

Aplicação dos métodos multicritérios de apoio à tomada de decisão “AHP-Gaussiano” e “MABAC” para auxiliar nômades digitais a escolher em qual cidade morar

Renato Saraiva Lima da Silva (UFF) renato.saraiva.lima@gmail.com

Resumo

Este estudo aborda o dilema dos nômades digitais de escolher em qual cidade morar, procurando auxiliar, neste momento de aumento deste estilo de vida/trabalho, esses profissionais nessa tomada de decisão. Utilizou-se uma abordagem híbrida multicritério com o “Analytic Hierarchy Process - Gaussian” (AHP-Gaussiano) para determinação dos pesos e o “Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison” (MABAC) para ordenação. Os dados foram obtidos mediante o repositório digital de modelos, dados e códigos Kaggle. O método AHP-Gaussiano mitiga a subjetividade na atribuição de peso e o MABAC garante pontuações estáveis, mesmo com alternativas variáveis. Ao combinar AHP-Gaussiano e MABAC, um sistema de ordenação confiável e objetivo é estabelecido, permitindo aos nômades digitais uma escolha mais assertiva segundo critérios estabelecidos.

Palavras-Chaves: *Nômade Digital; Multicritério; Analytic Hierarchy Process - Gaussian (AHP-Gaussiano); Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC).*

Abstract

This study addresses the dilemma of digital nomads to choose which city to live in, seeking to help, at this time of increase in this lifestyle/work, these professionals in this decision-making. A hybrid multicriteria approach was used, with the Analytic Hierarchy Process - Gaussian (AHP-Gaussian) for weight determination and the Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC) for classification. The data were obtained through the digital repository of models, data and codes Kaggle. The AHP-Gaussian method mitigates subjectivity in weight assignment and MABAC ensures stable scores, even with variable alternatives. By combining AHP-Gaussian and MABAC, a reliable and objective classification system is established, allowing digital nomads a more assertive choice according to established criteria.

Keywords: *Digital Nomad, Multicriteria, Analytic Hierarchy Process - Gaussian (AHP-Gaussian), Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC).*

1. Introdução

A palavra “nômade” (Michaelis 2016), refere-se a “que ou aquele que não tem residência fixa, que nunca se estabelece em lugar algum” e digital refere-se a “que se utiliza de um conjunto de dígitos, em vez de ponteiros ou marcas numa escala, para mostrar informações numéricas”.

Segundo Chevtavaeva e Denizci-Guillet (2021), a junção das duas palavras no termo “nômade digital” foi usada pela primeira vez por Makimoto e Manners (1997), sendo reconhecido como um fenômeno social no início do século XXI por Müller (2016), designando, assim, os profissionais-viajantes que têm como propósito desenvolver suas atividades e gerar renda enquanto se deslocam mundo afora (Schlagwein 2018).

Esse estilo de vida, caracterizado por viagens constantes, ganha cada vez mais adeptos, que compartilham do ideal de uma rotina flexível, combinando trabalho e viagens, mediante o uso das ferramentas de comunicação móvel. Tais indivíduos apresentam e defendem o nomadismo digital como forma de escapar da rotina e de modelos de trabalho que consideram limitantes e alcançar realização pessoal, além de possibilidade de viajar pelo mundo sem limitações (Santos 2020).

Segundo Martins (2022), este estilo de vida cresceu com o período de *home office* forçado pela pandemia de COVID-19 e, em 2022, já somava 35 milhões de adeptos no mundo com projeção de chegar a 1 bilhão em 2035, segundo relatório global da empresa Fragomen Global LLP and affiliates (2022), especializada em migração. Além disso, no mundo pós-pandemia, espera-se que mais trabalhadores permaneçam permanentemente em um modo de trabalho não baseado em escritório (Deng *et al.* 2020).

Existem diversas profissões que se encaixam perfeitamente no estilo de vida nômade digital. Algumas delas incluem, por exemplo:

- Redator *freelancer*: escreve artigos, *blogs*, *e-books*, entre outros, para clientes em diferentes partes do mundo;
- Designer gráfico: cria logotipos, *layout* de *sites* e materiais de marketing para clientes *online*;
- Programador: desenvolve *sites* e aplicativos para empresas e clientes remotos;



- Profissional de marketing digital: oferece serviços de consultoria em marketing, incluindo estratégias de SEO (*Search Engine Optimization*), mídias sociais e campanhas de anúncios online;
- Empreendedor digital (e-commerce): cria e gerencia uma loja virtual, vendendo produtos físicos ou digitais para um público global;
- Profissional de marketing de afiliados: promove produtos de terceiros por meio de conteúdo online e recebe comissões por cada venda realizada;
- Criador de cursos online: desenvolve e vende cursos em plataformas de ensino à distância, compartilhando conhecimentos e habilidades especializadas;
- Coach: oferece sessões de *coaching online* para ajudar as pessoas a alcançarem seus objetivos pessoais ou profissionais;
- Tradutor ou intérprete: presta serviços de tradução escrita ou interpretação em conferências e reuniões virtuais;
- Consultor financeiro: Oferece orientação e planejamento financeiro para clientes online, ajudando-os a alcançar a independência financeira.

A rotina de um nômade digital pode variar bastante, pois, cada pessoa tem sua própria rotina e preferências. No entanto, existem algumas características comuns, tais como:

- Flexibilidade de horários: têm a liberdade de definir seus próprios horários de trabalho, permitindo que aproveitem os momentos mais produtivos e tenham tempo para explorar novos lugares;
- Flexibilidade de locais: como o trabalho é remoto, utilizando a internet como ferramenta principal, pode ser realizado de qualquer lugar;
- Satisfação pessoal: em um emprego convencional, é normal que os funcionários se sintam esgotados e sem motivação em ambientes que não os estimulam e em que, muitas vezes, não fazem o que amam. Ser um nômade digital dá mais espaço para fazer o que se gosta, e isso influencia muito na felicidade do indivíduo;
- Desenvolvimento da criatividade: conhecer novos lugares, falar com pessoas diferentes, fazer novos amigos, ver novas paisagens, são todas maneiras de desenvolver sua criatividade. Os nômades digitais mantêm um contato mais próximo e observador com o mundo ao seu redor, e isso muda a maneira como eles enxergam tudo;

- Ter benefícios financeiros: é possível ter uma vida confortável com a renda ganha nesses trabalhos online. Você tem controle sobre o quanto vai ganhar, porque sabe o quanto cobra por cada trabalho, e pode aumentar esse valor enquanto for ganhando experiência. Além disso, optando por viver em lugares mais baratos, é possível economizar e curtir a vida.

Apesar disso e como em qualquer estilo de vida e trabalho, existem algumas desvantagens ou desafios:

- Falta de rotina fixa e estabilidade: estar em constante movimento e adaptar-se a diferentes fusos horários e ambientes pode tornar difícil estabelecer e manter uma rotina consistente. Isso pode afetar tanto a vida pessoal quanto a profissional, dificultando o estabelecimento de hábitos saudáveis e a manutenção da produtividade. A necessidade de adaptar a rotina a cada mudança de fuso horário pode levar a um desequilíbrio entre trabalho e vida pessoal, resultando em um aumento do estresse e da sensação de sobrecarga.
- Desafios para a saúde física e mental: a falta de rotina e estabilidade pode prejudicar vários aspectos de nossas vidas, incluindo a saúde física e mental. Não saber como manejar o sistema de saúde local, precisar adaptar a rotina de exercícios e a alimentação a cada mudança e não estar fisicamente próximo do seu terapeuta podem ser alguns dos desafios para a nossa saúde.
- Dificuldade de adaptação e solidão: a natureza transitória do estilo de vida nômade digital pode levar a sentimentos de solidão e isolamento. A falta de vínculos duradouros e de um círculo social estável pode ser emocionalmente desgastante e dificultar a construção de relacionamentos significativos.
- Questões legais e burocráticas: viajar é uma atividade muito prazerosa, depois que vencemos a burocracia envolvida: vistos, prazos de estadia, imigração, bagagem, voos longos, itinerários complexos, escolha da acomodação, etc., porém, precisar passar por todo esse processo várias vezes por ano pode ser bastante estressante.
- Local para morar: devido ao custo de vida versus os ganhos com o trabalho realizado, a escolha da cidade para morar torna-se um desafio.

Para atrair trabalhadores remotos altamente qualificados para suas cidades e países, os governos implementam mecanismos para a permanência de nômades digitais, promovendo assim o desenvolvimento econômico local. Assim, os países desenvolvem políticas para atrair nômades digitais, apoiar o desenvolvimento de negócios e se posicionar como territórios ideais para esses trabalhadores do conhecimento (Sánchez-Vergara *et al.* 2023). Porém, a maioria dos estudos sobre nômades digitais se concentra em aspectos do trabalho, como gestão de conhecimento pessoal (Jarrahi *et al.* 2019), emprego (Thompson 2018) e vantagens do trabalho remoto (Mouratidis 2018). Este artigo se propõe a auxiliar os nômades digitais a escolher em qual cidade morar.

Para atender a essa proposta, o artigo é dividido em seis seções a saber: uma introdução, seguida da estruturação do problema, onde são utilizadas duas ferramentas de modelagem sistêmica para sua estruturação; no referencial teórico é realizada uma busca no banco de dados de resumos e citações Scopus sobre artigos relevantes ao tema; na seção metodologia é mostrado o processo de tomada de decisão, bem como, os métodos utilizados (AHP-Gaussiano e MABAC); no estudo de caso são apresentadas as alternativas e critérios escolhidos através do KAGLE e os resultados da aplicação do método híbrido AHP-Gaussiano + MABAC, terminando com as conclusões sobre o estudo.

