

## **Analysis of costs in milk activity: a case study of the attended properties for Program of Development of Milk Cattle Breeding in Viçosa.**

### **Agda Arêdes**

Graduanda em Administração pela UFV/Bolsista Pibic  
Instituição: Universidade Federal de Viçosa  
Endereço: Alojamento Feminino Aptº115 - Campus da UFV  
Viçosa-MG Cep: 36570-000  
E-mail: [agdaredes@yahoo.com.br](mailto:agdaredes@yahoo.com.br)

### **Suely de Fátima Ramos Silveira**

Professora Adjunta do Departamento de Administração da UFV  
Instituição: Universidade Federal de Viçosa  
Endereço Profissional: Departamento de Administração - Campus da UFV  
Viçosa-MG Cep: 36570-000  
E-mail: [sramos@ufv.br](mailto:sramos@ufv.br)

### **Afonso Augusto Teixeira de Freitas de Carvalho Lima**

Professor Adjunto do Departamento de Administração da UFV  
Instituição: Universidade Federal de Viçosa  
Endereço Profissional: Departamento de Administração - Campus da UFV  
Viçosa-MG Cep: 36570-000  
E-mail: [afonsoli@ufv.br](mailto:afonsoli@ufv.br)

### **Alan Figueiredo de Arêdes**

Mestrando em Economia Aplicada pela UFV  
Instituição: Universidade Federal de Viçosa  
Endereço: Rua Conceição nº 66 – Bairro Bom Jesus  
Viçosa-MG Cep: 36570-000  
E-mail: [aredess@yahoo.com.br](mailto:aredess@yahoo.com.br)

### **Sídnei Vieira Pires**

Graduando em Administração pela UFV  
Instituição: Universidade Federal de Viçosa  
Endereço: Alojamento Pós - Graduando Aptº1832 - Campus da UFV  
Viçosa-MG Cep: 36570-000  
E-mail: [sidneivieira@yahoo.com.br](mailto:sidneivieira@yahoo.com.br)

### **Abstract**

The purpose of this research was to verify if the milk activity is related to the economy of scale or diseconomy of scale, or either, if the increase in production provides decreasing costs or vice versa. For this study, it was arisen the average of the fixed costs, variable costs and total cost of the milk production, between the years of 2003 and 2005, of properties attended by the Program of Development of Milk Cattle Breeding in Viçosa. The average of the costs between the properties was compared, and it was estimated the regressions in total cost to

Arêdes, A; Silveira, S. de F. R; Lima, A. A. T. de Freitas de Carvalho; Arêdes, A. F; Pires, S. V.

analyze the degree of economy of scale of the production. The research was descriptive and it was based on secondary data. The unit of analysis for the study was the PDPL/RV. The headquarters of the program is located in the UFV campus. The data were acquired in the headquarters of PDPL/RV. The occurrence of scale gains in the milk activity of the properties is evidenced by the research. The participant producers of the program can come to produce with higher profits, once the increase in production provokes a less than proportional elevation in total cost of the production

**Key-words:** Milk cattle breeding, Scale economy, Costs.

## 1. Introdução

O agronegócio do leite e seus derivados vêm, cada vez mais, desempenhando um relevante papel no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população brasileira, cuja importância relativa pode ser avaliada através da receita com as exportações de lácteos brasileiros que, em 2004, totalizaram US\$ 81,3 milhões, enquanto as importações desses produtos ficaram em US\$ 76,2 milhões (AGRONEGOCIOSPC, 2004)

Segundo Vilela (2004), para cada dólar gerado pelo aumento na produção no sistema agroindustrial do leite no país, há um crescimento de, aproximadamente, cinco dólares no Produto Interno Bruto (PIB), o que coloca o agronegócio do leite à frente de setores importantes como o da siderurgia e o da indústria têxtil.

Embora o Brasil tenha todas as condições de recursos naturais e de clima para ser um dos maiores produtores de leite do mundo, ainda não conseguiu sua auto-suficiência na produção de leite. Esse quadro tem relação direta com o comportamento do mercado internacional de lácteos e com a postura brasileira diante desse mercado (GOMES, 1995).

O mercado internacional de derivados do leite é um dos mais distorcidos, em razão dos subsídios presentes nos países exportadores, com destaque para os da União Européia. Em contrapartida, fazem parte de nossa história a desproteção da produção doméstica e a preferência pela importação de subsídios (GOMES, 1995).

Neste contexto, os produtores precisam buscar meios de se sobressaírem a seus concorrentes, estabelecendo preços e custos de atividade mais eficientes economicamente e investindo em novas tecnologias para se ajustarem à nova conjuntura econômica internacional (BIAZI *et al.*, 2002).

No Brasil a produção de leite é caracterizada por ser típica de pequenas propriedades e por ter um preço sazonal, pois, durante a safra e a entressafra, a quantidade produzida varia, fato que contribui para a queda do preço do produto e da lucratividade do produtor nas suas

Arêdes, A; Silveira, S. de F. R; Lima, A. A. T. de Freitas de Carvalho; Arêdes, A. F; Pires, S. V. operações, tanto pela preferência dos laticínios na captação de grandes volumes de leite e na prática de bonificação por volume, quanto pela queda dos preços reais face aos custos de produção crescentes.

Contudo, sabe-se que a tendência corrente é que os preços continuem a diminuir, devido à maior concorrência, e que os problemas de rentabilidade, que hoje apresentam os pequenos produtores brasileiros, também possam estar vinculados à insuficiente escala de produção ou ao pouco uso de tecnologia no setor (BIAZI *et al.*, 2002).

A utilização de novas tecnologias e a expansão do agronegócio do leite para áreas ainda não ocupadas, aliadas à redução dos custos de produção, têm elevado de forma significativa a produção de leite no país, principalmente a partir de 1994 (VILELA *et al.* 1998).

A mudança no cenário desta atividade tem contribuído para que o Brasil importe menos produtos lácteos. Este setor, em 2004, conseguiu ser *superavitário* na balança comercial do leite (AGRONEGOCIOSPC, 2004).

Na Região de Viçosa-MG, depois da implementação do Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira (PDPL/RV), em 1988, através de um convênio celebrado entre Nestlé, Fundação Arthur Bernardes (Funarbe) e Universidade Federal de Viçosa (UFV), verificou-se um aumento da competitividade dos produtores de leite da região assistidos pelo mesmo.

