



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO E CONTROLADORIA

LUANA DUARTE VIEIRA

SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO EM
UNIVERSIDADE PÚBLICA: APLICAÇÃO DE UM MODELO DE DECISÃO
MULTICRITÉRIO

FORTALEZA

2025

LUANA DUARTE VIEIRA

SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO EM UNIVERSIDADE
PÚBLICA: APLICAÇÃO DE UM MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria – PPAC Profissional, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração e Controladoria.

Área de Concentração: Gestão organizacional.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Maria dos Santos

FORTALEZA

2025

LUANA DUARTE VIEIRA

SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO EM UNIVERSIDADE
PÚBLICA: APLICAÇÃO DE UM MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria – PPAC Profissional, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração e Controladoria.

Área de Concentração: Gestão organizacional.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Maria dos Santos

Aprovada em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sandra Maria dos Santos (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Augusto César de Aquino Cabral
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Silvia Maria Dias Pedro Rebouças
Instituto Superior Manuel Teixeira Gomes (SMAT) / Portugal

Aos servidores que insistem nas pequenas melhorias,
movidos pelo compromisso público.

AGRADECIMENTOS

Ao Mestrado Profissional em Administração e Controladoria (PPACPROF), pela oportunidade de adentrar o universo da administração e da controladoria, ampliando meus conhecimentos e minha visão sobre o serviço público.

À Profa. Dra. Sandra dos Santos, por sua orientação generosa, presença e disponibilidade.

Aos professores participantes da banca examinadora Profa. Dra. Silvia Pedro Rebouças e Prof. Dr. Augusto Cabral pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos gestores entrevistados da UFCINFRA, pela confiança na disponibilização dos dados e pela gentileza em me receberem, mesmo diante de tantas demandas e urgências cotidianas.

Aos servidores técnicos da UFCINFRA, pelas trocas diárias que, mesmo entre “apagões de incêndios”, mantêm viva a busca por um serviço público digno, eficiente e humano.

Ao Rocha, por desbravar comigo os mistérios dos algoritmos matemáticos, colocando a “mão na massa” e por sempre incentivar este trabalho.

Aos colegas de turma do mestrado, em especial às minhas Master Girls — Marta, Micheli, Raquel e Shaila — por trazerem parceria, acolhimento e leveza a essa intensa jornada.

À Lorena, minha irmã, pela parceria de vida e por segurar tantas barras para que eu pudesse seguir focada. Sua presença é força e abrigo.

Ao Timóteo, pela presença silenciosa e afetuosa nos momentos decisivos. Sua companhia foi âncora e abrigo nessa reta final.

Ao Titã e à Jeri, por serem minha companhia fiel nos longos fins de semana de leitura e escrita.

Aos meus pais, Fátima e Patrício, por serem meu chão firme. O amor e o incentivo de vocês me acompanham em cada conquista.

A todos os amigos e familiares, que torceram, acolheram e compreenderam as ausências dos últimos anos: minha gratidão profunda.

“Há que se cuidar do broto,
pra que a vida nos dê flor e fruto.”
Milton Nascimento & Lô Borges,
Coração de Estudante

RESUMO

Diante das restrições orçamentárias e de pessoal direcionadas à infraestrutura física das instituições federais de ensino superior, é imprescindível avaliar rigorosamente o impacto e a relevância de projetos de manutenção, reforma e construção, a fim de garantir a aplicação estratégica e responsável dos recursos disponíveis. Esta pesquisa tem como objetivo investigar a contribuição do modelo de decisão TOPSIS/PLI para a seleção do portfólio de projetos de construção na Universidade Federal do Ceará (UFC). Trata-se de uma pesquisa de natureza quantitativa-qualitativa, descritiva, documental, com a utilização da estratégia de estudo de caso único. Foram utilizados dados secundários (documentais e bibliográficos) e primários (obtidos por observação e entrevista). A análise de dados quantitativos foi conduzida com base em um modelo matemático fundamentado nos métodos TOPSIS e Programação Linear Inteira, enquanto os dados qualitativos foram tratados por meio da análise de conteúdo. Como principais resultados, a pesquisa demonstrou que a aplicação do modelo de decisão no contexto da UFC é tecnicamente viável, promove a sistematização dos critérios de avaliação e possibilita a construção de um portfólio de projetos compatível com as restrições operacionais e orçamentárias da instituição. A avaliação do portfólio final junto aos gestores da UFCINFRA confirmou a pertinência e utilidade prática da ferramenta. Além disso, foram identificadas propostas de aprimoramento, como a segmentação de portfólios por tipo de intervenção e o refinamento de critérios técnicos, reforçando o potencial adaptativo e institucional do modelo. Com isso, a pesquisa não apenas testou empiricamente uma estrutura teórica, como também ofereceu à Universidade Federal do Ceará um instrumento de apoio à decisão que amplia a legitimidade, a transparência e a tecnicidade no planejamento de investimentos em infraestrutura.

Palavras-chave: seleção de portfólio; decisão multicritério; instituições de ensino superior.

ABSTRACT

Given the budgetary and staffing constraints that affect the physical infrastructure of public institutions, it is essential to rigorously assess the impact and relevance of maintenance, renovation, and construction projects to ensure the strategic and responsible allocation of available resources. This research aims to investigate the contribution of the TOPSIS/Integer Linear Programming (ILP) decision model to the selection of the construction project portfolio at the Federal University of Ceará (UFC). This is a quantitative-qualitative, descriptive, and documentary research, based on a single case study strategy. The study used secondary data (documentary and bibliographic) and primary data (collected through observation and interviews). Quantitative data analysis was conducted using a mathematical model based on the TOPSIS method and Integer Linear Programming, while qualitative data were analyzed through content analysis. The main results demonstrate that the model is technically feasible, promotes the systematization of evaluation criteria, and enables the construction of a project portfolio compatible with the institution's operational and financial constraints. The sensitivity analysis revealed the robustness of the generated ranking, and the evaluation by UFCINFRA managers confirmed the model's relevance and practical usefulness. Additionally, improvement proposals were identified, such as portfolio segmentation by type of intervention and refinement of technical criteria, highlighting the model's adaptability and institutional applicability. Thus, the study not only empirically tested a theoretical structure but also provided the Federal University of Ceará with a decision-support tool that enhances the legitimacy, transparency, and technical foundation of infrastructure investment planning.

Keywords: portfolio selection; multicriteria decision-making; higher education institutions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Evolução dos métodos de apoio multicritério à decisão	26
Figura 2	<i>Framework</i> de implementação do modelo de decisão TOPSIS/PLI	30
Figura 3	Algoritmo para aplicação do TOPSIS	33
Figura 4	Fluxograma do algoritmo de cálculo da pontuação aumentada	34
Figura 5	Equações relacionadas à Programação Linear Inteira	36
Figura 6	Equações da etapa S2	37
Figura 7	Categorias e subcategorias de análise	107
Figura 8	Rede semântica da categoria “Pertinência do resultado”	109
Figura 9	Rede semântica da categoria “Benefícios do modelo”	110
Figura 10	Rede semântica da categoria “Entraves”	111
Figura 11	Rede semântica da categoria “Propostas de aprimoramento”	113

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Solicitações de projetos ativas em janeiro de 2024	72
Gráfico 2	Distribuição das solicitações por campus	74
Gráfico 3	Distribuição das solicitações por unidade administrativa	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	CrITÉrios de avaliaÇ�o de projetos	31
Quadro 2	Avalia��o quanto ao impacto na fun��o fim da universidade	38
Quadro 3	Avalia��o quanto ao risco de seguran��a dos usu��rios	39
Quadro 4	Avalia��o quanto ao risco patrimonial	39
Quadro 5	Avalia��o quanto �� recorr��ncia da demanda	40
Quadro 6	Avalia��o quanto �� severidade do efeito	41
Quadro 7	Avalia��o quanto �� ocorr��ncia da falha	41
Quadro 8	Avalia��o quanto a possibilidade de detec���o de falha	42
Quadro 9	Estudos anteriores sobre aplica��o de modelos multicrit��rios de apoio �� decis��o em portf��lio de projetos de constru��o	43
Quadro 10	Fases da pesquisa: coleta e an��lise de dados	51
Quadro 11	Documentos institucionais analisados	52
Quadro 12	Operacionaliza��o do <i>framework</i> proposto por Nascimento (2022)	54
Quadro 13	Distribui��o dos projetos por classe	77
Quadro 14	Avalia��o dos projetos da UFC com base no impacto nas atividades fim	79
Quadro 15	Avalia��o dos projetos da UFC com base no risco de seguran��a	80
Quadro 16	Avalia��o dos projetos da UFC com base no risco patrimonial	81
Quadro 17	Avalia��o dos projetos da UFC com base na recorr��ncia da demanda	82
Quadro 18	Matriz da an��lise de conte��do	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Definição da amostra	50
Tabela 2	Médias de custo de obra por grupo de projetos	64
Tabela 3	Tempo médio por metro quadrado por classe de projeto	66
Tabela 4	Pesos atribuídos aos critérios de decisão	88
Tabela 5	Matriz de decisão normalizada e ponderada	89
Tabela 6	Soluções ideais	92
Tabela 7	Distâncias entre as soluções ideais	92
Tabela 8	Rankeamento dos projetos	94
Tabela 9	Pontuações aumentadas	97
Tabela 10	Dados relacionados às restrições	101
Tabela 11	Seleção do portfólio de projetos	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AMD	Apoio Multicritério à Decisão
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBMCE	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará
CPO	Coordenadoria de Projetos e Obras
DEA	Análise Envoltória de Dados
DEP	Divisão de Estudos e Projetos
DLP	Programação Linear Discreta
DO	Divisão de Obras
DOD	Documento de Oficialização de Demandas
ETP	Estudo Técnico Preliminar
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
GPP	Gestão de Portfólio de Projetos
IBRAOP	Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas
IFES	Instituições Federais de Ensino Superior
IGC	Índice Geral de Cursos
LOA	Lei Orçamentária Anual
MAMD	Métodos de Apoio Multicritério à Decisão
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MEC	Ministério da Educação
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PLI	Programação Linear Inteira
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PO	Pesquisa Operacional
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>
REUNI	Programa de apoio a planos de reestruturação e expansão das universidades federais
RUF	Ranking Universitário Folha
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFCINFRA	Superintendência de Infraestrutura da UFC

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Contextualização e delimitação do tema	17
1.2 Questão de pesquisa	19
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo geral.....	19
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.4 Justificativa	20
1.5 Aspectos metodológicos.....	22
1.6 Estrutura do projeto	22
 2 GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO.....	23
2.1 Apoio multicritério à decisão (AMD)	25
2.2 Modelo de decisão TOPSIS/PLI proposto por Nascimento (2022)	28
2.2.1 Framework para implementação do modelo de decisão TOPSIS/PLI.....	30
2.2.2 Critérios de avaliação de projetos para a seleção de portfólio de projetos de construção em universidade pública.....	38
2.3 Estudos empíricos sobre a aplicação de modelos multicritérios em portfólio de projetos de construção	42
 3 METODOLOGIA.....	48
3.1 Tipologia da pesquisa	48
3.2 População e Amostra.....	49
3.3 Coleta e análise de dados	51
3.3.1 Fase 1 da pesquisa - Caracterização do cenário investigado.....	53
3.3.2 Fase 2 - Aplicação do framework proposto por Nascimento (2022)	54
3.3.2.1 Estágio 1 do framework: Preparação	56
3.3.2.2 Estágio 2 do framework: Avaliação individual dos projetos	56
3.3.2.3 Estágio 3 do framework: Seleção do portfólio.....	64
3.3.3 Fase 3 da pesquisa - Avaliação e aprimoramento do modelo de decisão	67
 4 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	70
4.1 Caracterização do cenário investigado	70
4.2 Aplicação do framework: avaliação individual dos projetos.....	75
4.2.1 Etapa A1 - Identificação e seleção de projetos	76
4.2.2 Etapas A2 e A3 - Avaliação e homogeneização dos projetos	76
4.2.3 Etapa A4 - Mensuração do desempenho dos projetos em cada critério.....	78
4.2.4 Etapa A5 - Determinação do peso de cada critério de decisão	88
4.2.5 Etapa A6 - Aplicação do TOPSIS e ranqueamento da lista de projetos	89
4.2.6 Etapa A7 - Cálculo das pontuações aumentadas	97
4.3 Aplicação do framework: seleção do portfólio.....	99

<i>4.3.1 Etapa S1 - Determinação das restrições e preferências de portfólio.....</i>	<i>99</i>
<i>4.3.2 Etapa S2 - Criação do portfólio que satisfaça as restrições.....</i>	<i>100</i>
<i>4.3.3 Etapa S3 - Análise de sensibilidade</i>	<i>104</i>
<i>4.3.4 Etapa S4 - Avaliação dos resultados.....</i>	<i>105</i>
4.4 Avaliação e aprimoramento do modelo de decisão.....	106
5 CONCLUSÃO.....	117
REFERÊNCIAS	120
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	125
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	126
ANEXO 1: DOCUMENTO DE OFICIALIZAÇÃO DE DEMANDAS (DOD).....	129

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como foco a aplicação de um modelo estruturado para a seleção de projetos de construção na Universidade Federal do Ceará, com o objetivo de contribuir para uma alocação mais estratégica dos recursos públicos. Nesta seção, inicialmente, faz-se a contextualização e delimitação do tema e apresenta-se a questão de pesquisa. Na sequência, são definidos os objetivos do estudo, bem como a justificativa para sua realização. Por fim, são sumarizados os principais aspectos metodológicos e a estrutura deste projeto.

1.1 Contextualização e delimitação do tema

No contexto da crescente limitação de recursos orçamentários e de pessoal destinados à infraestrutura do setor público, onde as prioridades recaem sobre salários e despesas essenciais, torna-se imperativo avaliar cuidadosamente o impacto e a relevância de projetos de manutenção, reforma e construção antes de direcionar recursos públicos (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023a). Esse cenário reforça a necessidade de uma análise criteriosa na seleção de projetos de construção nas universidades públicas, a fim de promover uma alocação mais estratégica dos recursos disponíveis.

Nos últimos anos, as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) têm investido significativamente na construção e reforma de edificações. A expansão territorial das universidades públicas ganhou impulso em 2007 com o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), que fomentou a ampliação da oferta de cursos de graduação. A iniciativa também promoveu a interiorização das universidades públicas, levando a um expressivo aumento de construções para atender ao crescimento do contingente de matrículas (Bizerril, 2020; Zander *et al.*, 2022).

Segundo Bizerril (2020), esse movimento de expansão resultou principalmente na consolidação do modelo multicampi, tanto em universidades recém-criadas quanto em instituições já estabelecidas. Complementarmente, Zander *et al.* (2022) destacam que, entre 2003 e 2009, 236 cidades que não possuíam instituições de ensino superior receberam novos *campi* federais, contribuindo para a criação de novas universidades e para a expansão de unidades existentes em grandes centros urbanos e metrópoles.

Como destacado por Atvars, Serafim e Silva (2024), as IFES são, por sua própria natureza, organizações complexas, marcadas pela multiplicidade de atividades, pela diversidade de interações com distintos *stakeholders* e pelo processo de escolha de seus

dirigentes. Diante disso, essas instituições enfrentam o desafio de equilibrar a burocracia com o dinamismo acadêmico, alinhar as demandas sociais às restrições orçamentárias, mediar as dinâmicas de poder político e viabilizar suas atividades finalísticas, além de gerenciar as prioridades estabelecidas pela administração superior, cujas ações são limitadas à duração do mandato dos dirigentes.

Atvars, Serafim e Silva (2024) ressaltam que, em diversos países, a pressão por novas estruturas de gestão tem levado as instituições de ensino superior a adaptarem seus processos administrativos e de governança a fim de que se tornem mais eficazes. Conforme Pacusi *et al.* (2016), essa busca por desempenho tem estimulado a adoção de metodologias gerenciais oriundas do mercado na gestão universitária, promovendo maior alinhamento com as demandas sociais contemporâneas e respondendo aos desafios de eficiência e resultados que essas instituições enfrentam.

Conforme Parvaneh e Hammad (2024), o ciclo de vida de um projeto de construção envolve várias etapas fundamentais, incluindo viabilidade, desenvolvimento do projeto de arquitetura e engenharias, aquisição, construção, fechamento, operação e manutenção, sendo cada uma essencial e com funções específicas. A fase de viabilidade, em particular, destaca-se por englobar a avaliação e a seleção de empreendimentos que atendam a critérios técnicos e econômicos (Parvaneh e Hammad; 2024). A utilização de critérios eficazes nessa fase inicial permite aos tomadores de decisão realizar escolhas mais assertivas e seguras, contribuindo diretamente para o alcance dos objetivos estratégicos das organizações.

