

GROUP DECISION IN AHP WITH TWO TYPES OF AGGREGATION AND SENSITIVITY ANALYSIS

DECISÃO EM GRUPO NO AHP COM DOIS TIPOS DE AGREGAÇÃO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

José Fabiano da Serra Costa ¹, Jorge Luiz de Jesus Goulart¹

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro¹, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

 fabiano@ime.uerj.br

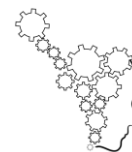
Recebido: 06 abril 2026 / Aceito: 02 agosto 2026 / Publicado: 01 setembro 2026

ABSTRACT. The use of the Analytical Hierarchy Process (AHP) as a decision-support methodology is highly widespread in industry, services and organizations, as well as in academic literature. However, the correct application of the method and its implications for the decision-making process must be carefully structured to avoid biases. In this sense, when multiple experts are involved, the use of methodologies for the aggregation of expert judgments or the aggregation of expert priorities must be well-founded and should always be followed by a sensitivity analysis. In the application of AHP, as in all decision-making processes, sensitivity analysis becomes particularly important, as it may indicate the reliability of the results or even the need for further discussion and, in some cases, changes in the criteria used in the model. The objective of this article is to demonstrate that the correct use of aggregation models as well as sensitivity analysis are fundamental to the decision-making process. Accordingly, this work presents a review of group decision-making processes, theoretical foundations of the AHP, aggregation of judgments and priorities, sensitivity analysis, an illustrative example applying AHP using both aggregation techniques, and a sensitivity analysis conducted via the exploratory method, along with the corresponding results and conclusions.

Keywords: AHP, Group Decision, Aggregation of Individual Judgements, Aggregation of Individual Priorities, Sensitivity Analysis.

RESUMO. A utilização do Método de Análise Hierárquica (AHP) como metodologia de apoio à decisão é altamente difundida nas indústrias, serviços e organizações como também na literatura acadêmica. Entretanto, o uso correto da metodologia e suas implicações devem ser muito bem estruturados para evitar vieses. No caso de envolvimento de múltiplos especialistas, a utilização de metodologias para agregação de julgamentos ou de agregação de prioridades dos especialistas deve ser bem fundamentada e sempre seguida de análise de sensibilidade. Na aplicação do AHP, assim como em todo e qualquer processo decisório é muito importante essa análise, pois pode vir a apontar a segurança ou insegurança nos resultados, ou até mesmo, a necessidade de discussão e, alteração dos critérios utilizados no modelo. O objetivo desse artigo é demonstrar que o uso correto do modelo de agregação assim como da análise de sensibilidade são fundamentais no processo decisório. Dessa forma são apresentados uma revisão de decisão em grupo, conceitos teóricos do AHP, de agregação de julgamentos e de agregação de prioridades, de análise de sensibilidade, um exemplo de aplicação do AHP usando os dois métodos de agregação e, a análise de sensibilidade através do método exploratório com os respectivos resultados e conclusões.

Palavras-chave: AHP, Decisão em Grupo, Agregação Individual de Julgamentos, Agregação Individual de Prioridades, Análise de Sensibilidade



1. INTRODUÇÃO

A utilização do Método de Análise Hierárquica (AHP) como um dos principais e mais importantes métodos multicritério de apoio à decisão em problemas complexos está cada vez mais difundida e devidamente documentada em produções acadêmicas e científicas (EMROUZNEJAD; MARRA, 2017). Os motivos desse fato devem residir na facilidade da compreensão do método, da sua comprovação matemática (SAATY, 1977), da sua aplicabilidade ser tangível à maioria dos problemas de decisão sem a necessidade de maiores adaptações (flexibilidade) e da sua eficácia.

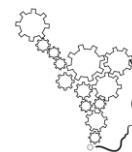
O AHP (*Analytic Hierarchy Process*) proposto por Saaty (SAATY, 1980) é uma ferramenta multicritério de apoio à decisão muito utilizada para tratamento de problemas em negócios e comércio (SOOKSAKSUN; CHANTA, 2023), na indústria (DWEIRI *et al.*, 2016), nos serviços (RAIŠIENĖ; RAIŠYS, 2022), em planejamento energético (ROMERO-RAMOS *et al.*, 2023), nos projetos ligados a meio ambiente (PETRILLO *et al.*, 2023), em logística (MOSLEN *et al.*, 2023), na construção civil (DARKO *et al.*, 2018), em saúde (KONOMURA *et al.*, 2023), entre outros, sob vários e múltiplos contextos, por governos e organizações.

Fato é que a implementação correta da metodologia, com seus prós e contras, como toda e qualquer técnica ou método, deve obedecer a algumas regras e etapas, sem as quais o modelo e os resultados correm o risco de se tornarem incompletos ou até mesmo incoerentes para o que se destinam.

Costa (2006) indica que um modelo decisório é uma abstração e que sua eficácia depende do quanto ele se aproxima da realidade do problema abordado e, dessa forma, um modelo decisório deve ter intenção de representar a realidade do problema de modo racional, lógico, coerente e intencional. O grau de complexidade com que se aborda o problema deve ser função das consequências da decisão.

A maioria das regras e etapas quando a aplicação do AHP é normalmente realizada através de softwares específicos (EXPERTCHOICE, SUPERDECISION, AHPOWA, IPÊ) é bastante automática, mas não necessariamente prescinde de algum conhecimento teórico da metodologia por parte do usuário, como em geral em todo aplicativo. Da mesma forma, quando a aplicação do AHP é realizada sem o uso de software específico, por exemplo, através do uso muito comum do Microsoft Excel®, o conhecimento e a utilização correta das etapas essenciais específicas do método são partes fundamentais ao bom andamento dos procedimentos.

No processo de tomada de decisão envolvendo múltiplos decisores ou múltiplos especialistas é fundamental ter o cuidado da escolha do método mais adequado a cada situação e, dessa forma, evitar vieses nos resultados obtidos, devido a escolhas precipitadas (SAATY; PENIWATI, 2013). Os decisores (ou especialistas) envolvidos no processo decisório podem representar diferentes departamentos de uma organização, diferentes empresas ou setores da empresa, ou ainda, simplesmente diferentes parceiros



envolvidos em um projeto. Cada decisor pode, por exemplo, ter ou não seus objetivos e comportamentos claramente explicitados (CAI *et al.*, 2004).

Outra questão, que não necessariamente é considerada como tal por todos os usuários do AHP, ou de outra metodologia de apoio à decisão, é a importância da utilização da análise de sensibilidade (MALCZEWSKI, 1999). Gomes, Gomes e Almeida (2009), por exemplo, indicam que após a aplicação de um método multicritério de apoio à decisão, torna-se importante a realização de uma análise de sensibilidade, com o intuito de verificar de que forma as variações introduzidas nos parâmetros característicos do método influenciam os resultados obtidos e, ainda, que uma análise de estabilidade tem por objetivos verificar a velocidade com que uma solução se degrada a um nível pré-determinado.

O objetivo deste artigo é mostrar, através de um exemplo de aplicação do AHP, os procedimentos que devem ser realizados quando da utilização dos dois métodos de agregação de opiniões mais frequentemente usados – Agregação Individual de Julgamentos (AIJ) e Agregação Individual de Prioridades (AIP) e, ainda ressaltar a importância da análise de sensibilidade no processo decisório. Para tanto, são apresentados uma revisão de decisão em grupo, conceitos do método AHP, de agregação de julgamentos utilizando o AHP, de análise de sensibilidade, apresentado o problema exemplo e a discussão dos resultados.

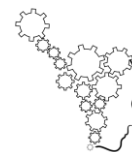
2. MÉTODO

2.1 REVISÃO DE DECISÃO EM GRUPO

Uma situação ou um problema de decisão caracteriza-se por uma necessidade de avaliação de um conjunto de alternativas viáveis, para que se realize uma escolha ou uma decisão. Segundo Shimizu (2006) a tomada de decisão pode ser considerada como um processo cognitivo, já que envolve a habilidade do ser humano de processar diferentes informações através de estímulos recebidos de sentidos diversos, pelos quais se escolhe um plano de ação dentre vários outros, com base em cenários, ambientes, análises e fatores para uma situação-problema.

