

## **Área Temática: Operações**

### **Avaliação do Nível de Serviço de Operadores Logísticos no Brasil: uma Aplicação de Análise Fatorial e Regressão Logística Binária**

#### **AUTORES:**

**PATRÍCIA PRADO BELFIORE**

Universidade de São Paulo  
patricia.belfiore@poli.usp.br

**JOSÉ JORGE MARQUES**

Universidade de São Paulo  
jorge.marques@braskem.com.br

**LUIZ PAULO LOPES FÁVERO**

Universidade de São Paulo  
lpfaver@usp.br

**ROBERTO GILIOLI ROTONDARO**

Universidade de São Paulo  
roberto.rotondaro@poli.usp.br

#### **Resumo**

Nos últimos anos, significativas mudanças econômicas passaram a afetar as sociedades comercialmente desenvolvidas e industrializadas. Esta revolução ocorreu não somente no setor industrial, mas também no setor de distribuição, caracterizado pela integração dos membros da cadeia de suprimentos e pelas mudanças organizacionais profundas, com influências significativas nos sistemas logísticos das organizações. As atividades varejistas passam a ter uma maior preocupação com o nível de serviço ao consumidor.

A complexidade dos serviços logísticos, aliada com a necessidade de reduzir custos e melhoria do nível de serviço, foi responsável pelo crescimento da terceirização logística, dando origem aos prestadores de serviços logísticos, conhecidos como operadores logísticos. Assim, o nível de serviço torna-se um diferencial competitivo de muitas empresas neste contexto.

Este artigo tem como objetivo identificar os fatores que influenciam o nível de serviço de um grupo de operadores logísticos no Brasil, contratados por uma grande petroquímica nacional. Para isso, foram aplicadas técnicas de análise fatorial e análise de regressão logística binária. Foram pesquisados diversos fatores que poderiam influenciar o nível de serviço de operadores logísticos. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o desempenho do modelo foi bastante satisfatório.

#### **Abstract**

In the last few years, significant economical changes have begun to affect the societies commercially developed and industrialized. This evolution has occurred not only in the industrial sector but also in the distribution sector and it has been characterized by the integration of the supply chain and also by the profound organizational changes, influencing significantly the organization's logistics system. The wholesalers have become to worry deeply about the quality level of customer service.

The logistics service complexity, along with the necessity of reducing costs and improve the service, was responsible by the growth on logistics out sourcing, originating the logistics service providers, also known as logistics operators. Therefore, the service level becomes a competitive differential of many businesses in this context.

This article aims to identify the factors that influence the service level of a group of logistics operators in Brazil, in order to reach that many factorial analysis techniques and binary logistics regression were applied. Many factors that could influence the service level of logistics operators were studied and, based on that, it can be stated that the model's performance was very satisfying.

**Palavras-chave:** Operadores logísticos, Nível de serviço, Análise uni e multivariada.

## 1. Introdução

Na atual conjuntura econômica de competitividade em oferta de produtos e serviços, o setor terciário apresenta-se como sendo o mais suscetível a mudanças econômicas e financeiras. Entre os vários serviços ofertados por esse setor, destaca-se o de operação logística que, segundo BALLOU (2001, p. 19), representa um campo relativamente novo de estudos de gestão integrada, e que deve agregar os campos de finanças, marketing e produção. Portanto, trata-se de uma atividade integrada cuja relevância não decorre apenas de sua enorme expressão econômica, mas também por ser o elo entre todos os *players* de uma cadeia de abastecimento.

O nível de serviço e o custo com contratações de prestadores de serviço logísticos são fatores relevantes na gestão da cadeia de suprimentos das empresas que terceirizam suas atividades.

A gestão da cadeia de suprimentos pode ser vista como administração das operações que formam o lado do suprimento e administração das operações que formam o lado da demanda. A Logística está inserida neste contexto, sendo uma extensão da gestão de distribuição física e geralmente refere-se à gestão do fluxo de materiais e informações de um negócio, passando pelo canal de distribuição até o consumidor final (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2002).

BLANDING (1985) define nível de serviço logístico refere-se especificamente à cadeia de atividades relacionadas às vendas, geralmente iniciando na recepção do pedido e terminando na entrega do produto ao cliente e, em alguns casos, continuando com serviços ou manutenção do equipamento outros tipos de apoio técnico.

Observa-se que o nível de serviço logístico tem sido o diferencial competitivo de muitas empresas, principalmente aquelas que operam com *commodities*. Neste contexto é a eficiência da gestão de serviços que dá suporte à consolidação deste diferencial.