Segundo dados deste programa, a produtividade média das vacas assistidas aumentou de 4,3 litros/vaca/dia para mais de 12,5 litros/vaca/dia, passando de 450 litros/hectare/ano para mais de 2.750 litros/hectare/ano, além de reduzir o intervalo entre os partos de 24 meses, em média, para menos de 14 meses e a idade do rebanho no primeiro parto de 40 para 27 meses. Para alcançar esses resultados o PDPL/RV contou, ao longo destes anos, com mais de 400 acadêmicos (estagiários), que prestaram aos produtores de leite da região assessorias para a promoção de tecnologia a partir de conhecimentos de administração rural, prevenção e cura de doenças, melhoramento genético, reprodução, alimentação e manejo animal, tecnologia para plantios, melhoria na qualidade do leite, aumento de produção e produtividade e redução dos custos (PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA PECUÁRIA LEITEIRA DA REGIÃO DE VIÇOSA, 2003).

Embora nas propriedades assistidas por este programa tenha-se conseguido um significativo aumento de produtividade, a realidade dos produtores de leite de modo geral apresenta um quadro preocupante, pois o preço de venda do produto é considerado muito

Arêdes, A; Silveira, S. de F. R; Lima, A. A. T. de Freitas de Carvalho; Arêdes, A. F; Pires, S. V. baixo em relação aos custos médios da produção. Essa situação deixa, por muitas vezes, o produtor em apuros para saldar suas dívidas com os fornecedores de insumos e para garantir o seu próprio sustento.

Gomes (2004) concluiu que o aumento da produtividade é uma estratégia para aumentar o volume de produção e, por extensão, reduzir o custo fixo médio.

Mas, um aumento na escala de produção leiteira proporciona realmente redução dos custos?

Assim, o objetivo geral deste estudo foi verificar se a atividade leiteira responde à economia de escala ou à deseconomia de escala, ou seja, se o aumento da produção proporciona custos decrescentes e/ou vice-versa.

## **2. Referencial Teórico**

Este referencial teórico descreve conceitos e funções relativas aos custos de produção e economia de escala.

### **2.1 Custos econômicos**

De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2002:203), “os custos econômicos são os custos de uma empresa utilizar os recursos econômicos necessários à sua produção, incluindo, ainda, os custos de oportunidade desta”.

Os economistas consideram os custos econômicos e de oportunidade como sinônimos. Estes profissionais e os administradores tendem a ter uma visão das perspectivas futuras da empresa preocupando-se com a alocação de seus recursos. Por isso, a atenção destes está sempre voltada para os custos que poderão ocorrer no futuro e para os critérios que serão utilizados pela empresa para redução destes para, assim, alcançar maiores lucros.

Em economia, define-se curto prazo como o período no qual existe pelo menos um fator de produção fixo, já longo prazo refere-se ao período que todos os fatores variam.

Segundo Vasconcellos e Oliveira (2000), a empresa não deve considerar a eficiência de sua produção apenas em termos técnicos, é preciso que esta se torne eficiente também em termos econômicos, ou seja, que suas atividades sejam realizadas a um custo mínimo. Ambos os conceitos, técnicos e econômicos, consideram o custo de produção como o gasto necessário na geração do produto.

O custo total de produção pode ser obtido através da equação (1):

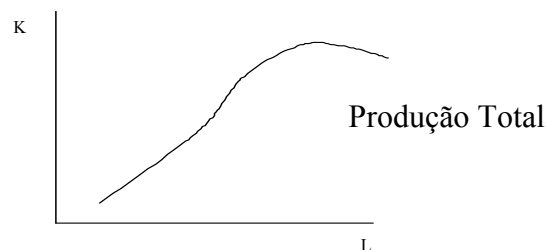
$$CT = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots w_nx_n \quad (1)$$

Em que  $w_1, w_2, w_n$  representam os preços ou remunerações dos fatores de produção 1, 2... n e  $x_1, x_2, x_n$  são as quantidades empregadas pela empresa destes fatores (VASCONCELLOS e OLIVEIRA, 2000).

O conceito econômico toma por preço o assim chamado custo de oportunidade desses fatores. O custo de oportunidade de um fator de produção corresponde ao melhor ganho que se poderia obter empregando-se o fator em outra atividade que não a produção da firma (VASCONCELLOS e OLIVEIRA, 2000).

## 2.2 Custos a curto prazo como um fator de produção variável

De acordo com Vasconcellos e Oliveira (2000) supondo que a empresa empregue apenas dois fatores de produção: o capital (mantido constante) e o trabalho, tem-se a seguinte função da produção  $q = f(K, L)$  ou ainda  $q = g(L)$ , onde  $q$  é a quantidade produzida, K o capital e L o trabalho. Nesta função a empresa só poderá aumentar ou diminuir a produção se ela variar L. Para obter um  $q$  desejável a empresa deverá aplicar certa quantidade de L e, para este fim, tem-se função inversa da função produção, ou seja,  $L = g^{-1}(q)$ . A Figura 1 representa a Curva de Produção Total.



**Figura 1: Curva de Produção Total**

Considerando função do custo total como função da quantidade produzida pode-se identificá-la por meio da equação (2):

$$CT = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots w_nx_n \quad (2)$$

Onde,  $w$  representa o preço do trabalho;  $L$  o trabalho;  $r$  o preço do capital;  $K$  o capital.

Sendo que  $(rK)$  representa o custo fixo (CF), pois está associado a um fator constante, o capital; por isso  $rk$  é considerado com dado e é a porção fixa, independente da quantidade produzida ( $q$ ). O custo variável (CV) será  $[wg^{-1}(q)]$ , pois depende da quantidade  $q$  que a empresa deseja produzir; é, pois, uma parte do custo total que está associada ao fator de produção variável, o trabalho.

### 2.3 Curva de custo total, custo variável e custo fixo

A função de custo total define a chamada curva de custo total. A partir da equação (3), obtém-se a inclinação desta curva:

$$CT = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots w_nx_n \quad (3)$$

Onde,  $w$  é a variável preço do trabalho;  $PMg$  o produto marginal e  $n$  fator variável.

