

Estudo acerca da utilização do método AHP no processo de tomada de decisão nas instituições do sistema S do Transporte

Study on the use of the AHP Method in the decision-making process in the institutions of the Transport 'S' System

<https://doi.org/10.32586/rcda.v21i2.789>

Vinicius Ladeira Marques de Sousa¹

RESUMO

O Serviço Social do Transporte (Sest) e o Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (Senat) são instituições focadas no bem-estar e no desenvolvimento dos trabalhadores do setor de transporte. Como a sua atuação promove benefícios na esfera nacional, é fundamental realizar sua gestão orçamentária de modo racional e eficiente. Nesse contexto, definir os componentes do orçamento é uma tarefa desafiadora, pois vários fatores precisam ser ponderados sob diferentes perspectivas. Com essa visão, o objetivo deste trabalho foi propor um modelo multicritério baseado no Processo de Hierarquia Analítica para orientar a tomada de decisão de seleção de projetos e serviços. Para o desenvolvimento e a avaliação do modelo, a partir do arcabouço teórico do método AHP, foram coletadas as opiniões de membros da alta administração selecionados os critérios, elaborada uma escala de mensuração absoluta das alternativas em relação aos critérios e realizado um estudo de caso sobre a decisão de hierarquizar alternativas em dois cenários, sem e com o uso do modelo, a fim de verificar sua relevância e utilidade. Como resultado, foi criado um modelo bem avaliado pelos membros da alta administração, que expressaram preferência por utilizar a tomada de decisão. Assim, constatou-se que as iniciativas ofertadas podem ser selecionadas mais adequadamente em comparação ao processo decisório atual, e que o AHP traz ganhos para a tomada de de-

¹ Mestre em Administração Pública pelo Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP). MBA em Gestão de Negócios pela Fundação Dom Cabral (FDC), MBA Executivo em Marketing pela Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM). Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Brasília (UnB). Advogado graduado pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO). Atualmente, Diretor Adjunto Nacional do Sest Senat. E-mail: viniciusladeira@gmail.com

ção no contexto estudado, ilustrando que este método é proveitoso para apoiar a gestão orçamentária.

Palavras-chave: decisão; sistema S; método AHP; análise de decisão multicritério; projetos.

ABSTRACT

Transport Social Service (Sest) and National Transport Learning Service (Senat) are institutions focused on the well-being and development of workers in the transport sector. As their performance promotes benefits nationally, it is essential to carry out their budget management rationally and efficiently. In this context, defining the budget components is challenging, as several factors need to be considered from different perspectives. With this view, the objective of this work was to propose a multicriteria model based on the Analytic Hierarchy Process to guide decision-making regarding the selection of projects and services. For the development and evaluation of the model, based on the theoretical framework of the AHP method, the opinions of members of senior management were collected, criteria were selected, an absolute measurement scale of the alternatives in relation to the criteria was created, and a case study was carried out on decision-making to rank alternatives in two scenarios, without and with the use of the model, in order to verify its relevance and usefulness. As a result, a model was created, which was well evaluated by members of the top management, who expressed a preference for decision-making. Thus, it was found that the initiatives offered can be selected more appropriately compared to the current decision-making process and that the AHP brings gains for decision-making in the studied context, exemplifying that this method is useful to support budget management.

Keywords: decision; 'S' system; AHP method; multicriteria decision analysis; projects.

Avaliado pelo sistema
double blind review
(SEER/OJS – versão 3)



Data de submissão: 07-04-2022

Data de versão final: 15-03-2023

Data de aprovação: 16-04-2023

Data de publicação online: 19-06-2023

1 INTRODUÇÃO

O Serviço Social do Transporte (Sest) e o Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (Senat) possuem as responsabilidades de gerenciar, desenvolver, executar e apoiar ações relacionadas, respectivamente, à promoção social e à aprendizagem dos trabalhadores do segmento de transporte. Desse modo, o Sest atua nas áreas de nutrição, saúde, cultura, lazer e segurança no trabalho, enquanto o Senat desempenha atividades voltadas à preparação, treinamento, aperfeiçoamento e formação profissional (BRASIL, 1993).

Essas instituições pertencem ao sistema S, conjunto de entidades privadas que possuem o nome iniciado com a letra S, elas realizam atividades de interesse público e apresentam origens e características organizacionais semelhantes, com foco em assistência social e técnica, treinamento profissional, consultoria e pesquisa de setores bem definidos. Para o cumprimento de suas atribuições, conforme estabelecido pela legislação, as entidades integrantes do sistema S recebem contribuições obrigatórias de empresas e profissionais autônomos de suas áreas de atuação e, portanto, administram esses recursos financeiros (SENADO FEDERAL, 2020).

Diante da alta relevância para o setor de transporte e para o Brasil, a excelência no desempenho do Sest e do Senat é indispensável. O orçamento deve ser executado adequadamente de modo a garantir a continuidade das suas atividades e os níveis de qualidade esperados por suas diversas partes interessadas, como: os trabalhadores do setor de transporte, as empresas do setor transportador, o governo e a sociedade em geral.

Sob essa perspectiva, durante o planejamento orçamentário, uma das decisões mais importantes para a estratégia das referidas instituições é a seleção de quais projetos e serviços devem ser disponibilizados ao público. Esse processo decisório é complexo, pois é influenciado por vários fatores de natureza econômico-financeira, técnica, institucional, social e política. Adicionalmente, para a escolha do melhor caminho, devem ser ponderadas diversas expectativas, dada a multiplicidade de atores com interesses distintos.

Também é importante ressaltar que, atualmente, no Sest e no Senat, a alocação de recursos torna-se ainda mais desafiadora devido à inexistência de um modelo estruturado de tomada de decisão, fundamentado na literatura técnico-científica e focado nas especificidades institucionais. Desse modo, até o momento, a análise e a hierarquização de alternativas são realizadas de acordo com a percepção e a experiência dos tomadores de decisão em relação a um conjunto de informações, sem o apoio de uma metodologia ou ferramenta capaz de balancear os múltiplos fatores envolvidos no processo.

