



ECONOMIA DE ESCALA NO PROCESSO DE RESFRIAMENTO DO LEITE CRU TIPO B EM PROPRIEDADES RURAIS

MARCELA DE MELLO BRANDÃO VINHOLIS.

EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE, SAO CARLOS, SP, BRASIL.

marcela.vinholis@cnpse.embrapa.br

POSTER

COMERCIALIZAÇÃO, MERCADOS E PREÇOS AGRÍCOLAS

PROCI-2007.00146

VIN

2007

SP-2007.00146

Economia de escala no processo de resfriamento do leite cru tipo B em propriedades rurais

Grupo de Pesquisa: 1- Comercialização, mercados e preços agrícolas

Resumo

Economia de escala é decorrente da redução dos custos unitários à medida que se expande a escala de produção. Este artigo tem por objetivo a estimativa dos custos envolvidos no processo de resfriamento do leite cru tipo B após a implantação da Instrução Normativa 51 e a verificação das possíveis fontes de economias de escala. Concluiu-se que existe forte tendência a este tipo de economia nesta atividade devido aos retornos crescentes no custo de investimento e operacional conforme aumenta-se a capacidade dos tanques de resfriamento.

Palavras-chaves: leite, Instrução normativa 51, economia de escala, custo unitário.

Abstract

Scale economy is a reduction in cost per unit resulting from increased production scale. This article aims to estimate the costs involved in the cooling milk process after the Normative Instruction 51 issue and it also aims to verify the scale economies sources. It was concluded that there is a strong tendency this economy type happens in the cooling milk process as consequence of the growing returns in the investment and operational costs as the cooling milk tank capacity increases.

Key Words: milk, dairy cattle, Normative instruction 51, scale economy, unit cost.

Economia de escala foi definida como aquela resultante do aumento do tamanho de uma única unidade de produção ou distribuição de um único produto e, por consequência deste aumento de escala, a redução do custo unitário de produção ou distribuição. As economias de escala em indústrias mais antigas dava-se pela intensificação do trabalho, obtido pelo aumento do número de equipamentos e funcionários para operá-los, tendo como exemplo a indústria têxtil. As indústrias mais recentes são caracterizadas por serem mais intensivas em capital e o aumento da produção deve-se à: (i) melhorias e reorganização da matéria-prima; (ii) equipamentos e habilidades melhoradas; (iii) reorientação do processo de produção e; (iv) aumento da energia empregada. São exemplos das indústrias mais recentes o processo de produção do açúcar, petróleo, óleo vegetal e animal, tabaco e outros produtos agrícolas (Chandler, 1990).

Os setores produtores de *commodities* merecem destaque como aqueles em que os baixos custos unitários têm que ser garantidos por meio de ganhos de escala (Araújo, 2003).

Economias de escala existem quando os custos diminuem à medida que se expande a escala de produção, ou seja, quando há custos médios decrescentes. A característica comum entre várias curvas de custo médio de longo prazo apresentadas na literatura é a existência de um segmento decrescente, o que sugere economias de escala, e a presença de uma escala mínima eficiente (EME), onde estas economias de escala se esgotam. Existem as economias de escala ditas *reais* que ocorrem quando o fator que as explica é a redução na quantidade de fatores produtivos utilizados quando há um aumento da produção, e as economias de escala *pecuniárias*, onde o fator que as explica é a redução no preço pago pelo insumo, ou seja, os preços dos fatores de produção decrescem com o aumento das quantidades produzidas e não a quantidade consumida de insumos por unidade de produto (Bain, 1956; Azevedo, 1998; Kupfer & Hasenclever, 2002).

Enquanto as economias de escala *reais* podem decorrer de diversos fatores, as *pecuniárias*, são normalmente derivadas da maior capacidade de barganha ou do menor risco decorrente do porte da empresa. Uma empresa operando em grandes volumes pode adquirir seus insumos a preços mais baixos, conseguindo impor aos seus fornecedores termos que atendam seu interesse (Azevedo, 1998 e Araújo, 2003).

