



## TOMADA DE DECISÃO NA SELEÇÃO DE FORNECEDORES: IMPLICAÇÕES PARA A LOGÍSTICA E DISPOSIÇÃO DE PRODUTOS

**Pedro Solana-González**

Doutor em Engenharia Industrial pela Universidade de Cantabria, Espanha.  
Professor da Universidade de Cantabria, Espanha.  
E-mail: [pedro.solana@unican.es](mailto:pedro.solana@unican.es)

**Maikel Marcelo Wachtmann**

Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Brasil.  
E-mail: [maikel.wachtmann@gmail.com](mailto:maikel.wachtmann@gmail.com)

**Adolfo Alberto Vanti**

Doutor em *Ciencias Económicas y Empresariales* pela *Universidad de Deusto*, Espanha. Pesquisador CNPq/Projeto Universal, Brasil.  
E-mail: [avanti@pq.cnpq.br](mailto:avanti@pq.cnpq.br)

**Arlen Ribas**

Graduando em Ciências Contábeis pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Brasil.  
E-mail: [arlenribas@gmail.com](mailto:arlenribas@gmail.com)

### Resumo

Nesta pesquisa o processo analítico hierárquico AHP foi utilizado para sistematizar o processo de tomada de decisão e identificar prioridades na seleção de fornecedores, isto considerando as implicações na disposição física dos produtos. Com base no conhecimento especializado e tendo em conta diferentes critérios teóricos e práticos de seleção de fornecedores foi alcançado um enfoque gerencial e a melhoria do desempenho da empresa. Três diferentes fornecedores foram considerados para a aplicação prática do modelo AHP que foi estruturado utilizando um *software* específico sem fins lucrativos. Os resultados identificaram o custo de aquisição, a qualidade dos produtos, assim como a competência e reputação dos fornecedores como os critérios mais relevantes para a tomada de decisões, gerando uma classificação que permitiu a seleção do fornecedor ótimo entre várias alternativas e reanálise do *layout* de distribuição internas de produtos na empresa. Na área logística, a pesquisa gerou implicações na reestruturação e liberação de espaços para a reorganização dos produtos facilitando o armazenamento e acesso fácil, assim como na melhoria do desenvolvimento da atividade e qualidade do trabalho.

**Palavras-chave:** Método AHP. Decisão multicritério. Seleção de fornecedores. Gestão de provedores. Disposição física.

## DECISION MAKING IN SUPPLIER SELECTION: IMPLICATIONS FOR LOGISTICS AND PRODUCTS DISPOSITION

### Abstract

*In this research the AHP hierarchical analytical process was used to systematize the decision-making process and identify priorities in supplier selection, considering the implications on the physical arrangement of products. Based on expert knowledge and considering different theoretical and practical criteria for supplier selection, a managerial focus and the improvement of company performance was achieved. Three different suppliers were considered for the practical application of the AHP model that was structured using a specific non-profit software. The results identified the acquisition cost, the quality of the products, as well as the competence and reputation of the suppliers as the most relevant criteria for decision making, generating a ranking that allowed the selection of the optimal supplier among several alternatives and re-analysis of the internal distribution layout of products in the company. In the logistics area, the research generated implications in the restructuring and release of spaces for the reorganization of products facilitating storage and easy access, as well as improving the development of the activity and quality of work.*

**Keywords:** AHP method. Multi-criteria decision. Provider selection. Supplier management. Physical layout.

## 1 INTRODUÇÃO

Sempre é difícil analisar informações e transformá-las em decisões assertivas quando há um significativo volume de fornecedores disponíveis no mercado e se necessita priorizar alguns deles. Definir qual é o mais apropriado para abastecer os estoques de suprimentos de uma empresa e sua distribuição pode ser tornar uma árdua tarefa que precisa ser executada com muita eficiência e eficácia, pois isso implica até na rentabilidade e competitividade dela.

Quando a dependência de fornecimento de produtos para consumo e venda se estabelece em um número de variáveis consideradas é muito provável decidir equivocadamente na escolha de um fornecedor, pois tarefas de armazenamento de materiais após seu recebimento, transportes externos e internos, períodos variáveis a estarem em estoques, giro de estoques, reabastecidos entre outras situações acabam por impactar em decisões com maior complexidade.

Uma forma de melhorar esse processo decisório é através de decisões multicritério que aqui neste estudo se desenvolve com enfoque teórico e prático gerando também maior consciência de gestão de *layout* com insumos que são distribuídos e manuseados dentro da organização, do *layout* e de especificações mais técnicas exigidas para esse fim.

Com finalidade de minimizar a intuição humana foi desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de 70 o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (SAATY, 1980; 1994), onde o tomador de decisão em posse do objetivo principal pode calcular matematicamente e com os critérios de aceitação qual opção ou alternativa apresenta o melhor valor percentual entre as demais. Em virtude desse cenário, o presente artigo utilizou o método AHP para auxiliar a tomada de decisão na escolha de fornecedores de produtos para abastecer o mix necessário de materiais para organização com padrões definidos dentro de alguns critérios, como o de qualidade (que satisfaz plenamente o cliente), velocidade (tempo estimado de entrega dos produtos), flexibilidade (capacidade do fornecedor de se adaptar às mudanças nas especificações do pedido), custo de aquisição (preço dos produtos e os custos associados) e perfil (competência do fornecedor e reputação no mercado), e reclassificados em diversos subcritérios.

Com isso alcançou-se a manutenção e melhoria da qualidade dos produtos fornecidos, redução dos custos, mantendo uma eficácia na entrega e distribuição física de produtos. Tudo

isso dentro de um arranjo físico elaborado com extrema qualificação e busca da melhor estrutura organizacional, pois o planejamento do arranjo físico é recomendável para todo o tipo de organização e porte. Com um adequado arranjo físico pode-se obter excelentes resultados, garantindo a satisfação de clientes bem como a rentabilidade esperada pela organização.

Esta pesquisa foi aplicada em uma empresa do setor do agronegócio de grãos e apresenta uma avaliação do atendimento de três fornecedores de suprimentos de equipamentos de proteção individual e diversos materiais de embalagem e manutenção em vários cenários, onde foi realizado o cruzamento dos dados através do *software* AHP para identificar qual das empresas é a mais adequada entre as melhores para fornecer os mais diversos itens como fornecedor único. Além da avaliação de fornecedores também foi analisada a atual estrutura de *layout* e verificou-se o nível de atendimento aos padrões necessários para que o fornecedor prioritário possa fornecer ainda melhor seus materiais, contribuindo com a empresa eficazmente e que assim terá a demanda de alocar os itens dentro do novo padrão de arranjo físico.

O objetivo abordado nesta pesquisa foi o de selecionar o melhor fornecedor de suprimentos e materiais de uso e consumo para estocagem e venda com implicações para a logística e disposição de produtos. Para tal se utilizou o método AHP, que gera um design hierárquico e se utiliza de matrizes para sua estruturação. O trabalho foi aplicado em uma empresa de grande porte situada no sul do Brasil.

