

Modelo de apoio à tomada de decisão para seleção de fornecedores por meio do *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Emilly Shelly Gonçalves Alvim (UFES) emillyshelly@hotmail.com
Isabel Elisa dos Santos (UFES) isabelelisanantos@hotmail.com
Larissa Gomes Sena (UFES) larissagsena@hotmail.com
Rodrigo Randow de Freitas (UFES) digorandow@gmail.com
Wellington Gonçalves (UNIMEP) wellgonrj@hotmail.com

Resumo:

A tomada de decisão na seleção de fornecedores pode ser considerado peculiarmente como um problema multicritério. Esta é uma decisão de relevância estratégica para as empresas, de maneira geral, a natureza desta decisão é complexa e não estruturada. Técnicas de gestão da ciência podem ser ferramentas úteis para esses tipos de problemas de tomada de decisão. O objetivo deste trabalho é aplicar o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) na seleção de fornecedores por meio de um método customizado, como forma de auxiliar os gestores em suas tomadas de decisão, proporcionando o máximo de satisfação para os critérios determinados. Foram entrevistados especialistas da empresa pesquisada envolvidos diretamente no processo de seleção e relacionamento com fornecedores, sendo selecionados os critérios mais importantes considerados pelos respondentes, os quais foram utilizados como parâmetros de entrada para o modelo proposto. Segundo os especialistas, ao realizar uma análise multicritério para comparar empresas fornecedoras, os resultados alcançados podem ser considerados dentro dos padrões de mercado.

Palavras chave: Tomada de decisão, Seleção de fornecedores, Sistemas de apoio à decisão, *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

Decision making to support model for supplier selection through the *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Abstract

Decision-making in the selection of suppliers can be regarded as a peculiarly multicriteria problem. This is a decision of strategic importance for businesses in general, the nature of this decision is complex and unstructured. Techniques management of science can be useful tools for these types of decision-making problems. The objective of this work is to apply the *Analytic Hierarchy Process* (AHP) in the selection of suppliers through a custom method, in order to assist managers in their decision making, providing maximum satisfaction to certain criteria. Company experts surveyed were interviewed directly involved in the selection process and relationship with suppliers, being selected the most important criteria considered by the respondents, which were used as input parameters for the model. According to experts, to conduct a multi-criteria analysis to compare suppliers, the results achieved can be considered within the industry standards.

Key-words: Decision-making, Selection of suppliers, Decision support systems, *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

1. Introdução

As frutas, verduras e legumes podem ser considerados essenciais à saúde humana, e seu consumo tende auxiliar na prevenção de doenças. Por conseguinte, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo mínimo de 400g/dia destes produtos, o equivalente a cinco porções diárias. Assim, o estímulo ao consumo passa ser justificado na agenda das políticas públicas de saúde em diversos países, até mesmo no Brasil. No entanto, a ingestão destes alimentos está aquém da quantidade recomendada pela OMS, havendo um baixo consumo em todo território brasileiro (BRASIL, 2013). Com isso, a promoção do aumento da ingestão de frutas, legumes e verduras pode ser entendida como prioridade em termos de saúde pública.

Também, quando analisamos os principais entraves atuantes nas taxas de consumo per capita nacional, observa-se que os riscos de produção, de preço, de crédito, de conduta e de contratos podem ser considerados como importantes no processo de disponibilização de produtos ao consumidor. Porém, é preciso considerar que os produtos que são originários da agroindústria, possuem ainda variáveis que são suscetíveis ao meio ambiente (PUTTI). Como por exemplo, as mudanças climáticas que afetam o ciclo desde o plantio até a colheita. Por isso, torna-se necessário um planejamento que possa auxiliar na elaboração de previsões de tais intempéries.

Assim, considerando os pressupostos anteriormente explanados, é possível considerar como essencial a realização de uma seleção adequada dos produtos ofertados aos consumidores, nesse sentido, os métodos multicritérios tendem a prestar um grande auxílio nesse processo de tomada de decisão. Tanto por sua propriedade de integrar múltiplas diversidades, quanto em proporcionar aos julgadores possibilidades de escolhas baseadas em suas preferências (UYSAL; YAVUZ, 2014).

A partir do exposto, este trabalho tem como objetivo principal aplicar a ferramenta *Analytic Hierarchy Process* (AHP) na seleção de fornecedores, por meio de um método customizado, como forma de auxiliar os gestores em suas tomadas de decisão. Por último, como forma de validação, realizou-se um estudo de caso no setor de frutas e verduras de um supermercado localizado na região nordeste do Estado do Espírito Santo (ES).

