

ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS RESULTADOS GERADOS POR IAS GENERATIVAS NA APLICAÇÃO DO MÉTODO WASPAS: COMPARAÇÃO ENTRE CHATGPT, GEMINI E DEEPSEEK

Anna Caroline de Azevêdo Barcelos Moratelli (UFF) carolineanna@id.uff.br

Yasmin Nunes Alves (UFF) ynalves@id.uff.br

Francisco de Assis Aguiar Alves (UFF) franciscoalves@id.uff.br

Marcos dos Santos (UFF/EN) marcosdossantos@ime.eb.br

Thiago Fernandes Lima (EN) fernandes_lima81@yahoo.com.br

Carlos Francisco Simões Gomes (UFF) cfsg1@bol.com.br

Resumo

Este estudo analisa a aplicação do método WASPAS (*Weighted Aggregated Sum Product Assessment*) por modelos de Inteligência Artificial Generativa no contexto dos Métodos Multicritério de Apoio à Tomada de Decisão. O problema de pesquisa consiste em verificar se os códigos gerados por ChatGPT Plus 5.2, DeepSeek V3.2 e Gemini 3 reproduzem a formulação clássica de Zavadskas *et al.*, (2012). O objetivo é avaliar a aderência conceitual e a execução matemática das implementações. A metodologia envolveu fundamentação teórica, aplicação do método na plataforma WaspasWeb como referência, uso de *prompt* padronizado nas três IAs e comparação da execução e consistência dos resultados, com dados de 2025 da plataforma Kaggle, considerando 18 veículos elétricos e 10 critérios quantitativos. Os resultados indicam que, embora reconheçam o método como híbrido baseado em WSM e WPM, as IAs não reproduzem integralmente sua formulação, com ausência de cálculos completos e análise de sensibilidade. Conclui-se que seu uso deve ocorrer com validação especializada e integração a ferramentas que assegurem execução matemática completa.

Palavras-Chaves: *ChatGPT, DeepSeek, Gemini, Inteligência Artificial Generativa, WASPAS.*

Abstract

This study analyzes the application of the WASPAS (*Weighted Aggregated Sum Product Assessment*) method by Generative Artificial Intelligence models in the context of Multi-Criteria Decision Support Methods. The research problem consists of verifying whether the codes generated by ChatGPT Plus 5.2, DeepSeek V3.2, and Gemini 3 reproduce the classic

formulation by Zavadskas et al. (2012). The objective is to evaluate the conceptual adherence and mathematical execution of the implementations. The methodology involved theoretical foundations, application of the method on the WaspasWeb platform as a reference, use of a standardized prompt in the three AIs, and comparison of the execution and consistency of the results, with data from 2025 from the Kaggle platform, considering 18 electric vehicles and 10 quantitative criteria. The results indicate that, although they recognize the method as a hybrid based on WSM and WPM, the AIs do not fully reproduce its formulation, with a lack of complete calculations and sensitivity analysis. It is concluded that its use should occur with specialized validation and integration with tools that ensure complete mathematical execution.

Keywords: *ChatGPT, DeepSeek, Gemini, Generative Artificial Intelligence, WASPAS.*

1. Introdução

A tomada de decisão é definida como processo no qual um conjunto de ações é analisado para alcançar solução apropriada para um problema (Gomes e Gomes, 2019). Os Métodos Multicritério de Apoio à Decisão (MCDM) auxiliam na avaliação sistemática de alternativas com critérios conflitantes (Ashok *et al.*, 2022), destacando-se no Leste Europeu métodos como MABAC, MPSI-MARA, SPOTIS, RAFSI, FUCOM e WASPAS (Carvalho et al., 2025).

Este estudo avalia a implementação do Método WASPAS em códigos gerados por modelos de Inteligência Artificial Generativa, especificamente ChatGPT, DeepSeek e Gemini. O objetivo é verificar a aderência dessas implementações à modelagem matemática do WASPAS conforme apresentada no artigo seminal de Zavadskas *et al.*, (2012). Contudo, o estudo não visa apoiar a decisão real de seleção de veículos, sendo empregado apenas como caso de teste computacional para análise comparativa entre método e IA generativa.

O estudo utiliza dados de 2025 da plataforma Kaggle sobre veículos elétricos, sendo empregado como teste computacional. O artigo organiza-se em seis seções: Introdução, Fundamentação Teórica, Metodologia, Estudo de Casos, Discussão dos Resultados e Considerações Finais.

2. Referencial Teórico

O método WASPAS - *Weighted Aggregated Sum Product Assessment*, foi proposto para aprimorar a precisão do ranking, combinando o método WSM - *Weighted Sum Model*, e o WPM - *Weighted Product Model*, que substitui a somatória da multiplicação pela operação do produto

da exponenciação valor-peso (Zavadskas *et al.*, 2012), proporcionando avaliação mais aprofundada das alternativas.

A primeira etapa envolve a inclusão das alternativas, critérios e pesos para elaboração da matriz de decisão. Em seguida, inicia-se o WSM, no qual m representa o número de alternativas, n o número de critérios, w_j a importância relativa do critério e x_{ij} o desempenho da i -ésima alternativa em relação ao j -ésimo critério (Zavadskas *et al.*, 2012).

Assim, a importância relativa da alternativa i é denotada por $Q_i^{(1)}$, conforme a Equação 1:

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j \quad (1)$$

Etapa 2: normalização dos critérios monotônicos de lucro (Equação 2) ou de custo (Equação 3). Em que $\bar{x}_{ij}$ é o valor normalizado de x_{ij} .