Nesse contexto, a gestão de portfólio de projetos (GPP) de construção emerge como uma prática moderna, originada no setor privado e cada vez mais adotada por organizações públicas (Barcaui, 2012). A seleção de projetos de construção em universidades públicas configura-se como um desafio complexo e multifacetado, pois envolve equilibrar interesses de instâncias decisórias descentralizadas enquanto lida com restrições expressivas de recursos (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023a).

A complexidade na seleção de projetos em universidades é intensificada pela necessidade de incorporar diversos critérios na tomada de decisão, refletindo as especificidades da gestão universitária. Conforme Pacusi *et al.* (2016), o sucesso das práticas gerenciais em instituições acadêmicas depende de uma compreensão aprofundada da cultura e da realidade dessas organizações, marcadas por seu pluralismo e complexidade. Além disso, na administração pública, o conceito de eficiência adquire uma dimensão mais abrangente e

humana, distinta da abordagem predominantemente mecânica do setor produtivo, ajustando-se aos valores e critérios próprios do serviço público (Denhardt, 2012).

Neste cenário, o Apoio Multicritério à Decisão (AMD) destaca-se como uma ferramenta estratégica para lidar com a multiplicidade de critérios inerentes à gestão de projetos. Segundo Nascimento (2022), o AMD possibilita que os decisores considerem diferentes perspectivas e ajustem suas preferências de acordo com a relevância de cada critério. Essa abordagem oferece um suporte robusto para selecionar, priorizar e classificar alternativas, assegurando coerência, eficácia e eficiência na tomada de decisões. Assim, o AMD não apenas facilita a escolha da melhor opção entre várias alternativas, mas também promove decisões mais alinhadas aos objetivos estratégicos e às necessidades institucionais (Nascimento, 2022).

Dessa forma, modelos AMD têm se destacado na priorização de alternativas em cenários complexos, como a seleção de projetos de construção em universidades públicas. Nascimento (2022) propôs um *framework* para a aplicação de um modelo de decisão que combina o método TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) com a Programação Linear Inteira (PLI) para a seleção de portfólios de projetos em Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). O TOPSIS, amplamente utilizado para avaliar opções com critérios conflitantes, identifica a alternativa mais próxima da solução ideal, oferecendo simplicidade e flexibilidade para ajustar prioridades e alinhar projetos aos objetivos institucionais (Nascimento, 2022). Já a PLI complementa essa abordagem ao otimizar a alocação de recursos limitados, respeitando metas estratégicas e restrições (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023b). O modelo proposto por Nascimento (2022) foi posteriormente publicado em periódicos internacionais (Nascimento, Almeida-Filho e Palha 2023a; 2023b), e estes estudos foram selecionados como base metodológica desta pesquisa em razão de sua consistência acadêmica e da forte aderência ao contexto institucional analisado.

Diante desse contexto, surge a seguinte questão de pesquisa, que direciona o presente estudo:

1.2 Questão de pesquisa

Qual a contribuição do modelo de decisão TOPSIS/PLI para a seleção do portfólio de projetos de construção na Universidade Federal do Ceará?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Investigar a contribuição do modelo de decisão TOPSIS/PLI para a seleção do portfólio de projetos de construção na Universidade Federal do Ceará (UFC).

1.3.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, buscar-se-á:

- (i) Apresentar o atual processo de seleção de projetos de construção da UFC;
- (ii) Aplicar o *framework* proposto por Nascimento (2022), para a avaliação individual dos projetos;
- (iii) Aplicar o *framework* proposto por Nascimento (2022), para a seleção do portfólio de projetos;
- (iv) Avaliar a adequação da aplicação do modelo TOPSIS/PLI à realidade institucional da UFC.

1.4 Justificativa

A seleção de portfólios de projetos de construção é uma atividade estratégica desafiadora que tem atraído interesse prático e acadêmico, dado o impacto profundo que as decisões sobre projetos públicos podem exercer no bem-estar da sociedade (Parvaneh; Hammad, 2024).

A fim de dar embasamento teórico a esta pesquisa, realizou-se uma busca nas bases *Web of Science*, *Scopus* e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) para identificar estudos sobre a aplicação de modelos multicritério de apoio à decisão na seleção de portfólios de projetos de construção, com foco na literatura relevante. A análise dos trabalhos identificados revelou que grande parte das pesquisas propõe modelos teóricos testados com dados empíricos limitados ou simulados, sem explorar de forma aprofundada sua aplicabilidade prática em contextos reais e de maior complexidade.

Essa lacuna reforça a importância de desenvolver estudos que apliquem *frameworks* teóricos em contextos reais, permitindo testar os modelos matemáticos em cenários complexos. Essa aplicação prática possibilita não apenas validar e aperfeiçoar os modelos existentes, mas também gerar aprendizados relevantes sobre sua viabilidade e utilidade, contribuindo para o avanço da área e para a melhoria das decisões estratégicas relacionadas à seleção de portfólios de projetos de construção.

Em termos acadêmicos, Castro e Carvalho (2010a; 2010b) destacam que o Gerenciamento de Portfólio de Projetos (GPP) exige uma abordagem sistemática, e embora a

literatura tenha proposto diversos modelos teóricos, os modelos implementados ainda estão em fase inicial. Diante disso, a academia desempenha um papel essencial no desenvolvimento de metodologias que ofereçam diretrizes claras para a implementação prática da seleção de projetos, avançando as práticas existentes para que se tornem mais eficazes. Assim, optou-se pela utilização do modelo de decisão proposto por Nascimento (2022) para a seleção de portfólios de projetos de construção em universidades públicas, considerando sua similaridade com o contexto da Universidade Federal do Ceará, com o objetivo de avaliar sua aplicabilidade nessa instituição.

Como justificativa empírica, destaca-se que a seleção de projetos de construção em universidades públicas envolve a conciliação de interesses e critérios muitas vezes conflitantes (Bezerra, 2016). Nesse contexto, a adoção de um processo fundamentado em método científico pode oferecer suporte qualificado aos gestores da Universidade Federal do Ceará, bem como de outras instituições públicas, contribuindo para lidar com as complexidades do processo decisório e aprimorar a tomada de decisões.

Sob a perspectiva social, é relevante destacar o papel das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) no desenvolvimento do país, uma vez que suas atividades vão além da formação profissional, abrangendo também a pesquisa, a extensão, a difusão cultural, a produção de análises sociais e a contribuição para o desenvolvimento regional e tecnológico (Longaray; Bucco, 2014). Bizerril (2020) reforça essa visão ao afirmar que as universidades federais devem ser reconhecidas como instituições estratégicas para o desenvolvimento humano e regional, o que evidencia a urgência de abordagens que fortaleçam sua capacidade de atuação. Nesse cenário, estudos que contribuam para uma gestão mais estruturada dos recursos voltados à infraestrutura física universitária tornam-se relevantes, pois podem ampliar a capacidade das universidades de responder às suas múltiplas demandas acadêmicas.

A principal contribuição desta pesquisa está em validar empiricamente um modelo já proposto na literatura, no contexto real para o qual foi originalmente desenvolvido: o das universidades federais. O contexto de reestruturação do processo de seleção de portfólio de projetos de construção em que a UFC se encontra, abre uma oportunidade para testar e aplicar metodologias robustas, como o modelo teórico analisado nesta pesquisa. Dessa forma, a UFC configura-se como um caso representativo e desafiador, com potencial para gerar contribuições significativas tanto para a gestão da infraestrutura universitária quanto para o aprimoramento das práticas de seleção de portfólios de projetos no setor público. Ao aplicar esse modelo na UFC, a pesquisa entrega à instituição um processo decisório estruturado, sistematizado e

fundamentado em evidências. Trata-se de demonstrar, com base empírica, a funcionalidade e aplicabilidade de uma ferramenta analítica que pode aprimorar a tomada de decisão, fortalecendo os mecanismos institucionais de seleção de projetos de construção.

1.5 Aspectos metodológicos

A pesquisa se caracteriza como de natureza qualitativa-quantitativa, descritiva, documental, e fará uso da estratégia de estudo de caso único. A amostra será composta por 80 projetos de construção, número equivalente ao dobro da capacidade anual de atendimento do setor de projetos da Superintendência de Infraestrutura da Universidade Federal do Ceará (UFCINFRA), selecionados a partir de uma população de 197 projetos passíveis de priorização.

A coleta de dados compreende tanto fontes secundárias (bibliográficas e documentais) quanto fontes primárias, obtidas por meio de observação direta e entrevistas semiestruturadas com quatro gestores da UFCINFRA. A análise dos dados qualitativos será conduzida com base na análise de conteúdo, enquanto os dados quantitativos serão tratados por meio da aplicação de um modelo matemático multicritério, que combina a técnica TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) com a Programação Linear Inteira (PLI).

1.6 Estrutura do projeto

Esta pesquisa está estruturada em quatro seções. A primeira seção, Introdução, apresenta a contextualização e a justificativa, além da questão de pesquisa, dos objetivos e dos aspectos metodológicos. A segunda seção traz a revisão de literatura, abordando temas relacionados à gestão de portfólio de projetos (GPP) de construção, apoio multicritério à decisão (AMD), o modelo de decisão TOPSIS/PLI proposto por Nascimento (2022) e estudos empíricos sobre a aplicação de modelos multicritérios de apoio à decisão em GPP de construção. Na terceira seção, são detalhados os aspectos metodológicos, incluindo a tipologia da pesquisa, população e amostra, além dos procedimentos de coleta e análise de dados. A quarta seção apresenta os resultados da pesquisa, e por fim as conclusões do estudo.

2 GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO

Esta seção tem por objetivo apresentar o referencial teórico que serve de suporte para a pesquisa. Os temas abordados foram a gestão de portfólio de projetos de construção, métodos multicritérios de apoio à decisão, com destaque para um modelo TOPSIS/PLI proposto por Nascimento (2022), e estudos empíricos sobre a aplicação de modelos multicritérios em portfólio de projetos de construção.

O gerenciamento de portfólio, programas e projetos são exemplos de práticas modernas de gestão (Barcaui, 2012). Um projeto é um esforço temporário destinado a criar um produto ou serviço com resultado exclusivo. Um programa, por sua vez, é um grupo de projetos e atividades gerenciados de forma coordenada e interdependente para obter benefícios específicos. O portfólio engloba um conjunto de operações, projetos e programas, mesmo que não estejam diretamente relacionados, que refletem as estratégias organizacionais de uma instituição. Os programas e projetos de um portfólio podem ser mensurados, classificados e priorizados por meio do Gerenciamento de Portfólio de Projetos (GPP) (PMI, 2021).

O GPP é considerado um recurso efetivo na concretização de estratégias de longo prazo dentro das organizações e é responsabilidade dos altos executivos e dos tomadores de decisões (Castro; Carvalho, 2010b). Para Roussel, Saad e Bohlin (1992, *apud* Castro; Carvalho, 2010a), a estratégia de GPP é adequada a organizações que possuem muitos projetos, e assim, necessitam de uma maneira mais sistêmica para a administração do seu conjunto de empreendimentos.

Castro e Carvalho (2010a) apontam que os gestores responsáveis pela implantação do GPP devem compreender bem os problemas e as necessidades próprias da instituição, conhecer os modelos já desenvolvidos na literatura, e escolher quais etapas e técnicas são mais adequadas a cada caso. Os autores (2010a) apontam que os modelos implementados em empresas estão em estágio inicial na utilização de práticas de GPP em relação às propostas teóricas, e que uma forma efetiva de tornar o instrumento mais útil seria que a academia avançasse no desenvolvimento de modelos que apoiem a definição de um trajeto para a implementação, com estágios de evolução definidos a partir das necessidades próprias de cada organização.

A execução de uma obra, seja de construção nova ou de reforma, exige esforços na elaboração de projetos de arquitetura e engenharias, visando resolver questões técnicas, sociais e legais. Segundo Parvaneh e Hammad (2024), as limitações de recursos como mão de obra, tempo e outros fatores exigem que os atores estratégicos envolvidos em projetos de construção

façam escolhas criteriosas sobre quais projetos seguir entre as várias alternativas disponíveis. Assim, em um escritório de projetos de construção, a produção de um grande volume de projetos requer uma gestão e coordenação intensiva dos processos envolvidos.

Uma etapa importante do GPP é a priorização e seleção de projetos, na qual é necessário avaliar os aspectos quantitativos e qualitativos envolvidos no processo de escolha (Carvalho; Longaray, 2021). Conforme Parvaneh e Hammad (2024), a seleção de portfólio visa identificar um conjunto ideal de projetos entre várias opções concorrentes, buscando desenvolver um programa de implementação que simultaneamente atenda aos objetivos estratégicos da organização e leve em conta as restrições do processo.

A seleção de um portfólio de projetos de construção é um desafio complexo, pois exige o equilíbrio entre diversos interesses e objetivos que muitas vezes são conflitantes (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023a). Além disso, é necessário levar em conta uma série de atributos, incluindo benefícios financeiros e intangíveis, disponibilidade de recursos e os distintos níveis de risco associados ao portfólio de projetos (Parvaneh; Hammad, 2024). Dependendo das circunstâncias, esse processo pode envolver a colaboração de múltiplos tomadores de decisão ou especialistas (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023a).

A escolha inadequada de projetos pode resultar em desperdício de recursos, riscos legais, perdas financeiras e danos à imagem institucional. Além disso, com os desafios ambientais e sociais globais em crescimento, as organizações estão cada vez mais conscientes da necessidade de adaptação e transformação (Parvaneh; Hammad, 2024). Portanto, a adoção de modelos teóricos para a seleção de portfólios é fundamental, pois oferece uma representação simplificada que auxilia no processo decisório, aprimorando a análise e a tomada de decisões (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023b).

A decisão governamental frequentemente envolve a avaliação custo-efetiva, que compara os custos de alternativas similares (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023b). No entanto, muitas vezes, surgem critérios que são difíceis de quantificar financeiramente. Dada sua relevância, critérios qualitativos, como a satisfação do usuário e o impacto de um serviço na vida das pessoas, também precisam ser considerados (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023a). Esses desafios têm sido tratados pela abordagem de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) em diversas áreas de atuação (Bezerra, 2016).

2.1 Apoio multicritério à decisão (AMD)

No processo básico de tomada de decisão, um decisor seleciona a melhor alternativa entre várias opções para garantir coerência, eficácia e eficiência na escolha realizada (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023b; Parvaneh; Hammad, 2024). De acordo com Carvalho e Longaray (2021), a tomada de decisão pode ser particularmente desafiadora em ambientes complexos, que envolvem múltiplas variáveis quantitativas e qualitativas, bem como em contextos incertos, onde os decisores não possuem todas as informações necessárias. Além disso, a presença de conflitos, com atores e decisores possuindo preocupações e interesses distintos, torna o processo ainda mais difícil.

Nesse contexto, não é adequado que a decisão seja feita de forma intuitiva, e sim, deve-se utilizar instrumentos de apoio à decisão (Carvalho; Longaray, 2021). Segundo Nascimento (2022), uma abordagem que se destaca nesse contexto é o Apoio Multicritério à Decisão (AMD), que oferece uma estrutura robusta para a análise de alternativas. Isso permite que o decisor considere uma variedade de critérios e pondere suas preferências conforme a importância atribuída a cada um deles.

