

Proposta de modelo multicritério para seleção de fornecedores de serviços logísticos

Miriam Catarina Soares Aharonovitz (UFSCar-SP/Brasil) - miriam.aharonovitz@gmail.com
• Rod. João Leme dos Santos, SP-264, Km 110, Bairro do Itinga, Sorocaba-SP, 18052-780
José Geraldo Vidal Vieira (UFSCar-SP/Brasil) - jose-vidal@ufscar.br

RESUMO Este estudo tem por objetivo propor um modelo multicritério para seleção de fornecedores de serviços logísticos por meio da construção de uma árvore de decisão. A metodologia é composta por um levantamento de dados, cujo resultado foi uma amostra de 181 respostas. A amostra foi analisada por meio de métodos estatísticos, entre eles estatística descritiva, análise multivariada, análise de variância e testes paramétricos para comparação das médias. A partir destes foi possível obter a árvore de decisão e informações para apoiar a análise multicritério. O AHP (*Analytic Hierarchy Process*) foi aplicado para determinar os pesos e para verificar a consistência das análises. A árvore de decisão categoriza os critérios de acordo com os níveis de decisão (estratégico, tático e operacional). Além disso, permite avaliar de forma genérica a importância de cada critério para o processo de seleção de fornecedores a partir do ponto de vista dos contratantes de serviço logístico.

Palavras-chave Seleção de Fornecedores. Análise Fatorial. AHP. Árvore de Decisão.

ABSTRACT *This study aims to propose a multicriteria model to select logistics service providers by the development of a decision tree. The methodology consists of a survey, which resulted in a sample of 181 responses. The sample was analyzed using statistic methods, descriptive statistics among them, multivariate analysis, variance analysis, and parametric tests to compare means. Based on these results, it was possible to obtain the decision tree and information to support the multicriteria analysis. The AHP (Analytic Hierarchy Process) was applied to determine the data influence and thus ensure better consistency in the analysis. The decision tree categorizes the criteria according to the decision levels (strategic, tactical and operational). Furthermore, it allows to generically evaluate the importance of each criterion in the supplier selection process from the point of view of logistics services contractors.*

Keywords *Supplier Selection. Fatorial Analysis. AHP. Decision Tree.*

1. INTRODUÇÃO

A capilaridade no atendimento a diversas regiões, a estabilidade financeira, a flexibilidade no oferecimento de diversos serviços por meio da redução/ampliação das operações logísticas, o atendimento ao nível de serviço e, principalmente, o prazo de entrega, são alguns fatores que mais influenciam na contratação de serviços logísticos (GALO, 2014). Uma seleção dos parceiros bem sucedida pode contribuir para a competitividade dos embarcadores (ENSSLIN *et al.*, 2013), além de contribuir para a redução da carteira de fornecedores e realização de boas parcerias (LIU *et al.*, 2000).

Quando boas parcerias são firmadas, a quantidade de fornecedores pode ser reduzida eliminando aqueles que não têm tido um desempenho adequado e, assim, reduzindo os custos associados aos riscos, manutenção de contratos e outros processos. Além disso, boas parcerias podem resultar em serviços exclusivos e dedicados, contratos mais longos e colaboração entre os parceiros, de forma que possa ser construída uma relação ganha-ganha com redução dos custos e aumento de eficiência.

Devido à ampla variedade de critérios que se tornam importantes para a tomada de decisões e que se articulam conforme as estratégias organizacionais é necessário criar métodos que simplifiquem e apoiem a tomada de decisão. Para tal, o objetivo deste artigo é propor um modelo multicritério, baseado em árvore de decisão, para a seleção de fornecedores de serviços logísticos cujos pesos englobem a opinião de embarcadores, transportadoras e operadores logísticos.

Os métodos adotados para o alcance do objetivo incluem análises estatísticas descritivas, análise multivariada (análise fatorial), análise de variância (ANOVA), testes paramétricos para comparação das médias e aplicação do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). As análises estatísticas garantem a confiabilidade dos julgamentos durante a pesagem dos critérios no método AHP, conferindo um caráter descritivo ao estudo realizado a partir de um amplo levantamento de dados.

O artigo apresenta uma revisão da literatura sobre seleção de fornecedores para o entendimento da problemática abordada e uma revisão sobre o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Após, são apresentadas as seções de metodologia, resultados e discussões, e a conclusão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Seleção de fornecedores

Como a cadeia de suprimentos pode ser vista como uma rede de múltiplos negócios e relacionamentos que devem ser geridos de forma que considere todos os membros da cadeia para proporcionar total excelência dos processos de negócio (LAMBERT; COOPER, 2000), a cadeia logística também pode ser vista sob essa perspectiva. Sendo formada por empresas, a excelência, colaboração interempresarial e vantagem competitiva são obtidas através da seleção do fornecedor certo, uma vez que é sabido o conjunto de características a serem contratadas (ENSSLIN *et al.*, 2013).

Ao selecionar um fornecedor de serviços logísticos são diversos os critérios que podem ser avaliados, considerando a duração do contrato da parceria e as vantagens competitivas que o fornecedor pode proporcionar à empresa contratante. Como a qualidade dos serviços contratados influencia diretamente na capacidade das organizações atenderem aos seus clientes, os métodos de seleção de fornecedores tendem a ser reformulados a partir da necessidade de firmar contratos com fornecedores bem qualificados e capazes de oferecer suporte às estratégias organizacionais (VIANA; ALENCAR, 2012).

Se tratando de empresas embarcadoras, a contratação de serviços logísticos que considere fatores como entrega no prazo, prazos reduzidos de entrega, produtos entregues em boas condições e tratamento eficaz de problemas são importantes para aumentar a satisfação do cliente. Dessa forma, a logística pode ser vista como um modo de prover vantagem competitiva, como um bom produto, promoção e estratégia de preços (LAMBERT, 1998, *apud* LANGENDYK, 2002).

Ghodsypour e O'Brien (1998) afirmam que os critérios de seleção de fornecedores e os respectivos graus de importância são definidos de acordo com o nível de integração entre o fornecedor e o cliente, a situação competitiva da companhia e suas estratégias. Sendo assim, quando existe integração logística entre o fornecedor e o cliente é dada uma atenção maior aos elementos de desempenho logístico e o processo de seleção de fornecedores passa a incorporar outros critérios além de qualidade e preço, como confiabilidade, flexibilidade e *lead time*.