Com o objetivo de identificar os fatores que influenciam o nível de serviço de um grupo de operadores logísticos no Brasil, foram aplicadas técnicas multivariadas de análise fatorial e análise de regressão logística binária.

## 2. Panorama e Evolução dos Operadores Logísticos no Brasil

No final da década de 1970 e início dos anos 1980, significativas mudanças econômicas passaram a afetar as sociedades comercialmente desenvolvidas e industrializadas. De um lado, observou-se um desenvolvimento acentuado da Tecnologia da Informação e de Comunicação, com impactos na gestão empresarial e no mercado financeiro. De outro lado se constata a crescente concorrência entre as empresas, que passou a se dar em nível global (NOVAES, p. 322, 2004).

Com o declínio da produtividade e a constatação da necessidade de mudanças, as indústrias investiram em diversas abordagens para resolução dos problemas. No início dos anos 1970, foram desenvolvidos e implantados programas diversos, como os círculos de qualidade, os sistemas de planejamento da produção (MRP e MRP II) e os programas de qualidade de vida no trabalho. Na década de 1980 e início dos anos 1990, surgiram as campanhas para melhorar a produtividade, a busca da excelência, os sistemas flexíveis de produção e o ERP, a robótica, a produção assistida por computador, o sistema *just-in-time*, a reengenharia, a busca da melhoria contínua ou *kaizen*, o gerenciamento da qualidade total, a produção classe mundial, entre outros.

Esta revolução ocorreu não somente no setor industrial, mas também no setor de distribuição, caracterizado pela integração dos membros da cadeia de suprimentos e pelas

mudanças organizacionais profundas, com influências significativas nos sistemas logísticos das organizações. A distribuição passa a utilizar recursos de Tecnologia da Informação para intercâmbio eletrônico de dados (EDI) de forma mais intensa. As atividades varejistas passam a ter uma maior preocupação com o nível de serviço ao consumidor. A busca da redução de custos nos canais de distribuição dá origem ao movimento ECR (*Efficient Consumer Response*) nos Estados Unidos, em 1992.

Na fase que antecedeu à Segunda Guerra Mundial, a redução das barreiras alfandegárias e não-alfandegárias, o surgimento dos blocos econômicos e o desenvolvimento mais acelerado da tecnologia da informação, fizeram com que as organizações se reestruturassem. Com o aumento da competição global e os avanços tecnológicos, a logística passou a exercer um papel fundamental na gestão dos negócios empresariais, fazendo com que houvesse um grande crescimento do setor.

A complexidade dos serviços logísticos, aliada com a necessidade de reduzir custos e aportes de capital, e melhoria do nível de serviço, foram responsáveis pelo crescimento da terceirização logística, dando origem aos prestadores de serviços logísticos, conhecidos como operadores logísticos.

Segundo MALINVERNI (2004, p. 56), o crescimento de operadores logísticos no Brasil ocorreu em função de três fatores: novos clientes, clientes que concentram num único operador atividades que estavam distribuídas entre vários prestadores de serviços; e o aprofundamento da terceirização.

Os prestadores de serviços logísticos (PSLs) são originários de vários setores, principalmente da distribuição de produtos, da indústria propriamente dita e do setor de transporte e de armazenagem. No Brasil, a maior parte dos operadores logísticos é originária do setor de transporte rodoviário de cargas nacionais (NOVAES, p. 325, 2004).

Buscando a sobrevivência em um mercado globalizado e melhores nichos de mercado, as empresas de transporte começaram a se modernizar no Brasil entre os anos de 1990 e 1993. Passaram a oferecer serviços logísticos de forma a atender à demanda das grandes firmas comerciais e industriais.

Essa tendência foi reforçada a partir da metade dos anos 90, com a chegada dos grandes operadores logísticos internacionais (Ryder Logistics, Maclane Logistics, TNT Logistics, Danzas, Pense Logistics) e de grandes indústrias estrangeiras (montadoras de veículos como Renault, Audi, Chrysler, e grandes distribuidoras e varejistas, como o Wal-Mart). A instalação dessas operadoras estrangeiras no país, junto com empresas industriais e varejistas estrangeiras já acostumadas a utilizar este serviço, tem desafiado as prestadoras de serviços nacionais (principalmente as transportadoras rodoviárias) a se transformarem em operadores logísticos.

O conceito de operadores logísticos ou *logistics providers* segundo LAARHOVEN *et al.* (1998) engloba todo tipo de atividade logística, por mais simples que seja, não refletindo necessariamente os avanços tecnológicos e operacionais do *Supply Chain Management*.