Tomadas de decisão podem ser realizadas individualmente ou coletivamente, podem abordar questões objetivas e subjetivas (ou ambas), podem vir a utilizar técnicas de apoio à decisão, podem se valer de análises quantitativas ou qualitativas, em função da complexidade do problema, do tempo disponível e das consequências da decisão.

Diversos estudos vêm sendo realizados no sentido de determinar os impactos e consequências das decisões individuais ou em grupo. Alguns trabalhos apontam que não há evidências concretas para indicar que as decisões coletivas são melhores que as decisões individuais (BONE; HEY; SUCKLING, 1999). Entretanto, Kugler, Kausel e Kocher (2012) indicam que grupos podem tomar melhores decisões quando respeitados alguns princípios e evitados alguns vieses.



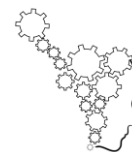
Nesse sentido, Prates *et al.* (2017) concordam que as decisões em conjunto são menos enviesadas se considerado o efeito disposição, tendo em vistas que os grupos geralmente são mais cautelosos e menos inclinados a correr riscos e, portanto, menos propensos a decisões intempestivas e precipitadas. Jones e Roelofsma (2010) reforçam essa tendência de pensamento quando dizem que a diferença fundamental entre a decisão de grupo e a decisão individual é a existência de mais de uma fonte de informações, perspectivas, agendas, motivações, opiniões e experiências prévias que devem ser combinadas para que se tome uma decisão, inseridos em um contexto sob o qual agem influências cognitivas, sociais e organizacionais.

Para Matsatsinis e Samaras (2001) um processo de decisão em grupo pode envolver uma diferenciação espacial, pode ser temporal, pode ser cooperativo, ainda pode ser democrático, hierárquico ou conflitante. Mascarenhas e Yu (2025) dividem os processos de decisão coletiva em dois tipos de padrões: tomada de decisão em grupo agregando-se as preferências de seus membros, sem qualquer tipo de interação entre eles e sem que tenham controle sobre a decisão final; ou uma tomada de decisão em grupo baseada em uma intensa interação e troca de informação entre seus membros até que a decisão final seja atingida por consenso ou votação.

Decisões em grupo são cada vez mais comuns de serem encontradas na literatura acadêmica em problemas de diversas áreas, tais como engenharia, economia, indústria, negócios, finanças, educação, sustentabilidade, entre outras (LIN *et al.*, 2022; YANG *et al.*, 2023; HUANG *et al.*, 2025; VOSGRAU *et al.*, 2026). As organizações modernas demandam decisões rápidas, baseadas em fatores pré-definidos, justificáveis e quase sempre pautadas em opiniões coletivas, quer sejam diretorias, gerências ou demais setores. Assim torna-se necessário criar condições e processos de decisões coletivas adequados e eficientes.

Problemas decisórios de razoável complexidade são muitas vezes caracterizados pelo envolvimento de múltiplos avaliadores que, em alguns casos, são também decisores. Malhotra *et al.* (2007) relacionam a eficácia do resultado de um processo de decisão diretamente à competência dos especialistas responsáveis em emitir os julgamentos de valor. Assim, sugerem que se deve utilizar especialistas que possuam alto grau de conhecimento e pleno domínio sobre o tópico em julgamento ou análise.

Agregar as informações oriundas dos especialistas pode vir a ser uma questão bastante delicada pois nem sempre esses personagens têm opiniões e conceitos convergentes e, raramente têm disponibilidade de se reunir em um ambiente comum. Segundo Almeida e Moraes (2021), as decisões nas organizações públicas e privadas têm buscado de forma acentuada a participação e colaboração entre os diversos atores envolvidos no processo decisório, provocando grande demanda no uso de metodologias e ferramentas que auxiliem a decisão coletiva.



Na utilização do AHP em situações de decisão envolvendo múltiplos especialistas ou avaliadores (que vez por outra podem ser decisores) muitas técnicas vêm sendo apresentadas na literatura (GROŠELJ *et al.*, 2015; LIN *et al.*, 2022). Entretanto, é muito comum encontrar a utilização de dois tipos de procedimentos distintos: Agregação Individual de Julgamentos (AIJ) e Agregação Individual de Prioridades, cada qual com suas propriedades e características (FORMAN; PENIWATI, 1998; SAATY; PENIWATI, 2013).

2.2 MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP)

O Método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process*) foi proposto pelo Prof. Thomas Saaty (SAATY, 1980) como uma Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão que objetiva a seleção, escolha ou priorização de alternativas, em um processo que considera diferentes critérios de avaliação.

É uma metodologia que permite a comparação de critérios quantitativos e critérios qualitativos e, portanto, leva em consideração a subjetividade envolvida nas decisões, o que pode ser considerado um avanço em comparação com outros métodos de tomada de decisão (EMROUZNEJAD; MARRA, 2017). É considerado como uma das ferramentas de apoio à decisão multicritério mais conhecidas e difundidas, e com o maior número de aplicações relatadas na literatura (VAIDYA; KUMAR, 2006).

São considerados princípios fundamentais do método AHP (SAATY, 1980; COSTA, 2006):

- Construção de Hierarquias: no AHP, o problema deve ser estruturado em níveis hierárquicos, como forma de buscar melhor compreensão e avaliação. A construção de hierarquia é etapa fundamental do processo de raciocínio humano. No exercício desta atividade devem ser identificados os elementos-chave para a tomada de decisão, agrupando-os em conjuntos afins, os quais são alocados em camadas específicas;
- Definição de Prioridades: O ajuste das prioridades no AHP fundamenta-se na habilidade do ser humano de perceber o relacionamento entre objetos e situações observadas, comparando pares à luz de um determinado foco, critério, subcritério, ou seja, julgamentos paritários;
- Consistência Lógica: No AHP, é possível avaliar o modelo de priorização construído quanto a sua consistência. A análise de consistência é uma etapa importante da utilização do método, pois assegura que os julgamentos são coerentes e respeitam os princípios da reciprocidade e da transitividade.

No exercício do AHP, um ou mais especialistas emitem julgamentos paritários de valor em relação a alternativas e critérios (e subcritérios, se existirem) com base na Escala Fundamental de Saaty (SAATY, 1980), conforme a Tabela 1.

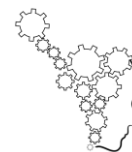


TABELA 1 - ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY

Escala Verbal	Escala Ordinal
Preferência (ou Importância) Igual	1
Preferência (ou Importância) Moderada	3
Preferência (ou Importância) Forte	5
Preferência (ou Importância) Muito Forte	7
Preferência (ou Importância) Absoluta	9
Preferência (ou Importância) Intermediária	2, 4, 6, 8

FONTE: ADAPTADO DE SAATY (1980)

De posse dos julgamentos emitidos, é possível construir a matriz de julgamentos quadrática, com diagonal unitária, reciprocidade e desejada proporcionalidade, conforme a Figura 1.

FIGURA 1: MATRIZ IDEAL

1	a_{12}	...	a_{1n}	$a_{ij} > 0$
a_{21}	1	...	a_{2n}	$a_{ij} = 1, \text{ se } i = j$
$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$	$a_{ij} = 1/a_{ji} \rightarrow \text{reciprocidade}$
a_{n1}	a_{n2}	...	1	$a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk} \rightarrow \text{proporcionalidade}$

onde a_{ij} reflete a importância de A_i sobre A_j

FONTE: ADAPTADO DE SAATY (1980)

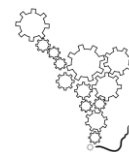
Para conjugar as informações oriundas de mais de um especialista, Forman e Peniwati (1998) sugerem o uso da Agregação Individual de Julgamentos (AIJ), quando os especialistas envolvidos no processo possuírem perfis semelhantes e puderem agir como corpo decisório (uma unidade), ou, Agregação Individual de Prioridades (AIP), no caso de especialistas com perfis divergentes, ou seja, em se tratando de um grupo heterogêneo.

Utilizando AIJ ou AIP, conforme o caso, é necessário ainda calcular as prioridades médias locais (PMLs), que refletem as prioridades das alternativas em relação aos critérios e dos critérios em relação ao foco principal, que devidamente combinadas em uma equação matemática geram as prioridades globais (PGs), criando então o ranking de prioridades em relação ao foco (objetivo).