Uma vez que diversos tipos de projetos e serviços podem ser ofertados dentro das atribuições e competências do Sest e do Senat, é fundamental que a lógica adotada na tomada de decisão considere as vantagens e limitações de cada opção à luz dos fatores influenciadores (critérios). Com esta visão, uma ferramenta proveitosa para esse julgamento é a Análise de Decisão Multicritério (MCDA, na sigla em inglês) utilizada em processos decisórios de hierarquização, priorização e seleção de alternativas pertencentes a um conjunto de opções disponíveis para o decisor (OZSAHIN; DENKER; KIBARER; KABA, 2021).

Entre as diversas possibilidades que a MCDA disponibiliza, destaca-se, em virtude da estrutura lógica e da ampla aplicação, o Processo de Hierarquia Analítica, conhecido como método AHP – *Analytic Hierarchy Process*, em inglês (MU, 2022). Exemplos recentes do uso do AHP no cenário internacional são encontrados em Veisi *et al.* (2022); Ravichandran

et al. (2022); Ok *et al.* (2022); El Hadidi, Meshref, El-Dash e Basiouny (2022); Nejad, Mansour e Karamipour (2021); e Lee, Kim e Lee (2021).

Considerando o contexto apresentado, parte-se da premissa de que o atual processo decisório no Sest e no Senat pode ser melhorado, com propósito de facilitar a análise de problemas complexos pela alta administração e mitigar riscos de viés, além de promover a eficiência e a transparência na gestão de recursos. Desse modo, busca-se responder à seguinte questão: o método AHP é apropriado para orientar a tomada de decisão na seleção de projetos e de serviços no sistema S do Transporte?

Nesse sentido, o objetivo geral é desenvolver um modelo multicritério de análise hierárquica para apoiar o processo decisório no Sest e no Senat quanto à seleção de projetos e de serviços que comporão a peça orçamentária dos exercícios futuros.

Para direcionar a execução e permitir o alcance do propósito principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos: elucidar o panorama atual de tomada de decisão no Sest e no Senat; identificar os critérios mais relevantes para a seleção de projetos e serviços, bem como quantificar o seu nível de importância; aplicar o modelo desenvolvido em um estudo de caso; e avaliar o modelo proposto, comparando cenários com e sem o seu uso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE O MÉTODO AHP

O Processo de Hierarquia Analítica ou de Análise Hierárquica, conhecido como método AHP, foi desenvolvido por Thomas Lorie Saaty a partir de 1977, com o propósito de priorizar alternativas em um problema de decisão influenciada por múltiplos critérios, considerando também o aspecto subjetivo dos decisores, ou seja, sua percepção, conhecimento e experiência, além das informações qualitativas e quantitativas. Por isso, essa ferramenta é aplicada para orientar a tomada de decisões complexas.

Mais do que auxiliar a encontrar a melhor decisão, o método fornece um fundamento e uma justificativa para a escolha, permitindo a inclusão dos fatores relevantes no processo decisório, tangíveis ou intangíveis (SAATY, 1991; BARBOSA, 2018; SOUZA, 2019).

De acordo com Saaty (2008), idealizador do AHP, o processo de decisão deve ser decomposto nas seguintes etapas:

1. definição do problema e determinação do tipo de conhecimento procurado;

2. estruturação da hierarquia da decisão, partindo do topo, com o objetivo, passando pelos níveis intermediários (critérios e, quando aplicável, subcritérios), até atingir o nível mais baixo, que geralmente se refere a um conjunto de alternativas a serem selecionadas ou priorizadas;

3. construção de um conjunto de matrizes de comparações paritárias, nas quais cada elemento em um nível superior da hierarquia é usado para comparar os elementos no nível imediatamente abaixo em relação a ele;

4. atribuição de pesos e prioridades aos elementos de cada nível hierárquico, até que, por fim, as prioridades finais das alternativas, no nível mais baixo, sejam obtidas.

Para fazer as comparações mencionadas na Etapa 3, Saaty (2008) propõe uma escala numérica que indica quantas vezes um elemento é mais importante ou dominante em relação ao outro, no que concerne a determinado aspecto (objetivo, critério ou subcritério da decisão). A escala numérica varia de 1 a 9, sendo que o número 1 indica a mesma importância de um elemento em relação ao outro, enquanto o 9 representa a importância extrema de um elemento em comparação ao outro. Por sua vez, os números de 2 a 8 correspondem aos estágios intermediários entre os limites inferiores e superiores da escala de importância.

Após cada comparação paritária, é possível ir preenchendo a matriz quadrada de comparações $C_n \times n$, apresentada na Figura 1, em que todos os elementos aparecem nas linhas e nas colunas, na mesma ordem (SOUZA, 2019).

Na construção da matriz de comparações paritárias, o número “a₁₂” representa a intensidade de importância do elemento A em relação ao elemento B, enquanto o número “1/a₁₂” corresponde ao recíproco, isto é, à intensidade de importância de B em relação à A.

Figura 1 – Matriz de comparações paritárias do método AHP

$$C_{n \times n} = \begin{pmatrix} \text{Elementos} & A & B & C & \dots & N \\ A & 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ B & 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ C & 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ N & 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Fonte: adaptada de SOUZA (2019).

Após a obtenção do conjunto de matrizes de comparações paritárias referentes aos critérios e alternativas, é preciso encontrar a ordem de prioridade e verificar a consistência dos julgamentos. Nessa etapa, se diversos especialistas participarem da análise paritária separadamente e houver o intuito de agregar os seus julgamentos individuais em um único julgamento representativo do grupo, deve-se considerar a média geométrica dos resultados dos indivíduos (SILVA, 2007; SAATY, 2008).