Operador logístico também pode ser definido como o prestador de serviços logísticos que tem competência reconhecida em atividades logísticas, desempenhando funções que podem englobar todo o processo logístico de uma empresa-cliente, ou somente parte dele. Esse conceito é a idéia central de vários autores (RAZZAQUE e SHENG, 1998; SINK, LANGLEY e GIBSON, 1996; AFRICK e CALKINS, 1994).

Estudo realizado pela Associação Brasileira de Logística, FGV (Fundação Getúlio Vargas) e Associação Brasileira de Movimentação e Logística define operador logístico como sendo o fornecedor de serviços logísticos, especializado em gerenciar e executar todas ou parte das atividades logísticas nas várias fases da cadeia de abastecimento dos

seus clientes e que tenha competência para, no mínimo, prestar simultaneamente serviços nas três atividades básicas de controle de estoques, armazenagem e gestão de transportes (Revista Tecnológica, fevereiro 1999).

FLEURY (1999) define operador logístico como um fornecedor de serviços logísticos integrados, capaz de atender a todas ou quase todas as necessidades logísticas de seus clientes, de forma personalizada.

Mesmo um restrito conjunto de serviços logísticos, por exemplo, armazenagem e transporte, por mais limitado que seja, deve ser oferecido pelo operador de maneira coordenada e integrada. Esse fará as adaptações de ativos, bem como de sistemas de informações e comunicações necessárias à execução desses serviços, sempre de acordo com as características e as necessidades do cliente, de forma a permitir uma maior eficiência da cadeia de suprimento.

Segundo SINK *et al.* (1996) os operadores logísticos podem ser identificados por cinco dimensões de segmentação:

1. Tipos de serviços prestados;
2. Escopo geográfico de atuação;
3. Tipos de Indústria que atendem;
4. Características dos ativos;
5. Atividade de origem.

1. Tipos de serviços prestados: podem ser classificados em dois grandes grupos básicos: os especialistas operacionais e os integrados. Os especialistas operacionais têm a competência básica de excelência operacional e prestam serviços específicos (transporte, armazenagem, a consolidação ou a etiquetagem). Podem executar apenas uma dessas atividades, mas existe a possibilidade de adicionar valor ao cliente através de serviços extras como processamento do pedido, consertos e controle do estoque. Os integradores são capazes de prover uma solução logística completa com um conjunto de serviços planejados e gerenciados integralmente. Oferecerem, também, atividades que extrapolam os serviços básicos (SINK, LANGLEY e GIBSON, 1996).

2. Escopo geográfico de atuação: os operadores logísticos podem ser classificados em regionais, nacionais ou globais. Atualmente percebe-se uma forte tendência dos principais provedores a ampliarem o espaço geográfico de atuação como forma de conseguir maior uso para seus ativos e de evitar a perda de contas domésticas de clientes com atuação nacional ou internacional (SINK, LANGLEY E GIBSON, 1996). A atratividade do Brasil por empresas transnacionais seria maior se, além dos incentivos econômico-financeiros, houvesse maiores investimentos educacionais, disponibilizando no mercado pessoas mais qualificadas (FLEURY E FLEURY, 2004).

3. Tipos de indústrias que atendem ou segmentação por cliente, visando uma maior especialização e customização. Observa-se também nos EUA e Europa, uma tendência à especialização com base no tamanho do cliente. Nos EUA este tipo de segmentação está bem definido, grandes operadores logísticos atendem quase que exclusivamente grandes empresas, embora os pequenos clientes estejam terceirizando suas atividades logísticas. Contudo, na Europa verificam-se alguns grandes operadores logísticos responsáveis pela logística de empresas de menor porte.

4. Características dos Ativos: a mais geral de todas as dimensões de segmentação corresponde à propriedade dos ativos e dividem os operadores logísticos em dois grupos. O primeiro grupo possui e opera ativos de transporte ou armazenagem e o segundo grupo sub-contrata os ativos e sua operação com terceiros. Existem também os prestadores de serviços híbridos, que apesar de possuírem ativos físicos próprios, também contratam

ativos de terceiros. Estas empresas são em geral partes de um grupo onde as empresas mães possuem ativos logísticos, e as empresas filhas possuem os recursos humanos qualificados e os sistemas de informação. Os contratos com provedores baseados em ativos podem ser estruturados com base em capacidade (AFRICK, 1994).

5. Atividades de origem: algumas empresas tiveram sua origem na armazenagem, outras no transporte. A FedEx, por exemplo, teve sua origem como empresa de entrega expressa.