2. Estruturação do Problema

Para estruturar o problema, foram utilizadas duas ferramentas: CATWOE e o Quadro de Tomada de Decisões Estratégicas.

CATWOE é um mnemônico para uma técnica que fornece uma estrutura para definir e analisar as perspectivas das partes interessadas de um problema (Checkland e Poulter 2007):

- C: “Customers” (Clientes): Identificar os indivíduos ou grupos impactados pelo problema para entender suas necessidades e expectativas;
- A: “Actors” (Atores): Identificar os indivíduos ou grupos que implementarão as mudanças para resolver o problema;
- T: “Transformation” (Transformação): Identificar o objetivo principal do processo ou sistema impactado pelo problema e as principais atividades que ocorrem;

- W: “World-View” (Visão de mundo): Identificar os impactos amplos do problema ajuda a entender suposições ou vieses que podem influenciar as decisões;
- O: “Owners” (Donos): Identificar o indivíduo responsável pelo processo e como ele será envolvido na solução;
- E: “Environment Constraints” (Restrições ambientais): Identificar os fatores externos ou limitações do mundo real que podem afetar as soluções para o problema.

No Quadro 1 é apresentada a análise CATWOE do problema.

Quadro 1. Análise CATWOE

Customers	Actors	Transformation		World-View	Owners	Environment Constraints
						
Nômades digitais	Empresas de Tecnologia da informação com sistema de trabalho remoto Agentes imobiliários Locadores de carros Serviços públicos (transporte, energia, entre outros) Serviços de comunicação (internet e telefonia) Academias Serviços de lazer (cinemas, bares, restaurantes, entre outros)	Refeições Bebidas Transporte público Aluguel de carro Combustível Energia Celular pré-pago Internet Academia Cinema Aluguel de imóvel Salário	Opções de cidades/países onde morar	Existe um grupo de profissionais com essa necessidade imediata Existem cidades com a necessidade de atrair moradores Existem cidades com a necessidade de atrair geração de renda e investimentos	Governos Empresas de concessão de serviços públicas e privadas Empresas de locação de imóveis Empresas de locação de veículos Empresas de serviços de lazer e entretenimento Empresas de viagens e turismo	Custo de vida nas cidades/países Salário/ganhos financeiros do profissional

Fonte: Autor (2024)

A análise CATWOE é uma ótima maneira de analisar e compreender um problema complexo para determinar as melhores soluções. Essa análise estruturada permite que as partes interessadas esclareçam sua compreensão do problema, identifiquem perspectivas relevantes e desenvolvam soluções mais eficazes. A estrutura CATWOE é particularmente útil em situações em que há múltiplos critérios e perspectivas que precisam ser considerados na solução de problemas.

Já o Quadro de Tomada de Decisões Estratégicas é uma abordagem resultante da aplicação da Teoria dos Jogos em disciplinas de design integrado, mediante uma abordagem interativa e colaborativa, com o objetivo de facilitar a tomada de decisão. No Quadro 2 é apresentada a análise do problema.

Quadro 2. Quadro de Tomada de Decisões Estratégicas

Rules	Challenges	Rewards	Alternatives	Decisions To Make
Unidades/padrões para os critérios a serem utilizados na avaliação	Custo de vida nas cidades/países Salário/ganhos financeiros do profissional	Escolha da cidade/país para moradia do nômade digital baseada em critérios estabelecidos Geração de emprego/renda para a(s) cidade(s)/país(es) escolhido(s)	Cidade(s)/país(es) escolhido(s) reconhecidos pelo potencial de procura por estes profissionais no banco de dados do Kagle	Criar método para apoio à tomada de decisão com o objetivo de auxiliar os nômades digitais a escolher em qual cidade/país morar
Players	Resources	Divulgação do turismo na(s) cidade(s)/país(es) escolhido(s) via redes sociais dos profissionais	KPI	Decisions Not To Make
Nômades digitais Empresas de Tecnologia da informação com sistema de trabalho remoto Governos Empresas de concessão de serviços públicas e privadas Empresas de locação de imóveis Empresas de locação de veículos Empresas de serviços de lazer e entretenimento Empresas de viagens e turismo			Refeições Bebidas Transporte público Aluguel de carro Combustível Energia Celular pré-pago Internet Academia Cinema Aluguel de imóvel Salário	Não escolher em qual cidade/país morar baseado apenas no "feeling"
Scenarios		Strategies		
Existe um grupo de profissionais com essa necessidade Existem cidades com a necessidade de atrair moradores Existem cidades com a necessidade de atrair geração de renda e investimentos		Melhorar a assertividade dos profissionais (nômades digitais) na escolha da melhor cidade/país para morar		

Fonte: Autor (2024)

O autor (Gomes 2020) formalizou os conhecimentos acerca de métodos matemáticos, desempenho e desenvolvimento de competências, “design thinking”, entrevistas e testes com usuários, em um quadro, cujo conceito será utilizado neste artigo.

3. Referencial Teórico

Foi realizada uma busca inicial no banco de dados de resumos e citações Scopus com os termos: “Multicriteria” or “MCDA” or “MCDM” or “Multi-criteria” or “Multi-Criteria Decision Making” or “Multi-Criteria Decision Method” and “Digital Nomad”, tendo sido encontrados apenas 2 artigos.

Keseru *et al.* (2019) descrevem a abordagem de construção de cenários do projeto Mobility4EU que visa criar uma visão e um plano de ação para a mobilidade e os transportes em 2030, com a utilização de Análise Multiator Multicritérios (MAMCA).

Keseru *et al.* (2021) propõem uma metodologia que combina análise de cenários (método lógico intuitivo), análise multicritério multiator e visão para desenvolver cenários normativos, avaliar as preferências das partes interessadas em relação a eles e desenvolver uma visão comum.

Foi realizada uma segunda busca no banco de dados de resumos e citações Scopus com os termos: “Multicriteria” or “MCDA” or “MCDM” or “Multi-criteria” or “Multi-Criteria Decision Making” or “Multi-Criteria Decision Method” and “Cities to live”, tendo sido encontrado apenas 1 artigo com relação ao tema proposto.

Izar e Camacho (2024) selecionaram, com modelos multicritério, a melhor cidade para se viver nos Estados Unidos entre 8 opções com 17 critérios de decisão. A metodologia consistiu primeiramente em selecionar os critérios, depois priorizar seus pesos mediante o processo hierárquico analítico (AHP) para então, aplicar, 4 modelos multicritérios, que foram escolhidos: SAW, MOORA, TOPSIS e ELECTRE, que coincidiram nas 3 melhores cidades dos 8 calculados.

4. Metodologia

A metodologia deste estudo possui uma abordagem híbrida, composta por uma parte qualitativa, em que foi elaborada uma introdução e contextualização sobre o tema e a estruturação do problema, e por uma parte quantitativa, em que foi aplicada uma nova abordagem metodológica para obter a melhor opção de cidade para os nômades digitais morarem a partir dos métodos AHP-Gaussiano e MABAC.

Segundo Santos *et al.* (2021), o método AHP-Gaussiano é reconhecido por eliminar as dependências que aparecem na matriz de teste entre os critérios, eliminando a necessidade de pares de teste independentes entre os critérios para encontrar os pesos adequados, onde as estatísticas devem ser encontradas e continuadas, foi escolhido para obter os pesos dos critérios e o método MABAC para realizar o ranking das cidades.

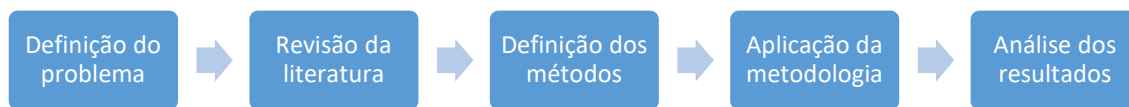
4.1. Tomada de Decisão

Na tomada de decisão multicritério, o objetivo é identificar a opção ideal em meio a objetivos conflitantes. Para isso, é necessário iniciar com a definição do problema e os objetivos, identificação dos critérios por meio de métodos como revisão de literatura e opiniões de especialistas, listagem das alternativas viáveis e atribuição de pesos usando métodos multicritério, avaliação e ordenação de alternativas com abordagens, análise dos resultados, consideração de fatores adicionais e tomada da decisão.

Uma abordagem sistemática para a tomada de decisão pode ajudar a garantir que a melhor alternativa seja selecionada com base em critérios e prioridades relevantes, seguindo um processo de tomada de decisões lógicas.

O conceito de metodologia vem do estudo do “método” que significa o “emprego de procedimentos ou meios para a realização de algo, seguindo um planejamento; rumo” e um “processo lógico e ordenado de pesquisa ou de aquisição de conhecimento” (Michaelis 2016).