2. Referencial teórico

O processo de seleção de fornecedores pode ser entendido como uma das atividades mais importantes da função compras, e para tanto, as empresas buscam selecioná-los da melhor forma, desde que possuam a qualidade desejada dos produtos, com os menores custos, dentre outros critérios. Sendo que este processo depende de diversos critérios, nos quais abordados extensivamente na literatura como um problema de tomada de decisão, no qual critérios específicos devem ser considerados no julgamento das possíveis empresas fornecedoras. Nesse contexto, os métodos multicritérios de apoio a tomadas de decisões podem ser empregados no desenvolvimento de modelos para seleção de alternativas para tal problema (CHAI; LIU; NGAI, 2013).

Esses problemas que envolvem o emprego de métodos multicritério são definidos por um número finito de alternativas, e que, por conseguinte, possuem critérios e subcritérios relacionados as alternativas e ao objetivo da tomada de decisão (SAATY, 1977). Por exemplo, a literatura indica a existência de diversos métodos, que sugerem soluções diversificadas de acordo com o objetivo que se deseja alcançar, sendo os mais citados: o TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), o AHP e o ELECTRE (*ELimination and Choice Expressing the REality*), Tabela 1.

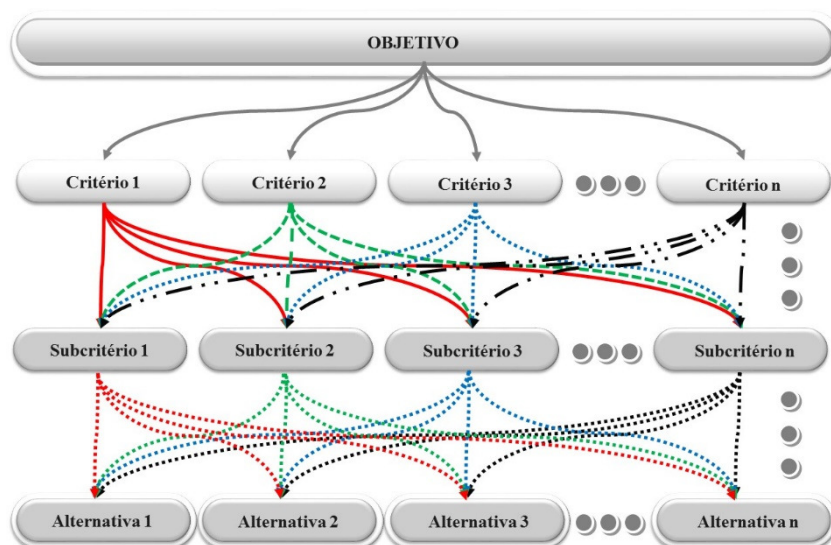
Características	AHP	TOPSIS	ELECTRE I	ELECTRE II	ELECTRE III
Processo central	Criação de estrutura hierárquica e matrizes de comparação paritária	Calcula a distância ao ponto ideal (positivo e negativo)	Determinação de índices de concordância e discordância	Determinação de índices de concordância e discordância	Determinação de índices de concordância e discordância com limiares entre indiferença e preferência
Necessidade de quantificar a importância relativa dos critérios	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Determinação de pesos	Matrizes de comparação de pares (escala 1-9)	Nenhum método específico. Normalização linear ou vetorial	Nenhum método específico. Com base no tomador de decisão	Nenhum método específico. Com base no tomador de decisão	Nenhum método específico. Com base no tomador de decisão
Número e tipo de relações de subordinações	$N(N-1)/2$	1	1	2	1 Fuzzy
Verificação de consistência	Fornece	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Fornece
Estrutura do problema	Pouco número de alternativas e critérios, análise quantitativa ou qualitativa de dados	Grande número de alternativas e critérios, utiliza dados objetivos e quantitativos	Grande número de alternativas e critérios, utiliza dados objetivos e quantitativos	Grande número de alternativas e critérios, utiliza dados objetivos e quantitativos	Dados objetivos e quantitativos, uso da lógica fuzzy
Resultados Finais	Ordenação geral	Ordenação geral	Subconjunto de alternativas	Parcialmente ordenado	Parcialmente ordenado

Fonte: Adaptado de Saaty (1977), Lima Júnior e Carpinetti (2015) e Kou *et al.* (2012)

Tabela 1 – Indicação comparativa de métodos multicritérios

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) também conhecido na literatura por *Hierarchical Analysis Method* (HAM), foi selecionado por utilizar em sua resolução características quantitativas e qualitativas do problema abordado, podendo levar um consenso de preferência aos tomadores de decisão, concentrando o conhecimento e as prioridades de especialistas (SAATY, 1977; SUBRAMANIAN; RAMANATHAN, 2012). Este método foi elaborado na década de 70 pelo matemático Thomas Lorie Saaty, e tem sido aplicado na tomada de decisão em diversos cenários complexos, em que as percepções humanas, julgamentos e consequências possuem repercussão de longo prazo (SAATY, 1977; DURBACH; LAHDELMA; SALMINEN, 2014).