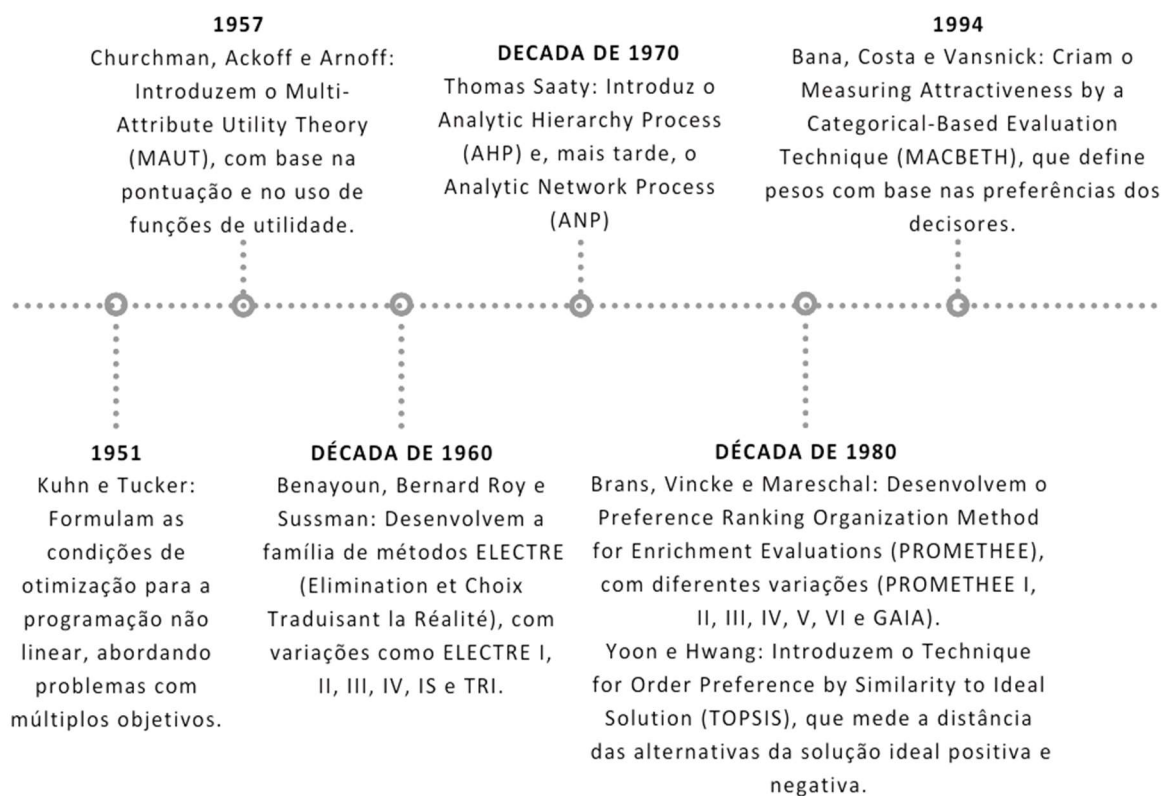
Nascimento, Almeida-Filho e Palha (2023a) destacam que a adoção de uma abordagem de tomada de decisão multicritério traz vantagens relevantes para o processo decisório. Primeiramente, o AMD oferece um processo de análise transparente e estruturado, permitindo que ele seja auditado sempre que necessário, o que aumenta a confiabilidade e a possibilidade de reprodução dos resultados. Além disso, essa abordagem proporciona flexibilidade, permitindo ajustes nos objetivos e critérios conforme as necessidades da organização, de acordo com a avaliação do grupo de decisão, o que garante alinhamento com as metas organizacionais. Outra vantagem é que as pontuações e pesos utilizados na análise são definidos com base em técnicas consagradas na literatura ou em fontes de informação confiáveis, o que confere rigor ao processo.

Para Bezerra (2016), apesar da ampla variedade de métodos AMD disponíveis, seus componentes fundamentais são bastante simples: um conjunto de alternativas, pelo menos dois critérios e a presença de um tomador de decisão. Nascimento (2022) acrescenta que o modelo a ser implementado deve considerar aspectos específicos da situação, como a natureza do problema em questão, a forma de coleta dos dados e o tipo de interação entre o analista e o tomador de decisão.

Conforme Danesh, Ryan e Abbasi (2018), não existe um modelo multicritério ideal para desenvolver e priorizar um portfólio de projetos. Um modelo pode ser adequado para um determinado conjunto de projetos e características de uma organização, mas pode não ser a melhor escolha em outra situação. Portanto, os autores destacam o desafio de encontrar o modelo e as técnicas mais apropriadas para cada contexto, ressaltando a importância de investigar as diferentes opções disponíveis (Carvalho; Longaray, 2021).

A Figura 1 oferece uma perspectiva histórica importante sobre a evolução dos métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD), destacando os principais marcos no desenvolvimento dessas ferramentas ao longo do tempo. Ela mostra a progressão das técnicas, desde os primeiros métodos de otimização até abordagens mais recentes e sofisticadas.

Figura 1 - Evolução dos métodos de apoio multicritério à decisão



Fonte: adaptado de Carvalho e Longaray (2021).

A linha do tempo revela que, embora os primeiros métodos tenham focado principalmente em problemas de otimização com múltiplos objetivos, como a programação de metas e a teoria da utilidade, houve uma clara evolução para abordagens mais dinâmicas e interativas ao longo das décadas. Métodos como o AHP (Saaty, 1970), o PROMETHEE (Brans, Vincke e Mareschal, 1980) e o TOPSIS (Yoon e Hwang, 1980) introduzem estruturas que

permitem a comparação e ordenação de alternativas com base em preferências que podem ser ajustadas e refinadas ao longo do processo decisório. Essas inovações possibilitaram que os tomadores de decisão considerassem uma ampla variedade de critérios e preferências de forma mais robusta, algo essencial em cenários com múltiplos *stakeholders* e interesses conflitantes.

Como base para esta proposta de pesquisa, foi realizado um levantamento de literatura acerca da aplicação de modelos multicritérios no gerenciamento de portfólios de projetos de construção. A análise identificou uma diversidade de publicações que propõem modelos matemáticos, muitas vezes híbridos, utilizando métodos multicritérios de apoio à decisão aplicados a diferentes setores da construção civil.

Enquanto Parvaneh e Hammad (2024) apresentam um modelo híbrido de tomada de decisão multicritério, combinando métodos Fuzzy-AHP e Fuzzy-TOPSIS, para classificação de tecnologias de geração de energia com foco em critérios de sustentabilidade, Hashemizadeh e Ju (2019) sugerem um método que integra AHP, TOPSIS e sistemas de informação geográfica para a seleção de portfólio de projetos por incorporadores no setor da construção civil.

Masoumi e Touran (2016) desenvolvem um *framework* baseado no método PROMETHEE, que apoia proprietários de grandes programas de construção na formação de portfólios equilibrados em termos de linhas de negócios, tipos de projetos e riscos associados, e Wu *et al.* (2018) apresentam um *framework* que combina AHP e PROMETHEE II para a seleção de portfólio de projetos fotovoltaicos.

Esses estudos evidenciam a aplicabilidade e a versatilidade dos métodos multicritérios em diferentes contextos da construção civil, porém, a diversificação de métodos e suas variações, levanta a questão de qual deles é mais apropriado para os diferentes contextos e tipos de problemas. A vasta gama de técnicas disponíveis pode gerar confusão e incerteza sobre a escolha do método adequado, o que reforça a necessidade de uma análise contextualizada e crítica antes de se optar por uma ferramenta específica de AMD.

Como citado por Castro e Carvalho (2010a), muitos dos modelos teóricos desenvolvidos na literatura ainda estão em estágio inicial de implementação nas instituições. Isso sugere que, embora o avanço teórico tenha sido significativo, existe uma lacuna na aplicação prática, o que aponta para a necessidade de mais estudos empíricos que explorem a viabilidade e a eficácia desses modelos no contexto real de decisões complexas.

No levantamento da literatura, foi selecionada, pela similaridade com o contexto da Universidade Federal do Ceará, a pesquisa de Nascimento, Almeida-Filho e Palha (2023a; 2023b), que propõe um *framework* voltado à aplicação de um modelo matemático para seleção

de portfólios de projetos de construção em Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), integrando a *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) com a Programação Linear Inteira (PLI).

2.2 Modelo de decisão TOPSIS/PLI proposto por Nascimento (2022)

Nascimento (2022) propôs um modelo de decisão voltado à priorização de projetos de construção no setor público, combinando o método multicritério TOPSIS com a Programação Linear Inteira (PLI). A proposta da autora se inspira em um modelo anterior desenvolvido por Tavana *et al.* (2015), estruturado em três estágios, onde a Análise Envoltória de Dados (DEA) é utilizada para a triagem inicial dos projetos; o TOPSIS é empregado para o ranqueamento das alternativas; e, por fim, a PLI é aplicada para selecionar o portfólio mais adequado, respeitando as restrições e preferências definidas. Já o modelo de Nascimento (2022) adapta essa abordagem, eliminando o estágio de triagem por DEA, focando diretamente na avaliação multicritério e na otimização da alocação de recursos.

O modelo proposto por Nascimento (2022), posteriormente publicado em periódicos internacionais (Nascimento, Almeida-Filho e Palha 2023a; 2023b), propõe um *framework* capaz de abordar desafios relacionados à seleção de projetos de construção recorrentes no setor público, como escassez de recursos humanos, incertezas orçamentárias e influências políticas, integrando uma abordagem multicritério que considera aspectos estratégicos e técnicos. A aplicação do modelo foi ilustrada por meio de um estudo de caso realizado em uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) localizada no nordeste do Brasil.

O método TOPSIS, desenvolvido por Hwang e Yoon em 1981, é uma das abordagens mais populares para auxiliar na tomada de decisão multicritério (Krohling; Campanharo, 2011). Este método foi projetado para avaliar alternativas com base em critérios conflitantes, uma realidade comum no contexto do setor público, onde se busca selecionar alternativas que melhor atendam a múltiplos objetivos simultâneos (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023a). Segundo Nascimento (2022), a técnica parte do princípio de que a melhor alternativa é aquela mais próxima da "solução ideal", que maximiza os critérios desejáveis (benefícios) e minimiza os indesejáveis (custo, prazo). A aplicabilidade do método é favorecida pela sua simplicidade, pois a técnica não exige uma grande quantidade de informações complexas para ser implementada, tornando-o amplamente utilizado na resolução de problemas práticos (Nascimento, 2022).

Em cenários de gestão pública, especialmente em projetos de construção e infraestrutura, o método auxilia os tomadores de decisão a priorizarem projetos conforme critérios específicos, como custos, prazos e impacto social (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023a). Essa adaptabilidade é uma característica valiosa, pois o modelo matemático desenvolvido baseado neste método pode personalizar as ponderações conforme as necessidades do decisor. Em um ambiente universitário, por exemplo, o modelo baseado em TOPSIS pode facilitar a priorização de projetos de construção com base em fatores como a demanda por novas instalações, a urgência de reformas, e os recursos disponíveis, otimizando o uso de recursos financeiros e alinhando as escolhas aos objetivos estratégicos da instituição (Nascimento, 2022).

Na prática, a aplicação do TOPSIS requer uma preparação detalhada para definir com precisão os critérios e as alternativas que serão analisadas, o que pode envolver diferentes profissionais e áreas da instituição. Uma escolha assertiva dos especialistas envolvidos é fundamental para garantir que os critérios reflitam adequadamente as necessidades e restrições da instituição (Nascimento, 2022). Além disso, o processo de ponderação dos critérios deve considerar tanto a relevância de cada um quanto às possíveis limitações de recursos e tempo, ajustando o modelo à realidade organizacional (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023b). Ao fazer isso, o TOPSIS permite que as decisões sejam mais participativas e respaldadas por um conhecimento mais amplo, o que aumenta a aceitação e o entendimento do processo de priorização entre os envolvidos.

Por fim, o modelo de decisão baseado em TOPSIS também contribui para a transparência e a prestação de contas no processo decisório, características essenciais em instituições públicas e, particularmente, em universidades federais, onde a governança e o uso responsável dos recursos são de interesse coletivo (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023a). Ao fornecer uma metodologia estruturada e baseada em critérios objetivos, o modelo oferece uma base sólida para justificar as escolhas feitas. Isso é particularmente importante quando os recursos são limitados e as decisões impactam diretamente a qualidade dos serviços e infraestruturas oferecidas à comunidade acadêmica. A rastreabilidade do processo, proporcionada pelo TOPSIS, é um diferencial que favorece a transparência e pode reduzir questionamentos sobre as escolhas realizadas, e assim, contribuir para uma gestão mais confiável.

Estudos recentes demonstram que a PLI tem sido aplicada de maneira híbrida, em combinação com Métodos de Apoio Multicritério à Decisão (MAMD), para resolver problemas

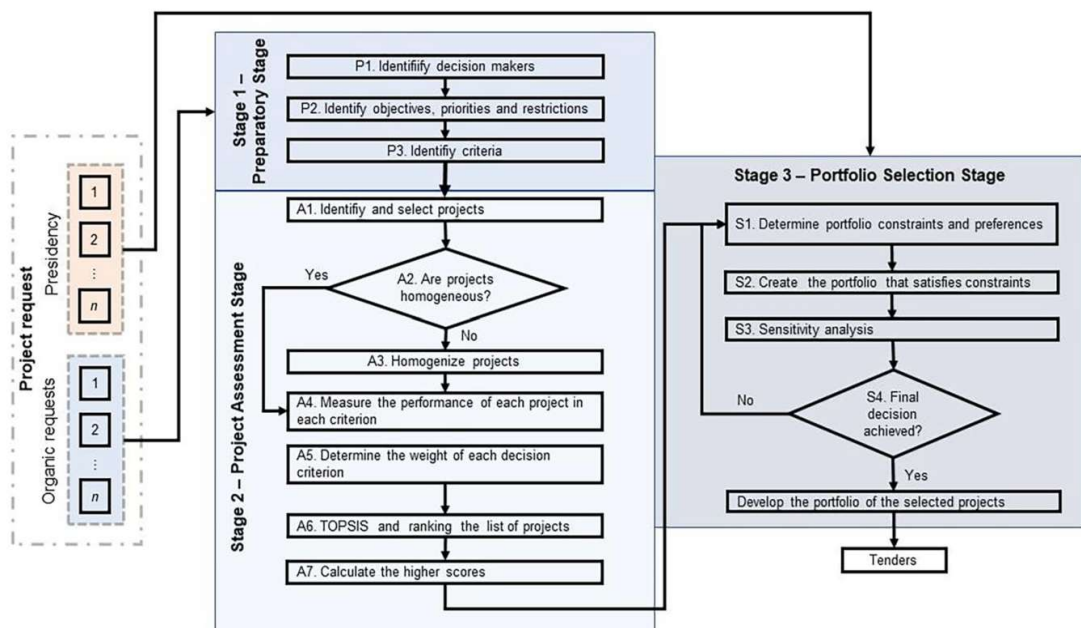
de otimização complexos, como na seleção de portfólios em setores de alta complexidade (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023b). Tais abordagens híbridas permitem uma análise mais detalhada e abrangente das alternativas, especialmente em contextos que requerem a ponderação de múltiplos fatores, sendo úteis para gestores que buscam maior alinhamento estratégico entre diferentes áreas da organização.

No modelo de decisão proposto por Nascimento, Almeida-Filho e Palha (2023a; 2023b), a Programação Linear Inteira (PLI) complementa o TOPSIS com a otimização na alocação dos recursos limitados. A PLI é uma técnica matemática amplamente utilizada para a otimização de recursos em situações em que as variáveis envolvidas devem ser números inteiros (Kirmizi; Karakas; Uçar, 2023). Em contextos administrativos, a PLI se torna uma ferramenta valiosa ao permitir a criação de modelos que otimizam a alocação de recursos escassos entre projetos concorrentes, atendendo a múltiplas restrições e objetivos estratégicos (Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023b).

2.2.1 Framework para implementação do modelo de decisão TOPSIS/PLI

A implementação do modelo de decisão TOPSIS/PLI deve ocorrer através da aplicação de um *framework* que contém três estágios (Nascimento, 2022; Nascimento; Almeida-Filho; Palha, 2023b): i) Preparação, ii) Avaliação individual dos projetos, e iii) Seleção de portfólio. A estrutura geral do processo é ilustrada na Figura 2.

Figura 2 - *Framework* de implementação do modelo de decisão TOPSIS/PLI.



No *framework* proposto (Nascimento, 2022; Nascimento, Almeida-Filho e Palha 2023a; 2023b), os projetos podem ser solicitados de duas maneiras: de forma orgânica pelas unidades administrativas e acadêmicas, submetendo-os aos três estágios do processo, ou diretamente pela administração superior da IFES, encaminhando-os diretamente para o terceiro estágio.

Estágio 1 - estágio de preparação

O primeiro estágio do *framework*, denominado Preparação, envolve três etapas, de caráter estratégico, fundamentais para a estruturação do processo decisório. A primeira etapa (P1) consiste na definição dos tomadores de decisão, enquanto a etapa seguinte (P2) envolve a identificação dos objetivos organizacionais e das restrições de recursos disponíveis. Por fim, na etapa P3, são definidos os critérios qualitativos e quantitativos que deverão orientar a seleção do portfólio de projetos.

Nascimento (2022) propõe oito critérios considerados adequados à realidade das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) para esse tipo de decisão: a) impacto na função fim da universidade, b) risco à segurança dos usuários, c) risco patrimonial, d) recorrência da demanda, e) disponibilidade de recursos para a construção, f) planejamento da manutenção, g) prazo para início da licitação e h) custo estimado do ciclo de vida. Segundo a autora (2022), a definição desses critérios teve como base os relatórios de planejamento da Universidade Federal de Pernambuco (utilizada como estudo de caso), além de discussões técnicas realizadas com a equipe de projetos dessa instituição, contemplando tanto aspectos estratégicos quanto operacionais.

O Quadro 1 reúne os critérios propostos para a avaliação dos projetos, classificando-os quanto ao seu tipo (qualitativo ou quantitativo), à direção da solução ideal (maximização, quando se busca o maior valor possível, ou minimização, nos casos em que se deseja o menor custo ou risco) e ao método de mensuração adotado. Este último especifica como cada critério é quantificado, seja por escalas Likert de 1 a 5, valores monetários, prazos em dias ou percentuais, conforme a natureza do parâmetro avaliado. A descrição detalhada de cada critério encontra-se pormenorizada na subseção 2.2.2.

