



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ESTRUTURAS E
CONSTRUÇÃO CIVIL

RAYARA FALKENSTINS GOIS MENDES MOTA

PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA
DE ENSINO SUPERIOR COM ENFOQUE MULTICRITÉRIO

FORTALEZA
2025

RAYARA FALKENSTINS GOIS MENDES MOTA

PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE
ENSINO SUPERIOR COM ENFOQUE MULTICRITÉRIO

Dissertação de Mestrado apresentada à
Coordenação do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Civil: Estruturas e Construção
Civil, da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre. Área de concentração: Construção
Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vanessa Ribeiro
Campos.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M871p Mota, Rayara Falkenstins Gois Mendes.
Priorização de projetos de construção em instituição pública de ensino superior com enfoque multicritério / Rayara Falkenstins Gois Mendes Mota. – 2025.
75 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Vanessa Ribeiro Campos.
1. Apoio Multicritério a Decisão (AMD). 2. AHP. 3. TOPSIS. 4. Priorização de projetos. 5. Portfólio de projetos. I. Título.

CDD 624.1

RAYARA FALKENSTINS GOIS MENDES MOTA

PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE
ENSINO SUPERIOR COM ENFOQUE MULTICRITÉRIO

Dissertação de Mestrado apresentada à
Coordenação do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Civil: Estruturas e Construção
Civil, da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre. Área de concentração: Construção
Civil.

Aprovada em: 09/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^a. Vanessa Ribeiro Campos (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Francisco Simões Gomes
Universidade Federal Fluminense (UFF)

A Deus.

À minha família.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as oportunidades que me foram concedidas e que me trouxeram até aqui.

À minha família, pelo apoio constante nos momentos felizes e difíceis ao longo desta jornada.

Ao meu amado esposo, Bruno, pela parceria, pelo amor sincero, pela compreensão infinita e por todo o suporte incondicional — sem você, essa conquista não seria possível.

Aos meus filhos, Laís e Matheus, por tornarem a caminhada mais leve e cheia de alegria.

À minha mãe, Gois, e ao meu pai, Antonio Alfredo (in memoriam), por sempre me incentivarem a defender minhas convicções e a não desistir diante dos desafios, mas sim transformá-los em impulso para seguir em frente.

Às minhas irmãs, Tallita e Taynara, que sonharam comigo desde o início e me ofereceram todo o apoio necessário.

À professora Dra. Vanessa Campos, agradeço pela orientação e pelos valiosos conhecimentos compartilhados ao longo da elaboração deste trabalho.

Aos colegas de trabalho e amigos, Valdenio e Letícia, agradeço pelo apoio direto e indireto ao longo desta trajetória.

Por fim, expresso minha gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês', diz o Senhor, 'planos de fazê-los prosperar e não de causar dano, planos de dar a vocês esperança e um futuro. (Bíblia sagrada. Jeremias 29:11).

RESUMO

Os elevados custos e a limitação de recursos financeiros para o desenvolvimento de infraestruturas em órgãos públicos exigem a definição de prioridades na execução de projetos de construção. Nesse contexto, é necessário otimizar o uso dos recursos disponíveis, buscando seu melhor aproveitamento. A Universidade Federal do Ceará (UFC), enquanto autarquia federal, enfrenta esse desafio e demanda um processo estruturado para a seleção e priorização de projetos. Este trabalho propõe a aplicação de um modelo híbrido baseado em métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD). Inicialmente, utiliza-se o Processo de Hierarquia Analítica (AHP) para a definição dos pesos dos critérios de decisão, seguido da aplicação da Técnica para Ordenação de Preferências por Similaridade com a Solução Ideal (TOPSIS) para a ordenação das alternativas conforme os pesos estabelecidos. O modelo proposto se destaca pela simplicidade de aplicação e facilidade de compreensão por parte dos tomadores de decisão, contribuindo para uma escolha mais racional e eficiente de projetos. A análise dos resultados indica que o modelo permite uma priorização satisfatória das alternativas, oferecendo uma metodologia coerente com os objetivos institucionais. Com base em critérios técnicos bem definidos, a abordagem propicia uma alocação mais eficaz dos recursos públicos, resultando em um portfólio de projetos mais alinhado aos interesses da organização. Assim, o modelo auxilia os gestores a direcionarem seus esforços para as obras com maior viabilidade de execução, promovendo o uso racional do tempo e dos recursos disponíveis, além de atender ao interesse público. Embora desenvolvido para uma Instituição Federal de Ensino Superior, o método pode ser adaptado e aplicado em outras organizações que necessitem selecionar projetos com base em múltiplos critérios, indo além das métricas puramente quantitativas.

Palavras-chave: Apoio Multicritério à Decisão (AMD); AHP; TOPSIS; priorização de projeto; portfólio de projetos.

ABSTRACT

High costs and limited financial resources for infrastructure development in public institutions require the establishment of priorities for project execution. In this context, optimizing the use of available resources is essential to ensure their most effective allocation. The Federal University of Ceará (UFC), as a federal public institution, faces this challenge and requires a structured process for project selection and prioritization. This study proposes the application of a hybrid model based on Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) methods. Initially, the Analytic Hierarchy Process (AHP) is used to define the weights of the decision criteria, followed by the application of the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) to rank the alternatives according to the established weights. The proposed model stands out due to its simplicity and ease of understanding for decision-makers, contributing to a more rational and efficient project selection. The analysis of results indicates that the model enables satisfactory prioritization of alternatives, offering a methodology aligned with institutional objectives. Based on well-defined technical criteria, this approach supports more efficient allocation of public resources, resulting in a project portfolio better aligned with organizational interests. Thus, the model helps managers focus their efforts on projects with greater feasibility for completion, promoting rational use of time and available resources while serving the public interest. Although developed for a Federal Institution of Higher Education, the method can be adapted and applied to other organizations that require project selection based on multiple criteria, beyond purely quantitative measures.

Keywords: Multicriteria Decision Support (MCDA); AHP; TOPSI; project prioritization; project portfolio.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma de Procedimentos de execução.....	15
Figura 2 - Dados de obras paralisadas.	16
Figura 3 - Funil de portfólio de projetos.....	19
Figura 4 - Resumo método AHP	27
Figura 5 - Matriz de decisão	28
Figura 6 - Fluxograma do método de pesquisa	38
Quadro 1 – Análise do projeto sob cinco dimensões.....	22
Quadro 2 – Trabalhos com o método AHP-TOPSIS 2N.	31
Quadro 3 – Principais critérios de seleção de projetos.....	34
Quadro 4 – Critérios utilizados na seleção de projetos na construção	35
Quadro 5 – Outros critérios presentes na literatura.	36
Quadro 6 – Organização dos projetos.....	39
Gráfico 1 – Comparação entre as 10 primeiras posições nas 2 normalizações.	49
Gráfico 2 – Comparação entre as 10 últimas posições nas 2 normalizações..	49
Gráfico 3 – Comparação entre as 10 primeiras posições nas 4 normalizações..	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Escala Fundamental de Saaty.....	26
Tabela 2 – Critérios utilizados na avaliação	39
Tabela 3 – Critério Número de beneficiários.....	40
Tabela 4 – Critério desenvolvimento dos projetos	40
Tabela 5 – Critério Impacto na função fim da Universidade (Ensino, pesquisa e extensão) ...	40
Tabela 6 – Critério impacto ambiental	41
Tabela 7 – Decisores selecionados	42
Tabela 8 – Matriz de julgamento do decisor A.....	42
Tabela 9 – Vetor de pesos associado à matriz de julgamento do decisor A.....	43
Tabela 10 – Vetor de pesos associado a cada decisor do método AHP	43
Tabela 11 – Vetor final de pesos dos critérios do método AHP.....	43
Tabela 12 – Matriz de decisão	44
Tabela 13 – Ordenação das alternativas nos dois processos de normalização	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMD	<i>Apoio Multicritério a Decisão</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ELECTRE	<i>Elimination and Choice Translating Reality</i>
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPA	<i>Infrastructure and Projects Authority</i>
M5D	<i>Five Case Model</i>
PAC	Programa de Aceleração de Crescimento
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PO	Pesquisa Operacional
ROI	Retorno Sobre o Investimento
PROMET HEE	<i>Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation</i>
SIP	Solução ideal positive
SIN	Solução ideal negative
SDI/ME	Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura do Ministério da Economia
TCU	Tribunal de Contas da União
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
UFC	Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	12
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Estrutura da dissertação	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Planejamento de obras Públicas.....	15
2.2 Projetos	17
2.2.1 Gerenciamento de portfólios no setor público	20
2.3 Apoio à decisão Multicritério	23
2.3.1 Método AHP	25
2.3.2 Método TOPSIS	27
2.3.3 Método AHP-TOPSIS-2N	30
2.3.4 Seleção e priorização de projetos	33
3 MÉTODO DE PESQUISA	37
3.1 Definição dos critérios.....	39
3.2 Definição dos decisores.....	41
3.3 Aplicação do método AHP-TOPSIS-2N.....	41
3.4 Análise de sensibilidade	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 Resultado da análise de sensibilidade	50
5 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE A – LISTA DE OBRAS	66
APÊNDICE B – MATRIZ NORMALIZADA E PONDERADA (1ª NORMALIZAÇÃO)	67
APÊNDICE C – MATRIZ NORMALIZADA E PONDERADA (2ª NORMALIZAÇÃO)	68
APÊNDICE D – CÁLCULO DAS DISTÂNCIAS E DAS PROXIMIDADES RELATIVAS S (1ª NORMALIZAÇÃO)	69
APÊNDICE E – CÁLCULO DAS DISTÂNCIAS E DAS PROXIMIDADES RELATIVAS S (2ª NORMALIZAÇÃO)	70
APÊNDICE F – DIFERENÇA NA ORDENÇÃO APÓS AÁLISE DE SENSIBILIDADE	

1 INTRODUÇÃO

Os investimentos públicos em educação superior são essenciais para o desenvolvimento social e crescimento econômico de um país, pois as instituições públicas de ensino superior revelam-se como portas de entrada e ambientes propícios à descoberta de caminhos e soluções para os desafios apresentados, ao longo do tempo, em uma sociedade (Abdul, 2012).

Porém, sabe-se que a maioria dos recursos transferidos para as universidades são destinados as despesas obrigatórias (energia, água, internet, pessoal, etc.), ou seja, há pouca flexibilidade para investimentos em outras áreas, como planejamento e execução de obras (Facco, 2021). Além disso, têm-se conhecimento que a difícil situação financeira de muitas dessas instituições de ensino, majorada pela contínua redução dos recursos colocados à disposição, exige um maior esforço à utilização racional desses, o que reflete, inclusive e indissociavelmente, no parque imobiliário (De Medici; Senia, 2015).

Como o orçamento público é insuficiente para cobrir todos os projetos de infraestrutura solicitados, faz-se necessário definir quais serão desenvolvidos e elaborar um plano para a priorização de execução, a fim de servir como uma ferramenta hábil a contribuir com o alcance dos objetivos institucionais, o que é fundamental para elevar a qualidade dos serviços públicos prestados (Dermawan, 2019).

A priorização considera a existência de múltiplos critérios de avaliação e as possíveis combinações de alternativas a serem analisadas, podendo ser realizada através de um processo de escolha, ranking, classificação de prioridade ou portfólio. Em outras situações, este processo pode envolver além da seleção de alternativas através de múltiplos critérios, a compatibilização de vários decisores (Palha, 2019).

Diante do exposto, a priorização de projetos é uma atividade complexa que exige uma visão global dos gestores responsáveis pelo processo de tomada de decisão. Porém, em muitas situações, as decisões e ações tomadas sobre o setor público são fruto de questões políticas, sem que haja avaliação ou mesmo análises mais racionais e técnicas do problema (Chanter; Swallow, 2008; Campos, 2011).

Muitas alternativas vêm sendo estudadas para ajudar os tomadores de decisão nessas análises. Segundo Gomes (2016), Lima, Oliveira e Alencar (2014), uma vez que a tomada de decisão nas organizações normalmente ocorre na presença de múltiplos fatores, quantitativos e qualitativos, o emprego de métodos de apoio multicritério à decisão (AMD) é uma alternativa indispensável, pois a aplicação destes métodos fornece um suporte adequado

aos decisores, devido à capacidade de lidar simultaneamente com critérios conflitantes, de elevar a racionalidade do processo e busca amenizar eventual viés causado por decisões intuitivas e/ou influências políticas.

Feitas tais ponderações, o presente estudo surge com o propósito de empregar um método multicritério de apoio à decisão para priorização de obras de engenharia. Para tanto, foi inicialmente avaliado o planejamento de obras públicas e em Universidades, o conceito de projetos e portfólio de projetos, bem como de métodos de decisão multicritério, com ênfase naqueles que serão utilizados nessa pesquisa. Ainda, foi realizado um levantamento na literatura dos trabalhos de priorização e seleção de portfólio de projetos, e os principais critérios adotados nesses. Por fim, a partir da análise dos estudos e pesquisas realizadas, foi definida cada etapa do processo de decisão e desenvolvimento da matriz e aplicado o método multicritério proposto.

1.1 Justificativa

A infraestrutura física adequada é fundamental para o desenvolvimento das universidades públicas, impactando diretamente a qualidade do ensino, da pesquisa e das atividades de extensão. As obras de construção, ampliação e readequação dos prédios universitários não apenas acompanham o crescimento do número de estudantes, como também viabilizam ambientes mais modernos, seguros e sustentáveis, essenciais ao desempenho acadêmico e ao cumprimento da missão social dessas instituições.

O crescente interesse pelo ensino superior, evidenciado pelos dados do Censo da Educação Superior (INEP, 2023), reforça a necessidade de investimentos contínuos em infraestrutura. No entanto, os recursos orçamentários disponíveis às instituições públicas são, em geral, insuficientes para atender plenamente a essa demanda.

Nesse contexto, os gestores responsáveis pelas áreas de infraestrutura enfrentam o desafio de estabelecer prioridades na alocação dos recursos públicos, atendendo a critérios de eficiência, qualidade e responsabilidade, ao mesmo tempo em que lidam com tensões e conflitos inerentes ao processo decisório (Yusuf *et al.*, 2022; Lima; Machado, 2016). Além disso, a tomada de decisão deve contemplar aspectos ambientais, econômicos e sociais, especialmente no que se refere à sustentabilidade das intervenções.

Muitas organizações públicas ainda não dispõem, ou não utilizam de forma eficaz, processos estruturados que apoiem a gestão de suas carteiras de projetos, o que resulta em práticas desorganizadas e ineficientes (Chanter; Swallow, 2008). Nesse sentido, torna-se

fundamental o desenvolvimento de métodos que subsidiem a seleção e priorização de projetos de obras, contribuindo para uma gestão mais racional dos recursos públicos e para a maximização dos benefícios sociais e econômicos à sociedade.

Com esse propósito, este trabalho apresenta a aplicação prática de um modelo multicritério na Universidade Federal do Ceará (UFC), com o objetivo de apoiar os gestores na definição de prioridades entre projetos de obras com potencial de execução no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal.

1.2 Objetivos

Este trabalho possui como objetivo principal a priorização de projetos de engenharia em obras de Universidades Públicas por meio de uma análise multicritério de apoio à decisão.

Entre os objetivos específicos estão:

- analisar o planejamento de obras públicas, seleção e priorização de projetos;
- definir os critérios a serem considerados para a hierarquização dos projetos;
- agregar as preferências dos decisores;
- aplicar um método multicritério para ordenação de projetos em uma instituição pública.

1.3 Estrutura da dissertação

Este trabalho está organizado de maneira a permitir uma análise clara e sequencial dos diferentes aspectos da pesquisa. O primeiro capítulo, intitulado Introdução, apresenta o contexto da pesquisa, delineando a problemática abordada, os objetivos gerais e específicos, bem como a justificativa para a escolha do tema. Além disso, são discutidos os desafios enfrentados na gestão de projetos de construção civil em uma instituição pública de ensino superior, destacando a importância de uma metodologia estruturada para a priorização de projetos. Também são definidas as questões de pesquisa e a metodologia aplicada, estabelecendo as bases para os estudos subsequentes.

No segundo capítulo, Revisão Bibliográfica, é feita uma análise crítica da literatura existente sobre priorização de projetos e sobre os métodos de decisão multicritério, com ênfase no AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e no TOPSIS (*Technique for Order of*

Preference by Similarity to Ideal Solution). Este capítulo explora as definições, aplicações e vantagens desses métodos, além de apresentar o modelo híbrido AHP-TOPSIS-2N, que combina as abordagens AHP e TOPSIS para a avaliação de alternativas, sendo o principal foco da pesquisa.

O capítulo seguinte, Metodologia, descreve em detalhes o modelo AHP-TOPSIS-2N utilizado para a priorização dos projetos. Apresenta as etapas de implementação da metodologia, incluindo a definição dos critérios de avaliação, a coleta de dados e a aplicação dos processos de normalização do TOPSIS. Também são discutidos os motivos que levaram à escolha desse modelo, suas potencialidades no contexto estudado e as limitações encontradas durante o processo de aplicação. Este capítulo fornece uma visão geral sobre como os dados foram coletados e analisados, proporcionando um embasamento metodológico sólido para os resultados apresentados posteriormente.

No Capítulo 4, são expostos os Resultados e Discussão, nos quais os rankings obtidos a partir da aplicação do modelo híbrido AHP-TOPSIS-2N são apresentados e discutidos. São analisados os resultados da priorização dos projetos de construção civil, com destaque para as principais conclusões obtidas a partir da avaliação dos critérios estabelecidos pelos decisores. Além disso, são discutidos aspectos como a robustez da metodologia, a estabilidade dos resultados e a análise de sensibilidade, com ênfase em como a alteração de pesos nos critérios impacta a priorização dos projetos. Este capítulo oferece uma visão detalhada sobre os resultados práticos e suas implicações para a gestão estratégica de obras de infraestrutura acadêmica.

Por fim, o Capítulo 5, denominado Conclusão, sintetiza as principais descobertas da pesquisa, destacando a eficácia e a consistência do modelo AHP-TOPSIS-2N na priorização de projetos de construção civil. São apresentadas também as contribuições do estudo para a gestão pública de recursos e as sugestões para futuras pesquisas, incluindo o aprofundamento na análise de critérios econômicos, riscos e a aplicação do modelo em outros contextos. O capítulo final conclui com uma reflexão sobre as limitações do estudo e a importância da utilização de métodos multicritério para melhorar a transparência e a racionalidade nas decisões governamentais.