O encontro da curva de custo total com o eixo vertical corresponde ao custo fixo e a diferença entre a curva de custo total e a curva de custo fixo fornece a curva de custo variável. Segundo Vasconcellos e Oliveira (2000:150),

O trecho côncavo da curva de custo total indica que sua inclinação é cada vez menor, o que ocorre quando o produto marginal do fator variável é cada vez maior. Desse modo, o trecho côncavo da curva de custo total corresponde ao trecho convexo da curva de produto total. Do mesmo modo, no trecho convexo da curva de custo total, em que sua inclinação é cada vez maior, tem-se que a produtividade marginal do fator variável é cada vez menor. Assim, o trecho convexo da curva de custo total corresponde ao trecho côncavo da curva de produto total (Figura 2).

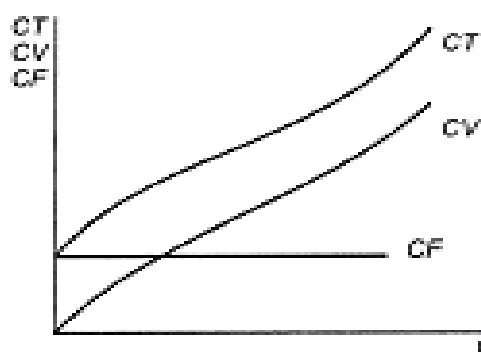


Figura 2: Curvas de custo total, custo variável e custo fixo.

## 2.4 Custo médio, custo variável médio, custo fixo médio e custo marginal

Os custos médios (total, fixo e variável) são obtidos a partir da divisão do custo total, custo fixo e custo variável, respectivamente, pela quantidade total ( $q$ ) produzida. Sob a forma de equação tem-se:

$$CM = \frac{CT}{q} \quad (4)$$

Onde, CM é o custo médio,

$$CVM = \frac{CV}{q} \quad (5)$$

CVM é o custo variável médio, e o custo fixo médio CFM é dado por:

$$CFM = \frac{CF}{q} \quad (6)$$

Com todos estes conceitos pode-se descrever mais uma equação, a de custo marginal (CMg), que refere-se à variação no custo total devido a variação de uma unidade na quantidade produzida (equação 7).

$$CMg = \frac{\Delta CT}{\Delta q} \quad (7)$$

Este custo é igual à relação entre o preço do fator variável ( $w$ ) e o produto marginal (PMg) desse fator:

$$CMg = \frac{w}{PMg_n} \quad (8)$$

## 2.5 Economia e deseconomia de escala

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002), diz-se que a empresa possui economia de escala quando é capaz de duplicar sua produção com menos do que o dobro dos seus custos. Porém, ela somente apresentará uma economia de escala se modificar a proporção dos insumos à medida que o nível de produção também se modificar. Em contrapartida, verifica-se que existem as deseconomias de escala, quando a duplicação da produção corresponde a mais do que o dobro dos custos de produção.

Economia de escala é um termo que abrange rendimentos crescentes de escala, no entanto, este termo é mais amplo, pois permite que as combinações de insumos sejam alteradas à medida que a empresa varie seu nível de produção. Neste contexto, mais geral, a curva de custo médio em formato de U é coerente com o fato de que a empresa pode apresentar economias de escala para níveis de produção relativamente baixos e

As economias de escala podem ser medidas em termos de elasticidade de custo do produto,  $E_c$ , que é o percentual de mudança no custo de produção devido a um aumento de 1% no nível de produto (PINDYCK e RUBINFELD, 2002).

$$E_c = \frac{\frac{\Delta C}{C}}{\frac{\Delta Q}{Q}} \quad (9)$$

Esta equação pode ser escrita de outra forma, como:

$$E_c = \frac{\Delta C}{\Delta Q} \times \frac{Q}{C} = CMg \times \frac{1}{CMe} = \frac{CMg}{CMe} \quad (10)$$

De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2002), quando  $E_c$  é igual a 1 os custos marginal e médio são iguais, ou seja, os custos aumentam na mesma proporção que os produtos, assim, não ocorrem nem economias e nem deseconomias de escala. Ocorrem economias de escala quando o custo marginal é menor que o custo médio (ambos diminuindo) e  $E_c$  é menor que 1. As deseconomias de escalas ocorrem quando  $E_c$  é maior que 1, pois o custo marginal é maior que o custo médio.

## 2.6 Economias de escala e seus determinantes

A eficiência técnica e a eficiência de preço dos fatores produtivos são os dois pressupostos para a eficiência econômica do processo produtivo. Um processo que consegue obter maior quantidade de unidades produzidas a partir de uma mesma quantidade de fatores é o mais eficiente em termos técnicos.

Já, a eficiência de preço tem relação com o processo de minimização dos custos e com o nível de eficiência técnica.

A eficiência econômica pode ser verificada com a existência ou não de economias de escala.

Os gastos decorrentes da compra e do processamento dos recursos usados num processo produtivo originam os custos de produção.

"Uma função de produção mostra a relação entre a quantidade máxima de um produto, que pode ser obtida a partir de dado conjunto de fatores de produção para determinada tecnologia de fatores disponível, por unidade de tempo" (MELLO, 1995:53).

Função de produção pode ser representada conforme a equação (11).

$$Q = f(X_1, X_2, K) \quad (11)$$

Q é a quantidade total produzida;  $X_1$  e  $X_2$  quantidades usadas dos fatores de produção e K capital (dimensão da planta).

Derivando esta função obtêm-se as curvas de isoquantas. Estas representam o lugar geométrico das diferentes combinações dos fatores produtivos, nos quais se obtém o mesmo nível de produção.

A partir destas diferentes combinações chega-se aos diferentes níveis de produção, no entanto, em apenas um destes níveis é que se tem a eficiência do ponto de vista técnico, ou seja, a maior produção a partir de uma dada quantidade de fatores combinados.

Tendo o conhecimento do nível técnico e dos preços dos fatores se torna possível também chegar ao custo mínimo do processo.

O custo mínimo pode ser verificado com a análise da linha de isocusto. Tal linha mostra as várias combinações dos insumos, que podem ser adquiridos com determinados níveis de dispêndios. A linha de isocusto é representada pelo somatório dos custos fixos e variáveis e ela depende dos preços dos fatores e da quantidade produzida.

