

**FUNDAÇÃO INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISAS EM
CONTABILIDADE, ECONOMIA E FINANÇAS - FUCAPE**

ÉRICO COLODETI FILHO

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA EMPRESARIAL UTILIZANDO UMA
FUNÇÃO CUSTO**

**VITÓRIA
2007**

ÉRICO COLODETI FILHO

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA EMPRESARIAL UTILIZANDO UMA
FUNÇÃO CUSTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças (FUCAPE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis – nível Profissionalizante.

Orientador: Arilton Carlos Teixeira C.

**VITÓRIA
2007**

Dedico este trabalho aos
meus pais Érico e Célia,
ao meu irmão Vicente e
especialmente a minha
esposa Luciana

AGRADECIMENTOS

Aos professores Aridelmo Teixeira, Arilton Carlos Teixeira e Valcemiro Nossa pela preciosa dedicação, pela inestimável orientação e pelos valiosos aconselhamentos e incentivos que possibilitaram a conclusão deste trabalho.

A todos os professores e funcionários da FUCAPE, que possibilitaram que o autor tivesse uma formação das melhores do Estado e do País, como atestaram os últimos congressos, seminários e encontros nacionais na área de Contabilidade e Finanças.

Aos colegas de turma, pelas suas valiosas críticas e contribuições a este trabalho.

Aos amigos Alexandre Mora Matos, Luíz Claudio Louzada e Robson Zuccolotto, pela revisão e crítica deste trabalho.

E aos meus pais (Érico e Célia), minha esposa (Luciana), meu irmão (Vicente), parentes e amigos, pela compreensão em todos aqueles momentos em que o autor teve, por força dos estudos, de se ausentar temporariamente do magnífico convívio de todos.

RESUMO

Em 1990 houve uma redução das barreiras alfandegárias e abertura do mercado nacional, levando a indústria brasileira a se tornar tão competitiva quanto à indústria estrangeira. O objetivo é gerar eficiência com eliminação de desperdícios e redução de custos. Ao se eliminar desperdícios, a empresa visa aumentar seu valor de mercado gerando ganhos de capital para os donos ou acionistas. Nesse contexto está inserida a Espírito Santo Borrachas Ltda. Empresa de manufatura de artefatos de borracha, situada no município de Serra. Esta empresa foi objeto deste estudo, onde foram coletados dados por meio de relatórios e documentos fornecidos pela mesma, bem como por conversas informais com seus gestores, com o objetivo de detalhar os procedimentos para estimar uma função custo como ferramenta de previsão e tomada de decisão. Assim buscou-se responder ao seguinte questionamento: considerando os insumos produtivos, é possível estimar uma função com o objetivo de minimizar custo para geração de eficiência empresarial? Para responder a essa pergunta foram realizados testes estatísticos, utilizando modelo de regressão polinomial como instrumento de previsão para mudanças de cenários econômicos, onde buscou-se encontrar evidencia de retornos constantes de escala. Utilizou-se também a técnica de calibragem, com o intuito de confrontar seus resultados com os obtidos pela regressão em um intervalo de confiança de 95%. Esta pesquisa teve como suporte uma revisão bibliográfica onde fora salientada a visão da economia sobre o comportamento e estimativas de custos. Ao final, conclui-se através de análises de resultados que a empresa possui retorno constante de escala, e foi possível, também, estimar uma função custo como forma de prever e simular o comportamento dos custos para a tomada de decisão gerencial.

ABSTRACT

In 1990 there was a reduction of the customs barrier which resulted in an opening of the national market, which caused the Brazilian industry to become as competitive as the foreign industry. The objective was to promote efficiency with the elimination of waste and reduction of cost. With the elimination of waste, the company aimed to increase its market value thus generating capital gains for the owners or shareholders. In this context, Espirito Santo Borrachas Ltda, a company in the business of rubber artifacts and located in the municipality of Serra - ES, was inserted. This company was the object of this study. Data was gathered from the company's reports and documents as well as from informal conversations with company managers. The objective of this activity was to detail procedures to estimate a cost function as a tool for forecasting and decision making. As such, a search was undertaken to answer the following question: considering the productive inputs, is it possible to estimate a function with the aim of minimizing cost to develop company efficiency? To answer this question, statistical tests were conducted in which evidence of constant returns of scale was sought as well as a polynomial regression model as an instrument for forecasting changes in the economic scenarios. The calibration model was also used, with the intention of checking the results with those obtained by the regression analysis in an interval of confidence of 95%. This research had the support of a bibliographical review in which the economic view on the behavior and cost estimates was highlighted. Finally, it was concluded through the analysis of results that the company possesses a constant return of scale, and it was also possible to estimate a cost function as a way of forecasting and simulating the cost behavior for management decision making.

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comportamento preditivo da variável custo total.....	26
Gráfico 2 – Comportamento da PTF.....	29
Gráfico 3 – Projeção do comportamento da PTF.....	30

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado do modelo sem restrições.....	23
Tabela 2 – Resultado do modelo adicionado às restrições.....	23
Tabela 3 – Resultado obtido pela equação (6).....	24
Tabela 4 – Resultado obtido pela equação (7).....	24
Tabela 5 – Análise dos dados.....	41
Tabela 6 – Análise dos dados.....	44
Tabela 7 – Dados da produtividade total dos fatores (PTF).....	44
Tabela 8 – Dados projetados para produtividade total dos fatores (PTF).....	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Contexto.....	9
1.2 Situação Problema.....	10
1.3 Justificativa.....	10
1.4 Objetivos da Pesquisa.....	11
1.4.1 <i>Objetivo geral</i>	11
1.4.2 <i>Objetivo específico</i>	11
1.5 Limitações.....	11
2. REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Introdução.....	12
2.2 Definição de Custos Sob a Ótica da Economia.....	12
2.2.1 <i>Custos de oportunidade</i>	12
2.2.2 <i>Custos irreversíveis</i>	13
2.2.3 <i>Custo marginal ou custo incremental</i>	13
2.2.4 <i>Custo do uso de capital</i>	13
2.2.5 <i>Minimização de custos</i>	14
2.2.6 <i>Maximização do lucro</i>	14
3 METODOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	16
3.1 Natureza do Estudo.....	16
3.2 Classificação da Pesquisa.....	17
4 ESPÍRITO SANTO BORRACHAS – ESB	19
5 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	20
5.1 Mínimos Quadrados.....	20
5.1.1 <i>Tratamento e análise equações (3) e (4)</i>	23
5.1.2 <i>Tratamento e análise equações (6) e(7)</i>	24
5.2 Calibragem.....	28
5.3 Regressão x Calibragem.....	31
6 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICE A	38
APÊNDICE B	40
APÊNDICE C	43

Capítulo 1

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

Em 1990, houve uma redução das barreiras alfandegárias e abertura do mercado nacional, levando, então, a indústria brasileira à busca de investimentos em programas de qualidade e em melhoramento dos seus processos produtivos, com a finalidade de se tornarem tão competitivas quanto a indústria estrangeira. Dessa forma a otimização dos custos torna-se um fator importante em prol da competitividade, pois foi a partir dela que as organizações conseguiram concorrer em termos de preço com os produtos importados.

O cenário competitivo atual tem levado as empresas a aperfeiçoarem, constantemente, seus mecanismos de análise de resultados. O objetivo é gerar eficiência com eliminação de desperdícios e redução de custos. Ao se eliminarem desperdícios, a empresa visa aumentar seu valor de mercado, gerando ganhos de capital para os donos ou acionistas.

Um item importante é saber selecionar os insumos produtivos, verificando seu comportamento em relação aos diferentes níveis de produção. Nesse sentido, os gestores vêm utilizando técnicas matemáticas e estatísticas que auxiliem no processo de gestão. Trabalhos como o de Colodeti Filho *et alii* (2003) demonstram como essas ferramentas, em especial a técnica de regressão linear, auxiliam a tomada de decisão com o objetivo de melhorar o resultado da firma, por meio da otimização dos custos.

1.2 SITUAÇÃO PROBLEMA

De acordo com Hansen e Mowen (2001, p. 30), “o ambiente econômico atual criou a necessidade de uma reestruturação da gestão de custos”, ou seja, para as empresas (de manufatura e de serviços) conhecer seus custos (na busca de um melhor atendimento aos seus clientes e de uma melhor rentabilidade) torna-se um item altamente relevante para que elas continuem “sobrevivendo”.

Contudo, além de conhecer seus custos, as organizações devem, também, trabalhá-los para que se possa maximizar o lucro, tendo como suporte a escolha criteriosa dos insumos envolvidos no processo. Com base nas afirmações anteriores, chega-se ao problema norteador dessa pesquisa:

Considerando os insumos produtivos, é possível estimar uma função com o objetivo de minimizar custos para geração de eficiência empresarial?