Portanto, as abordagens metodológicas neste estudo são mistas, e na abordagem quantitativa mediante a aplicação dos métodos AHP-Gaussiano e MABAC. Assim, a metodologia apontada neste estudo é apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma metodológico

Fonte: Autor (2024)

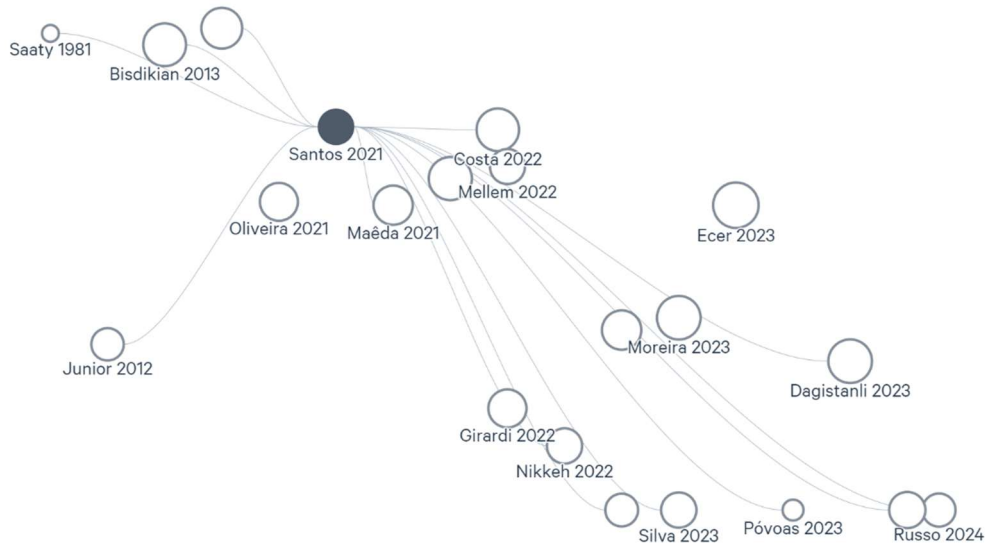
- a) Definição do problema: conforme introdução deste trabalho, o problema surge no início do século XXI com a adoção do nomadismo digital como estilo de vida/trabalho e cresce após a pandemia de COVID 19, com a mudança de conceitos pessoais e sociais proveniente do período de isolamento social;
- b) Revisão da literatura: após a definição do problema, foram reunidos os conhecimentos necessários para servir de base para a realização da pesquisa, além de artigos e estudos realizados com empresas que tiveram problemas parecidos;
- c) Definição dos métodos: dentro da revisão bibliográfica, foram escolhidos os métodos que mais se adaptariam às necessidades da empresa, bem como, fossem simples e objetivos na sua utilização;
- d) Aplicação da metodologia: nesta etapa foi aplicada a abordagem híbrida utilizando os métodos AHP-Gaussiano e MABAC, possibilitando a análise e comparação dos resultados;
- e) Análise dos resultados: com os dados gerados mediante as ferramentas, uma interpretação menos subjetiva foi necessária, embasada na aferição das pontuações calculadas, formalizando conclusões sobre o problema apresentado.

4.2. Método AHP-Gaussiano

O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) foi desenvolvido na década de 1970 pelo professor Thomas Saaty (1980) e tem como objetivo analisar os critérios, utilizando-se de especialistas, a partir de uma comparação par a par com base na Escala Fundamental de Saaty de 1 (igualmente importante) a 9 (extremamente mais importante). Entretanto, o método AHP exige um esforço cognitivo dos especialistas para a análise do grau de importância relativa dos critérios. A Figura 2 apresenta a citação visual do método obtida mediante a ferramenta de revisão da literatura Litmaps.

Figura 2 - Citação visual do método AHP-Gaussiano

 Litmaps



Fonte: Litmaps (2024)

Nesse contexto, Santos *et al.* (2021) propuseram uma variação do método AHP, chamado AHP-Gaussiano, que realiza uma análise de sensibilidade proveniente do fator gaussiano. Dessa forma, a obtenção dos pesos dos critérios pode ser realizada a partir dos dados da matriz de decisão, com critérios quantitativos, não havendo a necessidade da avaliação par a par do grau de importância dos critérios, que é realizada pelos especialistas no método original. As etapas do método AHP-Gaussiano são descritas a seguir:

- **Etapa 1:** Elaboração da matriz de decisão e da matriz de decisão normalizada. Do mesmo modo, definir se os critérios se apresentam como monotônico de benefício (quanto maior, melhor) ou monotônico de custo (quanto maior, pior) (1).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Onde: $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$

- **Etapa 2:** Cálculo da média (representado por y) das alternativas em cada critério.
- **Etapa 3:** Cálculo do desvio padrão dos critérios com base na amostra das alternativas, onde y é o valor médio (2).

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n-1}} \quad (2)$$

- **Etapa 4:** Cálculo do *Fator Gaussiano (FG)* para cada critério i , onde $i = 1, 2, \dots, n$ (3).

$$\text{Fator Gaussiano } (FG_i) = \frac{\sigma_i}{y_i} \quad (3)$$

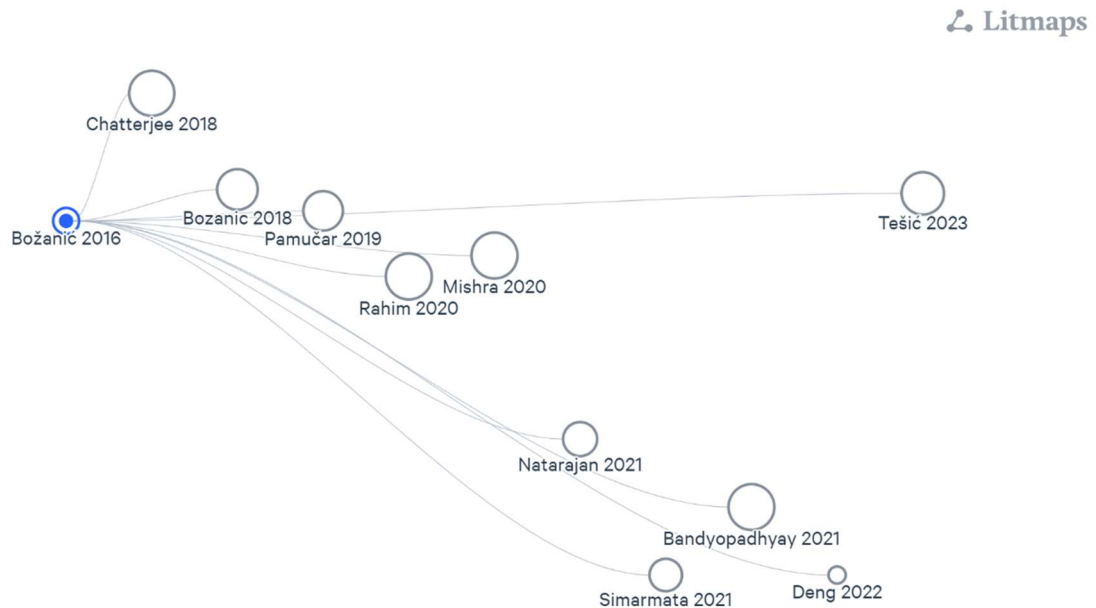
- **Etapa 5:** Ponderação da matriz de decisão: multiplicando o Fator Gaussiano normalizado pela matriz de decisão normalizada.
- **Etapa 6:** Normalização dos resultados.
- **Etapa 7:** Ordenação das alternativas.

Para a aplicação do método AHP-Gaussiano foi utilizada a ferramenta desenvolvida por Baldini *et al.* (2021).

4.3. Método MABAC

O método *Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison* (MABAC), introduzido pelos professores Dragan Pamucar e Goran Cirovic (2015), consiste em um método compensatório cardinal que necessita da conversão dos critérios qualitativos em critérios quantitativos convertidos pelos especialistas. Após a determinação dos conjuntos de entrada, são calculados os valores das funções critério para as alternativas e é definida a distância da função critério da área de aproximação da fronteira. É utilizada a média e a borda dos números para encontrar um valor relativo de comparação. A Figura 3 apresenta a citação visual do método obtida mediante a ferramenta de revisão da literatura Litmaps.

Figura 3 - Citação visual do método MABAC



Fonte: Litmaps (2024)

As etapas do processo matemático do método MABAC são apresentadas a seguir (Pamucar e Cirovic 2015):

- **Etapa 1:** Definição da matriz de decisão inicial (D). Nesta etapa, ocorre a avaliação das alternativas pelos critérios, em que as alternativas m são avaliadas pelos n critérios. Desse modo, a matriz de decisão inicial pode ser definida como $D = (d_{ij})$, onde d_{ij} é o valor da i -ésima alternativa de acordo com o j -ésimo critério conforme Equação 4.

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & \dots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Onde: m = indica o número de alternativas; n = indica o número total de critérios.

- **Etapa 2:** Normalização dos elementos da matriz de decisão inicial (D). A normalização ocorre de acordo com os critérios de custos e benefícios, conforme apresentado pelas Equações 5 e 6:

$$\text{Critério de custo: } t_{ij} = \frac{d_{ij} - d_j^-}{d_i^+ - d_i^-} \quad (5)$$

$$\text{Critério de benefício: } t_{ij} = \frac{d_{ij} - d_j^+}{d_i^+ - d_i^-} \quad (6)$$

Onde: d_{ij} , d_i^+ , d_i^- apresentam os elementos da matriz de decisão inicial, em que $d_i^+ = \max (d_1, d_2, \dots, d_m)$ representa o valor máximo do critério observado por alternativa e que $d_i^- = \min (d_1, d_2, \dots, d_m)$ representa o valor mínimo de acordo com as alternativas.