O trabalho faz contribuições de um enfoque gerencial para melhorar a tomada de decisões com implicações para a logística e a gestão do armazenamento. Se estruturou a partir da introdução e apresentação do problema para continuar na segunda seção que aborda a revisão da literatura sobre a seleção de fornecedores, arranjo físico e decisão multicritério. Na terceira seção, são expostos os fundamentos do método utilizado seguindo-se a aplicação do sistema AHP, os resultados da análise do fornecedor e reestruturação do *layout* físico de armazenamento, cruzando as práticas com base na teoria e finalizando com as conclusões.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Segue-se uma revisão da literatura conforme os itens da avaliação do fornecedor para a redução dos riscos de compra, melhoria do arranjo físico e armazenagem eficiente e decisão multicritério para diminuir a complexidade dos problemas operacionais.

### 2.1 Compras e fornecedores

O processo de seleção de fornecedores - *Supplier Selection Problem (SSP)* -, considera decisão de gestão em subcontratar fornecimentos e/ou serviços para as atividades operacionais de uma empresa (VIANA; ALENCAR, 2012), se configurando como uma das atividades mais críticas para a administração de cadeias de suprimentos e influenciando diretamente o desempenho, a qualidade dos produtos gerados e resultados dos tempos de entrega e custos de produção (LIMA; CERVI; CARPINETTI, 2013, p. 1). Desta forma, a seleção do fornecedor mais adequada é fundamental para reduzir os custos de aquisição, melhorar a competitividade e aumentar também a satisfação dos clientes (LIN *et al.*, 2020).

A escolha de fornecedores que atendam a essas condições é tarefa das mais difíceis e essenciais no âmbito da gestão de fornecedores e algumas vezes, o comprador dispõe apenas de fontes de propaganda com informações para a seleção de um fornecedor. Outras vezes, a seleção torna-se um problema pela dificuldade de se encontrar uma organização (fornecedor) capaz de atender aos requisitos especificados, e há também situações em que uma fonte capacitada não pode ser utilizada. Nesse caso, o comprador ainda deve desenvolver o

fornecedor com a assistência da engenharia e da área de qualidade (MARINHO; CORREIA; AMATO, 2014, p. 114).

Assim, Sanayei, Mousavi e Yazdankhah (2010) salientam que o problema da seleção de fornecedores é um dos principais processos da cadeia de abastecimento pois envolve diversas áreas e processos das empresas como a melhoria da disposição física dos produtos e seu armazenamento, entre outros, portanto é uma das questões mais importantes a analisar na gestão empresarial. Neste sentido, as necessidades da estocagem de materiais encaminham as empresas para uma rotina de custos financeiros e custos de movimentação, manuseio e armazenagem de produtos, além dos custos devido a danos e obsolescência. De fato, muitas empresas têm como definição que os *layouts* geram ineficiências e necessidades de manter estoques altos gerando mais retrabalhos e custos excessivos (ATKINSON *et al.*, 2011).

A avaliação do fornecedor evidencia critérios de provisão, reduzindo riscos para a empresa compradora e proporcionando uma relação ganha-ganha, pelo estreitamento das relações entre as companhias e de um ambiente de melhoria contínua (ALMEIDA; NEUMANN, 2011). Neste sentido, quando da contratação uma visita criteriosa feita pelo comprador e sua equipe às instalações do fornecedor em potencial proporciona uma visão ampla dos sistemas e dos processos por ele utilizados, bem como da capacidade destes de produzir produtos e serviços com a qualidade requerida e prazo de entrega necessário para a eficiência produtiva. (MARINHO; CORREIA; AMATO, 2014, p. 115).

De outra forma salienta-se que os departamentos de compras de muitas organizações consideram que obter mais fornecedores implica custos mais elevados (RAUT *et al.*, 2020) e por conseguinte os mesmos autores analisam que é necessário avaliar o desempenho dos fornecedores, a fim de encontrar os mais estratégicos que possam garantir o pleno fornecimento de produtos para satisfazer as exigências da empresa e do adequado atendimento ao mercado consumidor.

Há dificuldades em identificar na literatura metodologias bem aceitas empiricamente que reflitam uma combinação de prioridades competitivas da área de compras e que auxiliem eficientemente no gerenciamento de uma rede de fornecedores. Assim, esta abordagem classificatória aqui trabalhada integra preferências de decisões com aspectos quantitativos referentes à compra e ao fornecimento de materiais e serviços (KRAUSE; PAGELL; CURKOVIC, 2001) na seleção de fornecedores e a avaliação do desempenho, alinhando os objetivos destas atividades com as necessidades da cadeia de abastecimento e desenvolvimento de uma lista de critérios de desempenho a utilizar (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009) bem como seu *layout*.

A Tabela 1 apresenta uma revisão da literatura que permite apoiar e determinar os critérios fundamentais a serem considerados no processo de gestão para melhorar o desempenho na seleção de fornecedores, validados também de maneira prática e que contribuem para aumentar a competitividade da empresa.

**Tabela 1** – Fundamentos teóricos dos critérios de seleção

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>	<b>Publicações que os sustentam</b>
Qualidade	Diz respeito à qualidade dos produtos do fornecedor e ao seu sistema de gestão da qualidade. Está relacionado também com o nível de qualidade com durabilidade, acabamento e segurança que satisfaz plenamente o cliente.	Kilinci e Onal (2011); Chamodrakas, Batis e Martakos (2010); Lee (2009); Araz e Ozkarahan (2007)
Velocidade	Refere-se ao tempo estimado de entrega dos	Songhori <i>et al.</i> (2011); Shen e Yu

	produtos, disponibilidade, logística e ao tempo de espera.	(2009); Jain, Benyoucef e Deshmukh (2008); Christopher (2007)
Flexibilidade	Refere-se à capacidade do fornecedor de se adaptar e cumprir satisfatoriamente as mudanças nas especificações da ordem. Também marca, modelo e estoque.	Yayla, Yildiz e Ozbek (2012); Keskin, Ilhan e Özkan (2010); Sanayei, Mousavi e Yazdankhah (2010); Lee (2009); Jain, Benyoucef, Deshmukh (2008)
Custo de aquisição	Avalia o preço dos produtos e os custos associados à compra, envio e entrega dos produtos, preço, prazo e negociação	Fazlollahtabar <i>et al.</i> (2011); Chamodrakas, Batis e Martakos (2010); Araz e Ozkarahan (2007)
Perfil	Refere-se à competência do fornecedor e reputação no mercado, bem como à experiência em operações anteriores. Também ética, qualificação e reconhecimento	Kilinci e Onal (2011); Lee (2009); Govindan, Kannan e Haq (2010); Park, Shin e Chang (2010); Shen e Yu (2009)

Fonte: Elaborado pelos autores

Estes critérios farão parte das matrizes, do cruzamento entre si par a par para que se estabeleça uma relação mais integrada deles no processo decisório e de ranqueamento da escolha do melhor fornecedor e dos demais para o interesse prático da empresa estudada, impactando inclusive no arranjo físico da empresa.