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (2)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (3)$$

Etapa 3: Cálculo da importância relativa total da alternativa i , é denotada por $Q_i^{(2)}$, conforme a Equação 4:

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (4)$$

Etapa 4: Cálculo para o critério generalizado, junção da agregação ponderada do método soma e do produto, conforme a Equação 5:

$$Q_i = 0.5 Q_i^{(1)} + 0.5 Q_i^{(2)} \quad (5)$$

Etapa 5: Para aumentar a precisão do *ranking* e consequentemente a eficácia da tomada de decisão, o método propõe o ranqueamento das alternativas, conforme a Equação 12, em que $\lambda = 0, \dots, 1$.

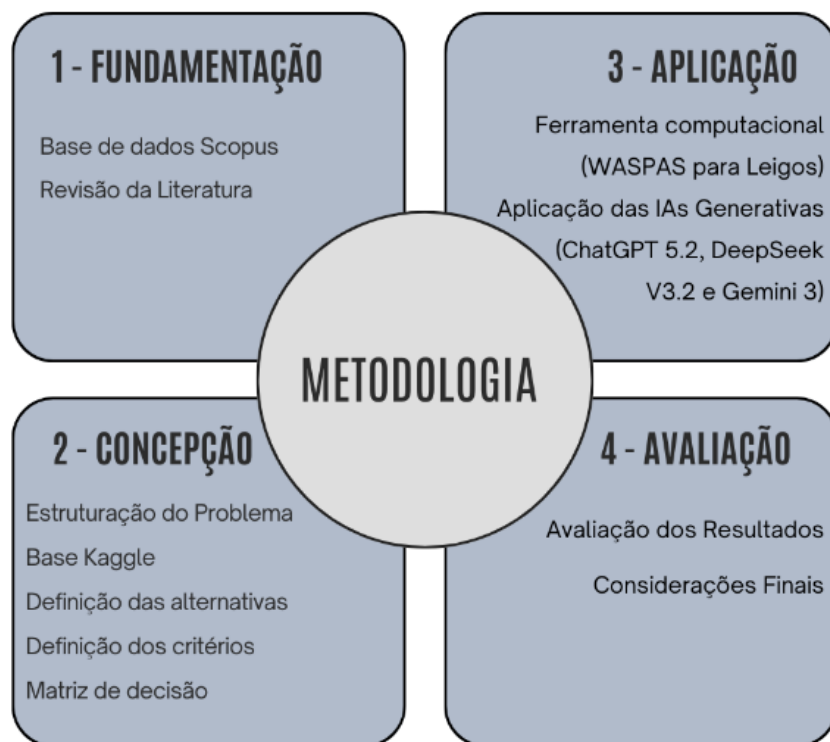
$$Q_i = \lambda \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j}, \lambda = 0, \dots, 1 \quad (6)$$

O método WASPAS avalia a sensibilidade do conjunto de alternativas e critérios por meio do parâmetro (λ), variando entre 0 e 1. A importância relativa total é a média ponderada dos valores obtidos pelos métodos WSM (ponderado por λ) e WPM (ponderado por $1 - \lambda$), quando $\lambda = 1$, considera-se apenas o WSM; quando $\lambda = 0$, apenas o WPM; e com $\lambda = 0,5$, obtém-se à média aritmética da combinação dos dois métodos.

3. Metodologia

A pesquisa adota abordagem mista e exploratória, com aspectos qualitativos e quantitativos (Soares, 2022). O estudo quantitativo analisa dados numéricos, enquanto o qualitativo explora interpretação. A metodologia consiste em quatro etapas, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Metodologia



Fonte: Autores (2026)

A metodologia consiste em quatro etapas: fundamentação teórica; aplicação do método WASPAS na plataforma WaspasWeb; aplicação do mesmo problema às IAs generativas por meio de prompt padronizado; e comparação da aderência conceitual, execução matemática e consistência dos resultados.

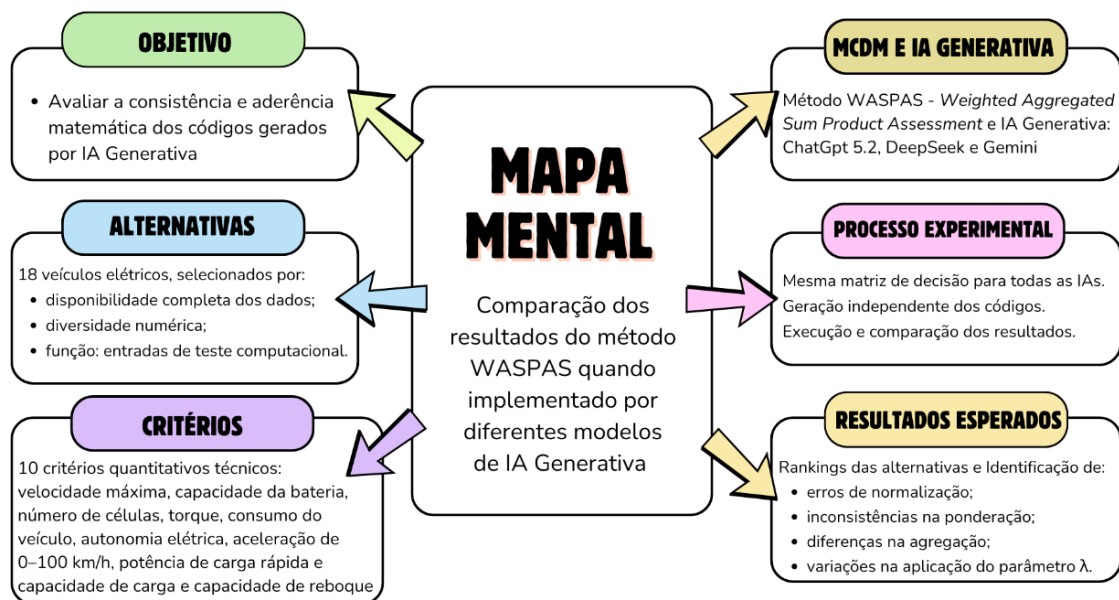
4. Estudo de Casos

4.1 Descrição do Problema

No contexto nacional, o mercado de veículos elétricos apresentou crescimento entre janeiro de 2012 e novembro de 2025, totalizando 587.796 veículos, com participação de 8,33% em 2025, acompanhada da expansão da infraestrutura de recarga (ABVE, 2025). O Brasil conta com 16.880 postos de recarga, sendo 3.937 em São Paulo, 1.139 no Rio Grande do Sul e 1.130 no Rio de Janeiro.