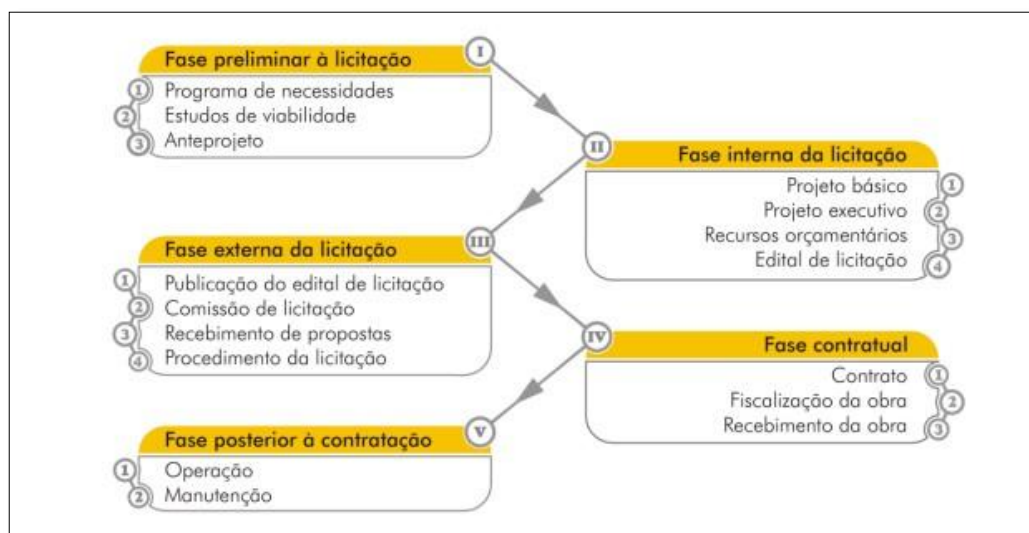
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Planejamento de obras públicas

De acordo com o Tribunal de Contas da União TCU (Brasil, 2014), órgão responsável pelo controle externo da União e das entidades da administração direta e indireta (art. 70 da Constituição Federal), todo processo que envolve construção, fabricação, reforma, ampliação ou recuperação de uma estrutura pública é denominado obra pública. Essa obra pode ser realizada pelo próprio órgão administrativo, com seu quadro de pessoal, ou mediante contratação de serviços por meio de procedimentos licitatórios.

O TCU (Brasil, 2021) destaca que a conclusão e a efetiva utilização de uma obra pública dependem de uma série de etapas que antecedem o certame licitatório, as quais devem ser observadas para minimizar riscos de desperdício de recursos. Assim, o investimento público em infraestrutura abrange desde o levantamento das demandas prioritárias da população até a capacidade de manutenção e custeio após a entrega, passando por planejamento, financiamento, contratação, execução e prestação de contas, conforme o fluxograma de procedimentos de execução de obras públicas apresentado pelo Tribunal de contas da união (Figura 1).

Figura1–Fluxograma de Procedimentos de execução



Fonte: Brasil (2014).

As etapas preliminares à licitação, embora frequentemente subestimadas, são fundamentais para subsidiar a decisão de licitar. Seu objetivo é identificar as necessidades, estimar os recursos e escolher a alternativa mais adequada para atender aos anseios da sociedade local. O processo inicia-se com o mapeamento da demanda por obras e serviços em

áreas como educação, saúde e transporte. Essa análise envolve o estudo do plano de governo e o levantamento de projetos, em articulação com secretarias e autarquias. Com as necessidades identificadas, definem-se as prioridades para os empreendimentos de infraestrutura. Antes de avançar para as fases seguintes, é necessário consolidar o programa de necessidades e realizar estudos de viabilidade. Ignorar essa etapa e prosseguir sem uma avaliação clara da viabilidade do empreendimento pode resultar em obras inviáveis, inacabadas ou de difícil utilização, gerando desperdício de recursos públicos (Brasil, 2014).

O controle de obras públicas enfrenta desafios históricos relacionados à execução e aos impactos dos projetos. Problemas como atrasos devido a entraves em licenciamentos ambientais ou desapropriações, imprecisões nos custos e benefícios estimados e falhas na articulação entre os agentes envolvidos geralmente se originam nas fases iniciais de elaboração, avaliação e seleção dos projetos (Akande *et al.*, 2018).

Essas fragilidades explicam, em parte, o elevado número de obras paralisadas no país. Conforme relatório do TCU de agosto de 2024 (Figura 2), cerca de 23 mil obras públicas estavam previstas para execução. No entanto, mais de 11 mil se encontravam paralisadas ou inacabadas, com um total de 9 bilhões de reais já investidos (Brasil, 2024).

Figura 2 – Dados de obras paralisadas



Fonte: Brasil (2024).

O elevado índice de obras inconclusas reflete um problema estrutural na administração pública. Ele evidencia, além do desperdício financeiro, uma gestão ineficiente e a má alocação dos recursos públicos, conforme destacou o ministro do TCU, Walton Alencar Rodrigues.

Nas universidades públicas, o cenário não é diferente. O planejamento de obras enfrenta desafios adicionais devido à complexidade dos processos decisórios, geralmente mediados por conselhos autônomos, orçamentos limitados e diferentes níveis de urgência.

Frequentemente, não há estruturas claras de priorização dos investimentos (Oliveira; Mendes; Torezzan, 2019).

Além disso, os agentes responsáveis pelas decisões estão sujeitos a diversas interferências, como interesses políticos, decisões da reitoria e exigências de programas governamentais. Esses fatores contribuem para uma condução desarticulada do processo de planejamento, em que as prioridades nem sempre são definidas pelos setores técnicos (Esteves; Falcowski, 2013).

Diante disso, torna-se essencial a adoção de um planejamento criterioso e integrado, capaz de considerar os múltiplos fatores que impactam a execução das obras e de apoiar os gestores no cumprimento dos objetivos institucionais. Tal prática contribui significativamente para a redução de obras inacabadas e para o aprimoramento da eficiência na gestão dos recursos públicos.

2.2 Projetos

Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. A natureza temporária dos projetos indica um início e um fim para o trabalho ou uma fase deste. Os projetos podem ser independentes ou fazer parte de um programa ou portfólio (PMI, 2017)

Um projeto é um empreendimento único, com início e fim definidos, que utiliza recursos limitados, conduzido por pessoas, visando atingir metas e objetivos pré-definidos e estabelecidos, dentro de parâmetros de prazo, custo e qualidade (PMI, 2017). O projeto termina quando atinge os objetivos para o qual foi criado ou quando se torna claro que seus objetivos não serão ou não poderão mais ser atingidos (PMI, 2017).

Os projetos fazem parte do cotidiano de diversas organizações, públicas e privadas, dos mais diversos segmentos e ramos de atuação. Entretanto, pesquisas mostram um elevado número de problemas e insucesso na realização desses, o que pode decorrer de diversos fatores, tais como a ausência de um objetivo bem definido, de um planejamento efetivo, ou mesmo da inadequada estruturação, capacitação e adoção de metodologias e ferramentas. De grande importância para os resultados bem-sucedidos do projeto é o reconhecimento, desde o início, de que o planejamento estratégico é importante para evitar o fracasso e aumentar o sucesso deste (Akande *et al.*, 2018).

No setor da construção civil, uma das mais relevantes indústrias da economia nacional, os projetos são particularmente vulneráveis a atrasos, sobrecustos e problemas de qualidade. Essas variações ocorrem ao longo de todo o ciclo de vida do projeto e são

agravadas pela complexidade das obras, especialmente nos casos de grandes empreendimentos públicos (Albtoush *et al.*, 2022). Esses projetos, frequentemente desenvolvidos em parceria com o setor privado, demandam estruturas administrativas robustas, capazes de integrar diversos grupos de trabalho e gerenciar riscos significativos (PMI, 2017).

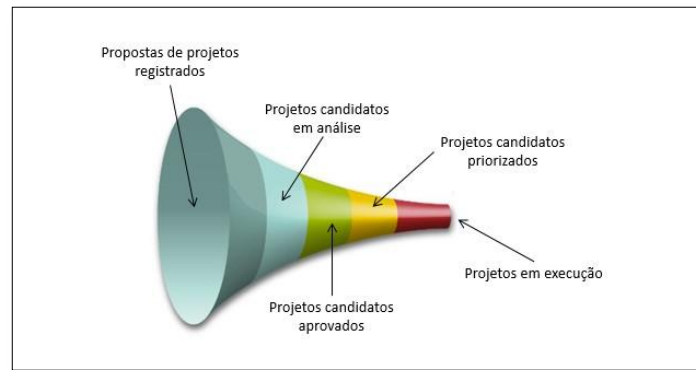
Diante disso, destaca-se a importância de investir tempo e coordenação na fase inicial do projeto, com foco na elaboração de planos abrangentes de gerenciamento. Embora essa etapa possa retardar o início da execução, ela contribui de forma significativa para a prevenção de perdas financeiras decorrentes de falhas ou abandono (Sousa; Pompermayer, 2016; Akande *et al.*, 2018).

Nesse cenário, evidencia-se a relevância da gestão de portfólio de projetos, entendida como o processo de seleção, priorização e acompanhamento de múltiplos projetos e programas, de forma alinhada aos objetivos estratégicos da organização (PMI, 2017). Considerando-se as limitações de recursos financeiros, humanos e materiais, as instituições públicas não conseguem executar todos os projetos simultaneamente. Assim, a gestão de portfólio permite que os projetos mais alinhados aos objetivos institucionais sejam priorizados (Kheyraie; Mirhosseini; Zeyghami, 2022; Rezahoseini; Ghannadpour; Hemmati, 2020; Tavana *et al.*, 2015)

A seleção e priorização de portfólio é o processo de escolha de projetos disponíveis sem exceder a disponibilidade de recursos ou violar as restrições organizacionais. Também se espera que os projetos selecionados não apenas maximizem resultados como lucratividade, reputação, dentre outros, mas também minimizem efeitos negativos como riscos, problemas técnicos e outros que possam surgir (Kheyraie; Mirhosseini; Zeyghami, 2022). Diante disso, a seleção de projetos não pode ser feita de forma intuitiva ou baseada em critérios inadequados, mas sim de forma clara, lógica, explícita e bem definida (Ahriz *et al.*, 2018).

A Figura 3 ilustra esse processo como um funil: diversas propostas entram na fase inicial, passando por critérios técnicos, estratégicos e financeiros. À medida que avançam, muitas são descartadas por não atenderem aos requisitos mínimos ou por não estarem alinhadas com os objetivos institucionais. Apenas as propostas mais robustas chegam à etapa final de aprovação. Essa abordagem reforça a importância da definição clara de critérios e da aplicação de metodologias adequadas de análise para evitar escolhas baseadas em subjetividade ou interesses externos ao planejamento institucional (Barcaui, 2012).

Figura 3– Funil de portfólio de projetos



Fonte: Barcaui (2012).

A abrangência da gestão de portfólio se estende para além das técnicas de avaliação e do exercício de tomada de decisão e alocação de recursos convencionais. Moraes e Kruglianskas (2012) destacam algumas das características desse processo, que nos permite defini-lo como uma disciplina particularmente desafiadora de tomada de decisões:

- a) trata-se de um processo focado no futuro, seus eventos e oportunidades;
- b) os fatores envolvidos na tomada de decisões estão em permanente mudança (o *status* bem como o valor agregado dos projetos no portfólio variam continuamente);
- c) os projetos do portfólio encontram-se em diferentes estágios de implementação;
- d) os recursos, financeiros e humanos são, como sempre, limitados.

A seguir, são apresentados, segundo Reza Hoseini, Ghannadpour e Hemmati (2020), alguns dos principais objetivos da gestão de portfólio de projetos:

- a) maximizar as condições financeiras com índices como valor presente líquido (VPL), retorno sobre o investimento (ROI) e outros;
- b) maximizar benefícios não financeiros;
- c) redução de custos;
- d) controle de riscos;
- e) otimização do agendamento de atividades;
- f) otimizar a alocação de recursos;
- g) lidar com a incerteza e a imprecisão.

Muitas empresas não têm uma visão estratégica e holística do portfólio de projetos, seja pela inexistência de um método para planejamento de projetos, seja pela não percepção sobre as vantagens do portfólio. Como consequência dessa ausência, a seleção e

priorização de projetos são frequentemente baseadas em fatores subjetivos, como influência política e valor percebido (Stentoft Arlbjörn; Freytag; Thoms, 2015).

A seleção de projetos para gestão de portfólio na esfera governamental não está associada ao retorno financeiro do projeto, mas envolve necessariamente benefícios públicos. A literatura é extensa para seleção de portfólio quando a abordagem financeira é crucial, mas pouco se discute sobre seleção de projetos do ponto de vista de políticas públicas (Nassif; Santiago Filho; Nogueira, 2013).

2.2.1 Gerenciamento de portfólios no setor público

As definições de portfólio de projetos no setor público e no setor privado não diferem, constituindo-se em um conjunto de projetos que irão competir por recursos que não serão suficientes para a realização de todos os projetos simultaneamente (Maceta; Berssaneti; Carvalho, 2017).

As diferenças entre os setores residem no fato de que o setor público não tem como objetivo principal aumentar a lucratividade, possui em sua estrutura um forte componente político que influenciará em suas atividades e não tem clientes nem *stakeholders* claramente definidos. Há uma forte pressão para que a performance seja melhor e mais transparente, bem como que o dinheiro público seja bem gasto com projetos que atinjam os objetivos estratégicos das organizações públicas (Maceta; Berssaneti; Carvalho, 2017).

A atividade de fazer escolhas na administração pública também é recorrente, como afirmam Vilkkumaa, Liesiö e Salo (2014), na medida em que se faz necessário tomar decisões sobre quais facilmente serão construídas para beneficiar social e educacionalmente os cidadãos de determinada localidade. Por este motivo, nas organizações públicas, a seleção de projetos muito pouco se baseia no retorno financeiro do investimento, já que o enfoque são os benefícios públicos.

Os estudos de caso de Nielsen e Pedersen (2014) demonstram que a implantação do gerenciamento de portfólio no setor público enfrenta alguns obstáculos como a ausência de projetos formalizados e a ingerência política, a qual força os gerentes de portfólio a trafegarem tanto no ambiente político quanto no ambiente administrativo, pois as considerações políticas são importantes para a priorização dos projetos. Um dos critérios de priorização é não selecionar projetos que, caso tenham um mau desempenho, afetarão negativamente o ambiente político.

Todavia, as ingerências políticas que ocorrem durante todo o processo, culminam numa fraca priorização, em um precário planejamento e em um tratamento inadequado das

inter-relações entre os projetos, ou seja, acarretam uma falha na performance do portfólio. Os projetos do setor público, normalmente, são projetos de longo prazo, o que torna seu sucesso de difícil mensuração, pois é necessário o uso de indicadores qualitativos, e até subjetivos, tornando sua performance pouco comparável com outros projetos (Maceta; Berssaneti; Carvalho, 2017).

Esse cenário, aliado à crescente demanda por projetos cada vez mais complexos, exige dos gestores atenção à necessidade de adoção de técnicas e ferramentas adequadas que proporcionem um bom gerenciamento. Com efeito, além de uma metodologia de gerenciamento de projetos, consistente em etapas detalhadas, a partir das quais projetos são planejados e controlados, deve ser observada ainda a forma como a metodologia é utilizada será diferente em cada projeto e em cada organização.

O Tribunal de Contas da União (TCU) indica como referência o Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura, do Ministério da Economia. O guia apresenta conceitos e exemplos práticos para orientar gestores na concepção e implantação de obras públicas. Seu principal objetivo é fornecer diretrizes que padronizem a metodologia de avaliação de projetos e programas, promovendo sua aplicação sistemática na seleção e priorização de investimentos. Essa prática é essencial para a implementação de um sistema formal de gestão de investimentos públicos, o que, segundo o TCU, representa um dos maiores entraves à qualidade e à efetividade dos investimentos em infraestrutura no Brasil (Brasil, 2021).

Desde 2019, a Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura (SDI/ME) estabeleceu uma parceria técnica com a *Infrastructure and Projects Authority (IPA)* do Reino Unido, vinculada ao Tesouro Britânico. Essa autoridade supervisiona a preparação de projetos de infraestrutura em órgãos britânicos, desde a concepção até a contratação. Como resultado dessa parceria, foram oferecidos treinamentos a servidores públicos brasileiros sobre o Modelo de Cinco Dimensões (M5D), metodologia padrão utilizada no Reino Unido (Brasil, 2021).

O M5D analisa o projeto sob cinco dimensões principais, como apresentado no Quadro 1. Seu objetivo é padronizar o processo de concepção, detalhamento e estruturação do investimento, por meio de perguntas-chave organizadas em modelos (*templates*), que exploram todos os aspectos relevantes à decisão de investir, à contratação, execução e operação do empreendimento.

Quadro 1 – Análise do projeto sob cinco dimensões

Dimensão Estratégica	Apresenta a justificativa racional para a intervenção, identificando o problema a ser endereçado e descrevendo como se relaciona com políticas e estratégias mais amplas. Estabelece o escopo e os limites do projeto, seus objetivos, resume os riscos e oportunidades sociambientais e identifica os principais resultados esperados. Deve claramente expressar a "necessidade estratégica" do projeto.	
	Pergunta Principal:	O projeto é estrategicamente necessário
	O que a proposta de investimento deve demonstrar:	Contribui para alcance de metas e objetivos de política pública? Existe uma justificativa clara para o Projeto?
Dimensão Econômica	Demonstra que uma ampla gama de opções foi considerada para a solução do problema e que foi selecionada a melhor alternativa utilizando-se a análise de custo-benefício, na qual os impactos socioeconômicos e ambientais positivos e negativos são elencados e, sempre que possível, também monetizados para uma lista curta de soluções ao problema identificado.	
	Pergunta Principal:	O projeto otimiza o retorno socioeconômico?
	O que a proposta de investimento deve demonstrar:	Foi considerado um rol adequado de alternativas? O projeto apresenta a melhor relação custo, benefício e risco?
Dimensão Comercial	Demonstra que o projeto é viável do ponto de vista comercial. Avalia as possibilidades e estabelece a estrutura contratual proposta, a alocação de risco e a estratégia de licitação.	
	Pergunta Principal:	O projeto é comercialmente viável?
	O que a proposta de investimento deve demonstrar:	Existem fornecedores dispostos a atender às especificações? O modelo contratual permite uma contratação vantajosa para o poder público?
Dimensão Financeira	Apresenta a equação financeira do projeto, demonstra que os custos de investimento e operacionais são financiáveis com os recursos do projeto (despesas e subsídios), e que foram reservados recursos adequados para as contingências. Avalia a viabilidade financeira do projeto em termos gerais, bem como o fluxo de receitas e despesas estimadas ao longo do ciclo de vida do projeto.	
	Pergunta Principal:	O projeto é financiável?
	O que a proposta de investimento deve demonstrar:	Os custos do projeto são realistas e financiáveis? Estão disponíveis as fontes adequadas de recursos?
Dimensão Gerencial	Descreve a instituição e a equipe responsável pelo projeto, demonstrando que dispõe das qualificações e experiência necessária. Demonstra a adequação da governança do projeto, e apresenta planos para entrega, gerenciamento de risco, partes interessadas e realização de benefícios.	
	Pergunta Principal:	O projeto é exequível?
	O que a proposta de investimento deve demonstrar:	A unidade responsável tem capacidade para entregar o projeto? Há sistemas e processos robustos em vigor?

Fonte: Brasil (2021).

Para garantir o desempenho do portfólio de projetos e maximizar os benefícios do investimento público, é essencial que os tomadores de decisão selecionem projetos apropriados (Li, Chen e Zhang, 2022). O portfólio deve estar alinhado ao planejamento estratégico da organização e utilizar métodos eficientes de seleção.