O AHP pode ser entendido pela composição de três fases distintas: (i) decomposição dos elementos de um problema como uma hierarquia formadas por critérios, subcritérios, atributos e alternativas, segundo a opinião dos especialistas envolvidos; (ii) comparação par a par dos julgamentos dos critérios, subcritérios, atributos e alternativas nos níveis da hierarquia; e (iii) o cálculo dos pesos e análise da consistência lógica (SAATY, 2008). A exposição do problema deve ser clara, assertiva e estruturada em formato hierárquico, disposta em forma de árvore como indicado na Figura 1.



Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Saaty (2008)

Figura 1 – Estrutura Hierárquica básica do AHP

A avaliação de cada elemento da estrutura hierárquica passa ser possível devido a transformação das comparações empíricas em valores numéricos, os quais são processados e comparados par a par, vale destacar que a capacidade de conversão de dados práticos em valores numéricos, pode ser apontada como um dos destaques do AHP em comparação com outros métodos (SAATY, 1977).

A comparação entre elementos paritários pode ser realizada de diferentes formas, no entanto, a escala de importância relativa entre duas alternativas proposta por Saaty é a mais utilizada na literatura (TRIANAPHYLLOU; MANN, 1995; BRUNO *et al.*, 2012). A partir da atribuição de valores que variam de 1 a 9 (Tabela 2), a escala determina a importância relativa de uma alternativa i com relação à alternativa j expressa por a_{ij} , sendo o inverso a comparação da alternativa j em relação à alternativa i expresso por $1/a_{ij}$.

Escala verbal	Escala numérica (a_{ij})	Escala verbal	Escala numérica (a_{ij})
Extremamente preferido	9	Entre moderado e forte	4
Entre muito forte e extremo	8	Moderadamente preferido	3
Muito fortemente preferido	7	Entre igual e moderado	2
Entre forte e muito forte	6	Igualmente preferido	1
Fortemente preferido	5		

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Saaty (1977)

Tabela 2 – Escala de importância relativa de Saaty

A utilização da escala de importância relativa na avaliação dos critérios, subcritérios, atributos e alternativas irá gerar uma matriz de resultados com valores numéricos (Tabela 3), a qual é empregada na comparação par a par dos elementos da estrutura hierárquica.

Atributos	Atributo 1	Atributo 2	...	Atributo N
Atributo 1	1	$1/a_{21}$	...	$1/a_{N1}$
Atributo 2	a_{21}	1	...	$1/a_{N2}$
.	...	...	...	...
Atributo N	a_{N1}	a_{N2}	...	1

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Saaty (1977)

Tabela 3 – Exemplo de matriz de avaliação dos critérios ou atributos

As atribuições de pesos devem ser feitas por cada um dos K especialistas respondentes, a partir destas ações serão geradas matrizes de avaliação com as respostas obtidas, no entanto, é necessário estabelecer um único conjunto de matrizes (atributos e alternativas por atributos) que represente todo o processo de avaliação (SAATY, 1977; BRUNO *et al.*, 2012).

Nesse contexto, Aczél e Saaty (1983), destacam que deve ser utilizada a média geométrica dos valores obtidos, com o objetivo de manter as características dos pesos e seus recíprocos, em que cada elemento a_{ij}^c das matrizes consolidadas pode ser determinado (Equação 1).

$$a_{ij}^c = \prod_{k=1}^k a_{ij}^{1/k} \quad (1)$$

Então, dada a obtenção das matrizes consolidadas, os valores devem ser padronizados com relação a cada elemento obtido, como apresentado na Tabela 4.

Atributos	Atributo 1	Atributo 2		Atributo N
Atributo 1	a_{11}^c	a_{12}^c		a_{1N}^c
.				
Atributo N	a_{N1}^c	a_{N2}^c		a_{NN}^c

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Saaty (1977)

Tabela 4 – Exemplo de matriz com atributos padronizados

Em que cada elemento da matriz com atributos padronizados é obtido a partir da Equação 2.

$$a_{ij}^c = a_{ij}^c / \sum_{i=1}^j a_{ij}^c \quad (2)$$

A partir da matriz dos atributos consolidada e padronizada, é possível calcular os pesos relativos entre os critérios e subcritérios, que podem ser determinados pelo cálculo da média aritmética dos elementos das linhas correspondentes a cada um deles (Equação 3).

$$pa_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^j a_{ij}^c}{N} \quad (3)$$

Após a determinação dos pesos de cada critério, subcritério e atributo é possível estabelecer a hierarquia entre os mesmos, nesse caso, é obtido o grau de importância que os especialistas atribuíram em cada julgamento.