No caso do uso da AIJ, cada especialista deve emitir suas opiniões individuais que deverão ser transformadas em matrizes individuais e conjugadas (agregadas) através de uma matriz de agregação e, a partir de então o processo passa a tratar o grupo como indivíduo. No caso de emprego da AIP, cada especialista deve ser tratado como um processo de decisão individual, gerando matrizes individuais e após isso seus resultados (prioridades globais) deverão ser agregados. O detalhamento de cada modelo se encontra na aplicação exemplo.

Após esses procedimentos, a etapa seguinte é a da análise de consistência, em que Saaty (1980) propõe o uso da estimativa do maior autovalor da matriz ($\lambda_{\text{máx}}$) comparado a ordem da matriz (n) conforme (1).

$$IC = |\lambda_{\text{máx}} - n| / (n-1) \quad (1)$$



Ainda segundo Saaty (1980), a gravidade da inconsistência deve ser reduzida conforme a ordem da matriz aumenta, segundo a equação 2:

$$RC = IC/IR \quad (2)$$

Onde, IR é o índice de consistência randômico obtido para uma matriz recíproca, não negativa. A Tabela 2 mostra os valores de IR.

TABELA 2 – ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA RANDÔMICO

Ordem da matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor de IR	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

FONTE: ADAPTADO DE SAATY (1980)

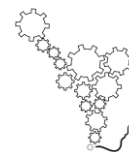
Vargas (1982) explicita em seu trabalho que a consistência matricial deve ser considerada aceitável quando a razão de consistência (RC) calculada for menor ou igual a 0,10.

Questionamentos quanto ao uso do AHP dizem respeito a questão de inversão de ordem (*Rank Reversal*), ou seja, a posição relativa de alternativas poder ser alterada pela introdução ou remoção de uma nova alternativa. Entretanto Wang e Triantaphyllou (2008), Wang e Luo (2009), García-Cascales e Lamata (2012) provam em seus trabalhos que a inversão de ordem não ocorre somente no AHP, mas também em outros métodos multicritérios. Schoner e Wedley (1989) argumentam que a questão de inversão de ordem não é resultado da introdução de uma nova alternativa, mas sim da introdução de uma nova alternativa sem a adequada reavaliação dos valores atribuídos aos elementos do nível hierárquico superior.

2.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Em algumas situações, pode ocorrer insegurança do decisor sobre o resultado do processo. Isso pode ser fruto de alguma dúvida demonstrada pelos especialistas quanto aos juízos emitidos ou ainda quanto ao método usado para agregar opiniões. De toda forma, sabe-se que os componentes (critérios, pesos e prioridades) podem vir a associar uma variedade de incertezas aos resultados obtidos nos processos de tomada de decisão, realizados com a análise multicritério (VOOGD, 1982).

Assim, é fundamental examinar quão robusta é a solução do problema, ou seja, o quanto a alternativa selecionada é sensível quanto às mudanças nos juízos emitidos. Uma opção é variar ligeiramente os valores atribuídos a um ou mais critérios e verificar se a alternativa escolhida permanece a mesma (análise de sensibilidade), ou melhor, verificar se o resultado se altera – mediante uma margem de tolerância. Os procedimentos envolvem definir o modelo, identificar as variáveis de entrada, determinar faixas de variação, executar simulações e analisar os resultados (SALTELLI *et al.*, 2004).



Para Store e Kangas (2001), o propósito da análise de sensibilidade é avaliar a influência dos diferentes critérios e pesos no padrão de distribuição da prioridade encontrada como solução. Para Shimizu (2006), a análise de sensibilidade procura responder a perguntas do tipo “*what-if*”, ou seja, o que poderia acontecer com a decisão escolhida, se o panorama ou as condições envolvidas no sistema decisório se modificassem.

Malczewski (1999) define análise de sensibilidade como procedimento para determinar se a solução obtida com a priorização pode ser modificada com pequenas alterações. Se as alterações não afetarem significativamente a solução, esta pode ser considerada robusta. Se afetarem, pode-se utilizar as informações de saída na modelagem do problema.

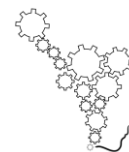
Guedes (2024) sugere que a análise de sensibilidade com a variação dos pesos atribuídos aos critérios de avaliação pode afetar de forma significativa as classificações e decisões empresariais, sendo essencial garantir a consistência e a robustez dos resultados diante dessas variações.

Por outro lado, a utilidade da análise de sensibilidade vai além da capacidade de indicar a robustez do modelo. Em alguns casos, pode indicar que determinado critério utilizado, quando muito ou pouco valorizado em relação ao foco principal, pode gerar resultados atípicos. Nesses casos, deve-se considerar uma análise mais refinada sobre os critérios utilizados, podendo ocorrer a sugestão de retirar, redefinir ou substituir.

De todo modo, a análise de sensibilidade mais do que apontar equívocos, deve ser utilizada para a compreensão e, se for o caso, aperfeiçoamento do modelo.

Algumas das metodologias mais utilizadas para realizar a análise de sensibilidade são, por exemplo:

- Método Exploratório: varia um parâmetro (ou critério) por vez, mantendo os demais constantes, de forma a poder avaliar o impacto individual de cada parâmetro na saída do modelo decisório (STORE; KANGAS, 2001);
- Simulação de Monte Carlo: método estatístico empregado em simulações estocásticas que realiza simulações com múltiplas amostras de valores dos parâmetros, permitindo avaliar a variabilidade e incerteza nas previsões do modelo (FU *et al.*, 2009);
- Análise de Sobol: técnica que divide a variância total da saída do modelo em contribuições de cada parâmetro, identificando a importância relativa de cada um na variabilidade dos resultados (SILVA *et al.*, 2024);
- Diagrama de Tornado: é baseado na equação do modelo que gera o resultado, tomam-se os valores esperados de todas as variáveis, com exceção a variável a ser analisada classifica os parâmetros em ordem de importância, mostrando visualmente quais têm o maior impacto na saída do modelo (DA SILVA; BELDERRAIN, 2004);



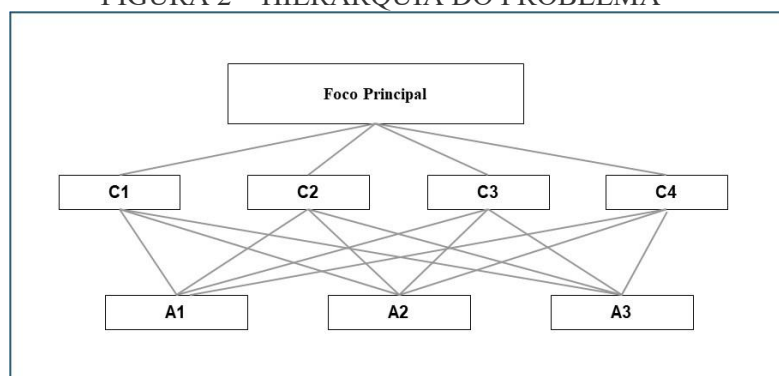
- Análise de Sensibilidade Condicional (*Conditional Sensitivity Analysis* - NRSA) é uma técnica utilizada para avaliar como a saída de um modelo é afetada por mudanças em suas variáveis de entrada, sob determinadas condições. Ela se diferencia da análise de sensibilidade tradicional ao considerar a influência de condições específicas (CHRISTOPHER; PATI, 2002).

Alguns softwares aplicativos do AHP incluem métodos de análise de sensibilidade, entre eles destacam-se o EXPERTCHOICE, o SUPERDECISIONS, o AHP-OWA (VALENTE & VETTORAZZI, 2009).

3. RESULTADOS

Na aplicação do AHP, o problema proposto como exemplo e ilustrado na hierarquia da Figura 2 é composto por um Foco Principal, três Alternativas e quatro Critérios. Não cabe aqui maiores explicações sobre o tema do problema (definições de foco, alternativas e critérios) visto que foi apenas um exemplo utilizado para aplicação dos métodos. Entretanto todos os cuidados na definição foram tomados e, todos os dados são relativos a um problema real, apresentado como ferramenta didática, em sala de aula.

