

APLICAÇÃO DO MODELO DEA PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS EM EMPRESAS BRASILEIRAS DE CONFECÇÕES

APPLICATION OF DEA MODEL FOR PERFORMANCE ASSESSMENT OF LOGISTICS COSTS INTO BRAZILIAN CLOTHING INDUSTRY

Lucas Maia dos Santos (UFMG e IFMG) admlucasmaia@hotmail.com

Luciana Paula Reis (UFMG) lpaula_reis@yahoo.com.br

Marco Aurélio Marques Ferreira (Universidade Federal de Viçosa) marcoaurelio@ufv.br

Daniel Resende Dutra (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE) danielrdutra@gmail.com

Endereço Eletrônico deste artigo: <http://www.raunimep.com.br/ojs/index.php/regen/article/view/362>

Resumo: O setor de confecção passou por reestruturações cujos benefícios se traduzem na redução do tempo no processo de produção e no desperdício de tecidos, além de flexibilidade para a alteração de modelos de confecções. Esse setor abriga um campo interessante de estudos para compreender o desempenho de alguns aspectos logísticos deste setor. A compreensão da logística integrada permite tomar decisões referentes ao processo de compras dos produtos e serviços. Dessa maneira, o presente artigo busca analisar o desempenho voltado para os custos logísticos de empresas de médio e grande porte do setor de confecção brasileiro. Este estudo baseou-se em dados secundários disponibilizados pelo IBGE, referente a 163 empresas brasileiras de médio e grande porte do setor de confecções, no ano de 2006, sendo estes os dados mais recentes do setor. Para desenvolver o trabalho foi utilizada a Análise Envoltória de Dados (DEA) para calcular os escores de eficiência. Foi escolhido para mensuração da eficiência, a receita total e ativo total (bens e recursos financeiros e não-financeiros) como variável para produto (*output*) e as variáveis custo de aquisição; custo de estoque de matéria-prima (MP), materiais auxiliares e componentes; custo de estoque de produto acabado (PA), custo de estoque de produto intermediário (PI), custo de operações industriais e custo com frete como variáveis para insumos (*inputs*). Como resultado da análise das 163 empresas analisadas, 17,8% correspondem a empresas consideradas eficientes e que o restante das empresas necessitam reduzir seus custos logísticos significativamente para melhorar o desempenho.

Palavras-chave: Desempenho. Logística. DEA. Custos.

Abstract: The clothing sector has undergone restructuring which mean benefit are time reduction in the production process and the waste of cloth, as well as the flexibility to change the structure of clothing industry. This sector holds an interesting field of study to understand the performance of some logistical aspects of this sector. The understanding of integrated logistic allows decisions concerning the buying process of products and services. Thus, this paper analyzes the performance focused on the logistics costs of medium and large sized clothing industry in Brazil. This study was based on secondary data provided by IBGE referring to 163 Brazilian companies of medium and large size of the clothing sector, in 2006, which are the latest data from industry. To develop this study was used mathematical programming to calculate the efficiency scores, using the Data Envelopment Analysis (DEA). Hence, it was selected for measuring efficiency, the total revenue and total assets (financial

assets and resources and non-financial) as a variable to product (output) and variables acquisition cost, cost of raw material, auxiliary materials and components; cost of finished product, cost of product in process, cost of industrial operations and transport cost as variables for inputs (inputs). As a result of the analysis of 163 companies surveyed 17.8% were considered efficient firms and that the remaining companies need to reduce their logistics costs significantly to improve performance.

Keywords: Performance. Logistic. DEA. Costs

Artigo recebido em: 15/09/2011

Artigo aprovado em: 15/05/2012

1. Introdução

O setor de confecções, com as recentes reestruturações no âmbito comercial, abriga um campo interessante de estudos para compreender o desempenho dos processos logísticos deste setor. Avanços tecnológicos cujos benefícios se traduzem na redução do tempo e desperdícios de matérias primas no processo de produção, bem como, de flexibilidade para a alteração de modelos de confecções são as principais razões das recentes reestruturações.

No Brasil, este setor é constituído, principalmente, por Micro e Pequenas Empresas (MPEs), embora coexistam empresas de médio e grande porte. A grande heterogeneidade do setor mostra que as estratégias das empresas devem distinguir-se, de tal forma que as empresas menores, com limitação em eficiência de escala, devam ajustar-se a nichos nos quais não sofram concorrência direta das grandes. Nesse cenário, as MPEs encontrarão excelente oportunidade na especialização enquanto as médias e grandes empresas se concentrarão em produtos de larga escala.

Para a produção em escala das médias e grandes, a logística ganha notória expressão na medida em que possibilita um melhor gerenciamento dos produtos e informações ao longo dos vários processos da empresa, assim como entre as empresas da cadeia produtiva. Vários são os indicadores definidos para avaliar o desempenho logístico das empresas. Dentre os indicadores pode-se destacar os custos relacionados à logística interna como custo do pedido, o custo de compra de materiais (apenas materiais de produção), os custos totais de manutenção do estoque, o custo de sistemas de informação gerencial à logística, os custos administrativos de estoque, os custos de mão-de-obra de produção dentre outros.

A análise do desempenho dos custos logísticos é um fator direcionador do processo de melhoria, uma vez que se torna possível identificar quais são os indicadores críticos das empresas no contexto da logística. Por isso, a presente pesquisa busca responder o seguinte questionamento de pesquisa: qual o desempenho dos custos logísticos das médias e grandes empresas do setor de confecção brasileiro?

O estudo do desempenho de processos das organizações possibilita identificar as alternativas existentes para melhorar os níveis de serviços a custos menores. Assim, devido à estratégia de posicionamento no mercado das médias e grandes empresas estarem voltadas para produção em escala, o que requer um controle acirrado dos custos, este trabalho foi conduzido com o objetivo de analisar o desempenho relativo das médias e grandes empresas de confecções brasileiras, voltado para alguns aspectos dos custos logísticos.

2. Logística

2.1. Cadeia de Valor e Logística Integrada

O estudo da cadeia de valor é capaz de identificar, estrategicamente, as maneiras pelas quais se podem criar mais valor para o cliente (PORTER, 1985). As empresas pertencentes à cadeia desempenham um conjunto de atividades tais como: trazer materiais para dentro da empresa (logística interna), convertê-los em produtos finais (operações), expedir os produtos finais (logística externa), comercializá-los (*marketing* e vendas) além de prestar assistência técnica aos clientes (serviço).

A cadeia de valor pode ser entendida como as relações entre fornecedores, empresas e clientes estabelecidos pelos processos de aquisição, conversão e distribuição dos produtos (FIGURA 1).