Nessa fase, é necessário efetuar o cálculo do vetor que apresenta as prioridades (pesos) dos elementos analisados, chamado de principal autovetor normalizado (w). Uma das formas bastante citadas na literatura para a obtenção das prioridades envolve as seguintes operações: (1) dividir cada número de uma coluna pela soma de todos os números da mesma coluna (normalização); (2) somar os valores recém-calculados em cada linha, o que gerará uma nova coluna de dados (vetor resultante); e (3) dividir os componentes do vetor resultante pela dimensão da matriz (n), ou

seja, pelo número total de elementos comparados entre si. Os passos (2) e (3) equivalem à média aritmética dos elementos de cada linha da matriz normalizada (SAATY, 1991; SILVA, 2007; VARGAS, 2010).

Como mencionado, também é preciso verificar a consistência das matrizes de comparações paritárias. Com essa finalidade, deve-se calcular o autovalor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$) mediante três operações: (1) o produto da matriz de comparações paritárias pelo autovetor w ; (2) a divisão de cada número do novo vetor calculado (Cw) pelo número localizado na posição correspondente do vetor w ; e (3) a média dos elementos resultantes (SILVA, 2007).

Após a obtenção de $\lambda_{\text{máx}}$, deve-se calcular o Índice de Consistência (IC) com a seguinte equação (SAATY, 1990; CHAN; KWOK; DUFFY, 2004; SILVA, 2007):

$$IC = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1}$$

Se o IC for menor ou igual a 0,10, então, considera-se que há consistência para continuar a aplicação do método AHP. Caso contrário, os julgamentos devem ser refeitos (SILVA, 2007).

Suplementarmente, para analisar a real consistência das matrizes de comparações, deve-se obter a Razão de Consistência (RC), dividindo o Índice de Consistência (IC) pelo Índice Randômico (IR) de Saaty (1980) (ISHIZAKA; LABIB, 2011; SOUZA, 2019).

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

O Índice Randômico (IR) é obtido na tabela a seguir, proposta por Saaty (1991) de acordo com a ordem da matriz.

Tabela 1 – Índice Randômico (IR) do método AHP

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: adaptada de Saaty (1991).

Se a Razão de Consistência for inferior ou igual a 0,10, os julgamentos realizados são considerados satisfatórios. Caso contrário, deve-se repetir as comparações paritárias (SOUZA, 2019).

Para finalizar a aplicação do método e obter as pontuações finais das alternativas (PF), deve-se realizar o seguinte cálculo (SAATY, 2008; WARIS *et al.*, 2019):

$$P_F = \sum [(Prioridade da alternativa em relação ao critério) \times (peso do critério)] \cdot \hat{c}$$

3 METODOLOGIA

A metodologia para o desenvolvimento do estudo seguiu alguns passos importantes que são destacados a seguir.

3.1 Proposta inicial de potenciais critérios para o modelo

Ribeiro e Alves (2016), com referência a Saaty (1991), explicam que não há um procedimento padrão para o levantamento de critérios do AHP, mas que o criador do método sugere consultas bibliográficas e realização de *brainstorming*² com especialistas para a identificação dos aspectos relevantes para a tomada de decisão. Baseados em Miller (1956), os autores também comentam que é ideal utilizar uma quantidade máxima de 5 a 9 critérios, com objetivo de obter mais acurácia e consistência nos julgamentos.

A partir dessas orientações, a proposta inicial de potenciais critérios foi elaborada por meio de revisão da literatura, com o estudo de diversos casos de aplicação do método AHP, e de correspondência entre os aspectos

2 Esse termo pode ser traduzido como “tempestade de ideias” e se refere a uma técnica de discussão em grupo para a coleta de contribuições espontâneas dos participantes.

encontrados e a realidade do Sest e do Senat. Entre as referências utilizadas, destacam-se: Anac (2020); ANP (2020); Antaq (2019); Bastos (2019); Souza (2019); Waris *et al.* (2019); Barbosa (2018); Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (2017); e Ribeiro e Alves (2016).

3.2 Seleção dos especialistas participantes do trabalho

Os especialistas foram escolhidos de acordo com suas competências técnicas, grau de entendimento do processo decisório das instituições e disponibilidade para participar do trabalho. Com base nesses requisitos, foram selecionados 16 indivíduos, que atualmente são supervisores dos conselhos regionais do Sest e do Senat.

3.3 Validação e definição final dos critérios do modelo

Após a revisão bibliográfica e a definição inicial de potenciais critérios, seguindo a sugestão de Saaty (1991) de coletar a opinião de especialistas, a relação proposta, composta pelos critérios: custo, tempo de implementação, tipo de usuário, benefício social, sinergia com a estratégia institucional, complexidade de execução e risco de insucesso, foi submetida à análise dos supervisores de conselhos regionais, por meio de pesquisa quantitativa – questionário aplicado com o auxílio da ferramenta *SurveyMonkey*® – com a finalidade de validar, ou não, o conjunto previamente elaborado. Os especialistas foram questionados sobre a clareza da definição de cada critério e sobre o seu alinhamento ao contexto do Sest e do Senat. Ademais, os respondentes foram indagados quanto à permanência dos critérios e à necessidade de inclusão de novos elementos relevantes. Como consequência, foram selecionados oito critérios para o modelo, apresentados adiante em Resultados e Discussão.

3.4 Automatização da estrutura do modelo

Uma planilha eletrônica em *Microsoft Excel* foi automatizada com intuito de facilitar e agilizar as etapas seguintes de construção e aplicação do modelo, isto é, as comparações paritárias para a determinação dos pesos dos critérios, a elaboração das escalas de avaliação das alternativas e a hierarquização de projetos e de serviços. Assim, as fórmulas matemáticas do método AHP para o cálculo de prioridades e para a verificação da consistência dos julgamentos foram previamente programadas.

3.5 Determinação dos pesos dos critérios do modelo

O peso de cada critério (prioridade) foi definido a partir da análise realizada pelos 16 supervisores regionais participantes do trabalho. Esses especialistas foram reunidos em um *workshop* (evento que envolve apresentação de conceitos teóricos e realização de atividades práticas), que aconteceu no dia 9 de setembro de 2021, nas dependências da Confederação Nacional do Transporte (CNT), para que pudessem avaliar e ponderar conjuntamente os níveis de importância dos critérios do modelo proposto, fazendo as comparações paritárias e possibilitando o preenchimento da planilha eletrônica automatizada.