- **Etapa 3:** Cálculo dos elementos da matriz ponderada (V). Os elementos da matriz ponderada $V = w_n * (t_{mn} + 1)$, em que n representa o número total de critérios e m representa o número total de alternativas, são calculados com base na Equação 7.

$$v_{ii} = w_i * (t_{ij} + 1) \quad (7)$$

Onde: w = coeficientes de ponderação dos critérios; t = elementos da matriz normalizada.

- **Etapa 4:** Determinação da área de aproximação da borda da matriz (G). A área aproximada de borda $G = (gn)$ é identificada e definida segundo Božanić *et al.* (2016) na forma $n \times 1$, sendo n o número total de critérios e calculada com base na Equação 8.

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (8)$$

Onde: v = elementos ponderados da matriz (V); m = número total de alternativas.

- **Etapa 5:** Cálculo da distância da alternativa da área de aproximação de borda: determinada por meio da diferença entre os elementos da matriz ponderada e o valor da aproximação da área da fronteira.
- **Etapa 6:** Ordenação das alternativas: ocorre por meio da soma da distância das alternativas em relação à área da fronteira de ação, calculando-se a soma dos ganhos e perdas de cada risco com todos os critérios, calculado pela Equação 9.

$$h_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (9)$$

Por fim, para obter a prioridade de risco em ordem decrescente, os valores de h_i são classificados em ordem crescente.

Para a aplicação do método MABAC foi utilizada a ferramenta desenvolvida por Slabadack e Santos (2023).

5. Estudo de Caso

A coleta inicial das alternativas foi feita mediante o repositório digital de modelos, dados e códigos Kaggle, onde estão cadastrados vários conjuntos de dados econômicos relacionados a custo de vida de várias cidades ao redor do mundo. Do banco de dados obtido, foram escolhidas pelo autor as 50 alternativas (A_1 a A_{50}) mostradas a seguir:

- A_1 : Amsterdam (Netherlands);
- A_2 : Antwerp (Netherlands);
- A_3 : Athens (Greece);
- A_4 : Atlanta (USA);
- A_5 : Barcelona (Spain);
- A_6 : Bergamo (Italy);
- A_7 : Berlin (Germany);
- A_8 : Bilbao (Spain);
- A_9 : Bologna (Italy);
- A_{10} : Bonn (Germany);
- A_{11} : Bordeaux (France);
- A_{12} : Boston (USA);
- A_{13} : Braga (Portugal);
- A_{14} : Bratislava (Slovakia);
- A_{15} : Brussels (Belgium);
- A_{16} : Chicago (USA);
- A_{17} : Detroit (USA);
- A_{18} : Dublin (Ireland);
- A_{19} : Florence (Italy);
- A_{20} : Frankfurt (Germany);
- A_{21} : Genoa (Italy);
- A_{22} : Grenoble (France);
- A_{23} : Hamburg (Germany);
- A_{24} : Helsinki (Finland);
- A_{25} : Honolulu (USA);
- A_{26} : Houston (USA);
- A_{27} : Lisbon (Portugal);
- A_{28} : Luxembourg (Luxembourg);
- A_{29} : Lyon (France);
- A_{30} : Madrid (Spain);
- A_{31} : Malta (Malta);
- A_{32} : Marseille (France);
- A_{33} : Melbourne (Australia);
- A_{34} : Miami (USA);
- A_{35} : Milan (Italy);
- A_{36} : Munich (Germany);
- A_{37} : Nice (France);
- A_{38} : Orlando (USA);
- A_{39} : Paris (France);
- A_{40} : Philadelphia (USA);
- A_{41} : Rome (Italy);
- A_{42} : Rotterdam (Netherlands);
- A_{43} : Seattle (USA);
- A_{44} : Turin (Italy);
- A_{45} : Valencia (Spain);
- A_{46} : Vancouver (Canada);
- A_{47} : Venice (Italy);
- A_{48} : Vienna (Austria);
- A_{49} : Washington (USA);
- A_{50} : Wellington (Australia).



Foram obtidos 15 critérios mediante uso do KAGLE, sendo cada um deles dividido pelo valor do salário médio da cidade, a fim de se retratar fielmente a realidade do custo de vida local mensal. Todos os critérios (C_1 a C_{15}) foram considerados como monotônicos de custo. São eles:

- C_1 : Refeição;
- C_2 : Cerveja;
- C_3 : Vinho;
- C_4 : Água;
- C_5 : Café;
- C_6 : Refrigerante;
- C_7 : Passe de Transporte;
- C_8 : Gasolina;
- C_9 : Aluguel de Carro;
- C_{10} : Energia (Apartamento de 85 m²);
- C_{11} : Celular Pré-pago;
- C_{12} : Internet (60 Mbps);
- C_{13} : Academia;
- C_{14} : Cinema;
- C_{15} : Aluguel de Apartamento.

As Tabelas 1 e 2 apresentam a matriz de decisão do problema com os 15 critérios selecionados para essa pesquisa para as 50 cidades que serão analisadas.



Tabela 1 - Matriz de Decisão com Alternativas e Critérios C₁ a C₈

Alternativas	Critérios							
	C1: Refeição	C2: Cerveja	C3: Vinho	C4: Água	C5: Café	C6: Refrigerante	C7: Passe de Transporte	C8: Gasolina
A1: Amsterdam (Netherlands)	0,001225433	0,001168972	0,001290502	0,001482664	0,000778625	0,001465868	0,001019156	0,001882806
A2: Antwerp (Netherlands)	0,000933625	0,001043682	0,000992653	0,001210288	0,000646535	0,001251536	0,001419480	0,001546070
A3: Athens (Greece)	0,000523871	0,000390417	0,000332915	0,000413371	0,000213223	0,000595601	0,000884990	0,000538084
A4: Atlanta (USA)	0,002249611	0,001877716	0,000967367	0,001276420	0,000975125	0,003025686	0,001680148	0,007382767
A5: Barcelona (Spain)	0,000807459	0,001050348	0,000744042	0,000990712	0,000711208	0,001063853	0,001116052	0,001156233
A6: Bergamo (Italy)	0,000655280	0,000651134	0,000787585	0,002098667	0,000879590	0,000870315	0,001423265	0,001022531
A7: Berlin (Germany)	0,001862681	0,001427833	0,001544749	0,002296198	0,000785040	0,001610531	0,001048894	0,001889301
A8: Bilbao (Spain)	0,000869831	0,001131482	0,000961818	0,001306448	0,000897196	0,000959595	0,001322488	0,001293086
A9: Bologna (Italy)	0,000647804	0,000579334	0,000813990	0,001603195	0,000894049	0,000784469	0,001367942	0,001010864
A10: Bonn (Germany)	0,001720022	0,001391726	0,001508704	0,003041565	0,000817959	0,001524083	0,000871705	0,001854404
A11: Bordeaux (France)	0,001091887	0,000679290	0,001207358	0,001001243	0,000687503	0,000915471	0,001581049	0,001476656
A12: Boston (USA)	0,002023900	0,001465225	0,001056802	0,001159652	0,001082187	0,003133260	0,001937453	0,007583810
A13: Braga (Portugal)	0,001026418	0,001223908	0,000630536	0,000485951	0,000796653	0,001020084	0,000857924	0,000640669
A14: Bratislava (Slovakia)	0,001220494	0,001091494	0,000642650	0,000857432	0,000449182	0,000822828	0,001374545	0,000886880
A15: Brussels (Belgium)	0,001035839	0,001157945	0,001022663	0,001105828	0,000650644	0,001161632	0,001607027	0,001715335
A16: Chicago (USA)	0,001899983	0,001415970	0,000937907	0,000855784	0,000866603	0,002768395	0,001375585	0,005466060
A17: Detroit (USA)	0,001504050	0,001411347	0,000762258	0,000748597	0,000583689	0,001732201	0,001289963	0,004141209
A18: Dublin (Ireland)	0,001115767	0,000867684	0,000642585	0,000783858	0,000664636	0,001728901	0,000652465	0,001886189
A19: Florence (Italy)	0,000615367	0,000550326	0,000817842	0,001634354	0,000934869	0,000817305	0,001336575	0,000979077
A20: Frankfurt (Germany)	0,001874531	0,001397002	0,001727308	0,002430015	0,000868477	0,001470093	0,001047998	0,002098010
A21: Genoa (Italy)	0,000515685	0,000550610	0,000607854	0,001340863	0,000957622	0,000718408	0,001017485	0,000913880
A22: Grenoble (France)	0,000906982	0,000634788	0,000940217	0,000998726	0,000533244	0,000988493	0,001088662	0,001307289
A23: Hamburg (Germany)	0,001359657	0,001215948	0,001503445	0,002193416	0,000694364	0,001229387	0,000918763	0,001864683
A24: Helsinki (Finland)	0,001282514	0,000795224	0,000548686	0,000791076	0,000533900	0,001173440	0,001415359	0,001745647
A25: Honolulu (USA)	0,001556191	0,001266455	0,000716985	0,000727384	0,000607287	0,002030569	0,001690019	0,004008481
A26: Houston (USA)	0,001839229	0,001370693	0,001059236	0,001035524	0,000822073	0,002552259	0,002796357	0,007407786
A27: Lisbon (Portugal)	0,000820351	0,000978193	0,000755922	0,000850758	0,000567842	0,000927191	0,000950293	0,000687133
A28: Luxembourg (Luxembourg)	0,001443449	0,001463001	0,001130570	0,001619429	0,000998758	0,001746244	0,004974460	0,003346464
A29: Lyon (France)	0,001184960	0,000706477	0,000935910	0,001453888	0,000654156	0,001241883	0,001126006	0,001528238
A30: Madrid (Spain)	0,000918120	0,001094773	0,001015214	0,001066409	0,000773896	0,001096836	0,001018910	0,001314694
A31: Malta (Malta)	0,000403293	0,000741370	0,000572912	0,000436792	0,000369235	0,000787660	0,001260394	0,000871084
A32: Marseille (France)	0,000772859	0,000518379	0,000961416	0,001721416	0,000608557	0,001002357	0,001090255	0,001159749
A33: Melbourne (Australia)	0,001826998	0,000980336	0,001010105	0,001149462	0,000972615	0,002060944	0,001048212	0,003624349
A34: Miami (USA)	0,001604289	0,001195603	0,000852860	0,000767979	0,000758907	0,002262146	0,001084016	0,005552878
A35: Milan (Italy)	0,000739948	0,000661739	0,000730535	0,002066008	0,000960351	0,000839609	0,001442326	0,001125784
A36: Munich (Germany)	0,001409917	0,001400995	0,001688938	0,002181279	0,000782583	0,001227081	0,001548179	0,002094745
A37: Nice (France)	0,000839187	0,000543833	0,000892244	0,000961902	0,000483711	0,000767817	0,002044053	0,001335185
A38: Orlando (USA)	0,001090885	0,001504472	0,000775078	0,000650536	0,000657572	0,002139220	0,002046188	0,005053031
A39: Paris (France)	0,000994986	0,000635586	0,000859538	0,001062214	0,000557128	0,000952708	0,001008515	0,001523329
A40: Philadelphia (USA)	0,001443779	0,001291179	0,000665193	0,000760992	0,000748496	0,002366637	0,001143290	0,004773549
A41: Rome (Italy)	0,000666752	0,000596280	0,000767983	0,001650088	0,001053777	0,001027619	0,001448182	0,001027262
A42: Rotterdam (Netherlands)	0,001120492	0,001169072	0,001256944	0,001518378	0,000706730	0,001345572	0,001006341	0,001533598
A43: Seattle (USA)	0,002213480	0,001897348	0,001172977	0,001334805	0,001110112	0,003091290	0,001954944	0,006634972
A44: Turin (Italy)	0,000633156	0,000707793	0,000729285	0,002089258	0,000880030	0,000921626	0,001266642	0,000969365
A45: Valencia (Spain)	0,001009812	0,001429877	0,001104972	0,001698575	0,000778490	0,001159272	0,001157579	0,001206861
A46: Vancouver (Canada)	0,001601393	0,001227543	0,000664030	0,000800091	0,000837922	0,002434780	0,001490665	0,003224933
A47: Venice (Italy)	0,000775304	0,000751138	0,000928737	0,002032438	0,000807872	0,000953977	0,001380542	0,001022300
A48: Vienna (Austria)	0,001403824	0,001046206	0,000958199	0,001643710	0,000552445	0,000970255	0,001422913	0,001808110
A49: Washington (USA)	0,002322275	0,001483445	0,001189310	0,001620549	0,000974478	0,003015180	0,001765390	0,007565196
A50: Wellington (Australia)	0,001861134	0,001047969	0,000971812	0,001105886	0,000883025	0,001801972	0,001068984	0,002301732