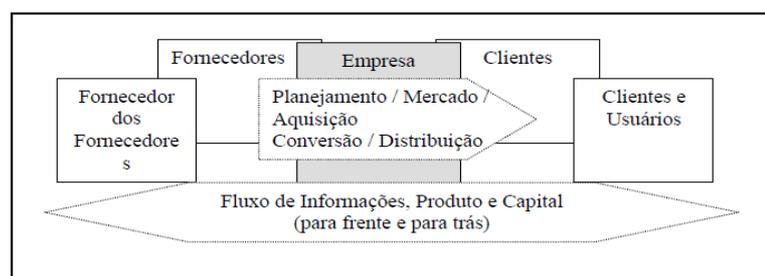


Figura 1: Modelo de Cadeia de Valor.

Fonte: POIRIER (1997)

A cadeia de valor estabelece uma cadeia de suprimentos que segundo Beaumont (2005) é um processo integrado que envolve desde a transformação da matéria-prima até o produto final a ser entregue para o consumidor, sendo dividido em quatro níveis: fornecedores, produtores, distribuidores e consumidores.

Segundo Pires (1998), as práticas de gestão da cadeia de suprimentos visam compreender as potenciais sinergias entre os elos dessa cadeia, favorecendo a integração das empresas de forma a aumentar o valor dos produtos percebidos pelos clientes finais e, conseqüentemente, pela sociedade consumidora dos produtos tecnológicos. Para alcançar um melhor desempenho e otimização durante a gestão da cadeia é preciso gerenciar o fluxo de informação de forma eficiente entre os componentes da rede, para que todos os elos estejam conectados e possam atingir a satisfação do cliente final (POIRIER, 1997). A gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management* - SCM) permite visualizar a contribuição tanto dos processos logísticos internos às empresas, quanto da interação entre as empresas. E, para facilitar a inserção dessa gestão, surge a logística integrada, focada na integração intra-firma, enquanto o SCM focaliza a integração da cadeia, em um nível inter-firma.

Para Christopher (2007), os relacionamentos na cadeia, sustentados pela logística de aquisição e distribuição, podem se basear em valor ou em custo, ou a forma combinada de ambos. As vantagens de custo são baseadas em um menor custo total das atividades, geralmente obtido, não por ganhos de escala, mas pela logística e pelo melhor gerenciamento da cadeia. Neste caso, as tentativas de minimizar custos funcionais (*e.g.* transportes, compras) são analisadas em conjunto com os *trade-offs*, uma vez que a redução em um custo funcional impacta o aumento em outro (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2007).

Já as vantagens de valor, são obtidas por uma maior aproximação dos consumidores e atuação em segmentos de valor. Em ambas as vantagens, a logística desempenha um papel fundamental, uma vez que os custos logísticos são significativos, e as vantagens com base no valor concentram-se nos clientes que buscam cada vez mais confiabilidade, qualidade e eficiência (CHRISTOPHER, 2007).

Assim, o caráter estratégico da gestão da cadeia de suprimentos se faz presente por potencializar elos integrados e coordenados via processos logísticos (MENTZER *et al.*, 2001),

uma vez que incorpora o planejamento e a gestão de todas as atividades logísticas. Isso possibilita coordenar os processos das organizações de forma integrada, desde os fornecedores até o cliente final (CHRISTOPHER, 2007; PAGH; COOPER, 1998; COOPER, LAMBERT; PAGH, 1997).

A compreensão da logística integrada permite tomar decisões referentes ao processo de compras dos produtos e serviços (BOWERSOX; CLOSS; STANK, 2000). Essas decisões permitem uma melhor compreensão das estratégias logísticas, para que então, os gestores do negócio possam tomar a decisão de qual elo escolher para o posicionamento da empresa na cadeia. A escolha desses elos estratégicos corresponde aos níveis de desempenho desejados. Os atributos demandados pelos clientes como flexibilidade, consistência nos prazos de entrega, redução dos *lead times* relativos aos pedidos, eficiência de custos de transporte, estoques e armazenagem dependem da escolha do elo a ser dominado e do nível de desempenho almejado (LOCKAMY; MCCORMACK, 2004).

Segundo Ballou (2006), nesse contexto, a logística integrada possui forte contribuição para o estudo. Ela apresenta um escopo estratégico, o que permite o alinhamento de funções logísticas como compras, produção e distribuição. O gerenciamento adequado dos custos envolvidos nessas funções deve estar direcionado para as estratégias do negócio, uma vez que a integração de processos inter e intra-organizacionais são fundamentais para a competição entre cadeias, a fim de garantir a coerência das estratégias escolhidas (CHOPRA; MEINDL, 2003).

2.2. Indicadores logísticos

A medida de desempenho logístico possibilita avaliar o grau de confiabilidade operacional dos processos organizacionais confrontando o realizado com o planejado. Dessa maneira, torna-se possível identificar as alternativas existentes para melhorar os níveis de serviços a custos menores (DORNIER *et al.*, 2000).

Segundo Conceição e Quintão (2004), a avaliação do desempenho é utilizada tanto para avaliar a logística interna quanto a logística externa. Nos estudos realizados para avaliar o desempenho da cadeia brasileira de suprimentos de refrigerantes, utilizaram os seguintes indicadores para avaliar o serviço logístico prestado pelos fornecedores (que se refere à

logística externa) da cadeia de refrigerantes: i) entregas realizadas dentro do prazo negociado, ii) entregas devolvidas parcialmente ou integralmente, iii) recebimento de produto de acordo com as especificações de qualidade e validade, iv) atendimento do pedido realizado, v) tempo de entrega de mercadoria do fornecedor em dias. Para os indicadores de avaliação da logística interna das empresas, utilizaram: i) custo do pedido, ii) custo de estoque e armazenagem, iii) custo de transporte, iv) giro do estoque em dias, v) produtos perdidos (avaria ou validade vencida) e vi) produtos faltantes (ruptura de estoque).

Campos (2004) desenvolveu uma metodologia que permite a uma empresa de médio ou grande porte elaborar o seu próprio Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho Logístico, adequado às suas necessidades, de forma que possa contribuir para a geração de vantagem competitiva, por meio da melhoria contínua dos processos ao longo da cadeia de suprimentos.

Bowersox e Closs (2001) propõem um sistema de avaliação de desempenho que considera toda a cadeia de abastecimento baseado na qualidade/satisfação do cliente, tempo, custos e ativos. Este modelo foi desenvolvido por um grupo de empresas, universidades e consultores de direito autoral da PRTM *Consulting*. Os custos são divididos em componentes tais como: o custo de atendimento do pedido, o custo de compra de materiais (apenas materiais de produção), os custos totais de manutenção do estoque, o custo de sistemas de informação gerencial à logística, e os custos administrativos de estoque e mão-de-obra de produção.