Foram selecionados 18 veículos elétricos, avaliados com base em 10 critérios quantitativos que representam capacidades técnicas, desempenho energético e características operacionais. O problema é empregado como caso de teste computacional para avaliar consistência matemática, aderência algorítmica e convergência dos resultados produzidos pela IA. Para sua estruturação, foi utilizado o mapa mental (Figura 2) para elencar os principais elementos do estudo.

Figura 2 - Mapa Mental



Fonte: Autores (2026)

Os critérios incluem velocidade máxima, capacidade da bateria, número de células, torque, consumo, autonomia elétrica, aceleração, potência de carga rápida, capacidade de carga e capacidade de reboque, classificados como monotônicos de lucro ou custo.

4.2 Matriz de Decisão e Resolução WASPAS

A matriz de decisão foi estruturada na Tabela 1. Para garantir a padronização e a comparabilidade entre os resultados, foram adotados pesos iguais para todos os critérios ($W_j = 0,1$).

Tabela 1 - Matriz de Decisão

Monotonicidade	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX
Peso	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Alternativa	V. Máxima (Km)	Bateria (kWh)	Nº de células	Torque (nm)	Consumo (Wh/km)	Aut.elétrica (km)	Aceleração 0 a 100 km/h	Potência de carga (kW CC)	Cap. Carga (L)	Cap. Reboque (kg)
Audi Q4	160	59,0	216	310	159	325	8,1	110	520	1000
BYD SEAL RWD Comfort	220	61,4	128	380	133	365	7,5	75	400	750
Cadillac Lyriq 600 E4	210	102,0	288	610	192	460	5,3	165	793	1587
Citroen e-SpaceTourer	130	46,3	216	220	217	180	13,3	78	603	1000
Ford Mustang Mach-E	180	91,0	376	675	165	445	4,6	115	519	1500
Genesis GV60 Sport Plus	235	74,0	384	700	159	360	4,0	200	432	1600
Hyundai IONIQ 5	185	60,0	288	350	136	345	8,5	150	520	750
Kia EV6 GT	260	80,0	384	770	178	385	3,5	205	480	1800
Mercedes-Benz EQS 350	210	96,0	360	565	165	570	6,7	130	620	750
NIO EL6 Long Range	200	90,0	96	700	170	435	4,5	135	579	1200
Polestar 2 L R Dual	205	79,0	324	740	142	455	4,5	125	407	1500
Renault 4 E-Tech	150	52,0	184	245	127	315	8,2	70	420	750
Skoda Enyaq Coupe 85	180	77,0	288	545	138	470	6,7	120	570	1000
Subaru Solterra AWD	160	64,0	96	336	154	320	6,9	100	441	750
Tesla 3 LR AWD	201	75,0	4416	493	119	525	4,4	124	594	1000
Toyota PROACE	130	68,0	324	260	204	260	13,3	79	989	1000
Volkswagen GTX	160	86,0	312	560	182	350	6,5	145	1340	1600
Volvo EC40	180	79,0	324	420	146	420	7,3	125	404	1500

Fonte: Adaptado de *Kaggle* (2026)

Os dados foram processados na plataforma WasPasWeb, disponibilizada por Barbara e dos Santos (2023). Os resultados das Tabelas 2, 3, 4 e 5 correspondem exclusivamente à

aplicação do método, sendo utilizados como padrão para comparação dos códigos gerados pelas IAs.

A Tabela 2 apresenta a análise em $\lambda = 0,25$, com maior influência do componente multiplicativo WPM, observando-se redução dos escores WASPAS, especialmente em alternativas com maior dispersão nos valores normalizados.

Tabela 2 - Análise de Sensibilidade WASPAS ($\lambda = 0,25$)

Alternativa	Classificação WSM	Classificação WPM	Classificação WASPAS
Tesla Model 3 LR AWD	0,747	0,724	0,730
Kia EV6 GT	0,757	0,637	0,667
Genesis GV60 Sport Plus	0,707	0,599	0,626
Cadillac Lyriq 600 E4	0,703	0,597	0,624
Polestar 2 LR Dual	0,676	0,567	0,594
Volkswagen GTX	0,666	0,57	0,594
Ford Mustang Mach-E	0,659	0,569	0,592
Mercedes-Benz EQS 350	0,632	0,540	0,563
NIO EL6 Long Range	0,658	0,504	0,543
Skoda Enyaq Coupé 85	0,600	0,512	0,534
Volvo EC40	0,586	0,498	0,52
Hyundai IONIQ 5	0,525	0,447	0,467
Audi Q4	0,488	0,414	0,433
BYD SEAL RWD Conforto	0,505	0,393	0,421
Toyota PROACE	0,456	0,395	0,410
Subaru Solterra AWD	0,478	0,374	0,400
Renault 4 E-Tech	0,443	0,362	0,382
Citroën e-SpaceTourer	0,380	0,326	0,340

Fonte: Autores (2026)

Apesar da mudança dos escores, a ordenação das alternativas permanece igual às outras análises, com o “Tesla Model 3 LR AWD” em primeira posição, confirmando a robustez do WASPAS e a influência do lambda. A Tabela 3 apresenta a ordenação das 18 alternativas considerando $\lambda = 0,5$, no qual os componentes aditivos (WSM) e multiplicativos (WPM) possuem pesos iguais.

