

APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP NO PROCESSO DE SELEÇÃO DE FORNECEDORES EM UM EMPREENDIMENTO DE CERRO CORÁ/RN

Leon Antônio Costa Neto¹

Annyelly Virginia Brito²

RESUMO

Este estudo busca estabelecer o *ranking* dos fornecedores de produtos frigoríficos para um empreendimento na cidade de Cerro Corá/RN. O modelo aplicado para seleção de fornecedores foi o AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Para tanto, foi realizado um estudo de caso, de natureza aplicada, abordagem combinada e objetivos descritivos e exploratórios, buscando-se informações sobre características da empresa, bem como definição dos critérios de avaliação dos fornecedores, e em seguida foi aplicado o método AHP. A empresa analisou critérios baseados nos objetivos de desempenho para definição do fornecedor, como qualidade, velocidade, custo, confiabilidade e flexibilidade, classificando essas características como essenciais para que possa oferecer a seus clientes produtos que atendam suas expectativas e subcritérios que apresentam potencial para ser utilizados na seleção dos fornecedores. Concluiu-se que a melhor opção, dentre os fornecedores analisados, é o Fornecedor 1 localizado em Sousa/PB. Como segunda opção, o Fornecedor 3 localizado em Caicó/RN. Ressalta-se que a decisão final em adquirir material destes fornecedores será do gestor.

Palavras-chave: Método multicritério. Tomada de decisão. Objetivos de desempenho.

ABSTRACT

This study seeks to establish the ranking of suppliers of refrigeration products for a project in the city of Cerro Corá / RN. The model applied for selection of suppliers was the AHP (*Analytic Hierarchy Process*). To this end, a case study was carried out, of an applied nature, a combined approach and descriptive and exploratory objectives, seeking information on company characteristics, as well as definition of the evaluation criteria of the suppliers, and then the AHP method was applied. The company analyzed the performance requirements to define the supplier, such as quality, speed, cost, reliability and flexibility, classifying these characteristics as essential so that it can offer its customers products that meet their expectations and sub-criteria that have the potential to be used in the selection of suppliers. It was concluded that the best option, among the analyzed suppliers, is Supplier 1 located in Sousa / PB. As a second option, Supplier 3 located in Caicó / RN. It should be noted that the final decision on purchasing material from these suppliers will be the manager.

Keywords: Multicriteria method. Decision making. Performance objectives.

¹ Discente de Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
leonneto_9@live.com

² Docente de Engenharia de Produção - Universidade Federal Rural do Semi-Árido
annyelly.brito@ufersa.edu.br

1. INTRODUÇÃO

“Todos somos em especial tomadores de decisão” (SAATY, 2008). Para tomar uma decisão, precisamos entender o problema, a necessidade e o objetivo da decisão, os critérios da decisão, seus subcritérios, partes interessadas e grupos afetados e as ações alternativas que devem ser tomadas (SAATY, 2008).

Ainda de acordo com o mesmo autor, a tomada de decisão envolve muitos critérios e subcritérios usados para classificar as alternativas de uma decisão. Não é necessário criar apenas prioridades para as alternativas com relação aos critérios ou subcritérios em condições dos quais eles precisam ser avaliados, para tomar uma decisão pode-se utilizar métodos multicritérios de apoio a decisão.

Um desses métodos é o Método de Análise Hierárquica (AHP – *Analytic Hierarchy Process*) desenvolvido por Thomas Saaty no início da década de 70, para uma análise detalhada através desse método de apoio a decisão, o decisor deverá fazer uma lista contendo os critérios para avaliação e em seguida listar subcritérios. Após verificar todas os critérios e subcritérios, o decisor terá a alternativa que teve melhor desempenho e poderá tomar sua decisão.

Segundo Saaty (2008) tudo o que fazemos consciente ou inconscientemente é o resultado de alguma decisão. As informações que coletamos são para nos ajudar a compreender tais acontecimento, a fim de desenvolver bons julgamentos para que possamos tomar decisões sobre essas ocorrências durante nossas vidas.

No ramo comercial os empresários são constantemente expostos a essas tomadas de decisão, principalmente em relação qual fornecedor escolher. Na maioria dos comércios, a escolha de fornecedores que apresentam em seus catálogos produtos semelhantes, é feita pelo critério do menor preço. Entretanto, produtos com baixo custo podem apresentar baixa qualidade, por exemplo. Assim, é importante manter o trade-off entre os fatores.

Para uma análise detalhada de custo benefício os donos de estabelecimentos comerciais podem utilizar os métodos de apoio a decisão multicritério, para isso o decisor deverá listar critérios para avaliação e em seguida subcritérios.

Pelo que foi exposto, identificou-se o seguinte problema da pesquisa: “Como sintetizar uma análise dos fornecedores que apresentem a melhor classificação dentro dos critérios estabelecidos?”. Assim, fica evidente a necessidade da pesquisa no sentido que a escolha de fornecedores geralmente é feita de forma aleatória.

