

UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE HIERARQUICA DE PROCESSOS (AHP) PARA DEFINIÇÃO DE ROTAS

Yasmin Nunes Alves (UFF) yasminnunesalves@gmail.com
Luiz Gustavo Cafiero Marcolino gust_caf@hotmail.com

Resumo

Devido as constantes mudanças no cenário econômico, atrelado ao aumento significativo do número de empresas que prestam serviços similares, cada vez se torna mais importante manter-se competitivo no mercado, em busca de melhoras contínuas nos processos, visando maior agilidade nos serviços prestados, além de redução e otimização de custos. Com este propósito, definir rotas, se torna essencial para a diminuição dos custos logísticos, para isso, o método Análise Hierárquica do processo é utilizado objetivando a seleção da rota mais adequada para o atendimento dos critérios empresariais, auxiliando nas tomadas de decisão, sem que sejam necessários investimentos de grande porte coma certeza que as melhores decisões foram tomadas.

Palavras-Chaves: *Multicritérios de Decisão, Análise Hierárquica do processo (AHP), rotas logísticas.*

1. Introdução

As atividades logísticas de uma empresa têm grande influência nos seus resultados, por isso, devem ter a devida atenção dentro da gestão empresarial. Os custos de estoque e transporte têm grandes predomínio no gasto logístico, dessa forma, a tomada de decisão para a redução dos mesmos, tem sido grande aliada dos gestores. Nesse contexto, faz-se necessário a definição de rotas adequadas para distribuição de produtos, de maneira a reduzir custos de transporte e diminuir estoques, contribuindo assim, para a redução dos gastos logísticos.

Em cenários complexos, “a tomada de decisão deve buscar uma opção que apresente o melhor desempenho, a melhor avaliação, ou o melhor acordo entre as expectativas do decisor, considerando a relação entre os elementos.” (Marins; Souza; Barros, 2009). Para isso, os diversos métodos multicritérios, conferem, de acordo com Iañes e Cunha (2006) clareza e transparência.

Gomes, Araya e Carignano (2011) afirmam que o método de a Análise Hierárquica (AHP) divide o problema em níveis hierárquicos, facilitando a sua compreensão e complementam que o AHP considera os julgamentos e importâncias atribuídas, tanto a critérios qualitativos, quanto quantitativos, o que promove a ampla utilização do mesmo.

Dessa forma, essa pesquisa tem como objetivo a aplicação do método AHP, para definição da rota logística, através do estudo de uma franquia de produtos cosméticos, com lojas em três cidades distintas, mais adequada para atender às necessidades do grupo de lojas.

Para isso, o artigo é composto por essa introdução; revisão da literatura; método; o estudo de caso; e por fim, as considerações finais.

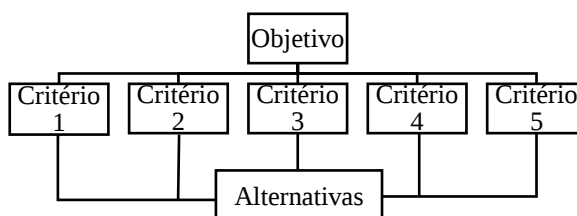
2. O Método de Análise Hierárquica

O método de análise hierárquica, de acordo Costa (2006), promove a seleção de alternativas adequadas em um processo, levando em consideração critérios definidos pelas partes interessadas. Costa, Correia e Souza (2010), complementam que o a comparação das alternativas é realizada a partir da importância relativa dos critérios, determinando, então, um *ranking* das alternativas. Para isso, Saaty (1987) afirma que, para execução do método devem ser definidos o problema, critérios e subcritérios e as partes interessadas, podendo então, realizar a execução, como as etapas descritas no item 2.2.