3.6 Elaboração da escala de avaliação das alternativas

Com o propósito de facilitar a avaliação de diversos projetos e serviços durante a aplicação futura do modelo, optou-se pela mensuração absoluta das alternativas, isto é, a definição de classificações qualitativas a serem atribuídas pelos avaliadores e, em seguida, convertidas em uma pontuação quantitativa correspondente, conforme as orientações de Saaty (1986, 1990, 2008). Posto isso, foram propostas escalas de avaliação em relação a cada critério, envolvendo categorias de intensidade e categorias

conceituais, com inspiração em exemplos encontrados na literatura nacional e internacional, como Garuti, (2021), Ribeiro e Alves (2016) e Felice e Petrillo (2013). No *workshop* realizado com os especialistas, esses profissionais concordaram com as escalas propostas e efetuaram a comparação paritária entre as categorias.

3.7 Aplicação do modelo em um estudo de caso

O objetivo desta etapa foi aplicar o modelo desenvolvido e executar uma tomada de decisão com e sem o seu uso. Essas ações também foram conduzidas no *workshop* realizado com os supervisores regionais das instituições. No início da reunião, seis alternativas reais (três projetos e três serviços) foram apresentadas ao grupo.

Como primeira tarefa do *workshop*, antes da determinação dos pesos dos critérios e das escalas de avaliação das alternativas, os projetos e serviços selecionados para o estudo de caso foram hierarquizados individualmente por cada um dos especialistas, sem qualquer aplicação de ferramenta auxiliar, a fim de que a estrutura do modelo a ser proposto não influenciasse o resultado desta ação.

Assim, as decisões foram tomadas pelos respondentes levando-se em consideração apenas a forma empírica de tomada de decisão de cada um deles. Em seguida, os resultados individuais foram comentados e foi promovido um debate com a finalidade de obter um consenso sobre a ordem de prioridade das alternativas.

Cumprida essa ação, o modelo foi construído conforme explicado nas seções anteriores. Na sequência, sua estrutura completa foi apresentada, já com as ponderações dos pesos dos critérios e das escalas de avaliação das alternativas feitas pelos participantes. Os projetos e serviços foram, então, submetidos à hierarquização por meio do modelo, de forma coletiva.

3.8 Avaliação do modelo

Após o *workshop*, um questionário de avaliação foi aplicado aos participantes do trabalho com a ajuda da ferramenta *SurveyMonkey*®. Os respondentes foram questionados sobre sua preferência por utilizar, ou não, o modelo proposto em um cenário real de seleção de projetos e serviços no Sest e no Senat. Além disso, os respondentes puderam indicar vantagens e/ou desvantagens sobre o modelo e enviar sugestões e/ou críticas para o seu aprimoramento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa de elaboração do estudo, apresenta-se os resultados que foram obtidos seguindo a metodologia apresentada.

4.1 Conjunto inicial de potenciais critérios para o modelo

Após a análise de 25 trabalhos descritos na literatura que aplicaram o método AHP em diferentes contextos, sete potenciais critérios foram identificados: custo, tempo de implementação, tipo de usuário, benefício social, sinergia com a estratégia institucional, complexidade de execução e risco de insucesso.

4.2 Critérios do modelo após avaliação e validação dos especialistas

Considerando as contribuições dos membros da alta administração, oito critérios foram definidos e adotados no modelo de apoio à tomada de decisão:

- Critério 1 (C1) - custo: corresponde ao custo total do projeto ou serviço, incluindo as fases de implementação e execução;
- Critério 2 (C2) - receita operacional: receita decorrente de serviços destinados ao público pagante, isto é, às pessoas que não são

beneficiárias gratuitas do Sest e do Senat;

- Critério 3 (C3) - razão referente ao tempo: razão entre o tempo de duração do projeto ou serviço (período de execução e vigência) e o tempo necessário para implantar a alternativa (período entre o início das ações de preparação e a disponibilização ao público-alvo);
- Critério 4 (C4) - principal público-alvo: compreende o principal público-alvo do projeto ou serviço, isto é, o segmento do setor de transporte, a comunidade externa ou o grupo interno que será atendido, avaliando o seu nível de contribuição financeira ao Sest e ao Senat;
- Critério 5 (C5) - benefícios sociais, ambientais e econômicos: abrange o nível de alinhamento da alternativa às necessidades do público-alvo, bem como o grau de impacto e o potencial alcance dos reflexos positivos para os usuários e a sociedade;
- Critério 6 (C6) - sinergia com a estratégia institucional: alinhamento do projeto ou serviço com a estratégia do Sest e do Senat, seu nível de contribuição para o alcance dos objetivos organizacionais e seu impacto na imagem institucional das entidades;
- Critério 7 (C7) - capacidade técnica: verifica se as capacidades institucionais (competências, experiência, disponibilidade de recursos e perfil da equipe de trabalho) são compatíveis com os desafios propostos para a implementação das alternativas;
- Critério 8 (C8) - probabilidade de sucesso: possibilidade de consecução dos objetivos, ou seja, chances de êxito na implementação e na obtenção dos resultados desejados.

4.3 Peso dos critérios do modelo

O conjunto final de critérios foi apresentado no *workshop* para os especialistas, que então, efetuaram as comparações paritárias segundo o método AHP. A consistência dos julgamentos foi examinada e aceita, pois

o valor de RC ($RC = 0,0146$), menor que 0,10, confirma a real consistência das matrizes de comparações. Por conseguinte, as prioridades dos elementos foram calculadas. Os resultados dessa ação são exibidos na Tabela 2. Houve consenso entre os participantes que expressaram sua concordância em relação aos pesos atribuídos.