Outro modelo proposto foi a de Beamon (1999). A autora destaca que as medidas de desempenho devem estar alinhadas com os recursos, os *outputs* (objetivos estratégicos da empresa) e com a flexibilidade (capacidade de adaptar frente às mudanças ambientais). O quadro 1 apresenta os indicadores referentes a cada uma das perspectivas.

Medidas de desempenho da categoria de recursos (Os recursos são medidos por meio de nível de estoque, necessidades de pessoal, utilização de equipamentos, uso de energia e custo).

A - Custo Total - Custo total dos recursos usados.

B - Custo de Distribuição - Inclui custo com transporte e manuseio de material.

C - Custo de Produção - Inclui custo com mão-de-obra, manutenção e retrabalhos.

<p>D - Estoques - Custo associado com a manutenção de estoques.</p> <p>E - Retorno sobre Investimento (ROI) - Mede a lucratividade de empresa. O retorno sobre o investimento é geralmente dado pela relação entre o lucro líquido e o total de recursos.</p>
<p><i>Medidas de desempenho do output</i> (O <i>output</i> pode ser medido, dentre outros, por meio de: nível de atendimento ao cliente, qualidade e quantidade de produto acabado produzido)</p>
<p>A - Vendas - Total de receita bruta.</p> <p>B - Lucro - Receita bruta menos despesas.</p> <p>C - Pedidos atendidos - % de pedidos entregues imediatamente.</p> <p>D - Entrega no tempo certo - Mede o desempenho da entrega de um produto ou pedido.</p> <p>E - Pedidos não atendidos - Mede o desempenho da disponibilidade de produto.</p> <p>F - Tempo de resposta ao cliente - Mede o tempo entre o recebimento de pedido e a sua correspondente entrega.</p> <p>G - Tempo de fabricação - Mede o tempo para produzir um item ou lote.</p> <p>H - Erros de Expedição - Número de pedidos despachados incorretamente.</p> <p>I - Reclamação de clientes - Número de reclamação de clientes recebida.</p>
<p><i>Medidas de desempenho de flexibilidade</i> (A flexibilidade possibilita medir a capacidade da empresa em atender a flutuações da demanda, sobretudo em termos de volume, variedade e resposta ao cliente, dentre outros).</p>
<p>A - Redução do número de pedidos não atendidos por falta de produtos.</p> <p>B - Redução do número de perdas nas vendas.</p> <p>C - Redução do número de atraso de entrega de pedidos.</p> <p>D - Maior satisfação do cliente.</p> <p>E - Capacidade de resposta e adaptação às variações de demanda, tais como sazonalidade.</p> <p>F - Capacidade de resposta e adaptação em períodos de baixo desempenho de produção causados, por exemplo, por quebras de máquinas.</p> <p>G - Capacidade de resposta e adaptação em períodos de baixo desempenho de</p>

fornecedores.

H - Capacidade de resposta e adaptação em períodos de baixo desempenho em entregas dos produtos.

I - Capacidade de resposta e adaptação à demanda de novos produtos, novos mercados ou entrada de novos competidores.

Quadro 1: Indicadores das perspectivas recursos, *outputs* e flexibilidade.

Fonte: Adaptado (BEAMON apud CAMPOS, 2004).

Rey (1999) define o sistema de indicadores de desempenho baseado no custo, produtividade, qualidade e tempo como pode ser visto no quadro 2. O indicador de custo, explorado neste trabalho, refere-se aos custos de processamento de pedidos, custo de planejamento e inventários, custos de suprimento, custos de transporte e distribuição, os custos na operação de centros de distribuição e por fim os custos de logística.

Indicadores Processos	Custo	Produtividade	Qualidade	Tempo
Serviço ao cliente e processamento de pedido	- Custos de processamento e pedidos	- Pedidos de clientes por hora/homem	- Erro entrada - % Erro status - % Erro de faturamento	- Tempo de processo do pedido - Tempo de entrada do pedido
Planejamento e administração de materiais	- Custos de planejamento de inventários	- Giro de estoque - SKUs (Standart Kit Unit) por Empregado	- Taxa de disponibilidade - Exatidão do prognóstico	- Horizontes de prognóstico - Ciclos de reposição de estoque - Ciclo de um pedido no armazém
Suprimento (Manufatura e PPCP)	- Custos de suprimento	- Utilização da unid. Produtiva - Ordens de compra por hora/homem	- % de de ordens de compra perfeitas - Qualidade em manufatura (ppm)	- Ciclo de produção (lead times) - Ciclo da ordem de compra
Transporte e distribuição	- Custos de transporte e distribuição	- % no tempo - % sem danos	- Utilização da frota	- Tempo de trânsito - Tempo de carga
Armazenagem	- Custos na operações de centros de distribuição	- % exatidão na preparação - % exatidão de inventários	- Densidade de armazenagem - Unidades por hora/homem	- Tempo de permanência do estoque em cada fase
Desempenho Total de Logística	- Custo total de logística - Valor agregado de logística	- Pedidos perfeitos por empregado - Rotação de ativos de logística	- Porcentagem de pedidos perfeitos	- Ciclo de logística - Ciclo total do pedido

Quadro 2: Indicadores de desempenho segundo Rey.

Fonte: Rey (1999).

Assim, com base nos indicadores destacados para os aspectos logísticos das empresas, é possível avaliar o desempenho e identificar os pontos de melhorias para aprimorar seus desempenhos no que se refere a esses aspectos logísticos.

2.3. Caracterização do setor de confecções

O setor confeccionista brasileiro vem passando por um rápido processo de reestruturação visando manter seu potencial competitivo no mercado nacional (SARAIVA *et al.*, 2001; NORDAS, 2004; DOIG, 2005). Essas reestruturações são oriundas da necessidade das empresas adaptarem-se à concorrência globalizada da economia. Notadamente, desde o final da década de 1990, o país adotou a substituição da produção nacional por produtos importados, acarretando indiscriminada abertura do mercado interno. Este fato ocasionou a invasão de produtos estrangeiros, principalmente, de países com baixo custo de produção como China, Tailândia, Hong Kong e Índia (BRODNER; LATNIAK, 2002; ADHIKARI; YAMAMOTO, 2007; ASLESEN, 2008).

