou-se possível mediante o conhecimento das relações técnicas de produção da empresa e dos preços que ela pagou por seus redutores.

É interessante destacar que o período citado foi peculiar no Brasil no que se refere à política cambial. Em virtude do Plano Real, implementado em 1994, a moeda nacional apresentou-se sobrevalorizada em uma proporção de 1 para 1, e, desta fase até 1999 esta moeda passou por graduais desvalorizações, controladas pelo Banco Central (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 1999). Neste período, o mercado brasileiro consumidor de produtos disponíveis no mercado internacional, direcionou suas negociações ao setor externo, provocando uma certa vulnerabilidade dos fornecedores nacionais daqueles produtos.

Porém, de 1999 a 2005 ocorreram significativas desvalorizações da moeda nacional, fazendo que o valor do câmbio se alterasse de, em média, R\$/US\$ 1,11 durante 1999 para a média de R\$/US\$ 2,88 entre fevereiro de 2004 e fevereiro de 2005, o que tornou interessante a verificação da influência desse novo nível de câmbio na competitividade financeira entre o carvão vegetal e o coque.

O ponto central deste trabalho foi analisar o custo financeiro da obtenção do carvão vegetal e do coque mineral para produção do ferro-gusa, em uma empresa siderúrgica, localizada na região do Vale do Aço, no Estado de Minas

Gerais, incorporar a análise de risco neste custo, para determinação da competitividade relativa dos redutores no período de 1995 a 1999 e, tendo em vista a significativa variação cambial entre 1999 e 2005 comparar os resultados da análise de risco aos preços de mercado dos termo-redutores em 2005 e à média do dólar entre 2004 e 2005. Especificamente, pretendeu-se: a) determinar o custo do coque mineral e do carvão vegetal na produção de uma tonelada de ferro-gusa; b) identificar os limites de preço do carvão vegetal dentro dos quais ele se tornaria competitivo em relação ao coque; c) identificar o limite do valor do dólar a partir do qual o carvão vegetal se tornaria competitivo em relação ao coque; d) comparar os valores determinados na análise de risco com os valores vigentes em 2005 para o preço dos termo-redutores e para a média do câmbio entre 2004 e 2005.

I – Metodologia

O modelo teórico utilizado neste estudo refere-se a teoria dos custos de produção (FERGUSON, 1994; VARIAN, 1993).

O modelo analítico constituiu-se na determinação dos custos da empresa para a produção de uma tonelada de ferro-gusa utilizando o coque e o carvão vegetal adquirido no mercado.

As relações técnicas utilizadas pela empresa são de 0,65 t de carvão vegetal para uma tonelada de ferro-gusa e de 0,48 t. de coque para uma tonelada de ferro-gusa. Desta forma, os custos da empresa com os carvões são representados por:

$$\begin{aligned} C_{cv} &= 0,65 P_{cv} \\ C_{cq} &= 0,48 P_{cq} \times T_c \end{aligned}$$

em que C_{cv} = custo com carvão vegetal de mercado para se produzir uma tonelada de ferro-gusa; C_{cq} = custo com coque para se produzir uma tonelada de ferro-gusa; P_{cv} = preço do carvão vegetal de mercado; P_{cq} = preço de uma tonelada do coque; T_c = taxa de câmbio.

Por meio da técnica de simulação de Monte Carlo (SHIMIZU, 1984; NORONHA, 1987; CLEMEN, 1991; WAGNER, 1986; RODRIGUEZ, 1987), utilizando o software @Risk (PALISADE CORPORATION, 1995), efetuou-se a simulação dos custos de produção da empresa, e foi possível estabelecer as condições de competitividade entre um termo-redutor e outro, assim como determinar limites de valores através dos quais a competitividade começa a existir. Esses valores são resultado de simulações que consideram faixas de variações para o preço do carvão vegetal, para o preço do coque e para a taxa de câmbio, determinadas pelos valores máximos e mínimos verificados nas respectivas séries históricas.

A simulação de Monte Carlo é usada em situações na qual a incerteza é grande e seu objetivo é representar a incerteza existente em cada uma das alternativas diferentes. A simulação é realizada na seguinte seqüência: a) identifica-se a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do modelo; b) seleciona-se ao acaso um valor para cada variável a partir de sua distribuição de probabilidade; c) calcula-se o valor da variável dependente cada vez que for selecionada a variável independente; d) repete-se o processo até que se obtenha uma confirmação adequada da distribuição de freqüência da variável dependente.

Para as simulações, utilizou-se a distribuição de probabilidade triangular das variáveis sujeitas a variação, cujos parâmetros utilizados estão sintetizados na Tabela 1.

TABELA 1 Parâmetros para a determinação das distribuições de probabilidades das variáveis sujeitas a variação.

