

---

## Prioritization of resources in cartographic work using multicriteria methods: AHP, AHP-Gaussian and AHP-TOPSIS-2N.

### Priorização de recursos na execução de trabalhos cartográficos empregando métodos multicritério: AHP, AHP-Gaussiano e AHP-TOPSIS-2N.

Received: 2023-06-13 | Accepted: 2023-07-10 | Published: 2023-07-13

---

#### **Carlos Yoshio Morita**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6499-867X>  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
E-mail: [cymorita@hotmail.com](mailto:cymorita@hotmail.com)

#### **Rafael Lima Medeiros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2036-869X>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Brasil  
E-mail: [rafael.medeiros@ifam.edu.br](mailto:rafael.medeiros@ifam.edu.br)

#### **Márcio Antônio Couto Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5925-9928>  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
E-mail: [marciocout@yahoo.com.br](mailto:marciocout@yahoo.com.br)

#### **Mário de Queiroz Pierre Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8703-4076>  
Universidade Paulista, Brasil  
E-mail: [pierrefilho@hotmail.com](mailto:pierrefilho@hotmail.com)

---

#### ABSTRACT

The objective of the present work was to test the application of multicriteria methods for prioritizing the technical activities of the cartography sector of a military institution that produces geoinformation, aiming at increasing efficiency in productive operations and in the effective allocation of available resources. In this attempt, the multicriteria decision support methods AHP, AHP-Gaussian and AHP-TOPSIS-2N were used. In 75% of the scenarios tested, the priority alternative was A2 (Cartographic Mapping of Force Interest). In all methods, the two alternatives with the lowest priority were A6 (Survey of Heritage Areas) and A3 (COTER Simulation). The sensitivity analysis and consultation with the specialist regarding his opinion on the results obtained, allow us to state that the methods are consistent and corroborate with the expectations of the specialist who acted in the decision-making process for the prioritization of the activities in question.

**Keywords:** Cartography; Geoinformation; Multicriteria; Prioritization.

---

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi testar a aplicação de métodos multicritério para priorização das atividades técnicas do setor de cartografia de uma instituição militar produtora de geoinformação, visando o aumento da eficiência nas operações produtivas e a alocação eficaz dos recursos disponíveis. Nesse intento, foram empregados os métodos de apoio multicritério à decisão AHP, AHP Gaussiano e AHP-TOPSIS-2N. Em 75% dos cenários testados a alternativa prioritária foi A2 (Mapeamento Cartográfico de Interesse da Força). Em todos os métodos as duas alternativas menos prioritárias foram A6 (Levantamento de Áreas Patrimoniais) e A3 (Simulação COTER). A análise de sensibilidade e a consulta ao decisor quanto a sua opinião sobre os resultados obtidos, permitem afirmar que os métodos são consistentes e corroboraram com as expectativas do especialista que atuou no processo decisório para a priorização das atividades em questão.

**Palavras-chave:** Cartografia; Geoinformação; Multicritério; Priorização.

---

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a cartografia se faz relevante desde o início da colonização, quando os exploradores daquele período histórico necessitaram de dados sobre o terreno. Entre as atividades de aplicação da geoinformação, podem ser citadas a plantação, a mineração, o estabelecimento de cidades e as fortificações para a defesa do território.

O aperfeiçoamento das técnicas de mapeamento não eliminou a possibilidade de melhorias e práticas que permitam ganhos de eficiência em seus processos, particularmente, no que tange a alocação eficiente dos reduzidos recursos públicos disponíveis para a execução dos trabalhos cartográficos. A geoinformação, nesse contexto, apresenta-se como uma ferramenta de apoio à decisão em que os computadores empregados auxiliariam na representação dos dados espacialmente referenciados (CÂMARA; MONTEIRO, 2001).

No cenário brasileiro existe a Diretoria de Serviço Geográfico, instituição do Exército Brasileiro pertencente ao Ministério da Defesa, que tem como missão, com o auxílio de seus Centros de Geoinformação, a geração de informação geográfica e a elaboração de produtos no atendimento das demandas específicas de geoinformação dos setores públicos e privados.

O objeto de análise do presente estudo é o 4º Centro de Geoinformação (4º CGEO) que encontra-se estabelecido na cidade de Manaus no estado do Amazonas. A instituição busca o atendimento das necessidades de instituições públicas civis e militares por meio da produção de geoinformação, produto este originário das técnicas e fundamentos da Cartografia. O foco institucional é contribuir no desenvolvimento dos encargos atinentes às ações de superintender, dentro do Exército, as atividades correlacionadas às imagens, às informações geográficas e meteorológicas e à elaboração de produtos cartográficos (4º CGEO, Missão, s.d.).

Nesse sentido, buscou-se estabelecer prioridades na execução de trabalhos cartográficos, levando em consideração, também os fundamentos do conceito de Kaizen, o qual vem a traduzir a aceção de contínuo melhoramento (SLACK; JOHSNTON; CHAMBERS, 2009).

Os citados refinamentos contínuos ligados a prática do Kaizen, mesmo reduzidos, são de considerável relevância para os estabelecimentos empresariais e convém decorrer de modo sucessivo para que, em cada espaço temporal determinado, possam ocorrer perceptíveis incrementos e aperfeiçoamentos (SLACK; JOHSNTON; CHAMBERS, 2009).

Desta feita, a problemática do estudo de caso perscrutada teve como alvo uma instituição pública militar, consubstanciada por meio de seus tomadores de decisão, procurando equacionar, desenvolver e solucionar, aliado ao escopo e propósitos dos princípios Kaizen. O objetivo geral foi empregar métodos multicritério para priorização das atividades técnicas do setor de cartografia de uma instituição militar produtora de geoinformação, para o aumento da eficiência nas operações produtivas e na alocação eficaz dos recursos disponíveis.