A seguir, na equação (12), tem-se a linha de isocusto.

$$CT = p_1 X_1 + p_2 X_2 + f(K) \quad (12)$$

Onde,  $p_1$  e  $p_2$  representam os preços dos insumos;  $X_1$  e  $X_2$  a quantidade destes e  $f(K)$  o custo fixo total para cada dimensão da planta.

O tamanho da planta "K" influencia a função de produção e a de custo total, bem como a trajetória de expansão.

A trajetória de expansão é determinada pela tangente que corta as curvas de isoquantas e as linhas de isocuto. A trajetória é representada pela equação (13).

$$T(X_1, X_2, K) = 0 \quad (13)$$

“A função de produção, a trajetória de expansão e a linha de isocusto, constituem um sistema de cuja solução pode ser derivada a função de custo total a longo prazo ( $CT_{lp}$ )” (MELLO, 1995:56).

Pode-se dizer que o nível de eficiência econômica é dado pelos pontos que se encontram sobre a trajetória e representam o nível ótimo de utilização dos fatores produtivos. Assim, o nível ótimo de eficiência econômica substituído na equação (11) determina o nível ótimo da produção. Conhecendo os preços dos fatores produtivos pode-se calcular os custos fixos variáveis e que somados aos custos fixos geram o custo total a longo prazo. O custo total é expresso em função do nível de produção compatível com a dimensão da planta escolhida e da dimensão da planta em si (MELLO, 1995). Assim, a função do custo total é representada pela equação (14).

$$CT_{lp} = f(Q, K) + f(K) \quad (14)$$

Onde  $CT_{lp}$  é o custo total a longo prazo;  $f(Q, K)$  os custos variáveis e  $f(K)$  os custos fixos (dimensão da planta).

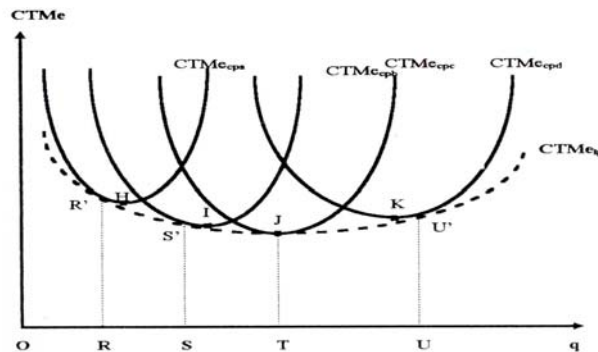
A  $CT_{lp}$  envolve as curvas de curto prazo ( $CT_{cp}$ ) e apresenta apenas um ponto em comum com cada uma destas, pois a  $CT_{lp}$  está associada a um certo tamanho ou dimensão da planta.

A escala ótima de produção é determinada pelo nível de produção que minimiza o custo total médio (CTMe). Para otimizar a função de CTMe existem duas condições, uma necessária e outra suficiente, são elas, respectivamente: a derivada primeira em relação à quantidade produzida deve ser igual à zero, e a derivada segunda, maior do que zero, (MELLO, 1995). Nas equações seguintes, (15) e (16), estão expressas estas condições de otimização da função de CTMe.

$$dCMe / dQ = 0 \quad (15)$$

$$d^2 CMe / dQ^2 > 0 \quad (16)$$

Se mantidos fixos os insumos e a tecnologia, a curva de CTMe tende a ter a forma em "U".



**Figura 3: Custo Total a Curto Prazo e a Longo Prazo**

Segundo Mello (1995), os pontos H, I, J e K determinam a taxa ótima de produção para os respectivos custos: CTMe<sub>cpa</sub>, CTMe<sub>cpb</sub>, CTMe<sub>cpc</sub> e CTMe<sub>cpd</sub>. Nestes pontos têm-se as quantidades de produção para cada tamanho da planta e com os menores custos unitários que estas podem obter.

Em "J", tem-se a escala ótima de produção para dado nível de custo e também a dimensão ótima da planta para a empresa.

"A esquerda de "J", parte decrescente da curva de CTMe<sub>lp</sub>, as plantas não estariam trabalhando com plena capacidade e, à direita de "J", as plantas estariam sobre ocupadas, portanto, em ambos os trechos trabalham-se com custos superiores ao ponto ótimo" (MELO, 1995:58).

A Lei dos Rendimentos de Escala pode ser, então, assim resumida: os custos médios declinam à medida que aumenta o tamanho da planta, em razão das economias de escala da empresa. Um incremento na planta, a partir do ponto ótimo, ocasiona deseconomias de escala.

Os retornos à escala (RE) são encontrados pelas equações (17) e (18):

$$RE = CMe_{lp} / CMg_{lp} \quad (17)$$

$$RE = 1 / E_c \quad (18)$$

Onde CMg<sub>lp</sub> é o custo marginal de longo prazo, CMe<sub>lp</sub>, o custo médio de longo prazo e E<sub>c</sub> a elasticidade.

As economias de escala (EE) são obtidas por meio da equação (19):

$$EE = 1 - E_c \quad (19)$$

A divisão, a especialização e fatores tecnológicos podem determinar a existência de economias de escala. Enquanto que as deseconomias de escala são características da administração, pois, por exemplo, aumentando o tamanho da empresa, a administração pode encontrar dificuldades de coordenação e controle do processo produtivo desta.

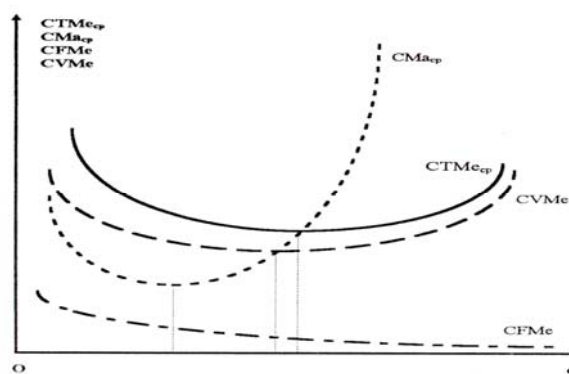
As economias de escalas são conferidas a pelo menos um fator fixo. À medida que a quantidade produzida aumenta os custos fixos médios diminuem e fazem com que o custo total médio unitário também decline até que a plena capacidade seja alcançada.