Diante do exposto, este trabalho tem o seguinte objetivo: desenvolver uma abordagem para seleção de fornecedores, através dos objetivos de desempenho, utilizando o método de análise hierárquica (AHP). O presente artigo definirá o fornecedor com o melhor custo benefício a partir de critérios definidos por: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MCDA (Modelos multicritérios de apoio a decisão)

Métodos multicritérios de tomada de decisão (MCDA) surgiram para dar apoio à decisão, são vistos como ferramentas matemáticas eficazes para resolução de problemas em que existem critérios discordantes.

Segundo Almeida (2013), estes métodos são ferramentas de auxílio à decisão em problemas que envolvem um maior número de critérios considerados na análise. Os problemas abordados pelo MCDA são caracterizados pela existência de um conjunto de alternativas potenciais que devem ser avaliadas cada uma em mais de um critério, onde a probabilidade de uma alternativa apresentar a melhor performance em todos os critérios é reduzida.

Assim, os métodos MCDA são úteis para solucionar problemas que apresentem as seguintes características: indicadores multidimensionais (os indicadores não são expressos na mesma unidade) e (ii) objetivos conflitantes (não se pode maximizar o desempenho da alternativa em todos os indicadores ao mesmo tempo. Vale ainda ressaltar que a abordagem MCDA é baseada em objetivos e no julgamento de valor dos decisores (ROY, 2005).

A grande vantagem da abordagem multicritério reside no fato de que, de uma só vez, vários *trade-offs* entre as alternativas são encontrados, proporcionando assim um conjunto de soluções ótimas, com um nível diferente de compromisso entre os objetivos conflitantes (NICOLINI; ZOVATTO, 2009).

Podemos elencar diversos fatores que irão influenciar na escolha do método, dentre eles podemos destacar o tempo disponível; o esforço requerido por uma dada abordagem; a importância de uma decisão mais precisa; a necessidade de justificar a decisão para outros; o desejo de minimizar conflitos; o problema analisado; o contexto considerado; a racionalidade requerida (compensatória ou não compensatória); a estrutura

do decisor (D); a problemática do problema, dentre outros (ALMEIDA, 2011; ALMEIDA e COSTA, 2003).

Há quatro diferentes problemáticas ou abordagens de problemas em que se podem usar métodos de apoio multicritério a decisão (ROY, 1996): Problemática de escolha (P. α); Problemática de classificação (P. β); Problemática de ordenação (P. γ); e Problemática de descrição (P. δ).

Nesse sentido, Almeida (2011) apresenta uma classificação dos métodos que trabalham a problemática de ordenação: métodos ordinais, métodos de sobre classificação e métodos de agregação aditivos.

Quadro 1 - Classificação dos métodos que trabalham a problemática de ordenação.

Problemática de ordenação	Características	Métodos
Métodos ordinais	Típicos modelos para escolhas sociais. A função de escolha social é uma regra que atribui a cada conjunto de preferências individuais e alternativas um subconjunto de alternativas viáveis.	Lexicográfico, Borda, Condorcet e Copeland
Métodos de sobreclassificação	As preferências do decisor são modeladas utilizando-se relações binárias de superação, S, que significa "pelo menos tão bom quanto"	Família ELECTRE e família PROMETHEE
Métodos de agregação aditivos	Eles consideram uma função valor $v_j(a)$ para cada critério j para a obtenção da função valor global $v(a)$, ou seja, o valor global da alternativa a .	AHP, MACBETH, SMARTS e SMARTER

Fonte: Almeida (2011).

O problema de seleção de fornecedores apresenta uma característica multicritério e trata-se de um modelo aditivo compensatório. Esse problema pode ser tratado com o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), a seção seguinte apresenta o método.

2.2 Método AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

O Processo de Análise Hierárquica é uma técnica de análise de decisão e solução de problemas complexos, envolvendo múltiplos critérios, desenvolvida por Thomas L. Saaty em meados da década de 1970 (Bandeira, Becker, & Rocha, 2010).

O AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é um método eficaz para a tomada de decisão, por identificar a melhor opção dentro das alternativas possíveis e ajudar na determinação de prioridades, considerando aspectos quantitativos e qualitativos. Através da diminuição de decisões complexas a decisões comparativas par a par (BESTEIRO et al., 2009).

O método estudado possui os seguintes princípios: Consistência - Avalia a consistência lógica dos julgamentos usados para determinar as prioridades. Identificação de prioridades - Considera a prioridade relativa de cada critério para obter a melhor alternativa de acordo com os objetivos identificados. Síntese - Permite obter uma apreciação geral da conveniência de cada alternativa. E teste de consistência - Permite a validação da qualidade das informações utilizadas na análise (SAATY, 1994).

Para aplicação do AHP o decisor deverá definir seu objetivo geral e, assim, selecionam os critérios para alcançar sua meta. Os elementos deverão estar em ordem hierárquica formando uma estrutura em forma de árvore, à medida que vão se afastando da raiz os objetivos são mais específicos, os mais distantes representam os critérios para avaliação, desta forma quanto mais genéricos mais altos deverão estar na hierarquia. As alternativas ficam na base da árvore, essa estrutura permite que o decisor foque em todas as partes e no problema (BESTEIRO et al., 2009).