Quadro 1 - Critérios de avaliação de projetos

Critério	Tipo	Solução ideal	Medição de critério
Impacto na função fim da universidade (A)	Qualitativo	Maximizar	Escala Likert (1 a 5)

Risco de segurança dos usuários das instalações (B)	Qualitativo	Maximizar	Escala Likert (1 a 5)
Risco patrimonial (C)	Qualitativo	Maximizar	Escala Likert (1 a 5)
Recorrência da demanda (D)	Qualitativo	Maximizar	Escala Likert (1 a 5)
Recurso disponível para a construção (E)	Quantitativo	Maximizar	percentual (%)
Planejamento da manutenção (F)	Qualitativo	Minimizar	Coefficiente de risco (R)
Prazo para entrar em licitação (G)	Quantitativo	Minimizar	Dias
Custo estimado do ciclo de vida (H)	Quantitativo	Minimizar	Reais (R\$)

Fonte: adaptado de Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023b, p.7)

Estágio 2 - estágio de avaliação individual dos projetos

O segundo estágio do *framework*, denominado Avaliação Individual de Projetos, contempla o desenvolvimento de sete etapas, conforme apresentado na Figura 2. Neste momento, os projetos a serem analisados são identificados, as informações são homogeneizadas, os critérios de priorização estabelecidos no estágio anterior são aplicados, e os desempenhos individuais dos projetos são mensurados utilizando o método TOPSIS, resultando em um ranqueamento ordenado pelos maiores escores obtidos (Nascimento, Almeida-Filho e Palha, 2023a; 2023b).

A etapa A1, denominada “Identificação e seleção de projetos”, compreende a análise dos dados disponíveis para verificar se todos os projetos possuem as informações essenciais previamente fornecidas pelos demandantes. Nascimento (2022), sugere a utilização de um formulário padrão que contemple a identificação do solicitante, a descrição do projeto e as necessidades específicas relacionadas à função, estrutura física, layout e disponibilidade orçamentária. Além disso, é conferido se os projetos possuem a concordância da direção máxima da unidade e se estão em conformidade com o plano diretor da instituição.

As etapas A2 e A3, relacionadas à homogeneização dos projetos, são realizadas com o objetivo de classificar cada solicitação conforme o tipo de intervenção requerida. Inicialmente (A2), verifica-se se os projetos solicitados pertencem a um mesmo tipo. Caso sejam homogêneos, seguem diretamente para a etapa A4; caso contrário, passam por A3, na qual são agrupados por tipo. Para o contexto das IFES, Nascimento (2022) sugere as seguintes classes: readequação, que se refere à modernização de instalações já existentes; reestruturação, voltada à alteração do uso de espaços para atender a novas funções; novas construções, que abrangem a criação de pequenas estruturas adicionais; e novas edificações, destinadas à construção de

novos prédios ou à ampliação de edificações existentes. Essa classificação busca proporcionar uniformidade à etapa de avaliação dos projetos.

Na etapa A4, realiza-se a mensuração do desempenho de cada projeto com base nos critérios de decisão definidos anteriormente na etapa P3. Em seguida, na etapa A5, os tomadores de decisão atribuem pesos a esses critérios, considerando as diretrizes estratégicas previamente estabelecidas. No estudo de caso apresentado por Nascimento (2022), optou-se por uma distribuição igualitária, atribuindo o mesmo peso a todos os critérios avaliativos.

Em seguida, na etapa A6, aplica-se o método TOPSIS para ranquear os projetos a partir do algoritmo ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Algoritmo para aplicação do TOPSIS.

Algorithm 1: TOPSIS Routine

Step 1: Normalize the decision matrix $X = [a_{ij}]_{m \times n}$, finding $R = [r_{ij}]_{m \times n}$

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

Step 2: Calculate the decision matrix $V = [v_{ij}]_{m \times n}$ normalized by the weights.

$$v_{ij} = w_i * r_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Step 3: Determine the ideal and anti-ideal solutions.

$$A^+ = (v_1^+, \dots, v_m^+), A^+ = \begin{cases} \max_i v_{ij}, j \in J_1 \\ \min_i v_{ij}, j \in J_2 \end{cases}$$

$$A^- = (v_1^-, \dots, v_m^-), A^- = \begin{cases} \min_i v_{ij}, j \in J_1 \\ \max_i v_{ij}, j \in J_2 \end{cases}$$

Step 4: Calculate the Euclidian distances of each alternative for the ideal and anti-ideal solutions.

$$d^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_j^+ - v_{ij})^2}, i = 1, 2, \dots, m.$$

$$d^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_j^- - v_{ij})^2}, i = 1, 2, \dots, m.$$

Step 5: Calculate the closeness coefficient of each alternative to the ideal solution based on the distances obtained in the previous Step.

$$D_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, i = 1, 2, \dots, m.$$

Step 6: Rank the alternatives in descending order of the closeness coefficient.

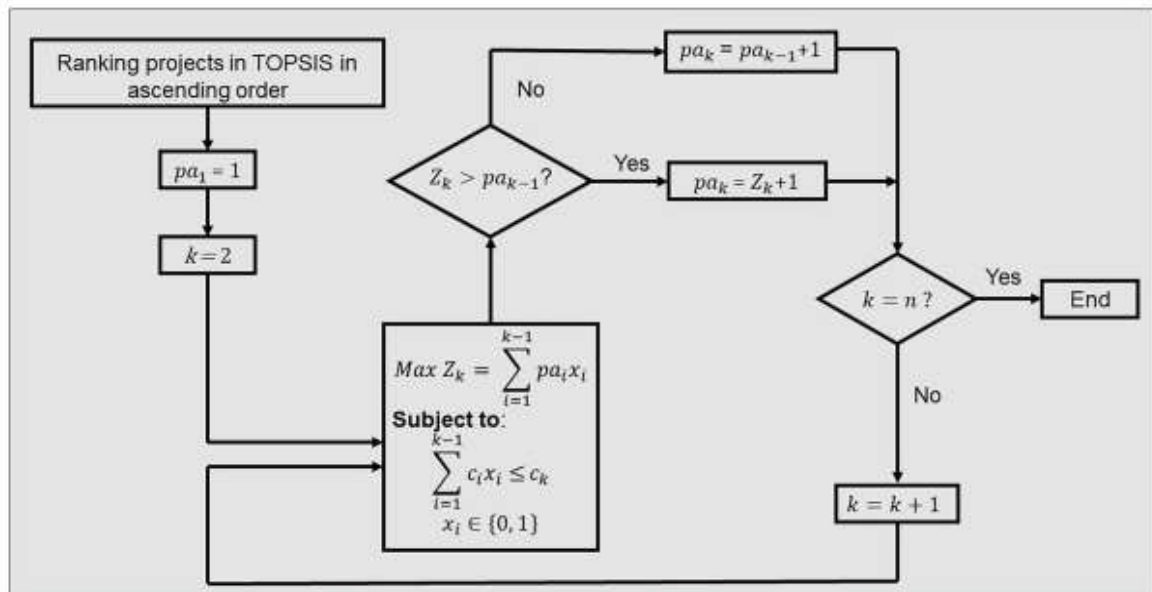
Fonte: Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023b, p.9)

Segundo Nascimento (2022), a aplicação do TOPSIS ocorre em etapas e se inicia pela etapa 1, que consiste na normalização dos valores intracritério das alternativas. Nessa fase, os

valores (x_{ij}) atribuídos a cada critério (j) , para cada projeto (i) , são convertidos em valores (r_{ij}) de escala comum, sem unidades, permitindo a comparação entre diferentes critérios por meio da padronização dos dados. Na etapa 2 do TOPSIS, os valores (r_{ij}) previamente normalizados são multiplicados pelos pesos (w_j) atribuídos a cada critério, conforme definidos pelo grupo decisor. Esse processo gera a matriz de decisão normalizada ponderada, que reflete a importância relativa de cada critério na análise das alternativas. Na etapa 3, são identificadas as soluções ideal positiva (A^+) e ideal negativa (A^-) , que funcionam como referências para a avaliação das alternativas. Para o conjunto de critérios de benefício (J_1) , considera-se o valor máximo entre as alternativas, enquanto para o conjunto de critérios de custo (J_2) , é desejado o valor mínimo entre as alternativas. Na etapa 4, calcula-se a distância euclidiana de cada alternativa em relação às soluções ideal positiva (d^+_i) e ideal negativa (d^-_i) , com o objetivo de medir o quão próxima está da melhor situação possível e o quão distante está da pior. Na etapa 5, calcula-se a proximidade relativa (Di) à solução ideal. Quanto mais próximo Di estiver de 1, melhor é a alternativa. E, finalmente, na etapa 6, as alternativas são classificadas de modo decrescente, do escore (Di) maior para o menor.

A etapa A7 do *framework* ajusta o índice dos projetos por meio da pontuação aumentada, conforme o fluxograma apresentado na Figura 4, levando em conta a relação entre custo e benefício, usando a lógica baseada no Problema da Mochila (*Knapsack Problem*). O objetivo dessa etapa é evitar que alternativas bem avaliadas no TOPSIS sejam preteridas devido a custos elevados.

Figura 4 - Fluxograma do algoritmo de cálculo da pontuação aumentada.



Conforme verifica-se na Figura 4, os projetos são inicialmente classificados em ordem crescente de acordo com a pontuação advinda do TOPSIS (do pior para o melhor). Essa ordem é usada para processar um por um, calculando a pontuação aumentada (pa). Para o pior projeto, atribui-se a pontuação aumentada (pa_1) igual a 1. Para os demais projetos (k), as pontuações são ajustadas via Problema da Mochila. O objetivo é identificar a maior pontuação total (Z_k) que pode ser obtida a partir da combinação de projetos anteriores, sem ultrapassar o custo do projeto atual (c_k). Após obter Z_k , esse valor é comparado com a pontuação aumentada do projeto anterior (pa_{k-1}). Se o valor for maior, o projeto atual recebe uma pontuação maior do que qualquer combinação anterior possível com menor custo ($pa_k = Z_k + 1$). Caso contrário, o projeto recebe apenas uma unidade acima da pontuação atribuída ao projeto imediatamente anterior ($pa_k = pa_{k-1} + 1$). Esta regra impede que a pontuação de um projeto com melhor desempenho (em termos de custo-benefício) seja igual ou menor que a de um projeto anterior menos eficiente. Ao final de cada ciclo, é verificado se o projeto atual k é o último da lista de projetos. Se sim, o algoritmo é finalizado. Caso contrário, k é incrementado em 1 e o ciclo é retomado até que todos os projetos da lista tenham sua pontuação aumentada (pa_k) atribuída. Com isso, na etapa A7 os projetos são reordenados, favorecendo aqueles de custo moderado e boa avaliação, garantindo uma distribuição mais eficiente dos recursos (Nascimento, 2022).

Estágio 3 - estágio de seleção do portfólio

Por fim, no terceiro estágio do *framework*, de Seleção do Portfólio, que contempla 4 etapas apontadas na Figura 2, aplica-se a Programação Linear Inteira para selecionar os projetos que comporão o portfólio, considerando as restrições definidas previamente.

A etapa S1 tem como objetivo incorporar ao modelo as restrições e as preferências relevantes ao contexto decisório. No caso das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), Nascimento (2022) propõe:

- Limitação da capacidade operacional anual da equipe de projetos, levando em conta a carga horária disponível dos profissionais, onde H representa o total de horas-homem disponíveis e h_i a quantidade de horas estimadas para cada projeto (Figura 6, equação 5);
- Restrição orçamentária anual (C), referente ao limite disponível para execução de obras, apresentada na equação 6 (Figura 6);
- Inclusão obrigatória de projetos indicados pela Reitoria (x_{ri}), conforme ilustrado na Figura 6, equação 7;

- Obrigatoriedade de contemplar ao menos um projeto de cada tipo, assegurando diversidade no portfólio selecionado, conforme Figura 6, equações 8 a 11.

A etapa S2 corresponde à aplicação da Programação Linear Inteira (PLI) para a seleção do portfólio ótimo de projetos, considerando as restrições previamente definidas na etapa S1. A Figura 5 apresenta a formulação matemática do modelo padrão de Programação Linear Inteira (PLI), representada pelas equações 1, 2 e 3. Nessa modelagem, o objetivo é maximizar o valor Z , que representa o desempenho global do portfólio de projetos (equação 1). Para isso, são consideradas variáveis de decisão x_j , que indicam se o projeto j será selecionado ($x_j = 1$) ou não ($x_j = 0$) (Nascimento, 2022).

A função objetivo soma os benefícios individuais c_j associados a cada projeto j , refletindo o ganho esperado com sua inclusão no portfólio. Já as restrições (equações 2 e 3) garantem que os recursos disponíveis não sejam ultrapassados. Nelas, a_{ij} representa a quantidade do recurso i que o projeto j consome, e b_i indica o limite máximo disponível desse recurso. Assim, o modelo considera x_j como variáveis de decisão (seleção dos projetos), c_j como os benefícios atribuídos a cada projeto, a_{ij} como o consumo de recursos, b_i como as restrições de capacidade (como orçamento, pessoal, tempo etc.). Essa estrutura assegura que a seleção final dos projetos maximize o desempenho total dentro dos limites de recursos da instituição (Hillier e Lieberman, 2013, *apud* Nascimento, 2022).

Figura 5 - Equações relacionadas à Programação Linear Inteira.

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_m \quad (3)$$

$$x_j \in \{0, 1\}$$

Fonte: Adaptado de Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023b, p.10)

Dessa forma, utilizam-se as pontuações aumentadas calculadas na etapa A7 (p_{aj}), integradas às restrições definidas na etapa S1. A formulação completa está representada na Figura 6, por meio da equação 4, sujeita às restrições expressas nas equações 5 a 11. A equação

4 maximiza a soma das pontuações aumentadas (pa_j) dos projetos selecionados nos diferentes tipos de projetos (a - readequação, b - reestruturação, c - nova construção, d - nova edificação).

Figura 6 - Equações da etapa S2.

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^n (pa_j x_{aj} + pa_j x_{bj} + pa_j x_{cj} + pa_j x_{dj}) \quad (4)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n (h_{ai} x_{ai} + h_{bi} x_{bi} + h_{ci} x_{ci} + h_{di} x_{di} + h_{ri} x_{ri}) \leq H \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n (c_{ai} x_{ai} + c_{bi} x_{bi} + c_{ci} x_{ci} + c_{di} x_{di}) \leq C \quad (6)$$

$$x_{ri} = 1 \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ai} \geq 1 \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{bi} \geq 1 \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ci} \geq 1 \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{di} \geq 1 \quad (11)$$

$$x_{ai}, x_{bi}, x_{ci}, x_{di} \in \{0, 1\}$$

Fonte: Adaptado de Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023b, p.10 e 11)

Nas equações de 4 a 11, estão definidos os parâmetros e variáveis utilizados na formulação da Programação Linear Inteira (PLI) para a seleção do portfólio ótimo de projetos de construção. As variáveis binárias x_{ai} , x_{bi} , x_{ci} , x_{di} e x_{ri} representam, respectivamente, a inclusão ou não de cada projeto nos seguintes grupos: readequação, reestruturação, nova construção, nova edificação e projetos indicados pela Reitoria. O valor 1 indica que o projeto foi selecionado para compor o portfólio, e 0 indica que não foi selecionado.

Associadas a essas variáveis, têm-se os parâmetros de hora-homem necessários para o desenvolvimento de cada projeto: h_{ai} , h_{bi} , h_{ci} , h_{di} e h_{ri} , correspondentes, respectivamente, aos projetos de readequação, reestruturação, nova construção, nova edificação e projetos da Reitoria. O total de horas-homem disponíveis para a equipe técnica é representado por H , que atua como limite operacional da capacidade de desenvolvimento de projetos (Nascimento, 2022).

No que se refere aos custos, os parâmetros C_{ai} , C_{bi} , C_{ci} , C_{di} e C_{ri} indicam o valor estimado necessário para a execução de cada projeto, também conforme os respectivos grupos mencionados. O orçamento total disponível para aplicação em obras é representado por C .

Essas variáveis e parâmetros são utilizados para estruturar a função objetivo e suas restrições, possibilitando a seleção de um portfólio de projetos que maximize os benefícios institucionais, respeitando simultaneamente os limites orçamentários e operacionais definidos pela instituição (Nascimento, 2022).

Na sequência, a etapa S3 realiza a análise de sensibilidade, cujo objetivo é verificar o impacto de eventuais alterações nos parâmetros e variáveis do modelo. A realização dessa análise é fundamental em problemas de Programação Linear Inteira, pois pequenas alterações em determinadas proporções ou restrições podem ocasionar mudanças significativas na solução encontrada (Nascimento, 2022).

Na etapa S4, os tomadores de decisão realizam a revisão do portfólio selecionado, com o objetivo de verificar a aderência dos projetos escolhidos aos objetivos estratégicos da instituição. Essa etapa contempla a deliberação final sobre a aprovação do portfólio, permitindo eventuais ajustes com base em critérios institucionais não capturados diretamente pelo modelo matemático (Nascimento, 2022).