Desta forma, o mesmo processo matemático deve ser realizado para cada alternativa sob a ótica de cada atributo, os valores dos pesos (pa_{ij}) indicam a classificação hierárquica das alternativas. Desta forma, para que se possa obter o resultado final da análise, determina-se o peso global (pg_i) de cada alternativa, calculando-se a média ponderada dos pesos (Equação 4).

$$pg_i = \sum_{i=1}^j (p_i) \bullet g(pa_{ij}) \quad (4)$$

O método AHP foi idealizado para minimizar as possíveis inconsistências pessoais dos especialistas, assim, ao serem alcançadas as matrizes de julgamentos, devem ser verificadas suas consistências lógicas (SAATY, 1977). Para tanto, é calculada a Razão de Consistência (RC), que pode ser obtida por meio da Equação 5.

$$RC = IC / RC \quad (5)$$

A RC indica a confiabilidade do julgamento dos especialistas, além disso, deve haver o atendimento a condição $RC \leq 0,10$, para não causar necessidades de aprimoramento com a operação real e seus julgamentos (SAATY, 2008). O Índice de Consistência (IC) randômica elaborado por uma matriz recíproca de ordem n , é gerado randomicamente com elementos não negativos (Equação 6).

$$IC = \frac{(\lambda_{máx} - n)}{(n - 1)} \quad (6)$$

Em que o IC indica a coerência dos julgamentos, sendo quanto mais próximo estiver de zero, maior será a consistência global da matriz de comparação, entretanto, se estas condições não forem atendidas, será necessário refazer todos os julgamentos, ou até descartar a avaliação (SAATY, 1977).

Ao serem conhecidos os pesos globais, passa a ser possível hierarquizar as alternativas, e dentro do planejamento desejado e prioridades de execução, pode ser possível selecionar a opção mais adequada ao momento decisório, o que não significa que a solução com maior peso seja utilizada.

3. Métodos e técnicas de pesquisa

Para atender ao objetivo proposto foi elaborada uma metodologia para utilização do AHP, a qual foi subdividida em 5 etapas (Figura 2), corroborando, para validação do artigo foi realizado um estudo de caso no setor de frutas e verduras de um supermercado localizado na região nordeste do Estado do Espírito Santo (ES).

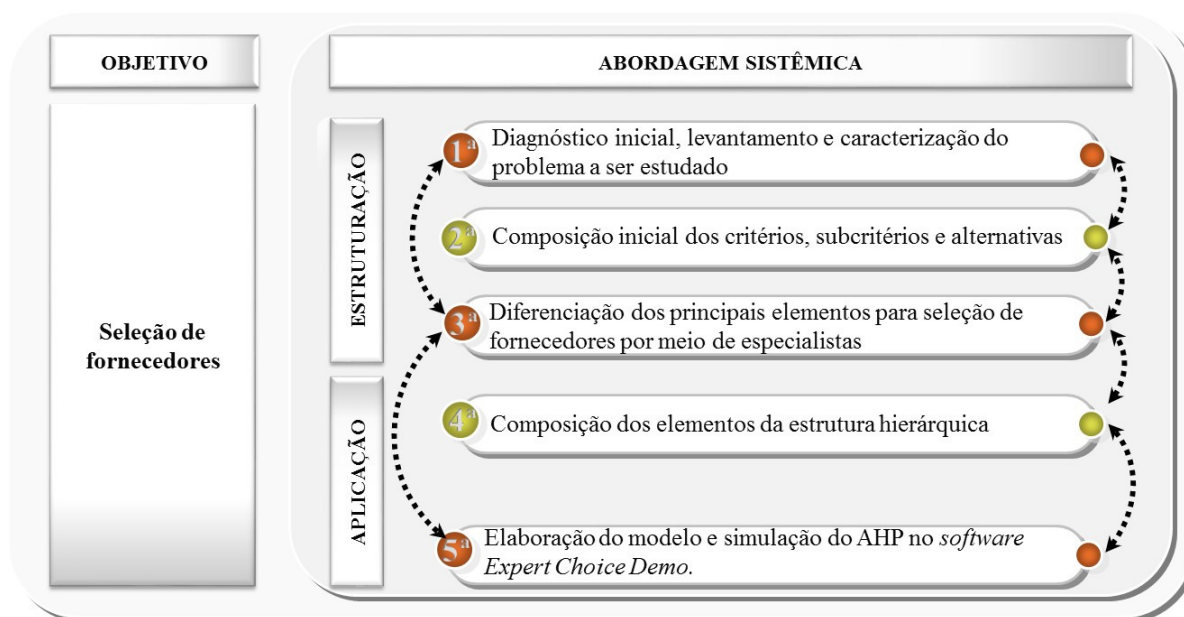


Figura 2 – Etapas metodológicas para aplicação do AHP

A primeira etapa do método customizado constitui-se do diagnóstico das condições que configuram o problema estudado, seguido do levantamento e caracterização das necessidades da seleção de fornecedores.