Nesse cenário, muitas empresas promoveram ajustes no sentido de tornarem-se mais competitivas, destacando-se no mercado. Outras, porém, têm experimentado redução do desempenho, justificada em parte por não agregarem valor suficiente ou mesmo em decorrência do *déficit* tecnológico (AGIS *et al.*, 2002; DOIG, 2005). Segundo Unicamp (2008) e Abravest (2009), o setor de confecções brasileiro é intensivo em capital humano, exige pouca infra-estrutura para instalação das fábricas e baixa qualificação da força produtiva. Portanto, é marcado pela migração da produção para locais em que o custo da mão-de-obra é relativamente menor.

Segundo Brodner e Latniak (2002) e Nordas (2004), a indústria de confecção tem se caracterizado pela fragilidade das barreiras de entrada, tanto em relação à tecnologia como ao valor dos investimentos. A técnica de produção é amplamente conhecida e o equipamento utilizado – a máquina de costura – é de operação simples e custo reduzido, o que facilita a entrada de produtores de menor porte na indústria.

A característica estrutural básica da indústria de confecção, em nível mundial, é a grande heterogeneidade das unidades produtivas em termos de tamanho, escala de produção e

padrão tecnológico. O elevado número de MPEs no setor justifica-se, ademais, pelo fato de que, ao contrário de outros segmentos industriais, o baixo custo da mão-de-obra ainda exerce grande influência na decisão de investir e nas estratégias de localização dos empreendimentos.

3. Metodologia

Este estudo baseou-se em dados secundários de 2006 disponibilizados pelo IBGE (2009), referente a 163 empresas brasileiras de médio e grande porte do setor de confecções brasileiros da amostra de 930 empresas da Pesquisa Industrial Anual (PIA), sendo estes os dados mais recentes disponibilizados para o setor. Como indicado no próprio nome da pesquisa, a unidade de investigação é a empresa industrial. O âmbito de pesquisa da PIA inclui as empresas que atendam aos seguintes requisitos:

- estar em situação ativa no Cadastro Central de Empresas - Cempre, do IBGE, que cobre as entidades com registro no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica - CNPJ;
- ter atividade principal compreendida nas seções B e C (Indústrias extrativas e Indústrias de transformação, respectivamente) da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0, isto é, estar identificada no Cempre com código CNAE em uma dessas duas seções;
- estar sediada em qualquer parte do Território Nacional; e
- ter pelo menos uma pessoa ocupada em 31 de dezembro do ano de referência.

O setor de confecções, analisado nesta pesquisa, é classificado no CNAE 18 e suas subdivisões são:

18 - Confecção de artigos do vestuário e acessórios

18.1 - Confecção de artigos do vestuário

18.11-2 - Confecção de peças interiores do vestuário

18.12-0 - Confecção de outras peças do vestuário

18.13-9 - Confecção de roupas profissionais

18.2 - Fabricação de acessórios do vestuário e de segurança profissional

18.21-0 - Fabricação de acessórios do vestuário

18.22-8 - Fabricação de acessórios para segurança industrial e pessoal

As subdivisões mostram os tipos de produtos produzidos nas empresas analisadas, que por sua vez constituem uma amostra do IBGE de empresas brasileiras de médio e grande porte.

Nas próximas seções da metodologia serão apresentadas as metodologias matemáticas e estatísticas utilizadas para análise dos dados a fim de fornecer os escores de eficiência e os níveis de confianças destes escores.

3.1. Análise Envoltória de Dados (DEA)

Para desenvolver o trabalho foi utilizada a metodologia conhecida internacionalmente como *Data Envelopment Analysis*, doravante DEA. Para a utilização da metodologia, foi empregado o modelo clássico de Retornos Constantes à Escala (RCE), com orientação para os insumos. Na DEA, a programação matemática é utilizada para medir a eficiência em termos de distância de cada unidade tomadoras de decisão de sua respectiva fronteira de eficiência, determinada a partir dos dados da produção do conjunto de unidade.

O modelo DEA com orientação-insumo procura minimizar os insumos alocados, mantendo fixa a quantidade de insumos e, de acordo com Estelita Lins e Meza (2000) e Sauer (2006) pode ser representado, algebricamente, pelo seguinte Problema de Programação Linear (PPL) para retornos constantes à escala (RCE):

Adaptado de Charnes *et al.* (1978), o modelo do envelopamento orientado à redução dos insumos, considerando retornos constantes de escala foi definido pelo seguinte problema de programação linear:

$$\text{Min } \theta^{RCE}$$

Sujeito a :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta^{RCE} x_{i0}, i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, r = 1, 2, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 0, \forall j$$

Equação 1

Considerando que as DMUs utilizem m insumos e s produtos, j está associado a DMU_0 analisada e n corresponde ao número total de DMUs; x_{ij} é a quantidade consumida do insumo i ($i=1,2,\dots, m$) pela DMU_j ; y_{rj} é a quantidade produzida do produto r ($r=1,2,3,\dots,s$) pela DMU_j ; λ_j é o peso da DMU_j na composição da DMU_0 virtual analisada (projeção na fronteira eficiente).

Desse modo, foi escolhido para mensuração da eficiência, como inputs os seguintes custos: de aquisição, de matéria prima, custo de produto acabado, custos de produto inacabado, custo de operação e custo com frete. Como *output* foram utilizados a receita bruta e o ativo total.

Esses *inputs*, como apresentado por Rey (1999) e Beamon apud Campos (2004), representam medidas de desempenho. Os custos logísticos podem ser medidos por meio dos custos de pedido que envolvem os custos com pessoal, com o recebimento, pagamentos de fatura dentre outros. O custo de matéria-prima refere-se ao próprio custo dos produtos comprados. O custo de produto acabado e inacabado envolve os valores destes produtos incluindo todos os custos de processamento do produto. Já os custos de operação incluem, por exemplo, os custos com mão-de-obra, manutenção e retrabalhos. Os custos operacionais, que inclui os custos com pessoal é uma variável importante, pois, como afirmou Brodner; Latniak (2002); Adhikari; Yamamoto (2007); Aslesen (2008), o setor confeccionista é intensivo em mão de obra. A utilização da matéria prima como variável para insumo também é importante, pois, o tecido é a principal matéria-prima e o modo como cada empresa o utiliza pode determinar sua eficiência, do ponto de vista de redução dos desperdícios. Por fim, os custos com frete referem-se aos custos de transporte dos produtos. Para os *outputs*, a receita bruta indica um produto de todos os esforços utilizados pela empresa enquanto que o ativo total foi utilizado como uma *proxy* de porte e potencial de crescimento da empresa.