Em uma visão contrária ao paradigma tecnológico de produção em massa, característico à economia de escala descrita anteriormente, Alcorta (1994) sugere o processo de *downscaling*, onde é possível a produção de elevada variedade de produtos em pequenos lotes e em menor tempo. Este avanço foi possível em função de desenvolvimentos recentes de novas tecnologias da indústria microeletrônica, da informação e tecnologias organizacionais. No entanto, esta tendência de redução da escala é observada à nível de produto. Impacto semelhante não foi verificado ao nível da planta ou da firma. O autor ainda sugere que nestes dois últimos níveis devam permanecer o conceito de economias de escala devido os elevados custos do capital e de outros custos fixos.

De acordo com Chandler (1990) a utilização da capacidade plena da planta é uma condição básica para a obtenção de vantagens de custo decorrentes das economias de escala. Se o volume estiver abaixo da capacidade, os custos efetivos por unidade tendem a

crescer e as vantagens potenciais de custo podem não ser completamente realizadas. Nesse sentido, torna-se ainda mais importante a coordenação entre as diferentes atividades da empresa para que a utilização da capacidade plena da instalação possa ser atingida continuamente. Por ser a atividade leiteira, foco deste trabalho, dependente de fatores ambientais, há que se ter um bom controle das etapas anteriores ao processo de resfriamento do leite, dentre elas destaca-se o controle sanitário do rebanho e o controle da produção e qualidade do alimento ofertado, de forma a reduzir a estacionalidade de produção e programar a suplementação com qualidade em períodos de seca. Dessa forma, minimiza a queda de produção de leite do rebanho nos meses de seca (abril a agosto).

Este artigo tem por objetivo estimar os custos e verificar a presença e importância dos ganhos de escala no processo de resfriamento do leite cru tipo B na propriedade rural. Para isso utiliza dos conceitos de economias de escala disponíveis na literatura. O tema tem relevância significativa para o setor, em especial após a publicação da Instrução Normativa 51, que visa a melhor qualidade do produto final e exige a implementação deste processo por parte do pecuaristas. O estudo também tem importância para o processo de formulação estratégica da empresa rural e tomada de decisão, em especial no setor leiteiro que opera com margens estreitas e é tomador de preço no mercado.

Além da introdução, o artigo inclui duas seções analíticas e uma dedicada às considerações finais. A seção seguinte caracteriza tecnicamente o processo de resfriamento do leite cru tipo B e sua importância, destacando as informações mais relevantes para a estimativa dos custos do leite resfriado na propriedade rural. A terceira estima os custos e analisa os resultados das estimativas dos custos unitários de resfriamento do leite utilizando tanques de diferentes capacidades. Por fim, na última seção são resumidas as principais conclusões obtidas.

2. CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE RESFRIAMENTO DO LEITE CRU TIPO B E SUA IMPORTÂNCIA

Baixas temperaturas do leite armazenado retardam os processos químicos e o crescimento microbiano, evitando dessa forma a queda da qualidade do produto. Com base nesse conhecimento, foi publicada a Instrução Normativa 51 (18 de setembro de 2002), que tem por objetivo fixar requisitos mínimos que devem ser observados para a produção, a identidade e a qualidade do leite tipo A, do leite tipo B, do leite tipo C, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado, bem como os requisitos mínimos para a coleta do leite cru refrigerado e seu transporte a granel.

O escopo deste artigo restringe-se ao processo de refrigeração do leite cru tipo B requerido na norma, o qual requer a estrutura da "Sala de leite", onde deve ser instalado o equipamento de refrigeração do leite em placas ou por expansão direta. Entende-se por Leite Cru Refrigerado tipo B o produto integral quanto ao teor de gordura, refrigerado em propriedade rural produtora de leite e nela mantido pelo período máximo de 48h, em temperatura igual ou inferior a 4°C, que deve ser atingida no máximo 3h após o término da ordenha, transportado para estabelecimento industrial, para ser processado, onde deve apresentar, no momento do seu recebimento, temperatura igual ou inferior a 7°C.

O resfriamento do leite na propriedade rural tem por objetivo inibir o crescimento bacteriano e prolongar o armazenamento do produto na propriedade rural de forma a

reduzir os custos de transporte e evitar a perda da qualidade do produto. O crescimento de bactérias no leite é reduzido por meio do resfriamento abaixo de 10°C, mas temperaturas próximas de 3 a 4°C, atingidas de uma forma rápida, permitem que as atividades bacterianas sejam interrompidas.

