



APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP-GAUSSIANO PARA DETERMINAÇÃO DO MELHOR VEÍCULO SEMINOVO A SER ADQUIRIDO ATRAVÉS DE EMPRESA DE CONSULTORIA AUTOMOTIVA PARA UM CLIENTE

Jordan Matheus Barbosa Araújo (UFCG) jordan_barbosa517@hotmail.com
Guilherme Nascimento Araújo (UFCG) guilherme1803gui@gmail.com
Bruno Pereira Diniz (UFCG) brunopereiradiniz046@gmail.com
João Cavalcanti Neto (UFCG) joao.cavalcanti@estudante.ufcg.edu.br
Alexandre Chaves Araújo (UFCG) alexandrechaves879@gmail.com

Resumo

Com o mercado de seminovos e os custos de aquisição de veículos em ascensão, compradores em todo o Brasil encontram dificuldade para determinar qual o melhor veículo para si próprio. Este trabalho tem como intuito principal orientar ao cliente, através do método AHP-Gaussiano, a melhor alternativa de veículo a ser comprado pelo mesmo, justamente uma empresa de consultoria automotiva da cidade de Fortaleza-CE, levando em consideração as inspeções dos veículos pela empresa de consultoria e os critérios do cliente. Foram apresentadas sete alternativas e sete critérios para o início da modelagem pelo AHP-Gaussiano. Por fim, dentro das alternativas disponíveis, após a modelagem do problema, o melhor veículo seminovo a ser adquirido pelo cliente, será o Cronos 1.3 Drive.

Palavras-Chaves: AHP-Gaussiano, Veículos seminovos, Multicritério, Tomada de decisão.

1. Introdução

Com o passar dos anos, os preços de veículos zero quilômetro tem crescido de maneira absurda juntamente com os juros ditos pelos bancos. Com isso, os carros seminovos tem sido uma boa alternativa para quem deseja comprar ou trocar de carro. Segundo pesquisa da FIPE (2022) houve uma alta de 70,8% no mercado de seminovos de até 3 anos.

Com uma nova oportunidade de mercado e uma alta demanda de pessoas leigas sobre o assunto, profissionais do ramo automotivo, se formaram como consultores, que por sua vez, procuram, estudam e indicam veículos para pessoas que não tem tanto tempo de estudar a



fundo e procurar seus veículos de uma forma segura. Até mesmo pelo alto risco de se comprar um carro que já sofreu uma grande batida ou tem alguma questão a se resolver na justiça.

Por conta dessa alta procura dos seminovos, tais veículos passam por constantes aumentos de preço. Com o mercado de seminovos aquecido, consultores automotivos são contratados para dar opções, buscas, avaliações e determinações de veículos aos seus clientes, porém nem em todos os casos o contratante sabe qual carro deve comprar.

Uma empresa de consultoria automotiva na cidade de Fortaleza-CE encontrou uma problemática vinda de um cliente que, por sua vez, não sabia qual veículo adquirir. Levando em consideração que a empresa de consultoria já trabalha com três pilares chaves pré-definidos, que são: Preço, procedência e estado geral, após análise de preço, inspeção de histórico de manutenções e de multas e avaliação estrutural, o veículo é indicado ao possível comprador.

A empresa retratada no estudo trabalha com um banco de dados de veículos que são possíveis opções para um determinado comprador. No caso apresentado, o cliente teve alguns critérios base para o veículo. O comprador queria um veículo popular, sedan, manual, do ano de dois mil e dezenove dentro dos pilares pré-definidos que a empresa determina. Deste modo, todos os veículos hatch' s, SUV' s e afins já são excluídos de possíveis alternativas.

Por fim, este trabalho teve como objetivo selecionar o melhor veículo seminovo a ser adquirido por um cliente, com base no método AHP-Gaussiano.

2. Referencial Teórico

2.1 AHP-Gaussiano

O Método AHP-Gaussian (Analytic Hierarchy Process – Gaussian) é um método multicritério com uma nova abordagem, uma adaptação do método AHP original introduzido por Santos, Costa e Gomes (2021), baseado em uma análise de sensibilidade baseada no fator gaussiano. Dessa forma, ele conseguiu obter um peso de critério a partir dos dados quantitativos de alternativas a critérios relevantes a partir dos dados introduzidos na matriz de decisão (SANTOS; COSTA; GOMES, 2021).