Tabela 2 – Matriz de comparações paritárias e prioridades dos critérios do modelo

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Autovetor w (pesos)
C1	1	2	3	2	2	2	5	5	0,2654
C2	1/2	1	1	1	2/3	2/3	2	2	0,1076
C3	1/3	1	1	1	2/3	2/3	2	2	0,1020
C4	1/2	1	1	1	2/3	2/3	2	2	0,1076
C5	1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1	1	3	3	0,1530
C6	1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1	1	3	3	0,1530
C7	1/5	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1	3	0,0640
C8	1/5	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1	0,0476

$\lambda_{\text{máx}} = 8,1441$

IC = 0,0206

RC = 0,0146

Fonte: elaboração do autor (2021).

De acordo com a análise dos supervisores de conselhos regionais, o critério mais importante é o custo, com peso igual a 0,2654 ou 26,54%. Em seguida, os benefícios sociais, ambientais e econômicos e a sinergia com a estratégia institucional apresentam 0,1530 ou 15,30% de prioridade. Na sequência, a receita operacional e o principal público-alvo aparecem com prioridade igual a 0,1076 ou 10,76%. A razão referente ao tempo, por sua vez, pesa 0,1020 ou 10,20% para a decisão de interesse, enquanto a capacidade técnica possui prioridade de 0,0640 ou 6,40%. Por último, a probabilidade de sucesso tem peso igual a 0,0476 ou 4,76%.

Na discussão entre os especialistas, notou-se que o custo gera maior preocupação por causa dos recursos financeiros limitados, que pressionam os decisores devido à impossibilidade de implementar todas as iniciativas vistas como promissoras. Nessas circunstâncias, observa-se a tendência de priorizar alternativas econômicas para viabilizar a execução de mais

projetos e serviços, e garantir a variedade na composição do orçamento.

Outra questão bastante ressaltada foi a importância de iniciativas que acarretem externalidades positivas, principalmente na realidade dos transportadores, uma vez que essa é a missão do Sest e do Senat. Em combinação com a atenção conferida às atribuições organizacionais, a necessidade de direcionar os esforços ao alcance dos objetivos estratégicos também foi defendida. O cumprimento desses dois propósitos foi apontado como primordial para promover a imagem institucional e preservar o relacionamento com as partes interessadas. Como consequência, os benefícios ocasionados pelas alternativas e o alinhamento à estratégia institucional foram os aspectos que ficaram em segundo lugar no *ranking*.

Nos últimos anos, principalmente após as restrições financeiras acarretadas pela pandemia da Covid-19, há o intuito de aumentar a receita operacional proveniente do público pagante (sem gratuidade). Paradoxalmente a essa intenção, há o foco em atender prioritariamente os grupos cuja contribuição para a arrecadação do Sest e do Senat é compulsória. Muitas vezes, essas duas visões são conflitantes, porque as alternativas destinadas somente aos segmentos com gratuidade não geram receita operacional, ao passo que as iniciativas exclusivas para atores pagantes desfavorecem os grupos prioritários. A solução ideal para atender aos dois objetivos simultaneamente deve contemplar os dois tipos de público. Dada a importância similar entre os assuntos, a receita operacional e o principal público-alvo foram os critérios que ocuparam juntos a terceira colocação na ordem de prioridade.

A razão referente ao tempo, que compreende a relação entre o tempo de duração e o tempo de implementação da alternativa, ficou alocada no quarto lugar, com nível de relevância muito próximo ao dos atributos em terceiro lugar. Os especialistas comentaram sobre a preferência por iniciativas de maior duração que possam ser implantadas mais rapidamente.

A capacidade técnica e a probabilidade de sucesso ocuparam as últimas posições, com pesos menos expressivos que os demais. No *workshop*, esses elementos foram indicados como fatores de menor preocupação. Entre as justificativas para esse ponto de vista, foi citado o alto nível de qualificação da equipe do Sest e do Senat, que possui vasta experiência no atendimento ao setor transportador e na superação de desafios técnicos, e o mapeamento de riscos efetuado no planejamento das alternativas que geralmente envolvem eventos com baixa ou média probabilidade de ocorrência e com impactos negativos que, se ocorrerem, podem ser tratados pelas instituições.

4.4 Escalas de avaliação das alternativas

Nos resultados apresentados a seguir, verificou-se que a RC dos julgamentos é inferior a 0,02. Como a RC máxima recomendada pelo criador do AHP é 0,10, as análises foram satisfatórias e as prioridades encontradas podem ser utilizadas no modelo proposto.

Tabela 3 – Escala de mensuração absoluta em relação ao C1

Critério: custo						
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto	Autovetor w (pesos)
Muito baixo	1	1 1/2	3	6	9	0,4571
Baixo	2/3	1	1 1/3	2 5/7	4	0,2393
Médio	1/3	3/4	1	2	3	0,1662
Alto	1/6	3/8	1/2	1	1 1/2	0,0824
Muito alto	1/9	1/4	1/3	2/3	1	0,0551

$\lambda_{\max} = 5,0203$

IC = 0,0051

RC = 0,0045

Fonte: elaboração do autor (2021).

Tabela 4 – Escala de mensuração absoluta em relação ao C2

Critério: receita operacional							
	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa	Inexistente	Autovetor w (pesos)
Muito alta	1	2	4	6	7	9	0,4425
Alta	1/2	1	2	3	4	6	0,2357
Média	1/4	1/2	1	1 1/2	3	5	0,1404
Baixa	1/6	1/3	2/3	1	2	3	0,0914
Muito baixa	1/7	1/4	1/3	1/2	1	1 1/2	0,0535
Inexistente	1/9	1/6	1/5	1/3	2/3	1	0,0365

$\lambda_{\text{máx}} = 6,0731$

IC = 0,0146

RC = 0,0118

Fonte: elaboração do autor (2021).

Tabela 5 – Escala de mensuração absoluta em relação ao C3

Critério: razão referente ao tempo (duração / implantação)						
	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa	Autovetor w (pesos)
Muito alta	1	2	4	6	8	0,4880
Alta	1/2	1	2	3	4	0,2440
Média	1/4	1/2	1	1 1/2	2	0,1220
Baixa	1/6	1/3	2/3	1	2	0,0892
Muito baixa	1/8	1/4	1/2	1/2	1	0,0568

$\lambda_{\text{máx}} = 5,0199$

IC = 0,0050

RC = 0,0044

Fonte: elaboração do autor (2021).