A curva de custo variável médio se apresenta em forma de "U" pelo fato relacionado à Lei das Proporções Variáveis. Ou seja, os rendimentos crescem à medida que a quantidade produzida aumenta até certo nível de custo mínimo, a partir de então, a empresa começa a ter rendimentos decrescentes com o aumento da produção.

As diferentes distâncias verticais observadas na figura (4) e que separam a  $CTMe_{cp}$  e  $CVMe$  correspondem a um  $CFMe$  diferente.

O ponto mínimo do  $CTMe_{cp}$  é menor do que o ponto de mínimo do  $CVMe$ .

Relacionado com a curva de  $CVMe$  e  $CTMe_{cp}$ , está o custo marginal a curto prazo ( $CMg_{cp}$ ). O  $CMg_{cp}$  encontra-se abaixo da  $CVMe$  quando esta é decrescente e acima, quando é crescente, sendo igual ao  $CVMe$  quando estiver no seu ponto de mínimo.



**Figura 4: Custo Total Médio e Custo Variável Médio**

## 2.7 A estrutura dos custos de produção de leite

Segundo Lopes e Carvalho (2005), existem duas metodologias para se determinar o custo de produção do leite: custo total de produção e custo operacional.

### 2.7.1 Custo total de produção de leite

- **Custos fixos**

Os custos fixos correspondem à depreciação de benfeitorias, máquinas e animais de serviço; impostos; remuneração dos fatores de produção; custos com mão-de-obra familiar e contratada.

- **Custos variáveis**

Custos variáveis são gastos e despesas com alimentação do rebanho, reprodução, sanidade e despesas gerais.

### 2.7.2 Custo operacional de produção leite

“Esta metodologia surgiu devido às dificuldades em se avaliarem alguns itens que compõem o custo fixo, como por exemplo, a remuneração do capital fixo, da terra e do empresário” (LOPES E CARVALHO, 2005: 10).

Este custo envolve o custo operacional efetivo (C.O.E) e outros custos. Somando-se o custo operacional efetivo e estes outros custos obtém-se o custo operacional total (C.O.T).

Compõem o C.O.E: mão-de-obra contratada, alimentação, sanidade, reprodução, impostos (todos) e despesas diversas.

Os outros custos são compostos pela depreciação e pela mão-de-obra familiar.

## 2.8 Estimação de regressões

As regressões estimadas foram à função de custo total de produção de leite. A equação econométrica estimada tem a forma:

$$\ln C = \beta_0 + \beta_1 \ln Q + e \quad (20)$$

em que  $\ln$  é o logaritmo natural; C, o custo total de produção; Q, a quantidade produzida; e, o erro aleatório; e  $\beta_0$  e  $\beta_1$ , os coeficientes estimados, sendo o coeficiente  $\beta_1$  a elasticidade de

Arêdes, A; Silveira, S. de F. R; Lima, A. A. T. de Freitas de Carvalho; Arêdes, A. F; Pires, S. V.  
custo total. Se  $0 < \beta_1 < 1$ , o custo cresce a taxas decrescentes com a elevação do volume de produção, ou seja, verifica-se economia de escala na produção.

A significância estatística dos coeficientes  $\beta_0$  e  $\beta_1$  e da relação entre a variável C e Q foram avaliados pelos testes estatísticos t de Student e F, respectivamente. O coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ) avalia a qualidade de ajustamento da equação aos dados. Foi utilizado o método dos mínimos quadrados ordinários mediante o uso do *software* Eviews 4.0 para a estimação das regressões.

## 2.9 Medida da economia de escala

De acordo com Pindyck e Rubinfeld (1999), quando  $E_c$  é igual a 1 o custo marginal e médio são iguais, ou seja, os custos totais aumentam na mesma proporção que os produtos, assim, não ocorrem nem economia e nem deseconomia de escala. Ocorre economia de escala quando o custo marginal é menor que o custo médio (ambos diminuindo) e  $E_c$  é menor do que 1. A deseconomia de escala ocorre quando  $E_c$  é do maior que 1, pois o custo marginal é maior do que o custo total médio.

O grau da economia de escala (EE) é obtido pela equação:

$$EE = 1 - E_c \quad (21)$$

Caso  $EE > 0$  verifica-se economia de escala; se  $EE < 0$ , verifica-se deseconomia de escala; e se  $EE = 0$ , não ocorre nem economia e nem deseconomia de escala, ou seja, os custos elevam-se na mesma proporção que a elevação da quantidade produzida. O valor de EE é a medida em termos da elasticidade de custo médio do produto ( $E_{cm}$ ), ou seja, é o percentual de mudança no custo total médio devido a um aumento de 1% no nível de produto.

Caso, a curva de custo médio apresentar formato em "U", então, pode concluir que em uma forma geral o EE será menor do que 0 quando a função de custo médio estiver decrescente, pois o custo médio ira decrescer quando a produção aumentar. O EE será maior do que 0 quando a função custo médio estiver crescendo, e será igual a 0 quando a função alcançar o seu ponto mínimo. Assim, pode-se concluir que a função de custo médio apresentara três estágios de custo, sendo que o tamanho ótimo da planta da firma será dado quando  $EE = 0$ , ou seja, quando o custo médio for mínimo.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Quanto aos objetivos, a pesquisa foi descritiva porque visou estabelecer a relação entre a escala de produção e o custo das propriedades leiteiras assistidas pelo PDPL/RV.

Quanto aos procedimentos técnicos, foram coletados dados secundários através de estudo de caso do material disponível sobre as propriedades assistidas pelo PDPL/RV; pesquisa bibliográfica, através investigação com base em livros, jornais e sites Web; e pesquisa documental, pois foram analisados dados internos do PDPL/RV.

#### **3.1 Local de estudo e plano amostral**

O local onde foi realizada a pesquisa foi a cidade de Viçosa, que está situada na Zona da Mata de Minas Gerais.

A unidade de análise do foi o PDPL/RV, composto por 25 propriedades leiteiras. Os dados foram adquiridos na sede do PDPL/RV, situado na Universidade Federal de Viçosa – M.G.

#### **3.2 Operacionalização das variáveis**

As variáveis da pesquisa foram custos e escala de produção em propriedades leiteiras.

Na avaliação do desempenho dos custos das propriedades foram utilizados métodos para obter os custos fixos e variáveis da atividade leiteira.