Na sequência é realizada a composição inicial dos critérios, subcritérios e atributos (segunda etapa), sendo concretizada por meio de levantamento juntos aos especialistas do supermercado (gerentes geral e de compras, e o supervisor do setor de frutas e verduras), a partir do alinhamento dos dados obtidos e do escopo geral do trabalho.

A terceira etapa evidencia pela diferenciação dos principais elementos para seleção de fornecedores, sendo realizada por meio de uma pesquisa *survey* junto aos especialistas. Por conseguinte, os elementos da estrutura hierárquica serão compostos tendo como parâmetros o objetivo a ser atingido, além dos critérios, subcritérios, atributos e alternativas levantados junto aos especialistas (quarta etapa).

Por fim, a quinta etapa é evidenciada pelo emprego do *software Expert Choice Demo* para calcular os pesos relativos de cada elemento estabelecido obtidos na terceira e quarta etapa, contribuindo para a formação e cálculo das árvores ou estruturas hierárquicas de decisão.

4. Aplicação e discussão dos resultados

A partir destes pressupostos anteriores, nesta seção, é apresentado um estudo de caso que aborda a seleção de fornecedores de frutas e verduras em um supermercado localizado na região nordeste do Estado do Espírito Santo (ES).

Ao realizar o diagnóstico junto aos especialistas e na empresa, foi possível verificar a relevante importância de que as frutas e verduras são produtos perecíveis, e que necessitam chegar ao consumidor final com frescor, aroma e textura característicos de cada produto. Assim, os fornecedores devem levar em consideração alguns critérios para atender a estes quesitos.

Considerando a *expertise* dos especialistas, no qual os mesmos afirmam que devido as características intrínsecas dos produtos em questão, o número máximo de fornecedores deve

ser limitado. Com isso, foi adotado o quantitativo de 4 fornecedores (Fornecedor A, Fornecedor B, Fornecedor C e Fornecedor D) como alternativas a serem selecionadas, atendendo as prerrogativas levantadas (primeira etapa).

Por conseguinte, considerando o diagnóstico inicial, levantamento e caracterização do problema junto aos especialistas, foi realizada a composição inicial dos critérios, subcritérios, alternativas e atributos (segunda etapa – Tabela 5).

Objetivo	Seleção de fornecedores para o departamento de frutas e verduras de um supermercado.
Crítérios	Qualidade, entrega, financeiro.
Subcritérios	<i>Relacionados à qualidade:</i> integridade física dos produtos, ou seja, produtos isentos de avarias e vetores; consumo de produtos em estado adequado para venda (estado de maturação); uso, emprego e controle de defensivos agrícolas na produção. <i>Relacionados à entrega:</i> transporte dentro dos padrões estabelecidos por órgãos fiscalizadores e intervenientes para se conservar o produto; atendimento ao pedido em termos quantitativos considerando a demanda e suas flutuações; produtos entregues no prazo estabelecido. <i>Relacionados ao financeiro:</i> preço de aquisição produto com relação a concorrência; custo do frete compatível com o mercado.
Alternativas	Fornecedor A, Fornecedor B, Fornecedor C e Fornecedor D.

Tabela 5 – Composição inicial dos critérios, subcritérios, alternativas e atributos

Uma pesquisa *survey* foi realizada junto aos especialistas com o objetivo de assinalar os principais elementos para seleção dos fornecedores (terceira etapa). Na sequência, os elementos da estrutura hierárquica (Figura 3) foram compostos tendo por parâmetro o objetivo a ser atingido, além dos critérios, subcritérios, atributos e alternativas levantados junto aos especialistas nas etapas anteriores (quarta etapa).