Para se fazer bom uso da escala de prioridades, é necessário a compreensão do que são os julgamentos no método criado por Saaty. Cada nível da estrutura hierárquica é comparado par a par com relação ao nível diretamente superior, sendo assim, as alternativas são comparadas com relação a cada subcritério, os subcritérios são comparados com relação ao seu critério e os critérios são comparados com relação ao objetivo. O grupo de todos esses julgamentos pode ser representado numa matriz quadrada, na qual os elementos são comparados com eles mesmos (Saaty, 2008).

O quadro 2 mostra a escala de comparação utilizada no método, esta determina qual critério ou alternativa é melhor e quão melhor é com relação ao par.

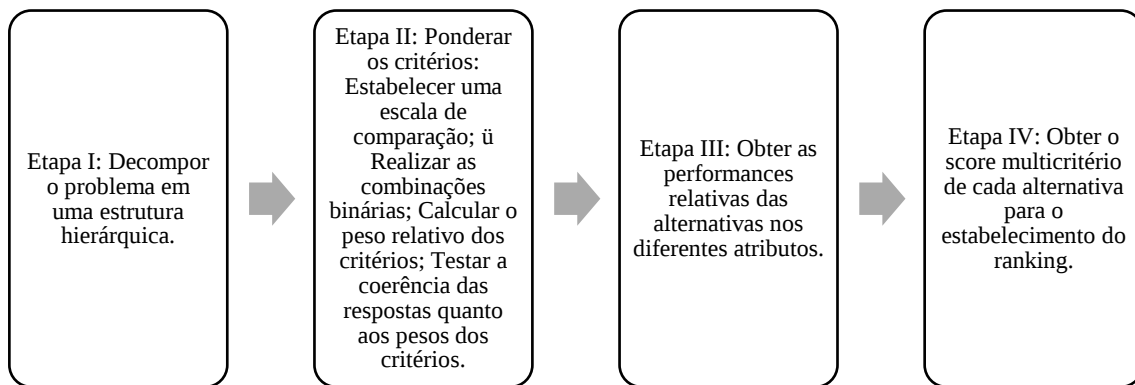
Quadro 2 - Comparações do AHP.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma designação razoável.
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, somente para completar a matriz.

Fonte: Saaty (1994).

Ainda de acordo com o mesmo autor, é apresentado as etapas do método que serão discutidas na Seção – Resultados e Discussões do presente trabalho.

Figura 1- Etapas do Método AHP.



Fonte: Saaty (1994).

A vantagem do método AHP é dar liberdade para o usuário atribuir pesos relativos para múltiplos critérios, ou diversas alternativas para um critério. Como os valores dos julgamentos das comparações paritárias são baseados em experiência, intuição e também em dados físicos, o mesmo pode lidar com aspectos qualitativos e quantitativos de um problema de decisão (SAATY, 1994).

2.3 Seleção de Fornecedores

O processo de “seleção de fornecedores se configura como uma das atividades mais críticas para a gestão de cadeias de suprimentos e influencia diretamente o desempenho das organizações, a qualidade dos produtos gerados”. Bem como, proporciona resultados que influenciam diretamente nos custos de produção e o no tempo de entrega ao consumidor (Lima Junior et al. 2012, p.1).

Para avaliação de fornecedores, além desses aspectos, podem ser levantados diversos outros critérios tangíveis e intangíveis como capacidade tecnológica, compromisso, credibilidade, cultura organizacional, histórico de performances, dentre outros (Viana e Alencar 2012).

Diversas variáveis podem interferir na escolha dos critérios durante o processo de seleção de fornecedores, como a situação específica de compras, que inclui o tipo de relacionamento almejado pela empresa, o tipo de produto a ser comprado, o grau de interação operacional entre as empresas, e os investimentos que serão necessários, o tempo hábil de entrega, e entre outros fatores. A seleção de fornecedores é um processo que quando considera critérios congruente de avaliação, consegue introduzir na cadeia

fornecedores "compatíveis com as expectativas geradas pelas estratégias de suprimentos que ambas as partes desejam construir" (Furtado 2005, p.41).

Diante desse problema para a escolha de fornecedores, a utilização do modelo de escolha multicritérios de apoio a decisão facilitará o decisor a tomada de decisão.

3. METODOLOGIA

3.1 Método da Pesquisa

Com base na proposta inicial do referido trabalho de auxiliar o comerciante na escolha dos fornecedores, serão considerados critérios que apresentaram as melhores opções para a tomada de decisão em relação aos fornecedores que trabalham na região, especificamente vendedores de frios.

Para isso, foi adotado o método multicritérios de apoio a decisão, o Método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process*). desenvolvido por Thomas Saaty no início da década de 70, para uma análise detalhada através desse método de apoio a decisão, o decisor deverá fazer uma lista contendo os critérios para avaliação e em seguida listar subcritérios.