2.1. Etapas do Método AHP

A execução do método AHP, é constituída por quatro etapas. A primeira etapa, é descrita por Padovani (2007) como a definição do problema, critérios, que em seguida, são, organizadas de forma hierarquica, como na apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura Hierárquica AHP



Fonte: Adaptado de Padovani (2007)

A próxima etapa é indicada por Marins, Souza e Barros (2009), como a definição de prioridades, onde é elaborada a matriz paritária, que julga os critérios, de acordo com a escala numérica de Saaty (1987), apresentada no Quadro 1, estabelecendo assim, a prioridade relativa dos critérios.

Quadro 1 – Escala Fundamental de Saaty

Grau de Importância	Definição
1	Igual importância
3	Importância pequena de uma sobre a outra
5	Importância grande ou essencial
7	Importância muito grande
9	Importância absoluta
2,4,6,8	Valores Intermediários

Fonte: Adaptado de Saaty (1987)

Entende-se que é de grande importância realizar a normalização e a verificação da razão de consistência das matrizes. Uma inconsistência é considerada aceitável, como destacado por Gomes, Araya e Carignan (2011), quando menor que 0,10. Caso esse valor não seja atingido, deve retornar a etapa anterior do processo, seguindo apenas quando o valor aceitável for atingido.

O último passo, relaciona as alternativas entre si, de acordo com cada critério e subcritério estabelecido, tendo em vista que os valores de priorização de cada nível, já foi definido. Dessa forma, é possível determinar o vetor prioridade para cada alternativa, definindo assim a alternativa mais adequada.

Nesse contexto, para a execução do estudo, o método AHP, será executado, seguindo as etapas descritas por Neto, Oliveira, *et al.* (2015):

- Definição do problema;
- Decomposição em critérios;
- Comparação dos critérios;
- Comparação entre alternativas.

Definindo então, a alternativa de rota mais adequada para o caso analisado.

2.2. Definição de rotas

A definição de rotas adequadas, garante a empresa uma otimização de seus recursos, e redução dos custos logísticos, que em relação ao transporte não são apenas relacionados à distância, mas como afirmado por Ojima *et al.* (2007), são ocasionados também independentemente do deslocamento, como manutenção do veículo, e disponibilização do operador, que no caso analisado é de grande destaque.

Santos (2010) destaca que o roteamento é uma das principais atividades logísticas, e para a definição de uma rota adequada, deve-se ter ciência de diversos aspectos e parâmetros pré estabelecidos, como distância, velocidades média, restrições da via, entre outros. E que a partir de ferramentas das mais diversas áreas, como pesquisa operacional, tecnologia da informação, e como no caso desse estudo, auxílio multicritério a decisão, é possível, determinar, a rota mais adequada perante os critérios e necessidades da empresa.

3. Metodologia

Para este trabalho, foi utilizado o método exploratório, através de um estudo de caso, onde, para a coleta de dados, foram realizadas reuniões com os responsáveis pela atividade na empresa. Os dados foram consolidados e avaliados a partir do método AHP, definido por Saaty(1987).

4. Estudo de Caso

Uma franquia de pequeno porte de produtos de beleza, recebe seus produtos em sua sede, localizada no centro de uma cidade na região dos lagos, e distribui os produtos para suas outras três lojas localizadas na região, uma na mesma cidade e as outras duas, em cidades vizinhas.

Tal distribuição é realizada três vezes na semana, de acordo com pedidos e demandas dos estoques de cada loja, onde o transporte sai da sede em direção a loja 4, entregando produtos e recolhendo materiais nas outras duas lojas, existindo quatro possíveis rotas para execução do transporte.

Entender qual a rota mais adequada, faz-se necessário, não apenas para redução de custos, mas principalmente na redução de tempo, em vista que o transporte e o funcionários disponíveis executam outras atividades na empresa. Para isso, é realizada uma reunião com as partes interessadas, definindo os critérios distância, qualidade da via, segurança e tráfego para análise das rotas.