Nascimento, Almeida-Filho e Palha (2023a; 2023b) indicam que o modelo deve ser aplicado anualmente, com a possibilidade de reavaliações trimestrais para incorporar novas demandas de projeto, planejar as etapas futuras e alocar os recursos financeiros necessários.

2.2.2 Critérios de avaliação de projetos para a seleção de portfólio de projetos de construção em universidade pública

Esta subseção descreve os oito critérios de avaliação propostos por Nascimento (2022) para serem aplicados na seleção de projetos de construção em Instituições Federais de Ensino Superior.

(A) Impacto na função fim da universidade: avalia a urgência de desenvolver o projeto e como ele impacta o funcionamento das atividades fim da universidade. É medido conforme o Quadro 2, onde para este critério, a solução ideal é maximizar a pontuação (Nascimento, Almeida Filho e Palha; 2023a).

Quadro 2 - Avaliação quanto ao impacto na função fim da universidade

Avaliação de impacto	Descrição	Escala
----------------------	-----------	--------

Muito alto	Quando comprometer sobremaneira as atividades-fim da universidade ou envolver urgência	5
Alto	Quando causa grande insatisfação na comunidade acadêmica, por exemplo, um dispositivo que não funciona e compromete as atividades	4
Moderado	Quando causa insatisfação devido ao mau funcionamento de partes de um sistema, mas não compromete as atividades	3
Baixo	Quando causa uma leve insatisfação, o usuário percebe apenas um pequeno defeito ou queda no desempenho	2
Mínimo	Afeta minimamente o desempenho das atividades e a maioria dos usuários pode nem perceber	1

Fonte: Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a, p.6)

(B) Risco de segurança dos usuários: avalia como o desenvolvimento do projeto impacta a segurança das pessoas. É medido de acordo com o Quadro 3, e a solução ideal para este critério é maximizar a pontuação (Nascimento, Almeida Filho e Palha; 2023a).

Quadro 3 - Avaliação quanto ao risco de segurança dos usuários

Risco de Segurança	Descrição	Escala
Muito alto	Quando envolve risco muito alto da comunidade acadêmica	5
Alto	Quando causa alto risco de insegurança na comunidade acadêmica, por exemplo, uma parede com material descascando	4
Moderado	Quando causa alguma insegurança devido ao mau funcionamento de partes de um sistema	3
Baixo	Quando causa leve insegurança, o usuário percebe apenas um pequeno defeito ou queda no desempenho	2
Mínimo	Risco mínimo. A maioria dos usuários pode nem perceber sua ocorrência	1

Fonte: Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a, p.6)

(C) Risco patrimonial: avalia como o desenvolvimento do projeto impacta o funcionamento da instituição. Ele é medido conforme o Quadro 4, e a solução ideal é maximizar a pontuação (Nascimento, Almeida Filho e Palha; 2023a).

Quadro 4 - Avaliação quanto ao risco patrimonial

Risco Patrimonial	Descrição	Escala
Muito alto	Quando envolve um risco muito alto para os ativos da universidade	5
Alto	Quando causar um alto nível de risco patrimonial, por exemplo, um telhado com vazamentos	4

Moderado	Quando causar algum risco devido aos danos causados a alguns sistemas	3
Baixo	Quando causar danos materiais leves, o usuário observará apenas um pequeno defeito	2
Mínimo	Afeta minimamente a propriedade e a maioria dos usuários pode nem perceber	1

Fonte: Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a, p.6)

(D) Recorrência da demanda: verifica há quanto tempo o projeto vem sendo solicitado. É medido conforme o Quadro 5. Para este critério, a solução ideal é maximizar a pontuação para que projetos que precisam de atualização ou já foram apresentados anteriormente sejam priorizados (Nascimento, Almeida Filho e Palha; 2023a).

Quadro 5 - Avaliação quanto à recorrência da demanda

Descrição	Escala
Projetos já desenvolvidos que necessitam de atualização ou modificação	5
Projetos já solicitados três anos antes do atual mas que não foram desenvolvidos	4
Projetos já solicitados dois anos antes do atual mas que não foram desenvolvidos	3
Projetos já solicitados no ano anterior ao atual mas que não foram desenvolvidos	2
Projetos que nunca foram apresentados anteriormente	1

Fonte: Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a, p.6)

(E) Recurso disponível para a construção: mede o percentual disponível dos recursos financeiros para executar o projeto. Para este critério, a solução ideal é maximizar (Nascimento, Almeida Filho e Palha; 2023a).

(F) Planejamento da manutenção: este critério adota a abordagem da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) para estimar o planejamento da manutenção dos projetos. A MCC busca identificar a estratégia de manutenção mais adequada com base nas características de falha dos sistemas e equipamentos. No contexto da avaliação de projetos, a MCC é aplicada por meio da análise do nível de risco associado às ações de manutenção. Para isso, utiliza-se a técnica FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), que reconhece, avalia e classifica possíveis falhas, considerando suas chances de ocorrência e a severidade dos efeitos. A FMEA fornece um indicador de risco (R), utilizado para priorizar ações corretivas e de melhoria nos projetos, conforme demonstrado na equação abaixo (Nascimento, Almeida Filho e Palha; 2023a).

$$R = S * O * D$$

onde:

S é a severidade do efeito medida de acordo com o Quadro 6;

O é a ocorrência de falha medida de acordo com o Quadro 7;

e D é a possibilidade de detecção medida de acordo com o Quadro 8.

Os componentes não críticos, aqueles com consequências não graves e baixa perda econômica, estão sujeitos à manutenção corretiva. Os componentes críticos e potencialmente críticos dos projetos devem ser incluídos no plano básico de manutenção predial da universidade. Este plano contém a frequência e o tipo de atividade a ser realizada para manutenção civil, hidráulica, elétrica e mecânica. Assim, minimizar a pontuação é a solução ideal para o critério de planejamento de manutenção (Nascimento, Almeida Filho e Palha; 2023a).

Quadro 6 - Avaliação quanto à severidade do efeito

Severidade do efeito	Descrição	Escala
Muito alta	Quando comprometer a segurança da operação ou envolver infração	5
Alta	Quando causa alta insatisfação do usuário, por exemplo, um dispositivo que não opera sem comprometer a segurança ou implicar infração	4
Moderada	Quando causa alguma insatisfação devido à queda de desempenho ou mau funcionamento de partes do sistema	3
Baixa	Quando causa leve insatisfação, o usuário observa apenas uma leve deterioração ou queda no desempenho	2
Mínima	Quando comprometer a segurança da operação ou envolver infração	1

Fonte: Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a, p.7) adaptado de Fogliato e Ribeiro (2011)

Quadro 7 - Avaliação quanto à ocorrência da falha

Ocorrência da falha	Descrição	Escala
Muito alta	67% (2/3) de chance. O evento certamente ocorrerá.	5
Alta	Entre 33 e 67% (2/3) de chance. Espera-se que o evento ocorra.	4
Moderada	Entre 10 e 33% (1/3) de chance. O evento pode ocorrer.	3
Baixa	Entre 1 e 10% de chance. O evento é improvável de ocorrer.	2
Mínima	Menos de 1% de chance. O evento é altamente improvável de ocorrer.	1

Fonte: Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a, p.7) adaptado de Abdelgawad e Fayek (2010)

Quadro 8 - Avaliação quanto a possibilidade de detecção de falha

Possibilidade detecção	Descrição	Escala
Mínima	Difícil de detectar. A equipe do projeto não é capaz de identificar o evento de risco.	5
Baixa	Há baixa probabilidade de ser detectada. A equipe do projeto tem baixa chance de identificar o evento de risco.	4
Moderada	A falha pode ser detectada mais facilmente. A equipe do projeto tem chance moderada de identificar o evento de risco.	3
Alta	Alta probabilidade de detectar a falha. A equipe do projeto tem grande chance de identificar o evento de risco.	2
Muito Alta	A detecção de falhas é quase certa. Portanto, a equipe do projeto tem uma chance muito alta de identificar o evento de risco.	1

Fonte: Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a, p.7) adaptado de Abdelgawad e Fayek (2010)

(G) Prazo para entrar em licitação: refere-se ao tempo estimado, em dias, para que o projeto seja licitado. Um prazo menor indica maior prioridade na classificação. Portanto, para esse critério, a solução ideal é a minimização (Nascimento, Almeida Filho e Palha; 2023a).

(H) Custo estimado do ciclo de vida: de acordo com a nova lei de licitações n.º 14.133, valores vinculados ao ciclo de vida, como manutenção, uso, substituição, depreciação e impacto ambiental do objeto da licitação, devem ser considerados na licitação. Esse custo é medido em reais (R\$), e a solução ideal é minimizar a pontuação para esse critério (Nascimento, Almeida Filho e Palha; 2023a).

Em síntese, os oito critérios propostos por Nascimento (2022) constituem um conjunto estruturado voltado à avaliação de projetos de construção no contexto das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Cada critério oferece parâmetros que possibilitam uma análise sistematizada dos projetos a serem submetidos ao processo de seleção de projetos.

2.3 Estudos empíricos sobre a aplicação de modelos multicritérios em portfólio de projetos de construção

Como parte da revisão de literatura sobre a aplicação de modelos multicritérios em portfólios de projetos de construção, foi realizado um mapeamento de estudos empíricos sobre o tema, mediante uma pesquisa documental de artigos publicados até 2024 nas renomadas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*. A escolha das bases foi baseada em critérios específicos: estar incluídas no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior (CAPES) e serem reconhecidas nas áreas de ciências sociais aplicadas, engenharias e multidisciplinar.

A estratégia de busca foi delineada para identificar publicações que abordassem os três eixos temáticos centrais desta pesquisa: portfólio de projetos, construção civil e modelos multicritérios. Para tal, foram utilizadas sete palavras-chave, combinadas com operadores booleanos (*AND* e *OR*), a fim de garantir que os estudos selecionados contemplassem essas áreas de forma integrada. A equação de pesquisa aplicada foi: ("*portfolio selection*" *OR* "*project portfolio*") *AND* ("*construction*" *OR* "*enterprise*") *AND* ("*multi-criteria*" *OR* "*intra-criteria*" *OR* "*inter-criteria*").

Inicialmente, foram identificados 74 artigos (32 na *Web of Science* e 42 na *Scopus*). Após a eliminação de duplicidades no *software* Zotero, chegou-se a um total de 53 publicações para análise. A leitura criteriosa dos resumos dessas 51 publicações permitiu a seleção de cinco estudos que apresentavam maior proximidade com os objetivos desta investigação. Complementarmente, foram realizadas buscas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), resultando na inclusão de mais dois estudos relevantes para esta pesquisa. Os estudos anteriores selecionados foram sistematizados no Quadro 9.

Quadro 9 - Estudos anteriores sobre aplicação de modelos multicritérios de apoio à decisão em portfólio de projetos de construção.

Autor/Ano	Objetivo	Aspectos metodológicos	Resultados
Nascimento; Almeida-Filho; Palha (2023a)	Investigar os critérios a serem considerados na seleção de projetos de construção e aplicar o método TOPSIS para apoiar os tomadores de decisão sobre quais projetos devem ser priorizados pelo departamento de projetos de uma instituição pública.	A pesquisa adota uma abordagem matemática fundamentada em métodos de engenharia, aplicando a pesquisa operacional (PO) para solucionar problemas organizacionais.	O estudo propôs um modelo de decisão baseado em TOPSIS para priorizar projetos de construção em instituições públicas, testou a estrutura proposta em um projeto piloto e avaliou <i>insights</i> gerenciais que podem ser usados por instituições públicas ao lidar com seus recursos limitados.
Nascimento; Almeida-Filho; Palha (2023b)	Selecionar um portfólio de projetos de construção para uma instituição pública, que permita avaliar critérios quantitativos e qualitativos para atender às necessidades institucionais e respeitar suas restrições.	A pesquisa aplica um <i>framework</i> que utiliza a Técnica de Preferência por Similaridade à Solução Ideal (TOPSIS) combinada com Programação Linear Inteira (PLI), em uma Instituição Federal de Ensino Superior, a partir de um estudo de caso.	A pesquisa propôs um <i>framework</i> para a tomada de decisão na seleção dos portfólios de projetos de construção em uma instituição pública, identificou critérios quantitativos e qualitativos para a priorização, e propôs um modelo matemático que integra TOPSIS e PLI.

Nascimento (2022)	Propor um modelo de seleção associado à implementação do BIM para o setor de projetos em Instituições Federais de Ensino Superior (IFES).	A pesquisa adota a Pesquisa Operacional (PO) desenvolvida em estágios que envolvem a definição do problema, a formulação de um modelo matemático, o desenvolvimento de um procedimento computacional, a validação por meio de testes e ajustes, e a preparação para aplicação contínua. Por fim, o modelo é testado em um estudo de caso.	O estudo desenvolveu um <i>framework</i> de decisão para seleção de portfólios de projetos de construção em instituições públicas, identificando critérios de priorização e aplicando um modelo matemático que integra TOPSIS e Programação Linear Inteira (PLI).
Carvalho; Longaray (2021)	Analisar de forma estruturada na produção científica a aplicação de Modelos de Apoio à Decisão Multicritério (MADM) na priorização de projetos de recursos hídricos.	A pesquisa caracteriza-se como diagnóstico-descritiva. Utilizou-se o protocolo <i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i> para a revisão sistemática. Para análise de dados, realizou-se pesquisa bibliométrica com o auxílio dos <i>softwares</i> VOSviewer, UCINET 6 e NetDraw, e posteriormente se procedeu a metassíntese.	Identificou-se: carência na produção científica sobre o assunto; a recorrente aplicação de MADM na priorização de projetos de recursos hídricos; governo e companhias de saneamento como setores de maior interesse nesses projetos; além de baixo nível de informações acerca dos atores e das técnicas envolvidos nesta priorização.
Nesticô, A.; Sica (2017)	Definir um modelo para alocação ótima de recursos escassos em intervenções de reabilitação urbana, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável do território.	A Programação Linear Discreta (DLP) é utilizada, sob uma abordagem multicritério, para escrever um modelo matemático e selecionar investimentos a partir de critérios de sustentabilidade financeira, social, cultural e ambiental. O modelo é testado em um estudo de caso.	O modelo proposto mostrou-se eficaz e de simples aplicação, sendo adequado para selecionar planos de investimentos tanto para decisores públicos quanto privados.
Bezerra (2016)	Propor um modelo de seleção de portfólio de projetos de obras, para organizações governamentais, que incorpore uma abordagem multicritério, contribuindo para a gestão eficaz de recursos públicos.	A estratégia de pesquisa envolve Modelagem do Problema para gerar o modelo matemático multicritério. O modelo é testado em um estudo de caso.	A aplicação prática do modelo proposto mostrou-se satisfatória ao grupo decisor e a análise de sensibilidade conferiu robustez ao modelo ao revelar a alta confiabilidade dos resultados.
Dobrovolskiene; Tamosiuniene (2016)	Desenvolver um modelo de alocação de recursos financeiros orientado para a sustentabilidade em um portfólio de projetos, integrando um índice composto de sustentabilidade de um projeto no esquema clássico de risco-retorno de Markowitz (modelo de média-variância).	A partir de uma abordagem multicritério, é proposto um modelo matemático de tomada de decisão. O modelo otimiza três funções objetivo: retorno esperado, variância e sustentabilidade. O modelo é testado em um estudo de caso.	A pesquisa revelou uma correlação linear forte e estatisticamente significativa entre sustentabilidade e retorno do portfólio. Além disso, identificou-se que a integração do critério sustentabilidade impacta o retorno e o risco do portfólio, além de sua estrutura.

Fonte: elaborado pela autora (2024).

Os estudos analisados apresentam diferentes abordagens para a aplicação de modelos multicritério na seleção de projetos e na alocação de recursos, com foco em aspectos financeiros, sociais, ambientais e de sustentabilidade.

Nascimento (2022) e Nascimento, Almeida-Filho e Palha (2023a; 2023b) são estudos complementares e têm como objetivos a investigação de critérios de seleção de projetos de construção e a proposição de um modelo de decisão que integre a Técnica de Preferência por Similaridade à Solução Ideal (TOPSIS) com Programação Linear Inteira (PLI) para apoiar a priorização em instituições públicas. Quanto à abordagem metodológica, os autores fundamentam-se na pesquisa operacional (PO) e no uso de técnicas matemáticas para propor o modelo de decisão que é testado em um estudo de caso na Universidade Federal de Pernambuco. Como resultados destas pesquisas, tem-se a identificação de critérios qualitativos e quantitativos adequados à seleção de portfólio de projetos de construção em Instituições de Ensino Superior (IFES), a validação do modelo proposto pelos atores envolvidos e a proposição de um *framework* com *insights* gerenciais relevantes para a priorização de projetos de construção frente a restrições de recursos.