## TOMADA DE DECISÃO NA GESTÃO PÚBLICA

Os Processos de Tomada de decisão vêm a consubstanciar o cerne conceitual da ação de administrar. Notadamente, tem-se que o ato de administrar corresponderia ao ato de decidir, em que a perpetuação de quaisquer organizações estaria calcada na excelência da tomada de decisões, por seus gestores, nos mais amplos setores e níveis organizacionais.

Os administradores modernos, de todas as esferas, devem ter um entendimento integrado e global das instituições em que atuam, realçando e fazendo proveito de oportunidades internas e externas, possuir o potencial de analisar informações com correção e deduzir, a partir delas, tendências e atividades futuras. (NETO; LIMA, 2010).

Acerca da ampla variedade dos métodos de decisão, considerada a realidade da maioria das instituições, não existe, em princípio, uma modelagem ideal ou definitiva. Para as diversas alternativas e estratégias de decisão, mesmo com a existência de divergências, existem aspectos complementares entre as abordagens, para suprimir os eventuais hiatos, esclarecer as discrepâncias e permitir aplicações práticas e teóricas dos conhecimentos acerca dos processos decisórios (GONTIJO; MAIA, 2004).

A organização do processo decisório foi desenvolvida com base em teorias e técnicas aplicadas a eventos de riscos e incertezas, estão relacionadas com as quantidades e a qualidade das informações disponíveis. Conforme Buchanan e O'Connel (2006), o processo de tomada de decisão estaria baseado em diversas áreas do conhecimento como a psicologia, a economia e a matemática, as quais estariam conectadas a abordagens relacionadas com a racionalidade, por levarem em conta o alcance da solução ótima preconizada por Neumann e Morgenstern (1944), por Shimizu (2010), ou a solução satisfatória de Simon (1947).

Ao analisarem a temática acerca do processo decisório, Jamian, Sidhu e Aperapar (2011) esclarecem que tanto as decisões quanto as sistemáticas correlacionadas a tomada de decisão são imprescindíveis para os processos de liderança e de gestão.

No que concerne ao campo da Gestão Pública, a qual tem buscado se modernizar para enfrentar o desafio da garantia da efetividade dos órgãos públicos, mesmo com sua propensão em agir de forma burocrática, nota-se que os gestores têm necessitado superar as intermitências administrativas, as interferências políticas, a preponderância das decisões rotineiras e a ação estratégica de curto prazo (PRÉVE; MORITZ; PEREIRA, 2010).

Administradores, assim como pesquisadores teóricos e empíricos, vêm trabalhando com o foco na melhor compreensão e condução dos processos de tomada de decisão. As organizações públicas ou privadas, de forma ampla, defrontam-se com esse assunto (GONTIJO; MAIA, 2004). Contudo, as respostas ainda não aparecem de forma clara que os estudos são dispersos e orientados para pontos específicos.

Os gerentes e demais integrantes envolvidos nos diversos processos de tomada de decisão, nas diversas instituições existentes, carecem de apoio, inclusive de cunho científico, para que as decisões sejam tomadas de forma satisfatória. Tal processo precisa ser bem entendido e ferramentas, métodos e modelos devem estar à disposição no momento em que as decisões forem tomadas (KLADIS; DE FREITAS, 1995).

Compreende-se também que a tomada de decisão na Administração Pública seria o processo necessário para responder a um determinado problema, em que opções de escolha são sugeridas para possíveis soluções, as quais poderiam fornecer os melhores resultados para as instituições, a tomada de decisão é considerada, em diversas situações, como a mais relevante incumbência exercida pelos administradores (ARAÚJO et al., 2019).

Nas organizações públicas, em conformidade com Passos da Silva (2013), as tomadas de decisões são provenientes de comprometimentos, negociações e políticas, consiste-se essas decisões nas principais peculiaridades que as tornam diferentes dos processos decisórios em instituições privadas. Dessa forma, a complexidade dos processos de tomada de decisão na Administração Pública se evidenciaria não apenas devido ao envolvimento de distintos grupos de interesses, mas também em consequência da restrição de recursos.

Conforme apontado por Siqueira (2011), a burocracia racional legal seria uma outra particularidade inerente, a qual podendo delimitar as direções para uma tomada de decisão, frequentemente termina por assumir uma função central na estrutura de um Estado, mesmo que deva ser somente um instrumento funcional de organização.

Isto posto, ainda em conformidade com Porto (2008, apud ARAÚJO et al., 2019), os agentes tomadores de decisão no âmbito da Administração Pública, em função das leis em vigor, são aqueles que representarão as intenções e os anseios da coletividade, de forma inteligível e compreensível, tendo em vista o Estado possuir, como propósito, a prestação de serviços à sociedade.

No intuito de favorecer as análises e a seleção de alternativas, com o propósito da tomada de decisões, diversos métodos com essa finalidade maior de apoiar foram criados, notadamente os denominados Métodos de Apoio Multicritério à Decisão.

Nesse sentido, a Análise de Decisão Multicritério, proveniente da terminologia inglesa *Multicriteria Decision Analysis*, é constituída por uma diversidade de métodos eficientes e adequados para subsidiar as ações decisórias de processos complexos.