FIGURA 2 – HIERARQUIA DO PROBLEMA



FONTE: AUTORES (2026)

Foram consultados três especialistas envolvidos na temática do problema que contribuíram respondendo questionários iterativos e individuais, que devidamente trabalhados utilizando a escala fundamental de Saaty (Tabela 1) originaram as matrizes apresentadas na Figura 3.

Importante ressaltar que todos os cálculos desse trabalho (aplicação do AHP, Agregação Individual de Julgamentos, Agregação Individual de Prioridades e Análise de Sensibilidade) foram realizados utilizando o software Microsoft Excel® e, que foram usadas duas casas decimais para arredondamento dos valores com o objetivo de não tornar cansativa a leitura.

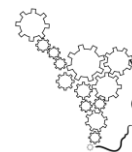


FIGURA 3 – MATRIZES INDIVIDUAIS DOS ESPECIALISTAS

ESP1					ESP2					ESP3				
C1	A1	A2	A3		C1	A1	A2	A3		C1	A1	A2	A3	
A1	1,00	4,00	0,50		A1	1,00	3,00	0,50		A1	1,00	3,00	0,50	
A2	0,25	1,00	0,25		A2	0,33	1,00	0,33		A2	0,33	1,00	0,25	
A3	2,00	4,00	1,00		A3	2,00	3,00	1,00		A3	2,00	4,00	1,00	
C2	A1	A2	A3		C2	A1	A2	A3		C2	A1	A2	A3	
A1	1,00	1,00	5,00		A1	1,00	1,00	4,00		A1	1,00	1,00	2,00	
A2	1,00	1,00	3,00		A2	1,00	1,00	5,00		A2	1,00	1,00	4,00	
A3	0,20	0,33	1,00		A3	0,25	0,20	1,00		A3	0,50	0,25	1,00	
C3	A1	A2	A3		C3	A1	A2	A3		C3	A1	A2	A3	
A1	1,00	1,00	0,25		A1	1,00	3,00	0,50		A1	1,00	1,00	0,25	
A2	1,00	1,00	0,50		A2	0,33	1,00	0,33		A2	1,00	1,00	0,25	
A3	4,00	2,00	1,00		A3	2,00	3,00	1,00		A3	4,00	4,00	1,00	
C4	A1	A2	A3		C4	A1	A2	A3		C4	A1	A2	A3	
A1	1,00	3,00	5,00		A1	1,00	3,00	3,00		A1	1,00	3,00	4,00	
A2	0,33	1,00	1,00		A2	0,33	1,00	2,00		A2	0,33	1,00	1,00	
A3	0,20	1,00	1,00		A3	0,33	0,50	1,00		A3	0,25	1,00	1,00	
FP	C1	C2	C3	C4	FP	C1	C2	C3	C4	FP	C1	C2	C3	C4
C1	1,00	1,00	4,00	5,00	C1	1,00	2,00	4,00	6,00	C1	1,00	0,33	3,00	4,00
C2	1,00	1,00	5,00	4,00	C2	0,50	1,00	3,00	4,00	C2	3,00	1,00	5,00	5,00
C3	0,25	0,20	1,00	0,50	C3	0,25	0,33	1,00	3,00	C3	0,33	0,20	1,00	1,00
C4	0,20	0,25	2,00	1,00	C4	0,17	0,25	0,33	1,00	C4	0,25	0,20	1,00	1,00

FONTE: AUTORES (2026)

3.1 AGREGAÇÃO INDIVIDUAL DE JULGAMENTOS (AIJ)

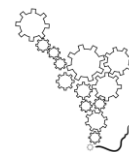
Utilizando AIJ, supondo que os especialistas possuem mesmo perfil e trabalham como um corpo decisório, a Figura 4 apresenta as matrizes médias geométricas calculadas a partir da agregação das matrizes individuais de cada especialista gerando uma matriz relacionada a cada critério e uma matriz relacionada ao foco principal (FORMAN; PENIWATI, 1998).

FIGURA 4 – MATRIZES MÉDIA GEOMÉTRICA

MMG C1					MMG C3				
A1	1,00	3,30	0,50		A1	1,00	1,44	0,31	
A2	0,30	1,00	0,28		A2	0,69	1,00	0,35	
A3	2,00	3,63	1,00		A3	3,17	2,88	1,00	
MMG C2					MMG C4				
A1	1,00	1,00	3,42		A1	1,00	3,00	3,91	
A2	1,00	1,00	3,91		A2	0,33	1,00	1,26	
A3	0,29	0,25	1,00		A3	0,26	0,79	1,00	
MMG FP									
C1	1,00	0,87	3,63	4,93					
C2	1,14	1,00	4,22	4,31					
C3	0,28	0,24	1,00	1,14					
C4	0,20	0,23	0,87	1,00					

FONTE: AUTORES (2026)

Após operacionalizadas na forma sugerida por Saaty (1980), as matrizes da Figura 4 geram as prioridades médias locais (PMLs) apresentadas na Tabela 3, que devidamente combinadas através de



uma função matemática dão origem às prioridades globais (PGs), apresentadas na Tabela 4, que mostra a alternativa A1 com a maior pontuação entre todas as alternativas.

TABELA 3 – PRIORIDADES MÉDIAS LOCAIS

Critério/Foco	PML
Critério 1	(0,33, 0,12, 0,54)
Critério 2	(0,43, 0,45, 0,12)
Critério 3	(0,22, 0,18, 0,60)
Critério 4	(0,63, 0,21, 0,16)
Foco Principal	(0,39, 0,42, 0,10, 0,09)

FONTE: AUTORES (2026)

TABELA 4 – PRIORIDADES GLOBAIS

PG(A1)	PG(A2)	PG(A3)
0,39	0,27	0,34

FONTE: AUTORES (2026)

A análise de consistência é mostrada na Tabela 5, onde são apresentados o autovalor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$), o Índice de Consistência (IC) e a Razão de Consistência (RC). Como se pode observar na Tabela 5, todas as Razões de Consistência (RCs) são menores que 0,10, garantindo a consistência dos julgamentos (VARGAS, 1982).

TABELA 5 – ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA

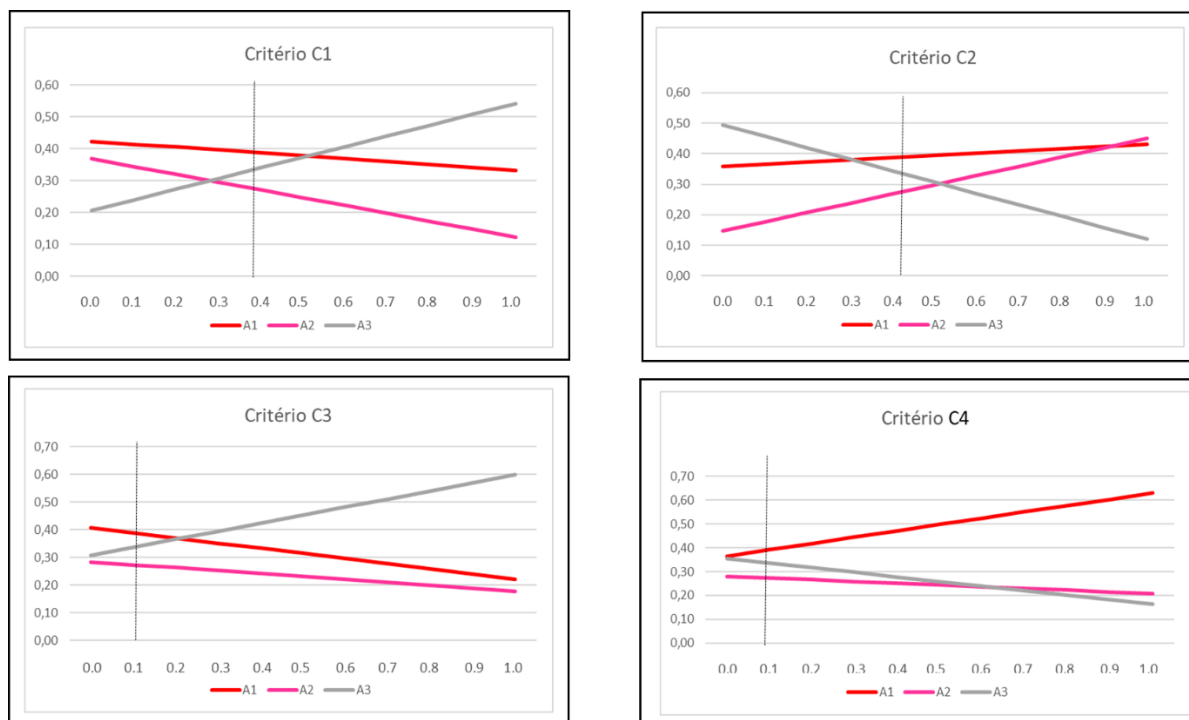
Critério/Foco	$\lambda_{\text{máx}}$	IC	RC
Critério 1	3,04	0,02	0,03
Critério 2	3,00	0,00	0,00
Critério 3	3,02	0,01	0,02
Critério 4	3,00	0,00	0,00
Foco Principal	3,99	0,00	0,00