Carvalho e Longaray (2021) adotam um objetivo mais amplo, analisando a produção científica sobre o uso de modelos de decisão multicritério (MADM) na priorização de projetos de recursos hídricos. A metodologia utilizada envolve uma revisão sistemática combinada com bibliometria, e os resultados apontam para uma utilização frequente de MADM, embora a complexidade dos critérios e a participação de atores ainda sejam pouco exploradas.

Nesticò e Sica (2017), objetivam definir um modelo que otimize a alocação de recursos escassos em intervenções de reabilitação urbana, e propõem um modelo baseado em Programação Linear Discreta (DLP). O modelo é testado considerando critérios de sustentabilidade financeira, social, cultural e ambiental, sendo aplicável tanto a decisores públicos quanto privados. Como resultado, destaca-se a simplicidade de aplicação do modelo, aliada à sua capacidade de integrar critérios complexos com dimensão qualitativa.

Bezerra (2016) apresenta como objetivo a proposição de um modelo multicritério para seleção de portfólio de projetos em organizações governamentais, adaptado às características e preferências dos decisores. Como abordagem metodológica é utilizada a Modelagem do Problema para definir o modelo matemático, que é testado em um estudo de caso. A análise de sensibilidade realizada reforça a robustez e confiabilidade do modelo, tornando-o uma ferramenta relevante para gestores públicos no gerenciamento de recursos.

Dobrovolskiene e Tamosiuniene (2016) desenvolvem um modelo para alocação de recursos financeiros em projetos, integrando sustentabilidade ao modelo de Markowitz (média-variância). A pesquisa revela como resultado que critérios de sustentabilidade impactam significativamente o retorno e o risco do portfólio, enfatizando a importância de critérios não financeiros na seleção de projetos.

Os estudos apresentados possuem uma base comum no uso de modelos multicritérios para apoiar a decisão na seleção de portfólios de projetos de construção, mas eles variam em termos de aplicação e contexto. Nascimento, Almeida-Filho e Palha (2023a, 2023b), Nascimento (2022) e Bezerra (2016) convergem ao aplicar métodos multicritério para a priorização de projetos em instituições públicas, aplicando modelos de otimização e análise de sensibilidade e focando na eficácia da gestão de recursos.

Por outro lado, Nesticò e Sica (2017) e Dobrovolskiene e Tamosiuniene (2016) ampliam a perspectiva ao integrar dimensões sustentáveis na tomada de decisão, considerando não apenas o retorno financeiro, mas também critérios qualitativos como impactos sociais, culturais e ambientais. Já a revisão de Carvalho e Longaray (2021) oferece uma visão abrangente sobre a aplicação de modelos multicritérios em áreas afins, como projetos de recursos hídricos, permitindo que a pesquisa atual sobre portfólios de construção de projetos se beneficie da experiência acumulada em outras áreas.

Os estudos anteriores revisados oferecem suporte à proposta desta pesquisa ao demonstrarem a aplicação de métodos multicritério, como o TOPSIS e a Programação Linear, para a priorização de projetos em contextos de recursos limitados, especialmente em instituições públicas. No entanto, observou-se que grande parte dessas pesquisas se concentra no desenvolvimento e validação de modelos teóricos com base em amostras reduzidas, geralmente entre 15 e 20 projetos, e não exploram plenamente sua aplicação prática em contextos reais e complexos. A partir dessa lacuna, esta pesquisa propõe avançar para uma dimensão mais aplicada, ao selecionar um modelo já existente identificado na literatura — desenvolvido por Nascimento, Almeida-Filho e Palha (2023a; 2023b) — e testá-lo em um cenário real: a Universidade Federal do Ceará (UFC).

A UFC apresenta uma grande demanda, com cerca de 200 projetos de construção a serem priorizados, o que configura um contexto desafiador para avaliar a viabilidade e a robustez do modelo teórico adotado. Trata-se, portanto, de um esforço para verificar se o modelo, originalmente concebido para o contexto das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), é aplicável à realidade da UFC. Dessa forma, esta pesquisa contribui empiricamente

para a literatura ao testar a funcionalidade de um modelo já proposto em um ambiente real, enfrentando os desafios práticos que os tomadores de decisão de universidades públicas precisam superar.

3 METODOLOGIA

Nesta seção são abordados os aspectos metodológicos da pesquisa, descrevendo tipologia, população e amostra, bem como as técnicas e procedimentos empregados na coleta e na análise dos dados.

3.1 Tipologia da pesquisa

Esta pesquisa possui uma abordagem mista (quantitativa e qualitativa), sendo classificada como descritiva, documental, e utiliza a estratégia de estudo de caso único.

Quanto à abordagem, a pesquisa classifica-se como quantitativa-qualitativa. O caráter quantitativo do estudo se justifica pela aplicação do modelo de decisão desenvolvido por Nascimento (2022), que combina o método TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) com a Programação Linear Inteira (PLI) para a seleção de portfólio de projetos de construção na Universidade Federal do Ceará (UFC). O estudo também possui um componente qualitativo, dada sua ênfase na compreensão de experiências vivenciadas, por meio de experiências de campo e entrevistas realizadas em contextos sociais complexos (Gil, 2024). A combinação dessas abordagens permite não apenas mensurar o desempenho das alternativas, mas também captar as percepções dos atores institucionais envolvidos no processo decisório em estudo.

No que se refere aos objetivos, esta pesquisa é descritiva, uma vez que pretende descrever qual a contribuição da aplicação do modelo TOPSIS/PLI para a seleção do portfólio de projetos de construção na UFC, visando oferecer uma nova perspectiva sobre o problema de priorização de projetos de construção em Instituições Federais de Ensino Superior. A descrição detalhada do processo, dos critérios utilizados e das percepções dos envolvidos contribui para ampliar o entendimento sobre como modelos de apoio à decisão podem ser implementados em instituições públicas de ensino, respeitando suas especificidades operacionais e contextuais.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa configura-se como um estudo de caso único, com abordagem documental e de campo. O estudo de caso possibilita a investigação de fenômenos contemporâneos em seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos (Yin, 2016). A pesquisa documental refere-se à análise de documentos oficiais, disponíveis em formato digital ou físico, que ainda não passaram por tratamento analítico (Gil, 2024). Nesta pesquisa, são analisados documentos institucionais relacionados à gestão da infraestrutura física da Universidade Federal do Ceará. Além disso, caracteriza-se

como pesquisa de campo, pois envolve a coleta de dados primários junto a um grupo de participantes, mediante a realização de entrevistas semiestruturadas.

3.2 População e Amostra

A organização estudada nesta pesquisa é a Universidade Federal do Ceará (UFC), selecionada pela relevância de seu papel entre as Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil e pelo destaque que alcança em indicadores de qualidade acadêmica. Em 2022, a UFC ocupou a 17ª posição no Ranking Universitário Folha (RUF), e obteve conceito 4 no Índice Geral de Cursos (IGC), uma avaliação do Ministério da Educação (MEC) que mede a qualidade das instituições de ensino superior no país (Folha de São Paulo, 2023). No cenário internacional, a UFC também figura entre as melhores universidades do mundo, aparecendo entre as 15 instituições brasileiras classificadas pelo *Academic Ranking of World Universities* (ARWU) de 2024, da consultoria chinesa *Shanghai Ranking Consultancy* (Brasil, 2024a).

Adicionalmente, a UFC está em um momento estratégico, conduzindo a revisão de seu processo de seleção de projetos de construção, liderado pela Superintendência de Infraestrutura (UFCINFRA) (UFC, 2024). Esse cenário de reestruturação proporciona uma oportunidade para avaliar e aplicar modelos teóricos, como o modelo investigado neste estudo.

Nesta pesquisa, cujo objetivo é investigar a contribuição do modelo de decisão TOPSIS/PLI para a seleção do portfólio de projetos de construção na UFC, a população corresponde a 197 solicitações de projetos de construção registradas pelas unidades administrativas e acadêmicas da instituição, ainda pendentes de avaliação.

Considerando o elevado volume de solicitações e o fato de que o planejamento de projetos de construção na UFC ocorre anualmente, em consonância com o ciclo da Lei Orçamentária Anual (LOA), optou-se por aplicar o modelo TOPSIS/PLI a uma amostra composta por 80 projetos. Essa quantidade foi definida com base na capacidade média atual do setor de projetos da UFCINFRA, que é de aproximadamente 40 projetos por ano (UFC, 2021; 2022a; 2023a). Assim, a amostra corresponde ao dobro da capacidade operacional anual, permitindo a construção de um portfólio que oriente as ações da UFCINFRA ao longo de um exercício fiscal.

A seleção da amostra considerou a proporcionalidade dos pedidos entre as unidades, considerando a ordem de prioridade de atendimento indicada pelos próprios demandantes. A Tabela 01 apresenta a seleção dos projetos por unidade demandante.

Tabela 01 - Definição da amostra

Unidade demandante	População de projetos (unidade)	Percentual de projetos por unidade (%)	Amostra de projetos (unidade)
BIBLIOTECA	4	2,03 %	2
CC	21	10,66 %	8
CCA	26	13,20 %	10
CDFAM	3	1,52 %	1
CH	12	6,09 %	5
CRATEÚS	7	3,55 %	3
CT	24	12,18 %	10
FACED	7	3,55 %	3
FADIR	5	2,53 %	2
FAMED	14	7,11 %	5
FEAAC	2	1,01 %	1
FFOE	8	4,06 %	3
IEFES	3	1,52 %	1
ITAPAJÉ	4	2,03 %	2
LABOMAR	8	4,06 %	3
PRAE	14	7,11 %	5
PROCULT	5	2,53 %	2
PROGEP	1	0,5 %	1
PROPLAD	1	0,5 %	1
PRPPG	4	2,03 %	2
QUIXADÁ	2	1,01 %	1
RUSSAS	4	2,03 %	2
SOBRAL	11	5,58 %	4
STI	2	1,01 %	1
UFC VIRTUAL	5	2,53 %	2
TOTAL	197 unidades	100%	80 unidades

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Dessa forma, a definição da amostra permitiu contemplar a diversidade de demandas institucionais, respeitando a proporcionalidade entre as unidades solicitantes e mantendo aderência à capacidade técnica da UFCINFRA. Esse critério de seleção permite que o modelo de decisão seja aplicado de maneira realista e alinhada à rotina de planejamento da universidade, contribuindo para que os resultados obtidos possam ser efetivamente utilizados como subsídio no processo decisório e na formulação do portfólio de projetos de construção da UFC.

3.3 Coleta e análise de dados

De acordo com Yin (2015), a coleta de dados em uma pesquisa deve seguir princípios fundamentais para garantir a robustez e validade dos resultados, como o uso de múltiplas fontes de evidências, a criação de um banco de dados formal para organizar essas informações e a construção de um encadeamento claro entre as evidências coletadas. O autor ressalta que o estudo de caso pode contar com seis fontes principais de evidências: documentação, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos.

Nesta pesquisa, foram utilizadas fontes de dados primários e secundários com o intuito de proporcionar uma compreensão ampla e contextualizada do objeto de estudo, aplicando-se técnicas específicas de análise conforme a natureza de cada fonte.

O percurso metodológico foi estruturado em três fases: Fase 1 – Caracterização do cenário investigado; Fase 2 – Aplicação do *framework* proposto por Nascimento (2022); e Fase 3 – Avaliação e aprimoramento do modelo de decisão. A coleta e análise dos dados seguiram a organização dessas fases, conforme apresentado no Quadro 10, que estabelece a correspondência entre as fases da pesquisa, os objetivos específicos e os procedimentos adotados para coleta e análise dos dados.

Quadro 10 - Fases da pesquisa: coleta e análise de dados

Fases da pesquisa	Objetivos específicos	Procedimentos de coleta	Delineamento da coleta	Técnicas de análise
1 - Caracterização do cenário investigado	(i) Apresentar o atual processo de seleção de projetos de construção da UFC	Documentos institucionais e gerenciais	Grupos 1 a 6 (Quadro 11)	Análise documental
2 - Aplicação do <i>framework</i> proposto por	(ii) Aplicar o <i>framework</i> proposto por Nascimento (2022), para a avaliação individual dos projetos	Documentos institucionais e gerenciais, observação (direta e	Grupos 1, 4, 6, 7 e 8 (Quadro 11)	Análise documental, TOPSIS e PLI

Nascimento (2022)	(iii) Aplicar o framework proposto por Nascimento (2022), para a seleção do portfólio de projetos	participante), consultas a gestores e técnicos especialistas		
3 - Avaliação e aprimoramento do modelo de decisão	(iv) Avaliar a adequação da aplicação do modelo TOPSIS/PLI à realidade institucional da UFC.	Entrevista semiestruturada e observação (direta e participante)	Todas as perguntas	Análise de conteúdo

Fonte: elaborado pela autora (2025).

A coleta dos dados secundários, presente nas fases 1 e 2 desta pesquisa, envolveu a análise de documentos institucionais da Universidade Federal do Ceará (UFC) e de documentos gerenciais da Superintendência de Infraestrutura da UFC (UFCINFRA), conforme detalhado no Quadro 11.

Quadro 11 - Documentos institucionais analisados.

Grupo	Descrição	Documentos
1. Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI)	Documento estratégico que define a identidade institucional da UFC, incluindo missão, visão, princípios, estrutura organizacional e diretrizes pedagógicas, além de objetivos, metas, indicadores e ações estratégicas para o período vigente.	1.1 PDI UFC (2023-2027)
2. Anuário Estatístico	Publicação anual que reúne dados consolidados sobre ensino, pesquisa, extensão e infraestrutura da UFC. Serve de base para diagnósticos institucionais, tomada de decisão e prestação de contas à sociedade.	2.1 Anuário UFC 2023 (base 2022)
3. Relatório de Gestão	Documento que apresenta de forma detalhada os resultados e ações institucionais da UFC ao longo dos anos. Incluem informações sobre infraestrutura, indicadores acadêmicos e administrativos, execução orçamentária.	3.1 Relatório de Gestão UFC (2023)
		3.2 Relatório de Gestão UFC (2022)
		3.3 Relatório de Gestão UFC (2021)
4. Plano Diretor	Instrumento de planejamento físico e territorial que orienta o uso e a ocupação do espaço da universidade. Ele estabelece diretrizes para a organização, expansão e qualificação da infraestrutura.	4.1 Plano Diretor da UFC (2008)
5. Regimento	Instrumento que trata da estrutura e das competências dos órgãos e as atribuições dos dirigentes que a integram.	Regimento da Reitoria da UFC (2025)
6. Formulários de Processos relacionados a obras	Instrumentos administrativos para formalizar a aquisição de bens e contratação de serviços e obras. Orientam o registro das demandas das unidades e servem como base para a instrução dos processos	6.1 Formulário de solicitação de contratação de obra (2022)
		6.2 Documento de Oficialização de Demandas - Obras (2022)

	de contratação, garantindo conformidade legal e padronização dos pedidos.	
7. Estudos Técnicos Preliminares (ETPs)	Relatórios técnicos obrigatórios que antecedem a licitação de obras, com o objetivo de demonstrar a viabilidade técnica e econômica da contratação. Incluem estimativas de custo, justificativas da demanda, análise de alternativas e avaliação do impacto no ciclo de vida da edificação.	7.1 ETP 68/2025 - UASG 153045
		7.2 ETP 20/2025 – UASG 153045
		7.3 ETP 147/2024 - UASG 153045
		7.4 ETP 91/2024 - UASG 153045
		7.5 ETP 166/2023 - UASG 153045
8. Planilhas gerenciais	Planilha de registro de projetos pelas unidades (resultado de chamada pública da Reitoria)	8.1 Planilha de registro de projetos UFCINFRA (2024)
	Planilha de acompanhamento de projetos da Divisão de Estudos e Projetos (DEP/UFCINFRA).	8.2 Planilha de Gestão de Projetos DEP/UFCINFRA (2020-2024)
	Planilha de acompanhamento de obras da Divisão de Obras (DO/UFCINFRA).	8.3 Planilha de Gestão de Obras DO/UFCINFRA (2020-2024)
	Planilha de monitoramento das áreas edificadas da UFC, organizada por campus.	8.4 Planilha de áreas da estrutura física da UFC (2025)

Fonte: elaborado pela autora (2025).

O delineamento de cada fase da pesquisa está detalhado nas subseções a seguir: Fase 1 (subseção 3.3.1), Fase 2 (subseção 3.3.2) e Fase 3 (subseção 3.3.3).

3.3.1 Fase 1 da pesquisa - Caracterização do cenário investigado

A Fase 1 da pesquisa, denominada Caracterização do cenário investigado, corresponde ao atendimento do primeiro objetivo específico deste trabalho e teve como propósito apresentar o processo atual de seleção de projetos de construção na Universidade Federal do Ceará (UFC). Para isso, foram coletados dados secundários em documentos institucionais da UFC e em registros técnicos e gerenciais da UFCINFRA, relacionados ao planejamento, execução e monitoramento das ações de infraestrutura. Entre os documentos analisados, destacam-se o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), Anuários Estatísticos, Relatórios de Gestão, formulários aplicados, planilhas gerenciais e registros extraídos dos sistemas administrativos internos da universidade, conforme indicado nos Quadros 10 e 11.