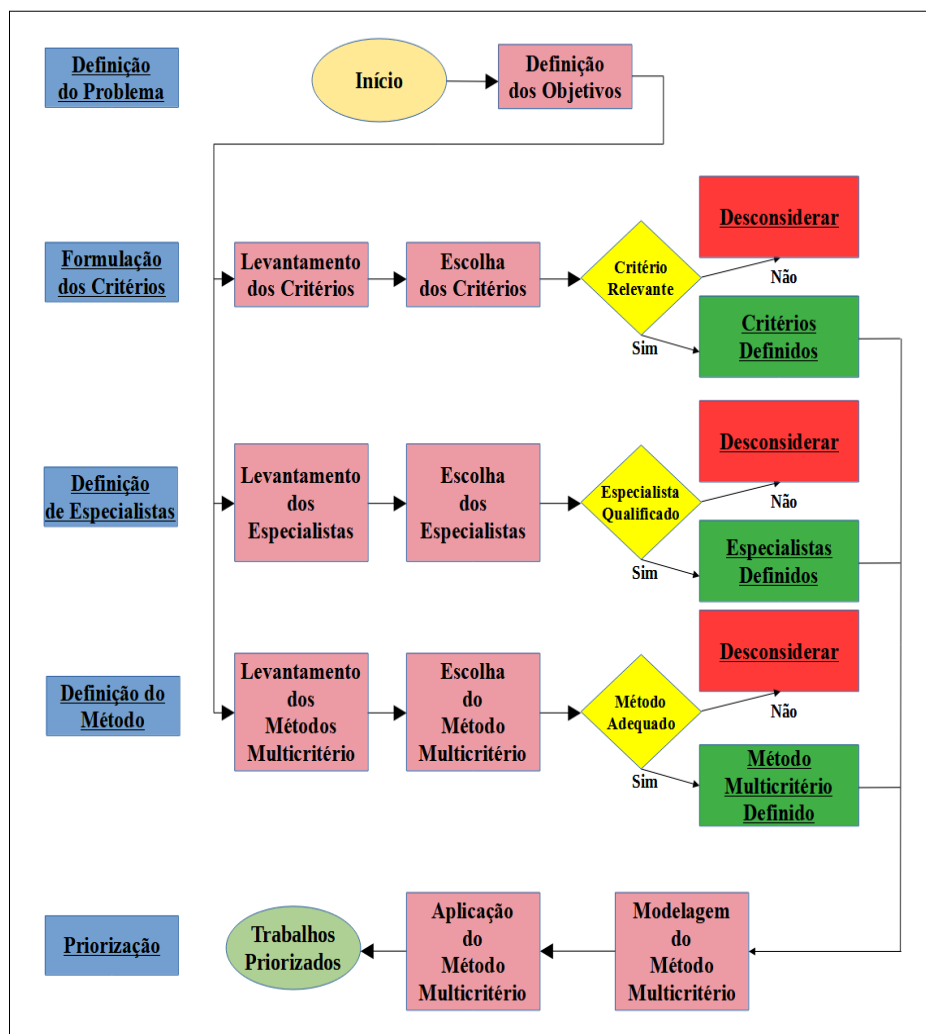
Os citados métodos são exigidos para defrontar uma miríade de decisões complexas em que as particularidades tecnológicas, econômicas, ambientais e sociais devem ser abordadas (OGATO et al., 2020). Os Métodos de Apoio Multicritério à Decisão proporcionam um vasto conjunto de metodologias e processos para estruturar problemas de tomada de decisão, além de sistematizar, analisar e priorizar as opções de decisão existentes (MALCZEWSKI, 2006). Constituem uma coleção de ferramentas de apoio, as quais propiciam comparar e avaliar as

possibilidades de seleção opostas para abranger critérios múltiplos (FEIZIZADEH; KIENBERGER, 2017).

## METODOLOGIA

O conjunto de procedimentos adotados para o presente estudo foram: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, estudo de caso e de pesquisa operacional; esta última como elemento central da pesquisa (JUNG, 2010; MIGUEL et al., 2012). Os procedimentos de pesquisa do presente estudo foram constituídos e organizados em fases distintas, de forma adaptada ao demonstrado por De Boer, Labro e Morlacchi (2001), em que o fluxograma do processo pode ser visualizado conforme Figura 1.

**Figura 1** – Fluxograma da pesquisa.



Fonte: Adaptado de De Boer, Labro e Morlacchi (2001).

A coleta de dados se deu em várias etapas, sendo a primeira o levantamento de informações de dados secundários, constituídos por relatórios, livros, congressos e periódicos, bem como a reunião e coleta dos dados primários junto à agentes tomadores de decisão da instituição produtora de informação geográfica. Em relação ao processo de amostragem dos elementos integrantes da pesquisa, os especialistas decisores, tem-se que foi estabelecida como não-probabilística por conveniência, tendo em vista o fato da população integrante do estudo ser pequena e com perfil homogêneo (JUNG, 2010).

Para os instrumentos de pesquisa foram empregados questionários com perguntas na forma de alternativas abertas e fechadas, possibilitando análises estatísticas das informações. O questionário, estruturado de forma aberta, na conformação de múltipla escolha e escalonado, foi construído por meio de um encadeamento ordenado de perguntas as quais foram respondidas pelo especialista decisor com o intento de coletar os julgamentos necessários para a aplicação dos métodos multicritério (PRODANOV; FREITAS, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alternativas e critérios foram especificados de forma objetiva para trabalhar com as atividades realizadas no ano de 2021, em que havia a consolidação de experiências acerca dos trabalhos técnicos desenvolvidos, bem como a possibilidade de realizar melhores avaliações e considerações acerca da ponderação de valores para problemática apresentada.

As diversas atividades técnicas realizadas, referentes ao ano de 2021, configuram as alternativas a serem priorizadas e podem ser abaixo destacadas como se segue:

1. Plano de Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre (PDDMT);
2. Mapeamento Cartográfico de Interesse da Força;
3. Simulação COTER (Comando de Operações Terrestres);
4. Instrumento de Parceria com a Superintendência da Zona Franca de Manaus;
5. Projeto de Georreferenciamento do Estado do Amapá;
6. Levantamento de Áreas Patrimoniais.

Os critérios foram selecionados e submetidos à aprovação do especialista decisor, com ênfase ao atendimento às organizações e instituições de maior destaque e relevância, alvo dos trabalhos técnicos desenvolvidos, a saber:

- C1 – Atendimento à Diretoria de Serviço Geográfico (DSG);
- C2 – Atendimento à Grandes Comandos;
- C3 – Atendimento à Organizações Militares Diversas;
- C4 – Atendimento à Organizações Públicas Civis;
- C5 – Retorno Financeiro Institucional.

Entre os diversos métodos de Apoio Multicritério a Decisão, foram considerados para emprego o *Analytic Hierachy Process* (AHP) e o *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), tendo em vista a observação de uma maior recorrência na literatura de referência.