O nível de serviço logístico oferecido pelos operadores logísticos é fator chave do conjunto de valores logísticos que as empresas oferecem aos seus clientes para assegurar sua fidelidade (BALLOU, 1993). Diversos elementos compõem o nível de serviço e, segundo LALONDE e PAUL (1976), eles podem ser classificados de acordo com sua relação com a transação do produto:

1. Elementos de Pré-transação;
2. Elementos de Transação;
3. Elementos de Pós-transação.

1. Pré-transação: esses elementos estabelecem um ambiente para um bom nível de serviço. São eles: data de entrega da mercadoria após colocação de um pedido, procedimentos para tratar devoluções ou faltas e métodos de despacho, planos de contingências para greves ou desastres naturais, política posta por escrito e nas mãos do cliente, estrutura organizacional, flexibilidade do sistema e serviço técnicos.

2. Na transação temos os elementos que estão envolvidos diretamente nos resultados obtidos com a entrega do produto ao cliente, como, por exemplo, ajustar níveis de estoque, selecionar modos de transporte, determinar procedimentos para processamento de pedidos, tempo de entrega, exatidão do preenchimento de ordens, condições das mercadorias na recepção do cliente e disponibilidade de estoque.

3. Elementos de Pós-transação representam os serviços necessários para apoiar o produto no campo, para proteger clientes de produtos defeituosos, para providenciar o retorno de embalagens ou tratar reclamações, devoluções ou solicitações. Isto acontece após a venda do produto, mas deve ser planejado durante os estágios anteriores.

Percebe-se, portanto, uma nova fase de crescimento do setor de operadores logísticos no Brasil. Estes investimentos na melhoria dos processos de logística e tecnologia da informação evidenciam o foco na melhoria da eficiência operacional. Assim, o nível de serviço dos operadores logísticos torna-se um diferencial neste contexto.

### **3. Estudo de Caso**

Para atender aos objetivos do presente estudo, o critério para escolha das empresas selecionadas foi o fato de operarem com os mesmos procedimentos operacionais (como o serviço deve ser prestado) e contratos de prestação de serviço semelhantes.

Com base nesse critério, foram selecionadas dez empresas que prestam serviço para uma grande organização. As empresas pesquisadas são, na sua maioria, operadores logísticos especialistas operacionais. Oito delas são empresas nacionais e duas são internacionais, e seus principais clientes são empresas petroquímicas. Duas empresas operam ativos dos seus clientes e correspondem aos chamados operadores logísticos *in house* (operam dentro da planta do contratante do serviço). Já as oito empresas restantes operam e possuem ativos próprios, e correspondem aos operadores logísticos dos centros de distribuição. Todas as empresas prestam serviço logístico para uma empresa petroquímica nacional de grande porte. A contratante deste serviço possui sistema de

gestão ISO 9000:2000 para qualidade; ISO 14.000 para meio ambiente e OHSAS 18.001 para saúde e segurança. Esses prestadores de serviço devem seguir os procedimentos implementados e monitorados pelos gestores de contratos do seu cliente. As bases contratuais são, na sua essência, as mesmas para os dez operadores logísticos. Os principais serviços logísticos contratados são: movimentação de produtos (carga/descarga), armazenagem, controle de estoque, fluxo de informações e programações de retiradas das cargas junto ao *pool* de transportadoras contratadas pela petroquímica. Definiremos, a seguir, cada uma das dez empresas analisadas.

A empresa A é uma empresa nacional, localizada em Itapevi (SP). Embora possuam várias filiais no Brasil, apenas o centro de distribuição em Itapevi presta os serviços relatados acima. Seus clientes, na sua maioria, são empresas petroquímicas. As outras unidades do grupo fazem apenas serviço de transporte. Não possuem sistema de gestão certificado.

A Empresa B é uma empresa nacional e está localizada em Joinville (SC). A empresa possui filiais em Barueri (SP), Santos (SP), São Paulo (SP) e Londrina (PR), e estão em fase final para auditoria de certificação do seu sistema de gestão pela ISO 9000:2000. Seu *core business* é a operação de centros de distribuição. O maior deles está localizado em Barueri com 100 mil m<sup>2</sup>.

A Empresa C opera em Paulínia (SP). É uma empresa multinacional com matriz na Bélgica. Têm filiais no Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil. Pela classificação de Sink (1996) são operadores logísticos integradores. Possuem sistema de gestão certificado pela ISO 9000:2000.

A Empresa D é uma filial da empresa C que opera dentro da unidade industrial do cliente no Pólo Petroquímico de Camaçari (BA).

A Empresa E está localizada em Triunfo (RS). Possui uma filial no Nordeste que presta o mesmo tipo de serviço. São, essencialmente, especialistas operacionais. Seu sistema de gestão está certificado pela ISO 9000:2000.