Tabela 2 - Matriz de Decisão com Alternativas e Critérios C₉ a C₁₅

Alternativas	Critérios						C15: Aluguel de Apartamento (85 m ²)
	C9: Aluguel de Carro	C10: Energia	C11: Celular Pré-pago	C12: Internet (60 Mbps)	C13: Academia	C14: Cinema	
A1: Amsterdam (Netherlands)	0,001467313	0,001676728	0,002122083	0,001115663	0,001862916	0,001112343	0,000608975
A2: Antwerp (Netherlands)	0,001081102	0,001608033	0,001276389	0,000689589	0,001860971	0,000866725	0,000974863
A3: Athens (Greece)	0,000499937	0,000545277	0,000232612	0,000369723	0,000580650	0,000445804	0,000637697
A4: Atlanta (USA)	0,002643602	0,003256244	0,003308709	0,000961547	0,003570373	0,001513681	0,000988187
A5: Barcelona (Spain)	0,000840622	0,001139776	0,001290717	0,000535627	0,000786417	0,000732942	0,000498897
A6: Bergamo (Italy)	0,000852741	0,001203395	0,004255308	0,000804396	0,000712548	0,000669158	0,000857412
A7: Berlin (Germany)	0,001599825	0,001109578	0,002903045	0,001265530	0,002151346	0,000951065	0,000898324
A8: Bilbao (Spain)	0,001040868	0,001047153	0,000903772	0,000535309	0,000729517	0,000888252	0,000637361
A9: Bologna (Italy)	0,000843012	0,001057582	0,001121802	0,000799057	0,000682070	0,000735026	0,000693065
A10: Bonn (Germany)	0,001272747	0,001108299	0,002829635	0,001206040	0,001577611	0,000927015	0,001033216
A11: Bordeaux (France)	0,001250405	0,001359044	0,002836232	0,001209694	0,001662680	0,000892009	0,000989750
A12: Boston (USA)	0,002854896	0,003415864	0,007745586	0,001155814	0,001947028	0,001561555	0,000622206
A13: Braga (Portugal)	0,000461968	0,000955665	0,000507843	0,000476988	0,000649833	0,000670820	0,000606616
A14: Bratislava (Slovakia)	0,000825078	0,000610887	0,001409021	0,001130316	0,000878852	0,000623171	0,000590473
A15: Brussels (Belgium)	0,001395421	0,001722875	0,001223020	0,000851209	0,001945579	0,000961615	0,000911324
A16: Chicago (USA)	0,002364794	0,003220121	0,002245563	0,000994816	0,001868165	0,001337577	0,000753343
A17: Detroit (USA)	0,001477249	0,001857390	0,001738113	0,000700968	0,002328498	0,001023936	0,000574234
A18: Dublin (Ireland)	0,001277752	0,001667017	0,000999401	0,000743799	0,001350643	0,000949498	0,000485624
A19: Florence (Italy)	0,000765984	0,000970511	0,001332040	0,000759047	0,000531878	0,000739294	0,000558783
A20: Frankfurt (Germany)	0,001431114	0,001049107	0,003246127	0,001407073	0,001362964	0,001063462	0,000885990
A21: Genoa (Italy)	0,000753279	0,001029813	0,000888486	0,000802030	0,000662446	0,000762090	0,000788171
A22: Grenoble (France)	0,001016076	0,001397000	0,000848135	0,001039863	0,001373215	0,000744260	0,001067179
A23: Hamburg (Germany)	0,001557049	0,001070008	0,002568566	0,001265338	0,001329610	0,000925635	0,000923173
A24: Helsinki (Finland)	0,001325915	0,003064298	0,004124584	0,001725695	0,001459575	0,000756701	0,000824497
A25: Honolulu (USA)	0,001782272	0,001368780	0,002627485	0,000912075	0,001606195	0,001222422	0,000638924
A26: Houston (USA)	0,002289176	0,002812876	0,002898344	0,001054607	0,002532227	0,001565151	0,000942449
A27: Lisbon (Portugal)	0,000481768	0,000931914	0,000541182	0,000473973	0,000680896	0,000638267	0,000361644
A28: Luxembourg (Luxembourg)	0,002214219	0,001663566	0,002124678	0,001222697	0,001946166	0,001614063	0,000782630
A29: Lyon (France)	0,001085592	0,001369180	0,002462396	0,001088250	0,001141304	0,000820377	0,001051730
A30: Madrid (Spain)	0,001051411	0,001285217	0,001059940	0,000623783	0,000997828	0,000833391	0,000550575
A31: Malta (Malta)	0,000918717	0,001298789	0,000315124	0,000347168	0,000412204	0,000507928	0,000352530
A32: Marseille (France)	0,000995694	0,001428266	0,000669181	0,000910407	0,001226676	0,000660748	0,000881959
A33: Melbourne (Australia)	0,002482100	0,002462562	0,002467775	0,001135321	0,001589707	0,001119415	0,000908481
A34: Miami (USA)	0,002066664	0,002455167	0,003160144	0,000866761	0,001817591	0,001170190	0,000667982
A35: Milan (Italy)	0,000890096	0,000960121	0,000961026	0,000900298	0,000597424	0,000755619	0,000471861
A36: Munich (Germany)	0,001399324	0,001122945	0,003174020	0,001227456	0,001776159	0,001039839	0,000724256
A37: Nice (France)	0,001017338	0,001567214	0,000778511	0,001151906	0,001094103	0,000714133	0,000785791
A38: Orlando (USA)	0,001834580	0,001924043	0,002272302	0,000741393	0,002152389	0,001057175	0,000687982
A39: Paris (France)	0,001238517	0,001378989	0,001174785	0,001271133	0,001122297	0,000923689	0,000619781
A40: Philadelphia (USA)	0,001940491	0,002176982	0,003791960	0,000774769	0,002093114	0,001178967	0,000653225
A41: Rome (Italy)	0,000867670	0,000879475	0,001018778	0,000810413	0,000549171	0,000756525	0,000525804
A42: Rotterdam (Netherlands)	0,001268663	0,001493897	0,001697812	0,000957981	0,001523166	0,000889951	0,000679610
A43: Seattle (USA)	0,002915260	0,003307640	0,004629187	0,001375724	0,002096773	0,001733217	0,000893921
A44: Turin (Italy)	0,000863185	0,000930787	0,000822327	0,000791358	0,000823385	0,000808206	0,000828463
A45: Valencia (Spain)	0,001017217	0,001181714	0,000922921	0,000624211	0,001085905	0,000816366	0,000658356
A46: Vancouver (Canada)	0,002116015	0,004962694	0,001261776	0,000876716	0,001717058	0,001308247	0,000685786
A47: Venice (Italy)	0,000818595	0,000628669	0,003490747	0,000828817	0,000720384	0,000653487	0,000580697
A48: Vienna (Austria)	0,001204107	0,001186196	0,004862006	0,001033896	0,001547918	0,000955703	0,000794528
A49: Washington (USA)	0,002890395	0,003727056	0,006099253	0,001289560	0,001383072	0,001634868	0,000740170
A50: Wellington (Australia)	0,001725254	0,002810861	0,001278428	0,000903313	0,002444516	0,001346223	0,000861739