Dessa forma, o desempenho esperado dentro de uma cadeia de suprimentos engloba cinco aspectos: confiabilidade, responsividade, flexibilidade, custos e eficiência na gestão de ativos (GANGA *et al.*, 2011). Para que estes aspectos possam ser incorporados, o processo de seleção de fornecedores deve considerar critérios que avaliem as características do fornecedor que podem ser traduzidas em desempenho logístico, como a flexibilidade de atender pedidos urgentes ou em alta demanda.

Como os custos logísticos representam cerca de 4% a mais de 30% da receita de vendas do embarcador (BALLOU, 2005), muitas empresas optam por terceirizar a logística contratando um fornecedor de serviço logístico que pode ser tanto um operador logístico quanto uma transportadora, de acordo com a necessidade de retirar as operações do *core business* da empresa. Wilding e Juriado (2004) identificaram que os principais motivos para a terceirização dos serviços logísticos são a redução de custos, aumento do nível de serviço, aumento da flexibilidade operacional, foco nas competências-chave do negócio, melhoria da utilização dos ativos e as mudanças gerenciais.

De acordo com a definição da ABML (Associação Brasileira de Movimentação e Logística), operador logístico é um fornecedor de serviços logísticos, especializado em gerenciar e executar todas as atividades logísticas ou parte delas, nas várias fases da cadeia de abastecimento de seus clientes, agregando valor ao produto. Deve, no mínimo, prestar simultaneamente serviços de controle de estoque, armazenagem e gestão de transportes.

Segundo Fleury e Ribeiro (2003, *apud* WANKE *et al.*, 2007) existem dois tipos de operador logístico: operadores logísticos especialistas operacionais (ou funcionais) e operadores logísticos integrados. O primeiro tipo são aqueles que fornecem serviços específicos como, por exemplo, transporte, armazenagem, embalagem, entre outros. O segundo tipo são os operadores que fornecem soluções mais abrangentes, envolvendo uma gama de serviços gerenciados para os clientes de forma integrada.

Wilding e Juriado (2004) verificaram em seu estudo que o transporte é a função logística mais provável de ser terceirizada. Esta terceirização pode acontecer de diversas formas: o embarcador contratando a transportadora ou o operador logístico que, neste caso, é responsável pela administração de fretes e distribuição. As transportadoras, por sua vez, podem dispor de frota própria ou terceirizada para entregar os produtos com pontualidade e eficiência na rede varejista.

Sendo assim, os elos entre embarcador e fornecedor de serviço logístico podem se configurar de diversas maneiras. Por exemplo, a empresa contratante pode realizar a gestão de transportes e contratar o operador logístico para o controle de estoque e armazenagem. Neste caso, o transporte pode ser realizado por frota própria da empresa embarcadora ou, geralmente, por transportadoras contratadas. Por outro lado, o embarcador pode contratar o operador logístico somente para a gestão de transportes e dominar as técnicas das demais operações logísticas.

Em ambas as configurações de parcerias entre embarcador e fornecedor de serviços logísticos há a necessidade de determinar os critérios de seleção de fornecedores a partir dos quais os fornecedores serão julgados e selecionados. Viana e Alencar (2012) apontaram que a incorporação de um grande número de critérios torna o processo de decisão complexo, já que estes podem ser tanto qualitativos como quantitativos, além de existirem critérios conflitantes, como qualidade e custo. Isto torna importante a existência de métodos que permitam articular diversos aspectos na avaliação das alternativas de fornecedores ou que simplifiquem a tomada de decisão.

Existem diversos métodos de análises utilizados em seleção de fornecedores para simplificar a tomada de decisão, dentre eles análises multicritério, teoria *fuzzy*, programação matemática e os métodos estatísticos (VIANA; ALENCAR, 2012). Dentre as análises multicritério, destacam-se o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (BUSTAMENTE *et al.*, 2010), a análise de decisão multicritério (MCDA) (RIBEIRO; YOSHIZAKI, 2010), a análise de decisão multicritério construtivista (MCDA-C) (ENSSLIN *et al.*, 2013) e o ANP (*Analytic Network Process*), que é uma extensão do método AHP. A análise fatorial é um método de estatística multivariada que também pode ser utilizada para a avaliação de fornecedores, pois permite agrupá-los em classes de acordo com características similares (CHANG JÚNIOR. *et al.*, 2010).

2.2. Analytic Hierarchy Process (AHP)

A complexidade da construção de um modelo de seleção de fornecedores aumenta à medida que se considera maior número de critérios conflitantes e interdependentes, o que faz com que se busquem métodos que auxiliem a escolha do tomador de decisão ou que simplifiquem a avaliação do fornecedor.

O AHP é um método desenvolvido por Saaty (1980) usado para auxiliar a tomada de decisão quando múltiplas variáveis são consideradas e, principalmente, quando alguma consideração subjetiva ou intuitiva necessita ser incorporada. O método fornece uma abordagem estruturada para determinar os pesos de múltiplos critérios e padronizá-los, de forma que possam ser comparados e as decisões possam ser tomadas (BHUTTA; HUQ, 2002).

Para tomar uma decisão de maneira organizada, a decisão deve ser decomposta em algumas etapas (SAATY, 2008):

1. Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento buscado;
2. Estruturar a hierarquia de decisão a partir do topo (objetivo da decisão) e então, determinar os objetivos sob uma perspectiva mais ampla do nível intermediário (critérios) para o nível mais baixo que, geralmente, é o conjunto de alternativas;
3. Construir um conjunto de matrizes de comparação par a par. Cada elemento do nível superior é usado para comparar os elementos do nível imediatamente inferior a ele;
4. Usar as prioridades obtidas da comparação para pesar as prioridades do nível imediatamente inferior. Isto é feito para cada elemento. Depois, para cada elemento no nível abaixo adicionar seus valores ponderados e calcular a prioridade global. Esse processo de pesagem continua até que as prioridades finais das alternativas no nível mais baixo são obtidas.

