



Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa

Brasil

Guimarães, Rosalvo Maciel; Santos Pimenta, Alexandre; Lopes da Silva, Marcio; Silva Soares, Naisy;

Rocha Vital, Benedito; de Castro Silva, José

Avaliação econômica e financeira de projetos de fornos dos tipos container industrial e retangular de  
40 estéreos

Revista Árvore, vol. 31, núm. 4, julho-agosto, 2007, pp. 709-715

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48831416>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA DE PROJETOS DE FORNOS DOS TIPOS CONTAINER INDUSTRIAL E RETANGULAR DE 40 ESTÉREOS<sup>1</sup>

Rosalvo Maciel Guimarães Neto<sup>2</sup>, Alexandre Santos Pimenta<sup>3</sup>, Marcio Lopes da Silva<sup>4</sup>, Naisy Silva Soares<sup>2</sup>, Benedito Rocha Vital<sup>4</sup> e José de Castro Silva<sup>4</sup>

**RESUMO –** Este trabalho teve como objetivo principal a análise econômica e financeira de um projeto com 100 fornos tipo *container* industrial e 100 fornos tipo retangular de 40st. para a produção de carvão vegetal. Para tanto, utilizaram-se como indicadores financeiros a lucratividade, rentabilidade, prazo de retorno do investimento e ponto de equilíbrio. Os indicadores econômicos utilizados para proceder a análise econômica foram o VPL, TIR, B(C)PE e B/C. Concluíram que os fornos são viáveis do ponto de vista econômico e financeiro. Entretanto o forno *container* por ter maior VPL daria um retorno mais lucrativo quando comparado ao retangular de 40 st.

Palavra-chave: Carvão vegetal, fornos *container* e retangular.

## ECONOMIC AND FINANCIAL EVALUATION OF A PROJECT BASED ON CONTAINER AND 40-STERE RECTANGULAR KILNS

**ABSTRACT –** This work aimed at the economic and financial analysis of a project with 100 units of both industrial container and 40-st rectangular kilns for charcoal production. The following financial indicators were used in the analysis: profitability, yield, payback period and break-even point. The economic indicators used in the economic analysis were VPL, TIR, B(C)PE and B/C. In this study, the two kilns are economic and financially viable. However, the container was more lucrative than the 40-st rectangular kiln.

**Keywords:** Charcoal, container and rectangular kilns.

### 1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a produção de ferro-gusa no Brasil tem sido sustentada por duas fontes termorredutoras: o carvão mineral (coque) e o carvão vegetal. No entanto, foi no início da década de 1980 que o carvão vegetal adquiriu importância estratégica, em virtude da crise mundial do petróleo, no final da década de 1970 (BRITO, 1990).

O Brasil é o maior produtor e consumidor de carvão vegetal. O consumo desta matéria-prima, no país, tem aumentado de  $25.400 \times 10^3$  mdc, no ano 2000, para  $29.202 \times 10^3$  em 2003. Este insumo energético, é utilizado, principalmente, pelo segmento siderúrgico, destacando-

se o Estado de Minas Gerais como o maior consumidor, com 19.470 mdc, ou 66,7% da produção total (SILVIMINAS, 2004).

No Brasil, a produção do carvão vegetal é realizada, na maioria das vezes, em fornos de alvenaria rudimentares. Nesse sistema, o controle da carbonização é empírico e não há a recuperação dos produtos voláteis que são lançados no meio ambiente (ALMEIDA e REZENDE, 1982).

A necessidade de agregar valor ao carvão vegetal para torná-lo competitivo com outras fontes de energia, principalmente com o coque, motivaram as empresas

<sup>1</sup> Recebido em 29.08.2006 e aceito para publicação em 29.03.2007

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV). E-mail: <rmgnetto@yahoo.com.br>.

<sup>3</sup> BRICARBRAS - Briquetagem e Carbonização do Brasil Ltda. E-mail: <alexandrepimenta@bricarbras.com.br>.