Dado que as organizações públicas e privadas têm restrições e prioridades distintas, é necessário desenvolver métodos de seleção específicos que atendam a essas realidades. A tomada de decisão no setor público é influenciada por uma série de peculiaridades — como normas legais, interesses de grupos, pressão da mídia e demandas da sociedade —, o que exige um procedimento claro e estruturado para a definição de um portfólio eficaz (Nassif, Santiago Filho e Nogueira, 2013).

Ademais, um portfólio adequado contribui para que os profissionais responsáveis pelos projetos direcionem seus esforços para as obras que efetivamente serão executadas em sua completude, de forma a possibilitar um estudo mais aprofundado sobre eles, resultando na otimização de tempo e de recursos, além de atender ao interesse público.

Nesse contexto, torna-se evidente que a simples existência de critérios técnicos e estratégicos não é suficiente para garantir decisões eficazes e alinhadas aos interesses públicos. A crescente complexidade dos projetos, somada à escassez de recursos e à necessidade de maior transparência e racionalidade na alocação dos investimentos, exige o uso de ferramentas sistemáticas que auxiliem os gestores na escolha entre múltiplas alternativas. É nesse cenário que os métodos de apoio multicritério à decisão (AMD) ganham relevância, ao possibilitarem a análise simultânea de diferentes critérios — muitas vezes conflitantes — de forma estruturada, transparente e alinhada aos objetivos organizacionais.

2.3 Apoio à decisão multicritério

Um problema de decisão é caracterizado pela condição de haver duas ou mais alternativas possíveis nas quais busca-se satisfazer diferentes objetivos que podem ou não ser conflitantes entre si. Nesse cenário, torna-se necessário identificar o que deve ser considerado, ponderado ou descartado para chegar a uma decisão final (Almeida, 2013).

Nesse intuito de favorecer as análises e a seleção de alternativas, foram desenvolvidos diversos métodos com a finalidade precípua de apoiar as tomadas de decisões, notadamente os denominados Métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) (Vetschera; De Almeida, 2012).

A expressão Apoio Multicritério à Decisão descreve a coleção de abordagens que levam em consideração múltiplos critérios, ajudando indivíduos ou grupos a explorar decisões que importam, ou seja, quando o nível de conflito entre critérios ou entre diferentes tomadores de decisão assume proporções onde a tomada de decisão intuitiva já não é considerada satisfatória (Belton *et al.*, 2002).

Dessa forma, o AMD não tem por objetivo apresentar uma solução ao decisor, mas sim apoiar ou auxiliar o homem, empresa ou organização a fazer escolhas em conformidade com seus interesses, em circunstâncias de dúvidas, incertezas, conflitos de informações e concorrência entre vários critérios (Gomes; Gomes, 2019). Belton *et al.* (2002) também afirmam que o principal objetivo do AMD consiste na facilitação da aprendizagem e compreensão dos tomadores de decisão sobre o problema em questão, considerando suas próprias preferências, valores e objetivos, orientando-os na identificação da melhor escolha em relação às suas prioridades.

Segundo Gomes e Gomes (2019), o AMD tem muitas vantagens sobre o julgamento informal:

- a) o processo de análise é aberto e explícito, facilitando o entendimento por especialistas e não especialistas caso seja necessária uma auditoria;
- b) as escolhas dos objetivos e critérios podem sofrer mudanças, caso o grupo de tomada de decisão avalie necessidade;
- c) as pontuações e pesos são desenvolvidos de acordo com as técnicas estabelecidas pela literatura ou por fontes de informações relevantes;
- d) fornece um importante meio de comunicação;
- e) maior transparência do processo decisório, pois as preferências dos Tomadores de decisão ficam claramente explicitadas;
- f) pode abranger critérios quantitativos e qualitativos;
- g) o modelo estabelecido inicialmente pode ser aprimorado com o passar do tempo.

Os métodos de AMD são amplamente utilizados em situações reais, pois oferecem uma estrutura formal para modelar problemas, tornando o comportamento de escolha mais racional e eficiente (De Almeida; Geiger; Moraes, 2018). São frequentemente usado para resolver vários problemas como seleção de fornecedores, seleção de sistemas, seleção de pessoal, seleção de local, seleção de tecnologia, seleção de materiais e para avaliar a competitividade ou classificar o desempenho das empresas (Zavadskas *et al.*, 2016).

Vários métodos foram propostos para resolver esses problemas, como Processo de Hierarquia Analítica (AHP), Processo de Rede Analítica (ANP), Técnica de Preferência de Ordem por Similaridade com a Solução Ideal (TOPSIS), Método de Organização de Classificação de Preferências (PROMETHEE), método de eliminação e escolha expressando a realidade (ELECTRE) e muitos outros (Zytoon, 2020). Esses métodos podem ser utilizados

isoladamente ou de forma combinada, conforme os objetivos e características do problema (Gomes; Gomes, 2019; Souza; Gomes; Barros, 2018).

Belton *et al.* (2002) também afirmam que um determinado problema pode ser identificado entre três tipos de problemática:

- a) escolha (Problema $P\alpha$) – Fornecer a melhor alternativa ou um conjunto limitado de soluções consideradas satisfatórias.
- b) ordenação (Problema $P\beta$) – Ordenar as alternativas da melhor para a pior. Esta ordenação não é necessariamente completa.
- c) classificação (Problema $P\gamma$) – Classificar as alternativas em grupos homogêneos pré-definidos.
- d) descritiva (Problema $P\delta$) – Descrever e relatar as consequências das ações do conjunto de alternativas.

Assim, a escolha do método de apoio pode ser orientada pelo tipo de problema enfrentado.

Para este trabalho, optou-se pelo AHP-TOPSIS-2N, que é um método híbrido constituído por duas técnicas de tomada de decisão multicritério:

1. o método AHP, método de análise hierárquica (do inglês Analytic Hierarchy Process), sendo um dos primeiros métodos projetados para solucionar problemas de decisão com múltiplos critérios quantitativos e qualitativos; e
2. o método TOPSIS, que significa Técnica para Ordem de Preferência por Similaridade à Solução Ideal (do inglês Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), que avalia o desempenho das alternativas com base na proximidade em relação a uma solução ideal, utilizando distâncias euclidianas.

Eles são usualmente adotados em cenários complexos, caracterizados pela presença de objetivos múltiplos e conflitantes (Colombo; Santos; Gomes 2019). Para melhor compreensão do método, as duas técnicas que o compõem serão detalhadas nas próximas seções.

Adicionalmente, cabe destacar que tanto o AHP quanto o TOPSIS são considerados métodos compensatórios, ou seja, permitem que desempenhos inferiores em determinados critérios sejam compensados por desempenhos superiores em outros, de acordo com os pesos atribuídos. Essa característica os torna adequados para situações em que o decisor está disposto a aceitar *trade-offs* entre os critérios envolvidos. Diferentemente dos métodos não compensatórios, como os métodos *outranking* (por exemplo, ELECTRE), que não permitem tais compensações, os métodos compensatórios favorecem a escolha de

alternativas com desempenho global equilibrado, mesmo que não sejam as melhores em todos os critérios individualmente.

2.3.1 Método AHP

O Método AHP foi desenvolvido por Thomas Saaty na década de 1970 (Saaty, 1980). Trata-se de uma técnica quantitativa para o problema de Apoio Multicritério à Decisão, sendo uma das mais utilizadas devido a sua facilidade e natureza intuitiva. Ele combina aspectos subjetivos da análise de problemas complexos, integrando opiniões individuais e coletivas, bem como prioridades e preferências do grupo.

A utilização do AHP se inicia pela decomposição do problema em uma hierarquia de critérios mais facilmente analisáveis e comparáveis de modo independente. A partir do momento em que essa hierarquia lógica está construída, os tomadores de decisão avaliam sistematicamente as alternativas por meio da comparação, de duas a duas, dentro de cada um dos critérios. Essa comparação pode utilizar dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos como forma de informação subjacente (Saaty, 2008). Essa comparação par a par é realizada por meio de perguntas-chave, tais como: ‘Qual destes critérios é mais importante?’ e ‘Quanto este critério é mais importante?’ (Gomes e Gomes, 2019). Neste método, é utilizada a escala de um a nove para definição dos pesos, escala esta proposta por Saaty (1988), para definir a importância e intensidade dos critérios entre eles. A Escala Fundamental de Saaty é observada na tabela 1.

Tabela 1– Escala Fundamental de Saaty

VALOR	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem de forma idêntica para o objetivo
3	Pouco importante	A análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro
5	Muito mais Importante	A análise e a experiência mostram que o critério é claramente mais importante que o outro
7	Bastante mais importante	A análise e a experiência mostram que um dos critérios é predominante para o objetivo
9	Extremamente mais importante	Sem qualquer dúvida um dos critérios é absolutamente predominante para o objetivo
2,4,6,8 Valores recíprocos dos anteriores	Valores intermediários	Também podem ser utilizados

Fonte: Saaty (1980).

O AHP tem sido amplamente utilizado por acadêmicos e profissionais por ser um método eficaz na quantificação de elementos subjetivos, transformando raciocínios qualitativos em quantitativos. Essa capacidade é apropriada para contextos onde as métricas são intrinsecamente subjetivas e complexas, como a avaliação da satisfação do cliente ou a definição de prioridades estratégicas (Ben, 2006).

A figura 4 mostra um resumo do passo a passo do método AHP.

Figura 4 – Resumo método AHP

Sequência	Nº Equação	Equação	Descrição da equação
1º Passo	Eq. 1	$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$	Formação das matrizes de decisão. Expressa o número de vezes em que uma alternativa domina ou é dominada pelas demais
2º Passo	Eq. 2	$W_i = \left(\prod_{j=1}^n w_{ij} \right)^{1/n}$	Cálculo do autovetor (W_i). Consiste em ordenar as prioridades ou hierarquias das características estudadas
3º Passo	Eq. 3	$T = \left[\frac{W_1}{\sum W_i}, \frac{W_2}{\sum W_i}, \frac{W_3}{\sum W_i} \right]$	Cálculo de Normalização dos autovetores. Possibilita a comparabilidade entre os critérios e alternativas
4º Passo	Eq. 4	$\lambda_{\max} = T \times W$	Índice que relaciona os critérios da Matriz de Consistência e os pesos dos critérios
5º Passo	Eq. 5	$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1)}$	Índice de Consistência (IC). Permite avaliar o grau de inconsistência da matriz de julgamentos pareados
6º Passo	Eq. 6	$RC = \frac{IC}{CA}$	Razão de Consistência (RC). Permite avaliar a inconsistência em razão da ordem da matriz de julgamentos. Caso o valor seja maior que 0,10, revisar o modelo e, ou, os julgamentos

Fonte: Mendes e Macedo (2013).

2.3.2 Método TOPSIS

O método TOPSIS foi proposto inicialmente por Hwang e Yoon (1981) e é amplamente utilizado para ranquear alternativas por ordem de preferência. Baseia-se na premissa de que a melhor alternativa é aquela que está mais próxima da solução ideal positiva e mais distante da solução ideal negativa.

A determinação da melhor alternativa é feita por meio do cálculo da distância Euclidiana de n alternativas em relação a uma solução mais desejada e uma solução menos desejável. Dessa forma, o princípio básico do TOPSIS consiste em escolher uma alternativa que esteja o mais próximo possível da solução ideal positiva e o mais distante possível da solução ideal negativa (Zytoon, 2020).

No método TOPSIS, uma matriz de decisão é construída para avaliar as A alternativas em termos de C critérios, conforme apresentado na Figura 5. Geralmente, os critérios são classificados em dois tipos: benefício e custo. Benefício indica que quanto maior

o valor, melhor; custo indica que quanto menor o valor, melhor (Abdulgader; Eid; Rouyendegh, 2018).

Figura 5 – Matriz de decisão

	C_1	C_2	..	C_j	..	C_m
A_1	d_{11}	d_{12}	..	d_{1j}	..	d_{1m}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$
A_i	d_{i1}	d_{i2}	..	d_{ij}	..	d_{im}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$
A_n	d_{n1}	d_{n2}	..	d_{nj}	..	d_{nm}

Fonte: Hwang e Yoon (1981).

Segundo Abdulgader; Eid e Rouyendegh (2018), o método é composto por seis etapas.

Etapa 1: esta etapa consiste em normalizar os valores intracritério das alternativas. Assim, as várias dimensões de atributos são convertidas em atributos não dimensionais. A normalização da matriz de decisão pode ser calculada de acordo com a equação 1.

Equação 1:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{l=1}^M x_{il}^2}}$$

Na versão TOPSIS2N, uma segunda normalização é realizada com a utilização da equação 2.

Equação 2:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}$$

Etapa 2: ponderar os valores normalizados pelo vetor de pesos W , gerando uma nova matriz ponderada.

Etapa 3: consiste em identificar a solução ideal positiva A^+ , para critérios de benefício, e a solução ideal negativa A^- , para critérios de custo, como descrito a seguir:

$$A^+ = (p_1^+, p_2^+, \dots, p_n^+)$$

$$A^- = (p_1^-, p_2^-, \dots, p_n^-)$$

Sendo:

$$p_j^+ = \begin{cases} \max_i(p_{ij}), & \text{se o Critério é de benefício} \\ \min_i(p_{ij}), & \text{se o Critério é de custo} \end{cases}$$

$$p_j^- = \begin{cases} \min_i(p_{ij}), & \text{se o Critério é de benefício} \\ \max_i(p_{ij}), & \text{se o Critério é de custo} \end{cases}$$

Em outras palavras, as equações acima escolhem os melhores desempenhos em cada critério, seja ele de custo (e nesse caso o melhor desempenho é o menor valor) ou de benefício (no qual o melhor desempenho é o maior valor), e monta os vetores A^+ e A^- , que nada mais são do que os desempenhos para uma alternativa perfeita.

Etapa 4: consiste em calcular, utilizando as equações 3 e 4, as medidas de separação usando a distância euclidiana N-dimensional, as medidas de separação de cada alternativa da solução ideal positiva e da solução ideal negativa.

Equação 3:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (d_{ij}^+)^2}$$

Equação 4:

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (d_{ij}^-)^2}$$

Etapa 5: calculadas as distâncias do passo anterior, o próximo passo é determinar a proximidade relativa E . A ideia é escolher como melhor alternativa aquela mais próxima da solução ideal positiva e mais distante da solução ideal negativa. Para isso, temos a equação 5:

Equação 5:

$$E_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

Etapa 6: o último passo é fazer o ranking das alternativas baseada nos vetores. As melhores alternativas são aquelas com os maiores valores de E_i e devem ser escolhidas, pois estão mais próximas da ideal.

O TOPSIS tem sido amplamente aplicado por sua simplicidade matemática, facilidade de implementação e capacidade de avaliar um grande número de alternativas (Walczak; Rutkowska, 2017). Diversos estudos propõem modificações, extensões e hibridizações do método.

A integração entre AHP e TOPSIS é bastante comum na literatura. Por exemplo, Choudhary e Shankar (2012) aplicaram a combinação para seleção da localização de usinas termelétricas; Prakash e Barua (2015) para priorizar estratégias de logística reversa sob incertezas; Souza, Barros e Gomes (2016) desenvolveram método híbrido com essas técnicas; Caiado *et al.* (2018) classificaram veículos leves quanto à ecoeficiência; Zhang e Lam (2019) identificaram barreiras na adoção de big data; Çalik, Çizmecioglu e Akpinar (2019) pesquisaram investimento estrangeiro direto; Zytoon (2020) priorizou inspeções de segurança e saúde ocupacional.

Serrão *et al.* (2023) destacam que uma limitação importante do TOPSIS é a ausência de mecanismos para análise de sensibilidade dos resultados. Para contornar essa limitação, foi proposta a variação TOPSIS-2N, que aplica uma segunda técnica de normalização, produzindo um segundo ranking das alternativas e permitindo uma melhor análise de sensibilidade (Souza; Gomes; Barros, 2018).

2.3.3 Método AHP-TOPSIS-2N

O método híbrido AHP-TOPSIS-2N foi inicialmente desenvolvido para utilização em projeto de TI, criado por Souza, Gomes e Barros (2018). O método une as características do método AHP, buscando a definição dos pesos dos critérios, e em um passo posterior aplicação do TOPSIS para ordenação das alternativas de acordo com os pesos gerados pelo AHP. Os resultados obtidos por eles mostraram que esse método tem grande potencial para lidar com problemas de priorização de projetos. Ainda segundo os autores, o modelo é capaz de definir critérios de maneira prática e robusta, e ordenar as alternativas de forma conciliatória, consistente e harmoniosa.

Além disso, o AHP-TOPSIS-2N é indicado para cenários onde as preferências pessoais e as percepções individuais influenciam fortemente a escolha entre diferentes alternativas e critérios. Além disso, ele é particularmente útil em situações com um grande número de alternativas, dado que não possuem restrições quanto ao número de opções a serem avaliadas. Esta característica o torna adequado para ambientes de decisão complexos, onde diversas opções precisam ser consideradas (Souza *et al.*, 2024).

Apesar de recente, o método já foi utilizado em diferentes cenários e apresentou resultados favoráveis e positivos.

Na área de gestão, Santana *et al.* (2020), cujo tema do trabalho foi: “Utilização do método AHP TOPSIS 2N na tomada de decisão para aperfeiçoamento da gestão à vista em uma organização”, afirmou que o método AHP-TOPSIS-2N foi adotado por se tratar de um modelo flexível frente a problemas de tomadas de decisões e concluíram que foi eficiente no atendimento aos critérios propostos pela organização, a fim de transmitir informações a um custo baixo, de forma clara, rápida que envolvesse todos os colaboradores.

Araújo, Santos e Gomes (2022) utilizaram o método híbrido de apoio à tomada de decisão AHPTOPSIS-2N para auxiliar o tomador de decisão com objetivo de melhorar o controle de gastos públicos. Este estudo mostrou-se eficaz ao apresentar o método como uma grande ferramenta que pode auxiliar as gestões públicas nos processos de licitação, e assim, garantir resultados com maior transparência e efeito, além de apresentar à sociedade resultados favoráveis com a utilização deste método sistematizado e estruturado.

Na área da tecnologia e segurança, a utilização do método híbrido também é de grande relevância. Estudos como o de Lima, Santos e Gomes (2022), com a aplicação do método para priorização de vulnerabilidades no desenvolvimento de solução em cibersegurança, gerou um resultado da melhor vulnerabilidade a ser priorizada dentre as que foram catalogadas previamente.

O Quadro 2 apresenta uma síntese de outros trabalhos que utilizaram o método AHP-TOPSIS-2N.