A prioridade de cada critério é mensurada de acordo com a escala mostrada no Quadro 1.

Quadro 1 – Escala fundamental de números absolutos.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Igual	Os dois critérios contribuem igualmente ao objetivo
2	Fraca	Experiências e julgamentos favorecem ligeiramente um critério em relação ao outro
3	Moderada	
4	Um pouco mais do que moderada	Experiências e julgamentos favorecem fortemente um critério em relação ao outro
5	Forte	
6	Um pouco mais do que forte	Um critério é muito favorecido em detrimento ao outro e o seu domínio é demonstrado na prática
7	Muito forte	
8	Fortíssima	A evidência de que um critério é favorecido pelo outro é da ordem mais alta possível de afirmação
9	Extrema	
1,1 a 1,9	Elementos de comparação são próximos, adicionam-se decimais a 1	O critério um pouco maior ou um pouco menor é favorecido pelas casas decimais

Fonte: Saaty, 2010.

Para a aplicação do AHP, alguns *softwares* podem ser utilizados, como o *Expertchoice*®, em que o decisor dá entrada dos pesos para os atributos e para as alternativas e o programa calcula as prioridades relativas, globais e a taxa de consistência dos julgamentos (CORTES *et al.*, 2012; GHODSYPOUR; O'BRIEN, 1998), assim como pode ser utilizado o *Microsoft Office Excel*®, em que as prioridades relativas, globais e a taxa de consistência são calculadas a partir das fórmulas construídas e apresentadas por Saaty (1980).

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da pesquisa

Este artigo propõe uma pesquisa descritiva por meio de um levantamento de dados com profissionais responsáveis pela contratação e gestão de serviços logísticos, entre eles Embarcadores, Operadores Logísticos e Transportadoras. O artigo utiliza os critérios de seleção de serviços logísticos pesquisados inicialmente por Aharonovitz *et al.* (2012) por meio de uma pesquisa exploratória. Sendo assim, Aharonovitz *et al.* (2012) realizaram uma revisão da literatura a fim de conhecer os principais critérios avaliados no processo de seleção de fornecedores de serviços logísticos já abordados em outros estudos. A partir dessa revisão, os autores fizeram um estudo de caso em um operador logístico para observação e conhecimento detalhado das variáveis a serem incluídas no questionário (GIL, 2002) e tentar esclarecer o motivo pelo qual a decisão é tomada, como é implementada e quais resultados são esperados (YIN, 2010). Logo, os resultados do estudo de caso, bem como as variáveis que originaram o questionário são apresentados por Aharonovitz *et al.* (2012).

A abordagem deste artigo é quantitativa por meio da análise estatística dos resultados do levantamento de dados, e qualitativa, pois objetiva uma proposta de modelo multicritério através da construção de uma árvore de decisão para seleção de fornecedores de serviços logísticos.

3.2. Métodos de coleta de dados

A partir dos critérios pesquisados por Aharonovitz *et al.*(2012), foi construído um questionário composto por critérios de seleção de fornecedores comuns aos embarcadores, transportadoras e operadores logísticos, e outras variáveis relacionadas à caracterização da empresa e ao relacionamento entre os parceiros. O respondente podia avaliar o seu parceiro por meio de uma nota de 0 a 10 para cada critério de seleção do Quadro 2, sendo 0 “não foi importante” e 10 “muito importante” e, também, assinalar N/A, “nenhuma das anteriores”. O levantamento de dados foi realizado a partir do envio de questionários estruturados aos responsáveis pela negociação com os parceiros logísticos em um universo de 2.200 profissionais de empresas representativas. Os critérios analisados são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios de seleção de fornecedores analisados.

Variáveis	Critérios
FRETE	Frete
GVASC	Garantia de veículos adequados sob contrato
FAMM	Flexibilidade de se adaptar às mudanças de mercado
CCS	Conhecimento de toda a cadeia de suprimentos
EORDCR	Experiência em otimizar redes de distribuição e consolidação de rotas
CAEEP	Capacidade de aumentar eficiência e eficácia do processo como um todo
TECNO	Tecnologia (monitoramento em tempo real, ferramentas de roteirização)
ESPF	Estabilidade da política financeira
ICESOS	Infraestrutura e cobertura de entrega, sinergia com operações similares
NIVSER	Comprometimento (nível de serviço)
REPUT	Reputação (roubos, acidentes e saúde financeira)
FCRPA	Flexibilidade em cumprir requerimentos pontuais acordados
SUST	Atitudes sustentáveis (tratamento/disposição de resíduos, controle de GEE, etc)
ALCORG	Alinhamento de culturas organizacionais
RELEST	Relacionamento estratégico

Fonte: Aharonovitz *et al.*, 2012.

Os critérios do Quadro 2 têm níveis de decisões estratégicas, táticas e operacionais. Para a categorização e compreensão destes níveis, dois tomadores de decisão foram questionados sobre a qual nível de decisão os critérios poderiam pertencer, como é mostrado no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 – Perfil dos decisores que classificaram os critérios em níveis de decisão.

	Decisor 1	Decisor 2
Idade	31 anos	38 anos
Tempo de empresa	10 meses	11 anos
Cargo	Coordenador sênior de compras (frete)	Gerente de Transporte
Tempo no cargo	10 meses	5 anos e 7 meses
Cargos que já ocupou	Gerente de transportes, Supervisor de transportes, Coordenador de transportes, Analista de transportes sênior, Analista de logística sênior, Analista de projeto de transportes.	Supervisor de compras de transporte, Supervisor de projetos de transporte e Analista de transportes.