Tabela 3 - Análise de Sensibilidade ($\lambda=0,5$) e Ordenação

Alternativa	Classificação WSM	Classificação WPM	Classificação WASPAS	Ordenação
Tesla Model 3 LR AWD	0,747	0,724	0,736	1
Kia EV6 GT	0,757	0,637	0,697	2
Genesis GV60 Sport Plus	0,707	0,599	0,653	3
Cadillac Lyriq 600 E4	0,703	0,597	0,650	4
Polestar 2 LR Dual	0,676	0,567	0,622	5
Volkswagen GTX	0,666	0,570	0,618	6
Ford Mustang Mach-E	0,659	0,569	0,614	7
Mercedes-Benz EQS 350	0,632	0,54	0,586	8
NIO EL6 Long Range	0,658	0,504	0,581	9
Skoda Enyaq Coupé 85	0,600	0,512	0,556	10
Volvo EC40	0,586	0,498	0,542	11
Hyundai IONIQ 5	0,525	0,447	0,486	12
Audi Q4	0,488	0,414	0,451	13
BYD SEAL RWD Conforto	0,505	0,393	0,449	14
Subaru Solterra AWD	0,478	0,374	0,426	15
Toyota PROACE	0,456	0,395	0,425	16
Renault 4 E-Tech	0,443	0,362	0,403	17
Citroën e-SpaceTourer	0,380	0,326	0,353	18

Fonte: Autora (2026)

O “Tesla Model 3 LR AWD” ocupa a primeira posição com pontuação de 0,736, seguido por “Kia EV6 GT” e “Genesis GV60 Sport Plus”. As posições entre a 4ª e a 7ª apresentam valores próximos, enquanto “Renault 4 E-Tech” e “Citroën e-SpaceTourer” ocupam as últimas posições, com pontuações inferiores.

A Tabela 4 apresenta os resultados para $\lambda = 0,75$, cenário em que o componente aditivo (WSM) tem maior influência.

Tabela 4 - Análise de Sensibilidade ($\lambda=0,75$)

Alternativa	Classificação WSM	Classificação WPM	Classificação WASPAS
Tesla Model 3 LR AWD	0,747	0,724	0,741
Kia EV6 GT	0,757	0,637	0,727
Genesis GV60 Sport Plus	0,707	0,599	0,680

Cadillac Lyriq 600 E4	0,703	0,597	0,677
Polestar 2 LR Dual	0,676	0,567	0,649
Volkswagen GTX	0,666	0,57	0,642
Ford Mustang Mach-E	0,659	0,569	0,637
NIO EL6 Long Range	0,658	0,504	0,620
Mercedes-Benz EQS 350	0,632	0,540	0,609
Skoda Enyaq Coupé 85	0,600	0,512	0,578
Volvo EC40	0,586	0,498	0,564
Hyundai IONIQ 5	0,525	0,447	0,505
BYD SEAL RWD Conforto	0,505	0,393	0,477
Audi Q4	0,488	0,414	0,469
Subaru Solterra AWD	0,478	0,374	0,452
Toyota PROACE	0,456	0,395	0,441
Renault 4 E-Tech	0,443	0,362	0,423
Citroën e-SpaceTourer	0,380	0,326	0,367

Fonte: Autores (2026)

A ordenação do ranking permanece a mesma, com variações pontuais nas posições intermediárias e aumento dos escores do WASPAS, reforçando a estabilidade do método frente a variações de λ e a transição entre os regimes aditivo e multiplicativo.

Nas etapas seguintes será utilizado o mesmo prompt, simples e direto, nas três ferramentas de IA Generativa, para avaliar a aderência do código aos resultados do WASPAS, simulando usuário que não domina a formulação matemática do método.

4.3 Prompt para Avaliação da Aderência dos Códigos Gerados pelas IAs

“Aplice o método WASPAS (*Weighted Aggregated Sum Product Assessment*) para resolver o problema de tomada de decisão apresentado a seguir. Considere a matriz de decisão fornecida na imagem, contendo alternativas e critérios quantitativos. Realize todas as etapas necessárias do método WASPAS, demonstrando os cálculos realizados, e apresente a ordenação final das alternativas.”

4.4 Aderência do Código Gerado pelo ChatGPT Plus 5.2 à Formulação do Método WASPAS

Resposta do ChatGPT:

[A seguir apresento a aplicação completa, estruturada e executiva do método WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) ao problema de decisão proposto, com foco em clareza metodológica, rastreabilidade dos cálculos e entrega objetiva do ranking final, conforme boas práticas acadêmicas e decisórias.]

1. Estrutura do problema decisório

Alternativas: 16 modelos de veículos elétricos

Critérios: 10 critérios quantitativos

Pesos: todos iguais (0,1)

Tipo de critério:

Benefício (MAX): Autonomia (km), Bateria (kWh), N° de células, Torque (Nm), Autonomia elétrica (km), Potência de carga (kW CC), Capacidade de carga (L), Capacidade de reboque (kg).

Custo (MIN): Consumo (Wh/km), Aceleração 0–100 km/h (s).

2. Normalização da matriz de decisão

2.1 Critérios de benefício (MAX)

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (7)$$

2.2 Critérios de custo (MIN)

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad (8)$$

Resultado: matriz normalizada adimensional, com todos os valores entre 0 e 1.