## 2.2 Arranjo físico

O arranjo físico como um design de gestão de um sistema de armazenamento e distribuição de produtos é uma das questões mais importantes na logística pois a administração de suas instalações e produtos devem ser capazes de avaliar e conceber diferentes configurações de estoques e de produtos com as respectivas movimentações. Assim, são gerados impactos na gestão da cadeia de abastecimento e de seus respectivos elos (LAMBERT; COOPER, 2000), são minimizados os custos e a demanda dos clientes é alocada para centros de produção/distribuição e às atividades de transporte nas atividades logísticas (GEBENNINI; GAMBERINI; MANZINI, 2009).

Neste sentido, as adaptações das estruturas organizacionais refletem consequências na forma pela qual o trabalho é organizado (MARX, 1997) e de acordo com Ambrose e Harris (2012, p. 9), pensar em design do *layout* é pensar em grid, estrutura, hierarquia e medidas e relações específicas utilizadas como um arranjo de elementos em relação ao espaço que eles ocupam e em conformidade com um esquema de gestão eficiente e competitivo.

A otimização do *layout* de uma empresa melhora a movimentação de produtos e armazenagem eficiente reduzindo custos e agregando valor à atividade, porém um *layout* mal projetado pode implicar em fluxos excessivamente longos, estocagem desnecessária de materiais, aumento de custos e fluxos imprevisíveis. De acordo com Cury (2007, p. 396) deve-se considerar que um bom *layout* se baseia em distribuir as máquinas, matéria prima e móveis para preencher da melhor maneira possível os espaços nos setores ou na organização como um todo para o acesso adequado ao giro dos produtos.

Para Rodrigues (1999, p. 2), os produtos de maior giro devem ficar nas posições de mais fácil acesso para os operadores pois isso orienta significativamente a disposição física de produtos no armazém. Assim, o objetivo é priorizar a minimização da distância entre o

operador que efetua a coleta e os produtos a serem coletados e isso se inicia ainda na seleção dos fornecedores e na sua forma de entregar mercadorias. De forma complementar, o conceito de estocagem baseada na análise ABC/Pareto divide os produtos em uma série de classes, de forma que cada classe é determinada com base na frequência da demanda dos mesmos com a relação 20/80 que é designada a uma área específica de armazém (MOURA, 1997, p. 129).

De acordo com Liu (2004), os problemas de *layout* do estoque e de recepção de pedidos podem ser enfrentados utilizando técnicas de otimização, tendo em conta no planejamento a natureza dinâmica da demanda dos produtos pelo cliente. Yener e Yazgan (2019) investigam a eficácia do design de armazéns para determinar o tempo médio de recolha de encomendas e a distância percorrida utilizando inclusive técnicas de mineração de dados.

Também Arnaout, Elkhoury e Karayaz (2020) abordam o problema do *layout* do armazém em múltiplos níveis e células para minimizar os custos de transporte, associando a demanda mensal e os custos unitários de transporte vertical e horizontal a cada tipo de item, situações estas que exigem uma tomada de decisão mais complexa e multicritério.

### 2.3 Decisão multicritério

O processo de tomada de decisão envolve conjuntos de hipóteses sustentadas em axiomas e modelagens que convertem complexidades em simplificações que podem ser usadas de maneira eficiente e prática (SIMON, 1979; 1947), convertendo-se assim através de uma teoria de racionalidade limitada uma aproximação satisfatória de decisões. O referido autor, premiado em economia e psicologia contribuiu para o processo decisório administrativo e foco no comportamento funcional incorporando aos mesmos aspectos psicológicos que aqui em este trabalho são incorporados nas avaliações entre critérios (Tabela 1) que influenciam na seleção de fornecedores.

Converter essas realidades psicológicas em modelagem computacional é um desafio significativo e por vezes até questionável pela subjetividade, porém também os resultados podem ser muito robustos e muito mais baratos que testar tudo empiricamente. Ajudam assim a entender melhor o dia a dia nas atividades operacionais de uma empresa e o seu processo decisório através do que Simon defendia, convertendo uma realidade natural numa realidade artificial, ou seja, nesse caso conduzir os sistemas inteligentes de informação com simulações em computador via artefatos (GLEISER, 2002) estruturados matematicamente.

Os referidos artefatos podem ir se modificando, evoluindo conforme o perfil psicológico de quem interage com ele em função do conhecimento de forças que atuam nos fenômenos observados. Assim se dá uma capacidade de mudança e adaptação sustentada por Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) – *Decision Support System (DSS)* – que são sistemas de interação homem-máquina para a resolução de problemas pouco ou não estruturados.

Os SAD's apoiam as fases de resolução de problemas defendidas por Simon – inteligência, projeto, escolha, implementação e monitoramento – assim que os sistemas de decisão AHP convergem com estes conceitos que aqui foram contemplados de maneira prática com adequada sustentação teórica gerando conhecimento e inovação na resolução de problemas de seleção de fornecedores e consequente distribuição física de produtos.

## 3 METODOLOGIA

O método *Analytic Hierarchy Process (AHP)* foi selecionado para este estudo pela sua adequação à avaliação de problemas decisão multicritérios (SAAD, 2001; UDO, 2000; YANG; LEE, 2002) e está contextualizado em um processo analítico hierárquico. Este método auxilia as

peças e as empresas a escolherem e a justificarem melhor suas escolhas com maior transparência e *compliance*.

O método AHP foi desenvolvido na década de 1970 pelo Prof. Thomas Saaty baseado em conceitos matemáticos e psicológicos e na síntese das relações entre vários critérios até que se alcance um resultado prioritário na comparação entre pares de diferentes critérios e de uma melhor avaliação de desempenho (CURTO, 2020).

De acordo com Golden, Wasil e Harker (1989), o AHP representa e melhora em relação a outras aproximações de *scoring* bem conhecidas, uma vez que os pesos ou prioridades dos critérios estabelecidos pelo AHP não se baseiam em escalas arbitrárias, mas é utilizada uma escala de coeficientes para julgamentos humanos. O processo inclui etapas de decomposição do problema, julgamentos comparativos e síntese das prioridades, sendo que os critérios envolvidos podem ser quantitativos ou qualitativos e as comparações são realizadas de forma relativa entre as alternativas.

Curto (2020) amplia análises direcionando a metodologia do AHP como uma característica que agrega um importante valor no planejamento de um determinado projeto, pois retrata as prioridades, disponibiliza de parâmetros eficazes além de uma vasta seleção de alternativas. Tais alternativas a serem escolhidas fazem parte da motivação no momento da tomada de decisão. Por fim, o autor explana que o resultado do método permite analisar várias alternativas e fazer comparações mais precisas reduzindo erros e problemas decorrentes dos processos.

O método de análise AHP atua em decisões de processos, na logística, setor hospitalar, agronegócios, seleção de pessoal, até no desenvolvimento empreendedor ou mesmo na priorização de ações de inovação. O mesmo grupo científico que trabalhou com o Prof. Saaty também desenvolveu o *Analytic Network Process* (ANP) com um enfoque analítico de rede que considera as relações interdependentes entre os elementos do sistema de maneira mais complexa e de mais difícil implementação (SAATY, 1980; YU *et al.*, 2018).