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÃO ESPERADA

Considerando a competitividade entre as empresas fornecedoras da indústria nacional (sendo essa dos setores automotivo, mineração, alimentos, celulose, hospitalar...), em que se encontra a Espírito Santo Borrachas - ESB, observa-se um aumento nas exigências dos seus clientes por preço, qualidade, pontualidade nas entregas ... Assim sendo, as pequenas e médias empresas estão passando por um processo de reestruturação em que é imprescindível e fundamental ter um processo de tomada de decisão que maximize seus resultados. Para atingir esse objetivo, é preciso selecionar insumos para a obtenção de um determinado nível de produção com o mínimo de custo.

A escolha da empresa, como objeto de estudo para esta pesquisa, justifica-se pela facilidade na obtenção das informações pertinentes ao desenvolvimento do trabalho em questão.

Face ao exposto, este trabalho espera contribuir com o processo de tomada de decisão, apresentando uma metodologia voltada para maximização do lucro.

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.4.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é estimar uma equação de previsão de custo, considerando as variações nos insumos produtivos com o intuito de verificar se há eficiência empresarial, em uma pequena empresa que está inserida no setor de borracha. Para tanto, será estimada uma função custo, assumindo uma função de produção com retornos constantes de escala.

1.4.2 Objetivo específico

Pretende-se alcançar, também, o seguinte objetivo específico:

- Verificar se a empresa está maximizando lucro, ou seja, se o preço do bem final é igual ao do custo marginal.

1.5 LIMITAÇÕES

A pesquisa apresenta como limitação o número de observações. Foram analisados 76 meses (Janeiro de 1999 a Abril de 2005). Esperava-se aumentar essa base de dados, contudo a empresa pesquisada, não liberou os dados solicitados.

Capítulo 2

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é apresentar uma fundamentação teórica para embasar os estudos sobre a eficiência da firma. Para tanto, será apresentado um estudo de custos sob a ótica da Economia.

2.2 DEFINIÇÃO DE CUSTOS SOB A ÓTICA DA ECONOMIA

A economia projeta seus esforços nas perspectivas futuras da empresa. Uma de suas preocupações são os Custos Econômicos, que são as oportunidades perdidas de uma empresa.

2.2.1 Custos de oportunidade

A escassez de recursos obriga aos produtores a realizarem escolhas para a produção. “Em um mundo de recursos limitados, a oportunidade de produzir um bem significa deixar de produzir outro” (SOUZA, 2003, p. 27).

Nesse sentido Hall e Lieberman (2003, p. 23), salientam que “o custo de oportunidade de qualquer escolha é o valor da melhor alternativa sacrificada quando da prática de um ato”.

2.2.2 Custos irreversíveis

Os custos irreversíveis são aqueles gastos que não podem ser recuperados, eles são visíveis, contudo deveriam ser ignorados nas tomadas de decisões. Esses custos também representam um outro tipo de custo fixo, segundo Varian (2000, p. 379), “a pintura é um custo fixo, mas é também um custo irrecuperável, pois representa um pagamento que, uma vez feito, não pode mais ser recuperado”.

2.2.3 Custo marginal (CMg) ou custo incremental

De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2002, p. 207), custo marginal “é o aumento de custo ocasionado pela produção de uma unidade adicional de produto”, ou seja, “é apenas o aumento no custo variável ocasionado por uma unidade extra de produto”.

Troster e Mochón (1999, p. 106) salientam que o custo marginal “pode expressar-se como a razão da mudança no custo total ante uma mudança na produção”.

2.2.4 Custo de uso do capital

Esse conceito define que o capital investido em um projeto, como a compra de uma aeronave, possui um custo, já que este poderia estar gerando uma receita de juros. Essa receita de juros é justamente o que a economia chama de custo do capital, ou seja, quanto a empresa deixou de ganhar no mercado financeiro já que ela optou por imobilizar o capital.

2.2.5 Minimização de custos

No que tange aos custos, um problema que persegue as empresas é justamente “selecionar insumos para a obtenção de um determinado nível de produção com o mínimo de custo” (PINDYCK e RUBINFELD, 2002, p. 214), para que se possa, então, maximizar seus lucros já que este é o seu objetivo final.

Para solucionar o problema de minimização de custos, é preciso utilizar uma função custo.

Suponhamos que tenhamos dois fatores de produção de preços w_1 e w_2 e que queiramos encontrar o meio mais barato de alcançar um dado nível de produção y . Se x_1 e x_2 medirem as quantidades utilizadas dos dois fatores, e $f(x_1, x_2)$ for a função de produção da empresa, podemos escrever esse problema como: $\min_{x_1, x_2} w_1 x_1 + w_2 x_2$ de modo que $f(x_1, x_2) = y$ (VARIAN, 2000, p.369).

A escolha dos insumos é um fator de real importância para que se consiga minimizar os custos de uma determinada entidade, ou seja, “[...] uma empresa visando à minimização dos custos opta por uma combinação de insumos para poder obter um dado nível de produção”. (PINDYCK e RUBINFELD, 2002, p. 220).

2.2.6 Maximização do lucro

Rossetti (2002, p. 469) salienta que “[...] o objetivo crucial da empresa é a maximização do lucro”, ou seja, “independentemente do regime concorrencial existente, esse objetivo implica a definição do ponto de lucro máximo, dado [...] pela máxima distância entre a receita total e o custo total”.

Contudo a Contabilidade e a Economia possuem conceitos distintos de lucro. Segundo Thompson Jr. (2003, p. 159):

Para o contador, “lucro” geralmente significa a receita total menos o custo incorrido; logo, o lucro contábil é um conceito *expost* baseado nas

transações passadas e nos fatos históricos. Para o economista, “lucro” significa a receita total menos todos os custos – não só as despesas efetivas incorridas pela firma, mas também uma previsão para um retorno “normal” sobre o capital do proprietário.

Capítulo 3

3. METODOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

3.1 NATUREZA DO ESTUDO

Para o desenvolvimento deste trabalho, buscou-se um levantamento bibliográfico em artigos e livros sobre custos, minimização de custos e maximização do lucro. Com base nessa revisão bibliográfica, foi construído o arcabouço teórico, que sustenta a pesquisa realizada em uma empresa de pequeno porte, produtora de artefatos de borracha, com a finalidade de verificar sua eficiência na maximização de lucro, utilizando o conceito econômico de minimização de custos, testados por meio de modelos de regressão linear e de calibragem.

A Análise de Regressão permite, com base nos dados históricos colhidos, se construir uma reta que melhor se ajusta a um conjunto de pontos representativos de dados sobre o comportamento das variáveis utilizadas. Levine *et alii* (2000, p. 514) salientam que “a análise de regressão é utilizada principalmente com o objetivo de previsão”. Para Carmo *et alii* (2000, p. 21), a “regressão consiste em, com base em uma série de dados a respeito de duas ou mais variáveis, encontrar uma equação que melhor represente a relação entre elas”.

Para calibragem, Cooley (1995, p. 15) salienta que “A descrição do ambiente econômico e o conceito de equilíbrio fornecem juntos uma estrutura que podemos usar para estudar ciclos de negócio”, ou seja, levando em consideração as restrições, pode-se projetar um modelo “para explicar crescimento de longo prazo, podendo ser também capaz de explicar flutuações”. (tradução nossa).

Para tanto, foram coletados, por meio de uma pesquisa de levantamento, os insumos produtivos inerentes ao processo. Esses dados referem-se aos níveis de produção, custo total e custo dos insumos por unidade, todos compreendidos no período de janeiro de 1999 a abril de 2005. Limitou-se trabalhar com esse período devido à facilidade na obtenção desses dados.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A metodologia empregada neste estudo pode ser classificada como estudo de caso, pesquisa bibliográfica e pesquisa documental. Yin (2001, p. 21) salienta que:

O estudo de caso permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real – tais como ciclo de vida individuais, processos organizacionais e administrativos, mudanças ocorridas em regiões urbanas relações internacionais e a maturação de alguns setores.

Para Gil (1996, p.58), o estudo de caso “é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento”.

A pesquisa bibliográfica consiste no levantamento e análise do que já foi escrito sobre o tema a ser pesquisado. Segundo Ruiz (1996, p.57):

Qualquer espécie de pesquisa, em qualquer área, supõe e exige pesquisa bibliográfica prévia, quer à maneira de atividade exploratória, quer para o estabelecimento do *status quaestionis*, quer para justificar os objetos e contribuições da própria pesquisa.

É também documental, pois “vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa” (GIL, 1999, p.66). Nesse contexto, foram analisados relatórios, coletados na empresa objeto de estudo, com dados mensais compreendidos entre janeiro de 1999 a abril de 2005.

Por fim, para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizada a metodologia da regressão linear, em que estimou uma função custo, utilizando os mínimos quadrados ordinários. De acordo com Carmo *et alii* (2000, p.31), “os métodos mais utilizados para a estimação dos parâmetros da regressão são os dos Mínimos Quadrados Ordinários e da Máxima Verossimilhança”. O primeiro foi escolhido por apresentar uma maior facilidade no tratamento dos dados.