3. Modelo aditivo ponderado (WSM)

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij} \quad (9)$$

Como os pesos são iguais:

$$Q_i^{(1)} = 0,1 \sum_{j=1}^{10} w_j \cdot r_{ij} \quad (10)$$

4. Modelo multiplicativo ponderado (WPM)

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (11)$$

Com pesos iguais:

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^{10} (r_{ij})^{0,1} \quad (12)$$

5. Agregação WASPAS

Adotando a formulação clássica com

$$\lambda = 0,5$$

$$Q_i = 0,5 \cdot Q_i^{(1)} + 0,5 \cdot Q_i^{(2)} \quad (13)$$

6. Resultados consolidados

Ranking Alternativas

- | | |
|-----|-------------------------|
| 1º | Kia EV6 GT |
| 2º | Genesis GV60 Sport Plus |
| 3º | Tesla Model 3 LR AWD |
| 4º | Volkswagen GTX |
| 5º | Mercedes-Benz EQS 350 |
| 6º | Skoda Enyaq Coupé 85 |
| 7º | Volvo EX40 |
| 8º | Audi Q4 |
| 9º | Cadillac Lyriq 600 E4 |
| 10º | Polestar 2 LR Dual |
| 11º | Ford Mustang Mach-E |
| 12º | Hyundai IONIQ 5 |



13° *BYD Seal RWD Comfort*

14° *Nissan Solterra AWD*

15° *NIO EL6 Long Range*

16° *Toyota PROACE*

7. Leitura executiva do resultado

O Kia EV6 GT domina o ranking por excelente equilíbrio entre desempenho, torque, potência de carga e aceleração, sustentando bons resultados tanto no WSM (visão compensatória) quanto no WPM (visão não compensatória).

Alternativas com bom desempenho médio, mas fragilidades em critérios críticos (ex.: consumo ou aceleração), perdem posição no WPM, refletindo a robustez do WASPAS.

O ranking evidencia consistência metodológica, evitando viés de compensação excessiva típico de modelos puramente aditivos.

8. Conclusão estratégica

O método WASPAS mostrou-se altamente eficaz para o problema analisado, pois: Integra compensação e penalização estrutural; produz um ranking estável e tecnicamente defensável; é aderente a problemas complexos com múltiplos critérios quantitativos].

4.5 Aderência do Código Gerado pelo DeepSeek V3.2 à Formulação do Método WASPAS

Resposta do DeepSeek:

[APLICAÇÃO DO MÉTODO WASPAS PARA AVALIAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Vou aplicar o método WASPAS passo a passo para a matriz de decisão fornecida.

ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO DOS DADOS

Critérios (10 no total):

1. *C1: V. Máxima (Km) - MAX*
2. *C2: Bateria (kWh) - MAX*
3. *C3: N° de células - MAX*
4. *C4: Torque (nm) - MAX*
5. *C5: Consumo (Wh/km) - MIN*

6. C6: Aut. elétrica (km) - MAX
7. C7: Aceleração 0-100 km/h - MIN
8. C8: Potência de carga (kW CC) - MAX
9. C9: Cap. Carga (L) - MAX
10. C10: Cap. Reboque (kg) – MAX

Pesos dos Critérios:

Todos com peso = 0,1 (pesos iguais)

$$\sum_{j=1}^{10} w_j = 0,1 \times 10 = 1,0 \quad (14)$$

Tabela 5 - Alternativas

<i>Alternativa</i>	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>C5</i>	<i>C6</i>	<i>C7</i>	<i>C8</i>	<i>C9</i>	<i>C10</i>
<i>Audi Q4</i>	160	59,0	216	310	159	325	8,1	110	520	1000
<i>BYD SEAL</i>	220	61,4	128	380	133	365	7,5	75	400	750
<i>Cadillac</i>	210	102,0	288	610	192	460	5,3	165	793	1587
<i>Citroen</i>	130	46,3	216	220	217	180	13,3	78	603	1000
<i>Ford Mach-E</i>	180	91,0	376	675	165	445	4,6	115	519	1500
<i>Genesis</i>	235	74,0	384	700	159	360	4,0	200	432	1600
<i>Hyundai</i>	185	60,0	288	350	136	345	8,5	150	520	750
<i>Kia EV6 GT</i>	260	80,0	384	770	178	385	3,5	205	480	1800
<i>Mercedes</i>	210	96,0	360	565	165	570	6,7	130	620	750



Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
NIO	200	90,0	96	700	170	435	4,5	135	579	1200
Polestar 2	205	79,0	324	740	142	455	4,5	125	407	1500
Renault	150	52,0	184	245	127	315	8,2	70	420	750
Skoda	180	77,0	288	545	138	470	6,7	120	570	1000
Subaru	160	64,0	96	336	154	320	6,9	100	441	750
Tesla 3	201	75,0	4416	493	119	525	4,4	124	594	1000
Toyota	130	68,0	324	260	204	260	13,3	79	989	1000
Volkswagen	160	86,0	312	560	182	350	6,5	145	1340	1600
Volvo	180	79,0	324	420	146	420	7,3	125	404	1500

Fonte: DeepSeek V3.2 (2025)

ETAPA 3: NORMALIZAÇÃO DA MATRIZ

Determinação dos valores máximos/mínimos:

- 1. C1 (MAX): max = 260 (Kia EV6 GT)
- 2. C2 (MAX): max = 102,0 (Cadillac)
- 3. C3 (MAX): max = 4416 (Tesla 3)
- 4. C4 (MAX): max = 770 (Kia EV6 GT)
- 5. C5 (MIN): min = 119 (Tesla 3)
- 6. C6 (MAX): max = 570 (Mercedes)
- 7. C7 (MIN): min = 3,5 (Kia EV6 GT)
- 8. C8 (MAX): max = 205 (Kia EV6 GT)
- 9. C9 (MAX): max = 1340 (Volkswagen)
- 10. C10 (MAX): max = 1800 (Kia EV6 GT)

Fórmulas de normalização:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (15)$$

$$r_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (16)$$

ETAPA 4: EXEMPLOS DE CÁLCULOS DE NORMALIZAÇÃO

*Vou mostrar os cálculos para **Kia EV6 GT** (alternativa que tem vários valores máximos):*