FONTE: AUTORES (2026)

Como já foi dito, a consistência dos julgamentos não garante a robustez dos resultados. Para tanto é necessário realizar a análise de sensibilidade. Assim essa análise foi realizada utilizando o método exploratório, conhecido também por análise univariada, onde se varia um parâmetro por vez, mantendo os demais constantes, como forma de avaliar o impacto individual de cada parâmetro na saída do modelo.

A Figura 5 mostra os gráficos resultantes da utilização desse método. A análise deve ser realizada deslocando a linha vertical para a direita e para a esquerda e verificando o quanto de deslocamento é necessário para alterar o resultado do modelo (decisão). Pode-se reparar nos gráficos da Figura 5, relativos aos critérios C1, C2, C3 e C4 que seria necessária uma variação maior que 10% (dez por cento) para que o resultado da alternativa escolhida se alterasse em cada gráfico. Isso demonstra a robustez nos resultados e, ainda na classificação das alternativas, pois o mesmo critério se aplica aqui, ou seja, a ordem das alternativas não se altera mediante a pequenas variações.

FIGURA 5 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE



FONTE: AUTORES (2026)

3.2 AGREGAÇÃO INDIVIDUAL DE PRIORIDADES

Supondo que os especialistas possuem perfis distintos, sendo considerados como um grupo heterogêneo, e mesmo assim possuindo opiniões fundamentais no processo, recomenda-se o uso da AIP (FORMAN; PENIWATI, 1998). Nesse caso, as matrizes individuais de cada especialista em relação a critérios e a foco principal, apresentadas na Figura 3, são tratadas cada uma como um modelo decisório específico, sendo trabalhadas individualmente segundo Saaty (1980), gerando as prioridades médias locais (PMLs) de cada especialista, conforme a Tabela 6.

TABELA 6 – PRIORIDADES MÉDIAS LOCAIS DE CADA ESPECIALISTA

Critério/Foco	PML Esp 1	PML Esp 2	PML Esp 3
Critério 1	(0,35, 0,11, 0,54)	(0,33, 0,14, 0,52)	(0,32, 0,12, 0,56)
Critério 2	(0,48, 0,41, 0,11)	(0,43, 0,47, 0,10)	(0,39, 0,47, 0,15)
Critério 3	(0,19, 0,23, 0,58)	(0,33, 0,14, 0,53)	(0,17, 0,17, 0,67)
Critério 4	(0,66, 0,19, 0,16)	(0,59, 0,25, 0,16)	(0,63, 0,19, 0,19)
Foco Principal	(0,41, 0,40, 0,08, 0,11)	(0,50, 0,30, 0,14, 0,07)	(0,27, 0,55, 0,09, 0,09)

FONTE: AUTORES (2026)

A Tabela 7 mostra as Prioridades Globais calculadas para cada especialista e, a Prioridade Global utilizando AIP, ou seja, a média geométrica dos elementos das PGs individuais, que se necessário devem ser normalizadas (FORMAN; PENIWATI, 1998). Nota-se que a alternativa A1 obteve a maior pontuação nos três especialistas e, também na agregação AIP, sem necessidade de normalização.

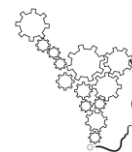


TABELA 7 – PRIORIDADES GLOBAIS DE CADA ESPECIALISTA E PRIORIDADE GLOBAL
AIP

PG	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Especialista 1	0,42	0,25	0,33
Especialista 2	0,38	0,25	0,37
Especialista 3	0,36	0,32	0,31
PG AIP	0,39	0,27	0,34

FONTE: AUTORES (2026)

A análise de consistência do modelo de cada especialista é apresentada na Tabela 8. No caso também pode-se observar, que todas as razões de consistência (RCs) são menores que 0,10, garantindo a consistência dos julgamentos.

TABELA 8 – ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DE CADA ESPECIALISTA

Critério/Foco	Especialista 1			Especialista 2			Especialista 3		
	$\lambda_{\text{máx}}$	IC	RC	$\lambda_{\text{máx}}$	IC	RC	$\lambda_{\text{máx}}$	IC	RC
Critério 1	3,05	0,03	0,05	3,05	0,03	0,04	3,02	0,01	0,02
Critério 2	3,03	0,01	0,02	3,01	0,00	0,00	3,05	0,03	0,05
Critério 3	3,05	0,03	0,05	3,05	0,02	0,04	3,00	0,00	0,00
Critério 4	3,03	0,01	0,02	3,05	0,03	0,05	3,01	0,01	0,01
Foco Principal	4,12	0,04	0,04	4,09	0,03	0,03	4,13	0,04	0,05

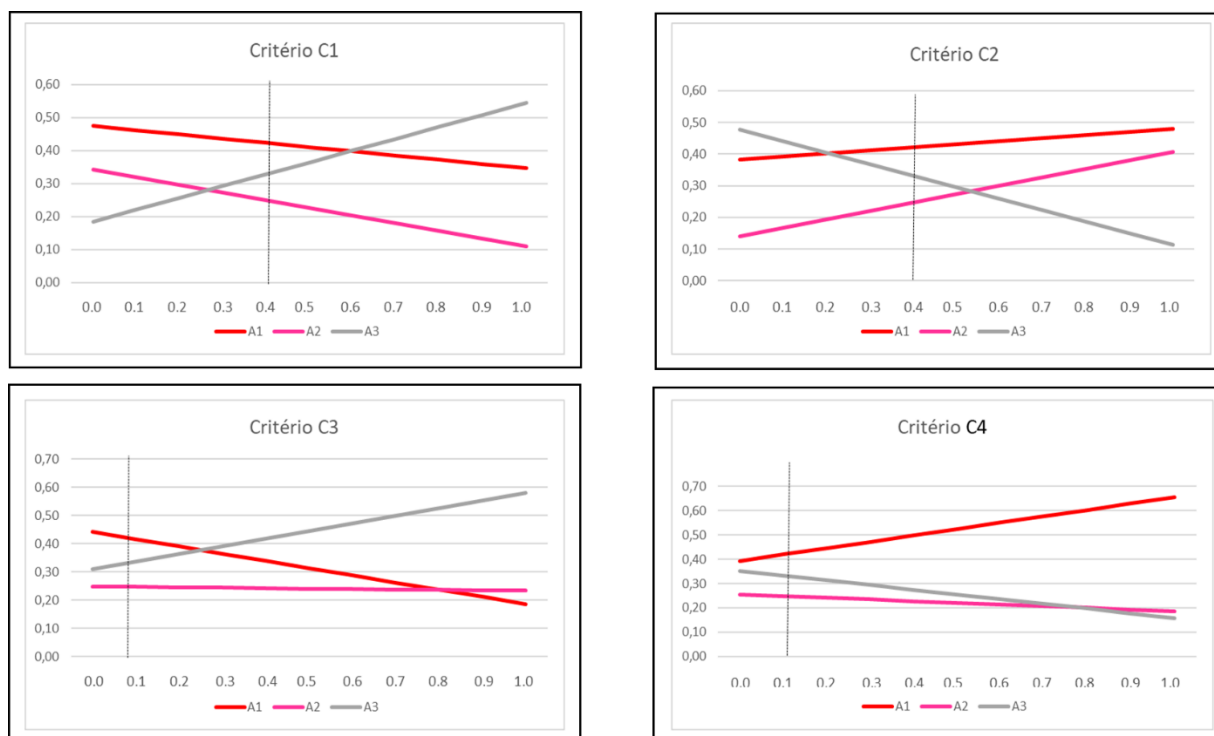
FONTE: AUTORES (2026)

Seguindo o mesmo raciocínio da resolução do problema usando AIJ, agora na utilização de AIP para agregar as prioridades globais dos três especialistas, a análise de sensibilidade foi realizada utilizando o método exploratório. Na visualização gráfica deve se deslocar a linha vertical para a direita e para a esquerda e, verificar o quanto de deslocamento seria necessário para alterar o resultado do modelo.