Foi, também, utilizada a técnica de calibragem para se estimar uma função custo.

A fim de melhor entendimento do arcabouço teórico, os textos em inglês encontram-se traduzidos.

Capítulo 4

4. ESPÍRITO SANTO BORRACHAS – ESB

A Espírito Santo Borrachas foi fundada em 29 de Setembro de 1987, com a finalidade de produzir artefatos de borracha visando inicialmente ao atendimento de peças especiais de produção seriada e contínua.

É uma empresa genuinamente nacional, de capital fechado, com sede e foro no município da Serra, na rua 2B, lotes 23 e 24, quadra III, Civit II, Estado do Espírito Santo, com uma área construída de 2.041m² em edificações em terreno próprio de 5.000 m².

Decorridos 17 anos de sua fundação e passada por várias fases de capacitação, encontra-se em condições de atender a uma área do mercado no segmento de borrachas muito exigente que é o setor automobilístico.

Ao longo desses anos, a ESB especializou-se na produção de um determinado produto¹ que é considerado crítico dada a sua complexidade produtiva, e que hoje representa quase 100% da sua receita.

Na Tabela 1 (Apêndice B), são evidenciadas todas as informações para o desenvolvimento dos modelos estatísticos, como o custo total e seus respectivos níveis de produção (em meses), assim como taxas de empréstimos para capital de giro² (Essas taxas foram denominadas, para fins de desenvolvimento deste trabalho, de r_t) e o custo dos insumos³ produtivos por unidade, chamados de p_t .

¹ Não será divulgado o nome nem o tipo de produto por questões de concorrência.

² Fonte: www.bcb.gov.br

³ Os insumos não serão divulgados por se tratar de segredo industrial.

Capítulo 5

5. TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Para o desenvolvimento da pesquisa, será estimada uma função custo por meio de duas abordagens, a primeira utilizando a metodologia dos mínimos quadrados, e a segunda usando o método da calibragem.

5.1 MÍNIMOS QUADRADOS

Para a primeira metodologia, será utilizado o modelo estimado a partir do modelo proposto por Varian (2000), sendo este a função custo total dada por:

$$Ct = \min_{K,L,N} \{rK + wL + pN\} \quad (1)$$

Sujeito a: $y = AK^\theta L^\beta N^\alpha$

Onde:

A = produtividade total dos insumos;

Ct = custo total;

K = quantidade de capital usada pela firma;

L = quantidade de trabalho usada pela firma;

N = quantidade de todos os demais insumos;

r = preço do capital;

w = preço do trabalho;

p = preço dos insumos;

y = quantidade produzida;

θ, β, α = coeficientes da função produção.

Resolvendo a equação, encontra-se a seguinte expressão matemática:

$$C_t = C r^\theta w^\beta p^\alpha y^{\frac{1}{\alpha+\beta+\theta}}; \quad (2)$$

Adicionando logaritmo à equação, tem-se:

$$\log_e(C_t) = C + \theta \log_e r + \beta \log_e w + \alpha \log_e(p) + \frac{1}{\alpha + \beta + \theta} \log_e y; \quad (3)$$

Em que:

\log_e = logaritmo neperiano.

Cabe aqui uma pergunta: Teria a firma retornos constantes de escala? Em outras palavras, seria a soma dos coeficientes $\alpha + \beta + \theta$ igual a um? Para verificar esta hipótese, será adicionada à equação (3) a seguinte restrição: $\alpha + \beta + \theta = 1$.

$$\log_e(C_t) = \log_e C + \theta \log_e r + \beta \log_e w + (1 - \theta - \beta) \log_e(p) + \log_e y; \quad (4)^4$$

Pôde-se ainda fazer um novo rearranjo do modelo. Subtraindo $\log_e p$ nos dois lados da expressão (4), tem-se:

$$\log_e(C_t) - \log_e p = \log_e C + \theta \log_e r + \beta \log_e w + (1 - \theta - \beta) \log_e p + \log_e y - \log_e p; \quad (5)$$

Reformulando a equação (5), obtém-se⁵:

$$\log_e \left(\frac{C_t}{p_t} \right) = \alpha + \theta \log_e \left(\frac{r_t}{p_t} \right) + \beta \log_e \left(\frac{w_t}{p_t} \right) + \log_e y + e_t \quad (6)$$

Pode-se ainda obter uma outra expressão a partir da equação (6). Subtraindo $\log_e y$ de ambos os lados da equação (6), obteve-se a expressão abaixo:

⁴ Os resultados assim como as análises dos testes das equações (3) e (4) encontram-se no tópico 4.1 deste capítulo.

⁵ Para os interessados neste desenvolvimento algébrico, ver o Apêndice A do trabalho.

$$\text{Log}_e \left(\frac{CMe_t}{p_t} \right) = \alpha + \theta \log_e \left(\frac{r_t}{p_t} \right) + \beta \log_e \left(\frac{w_t}{p_t} \right) + e_t \quad (7)$$

Em que:

$\left(\frac{C_t}{p_t} \right)$ = custo total dividido pelo preço dos insumos;

α = coeficiente de interseção da reta ajustada;

$\left(\frac{r_t}{p_t} \right)$ = preço do uso de capital dividido pelo preço dos insumos;

$\left(\frac{w_t}{p_t} \right)$ = valor do salário dividido pelo preço dos insumos;

$\log_e y$ = produção mensal;

e_t = choque aleatório;

$\left(\frac{CMe_t}{p_t} \right)$ = custo médio dividido pelo preço dos insumos.

Para estimar as equações (6) e (7), foram utilizados dados mensais⁶, (Tabela 1, Apêndice B) cobrindo o período de janeiro de 1999 a abril de 2005.

⁶ Para corrigir eventuais problemas causados pelo fator temporal, todos os dados foram desazonalizados.

5.1.1 Tratamento e Análise dos Dados das Equações (3) e (4)

O teste da equação (3), sem restrições, apresenta os resultados, demonstrados na Tabela 1:

Tabela 1: Resultados do Modelo sem Restrições

Variáveis	Coeficientes	P-Value	R ²
Constante	3,523473	0,0000	
logr	0,023007	0,1987	
logw	0,002731	0,8869	94,65%
log(p)	0,004262	0,2712	
logy	0,346315	0,0000	

As variáveis⁷ $\log r$, $\log w$ e $\log(p)$ apresentam coeficientes não-significantes. Contudo o teste F apresentou valor de 313.8307, tendo, então, o modelo significância global.

Esta hipótese não foi rejeitada para o nível de significância de 95%, sendo a estatística F, com 1 grau de liberdade no numerador e 71 graus de liberdade no denominador, de 1225.57.

O teste da equação (4) gerou os resultados apresentados na Tabela 2:

Tabela 2: Resultados do Modelo Adicionado as Restrições

Variáveis	Coeficientes	P-Value	R ²
Constante	1,506047	0,0104	
logr	0,504726	0,0000	2,25%
logw	0,489878	0,0000	
logy	0,389617	0,0209	

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram distinções com relação à estimação da equação (3) mostradas na Tabela 1. Apesar dos valores dos coeficientes, para todas as variáveis serem significantes para um nível de confiança de 95% e o teste das restrições apresentar geração de eficiência empresarial, o R-quadrado indica um baixo poder explicativo do modelo. Neste caso, o modelo não

⁷ As variáveis utilizadas nas Tabelas 1 e 2 são respectivamente: logaritmo do preço do capital, logaritmo do preço do trabalho, logaritmo do preço dos insumos e logaritmo da quantidade produzida.

permite analisar o comportamento da empresa frente à mudança nos preços relativos, pois sua capacidade de previsão é baixa.

5.1.2 Tratamento e Análise dos Dados das Equações (6) e (7)

➤ Resultados Obtidos

Tabela 3: Variável dependente C_t/p_t

Variáveis	Coeficientes	P-Value	R ²
Constante	1,241009	0,0000	98,82%
logrt/pt	0,419927	0,0000	
logwt/pt	0,083455	0,0561	
logy	0,705900	0,0000	

Tabela 4: Variável dependente Cme_t/p_t

Variáveis	Coeficientes	P-Value	R ²
Constante	0,575668	0,0000	81,06%
logrt/pt	0,248079	0,0000	
logwt/pt	-0,006446	0,8718	

➤ Análise dos Resultados

Numa primeira análise dos resultados, verificou-se no teste D (*Durbin-Watson*) que havia autocorrelação entre os resíduos, rejeitando-se a hipótese nula. Contudo esses resultados puderam ser corrigidos, acrescentando às regressões o modelo auto-regressivo de primeira ordem de Markov.

Após as correções verifica-se que os resultados demonstrados na Tabela 3 mostram os coeficientes das variáveis r_t / p_t e $\log y$ significantes, já a variável w_t / p_t obteve um coeficiente não-significante. Na Tabela 4, somente a variável w_t / p_t mantém-se não significativa para um nível de confiança de 95%. Para as outras variáveis, obtiveram coeficientes significantes.