Quadro 2 – Trabalhos com o método AHP-TOPSIS 2N

Autores	Objetivo
(Caitano <i>et al.</i> , 2020)	Escolha de sistema de transporte urbano no município de Magé no Rio de Janeiro.
(Maêda <i>et al.</i> , 2020)	Seleção para um helicóptero de ataque para o Corpo de Fuzileiros Navais (CFN).
(Trindade <i>et al.</i> , 2020)	Selecionar um ERP ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP) para uma fábrica produtora de tortas localizada na cidade do Rio de Janeiro.
(Pessanha <i>et al.</i> , 2021)	Avaliar a melhor proposta de geração solar fotovoltaica para uma propriedade rural localizada no interior do Rio de Janeiro.
(Ennes <i>et al.</i> , 2021)	Priorização de manutenção dos equipamentos que compõem uma rede de distribuição.
(Morita <i>et al.</i> , 2023)	Priorização das atividades técnicas do setor de cartografia de uma instituição militar produtora de geoinformação.
(Costa <i>et al.</i> , 2023)	Ordenar as opções de fornecedores de componentes da linha de envase, baseado em critérios técnicos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Colombo, Santos e Gomes (2019), os passos da aplicação do AHP-TOPSIS-2N são:

1. Definição da Matriz de Decisão: Expressa a pontuação de cada alternativa em relação a cada critério, mostrando o quanto uma alternativa domina ou é dominada pelas demais;
2. Definição da Matriz de Ponderação: utilizando a escala fundamental de Saaty, através de grupo multidisciplinar cada critério é avaliado contra cada critério;
3. Determinação do peso de cada critério: através da aplicação do método AHP. É importante avaliar a razão de consistência e caso a mesma seja superior a 0,1 fazer uma nova avaliação dos critérios e uma nova matriz de ponderação;
4. Normalização da Matriz de Decisão: no caso do método AHP-TOPSIS-2N são utilizadas duas diferentes normalizações (Souza; Gomes; Barros, 2018).
5. Construção da Matriz de Decisão Normalizada Ponderada: as matrizes resultantes da primeira e segunda normalização são ponderadas utilizando os pesos obtidos no passo 3;
6. Determinação da Solução Ideal Positiva (SIP) e da Solução Ideal Negativa (SIN);
7. Cálculo das medidas de distância: são obtidas medidas de distância euclidiana de cada uma das alternativas em relação a SIP e a SIN;
8. Cálculo da proximidade relativa à alternativa ideal: é obtida pela razão R igual a distância para o ponto SIN pela soma da distância ao ponto SIP e a distância para o ponto SIN;
9. Ordenação das preferências

Bozza *et al.* (2020), para facilitar a aplicação do método AHP-TOPSIS-2N, criou o programa *Three Decision Methods* [3DM], um ambiente online eficiente e acessível para a aplicação desta abordagem de tomada de decisão multicritério, que permite aos usuários inserir dados, realizar análises e visualizar resultados de forma intuitiva e simplificada, tornando o processo de tomada de decisão mais acessível, especialmente para aqueles sem conhecimento profundo em programação ou análise estatística. A capacidade de analisar grandes volumes de dados, aplicando de forma sequencial os métodos AHP e TOPSIS para gerar classificações e avaliações planejadas é a funcionalidade central do 3DM.

Além disso, o 3DM se destaca pela adaptabilidade, pois esse programa é aplicável a uma variedade de contextos de tomada de decisão, desde análises empresariais até

avaliações acadêmicas. A capacidade de analisar dados de maneira eficiente e precisa torna o software uma ferramenta valiosa para pesquisadores, gestores e tomadores de decisão (Bozza *et al.*, 2020).

2.3.4 Seleção e priorização de projetos

A priorização e seleção de portfólio é um tema bastante discutido na literatura. Alguns trabalhos utilizaram métodos multicritérios para a priorização de portfólio, pode-se citar Ahriz *et al.* (2018), Souza; Gomes e Barros (2018), Hashemizadeh; Ju (2019) e Ma *et al.* (2020) que propuseram um modelo que usa a combinação de AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) para priorizar projetos em tecnologia da informação, contratação de projetos para construção e projetos sustentáveis.

Abbasianjahromi e Rajaie (2012) aplicaram as abordagens de tomada de decisão multicritério *fuzzy* para selecionar portfólio de projetos para empresas contratadas, considerando o fator de risco. Kheyraie, Mirhosseini e Zeyghami (2022) utilizaram AHP e lógica *fuzzy* para avaliação e seleção de projetos em empresas contratadas na indústria da construção. Nascimento (2022) utilizou TOPSIS, associado à Programação Linear Inteira (PLI), para a seleção de portfólio de projetos em uma instituição pública.

Estudos sobre a gestão de portfólio de projetos se desenvolveram ao longo dos anos. Nos apontamentos iniciais, os critérios financeiros dos projetos formavam o foco principal. Posteriormente, estruturas foram desenvolvidas para atender aos estudos dessa natureza com ênfase em critérios estratégicos. Recentemente, houve foco disperso em outros critérios, como desenvolvimento sustentável, aliança estratégica, risco de investimento e prontidão organizacional. (Rezahoseini; Ghannadpour; Hemmati, 2020).

Diferentes atributos podem interferir na determinação das prioridades em projetos. Vale frisar que tais fatores são dinâmicos, pois incidem de acordo com situações, preferências e perspectivas adotadas durante o desenvolvimento. Considerando a existência dessas variáveis para o apontamento de prioridades, retrocessos decorrentes de más decisões podem ser evitados. Entretanto, a quantidade de critérios a serem considerados no processo pode também desencadear uma dificuldade para gestor definir tais prioridades (Wing; Mohammed; Abdullah, 2016).

Uma importante contribuição em Mohagheghi *et al.* (2019) foi uma revisão sobre vários critérios aplicados em problemas de seleção de portfólios de projetos de diversas áreas

utilizados por acadêmicos em pesquisas anteriores entre 1993 e 2018 identificando-os e categorizando-os.

Quadro 3 – Principais critérios de seleção de projetos

Categoria	Crítérios
Financeiro	(1) Retorno do investimento, (2) Minimização de custos, (3) Benefícios econômicos/financeiros, (4) Investimento, (5) Valor presente líquido, (6) Retorno máximo de ativos
Risco	(1) Horas extras subcontratados, (2) Riscos financeiros, (3) Preferência de risco, (4) Risco de investimento, (5) RELC, (6) Valor condicional em risco, (7) Risco de falência, (8) Controle e tolerância ao risco
Estratégico	(1) Alinhamento estratégico, (2) Planejamento estratégico, (3) Ganhos e pesos estratégicos, (4) Resposta a objetivos, (5) Modelo orientado à estratégia, (6) Reinvestimento, (7) Diferenciação de serviços/produtos
Ambientais	(1) Impactos ambientais, (2) Redução de poluentes e emissões, (3) Proteção ambiental, (4) Amizade com o meio ambiente, (5) Requisitos do setor de infraestrutura, (6) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)
Social	(1) Bem-estar, (2) Impactos sociais, (3) Oferta de emprego, (4) Satisfação pública, (5) Saúde e segurança, (6) Eficiência social, (7) Mudanças no setor de infraestrutura, (8) Recursos humanos
Outras abordagens	(1) Período de retorno, (2) Flexibilidade, (3) Interdependência técnica e de recursos, (4) Tempo de conclusão, (5) Prontidão organizacional, (6) Benefícios não financeiros

Fonte: Elaboração Própria - Adaptado de Mohagheghi *et al.* (2019).

Ahriz *et al.* (2018) em sua pesquisa, ante o problema da gestão de portfólios de projetos de TI em universidades, mostraram que os gestores de projetos de uma universidade pública marroquina utilizaram seis critérios para a priorização de seus projetos: Alinhamento estratégico, Necessidades das partes interessadas, Entrega de valor, Otimização de recursos, Gestão de risco, Respeito pelos valores, cultura e ética da universidade.

No setor da construção civil, Kheyraie, Mirhosseini e Zeyghami (2022), com objetivo fornecer um modelo abrangente e realista para a gestão de portfólio de empresas contratadas, utilizou como atributos, obtidos por meio do estudo cuidadoso de artigos e livros, entrevistas com gerentes de várias empresas de construção e realização de sessão de *brainstorming*, os descritos no quadro 4.

Quadro 4 – Critérios utilizados na seleção de projetos na construção

Categoria	Critérios
Executivos	(1) Adequação ao campo de atuação da empresa, (2) Acesso a recursos necessários, (3) Acesso à tecnologia, (4) Disponibilidade de mão de obra, (5) Duração do projeto
Econômicos	(1) Lucratividade, (2) Período de retorno do investimento, (3) Relação mínima entre risco e lucro
Legais	(1) Leis e normas governamentais/oficiais, (2) Disposições contratuais, (3) Cooperação do empregador para superar barreiras legais
Ambientais	(1) Condições geográficas, (2) Localização do projeto e acesso às instalações
Interação com projetos do portfólio	(1) Distância do projeto em relação a outros projetos/instalações da organização, (2) Similaridade de escopo/tamanho com projetos existentes, (3) Mesmo empregador de projetos anteriores

Fonte: Elaboração Própria - Adaptado de Kheyraie; Mirhosseini; Zeyghami, (2022).

Abbasianjahromi e Rajaie (2012) tentaram, em seu estudo, aperfeiçoar a seleção de projetos de construção com base no nível de risco suportável de uma empresa em relação ao portfólio existente. Ou seja, consideraram como critérios de seleção apenas índices ligados ao Risco.

Na Rússia, Seliutina, Egorova e Bulgakova (2017) formularam princípios básicos para a formação de um portfólio ideal a ser utilizado como padrão em programas de investimento para projetos de construção de moradias públicas. Como critérios de seleção, em vez de lucratividade e risco oferecidos comumente na seleção portfólio aos quais os investidores privados estão prestando atenção, propuseram o uso de resultados de pesquisas de satisfação social e quantidade de financiamento disponível.

Além disso, a literatura internacional destaca diversos critérios complementares utilizados na seleção de projetos, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 – Outros critérios presentes na literatura

Autores	Crítérios
Wing; Mohammed; Abdullah (2016)	(1) Objetivos e metas da organização, (2) Medição de desempenho, (3) Riscos, (4) Recursos, (5) Partes interessadas
Issa; Awad (2017)	(1) Condição do edifício, (2) Classificação e importância do edifício, (3) Número de beneficiários, (4) Segurança, (5) Reclamações
Irwansyah <i>et al.</i> (2022)	(1) Condição do edifício, (2) Idade, (3) Área, (4) Quantidade de salas
Abdul Lateef Olanrewaju (2012)	(1) Segurança, (2) Proteção, (3) Conforto
Dermawan (2019); Štok <i>et al.</i> (2023)	(1) Diferenças na ocupação, (2) Função do ambiente (acadêmica, administrativa, convivência)
Ouma; Opudo; Nyambenya (2015)	(1) Segurança rodoviária, (2) Preservação do pavimento, (3) Padrões operacionais da estrada, (4) Estética da estrada
Dabous; Al-Khayyat; Feroz (2020)	(1) Condição do pavimento, (2) Tráfego, (3) Localização da ponte
Nascimento; Almeida-Filho; Perez Palha (2023)	(1) Impacto na função final, (2) Risco à segurança dos usuários, (3) Risco patrimonial, (4) Requisição prévia do projeto, (5) Planejamento de manutenção, (6) Prazo para licitação, (7) Custo estimado do ciclo de vida, (8) Recursos disponíveis para construção
Oliveira; Mendes; Torezzan (2019)	(1) Estratégico, (2) Impacto, (3) Técnico, (4) Financeiro
Bezerra; Miranda; Moreira (2016)	(1) Índice de atenção, (2) Crescimento populacional, (3) Posse do terreno, (4) Estado atual do imóvel

Fonte: Elaborado pela autora.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A Pesquisa Operacional (PO), área que utiliza métodos analíticos e quantitativos para a tomada de decisão eficiente em problemas reais, é adotada como base teórico-metodológica deste estudo, devido ao seu foco em problemas multicritério, como a priorização de projetos de construção civil. A PO possui ampla aplicação em setores diversos, como manufatura, finanças, logística e infraestrutura, onde contribui para a escolha entre alternativas sob múltiplas restrições e critérios conflitantes (Lucas, 2023; Barbosa; Zanardini, 2010).

Nesta dissertação, a seleção e priorização de projetos de construção civil configura-se como um problema típico de decisão multicritério, com diversas alternativas e múltiplos critérios simultâneos. Para lidar com essa complexidade, adotou-se o método híbrido AHP-TOPSIS-2N, pertencente ao arcabouço dos Métodos Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA), uma vertente aplicada da PO.

A escolha pelo método híbrido justifica-se pela complementaridade dos componentes: o AHP estrutura hierarquicamente os critérios decisórios e atribui pesos segundo a percepção dos especialistas, enquanto o TOPSIS-2N, ao aplicar duas normalizações distintas, proporciona uma ordenação mais robusta e confiável das alternativas. Essa integração fortalece a coerência do modelo, reduz a sensibilidade a distorções nos dados e assegura maior estabilidade nos resultados, mesmo em contextos institucionais dinâmicos.

A abordagem metodológica compreendeu sete etapas distintas, conforme ilustrado na Figura 6, que apresenta o fluxo sequencial adotado no estudo.

Figura 6 - Fluxograma do método de pesquisa



Fonte: Elaboração própria (2024).

Inicialmente, realizou-se uma revisão da literatura sobre projetos, enfatizando a importância da priorização, os critérios utilizados em pesquisas semelhantes e os métodos multicritério de apoio à decisão. Essa revisão fundamentou a aplicação do método AHP-TOPSIS-2N em um estudo de caso voltado à priorização de projetos. Ainda nessa etapa, foram identificados trabalhos acadêmicos que utilizaram o método AHP-TOPSIS-2N.

Para as alternativas, utilizaram-se dados reais apresentados no Apêndice A. Eles se referem a um conjunto de projetos da Universidade Federal do Ceará (UFC), submetidos ao Ministério da Educação para seleção no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal. Nesta etapa, foram verificados os dados dos projetos, especialmente quanto à completude das informações necessárias para análise de desempenho nos critérios definidos. Os projetos também foram organizados por localização e tipo de obra, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Organização dos projetos

Projetos	Localização	Obra - Título	Tipo de Obra
Projeto 1	FORTALEZA	Reforma do Parque Aquático do IEFES/ Campus do Pici	Obra paralisada
Projeto 2		Construção do Ginásio Gymico/ Campus do Pici	
Projeto 3		Ampliação e Modernização do Bloco 917 - Departamento de Matemática/ Campus do Pici	
Projeto 4		Construção do Anexo da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/ Campus do Pici	
Projeto 5		Central Analítica da Química/ Campus do Pici	
Projeto 6		2ª Etapa de Construção do Laboratório Multiusuário da Biotecnologia - Bloco 875/ Campus do Pici	
Projeto 7		Construção das Residências Universitárias nº 2142 (Av. Universidade)/ Campus Benfica	
Projeto 8		Hospital Universitário (Fortaleza)	
Projeto 9	FORTALEZA	Bloco Administrativo e de Laboratórios do IEFES/ Campus do Pici	Obra nova
Projeto 10		Bloco Labomar (Obra Acquario do Ceará) / Campus Iracema	
Projeto 11		Urbanização / Campus Iracema	
Projeto 12		Bloco Instituto de Cultura e Artes / Campus Iracema	
Projeto 13		Clínicas de fisioterapia - Porangabuçu	
Projeto 14		Urbanização - Pici	
Projeto 15	SOBRAL	Biotério Medicina Sobral	Obra paralisada
Projeto 16	SOBRAL	Bloco biblioteca (Restauro)	Obra de reforma
Projeto 17		Bloco administrativo (Restauro)	
Projeto 18	SOBRAL	Quadra poliesportiva	Obra nova
Projeto 19		Urbanização	
Projeto 20	CRATEÚS	Bloco odontologia	Obra nova
Projeto 21		Bloco didático	
Projeto 22		Quadra poliesportiva	
Projeto 23		Urbanização	
Projeto 24	QUIXADÁ	Bloco didático	Obra nova
Projeto 25		Bloco auditório/ adm/ outros	
Projeto 26		Quadra poliesportiva	
Projeto 27		Urbanização	
Projeto 28	RUSSAS	Medicina	Obra nova
Projeto 29		Bloco auditório / adm/ / outros	
Projeto 30		Quadra poliesportiva	
Projeto 31		Urbanização	
Projeto 32	ITAPAJÉ	Bloco didático	Obra nova
Projeto 33		Bloco refeitório e biblioteca	
Projeto 34		Quadra poliesportiva	
Projeto 35		Urbanização	

Fonte: Elaborado pela autora.

3.1 Definição dos Critérios

O passo seguinte consistiu na definição dos critérios utilizados no modelo de tomada de decisão. Para isso, foram consideradas informações obtidas em estudos nacionais e

internacionais relacionados à priorização de projetos, portfólios e construção civil. Os critérios estão listados na Tabela 2.

Tabela 2 - Critérios utilizados na avaliação

Critérios	Tipo de Critério	Medição do critério	Solução Ideal
Número de beneficiários	Quantitativo	Até 500: 1 De 500 a 1000: 2 Mais de 1000: 3	Maximizar
Desenvolvimento dos Projetos	Qualitativo	Não: 1 Não, mas está em desenvolvimento: 2 Sim: 3	Maximizar
Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	Qualitativo	Baixo Impacto: 1 Médio Impacto: 2 Alto Impacto: 3	Maximizar
Impacto Ambiental	Qualitativo	Baixo Impacto: 1 Médio Impacto: 2 Alto Impacto: 3	Minimizar
Tempo de espera da solicitação	Quantitativo	Anos	Maximizar

Fonte: Elaborada pela autora.

A seguir são detalhados os critérios:

- Critério 1 – Número de beneficiários: este critério considera a quantidade de pessoas que se beneficiará com a conclusão do projeto (tabela 3).

Tabela 3 - Critério Número de beneficiários

Nível	Descrição
1	O projeto beneficiará até 500 pessoas
2	O projeto beneficiará de 500 pessoas a 1000 pessoas
3	O projeto beneficiará mais de 1000 pessoas

Fonte: Elaborada pela autora.

- Critério 2 – Desenvolvimento dos Projetos: avalia o estágio de desenvolvimento dos projetos técnicos necessários à execução da obra (tabela 4).

Tabela 4 - Critério desenvolvimento dos projetos

Nível	Descrição
1	Projetos ainda não desenvolvidos
2	Projetos em desenvolvimento
3	Projetos já desenvolvidos

Fonte: Elaborada pela autora.

- Critério 3 – Impacto na função fim da Universidade (Ensino, pesquisa e extensão): avalia se o desenvolvimento desse projeto impacta diretamente e positivamente nas três funções da universidade: ensino, pesquisa e extensão (tabela 5).

Tabela 5- Critério impacto na função fim da Universidade (Ensino, pesquisa e extensão)

Nível	Descrição
1	A execução do projeto tem baixo impacto na função fim da Universidade
2	A execução do projeto tem médio impacto na função fim da Universidade
3	A execução do projeto tem alto impacto na função fim da Universidade

Fonte: Elaborada pela autora.

- Critério 4 – Impacto ambiental: avalia se o empreendimento solicitado pode ter impacto ambiental negativo, na construção ou na operação do edifício (tabela 6).

Tabela 6 - Critério impacto ambiental

Nível	Descrição
1	A execução do projeto pode ter baixo impacto ambiental na sua construção ou operação
2	A execução do projeto pode ter médio impacto ambiental na sua construção ou operação
3	A execução do projeto pode ter alto impacto ambiental na sua construção ou operação

Fonte: Elaborada pela autora.