A distância percorrida, tem influência direta na rota e no gasto com combustível; a qualidade da via resulta diretamente em gastos com manutenção do veículo e influi riscos de acidentes; a segurança trata não apenas da direção segura, mas de aspectos como roubo de carga e veículos; e o tráfego, tem como subcritérios, o tempo, a velocidade média do percurso e o grau de congestionamento, que atuam diretamente na disponibilidade do veículo e do colaborador, aspecto destacado como relevante pelas parte interessadas. Os dados referentes a cada rota estão apresentados na Tabela 1.

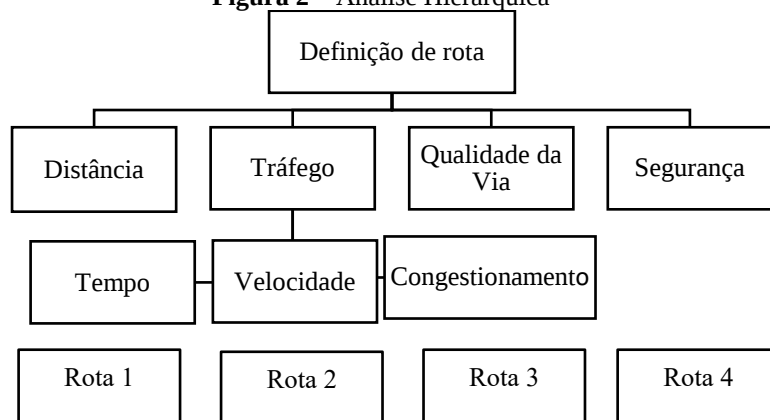
Tabela 1 – Dados rotas

Critério/Rota	1	2	3	4
Distância	52 Km	45 Km	70 Km	60 Km
Qualidade da Via	Ótima	Média	Boa	Ruim
Segurança da Via	Média	Média	Ótima	Ruim
Tempo	1:30 h	1:10 h	2:00 h	1:30 h
Velocidade Média	35 Km/h	38,5 Km/h	40 Km/h	40 Km/h
Congestionamento	Médio	Médio	Alto	Baixo

Fonte: Autoria Própria

Para análise hierarquica ,forom considerados os critérios e subcritérios estabelecidos, e as quatro rotas disponiveis para análise, construido o modelo hierarquico apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Analise Hierárquica



Fonte: Autoria Própria

4.1 Comparação dos Critérios

Seguindo com a utilização do método AHP, é criada a a matriz de comparação dos critérios, apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz de Comparação dos Critérios				
Critérios	Distância	Tráfego	Qualidade	Segurança
Distância	1	1/7	1/3	1/5
Tráfego	7	1	5	3
Qualidade	3	1/5	1	1/3
Segurança	5	1/3	3	1

Fonte: Autoria Própria

Após normalização , são obtidas as seguinte informações para os critérios. 0,056 para distância, 0,564 paratráfego, 0,118 para qualidade da via e 0,263 para segurança, obtendo assim a ordem de prioridade para os critérios: tráfego, segurança, qualidade da via e distância. Vale ressaltar, que para essa matriz foi encontrada inconsistência 0,04, estando dentro do padrão estabelecido.

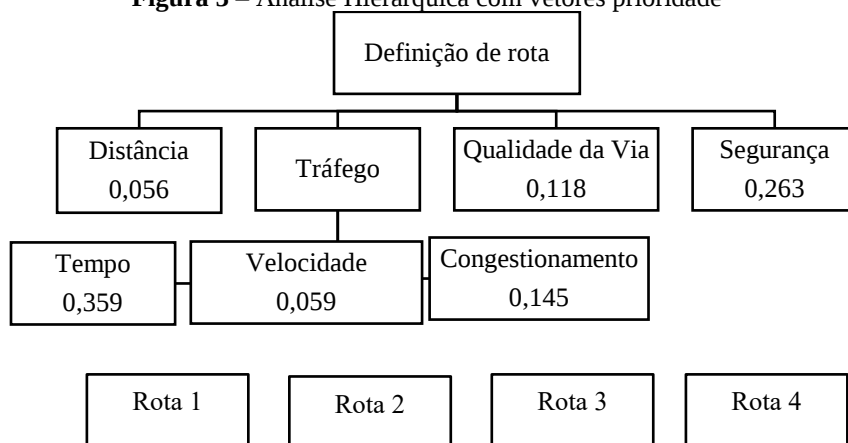
A matiz de comparação dos subcritérios do tráfego, é indicada na Tabela 3.