Num teste conjunto, ou seja, $H_0 : \alpha_i = 0 \forall i$ e $H_1 : \alpha_i \neq 0 \forall i$ para os modelos acima (5 e 6), observa-se em seus testes F(K,n – R) os valores de 1137.889 e

73.830, tendo, então significância global, ou seja, para ambos os casos rejeita-se a hipótese H_0 .

O valor do R^2 de 98,82% e de 81,06% significa que há considerável alta do poder explicativo, uma vez que R^2 pode ser no máximo 1. Um outro aspecto a ser analisado é o R-ajustado que, nesse caso, foram de: 98,73% e 79,96%, ou seja, muito próximo dos valores obtidos pelo R^2 , indicando que há um bom ajuste da reta de regressão dos modelos.

Usando os resultados contidos na Tabela 3, pode-se calcular rapidamente qual o custo marginal e médio da produção. Baseado nestes resultados, podem-se agora tomar decisões diante de mudanças de cenários para a empresa pesquisada. Um exemplo simples é comparar a relação entre preço e custo marginal. Em outras palavras, sabendo quanto custa produzir uma unidade adicional do bem e comparando este valor com o preço, pode-se prever como o aumento da produção afetará o lucro da ESB.

➤ Poder Preditivo

Os gestores, a todo momento, tomam decisões, na tentativa de melhor aplicar os recursos que lhes são dados. Nesse contexto, faz-se necessário realizar uma análise prévia das alternativas que melhor otimizem esses recursos, com o intuito de minimizar os riscos inerentes às tomadas de decisões.

Assim sendo, alternativas deverão ser abandonadas, mas seus benefícios rejeitados devem ser “mensurados e considerados no resultado apurado da decisão tomada com o propósito de se conhecer a contribuição efetiva da escolha feita para com o resultado global da empresa” (NASCIMENTO e SOUZA, 2003, p.02).

Nesse ponto, encontra-se o risco de não obter-se a remuneração pelo capital investido, ou seja, a gestão dos insumos é um fator preponderante para se obter níveis de custos adequados para geração de eficiência empresarial.

Em relação à empresa estudada, a Tabela 2 (tópico 4.1) evidencia a geração de eficiência empresarial, caracterizada pela gestão dos insumos produtivos. Contudo cabem aqui dois questionamentos: E se o cenário econômico mudasse, afetando o custo? O gestor da Espírito Santo Borrachas (ESB) teria condições de verificar essa variação?

Para responder a essa pergunta, foram acrescentados ao ano de 2005 dados fictícios (compreendidos entre maio a agosto) representados na Tabela 6⁸, com o objetivo de simular uma situação de previsão. Nesse intuito, foi utilizada equação de regressão (6) para verificar tal comportamento, encontrando-se os seguintes resultados:

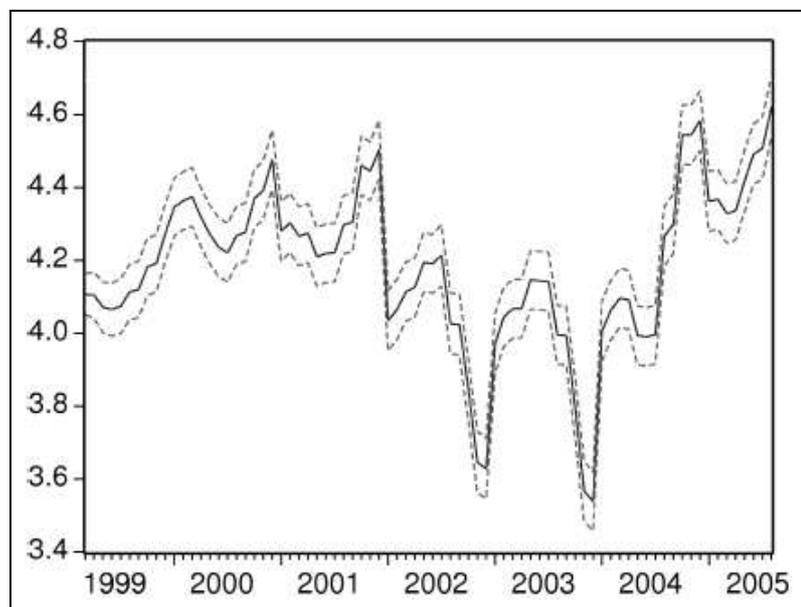


Gráfico 1: Comportamento preditivo da variável custo total.

⁸ A Tabela 6 encontra-se no Apêndice C deste trabalho.

O gráfico 1 demonstra a proximidade dos valores previstos (linha contínua) com os valores reais (linha pontilhada que demonstra os limites superior e inferior), para variável custo total, do conjunto de dados utilizados.

A ESB poderá usar a equação (6) como meio de prever níveis de custos nas tomadas de decisões. Para um melhor entendimento de como o modelo pode ajudar na tomada de decisão, tem-se a seguinte situação hipotética: O gestor da Espírito Santo Borrachas (ESB) quer prever o custo final de seu produto para outubro de 2006. Sabendo que a empresa vai atingir uma produção de 5500 peças, com uma taxa de capital de giro em 81,50% a.a, sendo o preço dos insumos de R\$ 4,80 e o salário de R\$ 400, como ficaria então o custo? Para encontrar a resposta, é preciso reescrever a fórmula, da equação (6), substituindo as variáveis pelos valores acima descritos, sendo: $\log_e y$ por 3,740363, ou seja, logaritmo de 5500; $\log_e r_i / p_i$ por 1,229916, $\log(81,50/4,80)$; $\log_e w_i / p_i$ por 1,920819, $\log(400/4,80)$. Nesse contexto, a equação ficaria assim:

$$\text{Log}_e \left(\frac{\hat{C}_t}{p_t} \right) = 1,241009 + 0,419927 * 1,229916 + 0,083455 * 1,920819 + 0,705900 * 3,740363$$

O resultado seria de R\$ 4,56. Com esse resultado, o gestor da ESB poderá fazer todo um planejamento orçamentário, otimizando seus recursos maximizando sua lucratividade.

Contudo, chegando o mês em questão, uma situação poderia acontecer, ou seja, um aumento no custo estimado de R\$ 0,70 gerando assim um custo real de

R\$ 5,26, alterando, também, o custo médio⁹ estimado (\hat{CM}_e) de R\$ 1,12 para um custo médio real (CM_e) de R\$ 1,25.

Agora o gestor pode identificar o que ocasionou a alteração no seu custo, o que antes não ocorria, pois não havia como prever seu comportamento. Poderiam ter ocorrido mudanças, por exemplo, na economia, gerando acréscimo de valor (não esperados) nos insumos produtivos, na taxa de capital de giro, ou no salário pago. E se não fosse isso? Ele poderá descobrir eventuais erros nos relatórios contábeis que mascararam a realidade, gerando então tal distorção. Nesse caso, a previsão dos custos pela regressão poderá ser utilizada como ferramenta de controle de agente.

De qualquer forma, utilizar o modelo proposto para realizar previsões *ex post* ajudará a empresa a conhecer seus custos, seu nível de eficiência ou de ineficiência (como visto no exemplo acima), a estimar níveis orçamentários mais confiáveis, com menor risco de incerteza.

5.2 CALIBRAGEM

A técnica de calibragem será usada, na tentativa de encontrar uma equação de custo mais confiável, já que os coeficientes das equações (6) e (7) se mostraram inconstantes. Para isso, foram coletados nos balanços¹⁰ da empresa informações sobre o lucro obtido, os juros pagos, salários, pró-labore e receita total. Essas informações foram adicionadas em duas fórmulas, sendo:

$$\theta = \frac{\text{Lucro} + \text{Juros}}{\text{ReceitaTotal}} \quad (8)$$

⁹ Esses valores estão com base em logaritmo.