A qualidade final do produto, depende dentre outros fatores, da qualidade inicial bacteriológica do leite. Esta qualidade inicial é consequência da sanidade do animal e das condições de limpeza e desinfecção do equipamento de ordenha e do ambiente onde o leite é colhido e armazenado. Portanto, o processo de resfriamento do leite trata-se de um complemento das condições de higiene necessárias para a qualidade do produto final.

O estudo tem por objetivo verificar as fontes de economias de escala existentes no processo de resfriamento do leite cru por expansão direta. Conforme consulta realizada junto a fabricantes de tanques de resfriamento de leite o sistema por expansão direta é atualmente o mais utilizado pelos produtores rurais de leite. O fundo do tanque é projetado como um evaporador, sendo que o calor do leite passa pela parede de aço inoxidável para o meio de resfriamento. O meio de resfriamento se evapora, o que retira o calor do leite.

A instalação de tanques de resfriamento do leite exige energia elétrica disponível e instalação específica para o armazenamento do equipamento, de preferência próxima ao processo de ordenha dos animais.

Para simular a condição de estacionalidade de produção existente na atividade da pecuária leiteira, considerou-se uma queda de 20% na produção de leite do rebanho nos meses de seca (abril a agosto).

3. PROJEÇÕES DE CUSTO UNITÁRIO DO LITRO DE LEITE RESFRIADO E ANÁLISE

Esta seção apresenta os resultados das estimativas de custo do processo de resfriamento do leite cru tipo B em propriedades rurais. A estimativa foi realizada a partir de um levantamento junto a um fornecedor de tanques de resfriamento de leite sobre as características técnicas – capacidade, necessidade de instalação, manutenção, consumo de energia – e o preço de venda de cada modelo vertical ou horizontal que funcionasse pelo sistema de expansão direta. Também foi acompanhado em uma propriedade rural que opera com este sistema a operação de enchimento do tanque, armazenamento e coleta do leite resfriado pela cooperativa local. Este acompanhamento foi realizado visando a quantificação de mão-de-obra necessária no processo.

Desse levantamento, resultou uma relação de 11 modelos de tanques de resfriamento que operam em 2 ou 4 ordenhas, variando sua capacidade de 300 a 5.900 litros de leite. Neste trabalho, considerou-se que na operação com 2 ordenhas a coleta do leite é realizada diariamente pela cooperativa, enquanto que na operação com 4 ordenhas, a coleta do leite é realizado em dias alternados (a cada 48 horas).

O equipamento para 2 ordenhas contempla as fases: vazio, 50% e 100%, sendo que quando o tanque está vazio ou contém 50% de seu volume nominal a 4°C e então são acrescidos 50% do volume em uma batelada a 35°C, todo o leite deve ser resfriado a 4°C sem ultrapassar o tempo de resfriamento específico. Com 4 ordenhas, as fases do tanque são: vazio, 25%, 50%, 75% e 100%. Esta característica técnica influencia tanto o preço do