Tal método visa revogar a dependência que aparece na tabela de avaliação entre os critérios, acabando com a necessidade de uma avaliação subjetiva par a par entre os critérios para obtenção dos pesos correspondentes, onde os cálculos levam e chegam na ordem das

alternativas pois decidir está na aplicação dos conceitos de média e desvio padrão (SANTOS; COSTA; GOMES, 2021). A disposição matemática é apresentada com o mesmo princípio lógico do Método AHP Clássico disposto por Saaty (1980). Sua diferenciação também é disposta por conta da não aplicação do conceito da escala de Saaty.

Para Moreira (2021), o AHP-Gaussiano está relacionado e representa a natureza do método compensatório de modo que as características inseridas na matriz de decisão sejam independentes umas das outras e atributos qualitativos são transformados e transformados em atributos quantitativos.

Para seguir a aplicação do método AHP-Gaussiano, deve-se apresentar estas etapas:

1. Estabelecer uma matriz de decisão com “x” alternativas e “y” critérios para que eles sejam analisados. Do mesmo modo, definir se os critérios se apresentam como: Monotônico de benefício (quanto mais, melhor) ou Monotônico de custo (quanto mais, pior);
2. Calcular a média simples de cada alternativa levando em consideração cada critério;
3. Medir o desvio padrão de todos os critérios, de acordo com as alternativas apresentadas;
4. Aferir o fator gaussiano para cada um dos critérios elencados, a fim de normalizar a matriz;
5. Realizar a ponderação da matriz de decisão, realizando a multiplicação do fator gaussiano normalizado por cada critério apresentado;
6. Normalização de resultados;
7. Extração do ranking de alternativas.

Vale ressaltar que para os itens 2, 3 e 4, das etapas elencadas acima, devemos considerar tais equações:

Equação 1: Média aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Equação 2: Desvio padrão

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Equação 3: Fator gaussiano

$$f_{\text{gaussiano}} = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

No método disposto, o decisor tem a tarefa de relacionar as alternativas e critérios, sem que seja necessário ponderar seus valores, baseado na escala fundamental de Saaty. Tal feito torna o método mais confiável, justamente por diminuir momentos tendenciosos durante o processo decisório, se existirem.

2.2 Tomada de decisão

Segundo Harris (2012) o processo e o momento da tomada de decisão a qual os decisores estão frente a um momento onde eles podem ter várias alternativas a serem tomadas, levando em consideração critérios elencados, metas/incertezas onde as mesmas deverão atender um determinado objetivo específico.

Falconi (2014), tendo como base o ciclo PDCA (Plan, Do, Check and Act) dispõe de um método de análise de problema (MASP), ponderado de: Identificação da problemática, observação da problemática, análise da problemática, elaboração do plano de ação, verificação de resultados, padronização de resultados e conclusão.

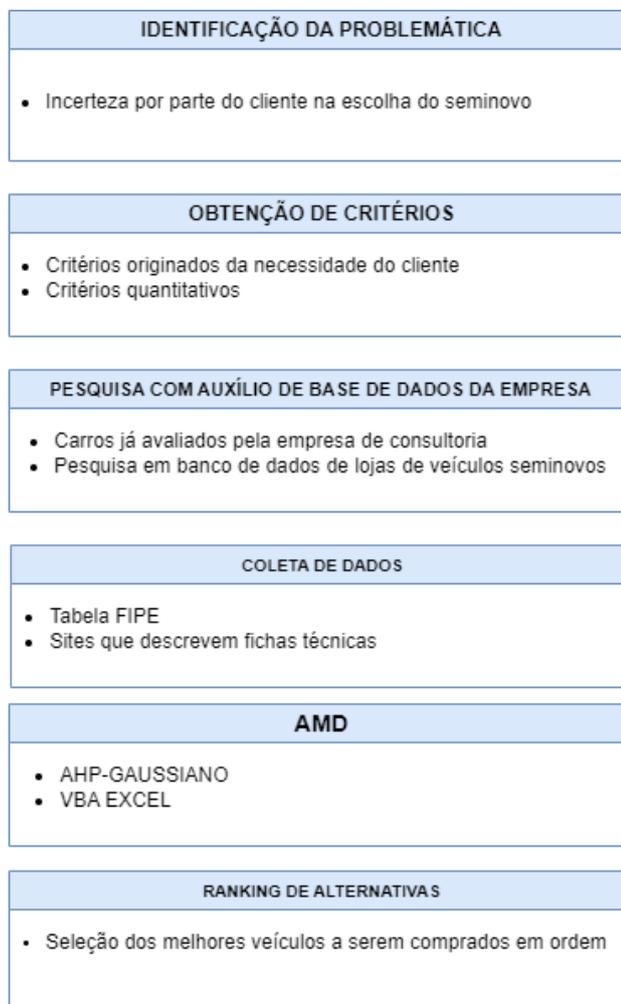
Para Tzeng e Huang (2011) ao se incluir modelos matemáticos para o auxílio na resolução de problemas, é de se propor a sequência lógica: Definir com objetividade o problema, estabelecer relações entre as alternativas, citar os pontos positivos de cada uma das alternativas, selecionar o método a ser utilizado, e aplicar o método.