O primeiro passo do estudo foi definir o problema. Neste caso, o problema a ser resolvido é a escolha do melhor fornecedor através dos objetivos de desempenho: qualidade, velocidade, custo, confiabilidade e flexibilidade.

A seleção dos critérios estabelecidos pela empresa é defendidos de acordo com as seguintes justificativas, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Características dos objetivos de desempenho.

QUALIDADE	Qualidade pode significar uma especificação adequada, que o serviço está adequado ao propósito, o que a empresa faz o que é para fazer.
VELOCIDADE	A velocidade indica o tempo do processo da realização do pedido até a entrega, também envolve o tempo de resposta da empresa em relação a problemas com a mercadoria.
CUSTO	A definição de custo para essa situação se dá, através do valor agregado do produto, estratégia para redução de preços e menor custo para o produto.
CONFIABILIDADE	O termo confiabilidade é usado com o significado de manter o compromisso de entrega, respeitar o tempo de entrega estimado ao cliente, sempre apresentar uma proporcionalidade de estoque.
FLEXIBILIDADE	Flexibilidade se refere a habilidade da empresa introduzir produtos novos ao seu catálogo, mudar as datas de entrega assumidas ou planejadas.

Fonte: Adaptado de (SLACK; LEWIS, 2009).

Para iniciar o método de seleção de fornecedores foi preciso solicitar ao responsável pela tomada de decisão para fornecer os julgamentos comparativos para avaliar o desempenho dos fornecedores e o peso de cada critério.

Para o seu desenvolvimento foram identificados na literatura alguns construtos que apresentam potencial para ser subcritérios utilizados na seleção dos fornecedores.

Quadro 4 - Critérios e Subcritérios utilizados na seleção dos fornecedores.

Critérios	Subcritérios
1. QUALIDADE	1.1 Número de defeitos por unidade; 1.2 Nível de reclamação dos clientes; 1.3 Satisfação dos clientes.
2. VELOCIDADE	2.1 Frequência de entrega; 2.2 Tempo de respostas aos clientes.
3. CUSTO	3.1 Valor agregado; 3.2 Estratégia que reduzem os custos; 3.3 Menor custo do produto.
4. CONFIABILIDADE	4.1 Manter os Compromissos com os clientes; 4.2 Processos produzidos e previsíveis; 4.3 Proporção de produtos em estoque.
5. FLEXIBILIDADE	5.1 Variedades de produtos; 5.2 Trocar produtos errados; 5.3 Introduzir novos produtos.

Fonte: Adaptado de (SLACK; LEWIS, 2009).

Dessa forma, realizou-se uma entrevista previamente agendada diretamente com o proprietário, a pessoa responsável pelo departamento de compras e dois funcionários que também tem acesso as compras de mercadorias, houve a participação dessas pessoas, mas a decisão não foi tomada por eles. Essa entrevista teve a duração de três horas e meia aproximadamente. Os entrevistados foram questionados quanto ao processo de avaliação dos fornecedores.

3.2 Caracterização do Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado em uma empresa comercial de conveniência no município de Cerro Corá/RN distante da capital (Natal) cerca de 150km, população estimada de 11 344 habitantes, onde realizou-se uma análise com base na árvore hierárquica que será mostrada mais adiante. Vale ressaltar que a cidade escolhida para a aplicação do método foi devido ser a cidade natal do autor e o mesmo ter fácil acesso aos dados.

O estudo foi feito com três fornecedores, no qual chamaremos F1, F2 e F3 para a preservação de suas identidades, sendo F1 situado na cidade de Sousa/PB, F2 situado na cidade de Parnamirim/RN, F3 situado na cidade de Caicó/RN.

3.3 Classificação da Pesquisa

O estudo pode ser caracterizado, quanto a natureza, como aplicado, pois houve visitas ao empreendimento, com coleta de dados *in loco*, afim de solucionar problemas. Segundo Silva e Menezes (2005), a pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, buscando soluções de problemas específicos.

Apresenta uma abordagem combinada (quali-quantitativa). Segundo Malhotra et al. (2005), o método qualitativo proporciona de forma subjetiva uma melhor visão e compreensão do problema, enquanto que o método quantitativo tem como objetivo quantificar os dados, permitindo que os mesmos sejam submetidos a análises matemáticas.

Quanto aos objetivos, é classificada como exploratória, pois fez-se necessário um levantamento bibliográfico e foram feitas entrevistas. Também é classificada como descritiva, pois houve o uso de técnicas padronizadas para coleta de dados, além de observações sistemática dos processos. Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito. Para Triviños (1987), a pesquisa descritiva pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade.