6. Resultados e Discussão

A obtenção dos resultados iniciou-se com a aplicação do método multicritério de apoio à decisão AHP-Gaussiano para a definição dos pesos dos critérios. As Tabelas 3 e 4 apresentam a matriz de decisão normalizada obtida.

Tabela 3 - Matriz de Decisão Normalizada com Alternativas e Critérios C₁ a C₈

Alternativas	Critérios							
	C1: Refeição	C2: Cerveja	C3: Vinho	C4: Água	C5: Café	C6: Refrigerante	C7: Passe de Transporte	C8: Gasolina
A1: Amsterdam (Netherlands)	0,001225433	0,001168972	0,001290502	0,001482664	0,000778625	0,001465868	0,001019156	0,001882806
A2: Antwerp (Netherlands)	0,000933625	0,001043682	0,000992653	0,001210288	0,000646535	0,001251536	0,001419480	0,001546070
A3: Athens (Greece)	0,000523871	0,000390417	0,000332915	0,000413371	0,000213223	0,000595601	0,000884990	0,000538084
A4: Atlanta (USA)	0,002249611	0,001877716	0,000967367	0,001276420	0,000975125	0,003025686	0,001680148	0,007382767
A5: Barcelona (Spain)	0,000807459	0,001050348	0,000744042	0,000990712	0,000711208	0,001063853	0,001116052	0,001156233
A6: Bergamo (Italy)	0,000655280	0,000651134	0,000787585	0,002098667	0,000879590	0,000870315	0,001423265	0,001022531
A7: Berlin (Germany)	0,001862681	0,001427833	0,001544749	0,002296198	0,000785040	0,001610531	0,001048894	0,001889301
A8: Bilbao (Spain)	0,000869831	0,001131482	0,000961818	0,001306448	0,000897196	0,000959595	0,001322488	0,001293086
A9: Bologna (Italy)	0,000647804	0,000579334	0,000813990	0,001603195	0,000894049	0,000784469	0,001367942	0,001010864
A10: Bonn (Germany)	0,001720022	0,001391726	0,001508704	0,003041565	0,000817959	0,001524083	0,000871705	0,001854404
A11: Bordeaux (France)	0,001091887	0,000679290	0,001207358	0,001001243	0,000687503	0,000915471	0,001581049	0,001476656
A12: Boston (USA)	0,002023900	0,001465225	0,001056802	0,001159652	0,001082187	0,003133260	0,001937453	0,007583810
A13: Braga (Portugal)	0,001026418	0,001223908	0,000630536	0,000485951	0,000796653	0,001020084	0,000857924	0,000640669
A14: Bratislava (Slovakia)	0,001220494	0,001091494	0,000642650	0,000857432	0,000449182	0,000822828	0,001374545	0,000886880
A15: Brussels (Belgium)	0,001035839	0,001157945	0,001022663	0,001105828	0,000650644	0,001161632	0,001607027	0,001715335
A16: Chicago (USA)	0,001899983	0,001415970	0,000937907	0,000855784	0,000866603	0,002768395	0,001375585	0,005466060
A17: Detroit (USA)	0,001504050	0,001411347	0,000762258	0,000748597	0,000583689	0,001732201	0,001289963	0,004141209
A18: Dublin (Ireland)	0,001115767	0,000867684	0,000642585	0,000783858	0,000664636	0,001728901	0,000652465	0,001886189
A19: Florence (Italy)	0,000615367	0,000550326	0,000817842	0,001634354	0,000934869	0,000817305	0,001336575	0,000979077
A20: Frankfurt (Germany)	0,001874531	0,001397002	0,001727308	0,002430015	0,000868477	0,001470093	0,001047998	0,002098010
A21: Genoa (Italy)	0,000615685	0,000550610	0,000607854	0,001340863	0,000957622	0,000718408	0,001017485	0,000913880
A22: Grenoble (France)	0,000906982	0,000634788	0,000940217	0,000998726	0,000533244	0,000988493	0,001088662	0,001307289
A23: Hamburg (Germany)	0,001359657	0,001215948	0,001503445	0,002193416	0,000694364	0,001229387	0,000918763	0,001864683
A24: Helsinki (Finland)	0,001282514	0,000795224	0,000548686	0,000791076	0,000533900	0,001173440	0,001415359	0,001745647
A25: Honolulu (USA)	0,001556191	0,001266455	0,000716985	0,000727384	0,000607287	0,002030569	0,001690019	0,004008481
A26: Houston (USA)	0,001839229	0,001370693	0,001059236	0,001035524	0,000822073	0,002552259	0,002796357	0,007407786
A27: Lisbon (Portugal)	0,000820351	0,000978193	0,000755922	0,000850758	0,000567842	0,000927191	0,000950293	0,000687133
A28: Luxembourg (Luxembourg)	0,001443449	0,001463001	0,001130570	0,001619429	0,000998758	0,001746244	0,004974460	0,003346464
A29: Lyon (France)	0,001184960	0,000706477	0,000935910	0,001453888	0,000654156	0,001241883	0,001126006	0,001528238
A30: Madrid (Spain)	0,000918120	0,001094773	0,001015214	0,001066409	0,000773896	0,001096836	0,001018910	0,001314694
A31: Malta (Malta)	0,000403293	0,000741370	0,000572912	0,000436792	0,000369235	0,000787660	0,001260394	0,000871084
A32: Marseille (France)	0,000772859	0,000518379	0,000961416	0,001721416	0,000608557	0,001002357	0,001090255	0,001159749
A33: Melbourne (Australia)	0,001826998	0,000980336	0,001010105	0,001149462	0,000972615	0,002060944	0,001048212	0,003624349
A34: Miami (USA)	0,001604289	0,001195603	0,000852860	0,000767979	0,000758907	0,002262146	0,001084016	0,005552878
A35: Milan (Italy)	0,000739948	0,000661739	0,000730535	0,002066008	0,000960351	0,000839609	0,001442326	0,001125784
A36: Munich (Germany)	0,001409917	0,001400995	0,001688938	0,002181279	0,000782583	0,001227081	0,001548179	0,002094745
A37: Nice (France)	0,000839187	0,000543833	0,000892244	0,000961902	0,000483711	0,000767817	0,002044053	0,001335185
A38: Orlando (USA)	0,001090885	0,001504472	0,000775078	0,000650536	0,000657572	0,002139220	0,002046188	0,005053031
A39: Paris (France)	0,000994986	0,000635586	0,000859538	0,001062214	0,000557128	0,000952708	0,001008515	0,001523329
A40: Philadelphia (USA)	0,001443779	0,001291179	0,000665193	0,000760992	0,000748496	0,002366637	0,001143290	0,004773549
A41: Rome (Italy)	0,000666752	0,000596280	0,000767983	0,001650088	0,001053777	0,001027619	0,001448182	0,001027262
A42: Rotterdam (Netherlands)	0,001120492	0,001169072	0,001256944	0,001518378	0,000706730	0,001345572	0,001006341	0,001533598
A43: Seattle (USA)	0,002213480	0,001897348	0,001172977	0,001334805	0,001110112	0,003091290	0,001954944	0,006634972
A44: Turin (Italy)	0,000633156	0,000707793	0,000729285	0,002089258	0,000880030	0,000921626	0,001266642	0,000969365
A45: Valencia (Spain)	0,001009812	0,001429877	0,001104972	0,001698575	0,000778490	0,001159272	0,001157579	0,001206861
A46: Vancouver (Canada)	0,001601393	0,001227543	0,000664030	0,000800091	0,000837922	0,002434780	0,001490665	0,003224933
A47: Venice (Italy)	0,000775304	0,000751138	0,000928737	0,002032438	0,000807872	0,000953977	0,001380542	0,001022300
A48: Vienna (Austria)	0,001403824	0,001046206	0,000958199	0,001643710	0,000552445	0,000970255	0,001422913	0,001808110
A49: Washington (USA)	0,002322275	0,001483445	0,001189310	0,001620549	0,000974478	0,003015180	0,001765390	0,007565196
A50: Wellington (Australia)	0,001861134	0,001047969	0,000971812	0,001105886	0,000883025	0,001801972	0,001068984	0,002301732