3.2. Intervalos de confiança da eficiência por procedimento de *bootstrapping*

Embora os métodos de DEA sejam extensamente aplicados em análise de eficiência, conforme já apontado pelos diversos trabalhos citados, a maior parte dos pesquisadores tem

ignorado o efeito do erro sobre os estimadores de eficiência resultante dessa abordagem. Corroborando essa observação, Dong e Featherstone (2004) asseguraram que as aplicações tradicionais de DEA têm ignorado ou apenas discutido superficialmente a questão da incerteza associada às estimativas de eficiência da Análise Envoltória de Dados. Isso talvez se deva ao fato de, por ser a DEA uma abordagem determinística (considerando apenas o modelo clássico RCE), qualquer resultado diferente da plena eficiência (produção sobre a fronteira) é interpretado como ineficiência pelos autores.

Dessa forma, trabalhos que visam comparar médias de eficiência sob estimativas duvidosas podem levar à conclusões enganosas, comprometendo todos os seus resultados. Nessa ótica, vários trabalhos têm apontado para a necessidade de averiguar as estimativas realizadas sob os resultados da abordagem DEA, a exemplo de Pires e Branco (1996), Efron (1987) e Souza e Tabak (2002).

O propósito central é constatar se a estimativa realizada é confiável. O foco dos experimentos tem sido o *bootstrapping* sobre a média ou a mediana dos escores de eficiência por meio de sucessivas amostragens, em que os resultados derivados têm sido comparados com os resultados das estimativas da abordagem não-paramétrica pura.

Tomando como referência a abordagem de *bootstrapping* associada à análise envoltória de dados, podem-se citar os trabalhos de Xue e Harker (1999), Souza e Tabak (2002) e Dong e Featherstone (2004), entre outros. Nesses trabalhos, a abordagem de *bootstrapping* teve por objetivo comparar a confiabilidade das estimativas feitas sobre as estatísticas derivadas dos escores de eficiência, conferindo-lhes intervalos de confiança para sua validação.

O algoritmo do procedimento de *bootstrapping* permite inúmeras re-amostragens decorrentes de múltiplas iterações, realizadas por procedimentos computacionais que agem sobre os escores (ϕ) de eficiência da DEA, o que permite validar ou refutar a média calculada, *a priori*, sob intervalos de confiança construídos.

Dessa maneira, suponha que se tenha calculado alguma estatística $\phi(x)$ de um conjunto de dados $X_n, n=1, \dots, N$, denotado pelo vetor N-dimensional x . Uma forma de aproximar a distribuição de $\phi(x)$ é realizar o procedimento de *bootstrapping* com esse

conjunto de dados. Para fazer isso, deve-se sortear um número de amostras de *bootstrapping* (por exemplo, A) cada uma de tamanho N. Essa reamostragem é feita com reposição; assim, cada amostra de *bootstrapping* irá conter algumas das N observações originais mais de uma vez, e outras observações originais nenhuma vez, de forma completamente aleatória.

Com auxílio de procedimentos computacionais, é possível calcular $(x(i))$ mantendo-se o resultado. A operação total é então repetida para $i=1, \dots, A$ amostras de *bootstrapping*, e no final tem-se as estatísticas $\phi(x^*(i))$. Essas estatísticas são então usadas para estimar qualquer aspecto da distribuição de $\phi(x)$ que possa ser de interesse. Uma abordagem teórica e empírica mais aprofundada da técnica de *bootstrapping* pode ser encontrada em Tibshirani (1996), Pires; Branco (1996) e Papadopoulos *et al.* (2001).

Neste estudo, o procedimento de *bootstrapping* será adotado para estabelecer intervalos de confiança que permitam realizar inferências confiáveis sobre as diferenças de eficiência entre as empresas de confecções. Pretende-se utilizar 1.000 amostras (iterações aleatórias), por *bootstrapping*, utilizando as tecnologias disponíveis.

4. Resultados

A Tabela 1 exhibe as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo de eficiência. É possível observar elevada dispersão dos dados, possivelmente, causada tanto pela heterogeneidade do setor de confecções brasileiro, como pela inclusão de empresas médias e grandes na amostra. Ademais, o desvio-padrão maior que as médias corrobora esta afirmação.

Quanto a assimetria positiva dos dados, percebe-se a existência de valores grandes influenciando o aumento da média. Quanto a curtose, verifica-se que todas as variáveis possuem curtose maiores que 0 (zero), indicando que as distribuições em questão são mais altas (afuniladas) e concentradas que a distribuição normal. Assim, segundo Gujarati (2005), pode-se dizer desta função probabilidade que é leptocúrtica, ou em outras palavras, que é relativamente fácil obter valores que se afastam da média a vários múltiplos do desvio padrão.

Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis utilizadas no modelo de eficiência.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose
Custo de aquisição	490	203.850.468	9.799.901	20.602.341	6,31	51,19
Custo de matéria prima	330	33.587.178	2.283.478	4.290.611	5,05	30,84
Custo produto acabado	2.174	33.324.776	2.423.554	3.766.031	5,14	33,38
Custo de produto inacabado	117	97.677.999	3.371.021	7.729.911	11,37	138,92
Custo de operação	75	50.077.698	1.924.794	5.848.451	6,25	45,19
Custo com fretes	117	7.760.515	663.367	1.155.345	4,03	18,42
Receita Bruta	103.528	543.982.246	26.548.033	63.419.844	5,30	34,62
Ativo Total	23.388	1.334.416.215	32.068.337	122.358.700	8,85	86,66

Fonte: resultado da pesquisa

Para análise dos dados, como mencionado, foi o modelo DEA com Retornos Constantes a Escala (RCE) com os seis *inputs* e os dois *outputs* mencionados no item metodologia. Na tabela 2 é possível verificar a análise descritiva dos escores de eficiência obtidos. A assimetria positiva da distribuição dos escores pode ser interpretada como na interpretação para as variáveis. Quanto à curtose, segundo Gujarati (2005) pode ser considerada platicúrtica, pois seu valor negativo mostra que a distribuição não se afasta a muitos desvios-padrão da média, ou seja, as empresas possuem escores de eficiência mais homogêneos, com menor disparidade.

Tabela 2 – Análise descritiva dos escores

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Assimetria	Curtose
Eficiência	0,000	1,000	0,482	0,348	0,256	-1,319

Fonte: resultado da pesquisa

Em análise sobre a Figura 1, verifica-se que das 163 empresas analisadas 17,8% correspondem a empresas consideradas eficientes, ou seja, obtiveram 100% de desempenho. Ademais, 7,3% tiveram o desempenho entre 81 e 99,9% e os outros 74,9% das empresas com desempenho inferior a 80%.