- Custos fixos correspondem à depreciação de benfeitorias, máquinas e animais de serviço; impostos; remuneração dos fatores de produção; custos com mão de obra familiar e contratada.
- Custos variáveis correspondem a gastos e despesas com alimentação do rebanho, reprodução, sanidade e despesas gerais;
- Custo total é a soma dos custos fixos e variáveis.

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002), escala de produção é quando uma propriedade é capaz de duplicar sua produção com menos do que o dobro dos seus custos.

A economia de escala é medida em termo da elasticidade de custo total do produto ( $E_c$ ) que é o percentual de mudança no custo devido a um aumento de 1% no nível de produto (Pindyck e Rubinfeld, 1999) e foi calculada por meio da equação (10):

$$E_c = \frac{\Delta C}{\Delta Q} \times \frac{Q}{C} = CMg \times \frac{1}{CMe} = \frac{CMg}{CMe} \quad (10)$$

Comparou-se as médias do custo total encontradas em dois grupos de produtores da pecuária leiteira, A e B (ambos assistidos pelo PDPL/RV entre os anos de 2003 a 2005) e verificou-se se ocorreu discrepância entre as médias dos custos nos dois grupos. O grupo A foi constituído pelos produtores com produção inferior a 300 litros de leite por dia, e o grupo B por aqueles com produção superior a 300 litros de leite por dia. Para esse fim foi realizado o teste de hipótese de diferença de duas médias populacionais com o objetivo de se rejeitar estatisticamente a hipótese nula de que os dois grupos tenham custos estatisticamente iguais.

O teste de hipótese tem o objetivo de permitir uma análise decisória sobre a aceitação ou rejeição de uma hipótese estatística a partir de uma amostra de dados. Este teste é feito a partir de parâmetros populacionais, e é baseado na distribuição amostral dos dados.

Foi feito o teste de significância para a igualdade de duas médias. Neste teste, as variâncias populacionais são desconhecidas e, admitidas iguais, independentes e normais.

1.  $H_0: \mu_1 = \mu_2$   
 $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$
2. Fixar  $\alpha$ . Escolher a variável “ $t$ ” com grau de liberdade ( $\varphi$ ) =  $n_A + n_B - 2$ ;
3. Com o auxílio das tabelas de distribuição “ $t$ ”, determinam-se RA e RC;
4. Cálculo do valor da variável,  $t_{cal}$  é o  $t$  calculado e  $S_c$  o desvio-padrão comum.

$$t_{cal} = \frac{(X_A - X_B)}{S_c \times \sqrt{\frac{n_A + n_B}{n_A \times n_B}}} \quad (22)$$

$$S_c = \sqrt{\frac{(n_A - 1)S_A^2 + (n_B - 1)S_B^2}{n_A + n_B - 2}} \quad (23)$$

1. Conclusões:

Se  $-t \frac{\alpha}{2} \leq t_{cal} \leq t \frac{\alpha}{2}$ , não se pode rejeitar  $H_0$ .

Se  $t_{cal} > t \frac{\alpha}{2}$  ou  $t_{cal} < -t \frac{\alpha}{2}$ , rejeita-se  $H_0$ .

### 3.3 Variáveis da produção e dos custos da atividade leiteira

As variáveis que compõem a função de produção são: produção de leite (l/dia); taxa de lotação das pastagens (U.A. /ha); lucro da atividade leiteira (R\$/l); área dedicada às pastagens (ha); vacas em lactação (n°); especialização da produção (% de vacas em lactação em relação ao total de vacas da propriedade); produtividade das vacas em lactação (l/vacas em lactação/dia); produtividade da mão-de-obra (l/dh); número de animais (U.A.); remuneração do capital (circulante, benfeitorias, máquinas, animais, forrageiras não anuais) (R\$/l); depreciação das benfeitorias, máquinas e animais de serviços (R\$/l); gastos com mão-de-obra familiar (R\$/l); custo operacional efetivo (C.O.E) que corresponde aos gastos com sanidade (R\$/l), inseminação artificial, alimentação dos animais, mão-de-obra contratada para manejo do rebanho, transporte do leite, impostos e taxas, reparos de benfeitorias e máquinas, energia e combustível e outros gastos de custeio.

Os gastos com alimentação compõem-se das despesas com concentrados; forragens verdes, silagem e sais minerais. Todas as despesas e gastos mensuráveis necessários para se produzir o leite devem ser considerados na determinação do custo de produção.

Estas despesas e gastos são compostos pelas variáveis: gastos com mão-de-obra; alimentação (capineiras, silagens, suplementos, leite para bezerros, minerais, grão, farelos etc.); medicamentos ou sanidades; inseminação artificial; transporte do leite; energia e combustível; impostos; taxas e administração; reparos de benfeitorias, máquinas, remuneração do capital (circulante, benfeitorias, máquinas, animais, forrageiras não anuais); despesas diversas (brincos de identificação, combustível, contribuição rural, material de escritório, encargos financeiros, energia elétrica, materiais de limpeza, reparo e manutenção etc.); depreciação (de benfeitorias, máquinas e animais de serviço) e remuneração dos fatores de produção (capital investido e capital de giro).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1 Análise da estrutura dos custos fixos e variáveis

Os dados coletados no PDPL/RV, forneceram informações importantes relacionadas aos custos da atividade leiteira da região de Viçosa. Na Tabela 1, especificaram-se as proporções dos custos fixos e variáveis da atividade leiteira possibilitando identificar os custos que mais contribuíram para a redução dos lucros dos proprietários.

**Tabela 1: Proporção dos custos fixos e variáveis.**

<b>Especificação dos custos</b>	<b>% 2003-2004</b>	<b>% 2004-2005</b>	<b>% Média</b>
Custos fixos	31,45	29,38	30,42
mão-de-obra contratada	10,16	9,72	9,94
mão-de-obra familiar	3,36	2,81	3,09
impostos e taxas	1,27	0,87	1,07
depreciação	8,12	7,64	7,88
remuneração do capital	8,54	8,34	8,44
Custos variáveis	68,63	70,72	69,67
alimentação	55,83	58,47	57,15
sanidade	2,91	3,28	3,10
despesas diversas	9,88	8,97	9,42
Total	100,00	100,00	100,00

Fonte: Dados da Pesquisa

Observou-se que os custos das propriedades com mão-de-obra contratada são maiores do que os custos com a mão-de-obra familiar, nos anos considerados. Os custos com alimentação do rebanho representaram aproximadamente 57% dos custos totais, em média. Concluiu-se que, gastos com alimentação e mão-de-obra, familiar e contratada, representaram, em média, cerca de 70% do total dos custos da atividade leiteira na região estudada.