Considerando-se os métodos de apoio multicritério mais relevantes, tem-se que o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), ou Método de Análise Hierárquica, se destaca como um dos mais populares, em conformidade com a extensa pesquisa de dados em bases científicas desenvolvida por Toloie-Eshlaghy e Homayonfar (2011). A grande popularidade do método AHP é devida em grande parte à simplicidade de implementação, à facilidade de seu entendimento e à capacidade para avaliar critérios qualita-tivos (ZHOU et al., 2006).

Em relação ao método *Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), ou Técnica para Ordenação de Desempenho por Similaridade à Solução Ideal, temos que o mesmo foi desenvolvido por HWANG e YOON (1981). Neste método, assume-se que cada critério teria a propensão de permitir a definição das soluções ideais, tanto a positiva quanto a negativa, por meio do acréscimo ou da redução da utilidade (ARULDOSS et al., 2013).

No método TOPSIS, a alternativa mais interessante a ser obtida viria a ser aquela com maior proximidade da solução ideal positiva e a mais distante da solução ideal negativa. Visando a avaliação da relativa proximidade das alternativas em relação à solução ideal, a distância Euclidiana apresenta-se como abordagem a ser empregada (TRANTAPHYLLOU et al., 1998; KROHLING e CAMPANHARO, 2009; ARULDOSS et al., 2013).

Como forma de melhorar o método TOPSIS, surge uma proposta de aprimoramento na forma de uma variação, denominada de TOPSIS-2N, cuja fundamentação encontra-se no emprego da segunda técnica de normalização a qual proporciona um segundo ranking das alternativas, possibilitando uma análise de sensibilidade (SOUZA et al., 2018).

Em termos de associação com outros métodos, tem sido observado o emprego da técnica TOPSIS-2N de forma combinada, com metodologias de tomada de decisão diversas, como os difundidos e conhecidos métodos AHP e MACBETH (SILVA et al., 2018; SOUZA et al., 2018; OLIVEIRA, A. S., et al., 2021).

Um outro método de apoio multicritério, consideravelmente recente, é o método AHP Gaussiano. O AHP Gaussian (Processo de Hierarquia Analítica Gaussiana objetiva a proposição de uma abordagem inovadora para o método AHP, sem a dependência da matriz de avaliação entre os critérios, em que os cálculos devem empregar a média e o desvio padrão com vistas a obtenção do ranking das alternativas.

Neste estudo fez-se a opção pela escolha do método AHP na sua forma tradicional juntamente com as suas variações AHP Gaussiano e AHP-TOPSIS-2N. Para a fase de aplicação dos métodos, foram considerados na sua implementação a programação em Excel desenvolvida



por Baldini et al. (2021) e o software desenvolvido por Bozza et al. (2020), com vistas ao desenvolvimento dos cálculos necessários para a obtenção dos ordenamentos pretendidos.

Fazendo uso da Escala Fundamental de Saaty (1980), o especialista decisor atribuiu os seguintes pesos de um critério em relação a outro (dois a dois):

**Tabela 1** – Comparação paritária de critérios.

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	3	7	9	9
C2	0,333333	1	7	9	8
C3	0,142857	0,142857	1	3	5
C4	0,111111	0,111111	0,333333	1	2
C5	0,111111	0,125000	0,200000	0,500000	1

Fonte: Os autores.

Após os processos de normalização do AHP tradicional obtém-se o vetor referente aos pesos dos critérios, conforme Tabela 2:

**Tabela 2** – Pesos dos critérios.

CRITÉRIOS	PESOS
Atendimento à Diretoria de Serviço Geográfico	0,496904
Atendimento à Grandes Comandos	0,319054
Atendimento à Organizações Militares Diversas	0,102889
Atendimento à Organizações Públicas Civis	0,047340
Retorno Financeiro Institucional	0,033813

Fonte: Os autores.

O uso da Tabela 17 seguiu uma variação nos procedimentos do método AHP, em conformidade com o visualizado no estudo desenvolvido pelos autores Santos, Costa e Gomes (2021). Naquela variação de procedimentos, os autores não fazem uso da comparação par a par e da escala de Saaty para definir as prioridades locais das alternativas em função de cada critério. Os próprios valores, quantitativos ou qualitativos, preexistentes ou atribuídos para as alternativas em cada critério, podem ser utilizados nos cálculos de priorização.

**Tabela 3** – Escala de importância.

VALOR	SIGNIFICADO
1	Bem Pouco Alto
2	Pouco Alto
3	Alto
4	Muito Alto
5	Extremamente Alto

Fonte: Os autores.

**Tabela 4** – Matriz de Valoração das Atividades.

	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
	C1	C2	C3	C4	C5
A1	3	4	5	1	1
A2	3	5	5	3	3
A3	2	4	4	1	1
A4	4	1	1	2	5
A5	4	2	2	3	5
A6	2	4	4	1	2

Fonte: Os autores.

Para implementação do AHP foi empregada a programação em Excel desenvolvida por Baldini et al. (2021), a qual consiste em uma tabela onde as ponderações e valorações feitas pelo especialista decisor são inseridas, obtendo-se como resultado a priorização pretendida com o emprego do método em questão.

No caso do presente estudo, o objetivo para as alternativas é a de maximização (MAX) acerca dos critérios por serem estes monotônicos de benefício, isto é, quanto maiores forem os valores atribuídos, melhor será a classificação obtida. A Matriz de Desempenho Final, com a priorização das atividades pelo método AHP é mostrada na Tabela 5 a seguir:

**Tabela 5** – Matriz de Desempenho Final do método AHP.

ALTERNATIVA	SOMA	RANK
Mapeamento Cartográfico de Interesse da Força	0,205956	1
Plano de Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre	0,177418	2
Projeto de Georreferenciamento do Estado do Amapá	0,174983	3
Instrumento de Parceria com a SUFRAMA	0,149828	4
Levantamento de Áreas Patrimoniais	0,146902	5
Simulação COTER	0,144913	6

Fonte: Os autores.