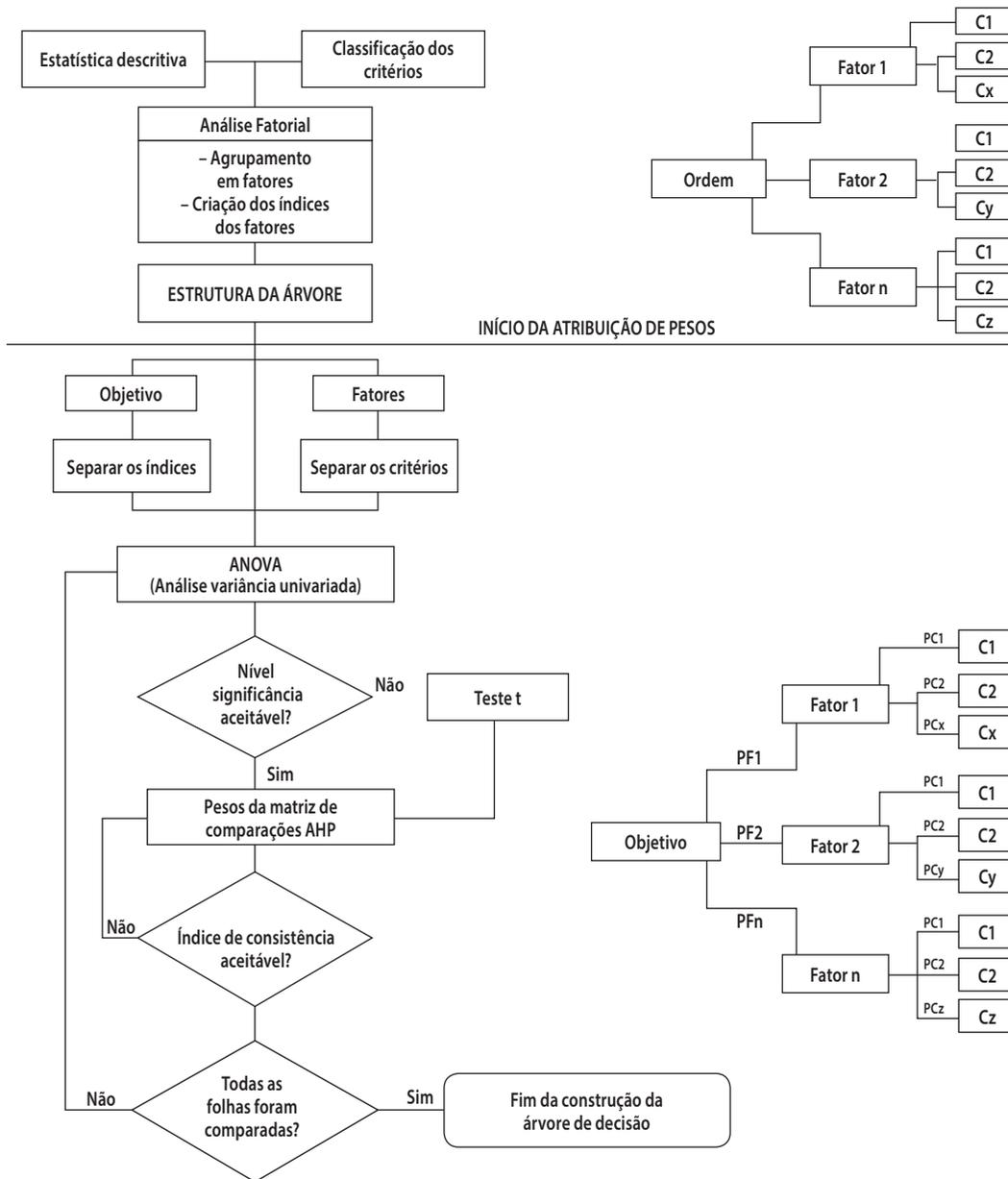
Fonte: Autores.

Como pode ser observado no Quadro 3, os decisores são da alta gerência com tempo de trabalho que denota experiência no cargo e confere credibilidade para a classificação dos critérios. Porém, é importante ressaltar que a categorização dos decisores representa uma única opinião enquanto que as categorias da análise fatorial demonstram a opinião de vários decisores que compuseram a amostra. Dessa forma, a classificação contribuiu para a interpretação da matriz rotacionada e nomeação dos fatores originados, bem como para a comparação entre o resultado da análise fatorial e a classificação dos decisores, cujas diferenças revelam características particulares da empresa do estudo de caso.

3.3. Métodos de análise de dados – modelo proposto

Os dados foram analisados conforme o método proposto para a construção da árvore de decisão sintetizado na Figura 1. Para isso utilizou-se o *software* SPSS® (*Statistic Package for Social Study*, versão 20.0).

Figura 1 – Passos para a construção da árvore de decisão.



Fonte: Autores.

O modelo proposto pela Figura 1 está dividido em duas partes. Primeiro mostra-se a construção da árvore a partir da amostra e classificação dos critérios pelos decisores quanto ao nível de decisão para cada critério. Assim, conforme mostrado na Figura 1, inicialmente foi realizada uma análise descritiva dos dados a fim de conhecer o comportamento das variáveis. Paralelamente, os decisores também classificaram os critérios em estratégico, tático e operacional.

Em seguida foi realizada uma análise fatorial, que é um conjunto de técnicas multivariadas para agrupar as variáveis relacionadas em fatores que as representam (PESTANA; GAGEIRO, 2005).

Este agrupamento foi importante para a construção da árvore de decisão considerando os resultados obtidos a partir da amostra de questionários. Além disso, após o desenvolvimento da árvore os critérios foram comparados estatisticamente para o conhecimento da influência destes na decisão.

O agrupamento das variáveis em fatores foi realizado considerando as cargas fatoriais (resultados da análise fatorial) e a classificação dos critérios pelos decisores. O resultado obtido é uma árvore de decisão com fatores que representam os níveis de decisão (estratégico, tático e operacional).

É importante ressaltar que a análise fatorial reflete as características estatísticas da amostra e a classificação pelos decisores, por sua vez, oferece a visão de dois especialistas responsáveis pela contratação e gestão de contratos de serviços logísticos, proporcionando informações que podem ser comparadas e estudadas.

A segunda parte do modelo (início da atribuição dos pesos) consiste na atribuição de pesos aos critérios e aos respectivos índices (oriundos dos fatores). Esses índices foram criados para os fatores a partir de uma média ponderada considerando a carga fatorial e a amostra dos critérios. Os índices (distribuições com média, mediana e desvio padrão que representam os fatores) foram usados para realizar as comparações estatísticas e os julgamentos entre os fatores na matriz de comparações do AHP.