¹⁰ A empresa não permitiu a divulgação dos seus balanços.

$$\beta = \frac{\text{Salários} + \text{Pró-labore}}{\text{ReceitaTotal}} \quad (9)$$

Após os cálculos para cada ano, ou seja, para cada balanço, entre 1999 a 2005, foi realizada uma média dos resultados chegando aos seguintes valores:

$$\theta = 0,1858$$

$$\beta = 0,0915$$

De posse dos valores dos coeficientes, pode-se estimar o custo de produção pela fórmula descrita abaixo:

$$C = A^{-1} * \theta^{-\theta} * \beta^{-\beta} * (1 - \theta - \beta)^{-(1-\theta-\beta)} * w^{-\beta} * r^{-\theta} * p^{-(1-\theta-\beta)} * y \quad (10)$$

$$\text{Onde, } A = \frac{y_t}{K_t^\theta L_t^\beta N_t^{1-\theta-\beta}} \quad (11)$$

Resolvendo¹¹ a equação (11) para cada ano da base de dados, tem-se:

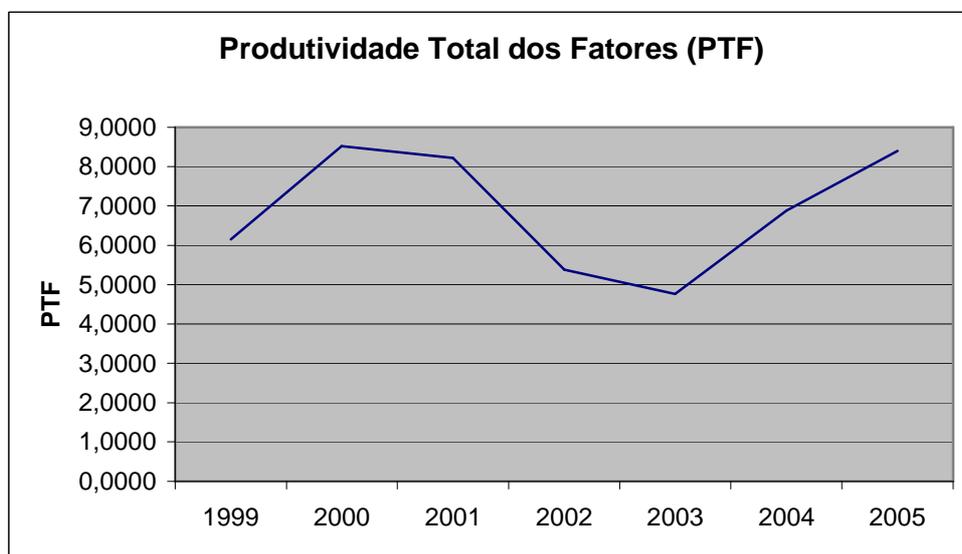


Gráfico 2: Comportamento da PTF.

O gráfico 2 demonstra que não há tendência para a produtividade dos insumos usados pela firma entre 1999 a 2005. Parte do que ocasionou esse

¹¹ As tabelas contendo esses valores encontram-se no Apêndice C deste trabalho.

comportamento pode estar vinculado à queda de produtividade gerada por questões mercadológicas e contratuais. Contudo verifica-se que, a partir de 2004, a empresa retoma o crescimento do seu PTF (produtividade total dos fatores). Esse crescimento pode ser devido à mudanças de modelos de gestão, bem como a própria diretoria da empresa¹².

Para confirmar essa tendência foi feita uma projeção¹³ dos valores da PTF para os anos de 2006 a 2008, conforme demonstrado no Gráfico abaixo, onde pode-se perceber uma evolução positiva no seu comportamento, favorecendo então o uso dessa técnica para previsão de cálculo de custos.

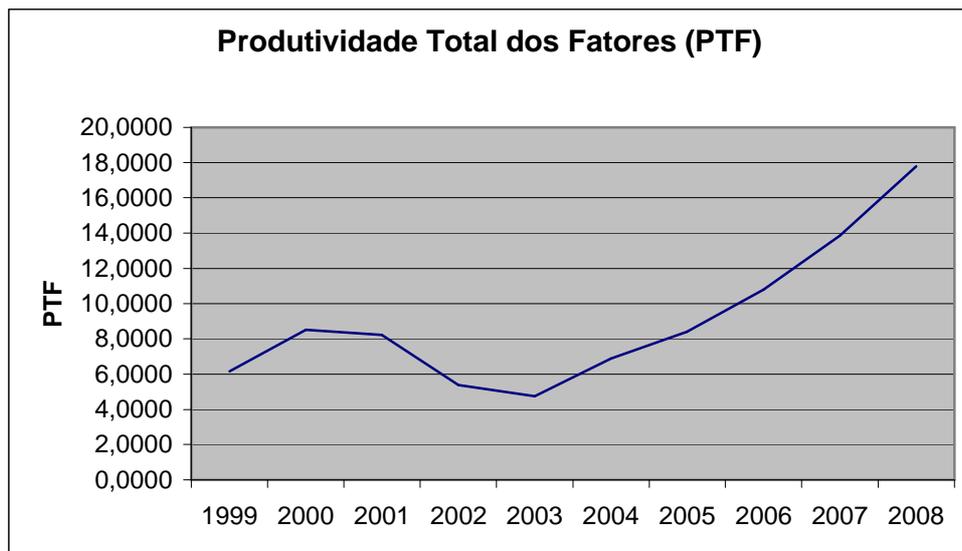


Gráfico 3: Projeção do comportamento da PTF (de 2006 a 2008).

➤ Simulação

Diferentemente da técnica dos mínimos quadrados, que pode ser utilizada para fazer previsões, a técnica da calibragem é utilizada para fazer simulações de cenários, neste caso, simulação de valores de custos.

¹² A empresa em 2004 foi vendida e reestruturada.

¹³ A Tabela 8, onde se encontram os valores projetados, encontra-se no Apêndice C desse trabalho.

Por exemplo, resolvendo a equação (10) o valor do custo apurado seria de R\$ 5,19, este valor encontra-se dentro de um intervalo de confiança de 95% (com limites superior e inferior de 1,96) em relação ao exemplo encontrado na p. 27 deste trabalho, onde apurou-se um valor de custo de R\$ 4,56.

5.3 REGRESSÃO X CALIBRAGEM

No que tange às metodologias a ESB poderá utilizá-las tanto para fazer previsões, quanto para realizar simulações de variação de custos, já que os resultados dos exemplos descritos se mostraram ajustados dentro de um intervalo de confiança de 95%. Neste caso os gestores da ESB poderiam utilizar as duas metodologias para as estimativas de futuros valores de custo. Essa busca por um prognóstico sobre valores de custos é de suma importância para a empresa estudada, já que um dos pontos do seu diferencial competitivo é justamente o custo de seu produto.

Capítulo 6

6. CONCLUSÃO

Esta pesquisa objetivou estimar uma equação de previsão de custos, com o intuito de facilitar a tomada de decisões. A idéia básica é de que a firma possa minimizar custos, implicando a maximização do lucro e do valor da empresa. Para tanto foram utilizados dados coletados na empresa, objeto deste estudo, compreendendo o período de janeiro de 1999 a abril de 2005, perfazendo um total de 76 observações.

Após os testes realizados e análises dos seus resultados, pode-se dizer que a metodologia dos mínimos quadrados, descrita na equação (4), evidencia retorno constante de escala para a empresa, contudo o modelo não possui poder preditivo ($R^2 = 2,25\%$), não atendendo ao objetivo proposto.

Nesse contexto a equação que apresentou melhores resultados foi a equação (6). Esta tem um poder explicativo de 98,82%, e os testes de seus coeficientes apresentam resultados melhores do que da equação (7), contudo os valores de seus coeficientes variam muito não demonstrando confiabilidade para o uso da técnica em previsão.

Na tentativa de se resolver esse problema, foi utilizada a técnica de calibragem para encontrar valores de custos e compará-los com os da regressão, dentro de um intervalo de confiança de 95%. Os resultados mostraram, que independente dos coeficientes das equações de regressão estarem incostantes, estes estão dentro da estimativa do intervalo de confiança.

Com isso, as metodologias poderão ser utilizadas tanto para simulação quanto para previsão de custos, ou seja, em situações de mudança de cenário econômico onde ocorram variações nos preços dos insumos produtivos utilizado pela empresa, a ESB poderá utilizar a equação (6) como forma de prever os custos decorrentes dessas mudanças e assim melhorar a sua eficiência empresarial utilizar a equação (10) para simular as variações nesse custo.

Assim, sugere-se, para o desenvolvimento de novas pesquisas:

- Fazer estudos da mesma natureza em outras empresas do mesmo setor;
- Ampliar, nos testes, o número de observações para um melhor ajuste dos dados;

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Antônio Maria Henri Beyle de; RAMOS MARQUES, Rogério. **Análise do grau de alavancagem financeira das empresas metalúrgicas (aço) que atuam na economia brasileira**. São Paulo: USP; 2002. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/congressosp.htm>>. Acesso em 25 jun. 2003.

ATKINSON, Anthony A. *et al.* **Contabilidade Gerencial**. São Paulo: Atlas, 2000.

AIDA, Marcelo. Análise do ABC do custo meta sob uma abordagem teórica. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 2002, Salvador. **Anais do XXVI ENANPAD**. Salvador: ANPAD, 2002.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **Gestão de custos e formação de preços: Com aplicações na calculadora HP 12c e excel**. São Paulo: Atlas, 2002.

CALLADO, Aldo L. C.; CALLADO, Antonio A. C. **Gestão de custos: apresentação de um modelo quantitativo sobre custos indireto de produção**. São Paulo: USP, 2002. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/congressosp.htm>>. Acesso em 25 jun. 2003.

_____; _____. Custos no processo de tomada de decisão em empresas rurais. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 2002, Salvador. **Anais do XXVI ENANPAD**. Salvador: ANPAD, 2002.

CARMO, Heron Carlos E. do; SARTORIS, Alexandre; BRAGA, Márcio Bobik. Modelo de regressão linear geral. In: VASCONCELLOS, Marco Antônio Sandoval; ALVES, Denesard. **Manual de economia: nível intermediário**. São Paulo: Atlas, 2000.