Na aplicação do método AHP Gaussiano, foi também considerado o trabalho dos autores Santos, Costa e Gomes (2021) e utilizada a programação em Excel desenvolvida por Baldini et al. (2021). Para os cálculos necessários foram usados os mesmos julgamentos realizados pelos decisores presentes nas Tabelas 1 e 4.

A Matriz de Desempenho Final e o vetor de prioridades obtido por meio do emprego do método AHP Gaussiano segue abaixo representado na Tabela 6:

**Tabela 6** – Matriz de Desempenho Final do método AHP Gaussiano.

ALTERNATIVA	PONTUAÇÃO OBTIDA	RANK
Mapeamento Cartográfico de Interesse da Força	0,716030	1
Plano de Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre	0,629794	2
Projeto de Georreferenciamento do Estado do Amapá	0,549440	3
Instrumento de Parceria com a SUFRAMA	0,465622	4
Levantamento de Áreas Patrimoniais	0,451530	5
Simulação COTER	0,450560	6

Fonte: Os autores.

Para a aplicação do método AHP-TOPSIS-2N, foram seguidos procedimentos semelhantes aos visualizados nos trabalhos desenvolvidos pelos autores Souza et al. (2018) e Costa et al. (2020), bem como os procedimentos necessários aos requisitos do software desenvolvido por Bozza et al. (2020), o qual consiste em um programa *online* em que as ponderações e valorações feitas pelo especialista decisor são inseridas, obtendo-se como resultado a priorização pretendida com o emprego do método em questão.

No desenvolvimento do método proposto, para uma determinada matriz de decisão com M alternativas e N critérios, em termos de formulação matemática, tem-se o 1º passo de sua execução consistindo na elaboração da matriz de decisão normalizada. Para essa normalização, o método TOPSIS tradicional emprega a Equação 1:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=0}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

Ao ser empregada a versão TOPSIS-2N, uma segunda normalização é realizada com a utilização da Equação 2:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (2)$$

Os demais passos seguem a aplicação tradicional do método TOPSIS. No desenvolvimento do método TOPSIS-2N, são produzidos dois rankings distintos, um para cada tipo de normalização adotada, podendo as posições das alternativas variarem entre os ordenamentos estabelecidos.

Por ocasião da aplicação do método AHP-TOPSIS-2N, foi utilizada a Tabela 2 e a Tabela 4, com os pesos dos critérios e a valoração das atividades, para fins de obtenção dos resultados pretendidos. Os resultados obtidos por meio do primeiro método (Equação 1) de normalização por meio é mostrado na Tabela:

**Tabela 7** – Matriz de Desempenho Final do método AHP-TOPSIS-2N pelo método 1.

ALTERNATIVA	PONTUAÇÃO OBTIDA	RANK
Mapeamento Cartográfico de Interesse da Força	0,716030	1
Plano de Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre	0,629794	2
Projeto de Georreferenciamento do Estado do Amapá	0,549440	3
Instrumento de Parceria com a SUFRAMA	0,465622	4
Levantamento de Áreas Patrimoniais	0,451530	5
Simulação COTER	0,450560	6

Fonte: Os autores.

Já com o emprego da Equação 2 obteve-se os resultados apresentados na Tabela 8:

**Tabela 8** – Matriz de Desempenho Final do método AHP-TOPSIS-2N pelo método 2.

ALTERNATIVA	PONTUAÇÃO OBTIDA	RANK
Projeto de Georreferenciamento do Estado do Amapá	0,668608	1
Mapeamento Cartográfico de Interesse da Força	0,627934	2
Instrumento de Parceria com a SUFRAMA	0,597371	3
Plano de Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre	0,573820	4
Levantamento de Áreas Patrimoniais	0,331733	5
Simulação COTER	0,331392	6

Fonte: Os autores.

Tendo sido encerrada a aplicação do método AHP-TOPSIS-2N, faz-se notar a existência de dois clusters:

Cluster 1: Estaria contemplando as alternativas com pontuações entre 0,465622 e 0,716030 na primeira normalização e entre 0,573820 e 0,668608 na segunda normalização. Nota-se que, para este cluster, as primeiras, segundas, terceiras e quartas posições estão abrangidas pelo intervalo de 0,465622 a 0,716030, não havendo um consenso quanto a definição do ordenamento dessas alternativas, de forma conjunta, com o emprego do método.

Cluster 2: Neste cluster, estão as alternativas com pontuações entre 0,450560 e 0,451530 na primeira normalização e entre 0,331392 e 0,331733 na segunda normalização. Nota-se que, para este cluster, as quintas e sextas posições estão definidas e abrangidas pelo intervalo de 0,331392 a 0,451530, havendo pleno consenso quanto a definição do ordenamento dessas alternativas, de forma conjunta, com o emprego do método.

Considerando-se a nomenclatura para as alternativas abaixo, tem-se no Quadro 01 a seguinte distribuição conjunta de resultados para os métodos aplicados:

A1 – Plano de Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre;

A2 – Mapeamento Cartográfico de Interesse da Força;

A3 – Simulação COTER;

A4 – Instrumento de Parceria com a SUFRAMA;

A5 – Projeto de Georreferenciamento do Estado do Amapá;

A6 – Levantamento de Áreas Patrimoniais.

**Quadro 1 – Distribuição Conjunta de Resultados.**

AHP	AHP TOPSIS 2N Procedimento 01	AHP Gaussiano	AHP TOPSIS 2N Procedimento 02	RANK
A2	A2	A2	A5	Primeira
A1	A1	A5	A2	Segunda
A5	A5	A4	A4	Terceira
A4	A4	A1	A1	Quarta
A6	A6	A6	A6	Quinta
A3	A3	A3	A3	Sexta

Fonte: Os autores.