A Empresa F opera em Contagem (MG). É uma empresa nacional com matriz em Duque de Caxias (RS) e com filial também em Joinville (SC). Sua atividade de origem é o transporte de carga, embora a filial de Contagem preste apenas os serviços do escopo do contrato do seu cliente. Não possuem sistema de gestão certificado.

A Empresa G é uma filial da empresa C, que opera um centro de distribuição em Araucária (PR).

As Empresas H, I e J estão localizadas na Bahia, no Pólo Petroquímico de Camaçari. Prestam seus serviços logísticos em duas unidades fabris do cliente. Possuem sistema de gestão certificado e o principal cliente no Brasil é uma grande montadora localizada em Betim (MG), que corresponde ao primeiro contrato de logística *in house* de produtos petroquímicos (resinas termoplásticas).

#### **4. Metodologia de Pesquisa e Revisão Teórica dos Conceitos**

O nível de serviço medido neste trabalho é composto pelas variáveis atendimento da demanda e índices de reclamações de clientes, que segundo LALONDE e PAUL (1976), podem ser classificados como elementos de pós-transação.

Foi realizado um acompanhamento semestral nos anos de 2003 e 2004 do nível de serviço de cada uma das dez empresas analisadas e das possíveis variáveis que, segundo os gestores de contrato da contratante do serviço, poderiam influenciar os indicadores de desempenho (nível de serviço).

Foram aplicadas técnicas de análise estatística descritiva uni e multivariada (análise de fatorial e análise de regressão logística binária) com o objetivo de caracterizar nível de serviço em função das variáveis analisadas (número de funcionários, funcionários pós-graduados, funcionários graduados, funcionários que concluíram o ensino médio, funcionários que concluíram o ensino fundamental, índice de treinamento, sistema de qualidade e localização). Esta análise permitiu avaliar a influência de cada variável no nível de serviço dos operadores logísticos.

As variáveis coletadas encontram-se na tabela 1 a seguir:

TABELA 01: VARIÁVEIS UTILIZADAS NO ESTUDO

CÓDIGO	VARIÁVEL
FUNC	NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS
POSGRAD	FUNCIONÁRIOS PÓS - GRADUADOS
GRAD	FUNCIONÁRIOS GRADUADOS
ENSMEDIO	FUNC. QUE CONCLUÍRAM O ENSINO MÉDIO
ENSFUND	FUNC. QUE CONCLUÍRAM O ENSINO FUNDAMENTAL
TREIN	ÍNDICE DE TREINAMENTO
QUALIDADE	SE A EMPRESA UTILIZA ALGUM SISTEMA QUALIDADE
LOCAL	LOCALIZAÇÃO

Fonte: Dados primários (2003 e 2004)

#### 4.1. Revisão Teórica de Análise Fatorial

Desta forma, foi elaborado primeiramente o método de análise fatorial para a determinação de fatores que compõem as variáveis apresentadas. Segundo HAIR, ANDERSON, TATHAM e BLACK (1998, p. 89), um fator representa uma combinação linear de variáveis originais. Segundo AAKER, KUMAR e DAY (1998, p. 582), a análise fatorial serve para a combinação de variáveis que criam novos fatores. No âmbito da análise fatorial, o que se pretende é a identificação de possíveis associações entre as variáveis observacionais, de modo que se defina a existência de um fator comum entre elas. Assim, pode-se dizer que a análise fatorial, ou análise de fator comum tem como objetivo a identificação de fatores ou *constructos* subjacentes às variáveis observacionais, o que, sem dúvida, contribui para facilitar sobremaneira a interpretação dos dados (RODRIGUES, 2002, p. 76).

Segundo JOHNSON e WICKERN (1992, p. 396), na análise do fator comum, as variáveis são agrupadas em função de suas correlações. Isto significa que variáveis que compõem um determinado fator devem ser altamente correlacionadas entre si e fracamente correlacionadas com as variáveis que entram na composição do outro fator.

O modelo de análise fatorial estima os fatores e as variâncias, de modo que as covariâncias ou as correlações previstas pelo estejam o mais próximo possível dos valores observados. Para tal os métodos de estimação ou extração mais usados são o das componentes principais e o da máxima verosimilhança. Neste trabalho será usado o método das componentes principais.

Antes de iniciar a análise fatorial deve-se explorar individualmente cada variável em termos de outliers e do enviesamento da distribuição. Embora a normalidade não seja um pressuposto necessário de análise fatorial, tanto as distribuições muito enviesadas como os outliers podem distorcer os resultados, uma vez que alteram as estimativas das médias e dos desvios padrões, modificando as estimativas das covariâncias e das correlações. Deve-se igualmente analisar o número de não respostas, pois quando são elevadas

(correspondem pelo menos a 20% dados) e não são aleatórias, podem distorcer os resultados da análise fatorial.