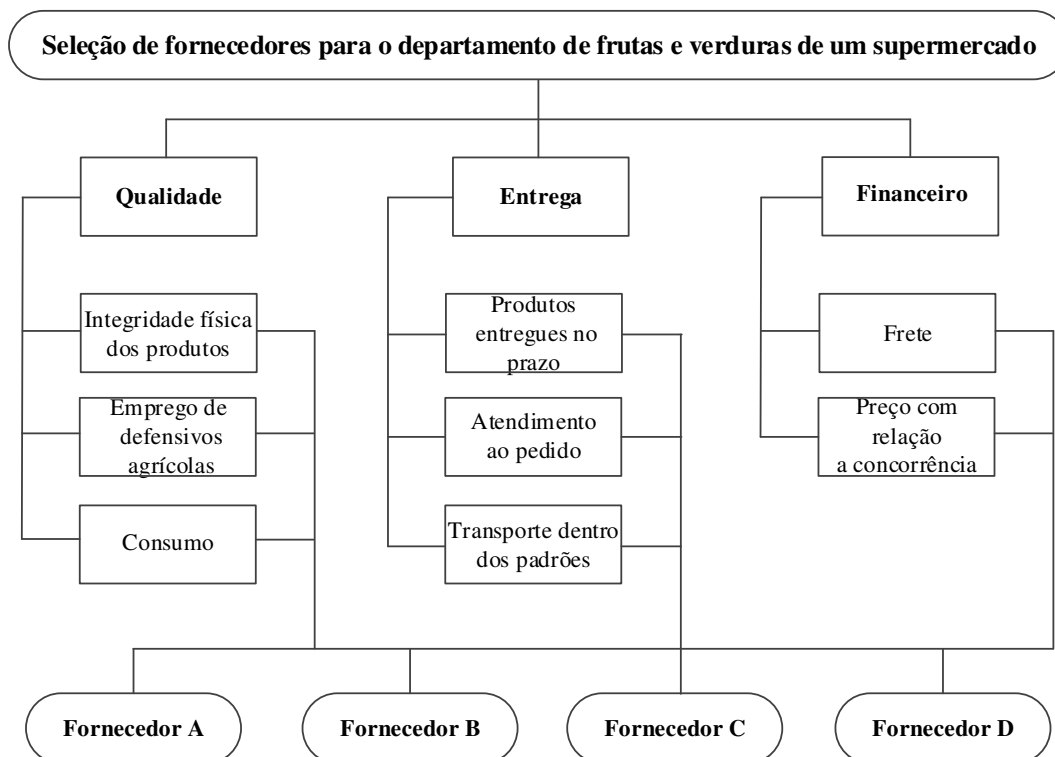


Figura 3 – Composição dos elementos da estrutura hierárquica

Por fim, a quinta etapa é evidenciada pelo emprego do *software Expert Choice Demo* para calcular os pesos relativos de cada elemento estabelecido obtidos na terceira e quarta etapa, contribuindo para a formação e cálculo das árvores ou estruturas hierárquicas de decisão. Assim, o modelo foi aplicado e simulado tendo por base a composição dos elementos da estrutura hierárquica (etapa anterior), na sequência, foram calculados os pesos relativos de cada elemento (Figura 4).