O AHP calcula a importância de alternativas em razão escalar por meio de comparações pareadas (par a par) de avaliação qualitativa e quantitativa de critérios e alternativas, considerando a decomposição de uma decisão complexa em uma hierarquia com objetivo ou meta no topo da hierarquia, critérios e subcritérios em níveis e subníveis da hierarquia, bem como alternativas de decisão na parte inferior da hierarquia (WANG *et al.*, 2009) integradas como técnicas como *fuzzy logic* (COBO; VANTI; ROCHA, 2014).

A escala numérica recomendada por Saaty (1994) considera os pesos de 1 a 9 com 1 significando a indiferença de importância de um critério em relação ao outro, e 9 significando a extrema importância de um critério sobre outro. Também considera estágios intermediários de importância entre esses níveis. O elemento mais importante da comparação é sempre usado como um valor inteiro da escala e o menos importante como o inverso dessa mesma unidade. Se o elemento da linha é menos importante do que o elemento-coluna da matriz então entramos com o valor recíproco na posição correspondente da matriz. As posições da diagonal serão sempre 1 pois o elemento é igualmente importante quando cruzado com ele mesmo (vide exemplo Figura 1).

**Figura 1** – Matriz de comparação

$$\begin{bmatrix} & A & B & C & D \\ A & 1 & 5 & 6 & 7 \\ B & 1/5 & 1 & 4 & 6 \\ C & 1/6 & 1/4 & 1 & 4 \\ D & 1/7 & 1/6 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

Fonte: Saaty (1994)

Essas matrizes podem ser estruturadas em *Excel* mas aqui se optou em *software* específico a fim de motivar um estudo aplicado com ferramenta computacional mais dedicada a este fim. Se utilizou então o aplicativo *Expert Choice* que apresenta uma grande quantidade de recursos como análise de sensibilidade.

De acordo com Chan, Kwok e Duffy (2004, p. 440), as etapas recomendadas para a implementação do AHP são resumidas a seguir:

- (1) Definir o problema e o que se quer saber.
- (2) Decompor o problema numa hierarquia estruturada, desde o objetivo geral aos níveis intermédios (critérios) até aos níveis inferiores (alternativas).
- (3) Construir as matrizes de comparação entre os pares do conjunto de elementos de nível inferior estabelecido para o nível superior subsequente.
- (4) Fazer os julgamentos para completar as matrizes na escala Saaty 1-9.
- (5) Calcular o Índice de Consistência (IC) para cada matriz. Se não for satisfatório (< 0.1), refazer julgamentos.

### 3.1 Design estruturado pelo método AHP

A concepção aqui proposta avança então pelo método AHP com a geração de um artefato, através de um design hierárquico da seleção de fornecedores para facilitar novas implementações práticas. Assim, a estrutura hierárquica é estabelecida seguindo as diretrizes do Prof. Saaty e Chan, Kwok e Duffy (2004), entre tantos autores que apresentam poucas variações no método:

1 – Definir o problema estabelecendo o objetivo geral de desenvolver um design de decisão multicritério para melhorar o processo decisório relacionado com as características do fornecedor, o processo de aquisição dos produtos e a sua implicação nos requisitos de *layout* através do método AHP.

2 – Decompor o objetivo em uma estrutura hierárquica, definindo um conjunto de critérios ou elementos de decisão relacionados envolvendo a qualidade do fornecedor, a rapidez do aprovisionamento, a flexibilidade, os custos de aquisição e o perfil da empresa.

3 – Finalmente, nesta estrutura hierárquica definir as respectivas alternativas.

Com isso pode-se realizar as comparações entre pares de elementos de decisão formando matrizes de comparação baseadas em importâncias relativas entre fatores de cada nível hierárquico e logo verificar as propriedades de consistência das matrizes.

Na implementação se estabeleceu a conformidade ao IC recomendado abaixo de 0,1 (verificações testadas); finalmente estimou-se pesos dos elementos de decisão para alcançar o objetivo, os quais foram gerados pelo próprio *software Expert Choice* versão acadêmica. Foram então alcançadas as importâncias por pares através da escala AHP, como se pode ver na Tabela 2:

**Tabela 2** – Escala AHP de definição de pesos

1	O fator i tem a mesma importância que o fator j
3	O fator i é moderadamente mais importante que o fator j
5	O fator i é mais importante que o fator j
7	O fator i é muito mais importante que o fator j
9	O fator i é extremamente mais importante que o fator j
2,4,6,8	Valores intermediários

Fonte: Saaty (1980)

Para a implementação do design pelo método AHP se considerou então como objetivo o de selecionar o melhor fornecedor de suprimentos e materiais de uso e consumo para estocagem e venda com implicações para a logística e disposição de produtos. Sendo assim na continuação é apresentado o design hierárquico com critérios, subcritérios e respectivas alternativas que sistematizam e objetivam o processo de decisão para aumentar a eficiência e competitividade da empresa. Considerou-se assim estratégias para uma reorganização da disposição física que facilite a armazenagem dos produtos.

### **3.2 Contexto de aplicação**

Para implementar as atividades de análise de AHP foi escolhida uma empresa Brasileira que atualmente trabalha com fornecimento e representação de produtos de marca internacional que são focados para o setor do agronegócio de grãos. A empresa está instalada no sul do país e representa a indústria no ramo agrícola que se estende por todo o Brasil. Essa empresa também teve sua escolha por estar continuamente treinando funcionários em diferentes cursos e os incentivando a se aprimorarem.

A empresa faz parte de um grupo que trabalha com seus produtos na bolsa de valores e atualmente é formada por duas empresas e uma controladora e busca maximizar total produtividade no setor de agronegócios, setor este primordial para competitividade do próprio país. Teve seu início com a fundação na década de 40 e destaca-se pela diversidade de seus negócios e por uma atuação pautada pela ética e pelo respeito às relações com todos os públicos.

Está presente em dezenas de localidades em mais da metade dos estados brasileiros e empregando mais de 5 mil funcionários em todo o país com um faturamento anual de aproximadamente R\$ 4 bilhões.

## **4 APLICAÇÃO DE AHP NA SELEÇÃO DE FORNECEDORES**

A empresa foi selecionada devido à necessidade de melhorar a gestão de sua cadeia de abastecimento e, especificamente, para resolver os problemas e dúvidas encontradas pela gerência na seleção adequada de fornecedores. Este problema também estava diretamente relacionado à disposição dos produtos em estoque e à necessidade de alcançar uma gestão mais eficiente do ponto de vista logístico.

Os fornecedores de suprimentos são parceiros de negócio que atendem as necessidades da empresa fornecendo materiais como equipamentos de proteção individual, material para empacotamento, pequenos reparos hidráulicos, material de corte, solda e manutenção. Durante o processo de definição que foi realizado de forma racional, foram selecionados os três principais fornecedores – 1W, 2B e 3C – que foram estruturados dentro das matrizes do sistema AHP, de acordo com os critérios e subcritérios para que o *software* realizasse o cálculo. As avaliações foram inseridas no sistema levando em conta um processo de discussão e consenso entre a gerência e o responsável de compras e, com o assessoramento do especialista da AHP.