Tabela 3 – Matriz de Comparação dos Subcritérios de Tráfego			
Subcritérios	Tempo	Velocidade	Congestionamento
Tempo	1	5	3
Velocidade	1/5	1	1/3
Congestionamento	1/3	3	1

Fonte: Autoria Própria

Dessa forma , as prioridades obtidas para os subcritérios são 0,637 para o tempo; 0,105 para velocidade média e 0,258 para congestionamento. Um aspecto importante a ser destacado é que tais valores devem ser multiplicados pela prioridade relativa do tráfego, obtendo os valores reais de prioridade dos subcritérios. Incosistência 0,033, aceitavel.

Posto isso, é possível apresentar a análise hierarquica com os valores de prioridade para os critérios e subcritérios, na Figura 3.

Figura 3 – Análise Hierárquica com vetores prioridade


Fonte: Autoria Própria

4.2 Comparação das Alternativas

As alternativas são comparadas levando em consideração cada critério e subcritério. As matrizes de comparação são expostas nas Tabelas 4 à 9, apresentadas abaixo.

Tabela 4 – Matriz de Comparação das Alternativas segundo a Distância

Alternativas	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
Rota 1	1	1/3	5	3
Rota 2	3	1	7	5
Rota 3	1/5	1/7	1	1/3
Rota 4	1/3	1/5	3	1

Fonte: Autoria Própria

Em relação a distância, obteve-se prioridades 0,263 para a rota 1; 0,564 para a rota 2, 0,055 para a rota 3 e 0,118 para a rota 4.

Tabela 5 – Matriz de Comparação das Alternativas segundo ao Tempo

Alternativas	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
Rota 1	1	1/3	3	1
Rota 2	3	1	5	3
Rota 3	1/3	1/5	1	1/3
Rota 4	1	1/3	3	1

Fonte: Autoria Própria

Para o tempo, as prioridades encontradas foram 0,201 para a rota 1; 0,520 para a rota 2, 0,078 para a rota 3 e 0,201 para a rota 4.

Tabela 6 – Matriz de Comparação das Alternativas segundo a Velocidade

Alternativas	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
Rota 1	1	1/3	1/5	1/5
Rota 2	3	1	1/3	1/3
Rota 3	5	3	1	1
Rota 4	5	3	1	1

Fonte: Autoria Própria

As prioridades quanto a velocidade são 0,067 para a rota 1; 0,151 para a rota 2, 0,391 para a rota 3 e 0,391 para a rota 4.

Tabela 7 – Matriz de Comparação das Alternativas segundo o Congestionamento

Alternativas	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
Rota 1	1	1	1/3	1/5
Rota 2	1	1	1/3	1/5
Rota 3	3	3	1	1/3
Rota 4	5	5	3	1

Fonte: Autoria Própria

Em comparação ao congestionamento teve-se prioridades 0,096 para a rota 1; 0,096 para a rota 2, 0,249 para a rota 3 e 0,558 para a rota 4.

Tabela 8 – Matriz de Comparação das Alternativas segundo a Qualidade da Via

Alternativas	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
Rota 1	1	5	3	7
Rota 2	1/5	1	1/3	5
Rota 3	1/3	3	1	3
Rota 4	1/7	1/5	1/3	1

Fonte: Autoria Própria

Em referência a qualidade da via, as prioridades encontradas foram 0,573 para a rota 1; 136 para a rota 2, 0,235 para a rota 3 e 0,056 para a rota 4.