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Florestal da UFV. E-mail: <bvital@ufv.br>.

florestais a buscarem alternativas no sistema de produção por meio de inovações tecnológicas a fim de obterem uma maior produtividade e qualidade do carvão vegetal.

Zuchi (2001) fez um estudo sobre a evolução dos sistemas de produção do carvão vegetal, envolvendo desde o sistema artesanal até o sistema denominado integrado, praticado pelas companhias de reflorestamento, que introduziram a mecanização do carregamento e descarregamento dos fornos e verificaram melhorias na produtividade, nas condições de trabalho e redução dos impactos ambientais.

Para viabilizar a mecanização, tanto do ponto de vista econômico quanto operacional, foi necessária a construção de fornos retangulares, que chegam a produzir volume de carvão equivalente a cinco fornos de superfície (NOGUEIRA et al., 1999). Hoje, encontram-se em operação os fornos retangulares com e sem câmara de combustão externa.

O trabalho de Ferreira (1988) teve por objetivos desenvolver um forno *container* adaptado às condições brasileiras e analisar seu funcionamento. Os resultados indicaram a viabilidade do sistema, com rendimento gravimétrico médio de 34% e flexibilidade operacional para trabalhar em condições variadas de temperatura máxima e de velocidade de aquecimento, permitindo combinações desejadas. Os perfis térmicos mostraram que é possível trabalhar com temperaturas próximas entre a cúpula e a base da retorta. Neste estudo, no entanto, não se conseguiu dominar perfeitamente a marcha das temperaturas.

No entanto foi a partir do ano 2000 que se ampliaram os estudos com protótipos do *container* montados nas Empresas V&M do Brasil, na RIMA industrial e na Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelo Departamento de Engenharia Florestal. Os estudos indicaram que o forno *container* apresenta vantagens como a elevada produtividade, durabilidade, rápido resfriamento, carga e descarga que podem ser mecanizadas.

Barcellos (2002) analisou o desempenho de um forno *container* para produção de carvão vegetal, assim como o perfil térmico e o controle de poluição no processo produtivo. Além disso, o forno foi avaliado economicamente. Os principais resultados foram a viabilidade econômica do forno *container*, o controle do processo por meio da temperatura dos gases da

carbonização e o estabelecimento de um perfil térmico médio do forno.

Apesar da existência de algumas pesquisas, ainda há, carência de conhecimento por parte dos investidores sobre as viabilidades financeira e econômicas dos fornos retangulares e dos *containeres*. As análises financeira e econômica tem sua importância e interesse à medida que auxiliam as empresas na tomada de decisão do investimento. Tornando-se imprescindíveis estudos nesta linha de conhecimento.

Esse trabalho teve como objetivo principal a análise econômica e financeira de projetos de forno tipo *container* industrial e retangular de 40 estéreos. Mais especificamente, pretendem-se estimar os principais indicadores de desempenhos econômicos e financeiros de dois diferentes projetos: um com 100 fornos tipo *container* industrial e outro com 100 retangulares de 40 estéreos; elaborar o fluxo de caixa para os projetos dos fornos e analisar a viabilidade econômica e financeira desses dois projetos por meio dos indicadores de desempenho estimados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para proceder a análise financeira e econômica dos projetos dos fornos, foi utilizada uma taxa de juros de 10% ao ano.

### 2.1. Análise Financeira do forno *container* industrial e do forno retangular de 40 estéreos

Os indicadores financeiros estimados foram:

$$\text{Lucratividade} = \frac{\text{Lucro} - \text{Líquido}}{\text{Receita} - \text{Total}} \times 100 \quad \text{Equação - (1)}$$

$$\text{Rentabilidade} = \frac{\text{Lucro} - \text{Líquido}}{\text{Investimento} - \text{Total}} \times 100 \quad \text{Equação - (2)}$$

$$\text{Prazo de retorno do Investimento} = \frac{\text{Investimento} - \text{Total}}{\text{Lucro} - \text{Líquido}} \quad \text{Equação - (3)}$$

$$\text{Ponto de Equilíbrio} = \frac{\text{Custos} - \text{Fixos}}{\text{PVU} - \text{CVU}} \quad \text{Equação - (4)}$$

em que:

$$\text{PVU} = \text{preço de venda unitário} = \text{PVU} = \frac{\text{CUP}}{[1 - (C + ML)]}$$

CUP = Custo unitário de produção (soma do rateio dos custos fixos e custo variável unitário);

$C$  = comercialização (5%);  $ML$  = Margem de lucro (20%).