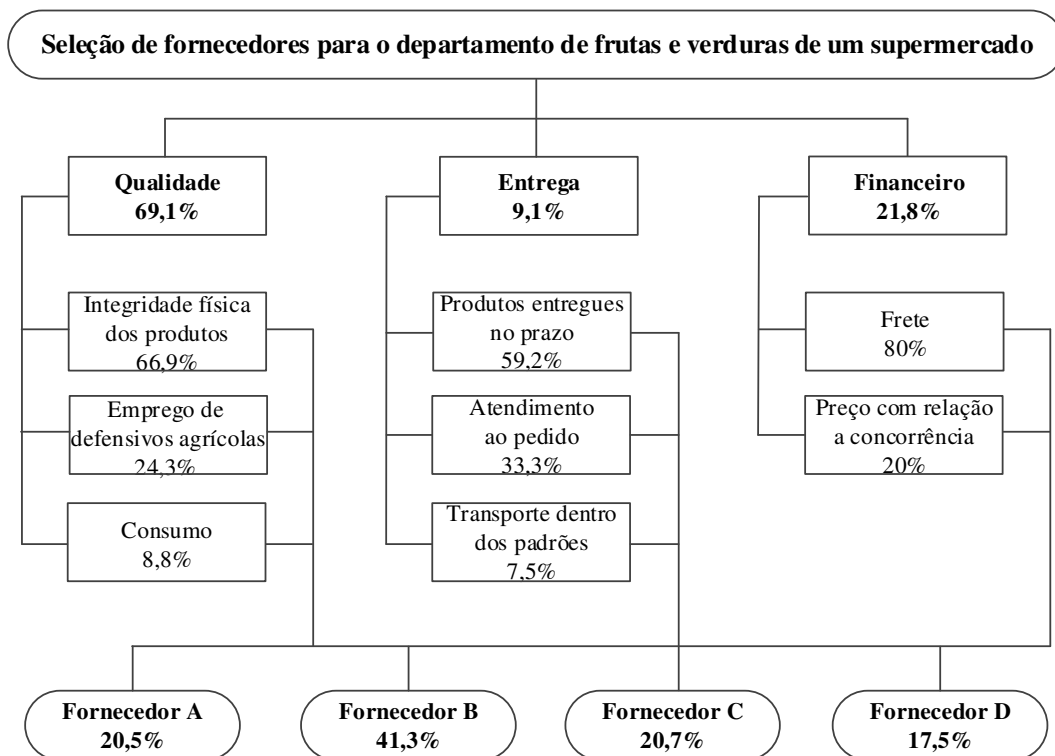


Figura 4 – Julgamentos globais

Os valores das médias obtidas da matriz inicial normalizada relacionados aos critérios, subcritérios e alternativas avaliados pelos especialistas, indicaram o critério qualidade com 69,1%, como sendo o mais importante, tendo o financeiro com 21,8% ocupando a segunda posição e a entrega ficou na terceira posição com 9,1%. A matriz ainda apresentou um *IC* igual a 0,05, que segundo Saaty (1980) pode ser considerada como boa a consistência global apresentada. Em que a sensibilidade dinâmica representa o peso médio de cada critério avaliado, tendo por base os julgamentos dos especialistas por meio de comparação paritária (Figura 5).

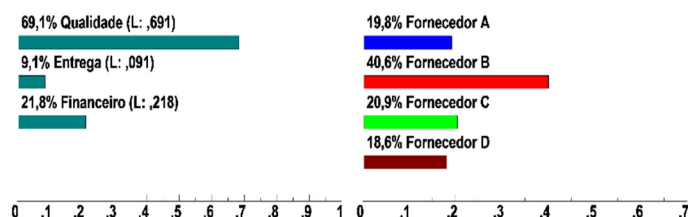


Figura 5 – Gráfico de sensibilidade dinâmica

Com a combinação dos dados, observa-se a um distanciamento dos pesos obtidos, onde a qualidade se destaca com 69,1%, seguida pelo financeiro com 21,8% e entrega com 9,1%, respectivamente. Por conseguinte, observa-se a preocupação dos gestores com a qualidade das frutas e verduras, visando o atendimento aos anseios e expectativas dos órgãos fiscalizadores e da demanda. Neste sentido, o Fornecedor B, apresentou melhores resultados individuais para os subcritérios do critério qualidade, assim como, na análise global.

Também, os dados de análise de performance facilitam o entendimento e identificação dos elementos avaliados que apresentam pesos abaixo da média estimada pelos especialistas, e que podem representar pontos de vulnerabilidade. A partir desta visão, a Figura 6 apresenta uma análise da performance de cada critério, relacionada aos subcritérios e alternativas que compreendem a estrutura hierárquica.

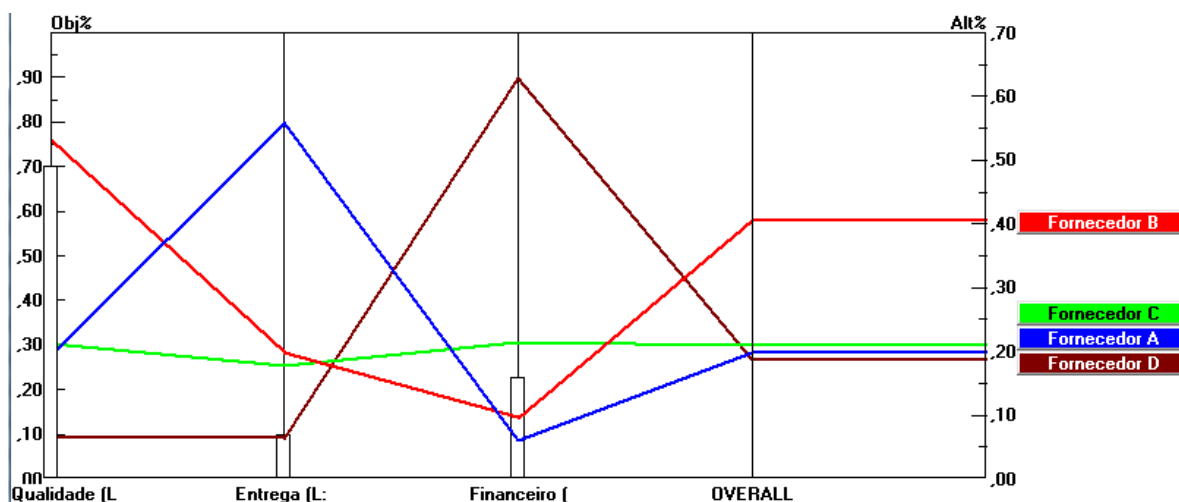


Figura 6 – Performance dos critérios a partir das preferências dos especialistas

Dessa forma, considerando a combinação das informações apresentadas pelos pressupostos anteriores, que podem ser observados nas figuras 4, 5 e 6, o critério qualidade apresenta maior relevância em comparação aos demais, sendo este responsável por atender as expectativas e satisfação dos órgãos fiscalizadores, interveniente e consumidores de frutas e verduras, segundo os critérios levantados neste trabalho.