Com relação aos procedimentos, o trabalho é classificado como estudo de caso, pois trata-se de um estudo específico, onde os resultados obtidos podem servir como base para outros estudos. Triviños (1987), define estudo de caso como uma categoria de pesquisa cujo objeto é fornecer o conhecimento aprofundado de uma realidade delimitada, onde os resultados obtidos podem servir como base para outras pesquisas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de produzir um método consistente, estruturado e que represente de forma transparente o processo de escolha dos fornecedores, o processo foi dividido em quatro etapas: Etapa I: Decompor o problema em uma estrutura hierárquica; Etapa II: Ponderar os critérios; Etapa III: Obter as performances relativas das alternativas nos diferentes atributos; e por fim Etapa IV: Obter o score multicritério de cada alternativa para o estabelecimento do ranking. As etapas serão descritas a seguir e a memória dos cálculos seguem no link:

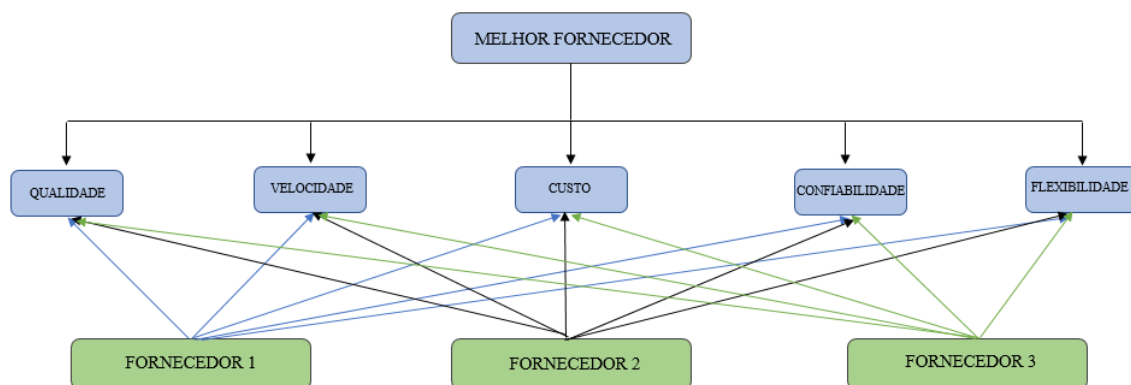
<https://drive.google.com/file/d/1D8TxNtDlkrwZL9Legt6RgfJoCINhXqwV/view>

4.1 Decomposição do problema em uma estrutura hierárquica

A partir da escolha dos critérios para hierarquizar o problema, ou seja, a escolha entre os fornecedores de produtos frigoríficos, o tornamos mais palpável para análise e estudo. O problema foi estruturado em hierarquias sistemáticas, do topo (objetivo geral) para o último nível (fatores mais específicos, usualmente as alternativas).

Para análise dos critérios foi utilizado uma árvore hierárquica, Figura 2, dividida em 3 níveis. O nível 0 (do topo) é definido como o objetivo alvo e representado na árvore hierárquica como a análise do melhor fornecedor; no nível 1 estão os critérios (parâmetros de avaliação) definidos para análise: qualidade, velocidade, custo, confiabilidade e flexibilidade; já no nível 2 são definidas as alternativas (medição da adequação da solução para o critério), neste caso os fornecedores. Cada nó é dividido em níveis apropriados de detalhes.

Figura 2 - Árvore hierárquica de decisão.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Quanto mais critérios, menos importante cada critério individual se torna, e a compensação é feita pela atribuição de pesos para cada critério. É importante certificar-se de que os níveis estejam consistentes internamente e completos, e que as relações entre os níveis estejam claras.

4.2 Ponderação dos critérios

Para iniciar a aplicação do método AHP são dados pesos para os critérios escolhidos, de acordo com sua importância na visão dos *stakeholders* do estudo. Estes foram solicitados a entrar em um consenso a respeito dos critérios escolhidos, dando pesos para cada um deles, de acordo com a importância que é dada para o grupo de *stakeholders*. Os pesos estão expostos no Quadro 2 que apresenta a escala de comparação.

Conforme mostra a Figura 3, é analisado cada um dos subcritérios (Quadro 4), sendo estes comparados par a par. Para a realização da entrevista, foram criadas matrizes quadradas (LxL) formadas pelas comparações binárias, sendo L o número de elementos comparados, a matriz apresentada na figura 03 é estabelecida do modelo.

$$\text{Comparação binária} = X_{ij} \quad (1)$$

$$X_{ij} = \frac{1}{X_{ji}}$$

Figura 3 - Matriz de combinação Binária.

MATRIZ	SC 1.1	SC 1.2	SC 1.3
SC 1.1	1,00	7,00	5,00
SC 1.2	0,14	1,00	0,33
SC 1.3	0,20	3,00	1,00
Total:	1,34	11,00	6,33

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As posições da diagonal serão sempre 1, afinal, um elemento é igualmente importante a ele mesmo. Para preencher os outros elementos da matriz fora da diagonal, fez-se os julgamentos e determinou-se a intensidade de importância de acordo com o Quadro 2, que apresenta a escala de comparações empregadas no método. Para as comparações inversas, isto é, na parte inferior esquerda da matriz, colocam-se os valores recíprocos dos da parte superior direita da mesma.

No caso da Matriz acima, lê-se: SC 1.1 é muito mais importante do que a SC 1.2 e mais importante do que a SC 1.3.