$CVU$  = custo variável unitário.

É importante ressaltar que a análise financeira é de curto prazo, ou seja, é uma análise anual.

## 2.2. Análise econômica

Os indicadores econômicos estimados neste trabalho foram:

$$VPL = \sum_{j=0}^n Rj(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n Cj(1+i)^{-j} \quad \text{Equação - (5)}$$

$$B(C)PE = \frac{VPL[(1+i)^t - 1]}{(1+i)^t - 1} \quad \text{Equação - (6)}$$

$$TIR = \sum_{j=0}^n Rj(1+TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n Cj(1+TIR)^{-j} \quad \text{Equação - (7)}$$

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n Rj(1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n Cj(1+i)^{-j}} \quad \text{Equação - (8)}$$

Os indicadores econômicos estimados foram o Valor Presente Líquido – VPL (Equação 5), o benefício (custo) Periódico Equivalente – B(C)PE (Equação 6), a Taxa Interna de Retorno – TIR (Equação 7) e a Razão

Benefício Custo – B/C (Equação 8),  $Rj$  = Receita no final do ano  $j$ , em R\$;  $C_j$  = Custo no final do ano  $j$ , em R\$;  $i$  = Taxa de desconto;  $n$  = duração do projeto, em anos;  $t$  = número de períodos de capitalização dentro do prazo de ocorrência da parcela.

A análise econômica, por sua vez, é uma análise de longo prazo, que, neste trabalho, envolve horizonte de planejamento de dez anos.

## 2.3. Fonte de Dados

Os dados utilizados foram fornecidos pela Gerdal, e são referentes aos fornos retangulares de 40 estéreos, com câmara de combustão externa, com dimensões padronizadas de (13,10 m de comprimento, 3,95 m de largura e 3,5 m de altura). E os dados do forno *container* industrial fornecidos pela empresa Ciafal.

Os custos envolvidos nos projetos do *container* industrial e no forno retangular de 40 st., estão apresentados no Quadro 1.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 2 e 3, apresentam-se, respectivamente, as estimativas referentes as receitas utilizadas para os cálculos dos indicadores financeiros e econômicos.

**Quadro 1** – Custos envolvidos nos projetos dos *container* industrial e fornos retangular de 40 estéreos  
**Table 1** – Costs of the projects with industrial container and 40-st rectangular kilns

Custos Envolvidos	Retangular		<i>Container</i> (R\$)
	(R\$)		
Custo de implantação	1.000.000,00		3.346.190,00
Capital de giro	332.646,66		343.070,00
Custos fixos (CF)	(R\$/ano)		(R\$/ano)
Depreciação	100.000,00		334.619,00
Custo de oportunidade	83.264,66		201.616,50
Total	183.264,66		536.235,50
Custos variáveis (CV)	(R\$/ano)		(R\$/ano)
Manutenção	43.000,00		30.000,00
Operação	100.000,00		6.240,00
Eletricidade	0,00		36.000,00
Custo da lenha	3.600.000,00		3.960.000,00
Encargos sociais	82.919,96		28.200,00
Custo de comercialização	278.340,00		309.960,00
Mão-de-obra	165.839,92		56.400,00
Total	4.270.099,88		4.426.800,00
Total Geral	5.786.011,20		8.652.295,50

Fonte: Empresa do setor (Ciafal e Gerdal, 2004).