Assim, os critérios de cada fator foram comparados entre si a partir de testes paramétricos (ANOVA, teste t de amostra emparelhada e teste t para uma amostra). Em seguida, os índices representando os fatores (estratégico, tático e operacional) também foram comparados estatisticamente. As comparações estatísticas forneceram subsídios para a aplicação do método AHP, visto que indicam se uma variável é, de fato, estatisticamente maior que outra variável a um determinado nível de significância.

A partir dessas informações, foi aplicado o AHP (*Analytic Hierarchy Process*) no *Microsoft Office Excel 2007*[®] para a concessão de pesos aos critérios e realização das comparações entre pares de critérios, proporcionando o quanto cada um influencia, em porcentagem, na decisão de selecionar um fornecedor.

A construção da árvore de decisão é finalizada quando é obtido um nível de consistência satisfatório através do cálculo proposto por Saaty (1980), indicando que as análises e os julgamentos são consistentes e, portanto, a influência de cada folha na decisão do objetivo pode ser considerada confiável.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Caracterização da amostra

Foram coletados 181 questionários do período de março a outubro de 2012 (taxa de resposta obtida de 8,22%). A idade média dos entrevistados é 37 anos, variando de 21 a 64 anos, com uma média de oito anos de experiência no cargo.

As características da amostra representadas pelos profissionais das empresas entrevistados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Características dos respondentes.

Variáveis	Categorias	Frequência	Porcentagem na amostra
Tipo de empresa respondente	Transportadora	57	31,50%
	Operador Logístico	54	29,80%
	Embarcador	70	38,70%
Relação	Fornecedor-cliente	90	49,7%
	Cliente-fornecedor	85	47%
	Sem resposta	6	3,3%
Cargo do respondente	Alta Gerência	26	14,4%
	Média Gerência	73	40,3%
	Demais*	27	14,9%
	Sem resposta	55	30,4%
Setor de atuação	Alimentício	46	25,4%
	Automotivo / Autopeças	62	34,3%
	Consumo/Varejo	71	39,2%
	Eletroeletrônico	50	27,6%
	Energia Elétrica	14	7,7%
	Higiene Pessoal	39	21,5%
	Medicamentos	36	19,9%
	Químico	28	15,5%
	Tecnologia/ Telecomunicações	33	18,2%
	Sem resposta	6	3,3%
Capital de origem	Nacional	89	49,2%
	Não nacional	56	30,9%
	Sem resposta	36	19,9%
Faturamento anual**	< 9.000.000	28	15,5%
	9.000.000 - 170.000.000	32	17,7%
	> 170.000.000	33	18,2%
	Sem resposta	88	48,6%

*Categoria composta por analista, assistente, auditor, consultor, engenheiro, especialista e estagiário (não contabiliza os campos deixados em branco).

**Os intervalos do faturamento anual foram extraídos de Vieira *et al.* (2012).

Fonte: Autores.

A partir da Tabela 1 pode-se observar que a amostra é composta por 54,7% entrevistados de média e alta gerência. Os setores de atuação mais representativos são consumo/varejo (39,2%), automotivo/autopartes (34,3%) e eletroeletrônico (27,6%). Em relação à origem do capital do parceiro logístico, destacam-se as empresas de capital nacional. O faturamento anual, por sua vez, originou resultados bem equilibrados entre os intervalos analisados.

Da parcela de operadores logísticos avaliados por embarcadores, 83,9% prestam serviço de armazenagem e 58,1% oferecem serviço de distribuição. Já as transportadoras, 85,3% realizam serviço de distribuição aos embarcadores e 38,2% prestam serviço de administração de fretes.

Em relação à localização da matriz do fornecedor, 73,5% estão situadas em São Paulo e 7,2% na região Sul. Verifica-se que as principais regiões de atuação São Paulo (68%) e Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (35,9%).

4.2. Análises estatísticas e construção da árvore de decisão

Após a análise estatística descritiva da amostra, foram iniciados os procedimentos estatísticos para a construção da árvore de decisão pela aplicação da análise fatorial.

Os pressupostos da análise fatorial são a normalidade da distribuição, o tamanho da amostra, KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) e o teste de esfericidade de Bartlett. Em relação à normalidade, a amostra pode ser considerada normal pelo teorema do limite central ($n > 30$) (TRIOLA, 1999). De acordo com Hill (2000, *apud* PESTANA; GAGEIRO, 2005), o tamanho da amostra adequado para casos entre 5 e 15 critérios é 10 vezes o número de critérios e, portanto, o tamanho da amostra utilizada é favorável a um resultado satisfatório.

O KMO obtido foi 0.833, indicando uma análise fatorial adequada. O teste de esfericidade de Bartlett tem associado um nível de significância de 0,000, mostrando que existe correlação entre algumas variáveis (PESTANA; GAGEIRO, 2005). O próximo passo foi observar as comunalidades, que é a variância total da variável explicada por fatores comuns. Os critérios “Frete” e “Estabilidade da política financeira” possuíam comunalidades baixas (0,541 e 0,509, respectivamente), o que levou à exclusão dos dois critérios da análise fatorial.

Para a nova amostra, composta por 13 critérios cada qual com 181 respostas, o KMO foi de 0,842 e o teste de esfericidade de Bartlett continuou com um nível de significância de 0,000. Os resultados da análise fatorial são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Cargas fatoriais, comunalidade e porcentagem da variância acumulada.

VAR	Variáveis	Cargas Fatoriais			Comunalidade
		Tático	Estratégico	Operacional	
CAEEP	Capacidade de aumentar a eficiência e eficácia	,890	,152	,215	,862
EORDCR	Experiência em otimizar redes de distribuição e consolidação de rotas	,802	,170	,277	,748
NIVSER	Nível de Serviço	,709	,330	,005	,612
ICESOS	Infraestrutura e cobertura de entrega	,687	,282	,254	,616
CCS	Conhecimento da cadeia de suprimentos	,686	,299	,210	,604
TECNO	Tecnologia	,674	,055	,478	,685
FCRPA	Flexibilidade em cumprir requerimentos pontuais acordados	,643	,535	-,114	,713
ALCORG	Alinhamento de culturas organizacionais	,083	,891	,166	,828
SUST	Sustentabilidade	,269	,744	,399	,785
REPUT	Reputação	,444	,686	-,060	,672
RELEST	Relacionamento Estratégico	,326	,663	,351	,669
GVASC	Garantia de veículos adequados sob contrato	,123	,080	,820	,694
FAMM	Flexibilidade em se adaptar às mudanças de mercado	,272	,349	,645	,611
Porcentagem da variância acumulada		50,76%	10,34%	8,91%	70,01

Fonte: Autores.