- Critério 5 – Tempo de espera da solicitação: tempo decorrido desde a formalização da solicitação do projeto até o presente momento.

3.2 Definição dos Decisores

Nesta etapa, foram definidos os decisores do processo. Em problemas de decisão multicritério, os decisores desempenham um papel fundamental, pois são responsáveis por emitir os juízos de valor que fundamentarão a avaliação das alternativas. O objetivo é incorporar a opinião técnica na análise, de forma a subsidiar as decisões políticas e estratégicas da instituição.

Foram selecionados profissionais com ampla experiência em gestão, planejamento e execução de obras públicas, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Decisores selecionados

Decisor	Tempo de experiência
Coordenador de obra/Superintendente de Infraestrutura	10
Coordenador de obras	11
Gestor em manutenção/Diretor de obras	10
Diretor de estudos e projetos	16

Fonte: Elaborada pela autora.

3.3 Aplicação do método AHP-TOPSIS-2N

Após as etapas previamente descritas, procedeu-se à aplicação do método híbrido AHP-TOPSIS-2N, cujas características mostraram-se adequadas à problemática proposta, conforme detalhado na Seção 2.

O AHP foi utilizado para determinar os pesos dos critérios, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos. Cada decisor opinou a respeito dos pesos de cada critério pré-estabelecido. O contato com os decisores se deu de forma presencial, na qual o pesquisador solicitou aos mesmos, de forma individual, que avaliassem os critérios aos pares, por meio do seguinte questionamento: ‘quão mais/menos importante é o CRITÉRIO A em relação ao CRITÉRIO B, no que se refere a priorização de projetos de construção em instituição pública de ensino superior?’. A tabela 8 apresenta a matriz de julgamento com base nas respostas do decisor A.

Tabela 8 - Matriz de julgamento do Decisor A

Crítérios	Número de beneficiários	Nível de desenvolvimento dos Projetos	Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	Impacto Ambiental	Tempo de espera da solicitação
Número de beneficiários	1	5	1	1/3	5
Nível de desenvolvimento dos Projetos	1/5	1	1/5	1/9	3
Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	1	5	1	1/3	5
Impacto Ambiental	3	9	3	1	9
Tempo de espera da solicitação	1/5	1/3	1/5	1/9	1

Fonte: Elaborada pela autora.

Com base nas respostas fornecidas, utilizou-se o programa *Three Decision Methods* [3DM] de Bozza *et al.* (2020) para determinar os pesos e analisar as razões de consistência (RC). Importa destacar que os decisores que apresentaram RC superior ao limite de 0,1 foram convidados a revisar suas respostas. Apenas as contribuições daqueles cuja RC final se manteve abaixo desse limite foram consideradas válidas para a pesquisa.

Ao final dessa etapa, obteve-se o vetor de pesos para cada critério, individualmente por decisor. A Tabela 9 apresenta o vetor de pesos referente à matriz de julgamento do Decisor A. A RC calculada para esse decisor foi de **0,0450**, valor considerado ótimo por estar significativamente abaixo do limite máximo estabelecido.

Tabela 9- Vetor de pesos associado à matriz de julgamento do decisor A

Critérios	Pesos
Número de beneficiários	0,202
Nível de desenvolvimento dos Projetos	0,0625
Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	0,203
Impacto Ambiental	0,4949
Tempo de espera da solicitação	0,0386

Fonte: Elaborada pela autora.

Aplicou-se o mesmo procedimento para os demais decisores. Todos os vetores de pesos foram obtidos, conforme mostrado na Tabela 10. Ressalta-se que todas as RCs se mantiveram abaixo ou muito próximas ao limite aceitável (0,1), o que permitiu a aceitação das respostas.

Tabela 10 - Vetor de pesos associado a cada decisor do método AHP

Vetor de pesos				
Critérios	Decisor A	Decisor B	Decisor C	Decisor D
Número de beneficiários	0,202	0,1006	0,5064	0,1728
Nível de desenvolvimento dos Projetos	0,0625	0,3238	0,0573	0,0798
Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	0,203	0,0804	0,2053	0,2818
Impacto Ambiental	0,4949	0,4535	0,1485	0,4031
Tempo de espera da solicitação	0,0386	0,0417	0,0825	0,0626

Fonte: Elaborada pela autora.

Para agregar a preferência de todos os decisores, Passos (2010) afirma que o método AHP sugere que se adote o procedimento de efetuar a média geométrica de cada elemento dos vetores de peso. Wolff (2008) destaca que, nessa situação, a única média que funciona é a média geométrica, uma vez que o recíproco da média geométrica em um conjunto de julgamentos é a média geométrica dos recíprocos, obedecendo ao princípio de

reciprocidade da Escala Fundamental de Saaty. Segundo os autores, isso não acontece com a média aritmética ou qualquer outra média (Lucena; Mori, 2018). Dessa forma, foi realizada a média geométrica dos pesos de cada critério. O vetor final de pesos está apresentado na Tabela 11.

Tabela 11- Vetor final de pesos dos critérios do método AHP

Número de beneficiários	0,281837
Nível de desenvolvimento dos Projetos	0,15605
Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	0,248323
Impacto Ambiental	0,422325
Tempo de espera da solicitação	0,09372

Fonte: Elaborada pela autora.

Após definidos os pesos de cada critério, o método TOPSIS foi aplicado com duas normalizações para classificar os projetos com base nos critérios ponderados. Utilizou-se o *Excel* e o programa *Three Decision Methods* [3DM] para os referidos cálculos. Para iniciar a aplicação do método mensurou-se o desempenho de cada projeto em cada critério de decisão definido anteriormente formando desta forma a matriz de decisão (tabela 12).

Tabela 12- Matriz de decisão

Projetos	Número de beneficiários	Desenvolvimento dos projetos. (Possui todos os projetos?)	Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	Impactos Ambientais	Tempo de espera da solicitação
Projeto 1	3	3	3	3	9
Projeto 2	3	2	3	3	9
Projeto 3	1	2	3	2	8
Projeto 4	1	1	1	2	9
Projeto 5	2	2	3	1	7
Projeto 6	2	2	3	1	15
Projeto 7	1	3	1	1	10
Projeto 8	3	2	3	3	12
Projeto 9	2	1	1	2	5
Projeto 10	2	2	3	3	10
Projeto 11	3	1	2	3	10
Projeto 12	3	1	3	3	10
Projeto 13	3	1	3	2	6
Projeto 14	3	1	2	1	5
Projeto 15	1	2	3	1	8
Projeto 16	3	1	3	1	10
Projeto 17	3	1	1	1	12
Projeto 18	3	1	3	3	6
Projeto 19	3	1	2	3	6
Projeto 20	1	1	3	2	6
Projeto 21	1	1	2	2	4

Continua

Tabela 12- Matriz de decisão

Projetos	Número de beneficiários	Desenvolvimento dos projetos. (Possui todos os projetos?)	Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	Impactos Ambientais	Tempo de espera da solicitação
Projeto 22	3	1	3	3	10
Projeto 23	3	1	2	3	10
Projeto 24	1	1	2	3	10
Projeto 25	3	1	1	2	6
Projeto 26	3	1	3	3	8
Projeto 27	3	1	2	3	9
Projeto 28	1	1	3	3	5
Projeto 29	3	1	2	2	5
Projeto 30	3	1	3	3	5
Projeto 31	3	1	2	3	5
Projeto 32	3	1	2	3	3
Projeto 33	3	1	3	3	3
Projeto 34	3	1	3	3	3
Projeto 35	3	1	2	3	3

Fonte: Elaborada pela autora.

Após a formação da matriz de decisão e da definição dos pesos foi possível a aplicação das duas normalizações através das equações 1 e 2, descritas no item 2.3.2. As matrizes normalizadas e ponderadas podem ser visualizadas nos apêndices B e C. Posteriormente, foram calculadas as distâncias das alternativas até a solução ideal positiva d^+ e até a solução ideal negativa d^- , utilizando as equações 2 e 3. Calculadas as distâncias do passo anterior, o próximo passo é determinar a proximidade relativa S (equação 4). Os apêndices D e E trazem os valores das distâncias e das proximidades relativas calculadas.

3.4 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é um método que investiga o impacto de variações nos dados de entrada sobre os resultados obtidos.

No contexto de problemas multicritério, a solução pode se comportar de duas maneiras após a análise de sensibilidade, conforme definido por Campos (2011):

- a) Estabilidade fraca: ocorre quando, após a análise de sensibilidade, a melhor solução continua a integrar o conjunto de soluções não dominadas. Isso indica que as variações nos dados não provocaram um impacto significativo a ponto de modificar a posição relativa da melhor alternativa em relação às demais.

- b) Estabilidade forte: neste caso, o conjunto de soluções não dominadas permanece inalterado, mesmo após a análise de sensibilidade. Isso significa que as variações nos dados não afetam a composição das soluções consideradas eficientes.

Neste estudo, foi realizada uma análise de sensibilidade considerando um cenário com pesos iguais entre os critérios, assumindo-se que todos possuem a mesma importância relativa. Essa abordagem visa avaliar de que maneira a equiponderação dos critérios impacta os resultados obtidos, permitindo aferir se a solução inicial é robusta ou se depende fortemente das preferências expressas nos pesos originais.

Com base nas etapas descritas na metodologia, os resultados obtidos revelam as classificações finais dos projetos e o impacto das duas abordagens de normalização, as quais serão discutidas na seção seguinte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 13 apresenta a classificação final dos projetos de construção civil analisados, resultante da aplicação do método AHP-TOPSIS-2N com duas abordagens de normalização.

Tabela 13 – Ordenação das alternativas nos dois processos de normalização

Projetos	Localização	Obra - Título	Tipo de Obra	Classificação 1ª Normalização	Classificação 2ª Normalização
Projeto 6	FORTALEZA	2ª Etapa de Construção do Laboratório Multiusuário da Biotecnologia - Bloco 875/ Campus do Pici	Obra paralisada	1º	2º
Projeto 5	FORTALEZA	Central Analítica da Química/ Campus do Pici	Obra paralisada	2º	3º
Projeto 16	SOBRAL	Bloco biblioteca (restauro)	Obra de reforma	3º	1º
Projeto 15	SOBRAL	Biotério medicina sobral	Obra paralisada	4º	6º
Projeto 14	FORTALEZA	Urbanização (pici)	Obra nova	5º	4º
Projeto 17	SOBRAL	Bloco administrativo (restauro)	Obra de reforma	6º	5º
Projeto 7	FORTALEZA	Construção das Residências Universitárias nº 2142 (Av. Universidade)/ Campus Benfica	Obra paralisada	7º	9º
Projeto 13	FORTALEZA	Clínicas de fisioterapia	Obra nova	8º	7º
Projeto 1	FORTALEZA	Reforma do Parque Aquático do IEFES/ Campus do Pici	Obra paralisada	9º	10º
Projeto 29	RUSSAS	Bloco auditório / adm/ / outros	Obra nova	10º	8º
Projeto 3	FORTALEZA	Ampliação e Modernização do Bloco 917 - Departamento de Matemática/ Campus do Pici	Obra paralisada	11º	12º
Projeto 8	FORTALEZA	Hospital universitário (fortaleza)	Obra paralisada	12º	13º
Projeto 2	FORTALEZA	Construção do Ginásio Gymico/ Campus do Pici	Obra paralisada	13º	14º
Projeto 25	QUIXADÁ	Bloco auditório/ adm/ outros	Obra nova	14º	11º
Projeto 12	FORTALEZA	Bloco Instituto de Cultura e Artes / Campus Iracema	Obra nova	15º	15º
Projeto 22	CRATEÚS	Quadra poliesportiva	Obra nova	16º	16º
Projeto 26	QUIXADÁ	Quadra poliesportiva	Obra nova	17º	18º
Projeto 18	SOBRAL	Quadra poliesportiva	Obra nova	18º	19º
Projeto 20	CRATEÚS	Bloco odontologia	Obra nova	19º	17º
Projeto 30	RUSSAS	Quadra poliesportiva	Obra nova	20º	20º
Projeto 10	FORTALEZA	Bloco Labomar (Obra Acquario do Ceará) / Campus Iracema	Obra nova	21º	26º
Projeto 33	ITAPAJÉ	Bloco refeitório e biblioteca	Obra nova	22º	21º
Projeto 34	ITAPAJÉ	Quadra poliesportiva	Obra nova	23º	22º
Projeto 11	FORTALEZA	Urbanização / campus iracema	Obra nova	24º	23º
Projeto 23	CRATEÚS	Urbanização	Obra nova	25º	24º
Projeto 27	QUIXADÁ	Urbanização	Obra nova	26º	25º
Projeto 19	SOBRAL	Urbanização	Obra nova	27º	27º
Projeto 31	RUSSAS	Urbanização	Obra nova	28º	28º
Projeto 32	ITAPAJÉ	Bloco didático	Obra nova	29º	29º
Projeto 35	ITAPAJÉ	Urbanização	Obra nova	30º	30º

Continua

Tabela 13 – Ordenação das alternativas nos dois processos de normalização

Projetos	Localização	Obra - Título	Tipo de Obra	Classificação 1ª Normalização	Classificação 2ª Normalização
Projeto 9	FORTALEZA	Bloco Administrativo e de Laboratórios do IEFES/ Campus do Pici	Obra nova	31º	31º
Projeto 21	CRATEÚS	Bloco didático	Obra nova	32º	32º
Projeto 4	FORTALEZA	Construção do Anexo da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/ Campus do Pici	Obra paralisada	33º	33º
Projeto 28	RUSSAS	Medicina	Obra nova	34º	34º
Projeto 24	QUIXADÁ	Bloco didático	Obra nova	35º	35º

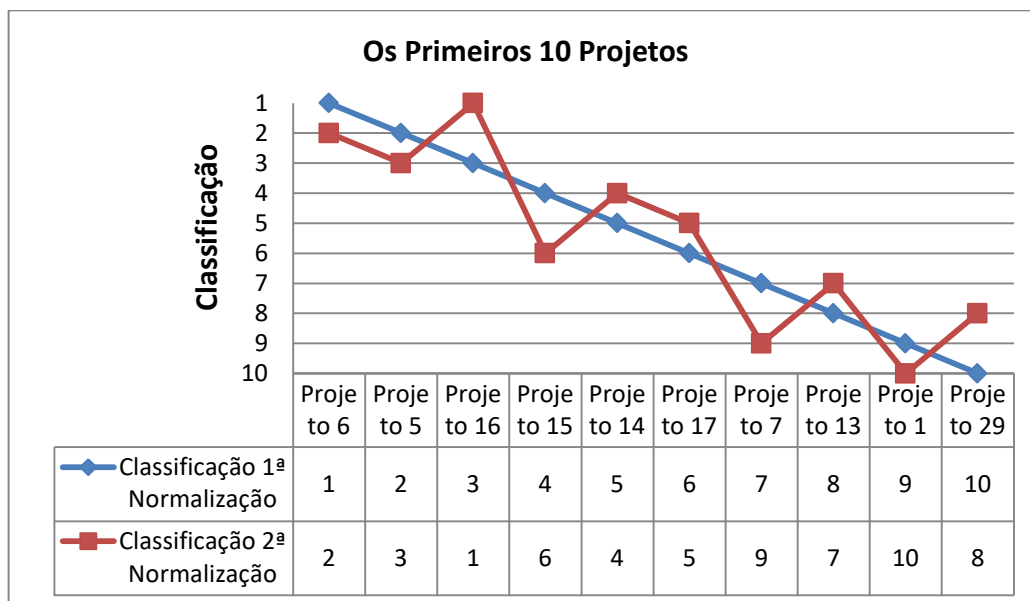
Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com os dados obtidos, os projetos 6 (Construção do Laboratório Multiusuário da Biotecnologia), 5 (Construção da Central Analítica de Química) e 16 (Reforma da Biblioteca Universitária de Sobral) destacaram-se nas primeiras posições em ambas as normalizações. Tal desempenho pode ser atribuído à performance superior desses projetos nos critérios que receberam os maiores pesos na avaliação dos decisores, especialmente impacto ambiental, número de beneficiários e impacto na função fim da universidade, como ensino, pesquisa e extensão.

É importante destacar que esses critérios centrais refletem diretamente os objetivos estratégicos da instituição, demonstrando que o modelo utilizado consegue alinhar a priorização dos projetos às metas institucionais de sustentabilidade e impacto social, conforme enfatizado na introdução do estudo.

O gráfico 1, apresentada a seguir, ilustra a comparação das dez primeiras posições nas duas normalizações, evidenciando a estabilidade entre as avaliações e a coerência do método utilizado.

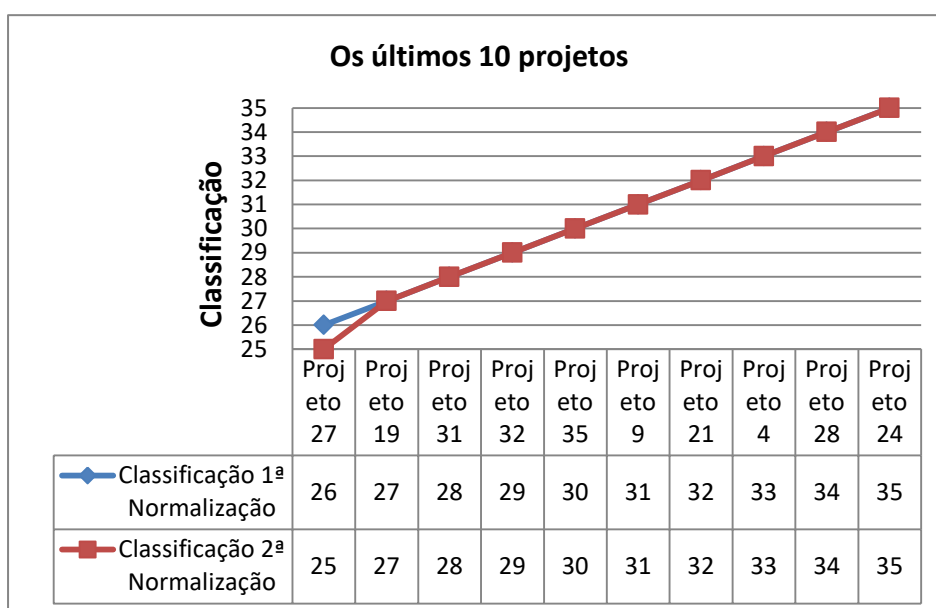
Gráfico 1 – Comparação entre as classificações das 10 primeiras posições nas duas normalizações



Fonte: Elaborada pela autora.

Adicionalmente, o gráfico 2 apresenta os dez últimos colocados na classificação geral, permitindo observar a consistência das posições mais baixas, independentemente da normalização utilizada. Isso reforça a robustez do modelo ao identificar projetos com menor prioridade relativa, conforme os critérios estabelecidos.

Gráfico 2 – Comparação entre as classificações das 10 últimas posições nas duas normalizações.



Fonte: Elaborada pela autora.