A Tabela 2 sumariza os resultados relativos à participação dos custos fixos e variáveis no custo total de produção de leite dos produtores participantes do PDPL/RV.

**Tabela 2: Participação dos custos fixos e variáveis no custo total.**

<b>Período</b>	<b>% Custo Fixo</b>	<b>% Custo Variável</b>
2003-2004	31	69
2004-2005	29	71
Média	30	70

Fonte: Dados da Pesquisa

Verificou-se que os custos fixos e variáveis, em média, permaneceram inalterados em todos os anos considerados. Com esta análise, pôde-se supor que os volumes de produção são fatores que influenciaram no comportamento dos custos da atividade leiteira das propriedades assistidas pelo PDPL/RV.

#### **4.2 Análise específica da estrutura dos custos fixos e variáveis**

A Tabela 3 apresenta, respectivamente, os valores e a percentagens das médias dos custos fixos (CF), variáveis (CV) e custo total (CT) do período compreendido entre 2003 e 2005. Percebeu-se, pelos dados apresentados, que as médias destes custos, tanto as propriedades com produtividade inferior ou superior a 300 litros de leite por dia, obtiveram percentuais aproximados, cerca de 30% e 70% respectivamente.

Verificou-se que a média do custo total das propriedades com produção superior a 300 l/dia é 1% menor do que as propriedades que têm produção inferior a 300 l/dia, o que é uma evidência de economia de escala, pois a média do custo diminuiu com a elevação da produção.

**Tabela 3: Distribuição das médias dos custos.**

<b>Produtividade</b>	<b>Média do Custo Fixo</b>		<b>Média do Custo Variável</b>		<b>Média do Custo Total</b>	
	<b>(R\$)</b>	<b>%</b>	<b>(R\$)</b>	<b>%</b>	<b>(R\$)</b>	<b>%</b>
Até 300 l/dia	1.049,62	31,00	2.377,96	69,00	3.427,58	100,00
Acima de 300 l/dia	1.021,76	30,00	2.371,77	70,00	3.393,53	100,00
Geral	2.071,38	26,43	5.765,30	73,57	7.836,68	100,00

Fonte: Dados da Pesquisa

### 4.3 Análise das funções de custo total

Os resultados das regressões de custo, estimadas para os períodos analisados, são apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6.

**Tabela 4: Estimativas do ajustamento da equação de custo de leite em relação à quantidade produzida no período 2003-2004.**

Parâmetro	Coefficiente	Estatística t	R <sup>2</sup>	Estatística F
$\beta_0$	0,028	0,087*	0,892	182,1757
$\beta_1$	0,901	13,500	-	-

Fonte: Dados da Pesquisa.

\* Não Significativo a 5%

De acordo com as análises estatísticas apresentadas nas Tabelas 4, 5 e 6, verificou-se um R<sup>2</sup> igual a 0,89; 0,78 e 0,86, respectivamente. Isto significa que no período de 2003-2004, 89% das variações do custo total de leite foram explicadas pela quantidade produzida. Já no período 2004-2005 a variável produção de leite explicou 78% da variável custo total.

**Tabela 5: Estimativas do ajustamento da equação custo de leite em relação à quantidade produzida no período 2004-2005.**

Parâmetro	Coefficiente	Estatística t	R <sup>2</sup>	Estatística F
$\beta_0$	0,051	0,010*	0,781	81,902
$\beta_1$	0,918	9,049	-	-

Fonte: Dados da Pesquisa.

\* Não Significativo a 5%

Quando analisado todo o período 2003-2005, constatou-se que 86% das variações do custo total ocorreram devido ao volume de produção de leite. Concluindo-se que os dados apresentaram um bom ajustamento para os períodos analisados.

**Tabela 6: Estimativas do ajustamento da equação custo de leite em relação à quantidade produzida no período 2003-2005.**

Parâmetro	Coefficiente	Estatística t	R <sup>2</sup>	Estatística F
-----------	--------------	---------------	----------------	---------------

Arêdes, A; Silveira, S. de F. R; Lima, A. A. T. de Freitas de Carvalho; Arêdes, A. F; Pires, S. V.

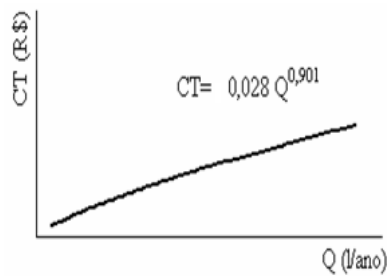
$\beta_0$	0,089	0,212*	0,862	144,014
$\beta_1$	0,900	12,010	-	-

Fonte: Dados da Pesquisa.

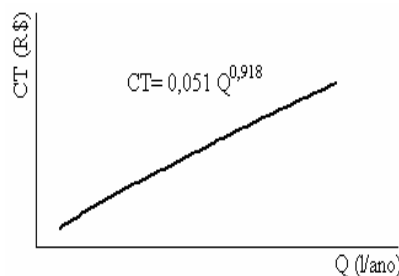
\* Não Significativo a 5%

Quanto à significância estatística dos coeficientes  $\beta_1$ , constatou-se que estes foram estatisticamente significativos a 5% pela estatística  $t$  de Student, ou seja, que estes parâmetros estimados são aceitos para análise do trabalho.

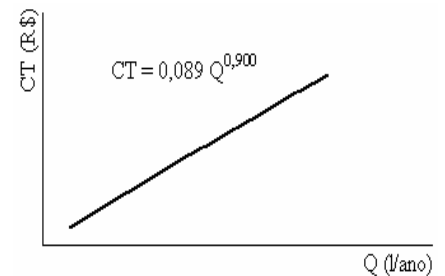
Em relação à existência da relação entre a variável custo total e produção de leite, ou seja, a validade da existência das regressões confirmada pela estatística F, foi de 5%. As representações gráficas das regressões de custo total estimadas são apresentadas nas Figuras 5, 6 e 7.