Como pôde ser observado na Tabela 1, as variáveis CAEEP, EORDCR, NIVSER, ICESOS, CCS e FCRPA foram enquadradas no fator tático, no qual possuem maior carga fatorial. A variável TECNO foi categorizada como operacional, pois monitoramento em tempo real e ferramentas de roteirização estão relacionados à eficiência operacional, ou seja, a capacidade de executar as tarefas melhor que os concorrentes (BRANSKI, 2008). O fator estratégico, por sua vez, é composto pelas variáveis ALCORG, SUST, REPUT e RELEST, por deterem maior carga fatorial. A variável FAMM, embora tenha maior carga fatorial no fator operacional, foi classificada pelos decisores e pela revisão da literatura como estratégica e, por dividir uma carga fatorial considerável com o fator estratégico, foi agrupada neste. Por fim, o fator operacional é constituído por GVASC, que possui maior carga fatorial, e por TECNO, classificado como operacional pela revisão da literatura.

Foram obtidos valores mais altos para o *Alfa de Cronbach* nesta nova configuração (0,889 para o fator tático, 0,840 para o fator estratégico e 0,610 para o fator operacional). Além disso, os valores de comunalidades dos critérios em geral são satisfatórios e permitem a continuação da análise.

O *Alfa de Cronbach* é uma das medidas mais utilizadas para verificar a consistência interna e os fatores tático e estratégico possuem uma consistência interna adequada. O fator operacional, por ser composto apenas por dois critérios, proveu um *Alfa de Cronbach* fraco, porém satisfatório para que o agrupamento construído pudesse ser utilizado na construção da árvore de decisão.

Então, seguindo o procedimento proposto, os índices dos fatores foram criados e as estatísticas descritivas destes estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Média, mediana e desvio padrão dos índices dos fatores.

	Média	Mediana	Desvio Padrão
Estratégico	7,8193	8,1067	1,75022
Tático	8,1898	8,5812	1,54914
Operacional	7,8509	8,0502	1,66602

Fonte: Autores.

É possível observar que a média e o desvio padrão dos índices dos fatores são muito próximos, porém para que inferências possam ser feitas é necessário realizar testes com significância estatística. Sendo assim, os índices dos fatores foram comparados entre si a partir de testes estatísticos paramétricos. Inicialmente realizou-se o ANOVA e, caso a significância da comparação do par fosse inconclusiva, partiu-se para o teste t de amostra emparelhada e, caso este fosse inconclusivo também, comparou-se as amostras com um valor fixo.

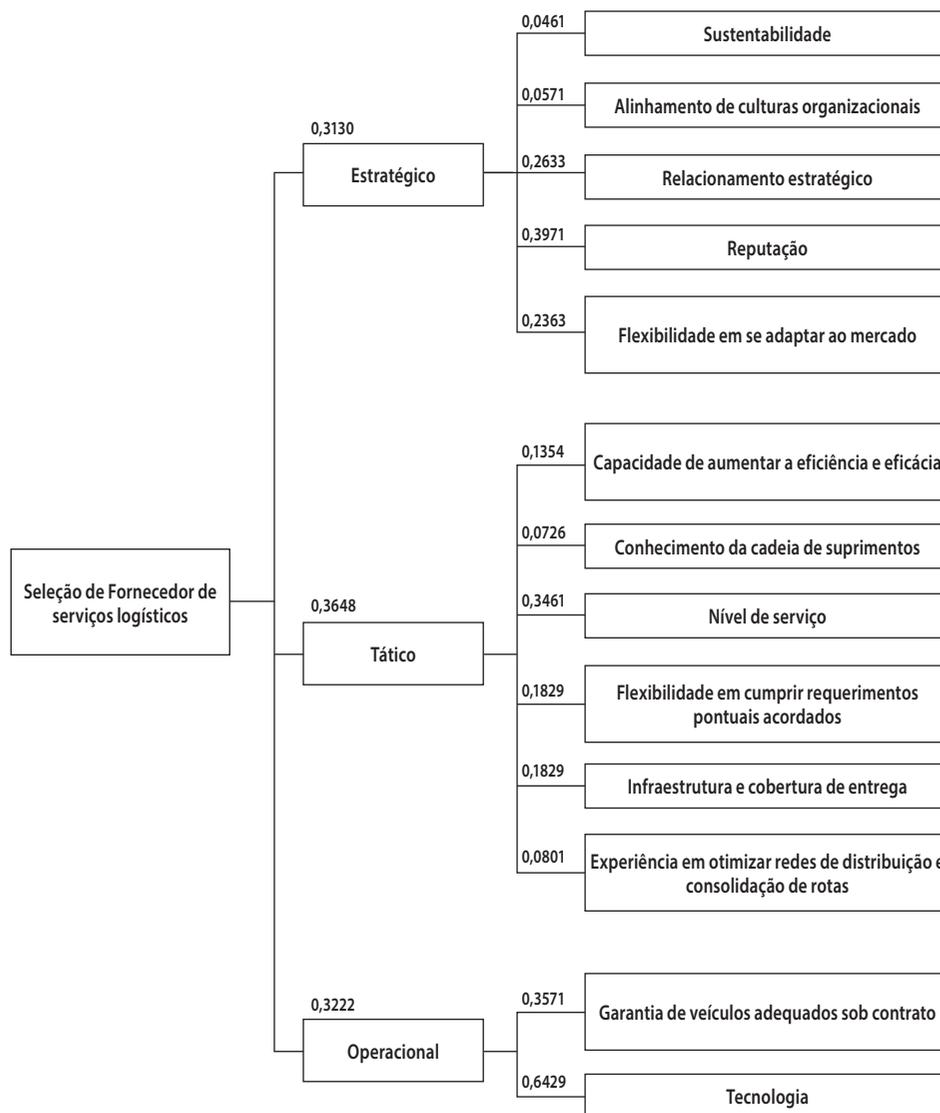
Os critérios dentro cada fator também foram comparados entre si segundo este procedimento, esquematizado na Figura 1.