#### 4.2. Revisão Teórica de Análise de Regressão Logística

A partir dos fatores extraídos pela análise fatorial após rotação usando o critério *varimax*, a análise de regressão logística binária (ARLB) mostrou-se adequada para estimar a probabilidade de um elevado nível de serviço de um operador logístico e para identificar os fatores que têm maior influência no nível de serviço.

Na regressão logística binária a variável dependente é binária, podendo assumir os valores 0 ou 1. Para mais de uma variável independente, o modelo ARLB pode ser escrito como:

$$P(\text{elevado nível serviço}) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

ou:

$$Z = \left( \frac{P(\text{e.n.s.})}{1 - P(\text{e.n.s.})} \right)$$

sendo que:

$$Z = \beta_0 + \sum_i \beta_i * Fator_i + \varepsilon$$

onde  $\varepsilon$  é o termo de erro aleatório,  $\beta$  é o coeficiente logístico ( $\beta_0 =$  constante) e  $Fator_i$  é o  $i$ -ésimo *Fator*.

A probabilidade estimada estará entre 0 e 1 e os valores dos coeficientes  $\beta_i$  dos *Fatores* fornecerão a influência de cada variável sobre a probabilidade de se obter um elevado nível de serviço. Como os *Fatores* são variáveis derivadas padronizadas adimensionais, quanto maior o valor absoluto do coeficiente  $\beta_i$ , maior a influência do *Fator* correspondente (VIDAL, TAKAOKA e SIQUEIRA, 2004).

Os fatores resultantes da combinação de variáveis na análise fatorial são aplicados na análise de regressão logística binária.

#### 4.3. Revisão Teórica de Variáveis Nominais

A localização é uma variável nominal com três categorias: A (sudeste), B (nordeste) e C (sul). Ela é introduzida no modelo de regressão logística como variável artificial com os códigos -1, 0 e 1 respectivamente.

A variável localização\_A é significativa (assume valor 1) quando a localização tem o código -1. A variável localização\_B é definida quando as localizações A e C assumem valor 0, sendo considerada a categoria de comparação. A variável localização\_C é significativa (assume o valor 1) quando a localização tem o código 1.

Desta forma, com  $k$  categorias criam-se  $k-1$  variáveis artificiais, evitando-se a existência de multicolinearidade. As três categorias originam duas variáveis artificiais, designadas localização\_A e localização\_C. As categorias da variável localização estão apresentadas no quadro abaixo.

QUADRO 01: CATEGORIAS DA VARIÁVEL LOCALIZAÇÃO

Categorias da localização	Localização_A	Localização_C
-1	1	0
0	0	0
1	0	1

Desta forma a equação de Z passa a ser:

$$Z = \beta_0 + \sum_i \beta_i * Fator_i + \beta_A Localização\_A + \beta_C Localização\_C + \varepsilon$$

Os coeficientes  $\beta_A$  e  $\beta_C$  das variáveis artificiais Localização\_A e Localização\_C representam as diferenças médias do nível de serviço de cada empresa em relação à categoria de comparação, que é a Localização\_B, sendo que todas as variáveis restantes permanecem constante.

Este modelo de regressão pode ser decomposto em três modelos, cada um correspondendo a uma das categorias da variável independente qualitativa:

$$Z = \beta_0 + \beta_A + \sum_i \beta_i * Fator_i + \varepsilon \quad , \text{ se localização} = A \text{ (sudeste)}$$

$$Z = \beta_0 + \sum_i \beta_i * Fator_i + \varepsilon \quad , \text{ se localização} = B \text{ (nordeste)}$$

$$Z = \beta_0 + \beta_C + \sum_i \beta_i * Fator_i + \varepsilon \quad , \text{ se localização} = C \text{ (sul)}$$

Verifica-se, portanto, que as variáveis artificiais têm efeito apenas na constante do modelo.

## 5. Apresentação e análise dos resultados

O modelo foi implementado por meio do programa de análise estatística *SPSS for Windows 12.0*. Com a aplicação da análise fatorial foram obtidos três fatores. Foi utilizado o método de componentes principais para extração dos fatores com rotação *varimax*. Os resultados destes fatores, com seus respectivos *scores* estão no quadro abaixo.