Ao término da aplicação dos métodos multicritério propostos, pode-se depreender do Quadro 06 que, para a alternativa A2, 75% dos resultados apontam a mesma como a primeira posição em termos de prioridade. Para a alternativa A1, 50% dos resultados apontam a mesma como a segunda posição prioritária.

Para a situação da terceira posição prioritária, teríamos um empate entre as alternativas A5 e A4 com 50% dos resultados para cada uma delas. No caso da quarta posição prioritária, teríamos também um empate entre as alternativas A4 e A1 com 50% dos resultados para cada uma delas. Já no caso das alternativas A6 e A3, 100% dos resultados apontam as mesmas na quinta e na sexta posição, respectivamente, em termos de prioridade.

Dessa forma, observa-se então uma forte tendência, de cerca de 75%, apontando a alternativa A2 como a mais importante e a alternativa A1, com uma tendência média, de cerca de 50%, surgindo como a segunda alternativa mais importante.

Na terceira posição, haveria um empate entre as alternativas A5 e A4, estando também as alternativas A4 e A1, empatadas na quarta posição. As alternativas A6 e A5, por sua vez, surgem com 100% dos resultados apontando sequencialmente as mesmas para as últimas duas posições.

Sob o entendimento do especialista decisor, após nova consulta ao mesmo a respeito do resultado final conjunto apontado pelos métodos empregados, particularmente sobre a primeira, segunda e últimas duas posições, recebeu-se como resposta o entendimento de que os resultados estariam convergentes com as suas expectativas.

Por ocasião da análise de sensibilidade, diversos cenários podem ser desenvolvidos buscando melhor compreender a robustez das decisões feitas pelo especialista decisor. Nesse sentido, decidiu-se por modificar os pesos dos critérios, de forma que todos tivessem os mesmos pesos, e observar como as prioridades gerais das alternativas se comportam para cada um dos métodos propostos.

Para obter um vetor de pesos para os critérios com valores iguais, apartir da Escala Fundamental de Saaty utilizou-se o mesmo valor unitário para todas as comparações. Desta forma, após a modificação nos pesos dos critérios e realização dos cálculos, as prioridades passaram a apresentar a distribuição conjunta de resultados conforme o Quadro 02:

**Quadro 2** – Distribuição Conjunta de Resultados com mesmo peso para os critérios.

<b>AHP</b>	<b>AHP TOPSIS 2N Procedimento 01</b>	<b>AHP Gaussiano</b>	<b>AHP TOPSIS 2N Procedimento 02</b>	<b>RANK</b>
<b>A2</b>	<b>A2</b>	<b>A2</b>	<b>A2</b>	<b>Primeira</b>
<b>A5</b>	<b>A5</b>	<b>A5</b>	<b>A5</b>	<b>Segunda</b>
<b>A4</b>	<b>A4</b>	<b>A4</b>	<b>A4</b>	<b>Terceira</b>
<b>A1</b>	<b>A1</b>	<b>A1</b>	<b>A1</b>	<b>Quarta</b>
<b>A6</b>	<b>A6</b>	<b>A6</b>	<b>A6</b>	<b>Quinta</b>
<b>A3</b>	<b>A3</b>	<b>A3</b>	<b>A3</b>	<b>Sexta</b>

Fonte: Os autores.

Por conseguinte, pode ser verificado que em um cenário onde os pesos dos critérios surgem com os mesmos valores, ou seja, sem influenciar as valorações das alternativas nos critérios definidos, os resultados despontam com os mesmos ordenamentos.

Para o método AHP, ao compararmos os Quadros 1 e 2, verifica-se uma modificação nas segundas, terceiras e quartas posições dessas tabelas, mantendo-se inalterada as primeiras e as últimas duas posições. Para o método AHP-TOPSIS-2N – Procedimento 1 também verifica-se uma modificação nas segundas, terceiras e quartas posições dessas tabelas, mantendo-se igualmente inalterada as primeiras e as últimas duas posições.

No caso do método AHP-TOPSIS-2N – Procedimento 2 verifica-se uma modificação, diferente dos cenários anteriores, apenas nas primeiras e segundas posições dessas tabelas, mantendo-se inalterada as demais posições. Por fim, considerando o método AHP Gaussiano, observa-se a não ocorrência de modificações nos resultados dos ordenamentos tendo em vista a sua independência quanto a utilização de um vetor referente aos Pesos dos Critérios.

O entendimento da influência dos pesos dos critérios no ordenamento das prioridades das alternativas, antes e depois da modificação de seus valores, pode ser melhor visualizado e compreendido por meio da comparação dos resultados contidos no Quadro 3 abaixo:

**Quadro 3 – Comparação de Resultados.**

<b>AHP</b>						
<b>Antes</b>	<b>A2</b>	<b>A1</b>	<b>A5</b>	<b>A4</b>	<b>A6</b>	<b>A3</b>
<b>Depois</b>	<b>A2</b>	<b>A5</b>	<b>A4</b>	<b>A1</b>	<b>A6</b>	<b>A3</b>
<b>AHP TOPSIS 2N – 01</b>						
<b>Antes</b>	<b>A2</b>	<b>A1</b>	<b>A5</b>	<b>A4</b>	<b>A6</b>	<b>A3</b>
<b>Depois</b>	<b>A2</b>	<b>A5</b>	<b>A4</b>	<b>A1</b>	<b>A6</b>	<b>A3</b>
<b>AHP TOPSIS 2N – 02</b>						
<b>Antes</b>	<b>A5</b>	<b>A2</b>	<b>A4</b>	<b>A1</b>	<b>A6</b>	<b>A3</b>
<b>Depois</b>	<b>A2</b>	<b>A5</b>	<b>A4</b>	<b>A1</b>	<b>A6</b>	<b>A3</b>
<b>AHP Gaussiano</b>						
<b>Antes</b>	<b>A2</b>	<b>A5</b>	<b>A4</b>	<b>A1</b>	<b>A6</b>	<b>A3</b>
<b>Depois</b>	<b>A2</b>	<b>A5</b>	<b>A4</b>	<b>A1</b>	<b>A6</b>	<b>A3</b>

Fonte: Os autores.