Os valores de X_{ij} foram determinados a partir da escala de comparação apresentada no Quadro 2, então é feita a comparação de importância dos elementos do mesmo nível hierárquico, par a par. esses passos foram realizados para cada subcritério de: qualidade, velocidade, custo, confiabilidade e flexibilidade.

Os mesmos passos foram realizados com os critérios para analisar a prioridades dos mesmos.

Figura 4 - Matriz de combinação Binária - Critérios.

MATRIZ	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
C 1	1,00	6,00	5,00	3,00	7,00
C 2	0,17	1,00	0,33	0,20	3,00
C 3	0,20	3,00	1,00	0,33	5,00
C 4	0,33	5,00	3,00	1,00	3,00
C 5	0,14	0,33	0,20	0,33	1,00
Total:	1,84	15,33	9,53	4,86	19,00

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Em seguida, as matrizes foram normalizadas de acordo com a proposta de Saaty (2008), onde consiste em dividir os elementos das células de cada coluna pelo somatório dos elementos da coluna. Deste modo temos a média de cada linha obtendo os pesos de prioridades. Esses passos foram realizados para cada subcritério de: qualidade, velocidade, custo, confiabilidade e flexibilidade.

Figura 5 - Pesos dos subcritérios.

MATRIZ	SC 1.1	SC 1.2	SC 1.3	Peso:
SC 1.1	0,75	0,64	0,79	72%
SC 1.2	0,10	0,09	0,05	8%
SC 1.3	0,15	0,27	0,16	19%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os mesmos passos foram realizados com os critérios com o propósito de obter os pesos para prioridade.

Figura 6 - Pesos dos critérios.

MATRIZ	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	Peso:
C 1	0,54	0,39	0,52	0,62	0,37	49%
C 2	0,09	0,07	0,03	0,04	0,16	8%
C 3	0,11	0,20	0,10	0,07	0,26	15%
C 4	0,18	0,33	0,31	0,21	0,16	24%
C 5	0,08	0,02	0,02	0,07	0,05	5%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Em seguida, foi testada a coerência das respostas quanto ao peso dos critérios, o AHP não exige que os julgamentos sejam coerentes e transitivos, entretanto Saaty (2008) definiu um índice de coerência (IC):

$$IC = \left(\frac{\sum_j \frac{j^\gamma}{n} - n}{n-1} \right) \quad (2)$$

Para o teste de coerência foi selecionado uma matriz de subcritério, onde foi calculado o λ e γ , que são dados respectivamente pelas equações (3) e (4).

$$\lambda = \sum_j x_{ij} \times W_j \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{\lambda}{W} \quad (4)$$

A figura 7 mostra a matriz de comparação de subcritérios do critério de qualidade, onde foi calculado o λ e γ .

Figura 7 - Teste de coerência das respostas subcritérios.

MATRIZ	SC 1.1	SC 1.2	SC 1.3		Peso		λ		γ
SC 1.1	1,00	7,00	5,00		72%		2,26832		3,13228
SC 1.2	0,14	1,00	0,33		8%		0,24769		3,00202
SC 1.3	0,20	3,00	1,00		19%		0,58567		3,02956

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os mesmos passos foram realizados com os critérios com o propósito de obter a coerência das respostas.

Figura 8 - Teste de coerência das respostas critérios.

MATRIZ	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5		Peso		λ		γ
C 1	1,00	6,00	5,00	3,00	7,00		49%		2,74414		5,61121538
C 2	0,17	1,00	0,33	0,20	3,00		8%		0,4011		5,12526229
C 3	0,20	3,00	1,00	0,33	5,00		15%		0,79794		5,38869413
C 4	0,33	5,00	3,00	1,00	3,00		24%		1,37718		5,81601462
C 5	0,14	0,33	0,20	0,33	1,00		5%		0,24988		5,22461386

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O IC deve ser comparado aos valores críticos obtidos por simulação. Saaty (2008) definiu, por experimentação, uma razão de coerência como a relação entre o índice de coerência calculado na matriz correspondente aos julgamentos do decisor e o índice randômico (IR) de uma matriz da mesma dimensão. Como é mostrado na figura 9.

Figura 9 - Índice Randômico Médio do AHP.

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IA	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte: Saaty (2008).

Na figura 7, a partir do teste de coerência e dos valores de γ (gamma) foi obtido uma média 3,05 e com o uso de três critérios teve um índice randômico (IR) de 0,58.

Figura 10 - Dados para o índice de coerência - Subcritérios.

Média: 3,05
Nº Critérios 3
IR: 0,58

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Na figura 8, a partir do teste de coerência e dos valores de γ (gamma) foi obtido uma média 5,43 e com o uso de cinco critérios teve um índice randômico (IR) de 1,12.

Figura 11 - Dados para o índice de coerência - Critérios

Média:	5,43
Nb Critério	5
IR:	1,12

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Usando a equação (2) do índice de coerência (IC), obtemos os seguintes resultados para os subcritérios apresentados na figura 12 e para os critérios na figura 13.

Figura 12 - Índice de coerência – Subcritérios.