Tabela 4 - Matriz de Decisão Normalizada com Alternativas e Critérios C₉ a C₁₅

Alternativas	Critérios						C15: Aluguel de Apartamento (85 m ²)
	C9: Aluguel de Carro	C10: Energia	C11: Celular Pré-pago	C12: Internet (60 Mbps)	C13: Academia	C14: Cinema	
A1: Amsterdam (Netherlands)	0,001467313	0,001676728	0,002122083	0,001115663	0,001862916	0,001112343	0,000608975
A2: Antwerp (Netherlands)	0,001081102	0,001608033	0,001276389	0,000689589	0,001860971	0,000866725	0,000974863
A3: Athens (Greece)	0,000499937	0,000545277	0,000232612	0,000369723	0,000580650	0,000445804	0,000637697
A4: Atlanta (USA)	0,002643602	0,003256244	0,003308709	0,000961547	0,003570373	0,001513681	0,000988187
A5: Barcelona (Spain)	0,000840622	0,001139776	0,001290717	0,000535627	0,000786417	0,000732942	0,000498897
A6: Bergamo (Italy)	0,000852741	0,001203395	0,004255308	0,000804396	0,000712548	0,000669158	0,000857412
A7: Berlin (Germany)	0,001599825	0,001109578	0,002903045	0,001265530	0,002151346	0,000951065	0,000898324
A8: Bilbao (Spain)	0,001040868	0,001047153	0,000903772	0,000535309	0,000729517	0,000888252	0,000637361
A9: Bologna (Italy)	0,000843012	0,001057582	0,001121802	0,000799057	0,000682070	0,000735026	0,000693065
A10: Bonn (Germany)	0,001272747	0,001108299	0,002829635	0,001206040	0,001577611	0,000927015	0,001033216
A11: Bordeaux (France)	0,001250405	0,001359044	0,002836232	0,001209694	0,001662680	0,000892009	0,000989750
A12: Boston (USA)	0,002854896	0,003415864	0,007745586	0,001155814	0,001947028	0,001561555	0,000622206
A13: Braga (Portugal)	0,000461968	0,000955665	0,000507843	0,000476988	0,000649833	0,000670820	0,000606616
A14: Bratislava (Slovakia)	0,000825078	0,000610887	0,001409021	0,001130316	0,000878852	0,000623171	0,000590473
A15: Brussels (Belgium)	0,001395421	0,001722875	0,001223020	0,000851209	0,001945579	0,000961615	0,000911324
A16: Chicago (USA)	0,002364794	0,003220121	0,002245563	0,000994816	0,001868165	0,001337577	0,000753343
A17: Detroit (USA)	0,001477249	0,001857390	0,001738113	0,000700968	0,002328498	0,001023936	0,000574234
A18: Dublin (Ireland)	0,001277752	0,001667017	0,000999401	0,000743799	0,001350643	0,000949498	0,000485624
A19: Florence (Italy)	0,000765984	0,000970511	0,001332040	0,000759047	0,000531878	0,000739294	0,000558783
A20: Frankfurt (Germany)	0,001431114	0,001049107	0,003246127	0,001407073	0,001362964	0,001063462	0,000885990
A21: Genoa (Italy)	0,000753279	0,001029813	0,000888486	0,000802030	0,000662446	0,000762090	0,000788171
A22: Grenoble (France)	0,001016076	0,001397000	0,000848135	0,001039863	0,001373215	0,000744260	0,001067179
A23: Hamburg (Germany)	0,001557049	0,001070008	0,002568566	0,001265338	0,001329610	0,000925635	0,000923173
A24: Helsinki (Finland)	0,001325915	0,003064298	0,004124584	0,001725695	0,001459575	0,000756701	0,000824497
A25: Honolulu (USA)	0,001782272	0,001368780	0,002627485	0,000912075	0,001606195	0,001222422	0,000638924
A26: Houston (USA)	0,002289176	0,002812876	0,002898344	0,001054607	0,002532227	0,001565151	0,000942449
A27: Lisbon (Portugal)	0,000481768	0,000931914	0,000541182	0,000473973	0,000680896	0,000638267	0,000361644
A28: Luxembourg (Luxembourg)	0,002214219	0,001663566	0,002124678	0,001222697	0,001946166	0,001614063	0,000782630
A29: Lyon (France)	0,001085592	0,001369180	0,002462396	0,001088250	0,001141304	0,000820377	0,001051730
A30: Madrid (Spain)	0,001051411	0,001285217	0,001059940	0,000623783	0,000997828	0,000833391	0,000550575
A31: Malta (Malta)	0,000918717	0,001298789	0,000315124	0,000347168	0,000412204	0,000507928	0,000352530
A32: Marseille (France)	0,000995694	0,001428266	0,000669181	0,000910407	0,001226676	0,000660748	0,000881959
A33: Melbourne (Australia)	0,002482100	0,002462562	0,002467775	0,001135321	0,001589707	0,001119415	0,000908481
A34: Miami (USA)	0,002066664	0,002455167	0,003160144	0,000866761	0,001817591	0,001170190	0,000667982
A35: Milan (Italy)	0,000890096	0,000960121	0,000961026	0,000900298	0,000597424	0,000755619	0,000471861
A36: Munich (Germany)	0,001399324	0,001122945	0,003174020	0,001227456	0,001776159	0,001039839	0,000724256
A37: Nice (France)	0,001017338	0,001567214	0,000778511	0,001151906	0,001094103	0,000714133	0,000785791
A38: Orlando (USA)	0,001834580	0,001924043	0,002272302	0,000741393	0,002152389	0,001057175	0,000687982
A39: Paris (France)	0,001238517	0,001378989	0,001174785	0,001271133	0,001122297	0,000923689	0,000619781
A40: Philadelphia (USA)	0,001940491	0,002176982	0,003791960	0,000774769	0,002093114	0,001178967	0,000653225
A41: Rome (Italy)	0,000867670	0,000879475	0,001018778	0,000810413	0,000549171	0,000756525	0,000525804
A42: Rotterdam (Netherlands)	0,001268663	0,001493897	0,001697812	0,000957981	0,001523166	0,000889951	0,000679610
A43: Seattle (USA)	0,002915260	0,003307640	0,004629187	0,001375724	0,002096773	0,001733217	0,000893921
A44: Turin (Italy)	0,000863185	0,000930787	0,000822327	0,000791358	0,000823385	0,000808206	0,000828463
A45: Valencia (Spain)	0,001017217	0,001181714	0,000922921	0,000624211	0,001085905	0,000816366	0,000658356
A46: Vancouver (Canada)	0,002116015	0,004962694	0,001261776	0,000876716	0,001717058	0,001308247	0,000685786
A47: Venice (Italy)	0,000818595	0,000628669	0,003490747	0,000828817	0,000720384	0,000653487	0,000580697
A48: Vienna (Austria)	0,001204107	0,001186196	0,004862006	0,001033896	0,001547918	0,000955703	0,000794528
A49: Washington (USA)	0,002890395	0,003727056	0,006099253	0,001289560	0,001383072	0,001634868	0,000740170
A50: Wellington (Australia)	0,001725254	0,002810861	0,001278428	0,000903313	0,002444516	0,001346223	0,000861739

Dando continuidade à aplicação do método, foram calculadas média, desvio padrão, fator gaussiano e os pesos. A Tabela 5 apresenta esses resultados.

Tabela 5 - Média, Desvio Padrão e Fator Gaussiano e Peso dos Critérios

Critérios	Média	Desvio Padrão	Fator Gaussiano	Peso
C1: Refeição	0,02	0,008103674	0,405183697	0,061564753
C2: Cerveja	0,02	0,006960403	0,348020141	0,052879162
C3: Vinho	0,02	0,006233837	0,311691843	0,047359338
C4: Água	0,02	0,008702230	0,435111521	0,066112071
C5: Café	0,02	0,004976895	0,248844736	0,037810171
C6: Refrigerante	0,02	0,009681819	0,484090954	0,073554144
C7: Passe de Transporte	0,02	0,009199333	0,459966629	0,069888627
C8: Gasolina	0,02	0,016451235	0,822561743	0,124982351
C9: Aluguel de Carro	0,02	0,009249936	0,462496813	0,070273070
C10: Energia	0,02	0,011116981	0,555849041	0,084457271
C11: Celular Pré-pago	0,02	0,014284173	0,714208656	0,108518877
C12: Internet (60 Mbps)	0,02	0,006152198	0,307609914	0,046739118
C13: Academia	0,02	0,009285468	0,464273415	0,070543012
C14: Cinema	0,02	0,006394221	0,319711059	0,048577800
C15: Aluguel de Apartamento (85 m ²)	0,02	0,004836061	0,241803047	0,036740237

Após o cálculo dos pesos dos critérios mediante a aplicação do método AHP-Gaussiano, aplicou-se o método MABAC para obtenção do ranking das cidades, utilizando-se a mesma matriz de decisão apresentada nas Tabelas 1 e 2. A Tabela 6 apresenta os valores da área de aproximação de fronteira e a Tabela 7 apresenta a matriz de ordenação.