As Figuras 6 (Especialista 1), 7 (Especialista 2) e 8 (Especialista 3) mostram os gráficos resultantes das análises de sensibilidade realizadas para cada especialista, utilizando o método exploratório. Na análise gráfica da Figura 6, pode-se notar que os resultados da decisão obtidos pelo modelo não são sensíveis a pequenas variações com relação aos critérios C1, C2, C3 e C4. Precisaria de variações superiores a 10% para alterar o resultado, o que garante a robustez dos resultados do modelo do Especialista 1, tanto em relação à escolha da alternativa preponderante, como em relação a ordem das alternativas.

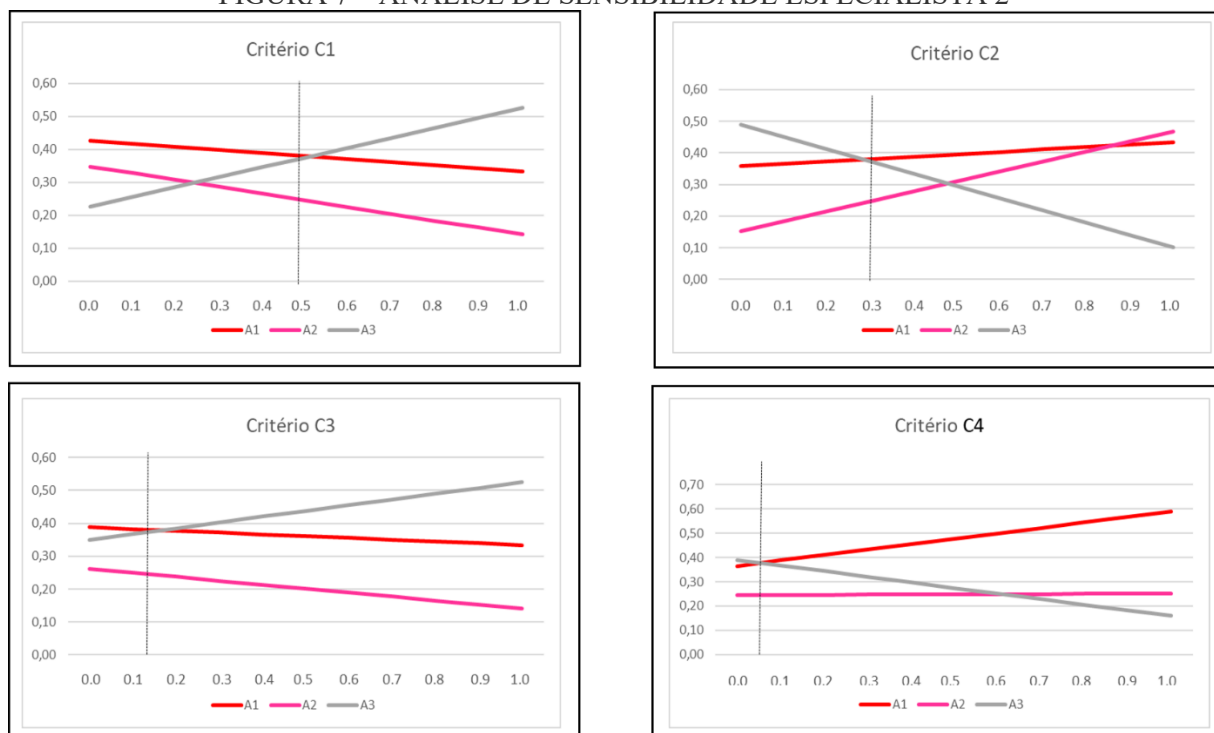
Analisando graficamente a Figura 7, fica claro que os critérios C1, C2, C3 e C4 são sensíveis a pequenas variações e, assim, a decisão de escolha da alternativa pode ser alterada pois A3 seria superior ou igual a A1 com pequena variação à direita em relação aos gráficos de C1 e de C3 e, A3 seria superior ou igual a A1 com pequena variação à esquerda em relação aos gráficos de C2 e C4, apontando sensibilidade no caso dos julgamentos do Especialista 2.

FIGURA 6 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE ESPECIALISTA 1



FONTE: AUTORES (2026)

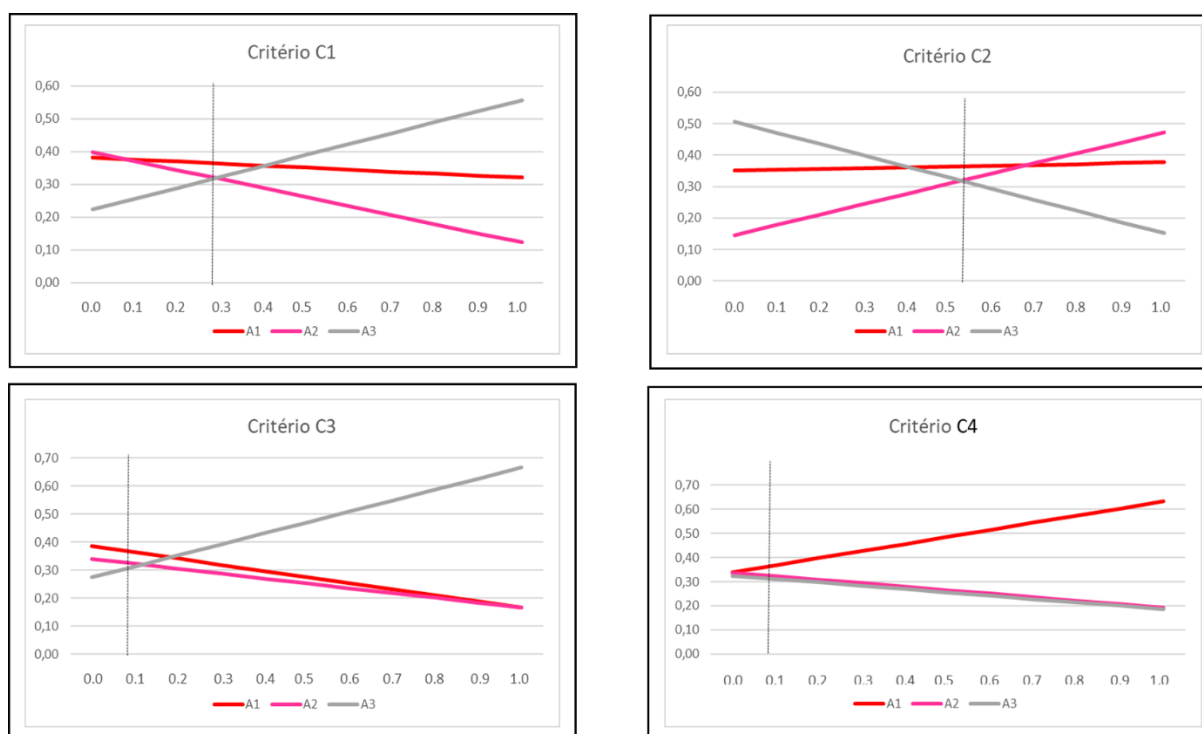
FIGURA 7 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE ESPECIALISTA 2



FONTE: AUTORES (2026)

Em relação a análise gráfica da Figura 8, o gráfico relativo ao critério C4 não apresenta sensibilidade a variações (robustez) quanto a escolha de alternativa, enquanto os gráficos relativos aos critérios C1, C2 e C3 necessitariam de variação bem maior que 10% para alterar a decisão de escolha da alternativa A1.