Para a seleção da empresa fornecedora, os critérios foram classificados por meio de atributos que a compradora entende que são primordiais para a escolha do fornecedor. Estes critérios traduzem as necessidades através de diversas características, amplamente estudadas na literatura de acordo com o Tabela 1 da fundamentação teórico, tais como: qualidade, velocidade, flexibilidade, custo de aquisição e perfil.

Os subcritérios fornecem dados para o sistema avaliar e cruzar as pontuações, classificando as peculiaridades de cada qualidade que está inserida nas palavras: durabilidade,

acabamento, segurança / entrega, disponibilidade, logística / marca, modelo, estoque / preço, prazo, negociação / e ética, qualificado, reconhecido. Em cada subcritério considerado, as alternativas são estabelecidas como níveis inferiores, neste caso os fornecedores 1W, 2B e 3C (por razões de espaço são apresentados apenas nos primeiros ramos da hierarquia), o que permitirá posteriormente a avaliação por parte do decisor (a direção da empresa).

Figura 2 – Design hierárquico



Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode-se observar anteriormente com o diagrama de decisão multicritério, todos os atributos contêm três subcritérios validados de maneira prática na empresa e que contribuem para a análise e classificação dos valores lançados e pontuados no *software*. Assim, foi possível gerar as matrizes e iniciar o preenchimento delas para que posteriormente se calculasse o ranking de prioridades e se pudesse visualizar o melhor fornecedor. Os reais das empresas fornecedoras e outros dados foram omitidos.

## 5 RESULTADOS

Conforme o quadro de fundamentos teóricos dos critérios de seleção (Tabela 1), os critérios estão sustentados numa revisão de literatura que considera adequadamente a melhoria do desempenho na seleção de fornecedores e na contribuição do aumento da competitividade da empresa. Assim que Qualidade, Velocidade, Flexibilidade, Custo de

aquisição e Perfil possuem sustentação teórica e prática da empresa analisada. Neste sentido, os cruzamentos desses autores com os achados da pesquisa estão envolvidos implicitamente quando cada avaliação / resposta é definida nas matrizes.

Quando se trata de Qualidade quem responde entente que envolve a própria qualidade dos produtos que satisfaz plenamente o cliente, considerando alguns autores como Kilincci e Onal (2011); Chamodrakas, Batis e Martakos (2010).

Considerando Velocidade tem-se relação com o tempo estimados de entrega dos produtos, o tempo de espera e os dados estão cruzados com Songhori *et al.* (2011) assim como Shen e Yu (2009), entre outros. Tendo em conta a Flexibilidade que se refere à capacidade do fornecedor de se adaptar e cumprir satisfatoriamente as mudanças nas especificações da ordem pode-se considerar como autores de referência: Yayla, Yildiz e Ozbek (2012); Keskin, Ilhan e Özkan (2010); Sanayei, Mousavi e Yazdankhah (2010).

No que se refere ao Custo de aquisição também é ampla a possibilidade de revisão teórica, mas aqui considerando a avaliação de preço dos produtos e custos associados bem como envio e entrega de produtos em que as obras de Fazlollahtabar *et al.* (2011); Chamodrakas, Batis e Martakos (2010) devem ser consideradas. Finalmente, para o cruzamento da aplicação empírica com a teoria foi considerado que o Perfil dependia da competência e reputação do fornecedor no mercado, bem como da experiência em operações anteriores, pelo que os autores relacionados foram Kilincci e Onal (2011); Govindan, Kannan e Haq (2010); Park, Shin e Chang (2010).

A escolha de fornecedores não é tarefa simples porque é difícil que empresas atendam a requisitos de maneira ampla ou completa, por isso que instrumentos de decisão multicritério com cálculos de priorização auxiliam de maneira mais sistemática e eficaz essas escolhas nessa lista de critérios de desempenho (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009). Assim que, conforme Sanayei, Mousavi e Yazdankhah (2010) o problema da seleção de fornecedores, sendo um dos principais processos da cadeia de abastecimento, envolve diversas áreas e processos das empresas como a melhoria da disposição física dos produtos e seu armazenamento, entre outros.

Ao considerar a disposição física, design e gestão do sistema de armazenamento e distribuição de produtos cruzando a teoria com os achados, sendo uma questão crítica para a logística e gestão de instalações é possível avaliar e conceber as diferentes configurações de estoques de produtos e suas respectivas redes, à luz de Lambert e Cooper (2000). Assim, com a priorização pré-estabelecida, pode-se especificar melhor como se deseja que a otimização física tenha impacto nos resultados como em alocação da demanda dos clientes aos centros de produção/distribuição, atividades de transporte de entrada e saída, e fluxos de produtos (GEBENNINI; GAMBERINI; MANZINI, 2009), adaptando de maneira prática as estruturas organizacionais.

No *layout* considerando esse grid de estrutura e medidas diversas em relação ao espaço que os produtos ocupam (AMBROSE; HARRIS, 2012), foi possível refletir e decidir melhor na prática com o balanceamento dos diferentes critérios que o influenciam de maneira integrada, ou seja, pela primeira vez na empresa se considerou *layout* conjuntamente com Qualidade, Flexibilidade, Custo de Aquisição, Perfil e Velocidade.

Assim, na empresa a otimização do *layout* em compatibilidade com os critérios de seleção de fornecedores anteriormente referenciados melhoraram a movimentação de produtos e armazenagem eficiente, reduzindo custos e agregando valor à atividade de armazenar mercadorias conforme Cury (2007), também sendo possível projetar novas distribuições de produtos com maior giro estando em posições de mais fácil acesso (RODRIGUES, 1999). Ou seja, foi sendo aliado a teoria à prática de maneira que se tivesse ainda mais consciência de otimização como defendido também por Liu (2004) e Yener e Yazgan (2019) e Arnaout, Elkhoury e Karayaz (2020).

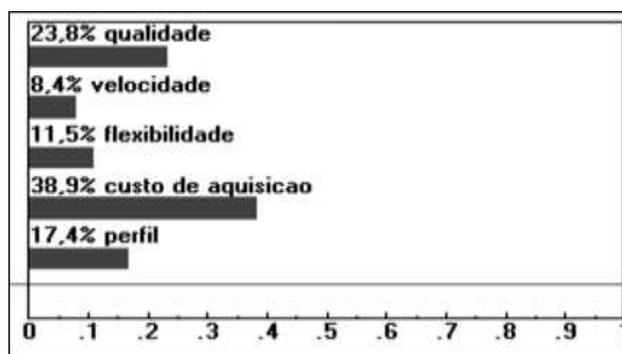
Na pesquisa desenvolvida para identificação de fornecedor prioritário para a empresa foi possível confirmar expectativas criadas durante a definição do trabalho e identificar novos potenciais que não eram visíveis antes da aplicação do *software AHP Expert Choice*. Isso foi se desenvolvendo numa conscientização à cultura de tomada de decisão multicritério, iniciando com atividade desempenhada de reanálise de fornecedores.