Índice de Coerência (IC):	
IC =	0,02731

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Figura 13 - Índice de coerência – Critérios.

Índice de Coerência (IC):	
IC =	0,10829

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Em seguida, foram calculadas as razões de coerência para os subcritérios e os critérios através da equação (4), mostrados respectivamente na figura 14 e na figura 15.

Figura 14 - Razão de coerência - Subcritérios.

Razão de Coerência:	
RC =	5%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Figura 15 - Razão de coerência - Critérios.

Razão de Coerência:	
RC =	10%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A razão de coerência pode ser interpretada como a probabilidade que a matriz tenha sido completada de forma aleatória, assim, a coerência global é avaliada por meio desta razão de coerência (RC).

Se o índice de coerência for menor do que 10%, então há coerência para seguir com os cálculos do AHP. Se for maior do que 10% é recomendado que a análise seja refeita.

Como apresentado nas figuras 14 e 15, a análise está dentro dos parâmetros por ter uma razão de coerência de 5% e 10%.

Sendo assim, obtemos os pesos finais para os critérios/subcritérios.

Figura 16 - Pesos finais dos critérios e subcritérios.

Critérios	SubCritérios	Pesos
C 1	SC 1.1	35,4%
	SC 1.2	4,0%
	SC 1.3	9,5%
C 2	SC 2.1	1,0%
	SC 2.2	6,9%
C 3	SC 3.1	1,1%
	SC 3.2	9,9%
	SC 3.3	3,8%
C 4	SC 4.1	16,2%
	SC 4.2	1,6%
	SC 4.3	5,8%
C 5	SC 5.1	3,2%
	SC 5.2	0,4%
	SC 5.3	1,2%
Total:		100%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Com isso podemos observar a relevância dos subcritérios, os de maior importância possuem o nível percentual maior.

4.3 Performance das alternativas nos critérios

Através de um procedimento similar ao de definição de pesos dos subcritérios, Figura 3, foram coletados dados, calculados e validados os desempenhos referentes às alternativas nos diferentes critérios.

Na etapa anterior foram comparados os subcritérios par a par dentro de cada critério, já nesta seção foram comparados os subcritérios através de cada alternativa (fornecedores).

Na figura 17 mostra a comparação par a par das alternativas nos subcritérios.

Figura 17 - Comparação par a par das alternativas nos subcritérios do critério da qualidade.

SC 1.1	F1	F2	F3
F1	1,00	7,00	0,20
F2	0,14	1,00	0,14
F3	5,00	7,00	1,00
Total:	6,14	15,00	1,34

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os mesmos passos foram realizados para todos os outros subcritérios.

Após a comparação foram calculados os pesos, as matrizes foram normalizadas de acordo com a proposta de Saaty (2008), dividindo os elementos das células de cada coluna pelo somatório dos elementos da coluna. Deste modo temos a média de cada linha obtendo os scores de prioridades. Esses passos foram realizados para cada alternativa.

Figura 18 – Pesos das alternativas nos subcritérios.

SC 1.1	F1	F2	F3	Score:
F1	0,16	0,47	0,15	0,26
F2	0,02	0,07	0,10	0,06
F3	0,81	0,47	0,75	0,68

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Os mesmos passos foram realizados nos outros subcritérios para obter a performance das alternativas nos subcritérios.

4.4 Obtenção dos scores multicritérios

A avaliação global das alternativas se dá através de pontuações relativas normalizadas e cálculos de consistência das comparações.

Para obter os scores, foi feito o somatório do produto de cada subcritério para cada alternativa, a figura abaixo apresenta tabelas já obtidas nas figuras 16 e 18.

O próximo passo foi estabelecer a posição de cada fornecedor mediante a multiplicação da matriz de prioridades dos critérios pelo vetor de prioridades das alternativas.

Figura 19 - Dados para a obtenção do score multicritério.

Alternativas / Subcritérios	SC 1.1	SC 1.2	SC 1.3	SC 2.1	SC 2.2	SC 3.1	SC 3.2	SC 3.3	SC 4.1	SC 4.2	SC 4.3	SC 5.1	SC 5.2	SC 5.3
F1	0,26	0,33	0,71	0,24	0,08	0,60	0,09	0,68	0,17	0,63	0,35	0,06	0,22	0,28
F2	0,06	0,33	0,07	0,71	0,74	0,08	0,25	0,08	0,63	0,11	0,33	0,26	0,71	0,08
F3	0,68	0,33	0,22	0,06	0,18	0,32	0,66	0,24	0,19	0,26	0,31	0,68	0,07	0,64

PESOS DOS SUBCRITÉRIOS:	35,4%	4,0%	9,5%	1,0%	6,9%	1,1%	9,9%	3,8%	16,2%	1,6%	5,8%	3,2%	0,4%	1,2%
-------------------------	-------	------	------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------	------	------

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Realizada a multiplicação matricial é possível verificar a ordenação dos fornecedores de frios na empresa estudada.

Figura 20 - Score multicritério agregado de cada alternativa.