Por meio do o que foi dito, é notável a avaliação que, seja lá qual tenha sido o método utilizado na resolução do problema enfrentado, o processo de tomada de decisão deve ser única e exclusivamente ordenado pela razão do decisor, para que o mesmo possa encontrar resultados concretos no cenário problema.

3. Metodologia

Este artigo é tratado como uma análise de abordagem quantitativa. A Figura 1 abaixo apresenta o fluxo Metodológico do estudo.

Figura 1 - Fluxo Metodológico



Fonte: Autores (2023)

A primeira etapa da metodologia se deu pela identificação da problemática, que consiste no recebimento da demanda (incerteza) do cliente sobre qual veículo adquirir ao procurar a consultoria automotiva. Tal incerteza se constata pelo grandioso leque de opções de veículos que podem ser adquiridos, sendo eles de luxo ou populares, com determinadas faixas de preço e/ou com custos para se manter os veículos.

A segunda etapa da metodologia se deu pela obtenção dos critérios. Após a chegada da demanda do cliente, o mesmo foi indagado sobre qual a sua necessidade ao se ter um veículo. Tendo em vista que o mesmo, utilizaria o veículo para poder trabalhar e para uso familiar, os critérios elencados pelo mesmo foram: Média de preço (R\$), capacidade de porta-malas (L),

Kit de manutenção básica (R\$), autonomia urbana, capacidade do tanque (L), média de consumo e potência.

Na terceira etapa foram levadas em consideração avaliações veiculares já realizadas cumprindo os critérios dados pelo cliente. Após análise no banco de dados, foi observado que apenas sete alternativas (veículos) se encontravam disponíveis para venda. Por fim, gerou-se a modelagem do problema no Microsoft Excel.

4. Resultados e discussão

4.1. Aplicação do AHP-Gaussiano

Para a modelagem do método AHP-Gaussiano, foram consideradas sete alternativas, vale lembrar que todas já se encontravam no banco de dados da empresa de consultoria e totalmente disponíveis à compra. Foram ditos sete critérios pelo cliente final, de acordo com suas necessidades, para a modelagem, que foram: Média de preço, capacidade de porta-malas, kit de manutenção básico, autonomia urbana, capacidade do tanque, média de consumo e potência.

Figura 2 - Inputs das alternativas de acordo com os critérios

Tipo	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX
	Média de Preço	Capacidade de porta-malas	Kit de manutenção básica	Autonomia urbana	Capacidade de tanque	Média de consumo	Potência
CRONOS 1.3 DRIVE	65694	525	315	595	48	13,6	101
VOYAGE 1.6 MSI	56021	480	382	638	55	12,9	101
COBALT 1.4 LT	58969	563	647	675	54	13,8	98
PRISMA 1.4 LT	66793	500	640	632	54	13,2	98
LOGAN 1.6 16v	50117	510	599	650	50	13,6	115
KA 1.5 SE	55119	445	531	638	51	13,8	128
HB20S 1.6 16v	69394	450	356	575	50	12,8	122

Fonte: Autores (2023)

Os critérios Média de preço e Kit de manutenção básica, são classificados como critérios monotônicos de custo, em outras palavras, quanto menor o valor, melhor será a classificação do critério da alternativa. Por isso, tais critérios devem ser minimizados. Outrossim, os critérios Capacidade de porta-malas, Autonomia urbana, Capacidade de tanque, Média de consumo e Potência são tidos como critérios monotônicos de benefício, logo, quanto maior o valor dado, melhor será a classificação do critério da alternativa. Portanto, estes critérios devem ser maximizados.

A Figura 3 a seguir, mostra a matriz de decisão normalizada do Método AHP-Gaussiano. A partir dela é possível ver os critérios com suas normalizações, variabilidade de cada critério e Fator Gaussiano da amostra geral.