Assim foi sendo possível colocar em prática o objetivo definido no início do estudo e após a avaliação e redução dos provedores foi-se estruturando o *layout* em novo formato, aumentando a disponibilidade de espaço físico e acesso em razão da liberação de espaços/locações que não foram mais necessários com reanálise de seleção, já que o número de peças não precisou mais ser tão significativo. A partir de então, somente um fornecedor faz a manutenção dos estoques necessários para atender as demandas da empresa.

Nesta análise de fornecedores com AHP a classificação final (ranking dos fornecedores) surpreendeu trazendo o fornecedor 3B para a segunda posição, sendo que a experiência da empresa com o atendimento deste fornecedor nunca fora boa a ponto de se destacar das demais. Após classificar os lançamentos nas matrizes do AHP, o fornecedor 1W acumulou a pontuação de 48%, atendendo a grande parte das necessidades que o comprador da corporação espera para ser bem atendido.

O *software* apontou de forma clara qual o fornecedor que se destaca a ponto de ser adotado como único e de forma segura. No Gráfico 1 de importância dos critérios e valorização geral dos fornecedores pode-se visualizar a distribuição da importância dos critérios Qualidade, Velocidade, Flexibilidade, Custo de Aquisição e Perfil.

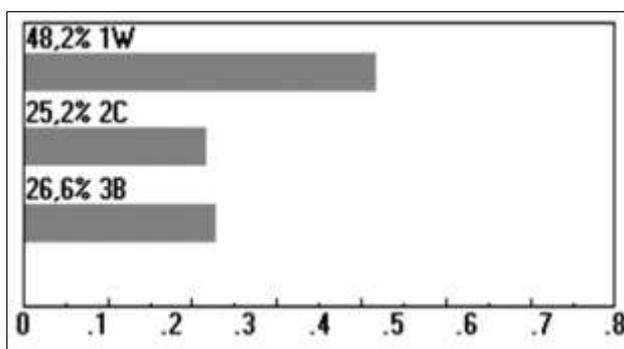
**Gráfico 1** – Importância dos critérios e valorização geral dos fornecedores



Fonte: Dados da pesquisa, com *Expert Choice*

A importância dos critérios e valorização geral dos fornecedores trouxe que o custo de aquisição foi o mais importante seguido de qualidade, logo perfil, flexibilidade e velocidade de entrega dos produtos (os critérios são combinados par a par) com o destaque ao fornecedor 1W (48,2%) seguido do 3B (26,6%) e 2C (25,2%), conforme o Gráfico 2:

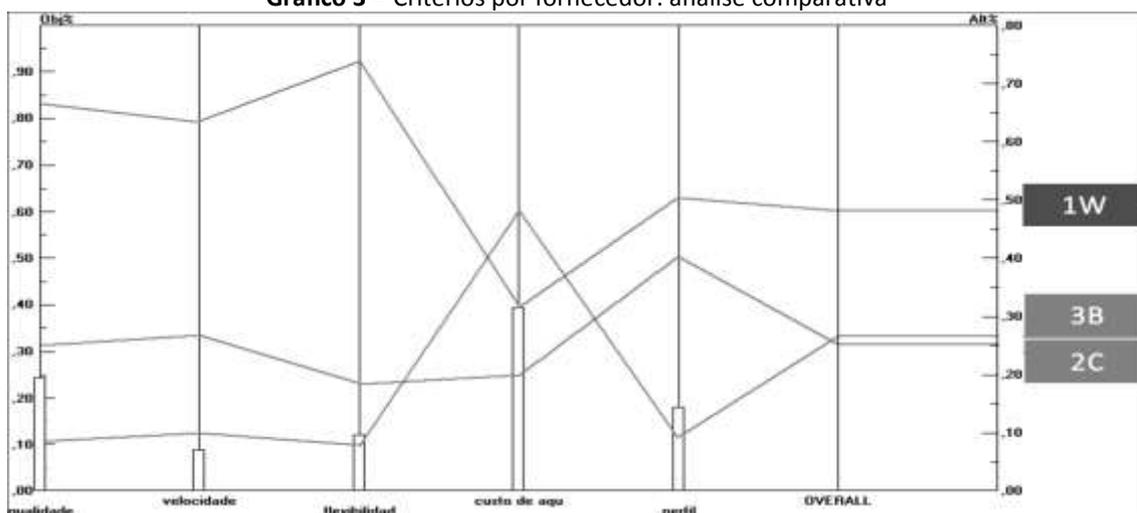
**Gráfico 2 – Ranking de Fornecedores**



Fonte: Dados da pesquisa, com *Expert Choice*

Também foi possível realizar uma Análise de Sensibilidade, um recurso que permite, através do *software*, aplicar uma lógica If-then. Por exemplo, caso se invista mais na velocidade, como se comporta a classificação. Assim, à medida que as prioridades mudam, as posições dos fornecedores também podem variar.

**Gráfico 3 – Critérios por fornecedor: análise comparativa**

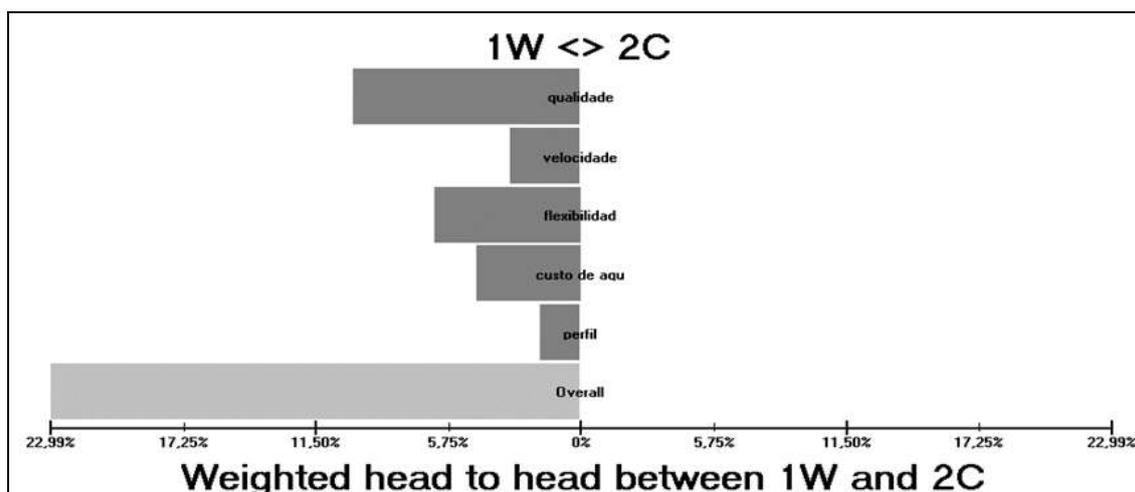


Fonte: Dados da pesquisa, com *Expert Choice*

A análise de sensibilidade apresentada no Gráfico 3 e claro também preservando informações mais específicas da empresa e fornecedores apresenta muita robustez e potencial porque se pode variar todos os critérios e até em consequência aumentar significativamente o poder de negociação junto aos mesmos.

A comparação fornecida pelo sistema AHP entre o fornecedor 1W e 2C como demanda qualitativa interna da gestão (intensidade de atividades diárias) demonstrou a disparidade entre ambos os fornecedores, na qual o fornecedor 1W apresenta superioridade em todos os atributos.