COELHO, Antonio Carlos; LOPES, Alexandro Broedel. Avaliação da prática de apropriação discricionária na apuração de lucro por companhias abertas brasileiras conforme seu grau de alavancagem. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 2005, Brasília. **Anais do XXVI ENANPAD**. Brasília: ANPAD, 2005.

COELHO, Paulo Sérgio de Souza. Programação matemática aplicada a gestão de performance de unidades de negócio. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 2005, Brasília. **Anais do XXVI ENANPAD**. Brasília: ANPAD, 2005.

COOLEY, Thomas F. **Frontiers of business cycle research**. New Jersey: Princeton University Press, 1995.

CREPALDI, Silvio Aparecido. **Contabilidade gerencial (Teoria e Prática)**. São Paulo: Atlas, 1998.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; MELLON, B. A model for optimizing production by reference to cost surrogates. **Econometrica**, v.23 n.3, p. 307-323, jul.1955. Disponível em: <<http://www.jstor.org/>>. Acesso em 03 jul.2004.

DALMÁCIO, Flávia Zóboli; FILHO, Hélio Zanquetto. Avaliação da relação entre a performance e a taxa de administração dos fundos de ações ativos brasileiros. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM

ADMINISTRAÇÃO, 2005, Brasília. **Anais do XXVI ENANPAD**. Brasília: ANPAD, 2005.

FARIA, Ana Cristina de; NAKAGAWA, Masayuki. **A controladoria no processo de identificação, mensuração e eliminação dos desperdícios / custos logísticos escondidos**. São Paulo: USP, 2002. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/congressosp.htm>>. Acesso em 25 jun. 2003.

FILHO, Érico Colodeti; GOMES, Carlos Eduardo de Almeida; TEIXEIRA, Aridélmo José Campanharo. Uma reflexão sobre a segregação dos custos com o uso da análise de regressão linear: o caso da espirito santo borrachas. **Anais do 3º Congresso USP Controladoria e Contabilidade**. São Paulo: 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

_____. **Projeto de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas; 1996.

GREENE, William H. **Econometric analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

HALL, Robert E.; LIEBERMAN, Marc. **Microeconomia princípios e aplicações**. São Paulo: Thomson, 2003.

HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryane M. **Gestão de custos: Contabilidade e Controle**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.

HILL, Carter.; GRIFFITHS, William.; JUDGE, George. **Econometria**. São Paulo: Saraiva, 2000.

HORNGREN, Charles T.; FOSTER, George.; DATAR, Srikant M. **Contabilidade de custos**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

ISHIMOTO, Osamu. Cost minimization of nonconvex firms under prices in normal cones. **International Economic Review**, v. 35 n. 4, p. 1019 – 1028, nov. 1994. Disponível em: <<http://www.jstor.org/>>. Acesso em 01 jul. 2004.

JIAMBALVO, James. **Contabilidade gerencial**, São Paulo: LTC, 2001.

JUNIOR, Jorge David. **A utilização de métodos quantitativos na contabilidade gerencial: uma abordagem empírica**. São Paulo: USP, 2002. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/congressosp.htm>>. Acesso em 25 jun. 2003.

LEONE, Rodrigo José Guerra. A importância da programação matemática: o caso fictício da empresa El Toro. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 2002, Salvador. **Anais do XXVI ENANPAD**. Salvador: ANPAD, 2002.

LEVINE, David M.; BERENSON, Mark L.; STEPHAN, David. **Estatística: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas; 2000.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MATIAS, Márcia Athayde de; SILVA, César Augusto Tiburcio; VIEIRA, Leonardo. Análise de padrões de comportamento de preços com fins de projeção de receita: testes estatísticos em uma série temporal de preços da commodity cobre. BBR –

Brazilian Business Review, v. 2, n° 2. jul./dez. 2005. Disponível em: <http://www.bbronline.com.br>. Acesso em 02 abr. 2006.

MAHER, Michael. **Contabilidade de custos**: Criando Valor Para a Administração. São Paulo: Atlas, 2001.

MCCLAVE, James T.; BENZAON, P. George; SINCICH, Terry. **Statistics for business and economics**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

MOREIRA, Ariosvaldo Aílton dos Santos *et al.* **Sistema de custeio**: indispensável aliado na gestão empresarial. São Paulo: USP, 2002. Disponível em: <http://www.eac.fea.usp.br/congressousp.htm>>. Acesso em 25 jun. 2003.

MYNBAEV, Kairat T.; LEMOS, Alan. **Manual de econometria**. Rio de Janeiro: FGV, 2004.

NASCIMENTO, Auster Moreira; SOUZA, Marcos Antonio de. Custo de oportunidade: evolução e mensuração. **Anais do X Congresso Brasileiro de Custos**. Guarapari: 2003.

NETO, Renata Valeska do Nascimento *et al.* Pesquisa de campo sobre sistemas de custeio: lições para futuros pesquisadores da área contábil. In. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 2002, Salvador. **Anais do XXVI ENANPAD**. Salvador: ANPAD, 2002.

PARKER, David; NELLIS, Joseph. **Princípios de economia para os negócios**. São Paulo: Futura, 2003.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

ROSSETTI, José Paschoal. **Introdução à economia**. 19. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia científica**: Guia para eficiência nos estudos. São Paulo: Atlas, 1996.

SALVATORES, Dominick. **Microeconomia**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

SILVA, Raimundo N. Sousa; QASSIN, Raad. Modelo de gestão para otimização de lucratividade em companhias descentralizadas. In. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 2003, Atibaia. **Anais do XXVII ENANPAD**. São Paulo: ANPAD, 2003.

SOUZA, Nali de Jesus. **Curso de economia**: Atlas, 2003.

STANFORD, Clement L. Cost minimization and control as a function of cost accounting. **The Accounting Review**, v.23 n.1, p. 31-34, jan.1948. Disponível em: <http://www.jstor.org/>>. Acesso em 01 jul.2004.

SHANK, John K.; GOVINDARAJAN, Vijay. **A revolução dos custos**: Como reinventar e definir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos. 10. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

TAN, S.T. **Matemática aplicada à administração e economia**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.

TROSTER, Robert Luis.; MOCHÓN, Francisco. **Introdução à economia**. São Paulo: Makron books, 1999.

THOMPSON JR, Arthur A.; FORMBY, John P. **Microeconomia da firma: teoria e prática**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

VARIAN, Hal R. **Microeconomia princípios básicos: Uma abordagem moderna**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

_____. **Intermediate microeconomics: A modern approach**. 5. ed. University of Califórnia: w.w. Norton & Company, 1990.

_____. **Microeconomics analysis**. 3. ed. University of Califórnia: w.w. Norton & Company, 1992.

VANDERBECK, Edward J.; NAGY, Charles F. **Contabilidade de custos**. 11. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 1999.

VARGA, Gyorgy. Testes de modelos estatísticos para a estrutura a termo no Brasil. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 2005, Brasília. **Anais do XXVI ENANPAD**. Brasília: ANPAD, 2005.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1998.

VICECONTI, Paulo E. V.; NEVES, Silvério das. **Introdução à economia**. 5. ed. São Paulo: Frase, 2002.

WARREN, Carl S.; REEVE, James M.; FESS, Philip E. **Contabilidade gerencial**. 6. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

WERNKE, Rodney. **Gestão de custos: Uma abordagem prática**. São Paulo: Atlas, 2001.

APÊNDICE A

$$C_t = c.r^\theta .w^\beta .p^\alpha .y^{\theta+\beta+\alpha}$$

$$C_t = c.r^\theta .w^\beta .p^{1-\beta-\theta} .y$$

Aplicando logaritmo :

$$\log C_t = \log(c.r^\theta .w^\beta .p^{1-\beta-\theta} .y)$$

$$\log C_t = \log c + \log r^\theta + \log w^\beta + \log p^{1-\beta-\theta} + \log y$$

$$\log C_t = \log c + \theta \log r + \beta \log w + (1 - \beta - \theta) . \log p + \log y$$

subtraindo $\log p$:

$$\log C_t - \log p = [\log c + \theta \log r + \beta \log w + (1 - \beta - \theta) \log p + \log y] - \log p$$

$$\log C_t / p = \log c + \theta \log r + \beta \log w + \log y$$

$$\log C_t / p = \log c + \theta \log r / p + \beta \log w / p + \log y$$

$$\log C_t / p = \log c + \theta \log r / p + \beta \log w / p - \log p + \log y$$

$$\log C_t / p = \log c + \theta(\log r - \log p) + \beta(\log w - \log p) + \log y$$