Tabela 6 – Escala de mensuração absoluta em relação ao C4

Critério: principal público-alvo								
	Rodoviário	Autônomos	Aéreo	Ferrovieário	Aquaviário	Comunidade	Interno	Autovetor w (Pesos)
Rodoviário	1	3	5	6	7	7	9	0,4701
Autônomos	1/3	1	1 2/3	2	2 1/3	3	3	0,1623
Aéreo	1/5	3/5	1	1 1/5	1 1/2	2	2	0,1015
Ferrovieário	1/6	1/2	5/6	1	1 1/6	1 1/3	3	0,0902
Aquaviário	1/7	3/7	2/3	6/7	1	1 1/2	1 1/2	0,0722
Comunidade	1/7	1/3	1/2	3/4	2/3	1	1	0,0554
Interno	1/9	1/3	1/2	1/3	2/3	1	1	0,0483

$\lambda_{\text{máx}} = 7,0620$

IC = 0,0103

RC = 0,0078

Fonte: elaboração do autor (2021).

Tabela 7 – Escala de mensuração absoluta em relação ao C5

Critério: benefícios sociais, ambientais e econômicos						
	Muito altos	Altos	Médios	Baixos	Muito baixos	Autovetor w (pesos)
Muito altos	1	2	4	6	8	0,4880
Altos	1/2	1	2	3	4	0,2440
Médios	1/4	1/2	1	1 1/2	2	0,1220
Baixos	1/6	1/3	2/3	1	2	0,0892
Muito baixos	1/8	1/4	1/2	1/2	1	0,0568

$\lambda_{\text{máx}} = 5,0199$

IC = 0,0050

RC = 0,0044

Fonte: elaboração do autor (2021).

Tabela 8 – Escala de mensuração absoluta em relação ao C6

Critério: sinergia com a estratégia institucional						
	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa	Autovetor w (pesos)
Muito alta	1	3	5	7	9	0,5507
Alta	1/3	1	2	3	3	0,2011
Média	1/5	1/2	1	1 1/2	2	0,1102
Baixa	1/7	1/3	2/3	1	2	0,0823
Muito baixa	1/9	1/3	1/2	1/2	1	0,0557

$\lambda_{\text{máx}} = 5,0419$

IC = 0,0105

RC = 0,0094

Fonte: elaboração do autor (2021).

Tabela 9 – Escala de mensuração absoluta em relação ao C7

Critério: capacidade técnica						
	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa	Autovetor w (pesos)
Muito alta	1	3	5	7	9	0,5544
Alta	1/3	1	1 2/3	2	3	0,1792
Média	1/5	3/5	1	1 1/2	3	0,1259
Baixa	1/7	1/2	2/3	1	2	0,0887
Muito baixa	1/9	1/3	1/3	1/2	1	0,0518

$\lambda_{\text{máx}} = 5,0354$

IC = 0,0089

RC = 0,0079

Fonte: elaboração do autor (2021).

Tabela 10 – Escala de mensuração absoluta em relação ao C8

Critério: probabilidade de sucesso						
	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa	Autovetor w (pesos)
Muito alta	1	3	5	7	9	0,5581
Alta	1/3	1	1 2/3	2	3	0,1805
Média	1/5	3/5	1	1 1/2	2	0,1156
Baixa	1/7	1/2	2/3	1	2	0,0897
Muito baixa	1/9	1/3	1/2	1/2	1	0,0561

$\lambda_{\text{máx}} = 5,0219$

IC = 0,0055

RC = 0,0049

Fonte: elaboração do autor (2021).

4.5 Estudo de caso e comparação de cenários de decisão

Como primeira tarefa do *workshop*, os respondentes foram solicitados a hierarquizar individualmente seis alternativas (três projetos e três serviços). Nessa etapa, não foram definidos critérios objetivos a serem aplicados para a hierarquização, isto é, cada participante utilizou-se de suas próprias percepções para submeter suas respostas.

As respostas individuais foram compiladas e verificadas. Todas as priorizações foram distintas entre si. Em ato contínuo, um debate foi promovido com a finalidade de se buscar um consenso ou mesmo um alinhamento maior na ordem de prioridade das alternativas trazidas. Foram observadas diversas discordâncias entre os participantes e, por isso, não houve entendimento comum quanto à hierarquização das iniciativas. Desse modo, notou-se que, na ausência de um procedimento para orientar o processo decisório, as pessoas expressaram uma variedade de pontos de vista individuais, baseados em diferentes raciocínios e aspectos, e não foi possível encontrar uma solução coletiva satisfatória em um curto tempo.

Cumprida a etapa inicial de aplicação da hierarquização sem apoio de método estruturado, após a comparação paritária de todos os critérios e das escalas de avaliação das alternativas, passou-se para a hierarquização utilizando-se da ferramenta ora proposta. De forma coletiva, fazendo uso da

planilha eletrônica para valorar numericamente cada opção escolhida com os pesos advindos das comparações paritárias, a tabela foi preenchida.

A avaliação das alternativas em relação aos critérios e as suas respectivas pontuações são apresentadas na Tabela 11. No exemplo aplicado, a Alternativa 3 (Projeto de enfrentamento à exploração sexual de crianças e adolescentes) obteve a maior pontuação final (0,2259), ocupando o primeiro lugar na ordem de prioridade. Por outro lado, a Alternativa 2 (Projeto estação acolhe transporte) apresentou a menor pontuação final (0,1160), sendo, então, a iniciativa menos prioritária segundo os aspectos analisados concomitantemente. Os supervisores respondentes concordaram com a hierarquização advinda do modelo e fizeram comentários positivos sobre a sua utilidade como ferramenta de suporte à tomada de decisão.