A análise documental permitiu identificar os fluxos operacionais e os processos decisórios atualmente envolvidos na seleção de projetos, além de possibilitar o mapeamento dos principais atores institucionais responsáveis por essa dinâmica.

Os resultados dessa etapa foram fundamentais para orientar a aplicação do *framework* adotado na Fase 2 da pesquisa, especialmente no que se refere à definição de parâmetros, fontes

de informação e metodologias para obtenção dos dados secundários que alimentam o algoritmo do modelo de decisão.

3.3.2 Fase 2 - Aplicação do *framework* proposto por Nascimento (2022)

A Fase 2 desta pesquisa, conforme apresentada no Quadro 10, refere-se à aplicação do *framework* proposto por Nascimento (2022) para a implementação do modelo de decisão TOPSIS/PLI no contexto da UFC. A aplicação do *framework* foi conduzida de forma estruturada, seguindo os estágios e etapas determinados por Nascimento (2022), conforme detalhado no Quadro 12 que esquematiza sua operacionalização.

Para dar início à aplicação do *framework*, foi realizada uma apresentação ao grupo decisor da UFCINFRA, composto por quatro gestores: a superintendente adjunta, a coordenadora de projetos e obras, a diretora de projetos e a diretora de obras. Na reunião, foram expostos o plano de trabalho, as etapas previstas no modelo e os critérios que orientariam a avaliação dos projetos.

Durante a execução do estudo, houve outros contatos com membros da UFCINFRA para esclarecimentos e validações. Nas etapas A4 e S1, foram realizadas consultas pontuais a oito técnicos especialistas da UFCINFRA para apoiar a avaliação dos projetos e a atribuição dos valores de restrição. Na etapa A5, o grupo decisor definiu os pesos atribuídos a cada critério de avaliação. As demais etapas foram conduzidas exclusivamente pela pesquisadora.

Quadro 12 - Operacionalização do *framework* proposto por Nascimento (2022).

Framework proposto por Nascimento (2022)	Operacionalização na UFC
1 - Estágio de preparação	
P1 - Identificação dos tomadores de decisão: identificar os decisores e membros no processo de seleção de portfólio.	O grupo decisor (gestores da UFCINFRA) foi definido com base nos atores institucionais identificados na Fase 1 da pesquisa. Foi realizada a apresentação do plano de trabalho para implementação do <i>framework</i> .
P2 - Identificação de objetivos, prioridades e restrições: selecionar um portfólio de projetos compatível com as restrições da instituição.	Foram mantidos os mesmos objetivos e restrições propostos no modelo original.
P3 - Identificação dos critérios de decisão: identificar todos os critérios relevantes à instituição. Nascimento (2022) propõe oito critérios para aplicação em IFES.	Foram adotados integralmente os oito critérios definidos por Nascimento (2022).
2 - Estágio de Avaliação Individual dos Projetos	

A1 - Identificação e seleção de projetos: identificar os projetos a serem avaliados e verificar as informações relevantes, a anuência institucional, possível sobreposição de demandas e alinhamento com o plano diretor da IFES.	Utilizou-se a Planilha de Registro de Projetos da UFCINFRA (2024), sendo verificadas as informações e demais condições propostas por Nascimento (2022).
A2 - Avaliação quanto à homogeneização dos projetos: verificar se os projetos podem ser avaliados sob a mesma base de classificação.	Foi constatada a necessidade de homogeneização dos projetos conforme as classes propostas por Nascimento (2022).
A3 - Homogeneização dos projetos: agrupar os projetos segundo classes funcionais. Nascimento (2022) propõe quatro classes.	Os projetos foram classificados nas quatro classes definidas por Nascimento (2022): readequação, reestruturação, nova construção e nova edificação.
A4 - Mensuração do desempenho dos projetos em cada critério: medir o desempenho individual dos projetos segundo os critérios previamente definidos.	Os 80 projetos foram avaliados com base nos 8 critérios pré-estabelecidos, utilizando dados das planilhas gerenciais e consultas a técnicos especialistas da UFCINFRA.
A5 - Determinação do peso de cada critério de decisão: definir os pesos atribuídos a cada critério.	Os pesos foram definidos pelos gestores da UFCINFRA (grupo decisor).
A6 - Aplicação do TOPSIS e ranqueamento da lista de projetos: aplicar o método multicritério TOPSIS.	Foi implementado o modelo TOPSIS/PLI em linguagem Python, possibilitando o ranqueamento dos projetos conforme os critérios estabelecidos.
A7 - Cálculo das pontuações aumentadas: obter as pontuações finais dos projetos.	As pontuações aumentadas foram calculadas com base nos resultados do TOPSIS.
3 - Estágio de Seleção do Portfólio	
S1 - Determinação das restrições e preferências de portfólio: definir as restrições operacionais e as preferências institucionais do modelo. Nascimento (2022) propõe as seguintes restrições e preferências: restrição orçamentária e de capacidade operacional e preferências pela diversidade tipológica, e de inclusão obrigatória dos projetos da Reitoria.	Foram atribuídos valores de restrições aos 80 projetos em análise, utilizando dados das planilhas gerenciais e consultas a técnicos especialistas da UFCINFRA.
S2 - Criação do portfólio que satisfaça as restrições: aplicar a Programação Linear Inteira (PLI).	A seleção do portfólio foi realizada por meio do resolvidor CPLEX, assegurando a viabilidade frente às restrições estabelecidas.
S3 - Análise de sensibilidade: avaliar o impacto de alterações nos parâmetros do modelo	A análise de sensibilidade foi realizada para simular diferentes cenários de restrição.
S4 - Avaliação dos resultados: verificar a adequação do portfólio final aos objetivos institucionais.	O portfólio gerado foi apresentado ao grupo decisor em reunião e avaliado qualitativamente por meio de entrevistas (Fase 3 da pesquisa).

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Conforme apresentado no Quadro 12, a aplicação do modelo de decisão foi estruturada em três estágios sequenciais: (i) preparação, (ii) avaliação individual dos projetos e (iii) seleção do portfólio. A operacionalização de cada um desses estágios, com suas respectivas etapas, foi descrita em detalhe nas subseções correspondentes: 3.3.2.1, 3.3.2.2 e 3.3.2.3.

3.3.2.1 Estágio 1 do framework: Preparação

O primeiro estágio do *framework*, denominado Preparação, compreende três etapas estratégicas, codificadas pela letra “P”: a definição dos tomadores de decisão (P1), a identificação dos objetivos organizacionais e das restrições de recursos (P2) e a definição dos critérios de avaliação dos projetos (P3).

No contexto desta pesquisa, a partir da análise documental realizada na fase 1 de caracterização do cenário investigado, foram definidos como tomadores de decisão (P1) quatro gestores vinculados à Superintendência de Infraestrutura da Universidade Federal do Ceará (UFCINFRA): a superintendente adjunta, a coordenadora de projetos e obras, a diretora de projetos e a diretora de obras. A seleção desses atores baseou-se em sua posição estratégica na estrutura organizacional da UFCINFRA.

Na etapa P2, o objetivo definido para a aplicação do modelo foi o de selecionar um portfólio de projetos que respeitasse simultaneamente os limites orçamentários disponíveis para a construção e reforma de edificações na UFC e a capacidade operacional da equipe técnica de projetos da UFCINFRA, em consonância com o que propõe Nascimento (2022).

Por fim, na etapa P3, foram adotados os oito critérios de avaliação propostos por Nascimento (2022): impacto na função fim da universidade, risco à segurança dos usuários, risco patrimonial, recorrência da demanda, planejamento da manutenção, prazo para início da licitação, custo estimado do ciclo de vida e disponibilidade de recursos para a construção. Os critérios propostos pela autora (2022) foram pormenorizados na subseção 2.2.1 deste trabalho. A aplicação desses critérios buscou ser realizada de forma integral, evitando adaptações à configuração metodológica original.

3.3.2.2 Estágio 2 do framework: Avaliação individual dos projetos

O segundo estágio do *framework* teve como objetivo atribuir pontuações e ranquear os projetos com base nos critérios previamente definidos. Ele foi composto por sete etapas codificadas pela letra “A”: identificação e seleção dos projetos (A1); verificação e padronização das informações (A2) e das classes dos projetos (A3); avaliação do desempenho individual de

cada proposta (A4); definição dos pesos dos critérios (A5); aplicação do método TOPSIS para ranqueamento (A6); e cálculo das pontuações aumentadas (A7).

Etapas A1 - Identificação e seleção de projetos

A etapa A1, intitulada “Identificação e seleção de projetos”, teve como base a análise da Planilha de Registro de Projetos (documento 8.1 – Quadro 11), resultante de um levantamento institucional de demandas de infraestrutura realizado previamente à esta pesquisa. Essa planilha é a consolidação das solicitações encaminhadas pelas unidades acadêmicas e administrativas da universidade à UFCINFRA.

Durante a execução da etapa, foram aplicadas as verificações metodológicas propostas por Nascimento (2022), com o objetivo de assegurar a consistência e a viabilidade das demandas cadastradas. Inicialmente, analisou-se a completude das informações fornecidas, garantindo que os dados permitissem a aplicação dos critérios de avaliação previamente definidos. Também foi verificada a anuência dos conselhos departamentais, assegurando que os projetos tivessem aprovação formal das instâncias deliberativas competentes.

Outro ponto observado foi a inexistência de sobreposição entre projetos para os mesmos espaços físicos, buscando evitar conflitos de uso. Por fim, embora a metodologia previsse análise de aderência ao Plano Diretor da universidade, sua defasagem e limitação territorial (restrito aos campi de Fortaleza) inviabilizaram sua aplicação plena. Assim, optou-se por considerar o alinhamento das propostas ao Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), instrumento vigente e abrangente no contexto da UFC.

Etapas A2 e A3 - Avaliação e homogeneização dos projetos

Durante a etapa A2, foi constatada a necessidade de reclassificar os projetos de forma padronizada, conforme preconizado por Nascimento (2022), o que levou à realização da etapa A3, focada na homogeneização das solicitações. A classificação adotada seguiu as diretrizes metodológicas da autora, que propõe quatro classes analíticas: (i) readequação, referente à modernização de instalações já existentes, como melhorias funcionais e revisão de sistemas, sem mudança de uso; (ii) reestruturação, associada à alteração do uso ou da configuração dos espaços para atender a novas funções; (iii) nova construção, destinada à implantação de estruturas complementares de pequeno porte em áreas já ocupadas; e (iv) nova edificação, voltada à construção de novos prédios ou ampliações significativas de estruturas existentes.

Essa homogeneização se fez necessária porque, durante a execução da etapa A2, observou-se que os projetos cadastrados pelas unidades já vinham classificados, porém segundo classes tradicionais da UFC — como construção, reforma, retomada de obra, urbanização/paisagismo e manutenção — que não correspondiam às classes analíticas propostas pela metodologia adotada na pesquisa. Por isso, a etapa A3 teve como objetivo a reclassificação sistemática dos projetos com base nos parâmetros propostos por Nascimento (2022).

EtapA A4 - Mensuração do desempenho dos projetos em cada critério

Na etapa A4, realizou-se a avaliação individual de 80 projetos de infraestrutura, com base nos oito critérios de priorização propostos por Nascimento (2022). Esses critérios são: impacto na função fim da universidade, risco à segurança dos usuários, risco patrimonial, recorrência da demanda, disponibilidade de recursos para execução, planejamento da manutenção, prazo para início da licitação, custo estimado do ciclo de vida. As análises seguiram as definições e escalas apresentadas na subseção 2.2.2 desta pesquisa.

A principal fonte de dados utilizada no desenvolvimento desta etapa foi a Planilha de Registro de Projetos (documento 8.1 – Quadro 11). Durante a avaliação dos projetos foi necessário realizar consultas a técnicos especialistas da UFCINFRA, tratando-se de engenheiros e arquitetos com ampla vivência prática sobre as edificações da universidade.

A avaliação foi realizada por critério e não por projeto de forma individualizada. Ou seja, todos os projetos foram avaliados inicialmente sob o critério de impacto na função fim. Após a finalização desta etapa, passou-se para o segundo critério (risco à segurança dos usuários), e assim sucessivamente, até que todos os critérios fossem aplicados a todos os projetos.

Essa abordagem foi adotada por razões operacionais, por favorecer maior consistência, padronização e comparabilidade nas análises. A metodologia de avaliação abordando um único critério por vez, permitiu a definição de parâmetros objetivos e a utilização de exemplos práticos, minimizando interpretações divergentes. Essa estratégia é especialmente relevante nos critérios de natureza qualitativa, que estão mais sujeitos à subjetividade.

Critério A: Impacto na função fim da universidade

O critério A, denominado "impacto na função fim da universidade", teve como objetivo avaliar a urgência e a relevância dos projetos em relação às atividades finalísticas da instituição

— ensino, pesquisa e extensão. A avaliação foi realizada com base na escala qualitativa proposta por Nascimento, Almeida-Filho e Palha (2023a), apresentada no Quadro 2 (subseção 2.2.2) desta pesquisa, que considera três dimensões principais: comprometimento das atividades-fim, urgência da intervenção e grau de insatisfação pelos usuários.

Para assegurar padronização e clareza nas análises, foram definidas diretrizes internas de classificação, agrupando as solicitações por similaridade de escopo. Com isso, ambientes como salas de aula, laboratórios, bibliotecas e auditórios — diretamente vinculados às atividades-fim — foram priorizados em relação a espaços administrativos ou de apoio.

Dado o caráter subjetivo da percepção dos usuários e a inexistência de dados relacionados à satisfação dos usuários dos edifícios da UFC, optou-se por não incluir essa variável na análise. A avaliação técnica se concentrou em dados objetivos, como interrupção de uso, presença de obras paralisadas, e relatos de riscos estruturais ou de segurança, conforme dados da Planilha de Registro de Projetos.

Critério B: risco de segurança dos usuários

O critério B, denominado “risco à segurança dos usuários”, teve como objetivo mensurar o grau em que o projeto proposto impacta diretamente a segurança dos usuários dos espaços institucionais. Conforme proposto por Nascimento (2022), a pontuação nesse critério deveria ser maximizada para projetos que mitigam riscos significativos à integridade dos usuários. A escala de avaliação, apresentada no Quadro 3 (subseção 2.2.2 desta pesquisa), concentra-se principalmente em falhas construtivas em edificações existentes, sendo especialmente aplicável a projetos de readequação.

No contexto da UFC, entretanto, os técnicos especialistas da UFCINFRA indicaram a necessidade de ampliar o conceito de segurança, de modo a melhor refletir a diversidade de riscos reportados pelas unidades demandantes e registrados na Planilha de Registro de Projetos. Com isso, foram incorporados novos parâmetros à análise, como:

- Ausência de acessibilidade ou mobilidade adequada;
- Riscos sanitários decorrentes de ambientes insalubres;
- Risco químico por armazenamento incorreto de substâncias;
- Riscos ocupacionais ligados a desconfortos térmicos, acústicos ou de iluminação.

Essa abordagem mais abrangente buscou garantir uma leitura mais fiel da realidade dos *campi* da UFC, reconhecendo que a segurança dos usuários vai além da estabilidade estrutural e envolve fatores que impactam a salubridade e a autonomia nos ambientes institucionais.

Critério C: risco patrimonial

O critério C, denominado “risco patrimonial”, teve como objetivo avaliar como o desenvolvimento de cada projeto interfere no funcionamento da universidade, com foco em seu potencial de preservar e proteger as edificações existentes. A análise foi conduzida com base na escala proposta por Nascimento (2022), apresentada no Quadro 4, subseção 2.2.2 desta pesquisa, a qual orienta a maximização da pontuação para projetos que mitiguem riscos significativos ao patrimônio físico da instituição.

A aplicação do critério foi operacionalizada utilizando os dados da Planilha de Registro de Projetos. Apesar da existência de inconsistências em algumas descrições fornecidas pelas unidades demandantes — como superestimação dos riscos ou omissão de informações — os técnicos especialistas da UFCINFRA conseguiram realizar uma avaliação robusta, graças ao conhecimento prévio acumulado sobre os espaços físicos da universidade. Esse conhecimento decorre da atuação contínua da superintendência nas atividades de planejamento, manutenção e fiscalização de obras.

Além disso, como os impactos patrimoniais das obras já são rotineiramente monitorados pela UFCINFRA, a análise se mostrou familiar e de fácil aplicação, permitindo a identificação ágil de riscos relevantes e a classificação adequada das propostas.

Critério D: recorrência da demanda

O critério D, denominado “recorrência da demanda”, teve como objetivo mensurar a antiguidade das solicitações apresentadas pelas unidades da UFC. Para isso, durante o levantamento das demandas, os requisitantes foram orientados a informar, sempre que disponível, o número do processo administrativo vinculado à solicitação no Sistema Eletrônico de Informações (SEI). Essa informação foi utilizada como base para avaliar a antiguidade da demanda, conforme a proposta metodológica de Nascimento (2022) e descrita no Quadro 5, subseção 2.2.2 desta pesquisa.