1. **C1:** $260/260 = 1,0000$
2. **C2:** $80,0/102,0 = 0,7843$
3. **C3:** $384/4416 = 0,0869$
4. **C4:** $770/770 = 1,0000$
5. **C5:** $119/178 = 0,6685$
6. **C6:** $385/570 = 0,6754$
7. **C7:** $3,5/3,5 = 1,0000$
8. **C8:** $205/205 = 1,0000$
9. **C9:** $480/1340 = 0,3582$
10. **C10:** $1800/1800 = 1,0000$

ETAPA 5: CÁLCULO DO WSM ($Q_i^{(1)}$)

Para Kia EV6 GT:

$$Q^{(1)} = 0,1 \times (1,0000 + 0,7843 + 0,0869 + 1,0000 + 0,6685 + 0,6754 + 1,0000 + 1,0000 + 0,3582 + 1,0000)$$

ETAPA 6: CÁLCULO DO WPM ($Q_i^{(2)}$)

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^{10} (r_{ij})^{w_j} \text{ com } w_j = 0,1 \quad (17)$$

Para Kia EV6 GT:

$$Q^{(2)} = 1,0000^{0,1} \times 0,7843^{0,1} \times 0,0869^{0,1} \times 1,0000^{0,1} \times 0,6685^{0,1} \times 0,6754^{0,1} \\ \times 1,0000^{0,1} \times 1,0000^{0,1} \times 0,3582^{0,1} \times 1,0000^{0,1}$$

$$Q^{(2)} = 1 \times 0,9760 \times 0,7627 \times 1 \times 0,9630 \times 0,9641 \times 1 \times 1 \times 0,9000 \times 1$$

$$Q^{(2)} = 0,6240(\text{aproximadamente})$$

ETAPA 7: CÁLCULO WASPAS (Q_i)

Usando $\lambda = 0,5$:

$$Q_i = \lambda \cdot Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) \cdot Q_i^{(2)} \quad (18)$$

Para Kia EV6 GT:

$$Q = 0,5 \times 0,75733 + 0,5 \times 0,6240 = 0,37867 + 0,31200 = 0,69067$$

ETAPA 8: CÁLCULOS COMPLETOS E ORDENAÇÃO

Após calcular todas as alternativas:

Tabela 6 - Resultados

#	Alternativa	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i (WASPAS)
1	Kia EV6 GT	0,75733	0,6240	0,6907
2	Genesis GV60 Sport Plus	0,71880	0,5978	0,6583
3	Cadillac Lyriq 600 E4	0,68778	0,5638	0,6258
4	Mercedes-Benz EQS 350	0,68152	0,5662	0,6239
5	Tesla 3 LR AWD	0,66752	0,5543	0,6109
6	Ford Mustang Mach-E	0,66738	0,5480	0,6077
7	Polestar 2 L R Dual	0,65410	0,5400	0,5971
8	NIO EL6 Long Range	0,64558	0,5334	0,5895
9	Skoda Enyaq Coupe 85	0,63022	0,5183	0,5743
10	Hyundai IONIQ 5	0,62652	0,5156	0,5711
11	Volkswagen GTX	0,60878	0,4997	0,5543
12	BYD SEAL RWD Comfort	0,60362	0,4957	0,5497
13	Volvo EC40	0,59488	0,4878	0,5414
14	Audi Q4	0,58348	0,4784	0,5310
15	Subaru Solterra AWD	0,55432	0,4535	0,5039
16	Renault 4 E-Tech	0,54958	0,4494	0,4995
17	Citroen e-SpaceTourer	0,52102	0,4248	0,4729
18	Toyota PROACE	0,50182	0,4085	0,4552

Fonte: DeepSeek V3.2 (2025)

ETAPA 9: ORDENAÇÃO FINAL DAS ALTERNATIVAS

CLASSIFICAÇÃO (do melhor para o pior):

1. *Kia EV6 GT - 0,6907*
2. *Genesis GV60 Sport Plus - 0,6583*
3. *Cadillac Lyriq 600 E4 - 0,6258*
4. *Mercedes-Benz EQS 350 - 0,6239*
5. *Tesla 3 LR AWD - 0,6109*
6. *Ford Mustang Mach-E - 0,6077*
7. *Polestar 2 L R Dual - 0,5971*
8. *NIO EL6 Long Range - 0,5895*
9. *Skoda Enyaq Coupe 85 - 0,5743*
10. *Hyundai IONIQ 5 - 0,5711*
11. *Volkswagen GTX - 0,5543*
12. *BYD SEAL RWD Comfort - 0,5497*
13. *Volvo EC40 - 0,5414*
14. *Audi Q4 - 0,5310*
15. *Subaru Solterra AWD - 0,5039*
16. *Renault 4 E-Tech - 0,4995*
17. *Citroen e-SpaceTourer - 0,4729*
18. *Toyota PROACE - 0,4552*

*ETAPA 10: ANÁLISE DOS RESULTADOS**Top 3 alternativas:*

1. *Kia EV6 GT (0,6907)*
 - *Lidera em 4 critérios: velocidade máxima, torque, aceleração e capacidade de reboque*
 - *Segundo lugar em potência de carga*
 - *Desempenho geral muito equilibrado*
2. *Genesis GV60 Sport Plus (0,6583)*
 - *Excelente em velocidade máxima (2º lugar)*
 - *Muito bom em torque (3º lugar)*
 - *Excelente aceleração (2º lugar)*
 - *Alta potência de carga (2º lugar)*

3. *Cadillac Lyriq 600 E4 (0,6258)*
 - *Maior bateria (1º lugar)*
 - *Boa autonomia (3º lugar)*
 - *Capacidade de reboque acima da média*

Observações importantes:

- *Tesla 3 fica em 5º lugar, apesar de ter o maior número de células (4416), pois tem valores moderados em outros critérios*
- *Mercedes EQS tem a maior autonomia (570 km), contribuindo para sua 4ª posição*
- *Volkswagen GTX tem a maior capacidade de carga (1340L), mas outros critérios o limitam à 11ª posição*
- *As últimas posições são ocupadas por veículos com desempenhos inferiores em múltiplos critérios*

CONCLUSÃO

O método WASPAS, utilizando $\lambda = 0,5$ (equilíbrio entre WSM e WPM), recomenda o Kia EV6 GT como a melhor alternativa entre os 18 veículos elétricos analisados. A ordenação gerada pelo método considera de forma balanceada todos os 10 critérios com pesos iguais, proporcionando uma avaliação robusta para suporte à decisão na escolha de um veículo elétrico.