Chega - se a :

$$\text{Log} \left(\frac{C_t}{p_t} \right) = \alpha + \theta \log \left(\frac{r_t}{p_t} \right) + \beta \log \left(\frac{w_t}{p_t} \right) + \log y \quad (6)$$

$$\log \left(\frac{C_t}{p_t} \right) - \log y = \alpha + \theta \log \left(\frac{r_t}{p_t} \right) + \beta \log \left(\frac{w_t}{p_t} \right)$$

$$\text{Log} \left(\frac{CMe_t}{p_t} \right) = \alpha + \theta \log \left(\frac{r_t}{p_t} \right) + \beta \log \left(\frac{w_t}{p_t} \right) \quad (7)$$

APÊNDICE B

Tabela 5: Análise dos dados

ANO	Mês	Prod.	pt	Ct	CMe	Wt/Lt	rpt	wpt	Cmept	Ctpt	rt	log y
1999	Jan	2000	R\$ 4,00	R\$ 54.356,92	R\$ 27,18	R\$ 138,63	1,281242	1,53978	0,83216	4,13319	76,44	3,301030
	Fev	2000	R\$ 4,00	R\$ 54.356,92	R\$ 27,18	R\$ 130,00	1,320936	1,51188	0,83216	4,13319	83,75	3,301030
	Mar	2000	R\$ 4,15	R\$ 54.431,00	R\$ 27,22	R\$ 136,80	1,296853	1,51804	0,81677	4,11780	82,21	3,301030
	Abr	2000	R\$ 4,12	R\$ 54.321,99	R\$ 27,16	R\$ 131,55	1,251408	1,50420	0,81905	4,12008	73,50	3,301030
	Mai	2000	R\$ 4,21	R\$ 54.500,00	R\$ 27,25	R\$ 133,89	1,191913	1,50246	0,81108	4,11211	65,49	3,301030
	Jun	2000	R\$ 4,27	R\$ 54.800,12	R\$ 27,40	R\$ 140,97	1,132909	1,51869	0,80732	4,10835	57,99	3,301030
	Jul	2000	R\$ 4,00	R\$ 54.356,92	R\$ 27,18	R\$ 138,84	1,140933	1,54047	0,83216	4,13319	55,33	3,301030
	Ago	2000	R\$ 4,00	R\$ 54.300,00	R\$ 27,15	R\$ 132,04	1,132911	1,51864	0,83171	4,13274	54,32	3,301030
	Set	2000	R\$ 4,30	R\$ 54.725,33	R\$ 27,36	R\$ 163,21	1,100855	1,57927	0,80369	4,10472	54,24	3,301030
	Out	2000	R\$ 4,00	R\$ 53.900,00	R\$ 26,95	R\$ 121,91	1,124358	1,48398	0,82850	4,12953	53,26	3,301030
	Nov	2000	R\$ 4,34	R\$ 55.007,16	R\$ 27,50	R\$ 220,35	1,052790	1,70563	0,80190	4,10293	49,01	3,301030
	Dez	2000	R\$ 4,34	R\$ 54.820,00	R\$ 27,41	R\$ 212,76	1,040469	1,69041	0,80042	4,10145	47,64	3,301030
2000	Jan	3000	R\$ 2,55	R\$ 59.987,51	R\$ 20,00	R\$ 152,90	1,264470	1,77787	0,89440	4,37152	46,88	3,4771213
	Fev	3000	R\$ 2,54	R\$ 59.987,51	R\$ 20,00	R\$ 138,96	1,281304	1,73807	0,89611	4,37323	48,54	3,4771213
	Mar	3000	R\$ 2,00	R\$ 58.000,11	R\$ 19,33	R\$ 138,43	1,365530	1,84020	0,98528	4,46240	46,40	3,4771213
	Abr	3000	R\$ 2,66	R\$ 58.999,00	R\$ 19,67	R\$ 128,05	1,235437	1,68250	0,86884	4,34596	45,74	3,4771213
	Mai	3000	R\$ 2,63	R\$ 59.759,16	R\$ 19,92	R\$ 132,71	1,219107	1,70293	0,87933	4,35645	43,56	3,4771213
	Jun	3000	R\$ 2,67	R\$ 59.988,18	R\$ 20,00	R\$ 154,61	1,108022	1,76273	0,87443	4,35155	34,24	3,4771213
	Jul	3000	R\$ 2,67	R\$ 59.988,18	R\$ 20,00	R\$ 151,66	1,093054	1,75437	0,87443	4,35155	33,08	3,4771213
	Ago	3000	R\$ 2,71	R\$ 60.000,00	R\$ 20,00	R\$ 148,23	1,079848	1,73796	0,86806	4,34518	32,57	3,4771213
	Set	3000	R\$ 2,67	R\$ 59.700,00	R\$ 19,90	R\$ 171,57	1,081345	1,80792	0,87234	4,34946	32,20	3,4771213
	Out	3000	R\$ 2,67	R\$ 58.088,00	R\$ 19,36	R\$ 165,38	1,082153	1,79198	0,86045	4,33758	32,26	3,4771213
	Nov	3000	R\$ 2,71	R\$ 61.212,09	R\$ 20,40	R\$ 217,63	1,081180	1,90476	0,87675	4,35387	32,67	3,4771213
	Dez	3000	R\$ 2,67	R\$ 59.988,18	R\$ 20,00	R\$ 201,71	1,085773	1,87822	0,87443	4,35155	32,53	3,4771213
2001	Jan	3000	R\$ 2,67	R\$ 59.988,18	R\$ 20,00	R\$ 152,57	1,067504	1,75695	0,87443	4,35155	31,19	3,4771213
	Fev	3000	R\$ 2,67	R\$ 59.988,18	R\$ 20,00	R\$ 142,71	1,089495	1,72793	0,87443	4,35155	32,81	3,4771213
	Mar	3000	R\$ 2,55	R\$ 59.897,00	R\$ 19,97	R\$ 144,83	1,083699	1,75433	0,89374	4,37086	30,92	3,4771213
	Abr	3000	R\$ 2,67	R\$ 59.897,00	R\$ 19,97	R\$ 147,11	1,099440	1,74113	0,87377	4,35089	33,57	3,4771213
	Mai	3000	R\$ 2,93	R\$ 60.000,00	R\$ 20,00	R\$ 194,29	1,064100	1,82157	0,83416	4,31128	33,96	3,4771213
	Jun	3000	R\$ 2,69	R\$ 59.988,18	R\$ 20,00	R\$ 143,38	1,101343	1,72673	0,87119	4,34831	33,97	3,4771213
	Jul	3000	R\$ 2,69	R\$ 58.900,55	R\$ 19,63	R\$ 155,23	1,124252	1,76124	0,86325	4,34037	35,81	3,4771213
	Ago	3000	R\$ 2,67	R\$ 59.831,00	R\$ 19,94	R\$ 139,70	1,167107	1,71869	0,87329	4,35042	39,23	3,4771213
	Set	3000	R\$ 2,69	R\$ 58.988,47	R\$ 19,66	R\$ 147,82	1,166185	1,73999	0,86389	4,34101	39,44	3,4771213
	Out	3000	R\$ 2,60	R\$ 58.988,47	R\$ 19,66	R\$ 167,17	1,200451	1,80818	0,87867	4,35579	41,25	3,4771213
	Nov	3000	R\$ 2,89	R\$ 62.500,98	R\$ 20,83	R\$ 225,11	1,124337	1,89150	0,85787	4,33499	38,48	3,4771213
	Dez	3000	R\$ 2,96	R\$ 60.165,00	R\$ 20,06	R\$ 202,86	1,105050	1,83591	0,83093	4,30805	37,70	3,4771213
2002	Jan	1750	R\$ 4,73	R\$ 50.230,00	R\$ 28,70	R\$ 135,40	0,917316	1,45674	0,78306	4,02610	39,10	3,243038
	Fev	1900	R\$ 4,73	R\$ 50.500,00	R\$ 26,58	R\$ 135,75	0,899517	1,45789	0,74968	4,02843	37,53	3,2787536
	Mar	2220	R\$ 3,80	R\$ 58.320,00	R\$ 26,27	R\$ 128,13	0,978925	1,52786	0,83968	4,18603	36,20	3,346353
	Abr	2220	R\$ 3,80	R\$ 58.320,00	R\$ 26,27	R\$ 164,68	0,983460	1,63685	0,83968	4,18603	36,58	3,346353
	Mai	3000	R\$ 2,96	R\$ 62.710,00	R\$ 20,90	R\$ 145,71	1,093138	1,69219	0,84892	4,32605	36,68	3,4771213
	Jun	3000	R\$ 2,96	R\$ 62.710,00	R\$ 20,90	R\$ 147,01	1,084528	1,69605	0,84892	4,32605	35,96	3,4771213
	Jul	3000	R\$ 2,96	R\$ 62.710,00	R\$ 20,90	R\$ 292,95	1,095852	1,99551	0,84892	4,32605	36,91	3,4771213
	Ago	2000	R\$ 4,73	R\$ 56.900,00	R\$ 28,45	R\$ 132,07	0,891458	1,44595	0,77922	4,08025	36,84	3,301030
	Set	1950	R\$ 4,73	R\$ 50.600,00	R\$ 25,95	R\$ 114,78	0,884207	1,38502	0,73925	4,02929	36,23	3,2900346
	Out	1000	R\$ 8,28	R\$ 48.010,00	R\$ 48,01	R\$ 121,65	0,672477	1,16709	0,76330	3,76330	38,95	3,000000
	Nov	660	R\$ 12,54	R\$ 37.000,00	R\$ 56,06	R\$ 174,34	0,532029	1,14311	0,65036	3,46990	42,69	2,8195439
	Dez	600	R\$ 13,79	R\$ 37.000,00	R\$ 61,67	R\$ 176,81	0,486571	1,10794	0,65049	3,42864	42,28	2,7781513
2003	Jan	1488	R\$ 5,56	R\$ 45.857,73	R\$ 30,83	R\$ 151,98	0,883212	1,43670	0,74388	3,91634	42,49	3,172457
	Fev	1615	R\$ 5,12	R\$ 46.104,23	R\$ 28,55	R\$ 138,19	0,967332	1,43122	0,74630	3,95447	47,49	3,2081725
	Mar	1887	R\$ 4,73	R\$ 53.243,54	R\$ 28,22	R\$ 143,58	1,000917	1,48222	0,77563	4,05141	47,40	3,2757719
	Abr	1887	R\$ 4,73	R\$ 53.243,54	R\$ 28,22	R\$ 175,99	0,985625	1,57062	0,77563	4,05141	45,76	3,2757719
	Mai	2550	R\$ 3,36	R\$ 57.251,41	R\$ 22,45	R\$ 207,87	1,125133	1,79144	0,82491	4,23145	44,82	3,406540
	Jun	2550	R\$ 3,36	R\$ 57.251,41	R\$ 22,45	R\$ 204,81	1,116916	1,78501	0,82491	4,23145	43,98	3,406540
	Jul	2550	R\$ 3,36	R\$ 57.251,41	R\$ 22,45	R\$ 191,16	1,113147	1,75505	0,82491	4,23145	43,60	3,406540
	Ago	1700	R\$ 4,87	R\$ 51.447,14	R\$ 30,26	R\$ 199,82	0,940553	1,61311	0,79338	4,02383	42,47	3,2304489
	Set	1658	R\$ 4,99	R\$ 46.195,52	R\$ 27,87	R\$ 196,38	0,896844	1,59500	0,74705	3,96650	39,35	3,2194535
	Out	850	R\$ 9,74	R\$ 43.830,97	R\$ 51,57	R\$ 211,41	0,595772	1,33656	0,72380	3,65322	38,40	2,9294189
	Nov	561	R\$ 14,75	R\$ 33.779,34	R\$ 60,21	R\$ 273,85	0,414973	1,26873	0,61090	3,35986	38,35	2,7489629
	Dez	510	R\$ 16,23	R\$ 33.779,34	R\$ 66,23	R\$ 281,64	0,378513	1,23938	0,61076	3,31833	38,80	2,707570
2004	jan	1636	R\$ 5,06	R\$ 48.335,35	R\$ 29,54	R\$ 197,52	0,857785	1,59146	0,76626	3,98011	36,47	3,213850
	fev	1777	R\$ 4,73	R\$ 48.595,17	R\$ 27,35	R\$ 199,84	0,903778	1,62582	0,76217	4,01173	37,90	3,2495652
	mar	2076	R\$ 4,06	R\$ 56.120,20	R\$ 27,04	R\$ 230,53	0,949462	1,75421	0,82343	4,14059	36,14	3,3171646
	abr	2076	R\$ 4,06	R\$ 56.120,20	R\$ 27,04	R\$ 192,37	0,953052	1,67561	0,82343	4,14059	36,44	3,3171646
	Mai	2076	R\$ 4,12	R\$ 56.280,00	R\$ 27,11	R\$ 195,00	0,932508	1,67514	0,81829	4,135457	35,27	3,3171646
	Jun	2076	R\$ 4,12	R\$ 56.280,00	R\$ 27,11	R\$ 195,00	0,923048	1,67514	0,81829	4,135457	34,51	3,3171646
	Jul	2076	R\$ 4,12	R\$ 56.280,00	R\$ 27,11	R\$ 190,00	0,926183	1,66386	0,81829	4,135457	34,76	3,3171646
	Ago	3450	R\$ 3,09	R\$ 64.123,00	R\$ 18,59	R\$ 230,00	1,061125	1,87177	0,77924	4,317055	35,57	3,5378191
	Set	3500	R\$ 3,23	R\$ 64.890,00	R\$ 18,54	R\$ 256,71	1,030501	1,90024	0,75891	4,302975	34,65	3,544068
	Out	3500	R\$ 3,23	R\$ 64.890,00	R\$ 18,54	R\$ 256,71	1,058294	1,90024	0,75891	4,302975	36,94	3,544068
	Nov	3500	R\$ 3,23	R\$ 64.890,00	R\$ 18,54	R\$ 245,09	1,046255	1,88012	0,75891	4,302975	35,93	3,544068
	Dez	3500	R\$ 3,23	R\$ 64.890,00	R\$ 18,54	R\$ 279,12	1,055582	1,93659	0,75891	4,302975	36,71	3,544068
2005	jan	3000	R\$ 2,50	R\$ 63.012,23	R\$ 21,00	R\$ 200,00	1,206718	1,90309	0,92436	4,40148	40,24	3,4771213
	fev	3000	R\$ 2,51	R\$ 63.089,03	R\$ 21,03	R\$ 223,98	1,198460	1,95054	0,92316	4,40028	39,64	3,4771213
	mar	3250	R\$ 2,74	R\$ 64.000,00	R\$ 19,69	R\$ 245,00	1,160164	1,95142	0,85655	4,36843	39,62	3,5118834
	abr	3250	R\$ 2,74	R\$ 64.000,00	R\$ 19,69	R\$ 245,00	1,168953	1,95142	0,85655	4,36843	40,43	3,5118834