\* A cotação média do dólar em março de 2005 foi de R\$ 2,7113, (CEPEA,2005)

**Quadro 2 – Receitas dos fornos *container* industrial e retangular de 40 estéreos, utilizados na análise financeira**  
**Table 2 – Revenues of industrial container and 40-st rectangular kilns, used in the financial analysis**

Tipo de Forno	Produção (mdc/ano)	Preço Mínimo de Venda Unitário/mdc (R\$)	Receita Total da Venda do Carvão (R\$/ano)
<i>Container</i>	72.000	86,10	6.199.200,00
Retangular 40st.	60.000	92,78	5.566.800,00

Fonte: A produção, foi fornecida pelas empresas Gerdal e Ciafal.

**Quadro 3 – Receitas dos fornos *container* industrial e retangular de 40 st, utilizados na análise econômica**  
**Table 3 – Revenues of industrial container and 40-st rectangular kilns, used in the economic analysis**

Tipo de Forno	Produção (mdc/ano)	Preço do Carvão Vegetal (R\$/mdc)	Receita Total da Venda do Carvão (R\$/ano)
<i>Container</i>	72.000	103	7.416.000,00
Retangular 40st.	60.000	103	6.180.000,00

Fonte: A produção foi fornecida pelas empresas Gerdal e Ciafal. Preço do carvão vegetal (SILVIMINAS, 2004).

Com os dados dos Quadros 1, 2 e 3 foi possível elaborar o fluxo de caixa, bem como estimar os indicadores financeiros e econômicos dos projetos dos fornos *container* industrial e retangular de 40 estéreos.

### 3.1. Análise Financeira dos Fornos

No Quadro 4, são apresentadas as estimativas referentes aos indicadores financeiros dos projetos analisados.

#### Lucratividade

Neste trabalho, considerou-se que a empresa está produzindo para obter uma lucratividade de 20% ao ano, a um custo de comercialização de 5%.

Uma lucratividade de 20% ao ano significa que, para cada R\$100,00 vendidos de carvão vegetal, sobram R\$20,00 para a empresa, sob a forma de lucro.

#### Rentabilidade

A rentabilidade do forno *container* de 36,94% indica que, a cada ano, a empresa recupera 36,94% do que foi investido. No caso do forno retangular, a rentabilidade foi de 111,33%, mostrando que, a cada ano, a empresa recupera 111,33% do que foi investido. A rentabilidade do forno retangular foi maior em razão do menor investimento quando comparado ao do forno *container*.

#### Prazo de retorno do investimento

O prazo de retorno do capital investido nos projetos dos fornos retangulares e do *container* foi, respectivamente, 11 meses e 32 meses. Isso significa

que a empresa leva 32 meses para recuperar o capital investido no forno *container*. Com relação ao retangular, esse prazo é de 11 meses.

Apesar de o lucro líquido com a produção de carvão vegetal no forno *container* ser maior, o investimento total nesse tipo de forno é 3,3 vezes superior ao do forno retangular. Deste modo, leva-se mais tempo para recuperar o capital investido no forno *container*.

#### Ponto de equilíbrio

A empresa que investir em projetos com fornos *container* deve vender, anualmente, no mínimo 21.783,43 mdc de carvão vegetal. Optando pelo investimento em projetos com fornos retangulares, é necessária a venda de no mínimo 8.480,52 mdc de carvão por ano. Assim, é necessário vender quantidade maior de carvão vegetal quando se produz no forno *container* para equiparar os custos às receitas. Essa diferença na quantidade a ser vendida de carvão vegetal pode ser explicada em função do forno retangular produzir um volume de 40 st e o *container* 8st; os custos fixos do forno *container* são maiores que os do retangular; o preço de venda unitário por mdc de carvão vegetal do forno retangular é maior que a do *container* (Quadros 2 e 3) e o custo variável unitário do forno *container* é superior ao do retangular.

### 3.2. Análise econômica dos fornos

Os resultados referentes a análise econômica dos fornos *container* e retangular de 40 estéreos, encontram-se no Quadro 5.