Variáveis	Mínimo	Médio	Máximo
Preço posto-usina do coque	US\$ 100,00/t	US\$ 120,00/t	US\$ 140,00/t
Preço posto-usina do carvão vegetal	R\$ 80,00/t	R\$ 100,00/t	R\$ 140,00/t
Taxa de câmbio real	R\$/US\$ 0,71	R\$/US\$ 1,11	R\$/US\$ 1,90

Fonte: dados da pesquisa.

Para a determinação das probabilidades de competitividade relativa entre os carvões, submetem-se a simulações as condições de competitividade determinadas a partir das relações técnicas da empresa.

Para o carvão vegetal em relação ao coque determinou-se:

$$C_{cv} \leq C_{cq} \quad (4)$$

$$0,65P_{cv} \leq 0,48P_{cq} \times T_c \quad (5)$$

$$P_{cv}/(P_{cq} \times T_c) < 0,7384 \quad (6)$$

Para se encontrar os preços e as taxas de câmbio que possibilitam a competitividade relativa dos carvões, trabalhou-se também com a simulação de Monte Carlo. Porém, para cada condição, foram permitidos que todos os valores variassem, menos a variável que se queria determinar. Para essa variável, foram atribuídos valores que gerassem a maior probabilidade de ocorrência para o resultado do lado direito da condição.

Os dados utilizados neste trabalho foram reunidos a partir de séries históricas que compreenderam o período de 1995 a 1999, de revisão de literatura

e parâmetros indicados pela empresa. Desse modo, trabalhou-se com os preços do carvão vegetal, segundo a cotação de várias indústrias brasileiras; os preços FOB do coque mineral; com as taxas de câmbio real; e com as taxas de juros. Por meio de revisão de literatura e de informações adquiridas na empresa, obtiveram-se as cotações mínimas e máximas dos preços posto-usina do coque mineral e do *carvão vegetal* no período de 1995 a 1999.

Para a comparação dos limites encontrados por meio da simulação com valores com valores de 2005 foram analisados os preços para o carvão vegetal no mercado nacional em 2005 (INFOMET, 2005), o preço FOB do coque em 2005 (SINAFER, 2005) e a taxa de câmbio R\$/US\$ média para o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005 (FGV, 2005).

II – Resultados e discussão

Na análise do custo financeiro da empresa para produzir uma tonelada de ferro-gusa com carvão vegetal e com coque importado com valores de 1999 concluiu-se que os custos foram muito próximos, não sendo capazes de atribuir significativa vantagem a um dos redutores em relação aos outros. Esses resultados são observados na Tabela 2 e vieram a confirmar estudos anteriores que afirmaram que em questão de custo os carvões são substitutos entre si e que a condição de competitividade entre eles é uma questão de conjuntura econômica interna, externa e de tecnologia dentro da empresa.

TABELA 2 Custo posto-usina do coque, do carvão vegetal

Item	Coque	Carvão vegetal
Preço posto-usina	US\$ 110,00/t	R\$ 33,00/mdc
Em reais por tonelada	R\$ 187,00/t	R\$ 132,00/t
Para uma tonelada de gusa	R\$ 89,76/t**	R\$ 85,80/t***

Fonte: dados da pesquisa.

* Taxa de câmbio real média em 1999 – US\$/R\$ 1,70.

** Fator de conversão coque/gusa - 0,48 t.

*** Fator de conversão carvão vegetal/gusa – 0,65/t.

**** Metros de carvão.

Na análise de risco incorporada a esses custos foi possível determinar que a probabilidade de o custo da empresa com carvão vegetal ser menor em relação ao custo do coque foi muito pequena, de 6,84%, o que confirmou as afirmações anteriores sobre a substituição financeira entre os carvões.

Quanto aos valores de competitividade do carvão vegetal em relação ao coque, determinou-se que o preço do carvão vegetal, compatível com um

custo menor para a empresa com este redutor, deveria ser igual ou menor a R\$ 70,00/t. O preço do coque capaz de inviabilizar o seu uso em relação ao carvão vegetal deveria ser igual ou superior a US\$ 170,00/t. A taxa de câmbio capaz de inviabilizar o coque em relação ao carvão vegetal de mercado deveria ser igual ou superior a R\$/US\$ 0,80. Tendo em vista que os valores determinantes da competitividade para o carvão vegetal e para o coque mineral não ocorreram na distribuição de frequência (verificou-se pelas probabilidades nulas), pode-se estatisticamente inferir que a taxa de câmbio foi a variável decisiva para o modelo, pois foi a variável com a maior probabilidade estatística de ocorrer. A Tabela 3 sintetiza estes valores.

TABELA 3 Valores que tornariam o carvão vegetal de mercado e o carvão vegetal de produção própria preferíveis financeiramente em relação ao coque.