Ressalta-se que os resultados das comparações estatísticas permitiram afirmar se a média de um determinado critério é estatisticamente maior que a média de outro dado um nível até 10%. Estes resultados, em conjunto com as análises provenientes das estatísticas descritivas, forneceram os subsídios para a definição dos pesos na matriz de comparações do AHP. A árvore de decisão construída (Figura 2) categoriza os critérios de acordo com os níveis de decisão (estratégico, tático e operacional) e permite avaliar a influência de cada critério durante a tomada de decisão.

4.3. Análise dos resultados da árvore de decisão

A Figura 2 mostra a árvore completa, incluindo os pesos dos critérios e dos índices a partir do método AHP.

Figura 2 – Árvore de decisão para a seleção de fornecedores de serviços logísticos.



Fonte: Autores.

A partir da Figura 2 infere-se que os critérios que obtiveram maiores pesos são: tecnologia, reputação, garantia de veículos adequados sob contrato, nível de serviço, relacionamento estratégico e flexibilidade em se adaptar às mudanças de mercado.

Embora a flexibilidade em cumprir requerimentos pontuais acordados tenha tido um desempenho mediano entre os critérios de maior nota, este critério é tão importante quanto à infraestrutura e cobertura de entrega e a capacidade de aumentar a eficiência e eficácia do processo como um todo, dada às exigências cada vez maiores na prestação de serviços logísticos variados. Estes critérios proporcionam um serviço logístico eficiente com uma boa cobertura de entrega ao passo que são buscadas alternativas para que o custo logístico seja minimizado sem prejudicar a eficiência das operações.

As atitudes sustentáveis são o critério de menor peso dentro da árvore de decisão. Sugere-se que a sustentabilidade tem sido gerida dentro das empresas sob pressão regulatória e pressão do mercado, o que limita a disseminação de atitudes sustentáveis dentro da cultura das empresas. Isto reflete na seleção de fornecedores, já que os fornecedores são cobrados apenas por documentos regulatórios e certificações enquanto que boas práticas ambientais como controle da emissão de GEE, reutilização de água, coleta seletiva e luz natural nos armazéns não são prioritariamente avaliadas.

Dentre os critérios estratégicos destaca-se o relacionamento estratégico, um critério importante para a manutenção do relacionamento com os parceiros logísticos, pois proporciona o compartilhamento de informações, conhecimento das estratégias e dificuldades dos parceiros e envolvimento da alta gerência. A reputação foi o critério com maior peso dentro do fator e remete a entregas sem que ocorram roubos, acidentes, avarias ou sinistros, de forma que a distribuição seja feita com pontualidade na coleta e na entrega e o produto seja entregue ao consumidor com a mesma integridade da saída da fábrica. Além disso, também está relacionada à saúde financeira do parceiro, a quantidade de empréstimos, financiamentos e dívidas. Outro critério do fator estratégico que se destaca é a flexibilidade em se adaptar às mudanças de mercado. Segundo Ellram (1990), as perspectivas para o futuro estão intimamente relacionadas ao ajuste estratégico, pois a empresa compradora espera que o fornecedor ajuste suas estratégias de acordo com suas perspectivas e requisitos ao longo da parceria, que é projetada para ser um relacionamento contínuo. Dessa forma, a flexibilidade em se adaptar às mudanças de mercado está relacionada às perspectivas para o futuro e contribui para o ajuste estratégico, visto que o fornecedor de serviços logísticos deve ter flexibilidade para lidar com diferentes situações de mercado e mudanças de exigências dos clientes principalmente quando se trata da entrega no varejo, em que as exigências do mercado são altas e requerem alto desempenho logístico.

No fator tático, o nível de serviço é o critério com maior destaque e está relacionado ao percentual de pedidos entregues, pontualidade das entregas, pedidos em ruptura, cumprimento da agenda de entrega e itens que não foram entregues (VIEIRA *et al.*, 2010). O nível de serviço, em conjunto com o relacionamento estratégico, reputação e flexibilidade em se adaptar às mudanças de mercado representam os principais critérios estratégicos e táticos que influenciam na decisão da empresa contratante. O cliente, ao possuir um bom relacionamento com o fornecedor de boa reputação, nível de serviço e flexibilidade para se adaptar às mudanças do mercado, tende a construir uma parceria promissora para que haja confiança mútua, compartilhamento de informações e, conseqüentemente, colaboração logística.

No nível operacional, a tecnologia é um critério importante para o monitoramento em tempo real, roteirização, controle financeiro, gestão do armazém e outras operações que envolvem tecnologia da informação e que contribuem para o desempenho logístico do fornecedor. A garantia de veículos adequados sob contrato remete à disponibilidade de caminhões com certificações para diferentes tipos de transporte e, também, à disponibilidade da quantidade de frota requerida na contratação. Tais critérios são relevantes para que o transporte seja realizado com pontualidade, já que problemas operacionais podem ser evitados, além de contribuir para a reputação do fornecedor.

5. CONCLUSÃO

O estudo teve por objetivo criar um modelo para a seleção de fornecedores de serviços logísticos por meio de um levantamento de dados. Em síntese, os critérios foram agrupados através da análise fatorial e tiveram seus pesos ponderados pela aplicação do AHP. Além disso, a árvore propõe um agrupamento dos critérios nos três níveis de decisão (estratégico, tático e operacional), com seus respectivos pesos e critérios mais relevantes dentro de cada nível.

Embora a aplicação do AHP tenha sido bem sucedida, há algumas limitações do modelo multicritério construído. O método AHP não considera a dependência entre os critérios. Outra limitação é a subjetividade dos julgamentos na matriz de comparações que, embora sejam baseados em diferenças estatísticas significativas, são subjetivos e podem variar de acordo com o responsável pela ponderação dos pesos na matriz de comparações.