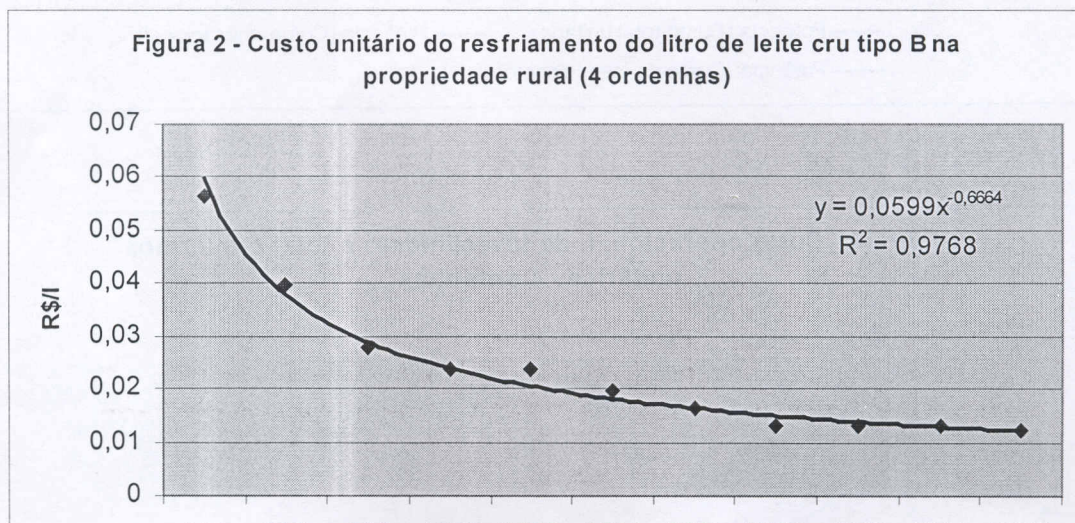
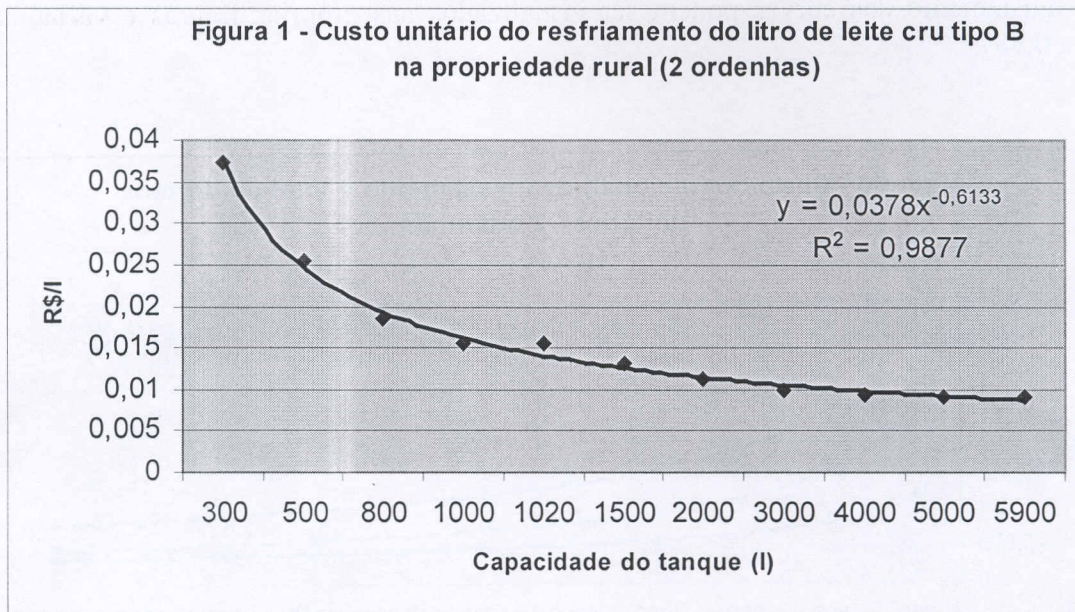
equipamento, como o consumo de energia, consumo de material para limpeza do tanque, no valor de reposição do compressor na estimativa do custo de manutenção e tempo de mão-de-obra requerida no processo.

Na tentativa de estimar o efeito da estacionalidade de produção de leite do rebanho que normalmente ocorre na atividade leiteira, considerou-se uma redução de 20% na produção total na época de seca na região sudeste do país (abril a agosto).