Gráfico 4 – Comparativo fornecedor 1W e 2C



Fonte: Dados da pesquisa, com *Expert Choice*

A empresa compradora confirma através da análise do AHP quais são os atributos ou critérios mais importantes dentre os cinco que um fornecedor precisa aperfeiçoar e segundo dados extraídos do sistema *Expert Choice* para AHP, a qualidade e a flexibilidade são os mais importantes a trabalhar como pilares de sustentação entre esses dois fornecedores.

O critério mais pontuado que foi identificado pelo sistema é a qualidade na operação destes dois fornecedores e atualmente é considerado de extrema importância para o agronegócio que trabalha contra o tempo, buscando atender as demandas já que as intempéries climáticas afetam diretamente a rentabilidade e que não se pode parar por problemas de quebra durante suas operações. Considerando esse critério e esses dois fornecedores a empresa compradora se refere a garantir produtos com maior durabilidade que só pode ser garantida por um ótimo trabalho operacional na manufatura dos produtos.

Assim, qualidade e seus subcritérios foram os que mais se destacaram na avaliação com o método AHP nessa última comparação e os gráficos anteriores demonstram uma diferença significativa do primeiro para o segundo colocado, sugerindo que o fornecedor 1W é o melhor em grande medida, proporcionando melhor atendimento do que os fornecedores 2C e 3B. Com essa análise se torna visível que para o indicador mais importante para a empresa nessa última relação é a qualidade, considerando 2 dos 3 melhores fornecedores e, neste sentido, a provedora 1W pode ser priorizada.

Na reestruturação do arranjo físico esse estudo facilitou o armazenamento das peças fornecidas a partir da nova definição exclusivamente pelo fornecedor 1W. Após encerrar a compra das peças dos fornecedores 2C e 3B os materiais oriundos destes dois fornecedores foram gradativamente consumidos e com a eliminação dos estoques as locações que armazenavam estes itens ficam disponíveis, propiciando a eliminação de parte das prateleiras, além de proporcionar a liberação de um número maior de locações vazias, que puderam ser utilizadas para armazenar as peças oriundas do fornecedor único.

Foi realizado um levantamento de todo espaço liberado com a decisão de eliminar dois dos três fornecedores e foram liberadas cinco prateleiras que totalizaram quatrocentas locações que ocupavam um espaço considerável dentro do *layout* das cinco prateleiras liberadas. Três delas foram desmontadas e doadas, liberando um espaço que pode ser ocupado para melhorar a distribuição e espaçamento das demais prateleiras, também aprimorando assim a qualidade de trabalho e o bem-estar dos funcionários que podem desenvolver suas atividades em um ambiente mais espaçoso e organizado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seleção de fornecedores é uma questão importante para as empresas com implicações nas operações quotidianas em termos de qualidade dos produtos, custos de aquisição e melhoria do serviço ao cliente. Além disso, uma seleção adequada de fornecedores contribui para otimizar a disposição dos produtos nos armazéns, o que conduz a uma melhoria da eficiência logística e produtiva.

O trabalho identificou os critérios e subcritérios relevantes e formulou um design hierárquico baseado na AHP implementado via um sistema de apoio à decisão para selecionar o melhor fornecedor. Desta forma, este trabalho pode ser aplicado a problemas similares, contribuindo assim através de um conjunto de componentes teóricos e práticos, que podem ser ainda melhor refinados conforme outros conceitos a utilizar, como em estudos de definição de projetos empreendedores, geração de valor para a empresa, priorização em governança corporativa, entre outros em setores diferentes do agronegócio.

Em conclusões desse estudo e com base no modelo aplicado, a empresa tomou a decisão correta em reduzir o número de fornecedores que em sua maioria forneciam os mesmos itens com qualidades diferentes. Manteve-se assim o principal fornecedor 1W que conforme método AHP demonstrou uma performance mais satisfatória e com eficácia maior para atender as demandas e necessidades da empresa.

Durante a aplicação técnica e teórica do método AHP com posterior alteração do *layout*, identificou-se como mencionado anteriormente o ganho de espaço físico dentro do armazém que melhorou a ergonomia, além da maior disponibilidade de locais para armazenamento de outros tipos de materiais, redução gradativa de custos de materiais em estoque, aumento do giro do estoque, até conseqüente redução de custo de frete proporcionando assim uma rentabilidade maior para o negócio. Outro ponto identificado com a melhoria na escolha do fornecedor foi a armazenagem dos itens de maior giro que puderam ser alocados mais próximos às áreas que demandam maior uso, eliminando assim o desperdício e reduzindo a movimentação dos funcionários.

Pode-se afirmar que não era esperado o resultado que se caracterizou durante a execução da escolha do fornecedor através do método AHP e nem do ganho de espaço com a alteração de *layout*. Com o fornecimento de material do fornecedor 1W obteve-se um aproveitamento melhor do espaço físico que por motivos de estrutura não dispunha de local suficiente para fazer o armazenamento de uma gama muito grande de itens. Ao reduzir a quantidade de fornecedores, automaticamente foi reduzido o número de itens que precisavam ser armazenados.

Se conclui assim que com a definição de um único fornecedor de materiais de uso e consumo automaticamente se ganhou em espaço dentro do *layout*, qualidade de atendimento, agilidade, redução de movimentação, e melhoramento logístico. Este trabalho foi de extrema relevância para se compreender de forma mais aprofundada os impactos e benefícios na definição de um fornecedor preferencial e o efeito positivo no arranjo físico do armazém como conseqüência de tomada de decisão multicritério.

O presente trabalho está focado na análise do problema de seleção de fornecedores e suas implicações logísticas na gestão do armazenamento em uma empresa do setor de agronegócios, portanto os resultados devem ser avaliados em seu contexto, sendo necessário ampliar a pesquisa em outros setores e empresas para contrastá-los. Sugere-se que também se possa realizar pré-seleção qualitativa quando o número de fornecedores é muito alto.

Como pesquisas futuras, propõe-se integrar a metodologia *fuzzy logic* ao método AHP em todas as possíveis partes derivadas na resolução do problema de seleção de fornecedores aliado a conceitos de empresas exponenciais. Isso porque na medida em que a combinação da AHP com a lógica difusa permite abordar mais efetivamente a imprecisão ou subjetividade

associada aos julgamentos humanos e à velocidade encontrada, principalmente em compras de internet (*e-commerce*).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e assistência prestados à pesquisa. A pesquisa foi, parcialmente, apoiada pelo CNPq, através do projeto Universal 428553/2018-4.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. B.; NEUMANN, C. S. **Programa de avaliação de fornecedores**: um estudo de caso em uma empresa do setor siderúrgico. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

AMBROSE, G.; HARRIS, P. **Layout**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

ARAZ, C.; OZKARAHAN, I. Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. **International Journal of Production Economics**, v. 106, n. 2, p. 585-606, 2007.

ARNAOUT, J.-P.; ELKHOURY, C.; KARAYAZ, G. Solving the multiple level warehouse layout problem using ant colony optimization. **Operational Research**, v. 20, n. 1, p. 473-490, 2020.