A estruturação dos pesos dos critérios, determinada por meio do método AHP, evidenciou a ênfase dos decisores em aspectos de sustentabilidade, abrangência social e contribuição acadêmica das obras. O critério impacto ambiental foi considerado o mais relevante (com peso final de 0,422), seguido pelo impacto na função fim da universidade (0,248) e pelo número de beneficiários (0,281). Em contrapartida, critérios como tempo de espera da solicitação e nível de desenvolvimento dos projetos apresentaram pesos significativamente menores, o que indica que a urgência ou o grau de prontidão da obra não são os fatores predominantes na priorização das alternativas.

Essa priorização dos critérios reforça que o modelo valoriza a qualidade e o impacto institucional das obras, em detrimento de aspectos meramente operacionais ou temporais, o que contribui para decisões estratégicas de longo prazo.

A partir dos dados, é possível observar que a priorização dos projetos não se limita às obras em andamento ou novas, mas também inclui obras paralisadas, o que amplia o escopo do planejamento estratégico e possibilita uma avaliação integrada das demandas institucionais. Por exemplo, projetos classificados como obras paralisadas, como a reforma do Parque Aquático do IEFES no Campus do Pici (Projeto 1) e o Biotério de Medicina em Sobral (Projeto 15), aparecem em posições intermediárias, enquanto obras novas, como o Bloco de Odontologia em Crateús (Projeto 20), o Bloco Didático em Quixadá (Projeto 24), o Projeto 14 (Urbanização no Campus do Pici) e o Projeto 29 (Bloco Auditório em Russas), apresentam classificações variadas. Isso demonstra que a prioridade não está vinculada ao status da obra, mas sim a uma avaliação integrada dos critérios.

Além disso, o estudo permitiu identificar que, caso os recursos disponíveis sejam direcionados para um campus específico ou para a conclusão de obras paralisadas, a ordenação estabelecida permite o ajuste fino das prioridades dentro desses cenários específicos. Essa flexibilidade evidencia o potencial do modelo como uma ferramenta dinâmica de apoio à decisão, permitindo que gestores adaptem as prioridades conforme diferentes contextos e restrições, um aspecto fundamental para o planejamento público eficiente.

Se a alocação de recursos for direcionada especificamente para a conclusão de obras paralisadas, a priorização das mesmas, com base nas classificações obtidas nas duas normalizações, seria a seguinte:

1. Laboratório Multiusuário da Biotecnologia (Projeto 6) – Classificado em 1º lugar na 1ª normalização e 2º na 2ª normalização, o que destaca sua relevância para as áreas de pesquisa e inovação da universidade.

2. Central Analítica da Química (Projeto 5) – Classificado em 2º lugar na 1ª normalização e 3º na 2ª normalização, com grande impacto nas atividades acadêmicas e pesquisa científica.
3. Biotério de Medicina Sobral (Projeto 15) – Classificado em 4º lugar na 1ª normalização e 6º na 2ª normalização, essencial para os estudos biológicos e a pesquisa científica.
4. Residências Universitárias (Projeto 7) – Classificado em 7º lugar na 1ª normalização e 9º na 2ª normalização, com grande importância para moradia estudantil e integração acadêmica.
5. Reforma do Parque Aquático do IEFES (Projeto 1) – Classificado em 9º lugar na 1ª normalização e 10º na 2ª normalização, relevante para as atividades de ensino e extensão.

Esses projetos, sendo obras paralisadas, possuem uma alta prioridade devido ao impacto significativo que teriam na infraestrutura acadêmica e científica. Mesmo não estando em andamento, sua conclusão poderia ser crucial para a evolução de atividades vitais para a instituição. Obras como o Projeto 4 (Anexo Pró-Reitoria de Pesquisa) e o Projeto 3 (Bloco 917 do Departamento de Matemática) ficaram em posições mais baixas, indicando uma prioridade menor, caso os recursos se concentrassem na conclusão das obras paralisadas.

Essa flexibilidade é essencial para ajustar as prioridades conforme as condições financeiras ou administrativas variáveis, permitindo que o processo decisório seja adaptável a diferentes cenários. O modelo de priorização se mostrou robusto ao apontar as obras de maior impacto, mesmo considerando o status de "paralisada", o que evidencia a eficiência do modelo AHP-TOPSIS-2N no apoio à gestão estratégica de obras de construção civil.

Adicionalmente, a análise mostra que a ordem de prioridade é distribuída entre diferentes campi — Fortaleza, Sobral, Crateús, Quixadá, Russas e Itapajé — refletindo a diversidade das necessidades regionais da instituição. Mesmo dentro de um mesmo campus, projetos de diferentes tipos (reformas, ampliações, urbanização, obras novas) apresentam classificações distintas, o que evidencia a abrangência e o detalhamento do processo decisório.

Essa diversidade geográfica e tipológica reforça a importância do modelo para uma visão integrada e equitativa na alocação de recursos, promovendo o desenvolvimento equilibrado em diferentes regiões da instituição.

4.1 Resultados da análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade foi realizada para avaliar o impacto da variação nos pesos dos critérios sobre a ordem de priorização dos projetos, utilizando a metodologia AHP combinada com TOPSIS nas duas normalizações aplicadas no estudo.

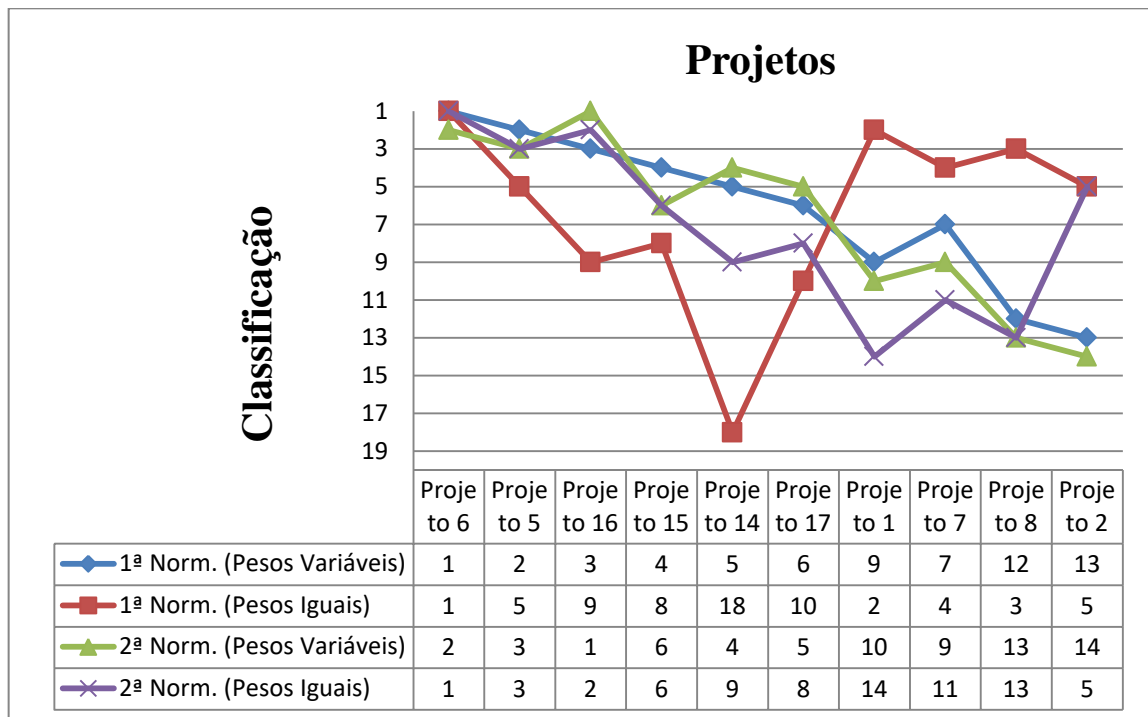
Para essa análise, além dos pesos determinados originalmente pelo método AHP, foi feita uma simulação considerando pesos iguais para todos os critérios, com o objetivo de verificar como a uniformidade na ponderação afetaria a classificação dos projetos.

Os resultados completos dessa simulação estão apresentados no Apêndice F. Os resultados indicam uma estabilidade significativa nas posições dos projetos, mesmo com a variação dos pesos. Projetos como o Projeto 6 (Construção do Laboratório Multiusuário da Biotecnologia) mantiveram-se na 1ª ou 2ª posição em todas as configurações, evidenciando uma priorização consistente. Da mesma forma, os Projetos 5 (Central Analítica da Química) e 16 (Reforma da Biblioteca Universitária de Sobral) apresentaram desempenho semelhante, mantendo-se entre os três primeiros colocados nas quatro classificações analisadas.

Observa-se que, mesmo com algumas mudanças na posição de certos projetos — como o Projeto 1 (Reforma do Parque Aquático do IEFES) e o Projeto 8 (Hospital Universitário) — a priorização geral não sofre alterações drásticas, mantendo a coerência e a confiabilidade da metodologia adotada.

Além disso, a análise indica que os critérios que receberam maior peso na avaliação (impacto ambiental, número de beneficiários e impacto na função fim da universidade) têm influência significativa na ordenação final, mas a metodologia permite uma flexibilidade que assegura a estabilidade das decisões frente a possíveis variações nos pesos, o que é essencial para garantir a aplicabilidade prática do modelo em contextos institucionais dinâmicos. O gráfico 3 a seguir ilustra as diferenças de posicionamento entre os rankings obtidos com pesos variáveis e pesos iguais, destacando os dez projetos mais bem classificados em cada cenário.

Gráfico 3 – Comparação entre as classificações das 10 primeiras posições nas quatro normalizações.



Fonte: Elaborada pela autora.

A análise de sensibilidade revelou que, mesmo diante da alteração dos pesos dos critérios — variando de uma estrutura com pesos definidos via AHP para uma distribuição igualitária —, o conjunto de projetos mais bem classificados manteve-se em grande parte estável, sobretudo na 2ª normalização. Essa consistência demonstra a robustez da metodologia adotada (AHP-TOPSIS-2N), assegurando que a priorização das alternativas é confiável e não excessivamente dependente de uma única estrutura de pesos. A variação observada na 1ª normalização com pesos iguais, ainda que um pouco mais dispersa, não compromete os principais resultados e reforça a validade do modelo proposto. Essa robustez frente às variações confirma que o método é adequado para ambientes decisórios dinâmicos, comuns no setor público, onde prioridades e critérios podem mudar conforme contextos políticos e financeiros.

Portanto, a análise de sensibilidade reforça a validade do processo decisório proposto, assegurando que as prioridades estabelecidas para os projetos sejam consistentes e confiáveis, mesmo diante de possíveis ajustes nas ponderações dos critérios.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo propor a aplicação de um modelo multicritério de apoio à decisão para a seleção e priorização de projetos de obras no contexto de uma instituição pública de ensino superior, utilizando o método híbrido AHP-TOPSIS-2N. A metodologia foi desenvolvida de forma a integrar múltiplas dimensões, tanto qualitativas quanto quantitativas, oferecendo uma ferramenta robusta para otimizar o uso de recursos públicos e garantir que as obras priorizadas atendam às necessidades institucionais de forma eficiente e estratégica.

Foram atendidos todos os objetivos específicos estabelecidos. Inicialmente, realizou-se uma análise do planejamento de obras públicas e dos processos de seleção e priorização de projetos, evidenciando a complexidade e os desafios enfrentados na alocação eficiente de recursos. Em seguida, foram definidos os critérios relevantes para a hierarquização das alternativas, com base em diretrizes estratégicas da instituição e nas contribuições dos decisores. O estudo também foi bem-sucedido na agregação das preferências dos decisores, por meio da aplicação do método AHP, e, por fim, na utilização do modelo multicritério AHP-TOPSIS-2N para a ordenação dos projetos de forma sistematizada.

Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação do modelo foi eficaz na classificação e priorização dos projetos, levando em consideração critérios técnicos e estratégicos essenciais para o desenvolvimento acadêmico, social e ambiental da universidade. Os projetos mais bem classificados, como o Laboratório Multiusuário da Biotecnologia (Projeto 6), a Central Analítica da Química (Projeto 5) e a Reforma da Biblioteca Universitária de Sobral (Projeto 16), destacaram-se devido ao impacto significativo nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, que são fundamentais para o fortalecimento da instituição.

Além disso, a introdução da segunda normalização (TOPSIS-2N) foi um diferencial importante, pois permitiu uma análise de sensibilidade mais detalhada, validando a estabilidade do modelo diante de variações nos pesos atribuídos aos critérios. Mesmo com ajustes nos pesos, a classificação dos projetos manteve-se relativamente estável, evidenciando a robustez da abordagem aplicada. A análise também demonstrou que a priorização não depende exclusivamente do status da obra (em andamento, nova ou paralisada), mas sim de uma avaliação integrada de aspectos como impacto ambiental, número de beneficiários e contribuição para a função fim da universidade.

A flexibilidade do modelo AHP-TOPSIS-2N se reflete na possibilidade de ajustes finos nas prioridades, considerando diferentes cenários, como a alocação de recursos para a conclusão de obras paralisadas. Esse fator é particularmente relevante em contextos administrativos e financeiros dinâmicos, permitindo uma adaptação eficiente às condições variáveis da instituição. A priorização das obras paralisadas, como o Biotério de Medicina Sobral (Projeto 15) e o Parque Aquático do IEFES (Projeto 1), reforça a importância de concluir projetos que já estão em andamento, mas ainda não finalizados, pois sua conclusão impacta diretamente na infraestrutura acadêmica e científica da universidade.

Além de sua aplicação prática, este estudo apresenta uma contribuição científica relevante ao aplicar o modelo AHP-TOPSIS-2N no contexto da gestão pública, mais especificamente na priorização de obras de infraestrutura em uma instituição pública de ensino superior. Embora o método AHP-TOPSIS-2N seja relativamente recente e ainda em expansão na literatura, sua utilização neste trabalho, voltada à priorização de projetos públicos, representa uma inovação relevante. A adaptação do modelo a esse cenário institucional contribui para ampliar seu campo de aplicação e oferece um referencial metodológico aplicável a outras organizações que enfrentam desafios semelhantes.

Em termos de pesquisa futura, recomenda-se a aplicação do modelo ao longo do tempo, permitindo a avaliação contínua do desempenho dos projetos e a revisão periódica das prioridades. Além disso, seria interessante expandir a análise, incorporando critérios econômicos, avaliação de riscos e comparações com outros métodos multicritério, ampliando ainda mais o leque de possibilidades e a robustez do modelo. O estudo também sugere o aprofundamento de investigações sobre a adaptação do modelo a diferentes contextos interinstitucionais, promovendo uma gestão mais estratégica e eficiente dos recursos públicos.

Em suma, este trabalho reforça a importância do uso de soluções analíticas e estruturadas para o planejamento no setor público, destacando como métodos multicritério podem melhorar a racionalidade e a efetividade nas decisões governamentais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e equilibrado da sociedade.

REFERÊNCIAS

- ABBASIANJAHROMI, Hamidreza; RAJAIE, Hossein. Developing a project portfolio selection model for contractor firms considering the risk factor. **Journal of Civil Engineering and Management**, Teerã , v. 18, n. 6, p. 879-889, 20 nov. 2012. DOI <https://doi.org/10.3846/13923730.2012.734856>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/13923730.2012.734856>. Acesso em: 30 Ago. 2024.
- ABDULGADER, Fathia Sghayer; EID, Rajeh; DANESHVAR ROUYENDEGH, Babak. Development of decision support model for selecting a maintenance plan using a fuzzy MCDM approach: a theoretical framework. **Applied Computational Intelligence and Soft Computing**, Ancara, v. 2018, n. 1, p. 9346945, 1 nov. 2018. DOI <https://doi.org/10.1155/2018/9346945>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2018/9346945>. Acesso em: 10 Ago. 2024.
- ABDUL LATEEF OLANREWAJU, A. Quantitative analysis of defects in university buildings: user perspective. **Built Environment Project and Asset Management**, Tronoh, v. 2, n. 2, p. 167-181, 16 nov. 2012. DOI 10.1108/20441241211280909. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/20441241211280909/full/html>. Acesso em: 23 jun. 2024.
- AKANDE, O. K. *et al.* Exploring factors influencing of project management success in public building projects in Nigeria. **YBL Journal of Built Environment**, Ninna, v. 6, n. 1, p. 47-62, 2018. Disponível em: <https://intapi.sciendo.com/pdf/10.2478/jbe-2018-0004>. Acesso em: 15 jun. 2024.
- AHRIZ, Souad *et al.* Cobit 5-based approach for IT project portfolio management: Application to a Moroccan university. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, Casablanca, v. 9, n. 4, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Abir-Yamami/publication>. Acesso em: 10 out. 2024.
- ALBTOUSH, AM Faten *et al.* Critical success factors of construction projects in Jordan: An empirical investigation. **Asian Journal of Civil Engineering**, Pehang, v. 23, n. 7, p. 1087-1099, 01 jul. 2022. DOI 10.1007/s42107-022-00470-8. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42107-022-00470-8>. Acesso em: 15 jun. 2024.
- ALMEIDA, Adiel Teixeira de. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.
- ARAÚJO, Jonathas Vinícius Gonzaga Alves; SANTOS, Marcos dos; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Método multicritério de apoio à decisão AHP-TOPSIS-2N aplicado em licitações para melhoria do controle de gastos públicos**. 2022. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- BARBOSA, Marcos Antonio; ZANARDINI, Ricardo Alexandre D. **Iniciação à pesquisa operacional no ambiente de gestão**. Curitiba: Ibpx, 2010.
- BARCAUI, André B. **PMO-Escritórios de Projetos, Programas e Portfólio na prática**. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.

BELTON, Valerie *et al.* **MCDA em um contexto mais amplo. Análise de decisão de critérios múltiplos: uma abordagem integrada.** Berlim: Springer, 2002. p. 293-329.

BEN, Fernando. Utilização do método AHP em decisões de investimento ambiental. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 26., 2006, Caxias do Sul. **Anais [...]**. Rio Grande do Sul: UCS, 2006. p. 1-8.

BEZERRA, Nathalia Dutra; MIRANDA, Julia Alves; MOREIRA, Artur Luiz Santana. Análise hierárquica de critérios no processo de escolha para abertura de conta universitária. **Caderno Profissional de Administração da UNIMEP**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 79-101, 2016. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/78744740/113-libre.pdf?1642203186>. Acesso em: 20 set. 2024.

BOZZA, Gabriel *et al.* **Three Decision Methods (3DM) Software Web (v. 1).** Titular: Marcos dos Santos. BR n. 51 2020 002204-9. Depósito: 15 out. 2020. Concessão: 20 de out. 2020.

BRASIL. **Constituição Federal.** Brasil, 1988.

BRASIL. **Indicadores de Fluxo da Educação Superior. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)**, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior/resultados>> Acesso em: 24 out. 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras públicas.** 3 ed. Brasília: SecobEdif, 2014.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Obras públicas: 10 passos.** Brasília: TCU, 2021.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Obras públicas: Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura.** Brasília: TCU, 2021.

CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmão *et al.* Análise multicritério da ecoeficiência do transporte de cargas com veículos leves. **Transportes**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 68-83, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/transportes.v26i1.1313>. Acesso em: 20 set. 2024.