**Quadro 4 – Resultados dos indicadores de desempenho financeiro dos projetos dos fornos *container* industrial e retangular de 40 estéreos**

**Table 4 – Results of the financial performance indicators for the projects of the industrial container and 40-st rectangular kilns**

Índices	Indicadores Financeiros	
	Container	Retangular 40 st.
1 – Lucratividade	20%	20%
2 – Rentabilidade	36,94%	111,33%
3 – Prazo de retorno do investimento	32 meses	11 meses
4 – Ponto de equilíbrio	21.783,43 mdc	8.480,52 mdc

**Quadro 5 – Resultados dos indicadores de desempenho econômico dos projetos dos fornos *container* industrial e retangular de 40 estéreos**

**Table 5 – Results of the economic performance indicators for the projects of the industrial container and 40-st rectangular kilns**

Índice	Indicadores Financeiros	
	Container	Retangular 40st.
1-VPL	11.352.379,52 R\$	9.421.034,99 R\$
2-TIR	47,756%	97,0257%
3-B/C	1,33	1,32
4-B(C)PE	1.847.547,48 R\$/ano	1.533.230,05 R\$/ano

### Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL estimado para o projeto do forno *container* e do retangular de 40 st foram maiores que zero. Isso indica que os projetos são viáveis economicamente.

O VPL representa o lucro do empreendimento corrigido pela taxa de juros. O valor presente líquido (VPL) obtido para o forno *container* foi de R\$11.352.379,52 e para o retangular; de R\$ 9.421.034,99. Assim, o lucro no projeto do forno *container* é de 20,5% superior ao do retangular.

### Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR representa a rentabilidade do projeto. Para os fornos *container*, foi obtida uma TIR de 47,7562%, e para os retangulares uma taxa de 97,0257%. Desta forma, a empresa que decidir investir em fornos *container* conseguirá um retorno de R\$ 1.598.013,18 do capital investido. Investindo em retangulares, o retorno será de R\$ 970.257,00.

De acordo com esse critério de decisão, a viabilidade ou inviabilidade do projeto surgem, como já foi firmado, da comparação entre as taxas de desconto. Nesse caso, a TIR obtida tanto para o projeto do *container* quanto para o do retangular foi superior à taxa de desconto de 10% ao ano, como pode ser observado no Quadro 6. Assim, para a análise com base na TIR, os projetos são viáveis.

A TIR foi maior para o projeto do forno retangular de 40 st. Entretanto é preferível obter 47,7562% de retorno de R\$3.346.190,00 que 97,0257% de retorno de R\$1.000.000,00.

### Razão Benefício Custo (B/C)

O B/C dos projetos analisados foram maior que 1. Este indicador também aponta que eles são viáveis. A razão B/C do projeto dos fornos *container* foi de 1,33, indicando que as receitas superaram os custos em 33%. No caso dos fornos retangulares, as receitas superaram os custos em 32%, uma vez que essa relação foi da ordem de 1,32.

### Benefício (custo) periódico equivalente (B(C)PE)

Os resultados encontrados para o B(C)PE indicam que os dois projetos de fornos considerados são viáveis, uma vez que fornecem valores positivos. O valor do B(C)PE representa o lucro anual do empreendimento. Assim, o lucro anual do projeto do forno *container* e do forno retangular foram, de R\$1.847.547,48 e R\$1.533.230,05, respectivamente.

### 3.3. Fluxos de Caixa

Os fluxos de caixa para os projetos dos forno *container* e retangular de 40 estéreos podem ser observados nos Quadros 6 e 7, respectivamente.