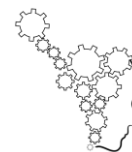
FIGURA 8 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE ESPECIALISTA 3



FONTE: AUTORES (2026)

4. DISCUSSÃO

Os resultados apresentados mostraram nas Tabelas 4 e 7 que as prioridades globais encontradas nos dois casos (AIJ e AIP) foram idênticas (0,39; 0,27; 0,34), sem a necessidade de normalização no caso do uso da AIP. A análise de consistência mostrou, nos dois casos, razões de consistências bem próximas de zero, conforme mostram as Tabelas 5 e 8 (AIJ e AIP, respectivamente), o que segundo Vargas (1980) garante a consistência dos julgamentos (RC menor ou igual a 0,10). De fato, como esperado as RC da aplicação de AIJ são mais próximas de zero que as encontradas quando da aplicação do AIJ, pois a utilização desse método de agregação tende a resultar em consistências mais próximas de zero. Lin *et al.* (2022) apontam que a AIP pode ser mais sensível a julgamentos extremos de um único decisor, embora tenha a vantagem de manter a identidade e o peso de cada decisor até a etapa final, enquanto a AIJ (com utilização da média geométrica) tende a suavizar inconsistências individuais, já



que a matriz final agregada satisfaz os axiomas de reciprocidade do AHP (FORMAN; PENIWATI, 1998).

A análise de sensibilidade utilizando o método exploratório, apontou um modelo bastante robusto no caso da utilização da AIJ (gráficos da Figura 5), onde pequenas variações nos valores dos critérios não alteram o resultado encontrado tanto para a alternativa preponderante quanto para a ordem do ranking. Entretanto na utilização da AIP mostraram um caso de bastante robustez no caso da análise do especialista 1 (gráficos da Figura 6) onde também se garante a escolha da alternativa preponderante e da ordem das alternativas; um caso de visível sensibilidade no caso do especialista 2 (gráficos da Figura 7) onde as alternativas A1 e A3 aparecem praticamente equivalentes; e um caso de robustez à pequenas variações no caso do especialista 3 (gráficos da Figura 8) apenas em relação a alternativa preponderante.

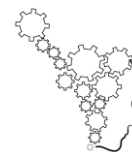
Importante notar que, após a análise de sensibilidade, critérios (muito ou pouco ponderados) que apontem maior sensibilidade a pequenas variações devem ser analisados quanto a sua importância e utilidade.

5. CONCLUSÃO

O objetivo desse artigo foi mostrar a utilização de dois métodos de agregação de opiniões de especialistas (decisão em grupo) em um mesmo problema no uso do Método de Análise Hierárquica (AHP): Agregação Individual de Julgamentos (AIJ) e Agregação Individual de Prioridades (AIP), além de destacar a importância da utilização da análise de sensibilidade em decisão. Para tanto, foram apresentadas considerações sobre decisão em grupo, sua importância e suas implicações no processo decisório, demonstrados conceitos e conhecimentos essenciais ao uso do AHP, caracterizações dos métodos AIJ e AIP, introdução à análise de sensibilidade, seu conceito, principais metodologias e suas contribuições ao processo de decisão.

Através de um exemplo de aplicação do AHP, foram realizadas todas as etapas do processo com apresentação dos resultados, realizando simulações com os dois métodos de agregações de opiniões dos especialistas e, nos dois casos foi utilizado o método exploratório de análise de sensibilidade para avaliar a robustez da solução encontrada, por ser um dos métodos mais comumente relacionados a problemas de decisão (GUEDES, 2024).

Ressalta-se que a análise de consistência no problema em estudo apresentou bons resultados com todas as Razões de Consistência (RCs) menores a 0,10. Isso mostra a coerência dos especialistas quanto às propriedades fundamentais do AHP (julgamentos pareados e matrizes recíprocas e transitivas), mas não garante a robustez dos resultados, que deve ser verificada através da análise de sensibilidade.

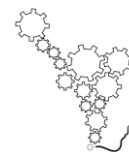


Em geral, considerando cenários reais, a diferença nos pesos finais entre AIJ e AIP geralmente é pequena, mas em alguns casos, pode ser suficiente para alterar a ordem de classificação das alternativas. No caso específico do problema em estudo, as Prioridades Globais (PGs) encontradas na aplicação dos dois métodos de agregação foram idênticas (0,39; 0,27; 0,34). Uma explicação possível para o fato seria a de que, quando a maioria ampla dos especialistas possuem perfis semelhantes, o uso do AIJ e do AIP tendem a apontar resultados próximos, o que reforçaria a coerência de ambos os métodos. Entretanto o pequeno número de especialistas envolvidos no exercício apresentado pode não ser considerado suficiente para garantir uma generalização.

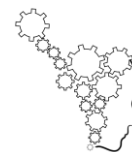
Os resultados da análise de sensibilidade mostraram que no caso do uso de AIJ (Figura 5) os critérios envolvidos no processo decisório quando sujeitos a pequenas variações não tendem a alterar os resultados, ou seja, apontaram para uma solução robusta. Quando analisados individualmente quanto à sensibilidade (no caso do uso do AIP) mostraram um caso de bastante robustez (Figura 6 - especialista 1), um caso de robustez à pequenas variações (Figura 8 - especialista 3) e um caso de visível sensibilidade (Figura 7 - especialista 2). O fato de haver critérios impactados por pequenas variações não aponta necessariamente problemas com o resultado e, nem mesmo necessidade de reavaliação do modelo, visto que deve existir um nível de tolerância para a análise dos resultados e, que a decisão cabe ao decisor, como em todas as aplicações de métodos de apoio à decisão.

REFERÊNCIAS.

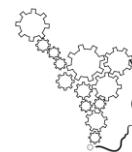
- ALMEIDA, A. T.; MORAIS, D. C.; COSTA, A. P. C. S.; ALENCAR, L. H.; DAHER, S. F. D. **Decisão em grupo e negociação: métodos e aplicações**. Rio de Janeiro. Editora Interciência, 2ª Ed., 2020. 272p.
- BONE, J.; HEY, J.; SUCKLING, J. Are groups more (less) consistent than individuals? **Journal of Risk and Uncertainty**, 18(1), 63-81, 1999. <https://doi.org/10.1023/A:1007764411446>
- CAI, X.; LASDON, L.; MICHELSEN, A.M. Group Decision making in water resources planning using multiple objective analysis. **Journal of Water Resources Planning and Management**, 130(1), 4-14, 2004. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2004\)130:1\(4\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2004)130:1(4))
- COSTA, H. G. **Auxílio multicritério à decisão: Método AHP**. Rio de Janeiro. ABEPRO, 2006. 115p.
- DA SILVA, R. M.; BELDERRAIN, M. C. N. Considerações sobre diagrama Tornado em análise de sensibilidade. In: **Anais do VIII INIC/IV EPG-UNIVAP**, 2004.
- DARKO, A.; CHAN, A. P. C.; AMEYAW, E. E.; OWUSU, E. K.; PÄRN, E.; EDWARDS, D. J. Review of application of Analytic Hierarchy Process (AHP) in construction. **International Journal of Construction Management**, 19(5), 436–452, 2018. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1452098>