Dessa forma, pode-se depreender que, em um contexto onde o vetor de pesos dos critérios é constituído por valores iguais, uma alteração significativa nos resultados da priorização inicialmente obtida, neste caso com um vetor de pesos constituído por valores diferentes, surge na forma de resultados observáveis por ocasião da aplicação dos métodos propostos, ou seja, uma

modificação nos valores dos pesos dos critérios é capaz de modificar consideravelmente as prioridades realizadas pelo especialista decisor em três dos procedimentos adotados.

## CONCLUSÕES

Os procedimentos relacionados ao ordenamento das atividades concernentes a produção cartográfica não se apresentam comumente como uma tarefa trivial. A especificidade dos produtos gerados, assim como a interligação com outros fatores, notadamente os financeiros e econômicos, os hierárquicos e as formas de subordinação, tanto direta como indireta, entre outros aspectos de destaque, podem vir a interferir nesse processo.

O presente estudo objetivou consolidar as iniciativas relacionadas à formulação e ao emprego de um modelo de decisão, fundamentado na aplicação de métodos multicritério, visando ainda incrementar a eficiência das operações e a gestão dos recursos disponíveis. Para o intento em questão, foram empregados três métodos de apoio multicritério à decisão.

No tocante ao emprego dos métodos AHP, AHP Gaussiano e AHP TOPSIS 2N, pode-se afirmar que os procedimentos necessários aos cálculos e utilização dos mesmos são consideravelmente inteligíveis e acessíveis. Entretanto, no que se refere à parte relativa a definição dos pesos dos critérios pelo método AHP, percebeu-se uma significativa dificuldade e trabalho em deixar consistente as valorações, principalmente com o quantitativo de cinco critérios adotados. Grande parte do tempo despendido na aplicação do método AHP esteve relacionado aos ajustes nas valorações para fins de adequação a Razão de Consistência mínima de 10 %.

Ao observarmos os resultados iniciais da aplicação dos métodos propostos, pode-se apontar então que existe uma substancial conformidade na definição dos resultados visualizados para a primeira, para a segunda e para as duas últimas posições da priorização pretendida.

Nesse sentido, a primeira posição estaria 75 % definida, a segunda posição estaria 50 % definida e as últimas duas posições estariam 100 % definidas por meio da análise conjunta dos métodos propostos e empregados.

Como sugestão de atividades e pesquisas futuras, existe uma ampla gama de possibilidades a serem desenvolvidas, estudadas e aperfeiçoadas. Contudo, enfatiza-se uma maior consideração em relação aos aspectos relacionados a definição dos critérios a serem empregados nas valorações das alternativas elencadas.



## REFERÊNCIAS

4º CGEO. 4º Centro de Geoinformação, s.d. Histórico e Missão. Disponível em: <<https://www.4cgeo.eb.mil.br/historico.html>>. Acesso em Abril 2021.

ARAÚJO, R. C. O. S.; SIENA, O.; SILVA, R. M. P.; CARVALHO, E. M. Tomada de Decisão na Administração Pública: Uma Revisão Sistemática. Revista Eletrônica de Administração (Online), v. 18, n. 1, ed. 34, 2019. ISSN: 1679-9127. Disponível em: <<https://periodicos.unifacef.com.br/index.php/rea/article/view/1406/1420>>. Acesso em: Outubro 2021.

ARULDOSS, M.; LAKSHMI, T. M.; VENKATESAN, V. P. A survey on multi criteria decision making methods and its applications. American Journal of Information Systems, v. 1, n. 1, p. 31-43, 2013.

BALDINI, F.; SANTOS, M.; COELHO, L. S.; MARIANI, V. C. AHP-GAUSSIANO em VBA (v.1), 2021.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. Fundamentos de Metodologia Científica. 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BOZZA, G.; RUY, M. M.; SANTOS, M.; MOREIRA, M. A. L.; ROCHA JUNIOR, C. S.; GOMES, C. F. S. Three Decision Methods (3DM) Software Web (v.1), 2020. Disponível em: <<http://www.3decisionmethods.com/3DM/index.html>>. Acesso em Novembro 2022.

BUCHANAN, L.; O'CONNELL, A. Uma breve história da tomada de decisões. Harvard Business Review Brasil. v. 84, n. 1, Ago. 2006.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação. In: Introdução à Ciência da Geoinformação. São Jose dos Campos: INPE, cap. 2, p. 1-35, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf>>. Acesso em: Abril 2021.

COSTA, D. O.; SANTOS, M.; GOMES, C. F. S. Estratégia de Seleção de Executivos para uma Multinacional: Uma Análise a Partir dos Métodos AHP-Gaussiano e PROPPAGA. Anais do XXIV ENMC - Encontro Nacional de Modelagem Computacional e XII ECTM - Encontro de Ciências e Tecnologia de Materiais, 2021.

COSTA, I. P. A.; ALMEIDA, I. D. P.; MAÊDA, S. M. N.; GOMES, C. F. S.; SANTOS, M. Aquisição de um Helicóptero de Ataque para o Corpo de Fuzileiros Navais: Um Olhar sob a Perspectiva do Método AHP TOPSIS-2N. XXVII Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/343725009\\_Aquisicao\\_de\\_um\\_helicoptero\\_de\\_ataque\\_para\\_o\\_Corpo\\_de\\_Fuzileiros\\_Navais\\_um\\_olhar\\_sob\\_a\\_perspectiva\\_do\\_metodo\\_AHP-TOPSIS-2N](https://www.researchgate.net/publication/343725009_Aquisicao_de_um_helicoptero_de_ataque_para_o_Corpo_de_Fuzileiros_Navais_um_olhar_sob_a_perspectiva_do_metodo_AHP-TOPSIS-2N)>. Acesso em Novembro 2022.