Vantagem do WASPAS: A combinação dos modelos WSM e WPM reduz a sensibilidade a valores extremos e proporciona uma avaliação mais estável e confiável do que o uso isolado de qualquer um dos dois métodos.]

4.6 Aderência do Código Gerado pelo Gemini 3 à Formulação do Método WASPAS

Resposta do Gemini:

[Para resolver o problema de seleção de veículos elétricos utilizando o método WASPAS, seguiremos rigorosamente os dados da imagem fornecida.

1. Dados Iniciais

- *Alternativas: 18 modelos de veículos (Audi Q4 a Volvo EC40).*
- *Crítérios: 10 critérios, todos com peso igual de 0,1 (10%).*
- *Monotonicidade:*

- *MAX (Benefício): V. Máxima, Bateria, N° de células, Torque, Aut. elétrica, Potência de carga, Cap. Carga, Cap. Reboque.*
- *MIN (Custo): Consumo (Wh/km) e Aceleração 0 a 100 km/h.*

2. Normalização da Matriz

Nesta etapa, os valores são escalonados entre 0 e 1. Para critérios MAX, dividimos o valor pela carga máxima da coluna; para critérios MIN, dividimos o valor mínimo da coluna pelo valor da célula.

Valores de Referência (Máximos e Mínimos da Imagem):

- *V. Máxima: Max = 260*
- *Consumo: Min = 119 (Tesla 3)*
- *Aceleração: Min = 3,5 (Kia EV6)*
- *N° de células: Max = 4416 (Tesla 3)*
- *(Demais valores seguem a mesma lógica baseada nos dados da tabela).*

1. Cálculos WSM, WPM e Pontuação Final ($\lambda=0,5$)

O cálculo do WASPAS combina a soma ponderada ($Q_i^{(1)}$) e o produto ponderado ($Q_i^{(2)}$).

Abaixo, apresento os resultados consolidados (cálculos realizados com base na matriz completa):

Tabela 7: Resultados Gemini 3

Alternativa	$(Q_i^{(1)})$ (Soma)	$(Q_i^{(2)})$ (Produto)	Score WASPAS (Q_i)
Tesla 3 LR AWD	0,812	0,781	0,796
Kia EV6 GT	0,808	0,774	0,791
Cadillac Lyriq 600 E4	0,795	0,758	0,776
Mercedes-Benz EQS 350	0,764	0,719	0,741
Ford Mustang Mach-E	0,752	0,715	0,733
Polestar 2 L R Dual	0,723	0,698	0,710
Volkswagen GTX	0,718	0,689	0,703
Genesis GV60 Sport Plus	0,715	0,685	0,700
NIO EL6 Long Range	0,689	0,642	0,665
Volvo EC40	0,678	0,635	0,656
Skoda Enyaq Coupe 85	0,672	0,631	0,651
Hyundai IONIQ 5	0,655	0,612	0,633
BYD SEAL RWD Comfort	0,641	0,601	0,621
Audi Q4	0,612	0,578	0,595
Subaru Solterra AWD	0,589	0,554	0,571
Toyota PROACE	0,574	0,528	0,551
Renault 4 E-Tech	0,561	0,532	0,546
Citroen e-SpaceTourer	0,512	0,468	0,490

Fonte: Gemini 3 (2025)

4. Ordenação Final (Top 5)

1. 1º Tesla 3 LR AWD: Vence principalmente pelo critério "Nº de Células" (muito superior aos demais) e pela eficiência no consumo (menor Wh/km).
2. 2º Kia EV6 GT: Destaque em aceleração, torque e potência de carga.
3. 3º Cadillac Lyriq 600 E4: Excelente equilíbrio em capacidade de bateria e torque.
4. 4º Mercedes-Benz EQS 350: Pontua alto em autonomia elétrica.
5. 5º Ford Mustang Mach-E: Desempenho sólido em torque e aceleração.

Observação Matemática: O Tesla 3 obteve uma vantagem significativa devido ao valor atípico (outlier) de 4416 no critério "Nº de células", o que elevou drasticamente sua pontuação normalizada em comparação aos concorrentes que giram em torno de 300.].

5. Análise e discussão dos resultados

Para garantir rigor analítico e padronização na comparação entre as ferramentas, foi elaborado um Protocolo de Avaliação, por meio de um checklist estruturado, aplicado individualmente a cada IA generativa, contemplando quatro dimensões: Análise da Aderência Conceitual ao WASPAS, Análise da Execução Matemática, Consistência dos Resultados WASPAS x IA generativa e Limitações e Riscos do Uso da IA generativa.

Quanto ao ChatGPT Plus 5.2, reconhece o WASPAS como híbrido baseado em WSM-WPM, porém de forma parcial, sem referência explícita à formulação completa de Zavadskas et al. (2012). O parâmetro λ é adotado implicitamente como fixo em 0,5, sem exploração do intervalo [0,1] nem análise de sensibilidade. Não reproduz a matriz de decisão nem explicita os cálculos de normalização, WSM, WPM e agregação final. O ranking diverge do WaspasWeb, com reconhecimento de apenas 16 alternativas, e a análise de sensibilidade ocorre apenas mediante novo prompt, comprometendo a replicação e a transparência.