CAITANO, Ana Livia *et al.* **Aplicação do método híbrido AHP-TOPSIS-2n para escolha de sistema de transporte urbano: um estudo de caso no município de Magé/RJ.** 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg>. Acesso em: 20 set. 2024.

ÇALIK, Ahmet; ÇIZMECIOĞLU, Sinan; AKPINAR, Ayhan. An integrated AHP-TOPSIS framework for foreign direct investment in Turkey. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, Konya, v. 26, n. 5-6, p. 296-307, 14 ago. 2019. DOI <https://doi.org/10.1002/mcda.1692> Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mcda.1692> Acesso em: 20 set. 2024.

CAMPOS, Vanessa Ribeiro. **Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento.** 2011. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CHANTER, Barrie; SWALLOW, Peter. **Building maintenance management.** Hoboken: Blackwell, 2008.

CHOUDHARY, Devendra; SHANKAR, Ravi. An STEEP-fuzzy AHP-TOPSIS framework for evaluation and selection of thermal power plant location: A case study from India. **Energy**, Delhi, v. 42, n. 1, p. 510-521, 2012. DOI <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.03.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544212002010>. Acesso em: 20 set. 2024.

COLOMBO, Danilo; SANTOS, Marcos; GOMES, Carlos Francisco Simões. Seleção da melhor configuração de poço de petróleo para o desenvolvimento de um campo utilizando o método AHP TOPSIS 2N. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 3, 2020, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: IME, 2019. p. 2520-2535.

COSTA, David de Oliveira *et al.* **Impacto do índice de capacidade do processo nos custos industriais: uma abordagem à estatística inferencial e ao método multicritério AHP-TOPSIS-2N**. 2023. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/>. Acesso em: 20 set. 2024.

DABOUS, Saleh Abu; AL-KHAYYAT, Ghadeer; FERROZ, Sainab. Utility-based road maintenance prioritization method using pavement overall condition rating. **The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering**, Sharjah, v. 15, n. 1, p. 126-146, 2020. Disponível em: <https://journals.rtu.lv/index.php/BJRBE/article/view/bjrbe.2020-15.464>. Acesso em: 20 set. 2024.

DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; GEIGER, Martin J.; COSTA MORAIS, Danielle. Challenges in multicriteria decision methods. **IMA Journal of Management Mathematics**, Recife, v. 29, n. 3, p. 247-252, 3 jul. 2018. DOI <https://doi.org/10.1093/imaman/dpy005>. Disponível em: <https://academic.oup.com/imaman/article/29/3/247/4951675?login=true>. Acesso em: 20 set. 2024.

DE MEDICI, Stefania; SENIA, Carla. Ottimizzazione dei servizi di manutenzione per l'edilizia universitaria. **TECHNE: Journal of Technology for Architecture & Environment**, Catania, v. 9, 2015. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net>. Acesso em: 20 set. 2024.

DERMAWAN, Hans. Comparative study on the level of interest in the maintenance of apartment and office building in Jakarta. In: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, 2019, Jakarta. **Anais [...]**. Jakarta: OP Publishing, 2019. p. 012-027. DOI 10.1088/1757-899X/620/1/012027. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/620/1/012027/meta>. Acesso em: 08 out. 2024.

ENNES, Anderson Alaminio *et al.* **Priorização De Manutenção Preventiva Utilizando Método Híbrido Ahp-Topsis-2n: Estudo De Caso Em Distribuidora De Energia Elétrica**. 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Santos-85/publication>. Acesso em: 20 set. 2024.

ESTEVES, Juliana Cardoso; FALCOSKI, Luiz Antonio Nigro. Gestão do processo de projetos em universidades públicas: estudos de caso. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 67-87, 2013. DOI <https://doi.org/10.11606/gtp.v8i2.80950>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/80950>. Acesso em: 20 set. 2024.

FACCO, Gleci Becker *et al.* **Arrecadação e destinação de recursos próprios em universidades federais brasileiras**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229157>. Acesso em: 30 set. 2024.

GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro. Modelagem do risco no apoio à tomada de decisão. **Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2016. Disponível em: <https://revista.unifeso.edu.br/index.php/revistacienciatecnologiainovacao/article/view/374>. Acesso em: 23 set. 2024.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2019.

HASHEMIZADEH, A.; JU, Y. Project portfolio selection for construction contractors by MCDM–GIS approach. **International Journal of Environmental Science and Technology**, Shenzhen, v. 16, p. 8283-8296, 2019. DOI 10.1007/s13762-019-02248-z. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-019-02248-z>. Acesso em: 20 set. 2024.

HWANG, Ching-Lai *et al.* **Methods for multiple attribute decision making. Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey**, New York: Springer, 1981, p. 58-191. DOI 10.1007/978-3-642-48318-9_3. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-48318-9_3. Acesso em: 20 set. 2024.

IRWANSYAH, Mirza *et al.* Reconstruction and Maintenance Priority Buildings in Aceh Besar Regency. In: JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES. 2019, Aceh. **Anais [...]**. Indonésia: OP Publishing, 2022. p. 012-043. DOI 10.1088/1742-6596/2394/1/012043. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2394/1/012043/meta>. Acesso em: 20 set. 2024.

ISSA, Amjad; AWAD, Riyad. Development of maintenance composite priority index for buildings in Palestine: A pilot case study. In: AIP CONFERENCE PROCEEDINGS. 2019, Najah. **Anais [...]**. Palestina: OP Publishing, 2017. DOI <https://doi.org/10.1063/1.5011571>. Disponível em: <https://pubs.aip.org/aip/acp/article/1903/1/070002/856305/Development-of-maintenance-composite-priority>. Acesso em: 20 set. 2024.

KHEYRAIE, A. Hossein; MIRHOSSEINI, S. Mohammad; ZEYGHAMI, Ehsan Allah. Proposing A Comprehensive Portfolio Management Model For Contractor Companies In Construction Industry Using Multi-Criteria Decision-Making Techniques And Fuzzy Logic. **Journal of Positive School Psychology**, Arak, p. 6786–6799, 2022. Disponível em: <http://184.168.115.16/index.php/jpsp/article/view/4644>. Acesso em: 20 set. 2024.

LI, Hongbo; CHEN, Rui; ZHANG, Xianchao. Uncertain Public R&D Project Portfolio Selection Considering Sectoral Balancing and Project Failure. **Sustainability**, Xangai, v. 14, n. 23, p. 15774, 2022. DOI <https://doi.org/10.3390/su142315774>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/23/15774>. Acesso em: 20 set. 2024.

LIMA, Sandro Bessa; SANTOS, Marcos; GOMES, Andre Souza. Aplicação do método proppaga para priorização de vulnerabilidades no desenvolvimento de solução sast em cybersecurity. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. n. 4, 2022, São Paulo. **Anais [...]**. Mato Grosso Do Sul: UFGD 2022. Disponível em: <https://ocs.ufgd.edu.br/index.php?conference=sinep&schedConf=ivsinep&page=paper&op=view&path%5B%5D=1590>. Acesso em: 20 set. 2024.

LIMA, Edileusa Esteves; MACHADO, Lucília Regina de Souza. Reuni e Expansão Universitária na UFMG de 2008 a 2012. **Educação & Realidade**, Minas Gerais, v. 41, p. 383-406, jun. 2016. DOI <https://doi.org/10.1590/2175-623654765> .Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edreal/a/KN5tkssYxCcBN5KQkwjf8qD/>. Acesso em: 20 set. 2024.

LIMA, Maria Teresa de Araujo de; OLIVEIRA, Elaine Cristina Batista de; ALENCAR, Luciana Hazin. Modelo de apoio à decisão para priorização de projetos em uma empresa de saneamento. **Production**, Recife, v. 24, p. 351-363, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132013005000072>. <https://www.scielo.br/j/prod/a/YKsmMfLvpFC7JWwYSCxYDQd/?lang=pt>. Acesso em: 17 nov. 2024.

LUCENA, Arthur Felipe Echs; DE MORI, Luci Mercedes. Uso do analytic hierarchy process (AHP) para Hierarquização de Métodos de Mensuração do Grau de Aplicação da Construção Enxuta. **Revista Gestão Industrial**, Maringá, v. 14, n. 4, 2018. DOI: 10.3895/gi.v14n4.7736. Acesso em 17 jan. 2025.

LUCAS, Felipe Fortuna. **Avaliação de empresas no setor de óleo e gás mediante o uso do método AHP-TOPSIS 2N**. 2023. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFF-2_0c7ed021b90fda0c5439b5613abc29bd. Acesso em 13 nov. 2024.

MA, Junfeng *et al.* Sustainability driven multi-criteria project portfolio selection under uncertain decision-making environment. **Computers& Industrial Engineering**, Emirados Arabes, v. 140, p. 106236, fev. 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106236>.Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835219307053>. Acesso em: 20 set. 2024.

MACETA, Paulo Rafael Minetto; BERSANETI, Fernando Tobal; CARVALHO, Marly Monteiro. Gerenciamento de portfólio de projetos no setor público: uma revisão da literatura. **Revista Produção Online**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 222-244, 2017. doi <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v17i1.2428>.Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2428>. Acesso em: 20 set. 2024.

MENDES PARAGUASSU, Deyves; da SILVA MACEDO, Marcelo Alvaro. Seleção de fornecedores no setor público: um estudo de caso em bio-manguinhos/fiocruz. **Journal of Administrative Sciences/Revista Ciências Administrativas**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, 2013. Disponível em: <https://research.ebsco.com/c/bui5nc/search/details/oak75lwhbj?db=aph>. Acesso em: 02 Jan. 2025.

MOHAGHEGHI, Vahid *et al.* **Project portfolio selection problems: a review of models, uncertainty approaches, solution techniques, and case studies**. 2019. DOI 11410-Article Text-32766-2-10-20191210. Disponível em: <https://etalpykla.vilniustech.lt/handle/123456789/148554>. Acesso em: 20 set. 2024.

MORAES, Renato de Oliveira; KRUGLIANSKAS, Isak. O gerente de projetos de TI em organizações com níveis de maturidade diferenciados. **Production**, São Paulo, v. 22, p. 839-850, dez. 2012. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-65132012005000060>.Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/Ts5zPDRBXytqCxWBCVJspJF/?lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2024.

MORITA, Carlos Yoshio *et al.* Prioritization of resources in cartographic work using multicriteria methods: AHP, AHP-Gaussian and AHP-TOPSIS-2N.: Priorização de recursos

na execução de trabalhos cartográficos empregando métodos multicritério: AHP, AHP-Gaussiano e AHP-TOPSIS-2N. **Concilium**, Amazonas, v. 23, n. 13, p. 247-266, 2023.

NASCIMENTO, Cláudia Rafaela Saraiva de Melo Simões. **Modelo para priorização de projetos em instituições públicas federais associado à implementação do BIM: uma aplicação na Universidade Federal de Pernambuco**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de Engenharia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

NASCIMENTO, Cláudia Rafaela Saraiva de Melo Simões; ALMEIDA-FILHO, Adiel Teixeira de; PEREZ PALHA, Rachel. A TOPSIS-based framework for construction projects' portfolio selection in the public sector. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Recife, dez. 2023. DOI 10.1108/ecam-05-2023-0534. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ecam-05-2023-0534/full/html>. Acesso em: 20 set. 2024.

NASCIMENTO MAÊDA, Sérgio Mitihiro *et al.* **Aplicação do método híbrido AHP-TOPSIS-2N para seleção de um helicóptero de ataque a ser adquirido pela Marinha do Brasil**. 2020. Disponível em: https://convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo_21953_2020121336.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.

NASSIF, Lilian Noronha; SANTIAGO FILHO, João Carlos; NOGUEIRA, José Marcos. Project portfolio selection in public administration using fuzzy logic. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, Minas Gerais, v. 74, p. 41-50, mar. 2013. DOI <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.03.036>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813004655>. Acesso em: 20 set. 2024.

NIELSEN, Jeppe Agger; PEDERSEN, Keld. IT portfolio decision-making in local governments: Rationality, politics, intuition and coincidences. **Government information quarterly**, Aalborg, v. 31, n. 3, p. 411-420, jul. 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.giq.2014.04.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X14000926>. Acesso em: 20 set. 2024.

OLIVEIRA, Wellington Aparecido; DE ALMEIDA MENDES, Talita; TOREZZAN, Cristiano. **Uma abordagem multicritério para a gestão de empreendimentos em Universidades Públicas**. 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbpo/sbpo-2019/trabalhos/uma-abordagem-multicriterio-para-a-gestao-de-empreendimentos-em-universidades-pu?lang=pt-br>. Acesso em: 20 set. 2024.

OUMA, Yashon O.; OPUDO, J.; NYAMBENYA, S. Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS for road pavement maintenance prioritization: methodological exposition and case study. **Advances in Civil Engineering**, Kenya, v. 2015, n. 1, p. 140189, jul. 2015. DOI <https://doi.org/10.1155/2015/140189>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2015/140189>. Acesso em: 20 set. 2024.

PALHA, Rachel Perez. Negotiation throughout flexible and interactive tradeoffs applied to construction procurement. **Automation in Construction**, Recife, v. 99, p. 39-51, 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.12.002>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580518304473>. Acesso em: 05 out. 2024.

PASSOS, A. C. **Definição de um índice de qualidade para distribuidoras de energia elétrica utilizando o apoio multicritério à decisão e análise de séries temporais**. 2010. Dissertação (Mestrado em engenharia) - Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

PESSANHA, Marcos Pinheiro *et al.* **Seleção Da Melhor Proposta De Geração Solar Fotovoltaica Para Uma Propriedade Rural Utilizando O Método Ahp-Topsis-2n**. 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Augusto-Pessanha/publication>. Acesso em: 24 set. 2024.

PRAKASH, Chandra; BARUA, Mukesh Kumar. Integration of AHP-TOPSIS method for prioritizing the solutions of reverse logistics adoption to overcome its barriers under fuzzy environment. **Journal of Manufacturing Systems**, Haryana, v. 37, p. 599-615, out. 2015. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2015.03.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612515000175>. Acesso em: 30 set. 2024.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, **Guia do Conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBok)**. Pensilvânia, 2017.

REZAHOSEINI, Ali; GHANNADPOUR, Seyed Farid; HEMMATI, Maryam. A comprehensive mathematical model for resource-constrained multi-objective project portfolio selection and scheduling considering sustainability and projects splitting. **Journal of Cleaner Production**, Irã, v. 269, p. 122073, out. 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122073>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262032120X>. Acesso em: 15 set. 2024.

SAATY, Thomas. The analytic hierarchy process (AHP) for decision making. *In*: SAATY, Thomas L. **Analytic Hierarchy Process**. Petersburgo: McGraw-Hill, 1980. p. 69.

SAATY, Thomas L. Some mathematical topics in the analytic hierarchy process. *In*: SAATY, Thomas L. **Mathematical models for decision support**. Berlim: Springer Berlin Heidelberg, 1988. p. 89-107. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-83555-1_4. Acesso em: 20 set. 2024.

SAATY, Thomas L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International journal of services sciences**, Petersburgo, v. 1, n. 1, p. 83-98, mar. 2008. DOI <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>. Disponível em: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJSSCI.2008.017590>. Acesso em: 20 set. 2024.

SANTANA, Bianca Rodrigues *et al.* **Utilização do método AHP TOPSIS 2N na tomada de decisão para aperfeiçoamento da gestão à vista em uma organização**. 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg>. Acesso em: 24 set. 2024.

SELIUTINA, Larisa; EGOROVA, Marina; BULGAKOVA, Kseniia. Modelling of investment processes in the sphere of social house building. *In*: CBU INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDINGS, Petersburgo. **Anais [...]**. Petersburgo: PGUPS, Set. 2017. p. 67-72. DOI <https://doi.org/10.12955/cbup.v5.904>. Disponível em:

<http://www.cbuni.cz.ojs.journals.cz/index.php/CBUIC/article/view/904>. Acesso em: 20 set. 2024.

SERRÃO, Ludimila Coelho *et al.* Método multicritério AHP-TOPSIS-2N aplicado à decisão de compra de imóvel em Manaus (Brasil). **Revista Contemporânea**, Manaus, v. 3, n. 12, p. 31544-31569, dez. 2023. DOI <https://doi.org/10.56083/RCV3N12-341>. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/2077>. Acesso em: 20 set. 2024.

SOUZA, Daniel Soares *et al.* Aprimorando Seleções Acadêmicas com Técnicas de Entropia e Método AHP-TOPSIS-2N. **Navus-Revista de Gestão e Tecnologia**, Brasília, v. 14, 2024. <https://navus.sc.senac.br/navus/article/view/1894>. <https://doi.org/10.22279/navus.v14.1894>. Acesso em: 05 out. 2024.

SOUZA, L. P.; BARROS, A. P.; GOMES, Carlos Francisco Simões. Comitê de Governança de TI: um modelo Decisório para Ordenamento e Priorização de Portfólio de Projetos de Investimento por Método Híbrido de Técnicas de Auxílio Multicritério. *In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA*, 13., 2016, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UFF, 2016. p. 30-46. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/10924200.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

SOUZA, Leandro Peçanha; GOMES, Carlos Francisco Simões; BARROS, Alexandre Pinheiro. Implementation of new hybrid AHP–TOPSIS-2N method in sorting and prioritizing of an it CAPEX project portfolio. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, Niteroi, v. 17, n. 04, p. 977-1005, 2018. DOI <https://doi.org/10.1142/S0219622018500207>. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219622018500207>. Acesso em: 20 set. 2024.

SOUZA, Rennaly Patricio; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. **Condicionantes institucionais ao investimento em infraestrutura: elaboração, avaliação e seleção de projetos**. 2016. DOI <https://hdl.handle.net/10419/177455>. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/177455>. Acesso em: 20 set. 2024.

STENTOFT ARLBJØRN, Jan; FREYTAG, Per Vagn; THOMS, Lisa. Portfolio management of development projects in Danish municipalities. **International Journal of Public Sector Management**, Dinamarca, v. 28, n. 1, p. 11-28, jan. 2015. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijpsm-03-2014-0047/full/html>. Acesso em: 20 set. 2024.

ŠTOK, Ksenija Tijanić; CAR-PUŠIĆ, Diana; MARENJAK, Saša. Elementary School Buildings Condition Assessment: Case of Primorje-Gorski Kotar County (Croatia). **Advances in civil and architectural engineering**, Rijeka, v. 14, n. 26, p. 95-117, abr. 2023. DOI <https://doi.org/10.13167/2023.26.7>. Disponível em: <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/aca/article/view/23924>. Acesso em: 20 set. 2024.

TAVANA, Madjid *et al.* A fuzzy hybrid project portfolio selection method using data envelopment analysis, TOPSIS and integer programming. **Expert Systems with Applications**, Teerã, v. 42, n. 22, p. 8432-8444, dez. 2015. DOI <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.06.057>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417415004595>. Acesso em: 20 set. 2024.

TRINDADE, Rachel Medina *et al.* **Selecionando um Enterprise Resource Planning (ERP) a partir do método híbrido AHP-TOPSIS-2n**. 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg>. Acesso em: 20 set. 2024.