ATKINSON, A. A.; BANKER, R. D.; KAPLAN, R. S.; YOUNG, S. M. **Contabilidade Gerencial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CHAMODRAKAS, I.; BATIS, D.; MARTAKOS, D. Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n.1, p. 490-498, 2010.

CHAN, A. H.; KWOK W. Y.; DUFFY V. G. Using AHP for determining priority in a safety management system. **Industrial Management & Data Systems**, v. 104, n. 5, p. 430-445, 2004.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimento - criando redes que agregam valor**. 2. ed. São Paulo: Thomson, 2007.

COBO, A.; VANTI, A.; ROCHA, R. A fuzzy multicriteria approach for IT governance evaluation. **Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 11, n. 2, p. 257-276, 2014.

CURTO, H. **Problemas na tomada de decisão? Saiba como o método AHP pode te ajudar**. Disponível em: <https://bit.ly/3ca24iV>. Acesso em: 27 abr. 2020.

CURY, A. **Organização e métodos uma visão holística, perspectiva comportamental e abordagem contingencial**. São Paulo, 2007.

FAZLOLLAHTABAR, H.; MAHDAVI, I.; ASHOORI, M. T.; KAVIANI, S.; MAHDAVI-AMIRI, N. A multi-objective decision-making process of supplier selection and order allocation for multiperiod scheduling in an electronic market. **International Journal Advanced Manufacturing Technology**, v. 52, n. 9, p. 1039-1052, 2011.

GEBENNINI, E.; GAMBERINI, R.; MANZINI, R. An integrated production–distribution model for the dynamic location and allocation problem with safety stock optimization. **International Journal of Production Economics**, v. 122, n. 1, p. 286-304, 2009.

GLEISER, I. **Caos e complexidade**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

GOLDEN, B. L.; WASIL, E. A.; HARKER, P. T. **The analytic hierarchy process**. New York, NY: Springer-Verlag, 1989.

GOVINDAN, K.; KANNAN, D.; HAQ, A. N. Analyzing supplier development criteria for an automobile industry. **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n. 1, p. 43-62, 2010. doi: 10.1108/02635571011008399

JAIN, V.; BENYOUCEF, L.; DESHMUKH, S. G. A new approach for evaluating agility in supply chains using Fuzzy Association Rules Mining. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 21, n. 3, p. 367-385, 2008.

KESKIN, G. A.; ILHAN, S.; ÖZKAN, C. The fuzzy ART algorithm: a categorization method for supplier evaluation and selection. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 2, p. 1235-1240, 2010.

KILINCCI, O.; ONAL, S. A. Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 8, p. 9656-9664, 2011.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

KRAUSE, D. R.; PAGELL, M.; CURKOVIC, S. Toward a measure of competitive priorities for purchasing. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 4, p. 497-512, 2001.

LAMBERT, D.; COOPER, M. Issues in supply chain management. **Industrial Marketing Management**, v. 29, n. 1, p. 65-8, 2000.

LEE, A. H. I. A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 2, p. 2879-2893, 2009.

LIMA J. F.; CERVI, A. F.; CARPINETTI, L. C. Um modelo de tomada de decisão para seleção de fornecedores em cadeias de suprimento ágeis. In: XX SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - SIMPEP, 2013, Bauru. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 20., **Anais [...]** Bauru, 2013.

LIN, C. Y.; RAMLAN, R.; HASSAN, R.; OMAR, S. S. Supplier selection antecedents in furniture manufacturing industry using analytic hierarchy process. **Test Engineering and Management**, v. 82, n. 2-2, p. 2099-2103, 2020.

LIU, C.-M. Optimal storage layout and order picking for warehousing. **International Journal of Operations Research**, v. 1, n. 1, p. 37-46, 2004.

MARINHO, B.; CORREIA, G.; AMATO, L. **Gestão estratégica de fornecedores e contratos**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

MARX, R. **Trabalho em grupos e autonomia como instrumentos de competição**. São Paulo: Atlas, 1997.

MOURA, R. **Manual de logística: armazenagem e distribuição física**. 2. ed. São Paulo: IMAM, 1997.

PARK, J.; SHIN, K.; CHANG, T.-W. An integrative framework for supplier relationship management. **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n. 4, p. 495-515, 2010.

RAUT, R. D.; GARDAS, B. B.; NARKHEDE, B. E.; ZHANG, L. L. Supplier selection and performance evaluation for formulating supplier selection strategy by MCDM-based approach. **International Journal of Business Excellence**, v. 20, n. 4, p. 500-520, 2020.

RODRIGUES, A. M. **Estratégias de picking na armazenagem**. Centro de Estudos em Logística (CEL), COPPEAD/UFRJ, 1999.

SAAD, G. H. Strategic performance evaluation: descriptive a prescriptive analysis. **Industrial Management & Data Systems**, v. 101, n. 8, p. 390-399, 2001.

SAATY, T. L. **Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process**. Pittsburgh, PA: RWS Publications, 1994.

SAATY, T. L. **The analytical hierarchy process: planning, priority setting**. New York: Mc Graw-Hill, 1980.

SANAYEI, A.; MOUSAVI, S. F.; YAZDANKHAH, A. Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. **Expert Systems with Applications**, v. 37, n. 1, p. 24-30, 2010.

SHEN, C.; YU, K. Enhancing the efficacy of supplier selection decision-making on the initial stage of new product development: A hybrid fuzzy approach considering the strategic and operational factors simultaneously. **Expert Systems with Applications**, v. 36, p. 11271-11281, 2009.

SIMON, H. **Administrative behavior**. New York, NY: Macmillan, 1947.

SIMON, H. Rational decision making in business organizations. **American Economic Review**, v. 69, n. 4, p. 493-513, 1979.

SONGHORI, M. J.; TAVANA, M.; AZADEH, A.; KHAKBAZ, M. H. A supplier selection and order allocation model with multiple transportation alternatives. **International Journal Advanced Manufacturing Technology**, v. 52, p. 365-376, 2011.

UDO, G. G. Using analytic hierarchy process to analyze the information technology outsourcing decision. **Industrial Management & Data Systems**, v. 100, n. 9, p. 421-429, 2000.

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

WANG, J.; JING, Y.; ZHANG, C.; ZHAO, J. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 9, p. 2263-2278, 2009.

YANG, J.; LEE, H. Identifying key factors for successful joint venture in China. **Industrial Management & Data Systems**, v. 102, n. 2, p. 98-109, 2002.

YAYLA, A. Y.; YILDIZ, A.; OZBEK, A. Fuzzy TOPSIS method in supplier selection and application in the garment industry. **Fibres & Textiles in Eastern Europe**, v. 20, n. 4, p. 20-23, 2012.

YENER, F.; YAZGAN, H. R. Optimal warehouse design: Literature review and case study application. **Computers & Industrial Engineering**, v. 129, p. 1-13, 2019.

YU, X.; ZHANG, S.; LIAO, X.; QI, X. Electre methods in prioritized MCDM environment. **Information Sciences**, v. 424, p. 301-316, 2018.

---

Recebido em/Received: 03/10/2020 | Aprovado em/Approved: 28/12/2021

---