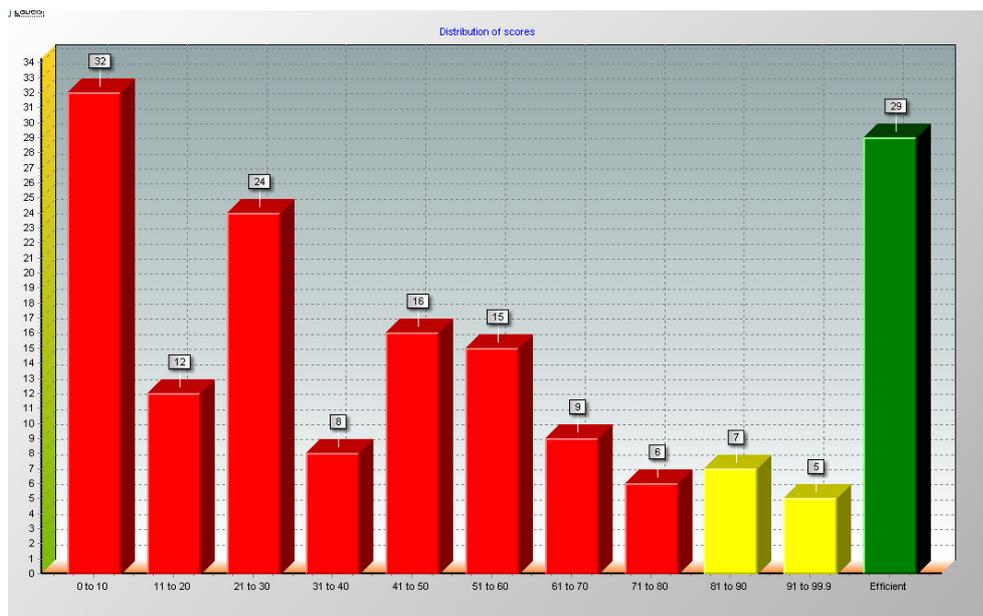


Figura 1: Distribuição dos escores de eficiência

Para compreender os pontos de deficiências das empresas, o que acaba refletindo no seu desempenho relativo, foi preciso analisar a distribuição de frequência para cada variável de *input*. A análise DEA fornece a possibilidade de obter separadamente o percentual indicado de melhoria para cada variável de *input* e *output*, baseando nas empresas mais eficientes que são tomadas como *benchmarks*. Esse percentual é calculado pela divisão entre os valores-meta de custos dos *inputs* e *outputs* pelos valores dos respectivos *inputs* e *outputs* atuais da empresa. Os valores-meta representam os valores que as empresas precisam atingir para melhorar sua eficiência enquanto que os valores atuais são os correspondentes ao banco de dados inserido no *software*. Assim, a Figura 2, apresenta as distribuições desses percentuais de melhoria para cada um dos *inputs* e *outputs* em histogramas. O eixo x dos gráficos de frequência representa o percentual de variação que empresa deverá atingir para melhorar o desempenho quando comparado às empresas que tiveram 100% de desempenho no escore. Como os valores vão de -100% a 0% significa o percentual de redução de custo. O eixo y representa o número de empresas.

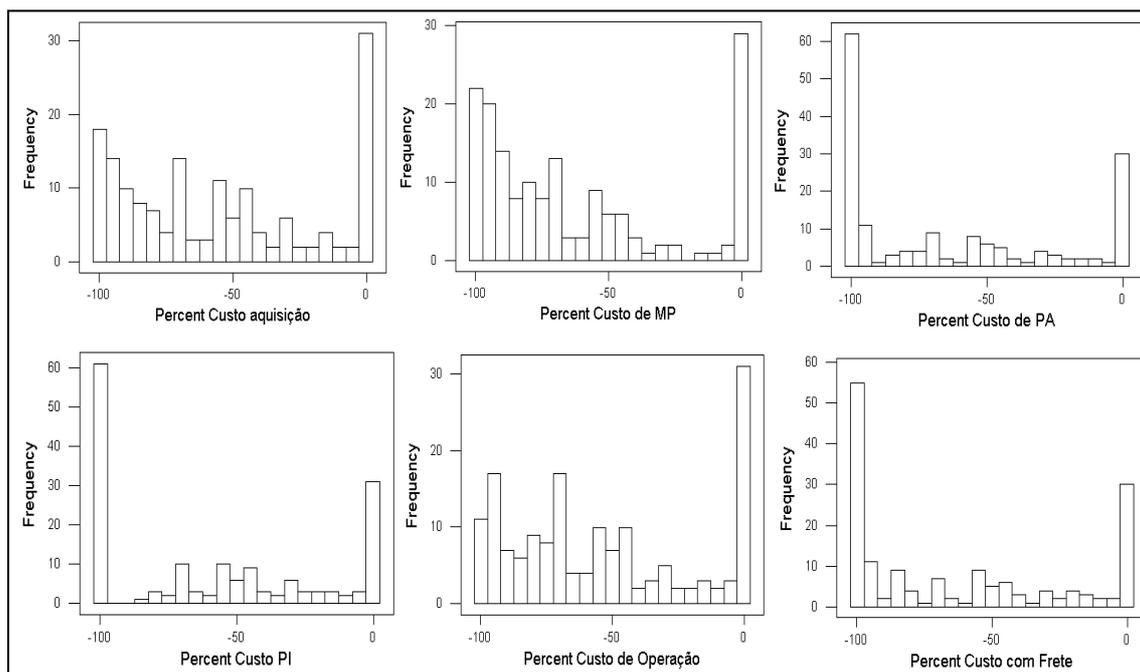


Gráfico 2: Distribuições de frequência do percentual de melhoria para cada *input*.

Como pode ser observado, para as variáveis de *input* custo de aquisição custo de MP e custo de operação, observa-se que as frequências de distribuições estão deslocadas para a esquerda, ou seja, grande parte das empresas precisam melhorar significativamente esses custos. Ao exemplo do histograma de custo de aquisição, aproximadamente, 18 empresas deverão reduzir o custo de aquisição entre 95 a 100%. Para o custo de MP, aproximadamente, 42 empresas precisam reduzir o custo de MP entre 85 e 100% em comparação com as empresas mais eficientes. Nesses três gráficos tem-se, aproximadamente, 30 empresas que não necessitam reduzir esses respectivos custos uma vez que comparativamente elas se encontram bem posicionadas. Já para os gráficos de custos de PA, PI e custo de frete, tem-se uma grande concentração de empresas (aproximadamente 60, 60 e 55 empresas respectivamente) necessitam reduzir entre 95 a 100% seus custos.