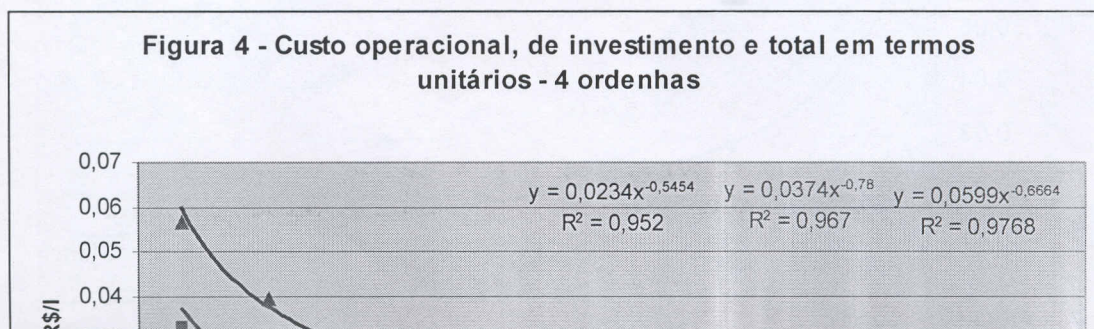
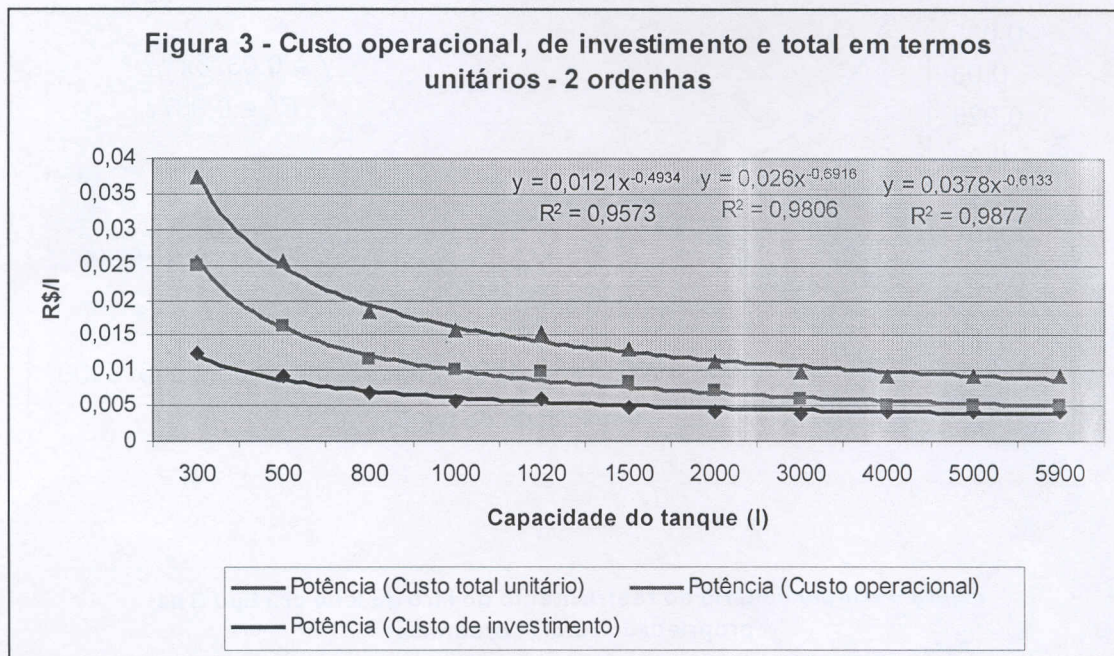
Para efeito de cálculo do custo unitário do litro de leite resfriado, utilizou-se a taxa anual de atratividade de 12%, vida útil do tanque de resfriamento de 15 anos e para instalação de 20 anos. Calculou-se as anuidades equivalentes ao valor do investimento inicial na aquisição do tanque e instalações ("Sala de leite").

Nas figuras 1 e 2 pode ser evidenciado a economia de escala presente no processo de resfriamento do leite cru tipo B. A Figura 1 apresenta a estimativa de custo unitário para a situação de operação com 2 ordenhas, enquanto que a Figura 2 mostra a estimativa de custo unitário para o trabalho com 4 ordenhas.

A evidência de economia de escala neste processo pode ser verificado pela análise visual das curvas, bem como pelo ajuste da curva exponencial negativamente inclinada. O R^2 do ajustamento apresenta valores de 0,9877 e 0,9768 para o processo com 2 ou 4 ordenhas, respectivamente.



As figura 3 e 4 mostram a importância do custo operacional e de investimento na composição do custo total unitário para o processo de resfriamento do leite realizado com 2 e com 4 ordenhas, respectivamente. Na primeira situação, quando eleva-se a capacidade do tanque de resfriamento de 300 para 3000 litros de leite, obtém-se a redução do custo do investimento de 69%, enquanto que o custo operacional apresenta uma redução de 76%. Em termos absoluto, o custo operacional representa 61% do custo total unitário. No caso de 4 ordenhas, quando a capacidade do tanque de resfriamento passa de 300 para 3000 litros de leite, a redução do custo de investimento é de 74% e do custo operacional é de 79%. O custo operacional representa 53% do custo total unitário. Em ambos os casos, os R² do ajustamento das curvas podem ser visualizados nas próprias figuras e variam de 0,952 a 0,9877.