DE BOER, L.; LABRO, E.; MORLACCHI, P. A review of methods supporting supplier selection. European Journal of Purchasing & Supply Management, v. 7, n. 2, p. 75-89,

2001. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969701200000289>>. Acesso em: Abril 2022.

FEIZIZADEH, B.; KIENBERGER, S. Spatially explicit sensitivity and uncertainty analysis for multicriteria-based vulnerability assessment. *Journal of Environmental Planning and Management*, v. 60, n. 11, p. 2013–2035, 2017.

GONTIJO, A. C.; MAIA, C. S. C. Tomada de decisão, do modelo racional ao comportamental: uma síntese teórica. *Caderno de Pesquisas em Administração*, v. 11, n. 4, p. 13-30, 2004. Disponível em: <[http://www.academia.edu/download/11512163/GONTIJO\\_MAIA%202004.pdf](http://www.academia.edu/download/11512163/GONTIJO_MAIA%202004.pdf)>. Acesso em: Outubro 2021.

HWANG, C. L.; YOON, K. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications a State-of-the-Art Survey*. New York: Springer Berlin Heidelberg, 269 p, 1981.

JAMIAN, L. S.; SIDHU, G. K.; APERAPAR, P. S. Managerial decision styles of deans: A case study of a malaysian public university. *Asian Journal of University Education*. v. 7, n. 2, p. 59-80, 2011.

JUNG, C. F. *Elaboração de Projetos de Pesquisa Aplicados a Engenharia de Produção*. Taquara: FACCAT, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/244527896/Elaboracao-de-Projetos-de-PesquisaAplicados-a-Engenharia-de-Producao-II-Jung-pdf>>. Acesso em: Março 2022.

KLADIS, C. M.; DE FREITAS, H. M. R. O processo decisório: modelos e dificuldades. *Revista Decidir*, v. 2, n. 8, p. 30-34, 1995. Disponível em: <[http://gianti.ea.ufrgs.br/files/artigos/1995/1995\\_028\\_rev\\_decidir.pdf](http://gianti.ea.ufrgs.br/files/artigos/1995/1995_028_rev_decidir.pdf)>. Acesso em: Outubro 2021.

KROHLING, R. A.; CAMPANHARO, V. C. Fuzzy topsis para tomada de decisão multicritério: uma aplicação para o caso de acidentes com derramamento de óleo no mar. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*, 41, 2009, Porto Seguro. Anais. Porto Seguro: SOBRAPO, p. 1731-1742, 2009.

MALCZEWSKI, J. GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 20, n. 7, p. 703–726, 2006.

MIGUEL, P. A. C. *et al.* *Metodologia de Pesquisa para Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Elsevier, 2012.

NETO, A. A.; LIMA, F. G. *Fundamentos de Administração Financeira*. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

NEUMANN, J. V.; MORGENSTERN, O. *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press. 1944.

OGATO, G. S.; BANTIDER, A.; ABEBE, K.; GENELETTI, D. Geographic information system (GIS)-Based multicriteria analysis of flooding hazard and risk in Ambo Town and its watershed, West shoa zone, oromia regional State, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v. 27, 100659, 2020.

OLIVEIRA, A. S.; GOMES, C. F. S.; CLARKSON, C. T.; SANSEVERINO, A. M.; BARCELOS, M. R. S.; COSTA, I. P. A.; SANTOS, M. Multiple criteria decision making and prospective scenarios model for selection of companies to be incubated. *Algorithms*, v. 14, n. 4, 111, 2021.

PASSOS DA SILVA, R. M. Análise do Processo Decisório na Administração Pública e Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão: Contradições e paradoxos na realidade organizacional pelo não uso de ferramentas disponíveis. 229 f. Tese (Doutorado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2013. Disponível em: <[http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/79628?locale-attribute=pt\\_BR](http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/79628?locale-attribute=pt_BR)>. Acesso em: Outubro 2021.

PRÉVE, A. D.; MORITZ, G. O.; PEREIRA, M. F. Organização, processos e tomada de decisão. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração. UFSC, 2010.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013. Disponível em: <<https://books.google.com/books?id=zUDsAQAAQBAJ&pgis=1>>. Acesso em: Março 2022.

SAATY, T. L. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation. New York: McGraw, 287 p, 1980.

SANTOS, M.; COSTA, I. P. A.; GOMES, C. F. S. Multicriteria decision-making in the selection of warships: a new approach to the AHP method. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, v. 13, n. 1, 2021.

SHIMIZU, T. Decisão nas organizações. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SILVA, M. C.; GOMES, C. F. S.; COSTA JUNIOR, C. L. A hybrid multicriteria methodology TOPSIS-MACBETH-2N applied in the ordering of technology transfer offices. *Pesquisa Operacional (Online)*, v. 38, n. 3, p. 413-439, 2018.

SIMON, H. A. Administrative behavior. New York, NY: Macmillan, 1947.

SIQUEIRA, C. D. Burocracia pública e a tomada de decisão em política externa. *Meridiano* 47, v. 12, n. 128, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/MED/article/view/4466/4076>>. Acesso em: Outubro 2021.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. Administração da Produção. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, L. P.; GOMES, C. F. S.; BARROS, A. P. Implementation of new hybrid AHP TOPSIS-2N method in sorting and prioritizing of an it CAPEX project portfolio. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, v. 17, n. 4, p. 977-1005, 2018.

TOLOIE-ESHLAGHY, A.; HOMAYONFAR, M. MCDM methodologies and applications: a literature review from 1999 to 2009. *Research Journal of International Studies*, v. 21, p. 86-137, 2011.

TRIANANTAPHYLLOU, E.; SHU, B.; NIETO SANCHEZ, S.; RAY, T. Multi-criteria decision making: an operations research approach. *Encyclopedia of electrical and electronics engineering*, v. 15, p. 175-186, 1998.

ZHOU, P.; ANG, B. W.; POH, K. L. Decision analysis in energy and environmental modeling: An update. *Energy*, v. 31, n. 14, p. 2604-2622, 2006.