**FIGURA 5**  
Representação da curva de custo total para a produção de leite no período 2003-2004



**FIGURA 6**  
Representação da curva de custo total para a produção de leite no período 2004-2005.



**FIGURA 7**  
Representação da curva de custo total para a produção de leite no período 2003-2005.

Fonte: Dados da Pesquisa.

#### 4.4 Medida de economia de escala

Aplicando a equação 10 na equação 20 foram encontradas as elasticidades de custo total da produção ( $E_c$ ). Considerou-se que os coeficientes  $\beta_1$  estimados, iguais a 0,901, 0,918 e 0,900 para os períodos 2003-2004, 2004-2005 e 2003-2005, corresponderam a medida de escala. Constatando-se desta forma, que a elevação da produção causa um aumento menos que proporcional do custo total de produção. O grau de economia de escala (EE) foi obtido a partir da aplicação da equação 10 em 19, encontrando-se os valores de 0,099, 0,082 e 0,100, respectivamente, revelando que a atividade leiteira responde à economia de escala.

Identificar os fatores que contribuíram para a economia de escala nas propriedades estudadas não foi o objetivo do trabalho, mas citar as possíveis causas do fato torna-se relevante, são elas: o tamanho da propriedade; capacidade de lotação das pastagens; nível de especialização da produção; tipos de mão-de-obra adotados (familiar e/ou contratada); quantidade de insumos utilizados e qualidade da alimentação; investimentos que contribuíram para a modernização da propriedade, como aquisição de máquinas, equipamentos e eletrificação.

Espera-se que nas propriedades com maiores padrões tecnológicos, tenham-se maiores escalas de produção e apresentem-se custos mais baixos.

#### 4.5 O teste de hipótese

A partir do teste de hipótese (de significância) para a verificação da igualdade das médias dos custos totais dos grupos A e B, utilizando as equações 22 e 23 obteve-se que o desvio-padrão comum corresponde a um valor de 180,55 e  $t_{cal}$  a 0,4681, com grau de liberdade de 23, e os níveis de significância testados de 5% e 1%, concluindo-se pela a rejeição da hipótese nula, de que os dois grupos têm a média dos custos totais estatisticamente iguais. Na Tabela 7, são apresentados os resultados que permitiram a rejeição de  $H_0$ .

**Tabela 7: Representação do teste de hipótese**

Nível de Significância	Grau de Liberdade	$t$ Tabelado	Desvio-Padrão	$t$ Calculado	Variável do teste	Resultado
1%	23	2,8073	180,55	0,4681	0,0140	rejeita-se $H_0$
5%	23	2,0687	180,55	0,4681	0,0517	rejeita-se $H_0$

Fonte: Dados da Pesquisa.

## 5. Conclusões

A atividade leiteira se destaca como um dos principais componentes do agronegócio brasileiro. Em vista disso, torna-se necessário o estudo das economias de escala para se avaliar a eficiência com que são alocados os recursos nas propriedades.

Esta pesquisa evidenciou ganhos de escala na atividade leiteira dos pecuaristas assistidos pelo PDPL/RV, uma vez que o aumento da produção provoca uma elevação menos que proporcional no custo total de produção, ou seja, que maiores volumes de produção acompanham reduções dos custos médios. Assim, verificou-se que os pecuaristas assistidos pelo PDPL/RV podem elevar sua produção de leite e obter maior retorno financeiro, uma vez que o custo médio de produção tenderá a diminuir.

Verificou-se ainda que os custos fixos apresentados nestes períodos foram elevados o que pode ter prejudicado um melhor desempenho das empresas quanto a sua lucratividade. também, constatou-se que as empresas com níveis de até 300 litros de leite por dia possuem diferentes custos totais quando comparados aos custos daquelas empresas cuja produção supera 300 litros de leite por dia.

Dessa forma, analisar o custo e verificar a existência de economia de escala na atividade leiteira é um fator condicionante de competitividade, uma vez que a elevação do volume de produção implicaria em custos de produção decrescentes.

## 6. Referências Bibliográficas

BIAZI, Elenice *et al.* *Tecnologia, Especialização Regional e Produtividade: Um Estudo da Pecuária Leiteira em Minas Gerais*. Disponível em:

<<http://www.cedeplar.ufmg.br/diamantina2002/textos/D25.PDF>>. Acesso em: 03 jul. 2004.

GOMES, Sebastião T. Produtividade e Taxa de Remuneração do Capital Investido na Produção de Leite. *Jornal da Produção de Leite*. Viçosa, mar. 2004a. p. 1.

\_\_\_\_\_. *Conjuntura do Leite: Demanda de Importações*. Disponível em:

<[http://www.ufv.br/der/docentes/professores/artigos/stg\\_artigos.html](http://www.ufv.br/der/docentes/professores/artigos/stg_artigos.html)> Acesso em: 20 ago. 2004b.

Arêdes, A.; Silveira, S. de F. R.; Lima, A. A. T. de Freitas de Carvalho; Arêdes, A. F.; Pires, S. V. LOPES, M. A.; CARVALHO, F. M. *Custo de Produção de Leite*. Acesso em: 23 jan. 2005.

MELLO, Gisela. *Economia de Escala e Eficiência Econômica da Produção de Leite*. Viçosa: UFV, 1995.127p.

PECUÁRIA DE LEITE. *Lácteos Registram Saldo de US\$ 5,1 Milhões*. Disponível em <[http://www.agronegociospc.com.br/novo\\_site/clipping\\_leite.htm](http://www.agronegociospc.com.br/novo_site/clipping_leite.htm)>. Acesso em: 26 fev. 2005.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. *Microeconomia*. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall. 2002. 710 p.

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA PECUÁRIA LEITEIRA DA REGIÃO DE VIÇOSA. *Os Resultados*. Disponível em <<http://www.ufv.br/pdpl/resultados.htm>>. Acesso em: nov. 2003.

VASCONCELLOS, Marco Antônio Sandoval; OLIVEIRA, Roberto Guena; *Manual de Microeconomia*. 2. ed. São Paulo: Atlas. 2000. 304 p.

VILELA, Duarte. et al. *Agronegócio Brasileiro; Ciência, Tecnologia e Competitividade*. Brasília: CNPq, 1998. 275 p.

VILELA, Duarte. *Leite: sua importância econômica, social e nutricional*. Disponível em <<http://www.pardo-suico.com.br>>. Acesso em: 30 abr. 2004.