Na análise qualitativa do processo de resfriamento do leite observou-se economia de escala *real* relacionada com o tamanho do equipamento industrial utilizado, no caso, a aquisição do tanque de resfriamento do leite. Esta fonte de economia de escala diz respeito às propriedades geométricas da unidade processadora. O produto destas unidades tende a ser proporcional ao seu volume, enquanto que o custo de produção está associado à área de superfície das unidades processadoras. Estudos apresentados por Kupfer & Hasenclever (2002), concluíram que quanto maior a capacidade produtiva do equipamento, menores são os custos de aquisição associados. Ressalta-se que este resultado não implica que os custos médios de longo prazo declinam com a quantidade produzida, mas são reduzidos com a compra de equipamentos com maior capacidade.

Ainda nas fontes de economias de escala *reais* no processo de resfriamento do leite na propriedade rural, verificou-se que alguns custos de manutenção como: (i) a reposição do controlador de temperatura; e, (ii) a visita do técnico para reposição do compressor e da reposição do gás, são custos sujeitos à indivisibilidade dos investimentos realizados, ou seja, estes custos não podem ser decompostos proporcionalmente a escala de produção. Independentemente da capacidade do equipamento, estes custos de manutenção envolvidos não se alteram proporcionalmente.

Observou-se ainda tendência de economia de escala decorrente da redução no uso proporcional do insumo energia elétrica conforme aumenta-se a escala de produção, em especial, no uso de equipamentos destinados a operar com quatro ordenhas para completar a capacidade do tanque.

Embora não tenha sido quantificado neste trabalho a redução do custo de transporte para a coleta do leite após a implantação da Instrução Normativa 51, entrevista com cooperativa de leite evidenciou o potencial deste benefício. Dessa forma, a integração vertical do processo de resfriamento do leite na propriedade rural, utilizando tanques para 4 ordenhas, propiciou a coleta do leite a cada 2 dias pela cooperativa, ao invés da coleta diária. Com isso, além da melhoria da qualidade do produto, obteve-se benefícios na redução do custo de transporte na coleta de leite.

Alcorta (1994) cita como exemplo de fonte de redução de custos no processo nomeado como *descaling* a nível de produto a indústria gráfica que após a utilização de

novas tecnologias como o CAD (*computer-aided-design*), teve seu tempo de *set-up* significativamente reduzido. Fazendo um paralelo com o processo de resfriamento automatizado do leite na propriedade rural foi possível verificar significativa redução do tempo de mão-de-obra despendida no processo de armazenamento e coleta do leite, quando comparado ao sistema manual de armazenamento e coleta do leite em tambores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostrou que existe a tendência a economias de escala no processo de resfriamento do leite e que os retornos crescentes são decorrentes tanto do menor custo unitário de investimento quanto do custo unitário operacional. O custo de investimento inclui a aquisição do sistema completo de resfriamento do leite e as instalações necessárias, enquanto que o custo operacional inclui o custo de manutenção, consumo de energia elétrica, mão-de-obra e material de consumo para limpeza do tanque.

O escopo do processo de resfriamento do leite utilizado para a estimativa do custo inicia-se com o enchimento do tanque após a ordenha dos animais e encerra-se no esvaziamento do tanque, no momento da coleta do leite pelo laticínio ou cooperativa.

5. BIBLIOGRAFIAS

- ALCORTA, L.** The impact of new technologies on scale in manufacturing industries: issues and evidence. *World Development*, 22 (5), 1994.
- ARAÚJO, J.B.** *Economias de escala em duas tecnologias alternativas: um estudo do setor siderúrgico*. Dissertação Mestrado. São Carlos: UFSCar, 2003. 100p.
- AZEVEDO, P.F.** Organização industrial. Em: MONTORO F^o, A.F. *et alii Manual de economia*. São Paulo: Saraiva, 3^a edição, Cap. 8, 1998.
- BAIN, J.** *Barriers to New Competition*. Tradução para o português do Capítulo 1: "A importância da condição de entrada", Campinas: IE/Unicamp, mimeo, 1956.
- CHANDLER, A.D.** *Scale and scope: the dynamics of industrial capitalism*. Cambridge: Harvard University Press, 1990.
- KUPFER, D. & HASENCLEVER, L.** *Economia Industrial*. Rio de Janeiro: Campus, 2002.