Tabela 9 – Matriz de Comparação das Alternativas segundo a Segurança

Alternativas	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
Rota 1	1	1	1/3	3
Rota 2	1	1	1/3	3
Rota 3	3	3	1	5
Rota 4	1/3	1/3	1/5	1

Fonte: Autoria Própria

Tendo em consideração a segurança, obteve-se com prioridades 0,201 para a rota 1; 0,520 para a rota 2, 0,520 para a rota 3 e 0,078 para a rota 4.

Vale ressaltar, que todas as matrizes foram normalizadas e tiveram inconsistência menores que 0,1, portanto, os valores são aceitáveis para análise.

4.3 Resultados

Para definição dos resultados, Gomes, Araya e Carignano (2011) determinam que o índice de prioridade final de cada alternativa é obtido através do somatório os valores obtidos em cada análise das alternativas multiplicado pelo peso do seu respectivo critério. Assim sendo, os resultados obtidos estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10 – Resultados

Alternativas	Prioridade
Rota 1	23%
Rota 2	31%
Rota 3	25%
Rota 4	21%

Fonte: Autoria Própria



Consequentemente a recomendação é a utilização da segunda rota, de maneira a atender os critérios pré definidos.

5. Considerações Finais

A partir da utilização do método de análise hierárquica foi possível determinar que a rota 2 é a mais adequada dentro da preferência de critérios analisadas pelas partes interessadas, alcançando assim o objetivo do trabalho.

Conclui-se então, que a utilização do método AHP facilitou a tomada de decisão, principalmente devido a sua utilização para análise de valores qualitativos, facilitando a hierarquização e análise multicritério, e permitindo então a definição de uma alternativa viável dentro dos parâmetros estabelecidos, podendo ser aplicados nos mais diversos casos, tanto dentro da logística, como em outros ramos que necessite de tomada de decisões complexas.

REFERÊNCIAS

- COSTA, H. G. Auxílio multicritério à decisão: método AHP. **ABEPRO**, Rio de Janeiro, 2006
- COSTA, J. F. D. S.; CORREIA, M. G.; SOUZA, L. T. T. D. Auxílio à decisão utilizando o método AHP - Análise competitiva dos softwares estatísticos. **ENEGEP**, São Carlos, 12 a 15 Outubro 2010.
- GOMES, L. F. A. M. G.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos**. 1ª reimpr.. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- IAÑEZ, M. M.; CUNHA, C. B. D. Uma metodologia para a seleção de um provedor de serviços logísticos. **Revista Produção**, São Paulo, v. 16, p. 394-412, Set/Dez 2006.
- MARINS, C. S.; SOUZA, D. D. O.; BARROS, M. D. S. O USO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP) NA TOMADA DE DECISÕES GERENCIAIS – UM ESTUDO DE CASO. **XLI SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Porto Seguro, 1-4 Setembro 2009. 1778-1788.
- NETO, G. C. D. O. et al. Seleção de operador logístico para transportes de produtos resfriados utilizando AHP para tomada de decisão de multicritério. **ENEGEP**, Fortaleza, 13 a 16 Outubro 2015.
- OJIMA, A. et al. Custo Rodoviário como ferramenta de gerenciamento logístico para o transporte de soja: o caso da rota Barreto-Santos. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 5, p. 64-69, maio 2007.
- PADOVANI, M. Apoio à Decisão na Seleção do Portfólio de Projetos: Uma Abordagem Híbrida Usando os Métodos AHP e Programação Inteira.. **Portfolio The Magazine Of The Fine Arts**, 2007.
- SAATY, R. W. **The Analytic Hierarchy Process** - What it is and how it is used. *Math Modelling*, v. 9, n. 3-5, p. 161-176, 1987.
- SANTOS, K. E. D. LÓGICA MATEMÁTICA APLICADA À DEFINIÇÃO DE ROTAS USANDO DISPOSITIVOS GPS. **ANUÁRIO DA PRODUÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DISCENTE**, Valinhos, SP, v. XII, n. 14, p. 401-412, maio 2009/2010.