QUADRO 02: CARGAS FATORIAIS APÓS ROTAÇÃO VARIMAX

	Componentes		
	Fator 1	Fator 2	Fator 3
FUNC	,588		
POSGRAD	,652		
GRAD	,876		
ENSMED		,876	
ENSFUN		,664	
TREIN			,537
QUALIDADE	,589		

De acordo com os resultados do quadro 02, podemos perceber que o Fator 1 compõe as variáveis número de funcionários, funcionários pós-graduados, funcionários com nível superior e sistema de gestão de qualidade. O Fator 2 é formado pelas variáveis funcionários com ensino médio e fundamental, enquanto que o Fator 3 é formado apenas pela variável treinamento.

Com base nos três fatores obtidos, aplicou-se a análise de regressão logística binária (ARLB). No modelo de regressão logística, a variável de resposta ou variável dependente (nível de serviço) pode assumir dois valores: 1 (elevado nível de serviço) ou 0 (não possui um elevado nível de serviço). O objetivo é verificar qual a importância de cada variável analisada para que se tenha um nível de serviço elevado. Os principais resultados obtidos da ARLB são apresentados abaixo.

QUADRO 03: EFEITO DE CADA VARIÁVEL

FATOR	Coefficiente Logístico ( $\beta$ )	Erro Padrão	Nível de Significância
Localização_C	1,84	0,49	0,00
Localização_A	1,42	0,37	0,04
Fator 3	0,86	0,06	0,00
Constante	-1,28	0,85	0,02

A medida de probabilidade de um operador logístico apresentar um elevado nível de serviço é dada pela seguinte expressão:

$$P(\text{elevado nível de serviço}) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

sendo que:

$$Z = -1,28 + 1,84 * \text{Localização}_C + 1,42 * \text{Localização}_A + 0,86 * \text{Fator3}$$

O quadro 03 e a última equação mostram a constante e os coeficientes obtidos para cada variável na equação. Por meio das estimativas dos coeficientes, é possível verificar que a variável localização é determinante para que se tenha um elevado nível de serviço. Os coeficientes  $\beta_C = 1,84$  e  $\beta_A = 1,42$  representam as diferenças médias do nível de serviço das empresas da região do sul e sudeste em relação às empresas da região nordeste.

A segunda variável, em ordem de importância, que mais influenciou o nível de serviço foi o Fator3, que corresponde à variável treinamento. Os fatores 2 e 1, que correspondem às variáveis restantes, não apresentaram influência no nível de serviço, ficando fora da equação.

As empresas que obtiveram os melhores desempenhos estavam localizadas na região Sul, seguidas das empresas localizadas na região sudeste, e todas elas apresentaram um alto índice de treinamento. Os operadores logísticos do nordeste apresentaram índices de treinamento e níveis de serviço mais baixos.

Substituindo os dados de cada empresa na equação de Regressão Logística Binária, obtém-se uma estimativa da probabilidade de cada operador logístico apresentar um nível de serviço elevado. Se o valor dessa probabilidade estimada for maior ou igual a 0,5, o operador logístico será classificado com um elevado nível de serviço. Caso contrário, ele não terá um elevado nível de serviço. Foram cruzados o nível de serviço

observado pelas empresas com a previsão do modelo, resultando na porcentagem de casos em que a empresa foi corretamente classificada pelo modelo. A porcentagem de classificações corretas obtidas pelo modelo foi em torno de 80%, o que pode ser considerada bastante satisfatória.

## 6. Conclusões

Buscando a sobrevivência em um mercado globalizado e melhores nichos de mercado, no início dos anos 90 as empresas de transporte começaram a se modernizar e passaram a oferecer serviços logísticos de forma a atender à demanda das grandes firmas comerciais e industriais. Essa tendência foi reforçada a partir da metade dos anos 90, com a chegada dos grandes operadores logísticos internacionais. O nível de serviço logístico oferecido pelos operadores logísticos é fator chave do conjunto de valores logísticos que as empresas oferecem aos seus clientes para assegurar sua fidelidade.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o nível de serviço de um grupo de operadores logísticos no Brasil, contratados por uma grande petroquímica nacional. Foram aplicadas técnicas de análise estatística descritiva uni e multivariada (análise de fatorial e análise de regressão logística binária) com o objetivo de caracterizar nível de serviço em função das variáveis analisadas (número de funcionários, funcionários pós-graduados, funcionários graduados, funcionários que concluíram o ensino médio, funcionários que concluíram o ensino fundamental, índice de treinamento, sistema de qualidade e localização). Esta análise permitiu avaliar a influência de cada variável no nível de serviço dos operadores logísticos.