Para a análise dos outputs, tem-se o percentual de aumento das receitas e ativo total, uma vez que o eixo $x \geq 0\%$. Das variáveis de receita bruta tem-se que aproximadamente 110 das empresas não precisam aumentar sua receita para melhorar o desempenho e o restante de empresas, aproximadamente, 40 empresas precisam aumentar em até 300% sua receita. Para o

ativo total quase que a totalidade de empresas podem manter seus resultados conforme observado no gráfico 3.

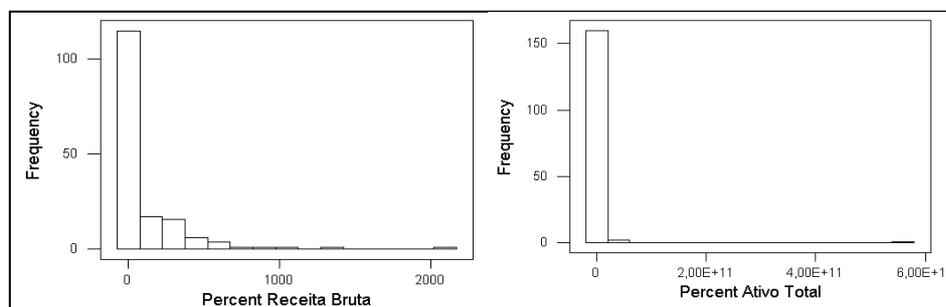


Gráfico 3: Distribuições de frequência da melhoria dos *outputs*.

Com a média dos escores de eficiência é possível realizar o procedimento de *bootstrap*. Após 1.000 iterações, foram construídos intervalos de confiança a 95% de probabilidade para as médias dos escores de eficiência em saúde, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 4. Intervalo de confiança, sob a abordagem de *bootstrapping*

	Média observada	Intervalo de Confiança (95%)	
		Mínimo	Máximo
Escore de eficiência	0,482	0,480	0,483

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 3 mostra a densidade de probabilidade da distribuição dos escores de eficiência para a região sudeste. Como obtido pelo modelo *bootstrapping* observa-se que em um intervalo de confiança dos escores de eficiência das amostras fictícias ficam entre 0,480 e 0,484. Isso mostra maior concentração dos escores em torno da média, fato que já comprovado pelo coeficiente de curtose da **Tabela 2**. Pode-se considerar que em média, as empresas de confecção demonstraram um coeficiente regular, abaixo dos 50%, mostrando que estas podem melhorar os custos logísticos de modo a obter melhor desempenho, bem como entregar mais valor ao cliente.

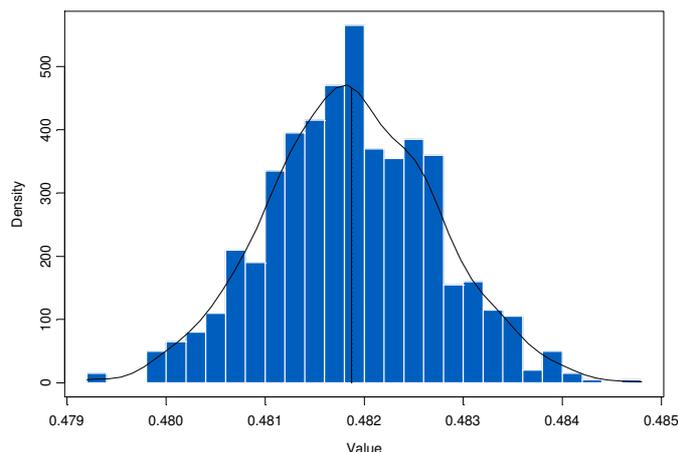


Figura 3 – Distribuição das médias de reamostragem pelo procedimento *bootstrap*

Em razão de ser a DEA uma abordagem determinística, qualquer resultado diferente da plena eficiência pode ser interpretado como ineficiência, o que oportuniza a emergência de DMUs pseudo-eficientes e pseudo-ineficientes, resultantes de erros de coleta de dados ou fatores atribuídos ao acaso, comprometendo as estimativas realizadas sobre os escores de eficiência (XUE; HARKER, 1999; DONG; FEATHERSTONE, 2004). Visando corrigir essa limitação, vários trabalhos, a exemplo de Efron (1987), Xue e Harker (1999), Löthgren e Tambour (1999), Souza e Tabak (2002), têm sugerido a utilização do *bootstrapping* para a correção dessa limitação, por ser um procedimento mais refinado que o teste de média, em razão, principalmente, das milhares de interações possíveis na abordagem de reamostragem.

5. Conclusão

O presente trabalho buscou apresentar uma análise do desempenho logístico das empresas de médio e grande porte do setor de confecção brasileiro que pudesse servir de orientação para o processo de melhoria das mesmas. Utilizou-se o modelo de Retorno Constante à Escala, com orientação a redução dos *inputs*, com o objetivo de minimizar os valores das variáveis custo de aquisição; custo de estoque de MP, materiais auxiliares e componentes; custo de estoque de produto acabado (PA), custo de estoque de produto intermediário (PI), custo de operações industriais e custo com frete, mantendo constante o nível de *outputs*. Por meio deste modelo foi ainda possível estabelecer a importância mínima de cada variável em relação às demais na composição do *benchmark* para cada empresa.

A execução deste estudo torna-se importante no atual contexto do setor, impactado pela entrada de produtos de baixo custo de países como China e Índia. A identificação de *benchmarks* e a mensuração do nível de melhoramento possível sobre os custos logísticos podem pontuar aos gestores destas empresas os pontos para ação. Este estudo forneceu não só informações muito satisfatórias para a avaliação das empresas e um apontamento para melhorias futuras. Com essa análise torna-se possível a empresa concentrar esforços nos indicadores mais críticos, potencializando as chances de retorno.

Observou-se a importância da aplicação da DEA como ferramenta de suporte à análise de desempenho comparativa das empresas do setor de confecção, importante para a realização de diagnósticos podendo fornecer indicações valiosas sobre tendências de comportamento futuros dos projetos em questão.

Com base nos resultados obtidos, acredita-se que a Análise Envoltória de Dados seja uma ferramenta relevante no processo de avaliação de desempenho logísticas das empresas uma vez que fornece dados mais consistentes sobre nível de eficiência dessas empresas em relação às dimensões estabelecidas.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE por permitir a utilização dos dados da Pesquisa Industrial Anual de 2006.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VESTUÁRIO - ABRAVEST (2009). Dados do setor. Disponível em: <http://www.abrvest.org.br/>. Acesso em: 14 fev. 2010.