**Quadro 6** – Fluxo de caixa do projeto do forno retangular de 40 stérios (os custos e receitas estão corrigidos pela taxa de juros)

*Table 6 – Cash flow for the project 40-st rectangular kiln (costs and revenues adjusted by the interest rate)*

Ano	Custo(R\$)	Receita(R\$)	Saldo(R\$)
0	1.000.000,00	0	-1.000.000,00
1	4.076.385,95	5.618.181,82	1.541.796,00
2	3.705.805,41	5.107.438,02	1.401.633,00
3	3.368.914,01	4.643.125,47	1.274.211,00
4	3.062.649,10	4.221.023,15	1.158.374,00
5	2.784.226,45	3.837.293,78	1.053.067,00
6	2.531.114,96	3.488.448,89	957.333,90
7	2.301.013,60	3.171.317,17	870.303,60
8	2.091.830,54	2.883.015,61	791.185,10
9	1.901.664,13	2.620.923,28	719.259,20
10	1.728.785,57	2.382.657,53	653.872,00
Total	28.552.389,72	37.973.424,71	9.421.035,00

**Quadro 7** – Fluxo de caixa do projeto do forno *container* (os custos e receitas estão corrigidos pela taxa de juros)

*Table 7 – Cash flow for the project container kiln (costs and revenues adjusted by the interest rate)*

Ano	Custo (R\$)	Receita (R\$)	Saldo (R\$)
0	3.346.190,00	0	-3.346.190,00
1	4.567.159,55	6741818,18	2.174.658,64
2	4.151.963,22	6128925,62	1.976.962,40
3	3.774.512,02	5.571.750,56	1.797.238,54
4	3.431.374,56	5.065.227,78	1.633.853,22
5	3.119.431,42	4.604.752,53	1.485.321,11
6	2.835.846,75	4.186.138,67	1.350.291,91
7	2.578.042,50	3.805.580,60	1.227.538,11
8	2.343.675,00	3.459.618,73	1.115.943,73
9	2.130.613,63	3.145.107,94	1.014.494,30
10	1.936.921,49	2.859.189,03	922.267,55
Total	34.215.730,14	45.568.109,66	11.352.379,52

Observando os fluxos de caixa, verifica-se que estes projetos tem o mesmo horizonte de planejamento e receitas, que ocorrem logo no primeiro ano. Além disso, observa-se que o forno *container* apresenta receitas e custos maiores que o retangular.

A análise permite concluir que os projetos dos fornos *container* industrial e retangular de 40 estéreos são viáveis financeiramente e economicamente, ou seja, são viáveis a curto e longo prazo.

#### 4. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. R.; REZENDE, M. E. A. O Processo de carbonização contínua da madeira. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Produção e utilização de carvão vegetal**. Belo Horizonte: 1982. p.141-156 (Série de Publicações Técnicas, 8).

BARCELLOS, D. C. **Forno Container para produção de carvão vegetal: desempenho, perfil térmico e eliminação da poluição**. 2002. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

BRITO, J. O. Carvão vegetal no Brasil. A utilização da biomassa florestal, a madeira e o carvão na matriz energética brasileira. **Energia**, n.64, p.27-31, 1990.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. - CEPEA - **Informativo Mensal** – Setor florestal n.37. Disponível em: [www.cepea.esalq.usp.br/florestal/](http://www.cepea.esalq.usp.br/florestal/) (Acessado em janeiro de 2005).

FERREIRA, L. H. C. **Desenvolvimento de uma retorta metálica para carbonização de madeira.** 1988. 47f.  
Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

NOGUEIRA, C. P.; FRANÇA, G. A. C.; SOUZA JÚNIOR, L. Otimização da produção de carvão vegetal em escala industrial. In: SEMINÁRIO DE BALANÇOS ENERGÉTICOS GLOBAIS E UTILIDADES, 21., 1999, Vitória. **Anais...** Vitória: 1999. p.1-10 (Mimeoografado).

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA-SILVIMINAS. **Anuário Estatístico.** Disponível em <http://www.silviminas.com.br> (Acessado em 30 de agosto de 2004).

ZUCHI, P. S. **A evolução na produção de carvão vegetal e suas repercussões na produtividade e qualidade do carvão, nas condições de trabalho.** 2001. 143f.  
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.