O DeepSeek V3.2 reconhece o método como abordagem híbrida que integra WSM e WPM e apresenta as expressões associadas ao cálculo da importância relativa total, porém fixa $\lambda=0,5$ e não explora $\lambda \in [0,1]$. Executa normalização, WSM e WPM com demonstração de cálculos apenas para uma alternativa, limitando a transparência. O ranking também diverge do WaspasWeb, e a análise de sensibilidade só é realizada mediante novo prompt, comprometendo a replicabilidade.

O Gemini 3 identifica corretamente o método e sua estrutura híbrida, apresentando equações conceitualmente adequadas, porém assume $\lambda=0,5$, não apresenta explicitamente a fórmula da agregação final e não explicita os cálculos de normalização, WSM e WPM. Apesar

de convergência nas duas primeiras posições, há divergências na ordenação final. A análise de sensibilidade depende de novo prompt e as simplificações inviabilizam a replicação.

De forma comparativa, embora reconheçam o WASPAS como abordagem híbrida baseada em WSM e WPM, nenhuma reproduziu integralmente a formulação clássica de Zavadskas *et al.*, (2012). A ausência de matrizes e cálculos completos inviabiliza a replicação dos resultados. Os Modelos de Linguagem Grandes não demonstram robustez analítica suficiente para aplicação autônoma em Métodos Multicritérios de Apoio à Tomada de Decisão, falhando na execução rigorosa das etapas matemáticas e criando ilusão de rigor metodológico.

6. Considerações Finais

O estudo analisou a aplicação do método WASPAS por ChatGPT Plus 5.2, DeepSeek V3.2 e Gemini 3, identificando como principal risco a ilusão de rigor metodológico. As IAs entregam saídas bem estruturadas, com linguagem técnica e equações conceitualmente corretas, mas não efetivamente executadas do ponto de vista matemático, podendo induzir usuários a assumir validade onde há simplificações operacionais.

Em métodos da PO, tais riscos comprometem diretamente a qualidade da decisão. O estudo evidencia uma lacuna entre a capacidade de compreensão e geração de linguagem técnica e a execução algorítmica.

Nesse sentido, as IAs Gen mostram-se úteis como ferramentas de apoio cognitivo, mas não substituem sistemas computacionais específicos quando o objetivo é uma análise precisa e metodologicamente rigorosa. Sob a ótica prática, o uso da IAs Gen em MCDM deve ser condicionado a ambientes assistidos, com validação humana especializada e integração a ferramentas capazes de assegurar a execução matemática completa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS. **Veículos Elétricos**. Disponível em: <<https://abve.org.br/bi-geral/>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2025.

ASHOK, B., KANNAN, C., USMAN, K.M. *et al.* **Transition to Electric Mobility in India: Barriers Exploration and Pathways to Powertrain Shift through MCDM Approach**. *J. Inst. Eng. India Ser. C* 103, 1251–1277 (2022). <https://doi-org.ez24.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s40032-022-00852-6>.

BARBARA, F., DOS SANTOS, M. WASPAS (2023). **WASPAS em R (v.1) 2023**. Disponível em: <<https://flaviob.shinyapps.io/waspasWeb/>> Acesso em: 30 de novembro de 2025.



CARVALHO, WAGNER & CARDOSO, NAYARA & PORTELLA, ANDERSON & LIMA, THIAGO & SANTOS, MARCOS. (2025). **Revisão bibliométrica sobre método multicritério à decisão do leste europeu weighted aggregated sum product assessment (WASPAS).** 10.14488/ENEGEP2025_TN_ST_426_2089_50423.

CHATGPT. Disponível em: <<https://chatgpt.com/>>. 30 de novembro de 2025.

DEEPSEEK. Disponível em: <<https://www.deepseek.com/>>. 30 de novembro de 2025.

GEMINI. Disponível em: <<https://gemini.google.com/?hl=pt-BR>>. 30 de novembro de 2025.

GOMES, L.; GOMES, C. F. S. (2019) **Princípios e Métodos para Tomada de Decisão Enfoque Multicritério.** 6a Edição. Rio de Janeiro: Atlas.

SILVA, A. C. A. C. DA ., PIZZOLATO, N. D.. (2022). **Using electric vehicles for freight transport purposes and challenges to do an implementation in Brazil.** *Ambiente & Sociedade*, 25, e01832. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20210183r2vu2022L30A>.

SOARES, W. D.; ABRITTA, M. L. R.; FREITAS, D. A.; *et al.* Pesquisa qualitativa e quantitativa: um estudo comparativo. In: Revisão bibliográfica: o uso da metodologia para a produção de textos. 1. ed. **Editora Científica Digital**, 2022. p. 39-45. DOI: 10.37885/220508792.

KAGGLE. **Conjunto de dados de especificações de veículos elétricos (2025).** Disponível em:<<https://www.kaggle.com/datasets/urvishahir/electric-vehicle-specifications-dataset-2025?resource=download>>. Acesso em: 29 de novembro de 2025.

ZAVADSKAS, E. K., TURSKIS, Z., ANTUCHEVICIENE, J., & ZAKAREVICIUS, A. (2012). **Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment.** *Elektronika Ir Elektrotechnika*, 122(6), 3-6. <https://doi.org/10.5755/j01.eee.122.6.1810>.

ZAVADSKAS, E. K., Kalibatas, D., Kalibatiene, D. **A multi-attribute assessment using WASPAS for choosing an optimal indoor environment,** *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, Volume 16, Issue 1, 2016, Pages 76-85, ISSN 1644-9665, <https://doi.org/10.1016/j.acme.2015.10.002>.

ZHANG, Z.; HU, M.; BAI, Y.; ZHANG, Z. Coreference Graph Guidance for Mind-Map Generation. **Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence**, [S. l.], v. 38, n. 17p. 19623-19631, 2024. DOI:10.1609/aaai.v38i17.29935. Disponível em: <https://ojs.aaai.org/index.php/AAAI/article/view/29935>.