Tabela 11 – Resultado da tomada de decisão com a aplicação do modelo

Alternativa	Avaliação de custo		Avaliação de receita operacional		Avaliação de custo referente ao tempo		Avaliação de impacto ambiental		Avaliação de benefícios sociais, ambientais e econômicos		Avaliação de sinergia com a estratégia institucional		Avaliação de capacidade técnica		Avaliação de probabilidade de sucesso		PONTUAÇÃO FINAL	
	valor	peso	valor	peso	valor	peso	valor	peso	valor	peso	valor	peso	valor	peso	valor	peso		
Circuito Virtual	0,1662	0,0914	0,0892	0,4701	0,2440	0,1102	0,1259	0,1156										0,1813
Acolhe Transporte	0,0824	0,0365	0,0892	0,1623	0,1220	0,2011	0,0887	0,1805										0,1160
Enfrentamento exploração	0,4571	0,0365	0,1220	0,1623	0,2440	0,1102	0,1259	0,1805										0,2259
Finança BMBC	0,1662	0,0365	0,2440	0,4701	0,0892	0,1102	0,1792	0,5581										0,1920
Aéreo EMBY	0,0824	0,0365	0,2440	0,1015	0,0892	0,2011	0,5544	0,5581										0,1680
Navegação simulada	0,0551	0,0535	0,1220	0,0722	0,0568	0,2011	0,5544	0,1154										0,1210

Fonte: elaboração do autor (2021).

Diante das observações práticas, o potencial da ferramenta desenvolvida para auxiliar a tomada de decisão ficou evidente. O processo decisório orientado pelo modelo fluiu facilmente e, ao contrário do cenário sem o uso da ferramenta, teve um desfecho satisfatório. A divisão do problema em etapas direcionou os debates necessários para a avaliação das alternativas, evitando desperdício de tempo com discussões sem foco bem definido. A abordagem multicritério também permitiu uma análise abrangente, reduzindo a tendência de atribuir peso excessivo a um único aspecto. De forma complementar, o engajamento dos especialistas em

toda a construção do modelo aumentou o alinhamento coletivo quanto às classificações atribuídas a cada iniciativa e à priorização. Foi perceptível que o espaço para as contribuições pessoais e o conseqüente sentimento de participação na elaboração do modelo aceleraram o alcance de um consenso e promoveram o contentamento do grupo com o resultado obtido.

4.6 Avaliação do modelo

Como etapa final de validação do modelo, os supervisores foram questionados quanto às preferências individuais de se utilizar, ou não, o modelo em um contexto real de aplicação no Sest e no Senat. A pergunta efetuada foi específica para a seleção de alternativas em âmbito nacional, de modo a evitar distorções regionais e vieses nas respostas. A questão retornou com 100% dos respondentes optando por utilizar o modelo proposto, o que demonstrou aceitação e compreensão da ferramenta, além do seu elevado potencial de utilização como instrumento a ser incorporado ao processo decisório do Sest e do Senat.

Questionados sobre os motivos da preferência por utilizar o modelo, 75% (12 pessoas) indicaram que o formato possibilita a eficiência na priorização das alternativas, a prevenção à ocorrência de decisões enviesadas e o aumento da transparência do processo decisório. Ainda, 62,5% (10 especialistas) apontaram a praticidade da aplicação do modelo. Além disso, 50% (8 pessoas) selecionaram a facilitação da análise de um problema complexo, a redução do tempo necessário para a análise e o tratamento adequado dos critérios utilizados. Com menores percentuais, a redução do esforço (trabalho) para a análise e o tratamento adequado das escalas de avaliação das alternativas foram mencionados, respectivamente, por 7 (43,75%) e 5 (31,25%) respondentes. Entre os outros fatores comentados, destaca-se a facilitação da interação com a equipe. Para o questionamento quanto à utilidade do modelo, 100% responderam ser útil para orientar a seleção de projetos e serviços no Sest e no Senat.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi proposto o desenvolvimento de um modelo fundamentado no método AHP, a fim de apoiar a seleção de projetos e de serviços no Sest e no Senat, uma vez que essas instituições ainda não possuem uma sistemática formal para orientar o processo decisório. Com o auxílio de especialistas, foi possível cumprir o objetivo estabelecido, originando um modelo com oito critérios e seus respectivos pesos e escalas.

Essa ferramenta foi aplicada em um estudo de caso e permitiu a priorização satisfatória de seis iniciativas. Em contraste com esse desfecho exitoso, a tomada de decisão sem o apoio do modelo não foi concluída devido à impossibilidade de atingir um consenso em tempo hábil, o que reforçou a importância do modelo desenvolvido como um instrumento de orientação.

Adicionalmente, a ferramenta foi avaliada pelos supervisores regionais e obteve 100% de aprovação, visto que todos expressaram preferência pela tomada de decisão com a utilização do modelo e confirmaram a sua utilidade para oferecer suporte ao processo decisório. As vantagens mais enfatizadas foram: a eficiência na priorização das alternativas, a prevenção à ocorrência de vieses nas decisões e o aumento da transparência das ações realizadas.

Há a possibilidade contínua de aprimoramento e atualização do modelo, de acordo com as necessidades das organizações. Com o passar do tempo, se os decisores concluírem que os níveis de importância dos elementos mudaram ou que é necessário adicionar ou remover critérios, o AHP pode ser facilmente aplicado novamente para gerar nova versão da ferramenta. O modelo possui, ainda, a capacidade de ser adaptado a outros contextos, em especial, para a aplicação em políticas públicas e nas decisões de outras entidades do sistema S.

Como estratégia para otimizar e fomentar a utilização prática do modelo, sugere-se apoio da Tecnologia da Informação (TI) no aspecto de automatização dos procedimentos necessários para a aplicação da ferra-

menta. Por fim, é importante relatar que a proposta se trata de um instrumento de apoio à tomada de decisão e, portanto, não pode ser criticada aos olhos de se esperar que seja, em si, uma ferramenta decisória absoluta.