Variável	Valor	Probabilidade acumulada de ocorrência
Preço do carvão vegetal	≤ R\$ 70,00/t	0%
Preço do coque	≥ US\$ 170/t	0%
Taxa de câmbio	≥ R\$/US\$ 0,80	92,5%
Custo do carvão vegetal produzido	≤R\$ 70,00/t	0%

Fonte: dados da pesquisa.

Fixando a taxa de câmbio em R\$/US\$ 0,80 para uma nova simulação dos valores que viabilizariam o carvão vegetal, foi possível identificar, estatisticamente, que o preço do coque que, associado ao câmbio de R\$/US\$ 0,80 viabilizaria o carvão vegetal de mercado deveria ser igual ou superior a US\$120/t. O preço do carvão vegetal vantajoso frente à taxa de câmbio igual ou superior a R\$/US\$ 0,80 deveria ser igual ou menor a R\$ 70,00/t. Esses valores estão sintetizados no Tabela 4.

TABELA 4 Valores que tornam o carvão vegetal mais vantajoso em relação ao coque, considerando a taxa de câmbio fixa em R\$/US\$ 0,80

Variáveis	Valores
Preço do carvão	≤ R\$ 70,00/t
Preço do coque	≥ US\$ 120,00/t

Fonte: dados da pesquisa.

Ao comparar os valores que tornariam o carvão vegetal financeiramente preferível ao coque aos valores vigentes na economia em 2005, foram identificadas as seguintes situações; a) o preço do carvão vegetal, cotado entre

TABELA 5 – Custo com carvão vegetal e com o coque para a produção de 1 tonelada de ferro-gusa em 2005
 R\$ 95,00/t a R\$ 110/t, apresentou-se acima do limite indicado na simulação; b) o preço FOB do coque mineral oscilou entre US\$ 100/t a US\$ 125/t, valores abaixo dos indicados pela simulação; c) o dólar médio para 2004/2005 foi de R\$/US\$ 2,50, dentro do limite indicado pela simulação.

Determinando o custo com termo-redutor para a produção de uma tonelada de ferro-gusa em 2005, pressupondo a mesma relação técnica utilizada em 1999, chega-se aos resultados indicados na Tabela 5.

Variáveis	Coque	Carvão vegetal
Preço FOB em US\$/t	100,00 a 125,00	-
Câmbio R\$/US\$	2,88	-
Preço em R\$/t	288,00 a 360,00	95,00 a 110,00
Custo com carvão para produção do ferro-gusa em R\$/t*	216 a 270,00	61,75 a 82,50

* Relação técnica: produção com carvão vegetal 0,65 x preço do carvão vegetal, produção com coque – 0,75 x preço do coque.

Com valores de 2005 o carvão se mostrou financeiramente preferível ao coque, mesmo o preço em dólar do coque tendo uma proximidade ao preço do carvão vegetal. A variável que permite o distanciamento dos valores é o dólar, encarecendo o custo da produção com o coque. Acompanhando a variação de preços de 1999 a 2005, observou-se que, enquanto a variação do preço do carvão vegetal foi de aproximadamente 0,25% e a do preço do coque foi de aproximadamente - 0,625%, a variação do preço do Dólar em relação ao Real foi de 160%. A magnitude das variações comprovou que a viabilidade financeira do carvão vegetal em relação ao coque continua sendo fortemente influenciada pela variação cambial.

III – Considerações finais

O objetivo deste artigo foi analisar a competitividade relativa entre o carvão vegetal e o coque para a produção de uma tonelada de ferro-gusa. A princípio trabalharam-se valores registrados no período de 1995 a 1999, quando se verificou a sobrevalorização da moeda nacional. Por meio da análise do custo financeiro da obtenção do carvão vegetal e do coque mineral para produção do ferro-gusa, e da aplicação da Simulação de Monte Carlo, determinaram-se os valores necessários para que o carvão vegetal se apresentasse como termo-

reductor de maior viabilidade em relação ao coque. Os resultados basearam-se nas variáveis preço pago pelo coque importado, preço do carvão vegetal e taxa de câmbio Real por Dólar. Adotaram-se como referência os valores pagos e os coeficientes técnicos de uma empresa siderúrgica localizada na região do Vale do Aço, no Estado de Minas Gerais.

De forma geral, foi possível verificar que, no período considerado, a variável decisiva para a competitividade relativa entre os termo-redutores foi a taxa de câmbio. A partir dessa constatação, determinaram-se os valores das outras variáveis adequados para conferir vantagem competitiva ao carvão vegetal.