Onde:

Prod. = produção mensal;

C_t = custo total;

p_t = preço dos insumos por unidade;

CMe = custo médio;

w_t / L_t = salário total;

r_t / p_t = preço relativo;

w_t / p_t =; salário total dividido pelo preço dos insumos;

CMe_t / p_t = Custo médio dividido pelo preço dos insumos;

C_t / p_t = Custo total dividido pelo preço dos insumos;

r_t = taxas de juros para empréstimo de capital de giro;

Log y = logaritmo da produção.

APÊNDICE C

Tabela 6: Dados para previsão

ANO	Mês	Prod	pt	Ct	CMe	Wt	rpt	wpt	Cmept	Ctpt	rt	y
2005	jan	3000	R\$ 2,50	R\$ 63.012,23	R\$ 21,00	R\$ 200,00	1,206718	1,90309	0,92436	4,40148	40,24	3,4771213
	fev	3000	R\$ 2,51	R\$ 63.089,03	R\$ 21,03	R\$ 223,98	1,198460	1,95054	0,92316	4,40028	39,64	3,4771213
	mar	3250	R\$ 2,74	R\$ 64.000,00	R\$ 19,69	R\$ 245,00	1,160164	1,95142	0,85655	4,36843	39,62	3,5118834
	abr	3250	R\$ 2,74	R\$ 64.000,00	R\$ 19,69	R\$ 245,00	1,168953	1,95142	0,85655	4,36843	40,43	3,5118834
	mai	4000	R\$ 2,65	R\$ 65.005,03	R\$ 16,25	R\$ 300,00	1,487645	2,05388	0,78764	4,3897	81,45	3,602060
	jun	4500	R\$ 2,12	R\$ 68.379,22	R\$ 15,20	R\$ 336,45	1,548725	2,20058	0,85538	4,50859	75,00	3,6532125
	jul	4280	R\$ 2,00	R\$ 66.500,00	R\$ 15,54	R\$ 315,00	1,603307	2,19728	0,89035	4,52179	80,23	3,6314438
	ago	5000	R\$ 1,98	R\$ 70.000,00	R\$ 14,00	R\$ 389,93	1,600687	2,29432	0,84946	4,54843	78,95	3,698970

Tabela 7: Dados da Produtividade total dos fatores (PTF)

Ano	log K	log L	log M	log Y	Resultado (log)	Resultado (exp)
1999	4,7578	1,6812	0,6174	3,3010	1,8170	6,1532
2000	4,7328	1,7076	0,4143	3,4771	2,1421	8,5175
2001	4,8504	1,6990	0,4351	3,4771	2,1060	8,2155
2002	4,8327	1,6721	0,7660	3,2882	1,6837	5,3854
2003	4,8710	1,6902	0,8282	3,2176	1,5593	4,7557
2004	4,8861	1,6990	0,5862	3,4155	1,9286	6,8799
2005	4,8920	1,6990	0,4187	3,4949	2,1278	8,3968

Tabela 8: Dados projetados para Produtividade total dos fatores (PTF)

Ano	Valores projetados
2006	10,7836
2007	13,8488
2008	17,7854