VETSCHERA, Rudolf; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. A PROMETHEE-based approach to portfolio selection problems. **Computers & Operations Research**, Viena, v. 39, n. 5, p. 1010-1020, 2012. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cor.2011.06.019>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030505481100181X>. Acesso em: 01 set. 2024.

VILKKUMAA, Eeva; SALO, Ahti; LIESIÖ, Juuso. Multicriteria portfolio modeling for the development of shared action agendas. **Group decision and negotiation**, Finlândia, v. 23, p. 49-70, fev. 2014. DOI 10.1007/s10726-012-9328-0. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10726-012-9328-0>. Acesso em: 20 set. 2024.

WALCZAK, Dariusz; RUTKOWSKA, Aleksandra. Project rankings for participatory budget based on the fuzzy TOPSIS method. **European Journal of Operational Research**, Polônia, v. 260, n. 2, p. 706-714, jul. 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.12.044>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221716310785>. Acesso em: 20 set. 2024.

WING, Alan Chong Kim; MOHAMMED, Abdul Hakim; ABDULLAH, Mat Naim. Factors for maintenance priority in Malaysian university. **Sains Humanika**, Malásia, v. 8, n. 4-3, dez. 2016. DOI <https://doi.org/10.11113/sh.v8n4-3.1075>. Disponível em: <https://sainshumanika.utm.my/index.php/sainshumanika/article/view/1075>. Acesso em: 4 jul. 2024.

WOLFF, C. S. **O método AHP: revisão conceitual e proposta de simplificação**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Faculdade de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/PUC_RIO-1_3b5678c03484343633c6ee800b6675fa. Acesso em 13 fev. 2025

YUSUF, Mahmood; YUSUF, Mahmood; ABDULLAH MOHD ASMONI, Mat Naim. A review and compilation of critical success factors for the implementation of maintenance at Nigerian public universities. **Journal of Facilities Management**, Malásia, v. 20, n. 4, p. 538-557, set. 2022. DOI 10.1108/jfm-10-2020-0073. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/jfm-10-2020-0073/full/html>. Acesso em: 4 jul. 2024.

ZHANG, Xiunian; LAM, Jasmine Siu Lee. A fuzzy Delphi-AHP-TOPSIS framework to identify barriers in big data analytics adoption: case of maritime organizations. **Maritime Policy & Management**, Dinamarca, v. 46, n. 7, p. 781-801, 2019. DOI <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03088839.2019.1628318>. Acesso em: 14 dez. 2024.

ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras *et al.* Development of TOPSIS method to solve complicated decision-making problems—An overview on developments from 2000 to 2015. **International journal of information technology & decision making**, Lituânia, v. 15, n. 03, p. 645-682, 2016. DOI <https://doi.org/10.1142/S0219622016300019>. Disponível em: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219622016300019>. Acesso em: 4 jul. 2024.

ZYTOON, Mohamed A. A decision support model for prioritization of regulated safety inspections using integrated Delphi, AHP and double-hierarchical TOPSIS approach. **IEEE Access**, Jidaá, v. 8, p. 83444-83464, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9081923/>. Acesso em: 4 jul. 2024.

APÊNDICE A – LISTA DE OBRAS

CAMPUS	MUNICÍPIO	Obra - Título
Pici	Fortaleza	Reforma do Parque Aquático do IEFES/ Campus do Pici
Pici	Fortaleza	Bloco Administrativo e de Laboratórios do IEFES/ Campus do Pici
Pici	Fortaleza	Construção do Ginásio Gymico/ Campus do Pici
Pici	Fortaleza	Ampliação e Modernização do Bloco 917 Departamento de Matemática/ Campus do Pici
Pici	Fortaleza	Construção do Anexo da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/ Campus do Pici
Pici	Fortaleza	Central Analítica da Química/ Campus do Pici
Pici	Fortaleza	2ª Etapa de Construção do Laboratório Multiusuário da Biotecnologia - Bloco 875/ Campus do Pici
Benfica	Fortaleza	Construção das Residências Universitárias nº 2142 (Av. Universidade)/ Campus Benfica
Sobral	Sobral	Biotério Medicina Sobral
Porangabuçu	Fortaleza	Hospital Universitário
Iracema	Fortaleza	Bloco Labomar (Obra Acquario do Ceará) / Campus Iracema
Iracema	Fortaleza	Urbanização/ Campus Iracema
Iracema	Fortaleza	Bloco Instituto de Cultura e Artes/ Campus Iracema
Crateús	Crateús	Bloco odontologia
Crateús	Crateús	Bloco didático
Crateús	Crateús	Quadra poliesportiva
Crateús	Crateús	Urbanização
Quixadá	Quixadá	Bloco didático
Quixadá	Quixadá	Bloco auditório/ adm/ outros
Quixadá	Quixadá	Quadra poliesportiva
Quixadá	Quixadá	Urbanização
Russas	Russas	Medicina
Russas	Russas	Bloco auditório / adm/ / outros
Russas	Russas	Quadra poliesportiva
Russas	Russas	Urbanização
Itapajé	Itapajé	Bloco didático
Itapajé	Itapajé	Bloco refeitório e biblioteca
Itapajé	Itapajé	Quadra poliesportiva
Itapajé	Itapajé	Urbanização
Sobral	Sobral	Bloco biblioteca (restauro)
Sobral	Sobral	Bloco administrativo (restauro)
Sobral	Sobral	Quadra poliesportiva
Sobral	Sobral	Urbanização
Porangabuçu	Fortaleza	Clínicas de fisioterapia
Porangabuçu	Fortaleza	Urbanização

Fonte: UFC (2024)

APÊNDICE B – MATRIZ NORMALIZADA E PONDERADA (1ª NORMALIZAÇÃO)

Projetos	Número de beneficiários	Nível de desenvolvimento dos Projetos	Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	Impacto Ambiental	Tempo de espera da solicitação
Projeto 1	0,05563054	0,055172007	0,0502258	0,085614236	0,017742735
Projeto 2	0,05563054	0,036781338	0,0502258	0,085614236	0,017742735
Projeto 3	0,018543513	0,036781338	0,0502258	0,057076158	0,01577132
Projeto 4	0,018543513	0,018390669	0,016741933	0,057076158	0,017742735
Projeto 5	0,037087026	0,036781338	0,0502258	0,028538079	0,013799905
Projeto 6	0,037087026	0,036781338	0,0502258	0,028538079	0,029571225
Projeto 7	0,018543513	0,055172007	0,016741933	0,028538079	0,01971415
Projeto 8	0,05563054	0,036781338	0,0502258	0,085614236	0,02365698
Projeto 9	0,037087026	0,018390669	0,016741933	0,057076158	0,009857075
Projeto 10	0,037087026	0,036781338	0,0502258	0,085614236	0,01971415
Projeto 11	0,05563054	0,018390669	0,033483866	0,085614236	0,01971415
Projeto 12	0,05563054	0,018390669	0,0502258	0,085614236	0,01971415
Projeto 13	0,05563054	0,018390669	0,0502258	0,057076158	0,01182849
Projeto 14	0,05563054	0,018390669	0,033483866	0,028538079	0,009857075
Projeto 15	0,018543513	0,036781338	0,0502258	0,028538079	0,01577132
Projeto 16	0,05563054	0,018390669	0,0502258	0,028538079	0,01971415
Projeto 17	0,05563054	0,018390669	0,016741933	0,028538079	0,02365698
Projeto 18	0,05563054	0,018390669	0,0502258	0,085614236	0,01182849
Projeto 19	0,05563054	0,018390669	0,033483866	0,085614236	0,01182849
Projeto 20	0,018543513	0,018390669	0,0502258	0,057076158	0,01182849
Projeto 21	0,018543513	0,018390669	0,033483866	0,057076158	0,00788566
Projeto 22	0,05563054	0,018390669	0,0502258	0,085614236	0,01971415
Projeto 23	0,05563054	0,018390669	0,033483866	0,085614236	0,01971415
Projeto 24	0,018543513	0,018390669	0,033483866	0,085614236	0,01971415
Projeto 25	0,05563054	0,018390669	0,016741933	0,057076158	0,01182849
Projeto 26	0,05563054	0,018390669	0,0502258	0,085614236	0,01577132
Projeto 27	0,05563054	0,018390669	0,033483866	0,085614236	0,017742735
Projeto 28	0,018543513	0,018390669	0,0502258	0,085614236	0,009857075
Projeto 29	0,05563054	0,018390669	0,033483866	0,057076158	0,009857075
Projeto 30	0,05563054	0,018390669	0,0502258	0,085614236	0,009857075
Projeto 31	0,05563054	0,018390669	0,033483866	0,085614236	0,009857075
Projeto 32	0,05563054	0,018390669	0,033483866	0,085614236	0,005914245
Projeto 33	0,05563054	0,018390669	0,0502258	0,085614236	0,005914245
Projeto 34	0,05563054	0,018390669	0,0502258	0,085614236	0,005914245
Projeto 35	0,05563054	0,018390669	0,033483866	0,085614236	0,005914245

Fonte: Elaborada pela autora.

APÊNDICE C – MATRIZ NORMALIZADA E PONDERADA (2ª NORMALIZAÇÃO)

Projetos	Número de beneficiários	Nível de desenvolvimento dos Projetos	Impacto na função fim da organização (Ensino, pesquisa e extensão)	Impacto Ambiental	Tempo de espera da solicitação
Projeto 1	0,281837	0,15605	0,248323	0,422325	0,04686
Projeto 2	0,281837	0,078025	0,248323	0,422325	0,04686
Projeto 3	0	0,078025	0,248323	0,2111625	0,03905
Projeto 4	0	0	0	0,2111625	0,04686
Projeto 5	0,1409185	0,078025	0,248323	0	0,03124
Projeto 6	0,1409185	0,078025	0,248323	0	0,09372
Projeto 7	0	0,15605	0	0	0,05467
Projeto 8	0,281837	0,078025	0,248323	0,422325	0,07029
Projeto 9	0,1409185	0	0	0,2111625	0,01562
Projeto 10	0,1409185	0,078025	0,248323	0,422325	0,05467
Projeto 11	0,281837	0	0,1241615	0,422325	0,05467
Projeto 12	0,281837	0	0,248323	0,422325	0,05467
Projeto 13	0,281837	0	0,248323	0,2111625	0,02343
Projeto 14	0,281837	0	0,1241615	0	0,01562
Projeto 15	0	0,078025	0,248323	0	0,03905
Projeto 16	0,281837	0	0,248323	0	0,05467
Projeto 17	0,281837	0	0	0	0,07029
Projeto 18	0,281837	0	0,248323	0,422325	0,02343
Projeto 19	0,281837	0	0,1241615	0,422325	0,02343
Projeto 20	0	0	0,248323	0,2111625	0,02343
Projeto 21	0	0	0,1241615	0,2111625	0,00781
Projeto 22	0,281837	0	0,248323	0,422325	0,05467
Projeto 23	0,281837	0	0,1241615	0,422325	0,05467
Projeto 24	0	0	0,1241615	0,422325	0,05467
Projeto 25	0,281837	0	0	0,2111625	0,02343
Projeto 26	0,281837	0	0,248323	0,422325	0,03905
Projeto 27	0,281837	0	0,1241615	0,422325	0,04686
Projeto 28	0	0	0,248323	0,422325	0,01562
Projeto 29	0,281837	0	0,1241615	0,2111625	0,01562
Projeto 30	0,281837	0	0,248323	0,422325	0,01562
Projeto 31	0,281837	0	0,1241615	0,422325	0,01562
Projeto 32	0,281837	0	0,1241615	0,422325	0
Projeto 33	0,281837	0	0,248323	0,422325	0
Projeto 34	0,281837	0	0,248323	0,422325	0
Projeto 35	0,281837	0	0,1241615	0,422325	0

Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE D – CÁLCULO DAS DISTÂNCIAS E DAS PROXIMIDADES
RELATIVAS S (1ª NORMALIZAÇÃO)**

Projetos	D+	D-	S
Projeto 1	0,058289	0,063162	0,520061
Projeto 2	0,061121	0,054541	0,471555
Projeto 3	0,052139	0,048693	0,482908
Projeto 4	0,06931	0,030892	0,308301
Projeto 5	0,030509	0,071576	0,70114
Projeto 6	0,026117	0,074971	0,741643
Projeto 7	0,050929	0,069289	0,576361
Projeto 8	0,060257	0,056122	0,482234
Projeto 9	0,063411	0,034261	0,350777
Projeto 10	0,063537	0,044651	0,412716
Projeto 11	0,070626	0,042967	0,378255
Projeto 12	0,068613	0,051837	0,430361
Projeto 13	0,049821	0,057845	0,537264
Projeto 14	0,044965	0,070207	0,609585
Projeto 15	0,043636	0,069385	0,613911
Projeto 16	0,038079	0,077102	0,669398
Projeto 17	0,05009	0,070342	0,584079
Projeto 18	0,070181	0,050315	0,417566
Projeto 19	0,07215	0,041118	0,363016
Projeto 20	0,062109	0,044391	0,416817
Projeto 21	0,065523	0,033145	0,335925
Projeto 22	0,068613	0,051837	0,430361
Projeto 23	0,070626	0,042967	0,378255
Projeto 24	0,079771	0,021696	0,213825
Projeto 25	0,060027	0,047168	0,440021
Projeto 26	0,069289	0,050929	0,423639
Projeto 27	0,070928	0,042375	0,373998
Projeto 28	0,079841	0,033715	0,296902
Projeto 29	0,053256	0,049857	0,483516
Projeto 30	0,070705	0,050121	0,414822
Projeto 31	0,07266	0,040881	0,360057
Projeto 32	0,073827	0,040691	0,355321
Projeto 33	0,071904	0,049966	0,409994
Projeto 34	0,071904	0,049966	0,409994
Projeto 35	0,073827	0,040691	0,355321

Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE E – CÁLCULO DAS DISTÂNCIAS E DAS PROXIMIDADES
RELATIVAS S (2ª NORMALIZAÇÃO)**

Projetos	D+	D-	S
Projeto 1	0,424917	0,409443	0,490727
Projeto 2	0,432021	0,386497	0,472191
Projeto 3	0,364827	0,337441	0,480502
Projeto 4	0,460688	0,216299	0,319503
Projeto 5	0,172771	0,516667	0,749404
Projeto 6	0,161077	0,524168	0,764935
Projeto 7	0,377652	0,45354	0,54565
Projeto 8	0,430111	0,390032	0,475566
Projeto 9	0,395681	0,254345	0,391285
Projeto 10	0,453684	0,300997	0,39884
Projeto 11	0,468669	0,312789	0,400263
Projeto 12	0,451924	0,379586	0,456502
Projeto 13	0,271812	0,43155	0,613553
Projeto 14	0,214167	0,522925	0,709444
Projeto 15	0,297504	0,49763	0,625844
Projeto 16	0,160862	0,567841	0,779249
Projeto 17	0,294219	0,512573	0,635322
Projeto 18	0,455687	0,376358	0,452329
Projeto 19	0,472299	0,308864	0,39539
Projeto 20	0,391553	0,326807	0,454935
Projeto 21	0,413727	0,245085	0,372011
Projeto 22	0,451924	0,379586	0,456502
Projeto 23	0,468669	0,312789	0,400263
Projeto 24	0,546885	0,135665	0,198762
Projeto 25	0,368166	0,352946	0,489447
Projeto 26	0,45354	0,377652	0,45435
Projeto 27	0,469385	0,311519	0,398921
Projeto 28	0,536881	0,248814	0,31668
Projeto 29	0,300761	0,37374	0,554099
Projeto 30	0,456957	0,375953	0,451373
Projeto 31	0,473525	0,30837	0,394388
Projeto 32	0,47635	0,307974	0,392662
Projeto 33	0,459884	0,375628	0,449578
Projeto 34	0,459884	0,375628	0,449578
Projeto 35	0,47635	0,307974	0,392662

Fonte: Elaborada pela autora.

APÊNDICE F – DIFERENÇA NA ORDENÇÃO APÓS AÁLISE DE SENSIBILIDADE

1ª Normalização			2ª Normalização		
Classificação	Ranking com pesos variáveis	Ranking com pesos iguais	Classificação	Ranking com pesos variáveis	Ranking com pesos iguais
1º	Projeto 6	Projeto 6	1º	Projeto 16	Projeto 6
2º	Projeto 5	Projeto 1	2º	Projeto 6	Projeto 16
3º	Projeto 16	Projeto 8	3º	Projeto 5	Projeto 5
4º	Projeto 15	Projeto 7	4º	Projeto 14	Projeto 8
5º	Projeto 14	Projeto 2	5º	Projeto 17	Projeto 2
6º	Projeto 17	Projeto 5	6º	Projeto 15	Projeto 15
7º	Projeto 7	Projeto 10	7º	Projeto 13	Projeto 13
8º	Projeto 13	Projeto 15	8º	Projeto 29	Projeto 17
9º	Projeto 1	Projeto 16	9º	Projeto 7	Projeto 14
10º	Projeto 29	Projeto 17	10º	Projeto 1	Projeto 10
11º	Projeto 3	Projeto 3	11º	Projeto 25	Projeto 7
12º	Projeto 8	Projeto 12	12º	Projeto 3	Projeto 12
13º	Projeto 2	Projeto 22	13º	Projeto 8	Projeto 22
14º	Projeto 25	Projeto 26	14º	Projeto 2	Projeto 1
15º	Projeto 12	Projeto 11	15º	Projeto 12	Projeto 26
16º	Projeto 22	Projeto 23	16º	Projeto 22	Projeto 3
17º	Projeto 26	Projeto 13	17º	Projeto 20	Projeto 18
18º	Projeto 18	Projeto 14	18º	Projeto 26	Projeto 30
19º	Projeto 20	Projeto 27	19º	Projeto 18	Projeto 29
20º	Projeto 30	Projeto 18	20º	Projeto 30	Projeto 33
21º	Projeto 10	Projeto 30	21º	Projeto 33	Projeto 34
22º	Projeto 33	Projeto 29	22º	Projeto 34	Projeto 11
23º	Projeto 34	Projeto 33	23º	Projeto 11	Projeto 23
24º	Projeto 11	Projeto 34	24º	Projeto 23	Projeto 27
25º	Projeto 23	Projeto 24	25º	Projeto 27	Projeto 19
26º	Projeto 27	Projeto 20	26º	Projeto 10	Projeto 20
27º	Projeto 19	Projeto 25	27º	Projeto 19	Projeto 25
28º	Projeto 31	Projeto 19	28º	Projeto 31	Projeto 31
29º	Projeto 32	Projeto 31	29º	Projeto 32	Projeto 32
30º	Projeto 35	Projeto 4	30º	Projeto 35	Projeto 35
31º	Projeto 9	Projeto 32	31º	Projeto 9	Projeto 28
32º	Projeto 21	Projeto 35	32º	Projeto 21	Projeto 24
33º	Projeto 4	Projeto 28	33º	Projeto 4	Projeto 9
34º	Projeto 28	Projeto 9	34º	Projeto 28	Projeto 21
35º	Projeto 24	Projeto 21	35º	Projeto 24	Projeto 4

Fonte: Elaborada pela autora.