ADHIKARI, R.; YAMAMOTO; Y. Textile and clothing industry: adjusting to the post-quota world. In: Industrial Development for the 21st Century: sustainable development perspectives, New York: United Nation, pp. 3-47, 2007.

AGIS, D.; GOUVEIA, J.; VAZ, P. Vestindo o futuro: macrotendências para as indústrias têxteis, vestuário e moda até 2020. APIM. 2002.

ASLESEN, H.W. Prospective innovation challenges in the textiles and clothing sector. Europe INNOVA, apr. 2008. Disponível em: <www.europe-innova.org/servlet/Doc?cid=9953&lg=EN>. Acesso em: 10 fev. 2008.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/logística empresarial; 5ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BEAMON, Benita M. Measurement supply chain performance. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19, Nº 3, 1999, pp. 275-292, MCB University Press, 0144-3577.

BEAUMONT, N. Best practice in Australian manufacturing sites. **Technovation**, v.25, n.11, p.1291-1297, 2005.

BOWERSOX, D. e CLOSS, D. Logística Empresarial: o processo de gerenciamento integrado da cadeia de suprimentos. Atlas, São Paulo, 2001.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; STANK, T. P. Ten mega-trends that will revolutionize supply chain logistics. Journal of Business Logistics, v. 21, n. 2, 2000.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D.G.; COOPER, M. B. Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BRODNER, P., LATNIAK, E. The long way to the “High Road”. IAT, Jahresbericht, 2002.

CAMPOS, A. J. C. Metodologia para Elaboração de Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho Logístico. Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção da Universidade Federal de Santa Catarina. 2004.

CHARNES, A., COOPER, W.W., RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégias, planejamento e operações. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

CHRISTOPHER, M. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor. 2ª ed, São Paulo: Thomson Learning, 2007.

CONCEIÇÃO, S. V. QUINTÃO, R. T. Avaliação do Desempenho Logístico da Cadeia Brasileira de Suprimentos de Refrigerantes. Revista Gestão e Produção. Edição Especial em Gestão da Cadeia de Suprimentos. Revista do Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos, Volume 11, nº 3. Dezembro de 2004.

COOPER, M. C.; LAMBERT, D. M.; PAGH, J. D. Supply Chain Management: more than a new name for logistics. *The International Journal of Logistics Management*, v.8, nº 1, 1997.

DOIG, B. C. El mercado en la industria de la confección 15 años después: investigación cualitativa realizada con destacados empresarios de la industria de la confección de la ciudad de Medellín. Departamento de mercadeo, Escuela de Administración, mar. 2005. Disponível em: <http://www.eafit.edu.co/NR/rdonlyres/61263DA3-5A2F-4391-B9A5-8F37C75B8586/0/Cuaderno27.pdf>

DONG, F., FEATHERSTONE, A. **Technical and scale efficiencies for Chinese rural credit cooperatives: a bootstrapping approach in data envelopment analysis**. Center for Agricultural and Rural Development, 2004. 24 p.

DORNIER, P.; ERNST, R.; FENDER, M.; KOUVELIS. Logística e Operações Globais. Texto e Cases. Editora Atlas, São Paulo, 2000.

EFRON, B., TIBSHIRANI, R. **An introduction to the bootstrap**. New York: Chapman and Hall, 1993. 312 p.

ESTELITA LINS, M. P.; MEZA, L. A. (2000). Análise envoltória de dados. Technical report, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

GUJARATI, D. Econometria Básica. São Paulo: Elsevier, 2005. 812p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Séries estatísticas. Disponível em: <www.ibge.com.br>. Acesso em: 12 maio 2009.

LOCKAMY, A.; MCCORMACK K. The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. Supply Chain Management: An International Journal, vol. 9, no. 4, Abril. p. 272-278, 2004.

LÖTHGREN, M., TAMBOUR, M. Testing scale efficiency in DEA models: a Bootstrapping Approach. **Applied Economics**, n. 31, p. 1231-1237, 1999.

MENTZER, J. T. *et al.* Defining supply chain management. Journal of Business Logistics, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

NORDAS, H.K. The global textile and clothing industry post the agreement on textile and clothing. Geneva: World Trade Organization, 2004.

PAGH, J. D.; COOPER, M. S. Supply chain postponement and speculation strategies: how to choose the right strategy. Journal of Business Logistics. v. 19, nº 2, 1998.

PAPADOPOULOS, G., EDWARDS, P.J., MURRAY, A.F. Confidence estimation methods for neural networks: a practical comparison. **IEEE Transactions on Neural Networks**, v. 6, n. 12, p. 1278-1287, 2001.

PIRES, S.R.I. Gestão da cadeia de suprimento e o modelo de consórcio modular. *Revista de Administração*, São Paulo, v.33, n.3, p.5-15, jul.-set. 1998.

PIRES, A.M., BRANCO, J.A. Comparação de duas médias: um velho problema revisitado. In: CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE ESTATÍSTICA, 4, 1996, Funchal, Portugal. **Anais...** Funchal, Portugal: SPE, 1996. p. 1-14.

POIRIER, C.C.; REITER, S.E. Otimizando sua rede de negócios. São Paulo: Ed. Futura, 1997.

PORTER, M. E. Competitive advantage: creating and sustaining superior performance. Nova York: Free Press, 1985.

REY, M. Indicadores de Desempenho Logístico. *Revista Logaman*, maio-junho, 1999.

SARAIVA, L.A.S.; PIMENTA, S.M.; CORRÊA, M.L. Faces do discurso empresarial no setor têxtil mineiro. *Caderno de Pesquisa em Administração*, São Paulo, v.08, nº 2, abril/jun 2001.

SAUER, J. Stochastic Efficiency Measurement: the curse of theoretical consistency. *Journal of Applied Economics*, v. 9, n.1, pp. 139-165, 2006.

SOUZA, G.S., TABAK, B.M. **Factors affecting the technical efficiency of production of the Brazilian banking system: a comparison of four statistical models in the context of DEA.** 2002. (Working Paper do Banco Central do Brasil, 17).

TIBSHIRANI, R. A comparison of some error estimates for neural network models. **Neural Computation**, n. 8, p. 152-163, 1996.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – Unicamp. Instituto de Economia. Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia. Boletim de conjuntura industrial, acompanhamento setorial, panorama da indústria e análise da política industrial. Relatório de acompanhamento setorial: Têxtil e confecção. Campinas, maio 2008.

XUE, M., HARKER, P.T **Overcoming the inherent dependency of DEA efficiency scores: a bootstrap approach**. University of Pennsylvania - The Wharton School, 1999.