Como trabalho futuro, almeja-se a ampliação da amostra para que seja possível realizar segregações em operador logístico, transportadora e embarcadores e, além das análises estatísticas se tornarem mais robustas e permitirem cruzamentos com as variáveis de controle com mais eficiência, possibilitará a segregação por tipo de setor, faturamento, etc. Neste contexto, com um número razoável de respostas válidas por tipo de empresa, poderá ser construído um modelo multicritério para o apoio à decisão para cada tipo empresa. Então, seria possível oferecer às empresas embarcadoras uma árvore de decisão somente com respostas de embarcadores, assim como o mesmo poderia ser oferecido às transportadoras e operadores logísticos. Sob essa perspectiva, uma transportadora poderia analisar quais critérios da árvore de decisão de embarcadores ou de operadores logísticos são mais importantes e aperfeiçoar seu desempenho visando sua contratação.

Como contribuição teórica o artigo propõe uma árvore de decisão genérica para seleção de fornecedores de serviço logístico a partir de uma amostra representativa que foi analisada pela composição de métodos estatísticos e de análise de decisão. Nesse sentido, o modelo proposto é único e se apresenta como mais uma alternativa dentre as existentes na literatura para avaliação de fornecedores. Acredita-se que a pesquisa também possa ser utilizada na tomada de decisão pelas empresas contratantes (embarcadores e operadores logísticos), bem como para estimar a avaliação que o fornecedor (transportadoras e operadores logísticos) pode ter durante a sua seleção.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP (2011/19271-9; 2011/18878-7) pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AHARONOVITZ, M. C. S.; VIEIRA, J. G. V.; SUYAMA, S. S.; GALO, N. Avaliação dos critérios de seleção de fornecedores de serviço logístico no segmento varejista. *Anais... XIX Simpep*, Bauru, 2012, 15p.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos** - Logística empresarial. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- BHUTTA, K. S.; HUQ, F. Supplier selection problem: a comparison of total cost of ownership and analytic hierarchy process approach. *Supply Chain Management: An International Journal*. v.7, n.3, p.126-135, 2002.

- BRANSKI, R. M. **O papel da tecnologia da informação no processo logístico: estudos de casos com operadores logísticos.** 256f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- BUSTAMANTE, L. M. G.; DUARTE, R. N.; ALMEIDA, D. A. Proposta de seleção de fornecedores para a indústria de autopeças baseado na aplicação do BOCR. **Anais... XXX Enegep**, São Carlos. 2010. 14p.
- CHANG JÚNIOR, J.; KOLOSOSKI, C. R.; SANTOS, A. R. Aplicação de análise multivariada de dados para avaliação de fornecedores. **Anais... XVII Simpep**, Bauru, 2010. 12 p.
- CORTES, J. A. Z.; SERNA, M. D. A.; MARTÍNEZ, S. P. M. **Expertchoice© decision support system implementation for vehicle selection in a Colombian shipyard.** *Dyna*, v.79, n.173, p.53-60. 2012.
- ELLRAM, E. M. The supplier selection decision in strategic partnerships. **Journal of Purchasing & Materials Management.** v. 26, n.4, p. 8-14, 1990.
- ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S.R.; ROCHA, S.; MARAFON, A. D.; MEDAGLIA, T. A. Modelo multicritério de apoio à decisão construtivista no processo de avaliação de fornecedores. **Produção**, v.23, n.2, p.402-421, 2013.
- GALO, R. N. **Critérios de seleção e indicadores de desempenho para contratação de serviços logísticos: Um estudo de casos múltiplos com embarcadores e operadores logísticos.** 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção - Sorocaba) – Universidade Federal de São Carlos, UFSC, Sorocaba, 2014.
- GANGA, G. M. D.; CARPINETTI, L. C. R.; POLITANO, P. S. Gestão do desempenho em cadeias de suprimentos usando lógica fuzzy. **Gestão & Produção.** v. 18, n.4, p. 755-774, 2011.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GHODSYPOUR, S. H.; O'BRIEN, C. A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. **Production Economics** v.56. n.57,p.199-212, 1998.
- LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in Supply Chain Management. **Industrial Marketing Management**, v. 29, nº 1, p.65-83, 2000.
- LANGENDYK, A. **Estratégias de logística em uma empresa do setor automobilístico: um estudo de caso na Volkswagen-Audi no período 1996-2001.** 192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2002.
- LIU, J.; DING, F. Y.; LALL, V. Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. **Supply Chain Management: A international Jornal**, v. 5, n.3, p.143-150, 2000.
- PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS.** 4ed. Lisboa: Editora Silabo, 2005.
- RIBEIRO, J. C.; YOSHIZAKI, H. T. Y. Análise de valor multicritério e programação inteira para o problema de seleção de fornecedores. **Anais... XVII Simpep**, Bauru, 2010. 15p.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**, New York: McGraw Hill. International, Pittsburgh: RWS Publications, 1980.

SAATY, T. L. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. **Int. J. Services Sciences**, vol.1, n.1, 2008.

SAATY, T. L. Who won the winter 2010 Olympics? A quest into priorities. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v.17, p.25-36. 2010.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

VIANA, J. C.; ALENCAR, L. H. Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura. **Produção**. v. 22, n.4, p. 625-636, 2012.

VIEIRA, J. G. V.; YOSHIZAKI, H. T. Y.; LUSTOSA, L. J. Um estudo exploratório sobre colaboração logística em um grande varejo supermercadista. **Produção**, v.20, n.1, p.135-147, 2010.

VIEIRA, J. G. V. ; SUYAMA, S. S. ; MERGULHAO, R. C. ; AHARONOVITZ, M. C. S. Collaboration index: a measure for retail partners considering sustainable criteria. Performance Management Association (PMA): **PMA 2012 Conference**, 2012.

WANKE, P.; ARKADER, R.; HIJJAR, M. F.; Logistics sophistication, manufacturing segments and the choice of logistics providers. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 2, n 5, p. 542 – 559, 2007.

WILDING, R.; JURIADO, R.; Customer perceptions on logistics outsourcing in the European consumer goods industry. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 34, n.8, p. 628 – 644, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.