5. Considerações finais

No contexto competitivo atual em que as organizações se encontram, faz-se necessário o planejamento e elaboração de diferenciais que possam auxiliar a sobrevivência em um mercado em constante transformação. Nesse cenário, os critérios, subcritérios e possíveis alternativas devem ser estabelecidos e revistos quando da avaliação e seleção de fornecedores.

Ao se propor um modelo baseado no método multicritério AHP para selecionar o melhor fornecedor para um supermercado, de maneira geral, ele utiliza matrizes para equalizar uma tomada de decisão, empregando uma relação hierárquica entre os níveis de decisão. Por esta capacidade de agregação de informações, o modelo foi capaz de lidar com múltiplos critérios, permitindo incorporar 11 critérios e subcritérios para avaliar os fornecedores. Assim, concluímos que B é o melhor fornecedor com uma pontuação global de 0,406 prioridade.

Os resultados também permitiram verificar que a qualidade dos produtos é um critério que deve ser priorizado pelas empresas que atuam no setor junto à organização em estudada. Desta forma,

pode-se argumentar que a abordagem realizada conseguiu cumprir o objetivo, segundo os especialistas, além de estar dentro dos padrões desejados pela empresa e da demanda, os resultados alcançados podem ser considerados dentro dos padrões de mercado.

Também, o modelo desenvolvido e apresentado aqui pode ser adaptado à diferentes realidades e contextos que busquem indicar as melhores alternativas para tomadas de decisões que envolvam variáveis que possam ser qualificáveis e quantificadas. Em que o processo de seleção de fornecedores necessita ser reavaliado cotidianamente, observando as necessidades organizacionais e da demanda, caso isso não aconteça poderá ocorrer a perda de competitividade, com uma possível baixa no *market share*.

Agradecimentos

Agradecemos ao Núcleo de Pesquisa em Gestão de Sistemas de Produção - NP GSP da Universidade Federal do Espírito (UFES)/ Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- ACZÉL, J.; SAATY, T. L. *Procedures for synthesizing ratio judgements*. Journal of mathematical Psychology. Vol. 27, n.1, p.93-102, 1983.
- BRASIL. *Vigilância de fatores e risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.
- BRUNO, G. *et al.* AHP-based approaches for supplier evaluation: Problems and perspectives. Journal of Purchasing and Supply Management. Vol. 18, n.3, p.159-172, 2012.
- CHAI, J.; LIU, J.N.K.; NGAI, E.W.T. *Application of decision-making techniques in supplier selection: a systematic review of literature*. Expert Systems with Applications. Vol. 40, n.10, p.3872-3885, 2013.
- DURBACH, I.; LAHDELMA, R.; SALMINEN, P. *The analytic hierarchy process with stochastic judgements*. European Journal of Operational Research. Vol. 238, n.2, p.552-559, 2014.
- KOU, G. *et al.* Evaluation of classification algorithms using MCDM and rank correlation. International Journal of Information Technology & Decision Making. Vol. 11, n.1, p.197-225, 2012.
- LIMA JÚNIOR, F.R.; CARPINETTI, L.C.R. *A comparison between TOPSIS and Fuzzy-TOPSIS methods to support multicriteria decision making for supplier selection*. Gestão & Produção. Vol. 22, n.1, p.17-34, 2015.
- PUTTI, F.F. *et al.* Multivariate analysis of production of perishable goods in the state of São Paulo. Brazilian Journal of Biosystems Engineering. Vol. 8, n. 3, p. 227-233, 2014.
- SAATY, T.L. *A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures*. Journal of Mathematical Psychology. Vol. 15, p.234-281, 1977.
- _____. *Decision making with the analytic hierarchy process*. International journal of services sciences. Vol. 1, n.1, p.83-98, 2008.
- SUBRAMANIAN, N.; RAMANATHAN, R. *A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management*. International Journal of Production Economics. Vol. 138, n.2, p.215-241, 2012.
- TRIANAPHYLLOU, E.; MANN, S.H. *Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges*. International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice. Vol. 2, n.1, p.35-44, 1995.
- UYSAL, H.T.; YAVUZ, K. *Selection of Logistics Centre Location via ELECTRE Method: A Case Study in Turkey*. International Journal of Business and Social Science. Vol. 5, n. 9, p. 276-289, 2014.