Com base nos dados obtidos, pode-se concluir que para as empresas apresentarem um elevado nível de serviço, é fundamental uma boa localização geográfica e um elevado índice de treinamento. As empresas que obtiveram os melhores desempenhos estavam localizadas na região Sul, seguidas das empresas localizadas na região sudeste, todas elas com um alto índice de treinamento. Os operadores logísticos do nordeste apresentaram índices de treinamento e níveis de serviço mais baixos.

O melhor desempenho destas empresas pode ser explicado pelos grandes incentivos governamentais nas regiões sul e sudeste, que resulta no desenvolvimento do setor logístico. Estes resultados, embora restritos a um número limitado de empresas e estados, pode oferecer algum subsídio em termos de alocação de recursos e gerenciamento dos aspectos que compõem o nível de serviço de operadores logísticos. Para ser generalizado a todos os estados do Brasil, devem-se coletar dados de outros operadores logísticos que atuam em diversas regiões geográficas do país.

Por fim, percebe-se uma nova fase do setor logístico brasileiro, com um incremento exacerbado de competitividade, que faz com que os *players* ofertantes de produtos e serviços apresentem diferenciação no nível de serviços, quer seja pelo gerenciamento de estoques, quer seja pela automação ou pela melhora dos indicadores de atendimento e prazo de entrega. Independentemente de qual seja o principal atributo de diferenciação, é importante ressaltar que o nível de serviço representa o sucesso da organização no médio prazo e, portanto, deve ser modelado e avaliado para que sejam determinados padrões e tendências de comportamento.

Sugestões para novos estudos podem se relacionar com a continuidade da análise do nível de serviço de operadores logísticos para outras regiões ou outros estados do Brasil. Podem ser utilizados também outros elementos que compõe o nível de serviço, como elementos de pré-transação (data de entrega de mercadoria após colocação dos pedidos, serviços técnicos, etc), elementos durante a transação (ajustar níveis de estoque,

selecionar modos de transporte, tempo de entrega, etc) e outros elementos de pós-transação. Além disso, outras variáveis podem ser incluídas na modelagem, de acordo com o elemento utilizado. Assim, podem ser fornecidas respostas diferentes sobre a análise do nível de serviço das empresas, permitindo o alcance de novos resultados sobre a atuação logística no Brasil.

### **Referências Bibliográficas**

AAKER, D.; KUMAR, V.; DAY, G. *Marketing research*. 6. ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1998.

AFRICK, J. M; CALKINS, C.S. Does Asset Ownership Mean Better Service? *Transportation & Distribution*, p. 46-61, maio 1994.

BALLOU, R. H. *Logística Empresarial Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física*. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BLANDING, W. *Practical handbook of distribution/customer service*. Washington: Traffic Service Corp., 1985.

Caderno Especial ABML: O Conceito de Operador Logístico. (1999). *Revista Tecnológica*, n. 39, fevereiro ano IV.

FLEURY, P. F. Vantagens Competitivas e Estratégias no Uso de Operadores Logísticos. *Revista Tecnológica*, n. 46, p. 28-35, setembro ano V, 1999.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. *Estratégias empresariais e formação de competências*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. BLACK, W. C. *Multivariate data analysis*. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

JOHNSON, R.; WICHERN, D. *Applied multivariate statistical analysis*. 3 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

LAARHOVEN, P.; BERGLUNG, M.; PETERS, M. Third-party Logistics in Europe – Five Years Later. *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, vol. 28, n.2, p. 89-107, 1998.

LALONDE, B. J.; PAUL, H. Z. *Customer service: Meaning and Measuring*. Chicago: National Council of Physical Distribution Management, 1976.

MALINVERNI, C. Terceirização como estratégia: o desafio do mercado. *Revista Tecnológica*, n. 103, p. 56, ano 10, julho 2004.

NOVAES, A. G. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição*. São Paulo: Atlas, 2004.

RAZZAQUE, M. A.; SHENG, C. C. Logistics Outsourcing - Literature Review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 28, n. 2, p. 89-107, 1998.

RODRIGUES, M. C. P. Potencial de desenvolvimento dos municípios Fluminenses: uma metodologia alternativa ao IQM, com base na análise fatorial exploratória e na análise de clusters. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 9, n. 1 (jan – mar), p. 75-89, 2002.

SINK, H. L.; LANGLEY, J. C.; GIBSON, B. J. Buyer Observations of the US Third-Party Logistics Market. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol.26, n.3, p. 38-46, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VIDAL, A. G. R.; TAKAOKA, H.; SIQUEIRA, J. O. Modelo de classificação de usuários de computador: uma aplicação de análise de fatores comuns ortogonais e de regressão logística binária em administração de sistemas de informação. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, vol. 39, n.1 (jan./fev./mar), p.76-86, 2004.