Figura 3 - Matriz de decisão normalizada

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	0,129540254	0,151166139	0,20800462	0,135135135	0,132596685	0,145144077	0,1323722
A2	0,151907632	0,138209041	0,171522134	0,144901204	0,151933702	0,137673426	0,1323722
A3	0,14431341	0,162107688	0,101269637	0,153304565	0,149171271	0,147278549	0,1284404
A4	0,127408822	0,143967751	0,102377274	0,143538496	0,149171271	0,140875133	0,1284404
A5	0,16980301	0,146847106	0,109384733	0,147626618	0,138121547	0,145144077	0,1507208
A6	0,154393539	0,128131299	0,123392571	0,144901204	0,140883978	0,147278549	0,1677588
A7	0,122633332	0,129570976	0,184049031	0,130592778	0,138121547	0,13660619	0,1598952
Média	0,142857143	0,142857143	0,142857143	0,142857143	0,142857143	0,142857143	0,1428571
Desvio Padrão	0,017166794	0,012053725	0,044026619	0,007645927	0,007258816	0,00446153	0,0163696
Fator Gaussiano	0,120167559	0,084376075	0,308186336	0,053521489	0,050811711	0,031230708	0,1145871
Fator G. Norma.	0,157518091	0,110601883	0,403976947	0,070157061	0,06660503	0,040937851	0,1502031

Fonte: Autores (2023)

Por fim, a Figura 4 indica o ranking das alternativas após o processamento de dados e output do Método AHP-Gaussiano. Segundo o AHP-Gaussiano, a ordem de melhor para o pior veículo seria de: CRONOS 1.3 DRIVE, HB20S 1.6 16v, VOYAGE 1.6 MSI, KA 1.5 SE, LOGAN 1.6 16v, COBALT 1.4 LT e PRISMA 1.4 LT.

Figura 4 - Resultado do AHP-Gaussiano aplicado

AHP-G	RANK
0,1652902	1
0,1543095	3
0,1275844	6
0,1224154	7
0,1353148	5
0,1391157	4
0,15597	2

Fonte: Autores (2023)

Da Figura 4 pode-se observar que a melhor alternativa para aquisição de veículo seminovo, foi dada ao CRONOS 1.3 DRIVE. De todo o modo, o método informou que a pior alternativa de seminovo seria o PRISMA 1.4 LT. Com tais dados, o cliente já deve saber qual veículo adquirir.



5. Considerações finais

O trabalho apresentado teve como objetivo selecionar um veículo seminovo para um cliente de uma Consultoria Veicular em Fortaleza – CE através do Método de Decisão Multicritério AHP-Gaussiano. De acordo com o estudo, foram elencadas sete alternativas e informados sete critérios pelo comprador final. Então, após a análise, processamento e output das alternativas dadas pelo AHP-Gaussiano (ordem de melhor para pior) foi informado que a melhor alternativa seria o CRONOS 1.3 DRIVE, em contrapartida, a pior alternativa seria o PRISMA 1.4 LT. Neste sentido, este estudo reforça a importância da utilização de métodos/modelos matemáticos para tomadas de decisões mais assertivas e robustas.

REFERÊNCIAS

BALDINI, Fabio; SANTOS, Marcos.; COELHO, Leandro dos Santos; MARIANI, Viviana Cocco. **AHP-GAUSSIANO em VBA (v.1) 2021.**

Carros na Web. carrosnaweb.com, 2023. Disponível em: <<https://www.carrosnaweb.com.br/default.asp>>. Acesso em 05/01/2023

FALCONI, V. **TQC controle da qualidade total: no estilo japonês.** 9.ed. Falconi: Indg. 2014.

GARCIA, Fernando. **Frota de usados e seminovos tende a crescer nos próximos anos.** Ig.carros, 2022. Disponível em: <<https://carros.ig.com.br/2022-05-30/frota-de-usados-e-seminovos-tendem-a-crescer-nos-proximos-anos.html>>. Acesso em 09/01/2023

HARRIS, R. **Introduction to decision making.** Virtual Salt, 2012.

OLIVEIRA, Rogério. **Carro Perfeito.** carroperfeito.com, 2023. Disponível em: <<https://www.carroperfeito.com.br/>>. Acesso em 07/01/2023

SAATY, T.L. **The analytic hierarchy process.** New York, NY: Pergamon Press, 1988.

SAATY, T.L.; VARGAS, L. G. **Models, methods, concepts application of analytic hierarchy process.** Norwell: Kluwer Academic Publishers. 2001.

TZENG, G. H.; HUANG, J. J. **Multiple attribute decision making: methods and applications.** USA: Sage Publications, 2011.