Determinou-se, por meio da simulação, que a taxa de câmbio deveria ser igual ou maior a R\$/US\$ 0,80. Dada esta taxa de câmbio, o preço posto-usina vantajoso do carvão vegetal adquirido no mercado deveria ser menor ou igual a R\$ 70,00 por tonelada e o preço posto-usina do coque deveria ser maior ou igual a US\$ 120,00 por tonelada.

Concluiu-se que, na conjuntura apresentada no período de 1995 a 1999, o coque foi, estatisticamente, o reductor mais vantajoso financeiramente para a produção de ferro-gusa, em função dos patamares alcançados pela taxa de câmbio naquele período.

Porém, de 1999 a 2005 a moeda nacional passou por significativas desvalorizações chegando a uma cotação média entre 2004/2005 de R\$/US\$ 2,88. Tornou-se então importante a verificação comparativa dos resultados da simulação quanto ao custo de produção de 1 tonelada de ferro-gusa. Os valores resultantes foram: a) entre R\$ 216,00 a R\$ 270,00 utilizando o coque; b) entre R\$ 61,75 a 82,50 utilizando o carvão vegetal.

Do ponto de vista financeiro ficou evidente a vantagem do carvão vegetal em relação ao coque, porém, analisando o peso relativo das variações ocorridas nos valores ao longo do tempo, observou-se que o preço do coque variou em -0,625%, o preço do carvão vegetal evoluiu em 0,25% e o preço do Dólar em Reais aumentou em 160%. Esses valores tornam evidente que a competitividade do carvão ocorreu devido ao encarecimento do coque em função do câmbio. Esse resultado confirmou a conclusão da análise de risco realizada em 1999, onde foi constatado que a variação cambial seria a variável determinante na análise financeira do coque em relação ao carvão vegetal na atividade siderúrgica.

Referências bibliográficas

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 1999.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Boletim do Banco Central. Brasília: BACEN. v. 35, p. 250, 1999.

BORGES, M. H; COLOMBAROLI, W. Carvão vegetal : opção energética para siderurgia dos países tropicais. In: CONGRESSO ILAFA, 1978, Buenos Aires. **Anales...** Buenos Aires: Florestal Acesita S.A., 1978. p. 27.

CLEMEN, R. T. **Making hard decisions** : an introduction to decision analysis. Califórnia: Duxbury, 1991. 557 p.

FERGUSON, C. E. **Microeconomia**. 18. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1994.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. FGV dados. Disponível em: <<http://fgvdados.fgv.br/dsp-seriesasp>>. Acesso em 02 mar. 2005.

GUERRA, C. **Meio ambiente e trabalho no mundo do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: Associação Agência Terra, 1995.

INFORME METALÚRGICO. Disponível em: <http://www.infomet.com.br/vista_noticias.php?id=22760>. Acesso em 02 mar. 2005.

MAZZARELLA, V. N. G; KATAYAMA, M. T; MARTINS, H. Energia renovável, competitiva, pelo uso integrado de biomassa. **Metalurgia e materiais**, São Paulo, v. 50, n. 436, 1994.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários** : administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. São Paulo: Atlas, 1987. 268 p.

PALISADE CORPORATION. **Risk analysis and simulation add** : in for microsoft Excel or Lotus 1-2-3. New York: Palisade Corporation, 1995. 402 p.

RODRIGUEZ, L. C. E. **Planejamento agropecuário através de um modelo de programação linear não determinista**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 83 p. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1987.

SHIMIZU, T. **Pesquisa operacional em engenharia, economia e administração** : modelos básicos e métodos computacionais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. p. 34-37.

SILVA, M. L; SILVA, J. M. Análise do comportamento temporal dos preços do carvão vegetal : aplicação e avaliação da metodologia "Box and Jenkins". **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 57-67, 1996.

SILVEIRA, A. R. C. Análise comparativa entre a siderurgia, o carvão vegetal e outras. In: _____. **Carvão e coque aplicados à metalurgia**. 2. ed. São Paulo: ABM, 1980. v. 1, p. 279-300.

SISTEMA NACIONAL DE FERRAMENTAS E FERRAGENS. Notícias do Setor. Disponível em: <http://www.sinaferr.com.br/news_1213.cfm>. Acesso em 02 mar. 2005.

SINDIFER. **Ferro-gusa** : competitividade e perspectiva da indústria mineira de ferro-gusa. Belo Horizonte: 1997. 47 p.

SOUZA, A. **Estudos econômicos da reforma de povoamentos de *Eucalyptus spp*** : o caso do progresso tecnológico. Lavras: UFLA, 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 1999.

VARIAN, H. R. **Intermediate microeconomics** : a modern approach. 3. ed. New York : Norton, 1993. p. 334-361.

WAGNER, H. M. **Pesquisa operacional**. 2. ed. São Paulo: LTC, 1986. 851 p.