Considerando os resultados alcançados, conclui-se que o método AHP é adequado para orientar os decisores no sistema S do transporte, e que o modelo desenvolvido foi aceito pelos membros da alta administração. Nessa conjuntura favorável, estudos futuros podem envolver a condução de mais discussões para verificar se ainda há oportunidade para melhorar o modelo, a execução de novos testes sobre sua aplicação em diferentes cenários e o desenvolvimento de um sistema de TI para a automatização da ferramenta.

REFERÊNCIAS

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil, 2020. **Aeropostos Sustentáveis**. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/meio-ambiente/aeropostos-sustentaveis>. Acesso em: 27 abr. 2021.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2020. **Nota Técnica N° 4/2020/SBQ-CRP/SBQ/ANP-RJ**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/arquivos/cap/2020/cap3/cp3-2020-nota-tecnica.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2021.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2019. **Relatório de Gestão 2019**. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Relat%C3%B3rio-de-Gest%C3%A3o-2019-site.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2021.

BARBOSA, A. S. **Método para Avaliação da Qualidade dos Serviços Prestados pelas Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica - Aspectos Técnicos e Comerciais**. Brasília. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2018.

BASTOS, C. S. **Conservação de água no projeto e operação de shopping centers: análise comparativa com base no Método Analytic Hierarchy Process (AHP)**. Vitória. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2019.

BRASIL, 1993. Lei no 8.706, de 14 de setembro de 1993. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 set. 1993, p. 13717.

CHAN, A. H. S.; KWOK, W. Y.; DUFFY, V. G. **Using AHP for determining priority in a safety management system**. *Industrial Management & Data Systems*, v. 104, n. 5, p. 430-445.

EL HADIDI, O.; MESHREF, A.; EL-DASH, K.; BASIOUNY, M. Evaluation of a building Life Cycle Cost (LCC) criteria in Egypt using the Analytic Hierarchy Process (AHP). **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 14, n. 2, 2022.

FELICE, F. D.; PETRILLO, A. Absolute measurement with analytic hierarchy process: a case study for Italian racecourse. **International Journal of Applied Decision Sciences**, v. 6, n. 3, p. 209, 2013.

GARUTI, C. How to obtain a global reference threshold in AHP/ANP. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 13, n. 1, 2021.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. **Review of the main developments in the Analytic Hierarchy Process**. *Expert systems with applications*, v. 38, n. 11, p. 14336-14345, 2011.

LEE, Y.; KIM, Y. J.; LEE, M. C. Improving public acceptance of H2 stations: SWOT-AHP analysis of South Korea. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 46, n. 34, p. 17597-17607, 2021.

MPDG. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2017. **Método de Priorização de Processos – Gestão de Integridade, Riscos e Controles Internos da Gestão**. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/planejamento/controle-interno/metodo_de_priorizacao_de_processos__v1_1.pdf. Acesso em: 27 abr. 2021.

MU, E. Reporting Public Multicriteria Decision-Making Applications: a journal editor's perspective. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 14, n. 2, 2022.

NEJAD, M. C.; MANSOUR S.; KARAMIPOUR A. An AHP-based multi-criteria model for assessment of the social sustainability of technology management process: A case study in banking industry. **Technology in Society**, v. 65, 2021, 101602.

OK, C.-I.L. *et al.* Prioritization of radiological accident scenarios during decommissioning of nuclear power plants by risk matrix and AHP method. **Annals of Nuclear Energy**, v. 175, 2022, 109239.

OZSAHIN; D. U.; DENKER, A.; KIBARER, A. G.; KABA, S. **Chapter 4 - Evaluation of stage IV brain cancer treatment techniques**. (eds.). Ilker Ozsahin, Dilber Uzun Ozsahin, Berna Uzun, Applications of Multi-Criteria Decision-Making Theories in Healthcare and Biomedical Engineering, Academic Press, 2021, p. 59-69.

RAVICHANDRAN, R. *et al.* **Identification of groundwater potential zone using analytical hierarchical process (AHP) and multi-criteria decision analysis (MCDA) for Bhavani river basin, Tamil Nadu, southern India**. Groundwater for Sustainable Development, v. 18, 2022, 100806.

RIBEIRO, M. C. C. R.; ALVES, A. S. Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) method with absolute measurement in a qualitative selection problem. **Electronic Journal of Management & System**, v. 11, n. 3, p. 270-281, 2016.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, Makron, 1991 Versão ampliada e revisada por Wainer da Silveira e Silva, do original em inglês *The Analytic Hierarquic Process*, Pittsburg, USA: R WS Publications, 1980.

SAATY, T. L. Absolute and relative measurement with the AHP. The most livable cities in the United States. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 20, n. 6, p. 327-331, 1986.

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, p. 9-26, 1990.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, Pittsburg, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SAATY, R. W. **The Analytic Hierarchy Process – What it is and how it is used**. Mathl Modelling, v. 9, n. 3-5, p. 161-176, 1987.

SENADO FEDERAL. **Glossário Legislativo: sistema S**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/glossario-legislativo/sistema-s>. Acesso em: 26 set. 2020.

SILVA, D. M. R. **Aplicação do método AHP para Avaliação de Projetos Industriais**. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SOUZA, L. M. **O mercado brasileiro de bioquerosene de aviação: mapeamento multicritério para seleção de oleaginosas para o processo HEFA.** Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

VARGAS, R. **Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select and Prioritize Projects in a Portfolio.** PMI Global Congress, Washington, Estados Unidos da América, 2010. Disponível em: https://ricardo-vargas.com/articles/analytic-hierarchy-process/#available_files. Acesso em: 14 set. 2021.

VEISI, H. *et al.*, 2022. **Application of the analytic hierarchy process (AHP) in a multi-criteria selection of agricultural irrigation systems.** *Agricultural Water Management*, v. 267, 2022, 107619.

WARIS, M. *et al.* **An Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) for Sustainable Procurement of Construction Equipment: Multicriteria-Based Decision Framework for Malaysia.** Hindawi, *Mathematical Problems in Engineering*, 2019, Article ID 6391431.