Tabela 6 - Valores da Área de Aproximação de Fronteira

Critérios	Media Geometrica
C1: Refeição	0,10615417
C2: Cerveja	0,09034517
C3: Vinho	0,08288471
C4: Água	0,11238524
C5: Café	0,06986174
C6: Refrigerante	0,11844301
C7: Passe de Transporte	0,10765997
C8: Gasolina	0,2102535
C9: Aluguel de Carro	0,11883496
C10: Energia	0,1392069
C11: Celular Pré-pago	0,19847349
C12: Internet (60 Mbps)	0,08020836
C13: Academia	0,11947189
C14: Cinema	0,08036432
C15: Aluguel de Apartamento (85 m ²)	0,06292166

Tabela 7 - Matriz de Ordenação

Alternativa	Soma
A43: Seattle (EUA)	0,244903738
A4: Atlanta (EUA)	0,231330938
A49: Washington (EUA)	0,231308051
A12: Boston (EUA)	0,222472627
A26: Houston (EUA)	0,218393361
A28: Luxemburgo (Luxemburgo)	0,194575251
A16: Chicago (EUA)	0,176305737
A33: Melbourne (Austrália)	0,150802493
A46: Vancouver (Canadá)	0,137419924
A34: Miami (EUA)	0,133733496
A50: Wellington (Austrália)	0,127496216
A40: Filadélfia (EUA)	0,124271631
A38: Orlando (EUA)	0,123358881
A7: Berlim (Alemanha)	0,121540091
A36: Munique (Alemanha)	0,117306765
A20: Frankfurt (Alemanha)	0,116249831
A25: Honolulu (EUA)	0,111219740
A10: Bonn (Alemanha)	0,099701397
A1: Amsterdã (Holanda)	0,094048359
A17: Detroit (EUA)	0,093216276
A23: Hamburgo (Alemanha)	0,078478807
A15: Bruxelas (Bélgica)	0,072994150
A48: Viena (Áustria)	0,066819034
A42: Roterdão (Holanda)	0,056699327
A24: Helsinque (Finlândia)	0,056568985
A2: Antuérpia (Holanda)	0,045974611
A11: Bordéus (França)	0,043913508
A29: Lyon (França)	0,037316401
A45: Valência (Espanha)	-0,006670482
A39: Paris (França)	-0,016535267
A18: Dublin (Irlanda)	-0,022030975
A22: Grenoble (França)	-0,029823881
A30: Madri (Espanha)	-0,031101703
A8: Bilbao (Espanha)	-0,046465179
A37: Nice (França)	-0,046655490
A32: Marselha (França)	-0,057483522
A6: Bérgamo (Itália)	-0,058504028
A5: Barcelona (Espanha)	-0,084192957
A44: Turim (Itália)	-0,089011120
A47: Veneza (Itália)	-0,092604876
A35: Milão (Itália)	-0,098736483
A9: Bolonha (Itália)	-0,103967525
A41: Roma (Itália)	-0,110985059
A14: Bratislava (Eslováquia)	-0,128135898
A19: Florença (Itália)	-0,135012240
A21: Gênova (Itália)	-0,156557888
A27: Lisboa (Portugal)	-0,256510107
A13: Braga (Portugal)	-0,263526418
A31: Malta (Malta)	-0,371272555
A3: Atenas (Grécia)	-0,601604760

7. Considerações Finais

A utilização dos métodos de apoio à tomada de decisão AHP-Gaussiano (pesos) e MABAC (ordenação) permitiu formular o ranking das melhores opções de cidades para os nômades digitais morarem dentro das alternativas selecionadas. A cidade de Seattle, nos Estados Unidos apresentou o melhor resultado, seguida de Atlanta e Washington, no mesmo país.

O estudo indicou que esse método híbrido AHP-Gaussiano + MABAC é eficaz para essa ordenação de múltiplos critérios e alternativas, sugerindo que o método pode auxiliar os nômades digitais a escolher em qual cidade morar.

Como estudo futuro a respeito do método híbrido AHP-Gaussiano + MABAC, poderia se considerar a incorporação de critérios adicionais ou a mudança dos critérios escolhidos, diversificar as fontes de dados, refinar os processos de ponderação e validar por meio de opiniões de especialistas. Este processo interativo garantiria a melhoria contínua e o refinamento do método AHP-Gaussiano + MABAC para avaliações mais abrangentes e robustas.

Recomenda-se, também, testar outros métodos para corroborar ou refutar os resultados obtidos no estudo.

REFERÊNCIAS

- Baldini, F.; Santos, M. dos; Coelho, L. S.; Mariani, V. C. (2021). **AHP-Gaussiano em VBA (v.1)**. Disponível em: https://decision-making.shinyapps.io/gaussian_ahp/. Acessado: 20/11/2024.
- Božanić, D.; Pamucar, D.; Karovic, S. (2016). **Application the MABAC Method in Support of Decision-Making on the Use of Force in a Defensive Operation**. *Technics*, v. 71, p.p. 97-104.
- Checkland, P.; Poulter, J. (2007). **Learning for Action: A Short Definitive Account of Soft Systems Methodology, and Its Use for Practitioners, Teachers and Students**. New Jersey: Wiley.
- Chevtavaeva, E.; Denizci-Guillet, B. (2021). **Digital Nomads' Lifestyles and Coworkation**. *Journal of Destination Marketing & Management*, v. 21, art. 100633.
- Deng, Z.; Morissette, R.; Messacar, D. (2020). **Running the Economy Remotely: Potential for Working from Home During and After COVID-19**. Catalogue n. 45280001. Statistics Canada.
- Fragomen. (2024) **Worldwide Immigration Trends Mid-year Report 2022**. Web page: https://www.fragomen.com/trending/worldwide-immigration-trends-reports/bookshelf.html?mkt_tok=



[MTMwLUNLSS0zMzMAAAGV8IUc6NH4gM9KZWydFLT2KbaafGGdFr72enNcFUzQuGgYo0EA_ShnHIB9F7w0vJycTA3JbolgFp1xnh264-iMy4KaP5F4dOFzF55Qt9W_wPZj](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.001). Acessado: 20/11/2024.

Izar, J. M.; Camacho, L. A. (2024). **Selección de la Ciudad para Vivir Mediante Modelos de Decisión Multicriterio**. *Investigacion Operacional*, v. 25, n. 3, p.p. 339-353.

Jarrahi, M.H.; Philips, G.; Sutherland, W.; Sawyer, S.; Erickson, I. (2019). **Personalization of Knowledge, Personal Knowledge Ecology and Digital Nomadism**. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 70, n. 4, p.p. 313-324.

Kaggle. (2024). Web page: <https://www.kaggle.com/>. Acessado: 20/11/2024.

Keseru, I.; Coosemans, T.; Macharis, C. (2019). **Building Scenarios for the Future of Transport in Europe: The Mobility4EU Approach**. In book: *Towards User-Centric Transport in Europe: Challenges, Solutions and Collaborations*, p.p. 15-30. Springer.

Keseru, I.; Coosemans, T.; Macharis, C. (2021). **Stakeholders' Preferences for the Future of Transport in Europe: Participatory Evaluation of Scenarios Combining Scenario Planning and the Multi-actor Multi-criteria Analysis**. *Futures*, v. 127, art. 102690.

Litmaps. (2024). Web page: <https://www.litmaps.com/>. Acessado: 20/11/2024.

Makimoto, T.; Manners, D. (1997). **Digital Nomad**. New Jersey: Wiley.

Martins, V. P. (2022). *Turismo e Nomadismo Digital em Contexto Pandêmico*. Monografia de Bacharelado em Turismo da Universidade Federal de Minas Gerais.

Michaelis. (2016). **Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos.

Mouratidis, G. (2018). **Digital Nomads: Travel, Remote Work and Alternative Lifestyles**. Master's Thesis of Applied Cultural Analysis, Lund University.

Müller, A. (2016). **The Digital Nomad: Buzzword or Research Category?** *Transnational Social Review*, v.6, n.3, p.p. 344-348. Taylor & Francis Online.

Pamucar, D.; Cirovic, G. (2015). **The Selection of Transport and Handling Resources in Logistics Centers Using Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC)**. *Expert Systems with Applications*, v. 42, n. 6, p.p. 3016-3028, April, 15th.

Saaty, T. L. (1980). **The Analytic Hierarchy Process: Planning Setting Priorities, Resource Allocation**. New York: McGraw Hill.

Sánchez-Vergara, J.I.; Orel, M.; Capdevila, I. (2023). **“Home Office is the Here and Now”. Digital Nomad Visa Systems and Remote Work-focused Leisure Policies**. *World Leisure Journal*, v. 65, n. 13, p.p. 236-255.

Santos, M. dos; Costa, I. P. de A.; Gomes, C. F. S. (2021). **Multicriteria Decision-making in the Delection of Warships: A New Approach to the AHP Method**. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, v. 13, n. 1, May, 19th.

Santos, P. M. (2020). **Nômades Digitais: Um Estudo Etnográfico sobre Trabalho Móvel Contemporâneo e Estilo de Vida**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Comunicação da Universidade Federal Fluminense.

Schlagwein, D. (2018). **The History of Digital Nomadism**. In: 6th International Workshop on the Changing Nature of Work (CNoW). San Francisco.

Scopus. (2024). Web page: <https://www.elsevier.com/products/scopus>. Acessado: 20/11/2024.



Slabadack, A.; Santos, M. dos. (2023). **Aplicativo MABAC em R (v.1)**. Disponível em: <https://arslabadack.shinyapps.io/mabacR/>. Acessado: 20/11/2024.

Thompson, B. Y. (2018). **Digital Nomads: Employment in the Online Gig Economy**. Glocalism: Journal of Culture, Politics and Innovation, n. 1, v. 10, art. 12893.