- DWEIRI, F.; KUMAR, S.; KHAN, S. A.; JAIN, V. Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. **Expert Systems with Applications**, 62, 273-283, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.06.030>
- EMROUZNEJAD, A.; MARRA, M. The state-of-the-art development of AHP (1979–2017): A literature review with a social network analysis. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 22, p. 6653-6675, 2017. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1334976>
- FORMAN E.; PENIWATI, K. Aggregating individual judgments and priorities with the Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, n.108, 165-169, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00244-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00244-0)
- FU, M. C.; HONG, L. J.; HU, J. Conditional Monte Carlo estimation of quantile sensitivities. **Management Science**, v. 55, n. 12, p. 2019-2027, 2009. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.1090>
- GARCÍA-CASCALES, M. S.; LAMATA, M. T. On rank reversal and Topsis Method. **Mathematical and Computer Modelling**, vol. 56, no.5-6,123-132, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2011.12.022>
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial: enfoque multicritério. revista e ampliada**. São Paulo. Ed. Atlas, 2009. 326p.
- GROŠELJ, P., STIRN, L. Z., AYRILMIS, N.; KUZMAN, M. K. Comparison of some aggregation techniques using group Analytic Hierarchy Process. **Expert Systems with Applications**, 42(4), 2198-2204, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.09.060>
- GUEDES, T. A. Tendências e desafios da análise de sensibilidade no empreendedorismo: uma análise bibliométrica abrangente. **Revista de Empreendedorismo e Gestão de Micro e Pequenas Empresas** V.9, nº2, p.01-24, Mai/Ago, 2024. <https://doi.org/10.29327/237867.9.2-5>
- HUANG, H.; BURGHER, P.; MACHARIS, C. A collaborative group decision-support system: the survey based multi-actor multi-criteria analysis (MAMCA) software. **Journal of the Operational Research Society**, 76(5), 844–865, 2025. <https://doi.org/10.1080/01605682.2024.2398114>
- JONES, P.; ROELOFSNA, P. The potential for social contextual and group biases in team decision-making: Biases, conditions, and psychological mechanisms. **Ergonomics**, 43(8), 1129-1152, 2010. <https://doi.org/10.1080/00140130050084914>
- KONOMURA, K.; HOSHINO, E.; SAKAI, K.; FUKUDA, T.; TAJIMA, G. Development of a model for quantitative assessment of newborn screening in Japan using the Analytic Hierarchy Process. **International Journal of Neonatal Screening**, 9(3), 39, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijns9030039>
- KUGLER, T., KAUSEL, E. E; KOCHER, M. G. Are groups more rational than individuals? A review of interactive decision making in groups. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science**, 3(4), 471-482, 2012. <https://doi.org/10.1002/wcs.1184>
- LIN, C., KOU, G., PENG, Y.; ALSAADI, F. E. Aggregation of the nearest consistency matrices with the acceptable consensus in AHP-GDM. **Annals of Operations Research**, 316(1), 179-195, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03572-1>
- MALCZEWSKI, J. **GIS and multicriteria decision analysis**. NY: John Wiley. 1999. 408p.



- MALHOTRA, V. A.; LEE, M. D.; KHURANA, A. Domain experts influence decision Quality: towards a robust method for their Identification. **J. of Petroleum Science and Engineering**, 57, pp. 181-194, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2005.09.007>
- MASCARENHAS, A. B.; YU, A. S. O. Decisões em grupo nas organizações: problemas observados e técnicas utilizadas nas etapas do processo decisório. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, v. 24, n. 3, p. e28084-e28084, 2025. <https://doi.org/10.5585/2025.28084>
- MATSATSINIS, N. F., SAMARAS, A. P. MCDA and preferences disagregation in group decision support systems, **European Journal of Operational Research** 130, pag 414 a 429, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00038-2](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00038-2)
- MOSLEM, S.; SARAJI, M. K.; MARDANI, A.; ALKHARABSHEH, A.; DULEBA S.; ESZTERGÁR-KISS, D. A systematic review of Analytic Hierarchy Process applications to solve transportation problems: from 2003 to 2022, **In IEEE Access**, 11, 11973-11990. 2023. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3234298>
- PRATES, W. R., DA COSTA JR, N. C. A.; DOROW, A. Risk aversion, the disposition effect, and group decision making: an experimental analysis. **managerial and decision. Economics**, 38(7), 1033-1045, 2017. <https://doi.org/10.1002/mde.2843>
- PETRILLO, A.; SALOMON, V. A. P.; TRAMARICO, C. L. State-of-the-art review on the Analytic Hierarchy Process with benefits, opportunities, costs, and risks. **J. Risk Financial Manag**, 16, 372, 2023. <https://doi.org/10.3390/jrfm16080372>
- RAIŠIENĖ, A. G.; RAIŠYS, S. J. Business customer satisfaction with B2B consulting services: AHP-based criteria for a new perspective. **Sustainability**, 14, 7437, 2022. <https://doi.org/10.3390/su14127437>
- ROMERO-RAMOS, J. A.; GIL, J. D.; CARDEMIL, J. M.; ESCOBAR, R. A.; ARIAS, I.; PÉREZ-GARCÍA, M. A GIS-AHP approach for determining the potential of solar energy to meet the thermal demand in southeastern Spain productive enclaves. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 176, 113205, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113205>
- SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, 15, 234-281, 1977. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York, McGraw-Hill, 1980. 234p.
- SAATY, T. L. PENIWATI, K, **Group decision making: drawing out and reconciling differences**, RWS Publications, Pittsburgh, PA. USA, 2013. 385p.
- SALTELLI, A.; TARANTOLA, S.; CAMPOLONGO, F.; RATTO, M. **Sensitivity analysis in practice: a guide to assessing scientific models** (Vol. 1). New York: Wiley, 2004. https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2005.358_13.x
- SCHONER, B.; WEDLEY, W. C. Ambiguous criteria weight in AHP: consequences and solutions. **Decision Sciences**, v.20, 462-475, 1989. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1989.tb01561.x>
- SHIMIZU, T. **Decisão nas organizações**. Ed. Atlas 2ª Ed. São Paulo - SP. 2006. 419 p.
- SILVA, M. E. R. D.; SANTOS NETO, S. M. D.; PERONICO, R. L. ALCÂNTARA, L. R. P. D.; COSTA, I. R. D. A.; ANTONINO, A. C. D.; COUTINHO, A. P. Método SOBOL



- para análise de sensibilidade do modelo hydrus na simulação de infiltração de água em depósito aluvionar no semiárido brasileiro. **RBRH**, v. 29, p. e34, 2024. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.292420230108>
- SOOKSAKSUN, N.; CHANTA, S. Application of Analytic Hierarchy Process in decision making of processed banana products for community enterprises. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, 15(2) , 2023. <https://doi.org/10.13033/ijahp.v15i2.1091>
- STORE, R.; KANGAS, J. Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v.55, p.79-93, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00120-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00120-7)
- VAIDYA, O. S.; KUMAR, S. Analytic Hierarchy Process: An overview of applications. **European Journal of Operational Research**, v. 169, n. 1, p. 1-29, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
- VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Comparação entre métodos de análise de sensibilidade, empregados na tomada de decisão com a avaliação multicriterial, **Sci. For.**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 197-211, 2009.
- VARGAS, L. G. Reciprocal matrices with random coefficients. **Mathematical Modelling**, 3, 69-81, 1982. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(82\)90013-6](https://doi.org/10.1016/0270-0255(82)90013-6)
- VARMA, V. K.; FERGUSON, I.; WILD, I. Decision support system for sustainable forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 128, n. 1-2, p. 49-55, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00271-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00271-6)
- VOOGD, J. H. **Multicriteria evaluation for urban and regional planning**. Phd Thesis (Research TU/e / Graduation TU/e), Built Environment]. Delftsche Uitgevers Maatschappij, 1982.
- VOSGRAU, I. A.; LIBÓRIO, M. P.; VIEIRA, D. A. G.; EKEL, P. I.; DE OLIVEIRA, T. B. G.; CÔRTEZ, P. R. Group decision-making models and methods for identifying material sustainability reporting topics. **Qual Quant** 60, 3047–3073, 2026. <https://doi.org/10.1007/s11135-025-02394-2>
- WANG, Y.; LUO, Y. On rank reversal in decision analysis. **Mathematical and Computer Modelling**, vol.49, no.5-6, 1221-1229, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2008.06.019>
- WANG, X.; TRIANTAPHYLLOU, E. Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods, **Omega**, Vol. 36, 45-63, 2008.
- ANTONCIC, B. Risk taking in intrapreneurship: translating the individual level risk aversion into the organizational risk taking. **Journal of Enterprising Culture**, v. 2, n. 1, p. 1-23, 2003. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2005.12.003>
- YANG, Y.; GAI, T.; CAO, M.; ZHANG, Z.; ZHANG, H.; WU, J. Application of group decision making in shipping industry 4.0: Bibliometric Analysis, Trends, and Future Directions. **Systems**, 11, 69, 2023. <https://doi.org/10.3390/systems11020069>