Alternativas	Score Multicritério
F1	0,29
F2	0,16
F3	0,19

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Com base nos resultados, obtemos que o fornecedor 1 é a melhor alternativa seguido do fornecedor 3.

Os responsáveis pelas compras confirmaram que mantém relações comerciais com os 3 fornecedores, tendo maior relação com o 1 e 3, pelo fato dessas empresas entregar semanalmente, enquanto o fornecedor 2 só faz entrega quinzenalmente.

5. CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi atingido, onde fizemos uma classificação dos fornecedores de produtos frigoríficos para um comércio em Cerro Corá/RN.

Foi observado que para as decisões diárias e o bom funcionamento dos comércios é essencial determinar os fornecedores obedecendo os critérios de avaliação para a escolha da melhor alternativa, visto que essa decisão impacta diretamente nas vendas dos produtos.

Para o auxílio no processo de decisão de fornecedores, as empresas podem contar com vários métodos de apoio, como o caso do AHP (Análise Hierárquica de Processos) que pode ser aplicado mediante alternativas e critérios bem definidos.

Para a empresa analisada concluiu-se que a melhor opção, dentre os fornecedores analisados, é o fornecedor 1 localizado em Sousa/PB. Como segunda opção, o fornecedor 3 localizado em Caicó/RN. Vale também ressaltar que a decisão de adquirir ou não os produtos destes dois fornecedores dependerão do responsável pelas compras.

O método auxilia no processo de tomada de decisão, porém, a decisão final é do responsável pelas compras. Os métodos de auxílio à decisão dão um caminho para que o tomador de decisão possa seguir, ele indica uma solução para um cenário montado pelo próprio tomador de decisão.

O estudo apresentado neste artigo é de grande importância, visto que confirma que o método AHP é eficiente para auxiliar na tomada de decisão de assuntos diversos.

Além disso, justifica a utilização do mesmo por ser de fácil adaptação ao cenário que será montado, além de entre os outros métodos de auxílio à tomada de decisão, o AHP ser de relativa fácil montagem e compreensão de seus resultados.

Este método também é totalmente adaptável às necessidades do tomador de decisões, a qualquer momento, o mesmo pode adaptar os critérios, e os pesos dados a cada um deles.

Quanto as dificuldades encontradas, podemos relatar o fato dos *stakeholders* precisarem entrar em um consenso, o que levou um pouco mais de tempo e como sugestão de trabalhos futuros, existe a possibilidade de fazer o mesmo para todas as áreas do estabelecimento e assim tentar trabalhar com os melhores fornecedores e não ter problemas com os clientes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. C. S. Modelo de decisão multicritério para a priorização de sistemas de informação com base no método PROMETHEE. *Gestão e Produção*, v. 9, p. 201-214, 2003.

BANDEIRA, D. L., BECKER, J. L., & ROCHA, A. K. (2010). Sistemática multicritério para priorização de embarques marítimos. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, 11(6), 107-130.

BESTEIRO, Andreia Mingroni et al. A Utilização do método AHP para traçar, como ferramenta para o auxílio a decisão de um candidato, a escolha de um curso de engenharia. 2009. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/226_Artigo_-_AHP_Engenharia.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2019.

Furtado, G. A. P. (2005). Critérios de seleção de fornecedores para relacionamentos de parceria: um estudo em empresas de grande porte. 131p. Dissertação [Mestrado em Administração], Universidade de São Paulo- USP.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

Lima Junior, F. R., Cervi, A. F. C., e Carpinetti, Luiz Cesar R. (2013). 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. Anais...XX Simpósio de Engenharia de Produção-SIMPEP.

MALHOTRA, Naresch K. ROCHA, I.; LAUDISIO, MC; ALTHEMAN, E.; BORGES, FM Introdução à pesquisa de marketing. 2005.

NICOLINI, M.; ZOVATTO, L. Optimal Location and Control of Pressure Reducing Valves in Water Networks. *Journal of Water Resources Planning and Management-Asce*, v. 135, n. 3, p. 178-187, 2009. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2009\)135:3\(178\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2009)135:3(178))

ROY, B. Multicriteria methodology for decision aiding, Kluwer Academic Publishers, London, 1996.

SAATY, T.L. (2008) ‘Decision making with the analytic hierarchy process’, *Int. J. Services Sciences*, Vol. 1, No. 1, pp.83–98.

SAATY, T. L. “How to make a Decision: The Analytic Hierachy Process”. *Interfaces*, v.24, n.6, p.19-43, 1 nov 1994.

SILVA, L. S.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Manual de orientação. Florianópolis, 2001. Disponível em:
<<http://www.scribd.com/doc/2367267/DA-SILVA-MENEZES-2001-Metodologia-da-pesquisa-e-elaboracao-de-dissertacao>> Acesso em: 14 de dez. 2019.

SLACK, N.; LEWIS, M. Estratégia de operações. 2. ed. Bookman: Porto Alegre, 2009.

TRIVINÕS, Augusto NS. Introdução à pesquisa em ciências sociais. A pesquisa, 198