A análise foi operacionalizada a partir do ano de abertura dos processos no SEI, que é automaticamente registrado pelo sistema. Com base nisso, definiu-se a seguinte escala de pontuação: nota 1 para projetos cadastrados em 2023 ou sem número de processo informado;

nota 2 para processos abertos em 2022; nota 3 para registros de 2021; nota 4 para demandas iniciadas em 2020 ou antes; e nota 5 para projetos já desenvolvidos, mas que necessitam revisão ou foram interrompidos em fase avançada, em consonância com as premissas de Nascimento (2022).

Critério E: recurso disponível para a construção

O critério E, “recurso disponível para a construção”, tem como finalidade mensurar o percentual de recursos financeiros já disponibilizado em relação ao custo total estimado de cada obra, conforme estabelecido por Nascimento (2022). Este critério trata-se de um indicador estratégico para a priorização de investimentos em infraestrutura, por permitir a identificação de projetos que possuem maior viabilidade de execução no curto prazo, considerando a disponibilidade orçamentária parcial ou integral.

Nesta pesquisa, nenhum dos projetos avaliados contava com recursos financeiros previamente alocados, motivo pelo qual todos receberam pontuação zero nesse critério. No entanto, uma vez definidos os aportes orçamentários — em momento posterior à realização deste estudo — será possível atualizar os valores atribuídos aos projetos e reprocessar a seleção do portfólio com base nas novas condições.

Critério F: planejamento da manutenção

O critério F, denominado “planejamento da manutenção”, foi definido para ser avaliado com base na técnica FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), conforme proposta por Nascimento (2022). Essa metodologia combina três parâmetros: severidade da falha, probabilidade de ocorrência e possibilidade de detecção, conforme apresentado nos Quadros 6, 7 e 8 da subseção 2.2.2 desta pesquisa.

Contudo, a ausência de dados sistematizados acerca das edificações da UFC, no que diz respeito aos parâmetros previstos no critério (severidade da falha, probabilidade de ocorrência e possibilidade de detecção), dificultou a aplicação deste, exigindo que a avaliação se fundamentasse na experiência prática acumulada pelos técnicos especialistas da UFCINFRA, composta por engenheiros e arquitetos com amplo conhecimento sobre a manutenção das edificações da universidade.

Critério G: prazo para entrar em licitação

O critério G, “prazo para entrar em licitação”, mede, em dias, o tempo estimado necessário para que um projeto seja licitado. Quanto menor esse prazo, maior a prioridade atribuída ao projeto, já que ele poderá avançar mais rapidamente para a fase de execução. Portanto, conforme Nascimento (2022), a solução ideal para esse critério é a minimização do tempo estimado.

Na Universidade Federal do Ceará (UFC), a definição desse prazo está condicionada à alocação de recursos financeiros. No momento de desenvolvimento desta pesquisa, a seleção do portfólio contempla projetos previstos para serem desenvolvidos no exercício seguinte, para o qual ainda não há confirmação orçamentária oficial. Diante dessa incerteza, foi decidido atribuir a mesma pontuação a todos os projetos nesse critério, evitando distorções na análise.

Apesar disso, a inclusão do critério permanece válida. Assim que houver definição de prazos para a licitação dos projetos, a matriz de avaliação pode ser atualizada com os valores reais, tornando a análise mais precisa.

Critério H: custo estimado do ciclo de vida

O critério H, “custo estimado do ciclo de vida da edificação” foi avaliado conforme a abordagem proposta por Nascimento (2022), que considera os custos futuros de manutenção, operação, uso e depreciação ao longo da vida útil do empreendimento, conforme a Lei nº 14.133/2021.

Na UFC, esses custos são tradicionalmente abordados por meio do Estudo Técnico Preliminar (ETP), exigido nos processos licitatórios de obras. Para esta pesquisa, foi realizada uma análise de ETPs elaborados entre 2023 e 2025, com o objetivo de identificar os parâmetros praticados na universidade. Para a definição dos valores, foram considerados os contratos vigentes e as tarifas das concessionárias locais. Os custos mensais adotados para a estimativa do ciclo de vida foram:

- Manutenção predial: R\$ 0,79/m²;
- Limpeza: R\$ 2,34/m²;
- Energia elétrica: R\$ 0,72507/kWh;
- Água: R\$ 19,96/m³;
- Esgoto: R\$ 21,94/m³.

O consumo mensal de recursos para cada edificação foi estimado com base nos seguintes parâmetros por habitante: 71,25kWh para energia, 0,56916m³ para água e 0,455m³ para esgoto (Palheta, 2019). A ocupação das edificações foi estimada com base na Norma

Técnica 005/2008 do Corpo de Bombeiros do Ceará (CBMCE, 2008), devido à ausência de dados institucionais sistematizados a respeito da ocupação de suas edificações.

Outros custos considerados nos ETPs como gastos com portaria e vigilância, foram desconsiderados por dependerem de variáveis específicas, só identificáveis em fases mais avançadas de projeto.

Etapa A5 - Determinação do peso de cada critério de decisão

A etapa A5, relacionada à definição de pesos a cada critério de avaliação dos projetos, foi conduzida junto ao grupo decisor do portfólio (gestores da UFCINFRA). Para facilitar esse procedimento, adotou-se uma escala de 1 a 5, na qual o valor 1 representava o critério de menor relevância e o valor 5 indicava o de maior importância, segundo a percepção dos gestores.

As pontuações atribuídas pelo grupo foram consolidadas e, em seguida, transformadas em pesos proporcionais, de modo que a soma total correspondesse a 100%. Essa conversão permitiu a padronização dos pesos e viabilizou sua aplicação na matriz de decisão ponderada, conforme exigido pela metodologia TOPSIS.

Etapa A6 - Aplicação do TOPSIS e ranqueamento da lista de projetos

Na etapa A6, foi aplicada a técnica TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), com o objetivo de ordenar os projetos com base em sua aderência aos objetivos e prioridades previamente definidos. O algoritmo utilizado está representado na Figura 3 e foi descrito em detalhes na seção 2.2.1.

Para a operacionalização do modelo, foi adotada a linguagem de programação Python, o que possibilitou a implementação estruturada do método TOPSIS/PLI, a partir das pontuações atribuídas a cada projeto em relação aos critérios de avaliação. A escolha dessa linguagem deve-se à sua robustez e capacidade de processamento, especialmente relevante diante do volume expressivo de projetos analisados no contexto da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Etapa A7 - Cálculo das pontuações aumentadas

Na etapa A7, realizou-se o ajuste do índice dos projetos por meio do cálculo da pontuação aumentada, a fim de considerar a relação entre custo e benefício das alternativas avaliadas, conforme indicado por Nascimento (2022). O algoritmo foi apresentado na Figura 4, seção 2.2.1, e processa os projetos em ordem crescente de pontuação TOPSIS, atribuindo valores ajustados que priorizam propostas com bom desempenho relativo e custo moderado.

3.3.2.3 Estágio 3 do framework: Seleção do portfólio

O terceiro estágio do *framework*, denominado Seleção do Portfólio, é composto por quatro etapas, codificadas pela letra “S”, conforme ilustrado na Figura 2. Inicialmente, são incorporadas ao modelo as restrições e preferências institucionais (S1). Em seguida, aplica-se a Programação Linear Inteira (PLI) para identificar o portfólio ótimo de projetos (S2). Após essa seleção, realiza-se uma análise de sensibilidade (S3) com o objetivo de verificar a robustez das decisões adotadas. Por fim, o portfólio gerado é avaliado e revisado (S4), considerando os resultados obtidos e possíveis ajustes.

Etapa S1 - Determinação das restrições e preferências de portfólio

Na etapa S1, foram levantados e incorporados ao modelo, os valores relacionados às restrições e preferências indicadas por Nascimento (2022): (i) a restrição orçamentária, (ii) a limitação da capacidade operacional, (iii) a inclusão obrigatória de projetos indicados pela Reitoria e (iv) a inclusão obrigatória de pelo menos um projeto de cada classe (readequação, reestruturação, nova construção e nova edificação).

Para a incorporação da restrição orçamentária ao modelo, foram realizados dois procedimentos: (i) estimativa de custo por projeto, além da (ii) definição de um valor médio anual estimado para investimentos em obras.

(i) Estimativa de custo por projeto, com base na metodologia expedita recomendada pelo IBRAOP (2016), que adota valores médios por metro quadrado de acordo com o tipo de intervenção. Para essa estimativa, foram analisados 30 orçamentos de obras elaborados pela UFCINFRA nos últimos cinco anos, os quais foram agrupados por similaridade de escopo, gerando subclasses de projeto. A partir dessa análise, foram calculadas médias de custo por metro quadrado, por tipo de projeto, posteriormente validadas junto aos técnicos especialistas da UFCINFRA. As médias identificadas foram detalhadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Médias de custo de obra por grupo de projetos.

Classe de projeto	Subclasse de projeto	Unid.	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Média	Média ajustada
Readequação	n/a	R\$/m ²	391,73	–	–	391,73	500,00
Reestruturação	Edificações	R\$/m ²	4.846,95	4.401,29	3.187,01	4.145,08	4.200,00
	Acessibilidade	R\$/m ²	1.040,52	820,00	–	930,26	950,00

Nova construção	Urbanizações	R\$/m²	302,85	218,5	174,67	232,01	250,00
	Elevadores	R\$/caixa	266.712,61	157.008,04	144.160,85	189.293,83	190.000,00
Nova edificação	Edificação	R\$/m²	5.582,29	5.220,08	4.898,46	5.233,61	5.500,00
	Quadras	R\$/m²	2.550,85	2.111,93	—	2.331,39	2.350,00

Fonte: elaborado pela autora (2025)

Além disso, como os custos estimados têm como base a área de intervenção dos projetos, foi necessário realizar o levantamento das respectivas áreas por meio da Planilha de Áreas da Estrutura Física da UFC (versão 2025), complementado, quando necessário, por desenhos técnicos disponíveis no acervo da UFCINFRA.

(ii) Definição de um valor médio anual estimado para investimentos em obras. Como referência, utilizou-se o valor de contratações de obras e serviços de engenharia de 2024, que registrou aproximadamente 40 milhões de reais (UFC, 2025b).

Para a incorporação da restrição relacionada à capacidade operacional da equipe de projetos, também foram realizados dois procedimentos: (i) estimativa de prazo por projeto e a (ii) definição da capacidade operacional total da equipe técnica.

(i) Estimativa de prazo por projeto, estimando o tempo necessário (em horas-homem) para o desenvolvimento de cada projeto, utilizando como base registros históricos da UFCINFRA do período entre 2020 e 2022. A limitação desses dados decorre do fato de que o setor de projetos da UFCINFRA não possui o hábito sistemático de registrar a carga horária dedicada a cada projeto, com exceção do período de teletrabalho durante a pandemia da COVID-19, período em que esse controle foi realizado. A estimativa de prazo foi calculada com base na seguinte fórmula:

$$Pe = A \times H$$

onde:

Pe representa o prazo estimado (em horas-homem);

A corresponde à área da intervenção (em m²); e

H é o tempo médio estimado por metro quadrado.

Os dados foram organizados nas classes definidas por Nascimento (2022), e subclasses definidas pelo porte dos projetos, gerando tempos médios que foram ajustados e validados junto aos técnicos especialistas da UFCINFRA, conforme Tabela 3. A sistematização em subclasses também levou em conta variáveis como ganhos de escala, complexidade técnica e nível de

padronização das soluções projetuais. Projetos com características atípicas ou de baixa recorrência foram analisados de forma individualizada.

Tabela 3 - Tempo médio por metro quadrado por classe de projeto.

Classe de Projeto	Subclasse de projeto	Unid.	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Média	Média ajustada
Readequação	I - até 1.000m ²	h/m ²	0,20	0,11	0,11	0,14	0,15
	II - acima de 1.000m ²	h/m ²	—	—	—	—	0,07
Reestruturação	I - até 200m ²	h/m ²	2,26	1,46	0,65	1,46	1,50
	II - entre 201m ² e 500m ²	h/m ²	—	—	—	—	0,80
	III - acima de 500m ²	h/m ²	0,46	0,37	0,22	0,35	0,35
Nova construção	Urbanização I - até 1.000m ²	h/m ²	0,40	0,33	—	0,37	0,70
	Urbanização II - acima de 1.000m ²	h/m ²	0,08	0,02	0,01	0,04	0,10
	Elevador	h/caixa	21,50	61	—	41,25	50
Nova Edificação	Bloco Novo	h/m ²	—	—	—	—	0,50
	Quadra Padrão	h/m ²	0,10	0,09	—	0,10	0,12
	Bloco Padrão	h/m ²	0,30	0,20	0,14	0,21	0,20

Fonte: elaborado pela autora (2025).

(ii) Definição da capacidade operacional total da equipe técnica, estimada com base na carga horária anual disponível e no número de profissionais envolvidos na elaboração de projetos. Em 2025, estima-se que a Divisão de Projetos da UFCINFRA contará com oito servidores atuando na área, com jornada de seis horas diárias voltadas ao desenvolvimento de projetos. Considerando 230 dias úteis no ano (descontados 30 dias de férias), cada servidor dispõe de aproximadamente 1.380 horas anuais, resultando em uma capacidade total de atendimento de 11.040 horas-homem para o setor.

Etapa S2 - Criação do portfólio que satisfaça as restrições

Na etapa S2, foi aplicada a Programação Linear Inteira (PLI) para selecionar o portfólio ótimo de projetos, considerando as restrições previamente definidas (etapa S1). As formulações

matemáticas apresentadas nas Figuras 5 e 6, seção 2.2.1, considera variáveis binárias que indicam a inclusão ou não de cada projeto no portfólio e associa, a cada projeto, parâmetros como custo estimado (c) e prazo de projeto (h), além das preferências.

O modelo foi resolvido com o auxílio do resolvidor CPLEX, viabilizando a seleção de uma combinação de projetos que maximiza os benefícios institucionais dentro dos recursos disponíveis.

Etapa S3 - Análise de sensibilidade

Na etapa S3, é realizada a análise de sensibilidade igualando os pesos dos critérios para avaliar o impacto de possíveis alterações nos parâmetros e restrições do modelo.

Etapa S4 - Avaliação dos resultados

Na etapa S4, o portfólio selecionado foi submetido ao grupo decisor (gestores da UFCINFRA) para apreciação e aprovação final. Esta etapa será tratada na Fase 3 desta pesquisa e tem como foco a avaliar a adequação da aplicação do modelo TOPSIS/PLI à realidade institucional da UFC.

3.3.3 Fase 3 da pesquisa - Avaliação e aprimoramento do modelo de decisão

Concluída a aplicação do *framework* proposto por Nascimento (2022) para a implementação do modelo de decisão TOPSIS/PLI, procedeu-se a terceira fase da pesquisa, a avaliação e o aprimoramento do modelo de decisão.

Para isto, foi realizada a coleta de dados primários por meio de entrevista semiestruturada em grupo focal com quatro gestores da UFCINFRA — a superintendente adjunta, a coordenadora de projetos e obras, a diretora de projetos e a diretora de obras —, além da realização de observação direta e participante, com registros sistemáticos organizados em um diário de campo. A definição dos gestores a serem entrevistados em grupo focal fundamenta-se na importância estratégica de suas funções no processo decisório relacionado à seleção do portfólio de projetos de construção da universidade

A entrevista seguiu um roteiro semiestruturado, composto por perguntas abertas que permitiram aos entrevistados exporem livremente suas opiniões, experiências e interpretações. O roteiro da entrevista (Apêndice A) foi estruturado em duas partes: a primeira voltada à caracterização dos entrevistados, e a segunda dedicada à avaliação da adequação do modelo de decisão TOPSIS/PLI à realidade institucional da UFC. A entrevista foi gravada, transcrita

integralmente e submetida à técnica de análise de conteúdo, com codificação temática das respostas e identificação de padrões recorrentes.

Conforme orientações de Guazi (2021), o processo de entrevista seguiu etapas metodológicas rigorosas: elaboração e testagem prévia do roteiro, condução da entrevista, transcrição dos dados e análise sistemática das informações. Todos os procedimentos seguiram as normas éticas de pesquisa envolvendo seres humanos, com a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos participantes (Apêndice B), assegurando o respeito à privacidade, à confidencialidade e à participação voluntária.

No que se refere à observação participante, foi mantido um diário de campo no qual foram registrados, de forma sistemática, dados objetivos, percepções subjetivas e interações observadas durante a entrevista com os gestores da UFCINFRA.

A análise dos dados qualitativos foi conduzida por meio da técnica de análise de conteúdo, conforme descrita por Bardin (2011). A análise de conteúdo é uma técnica robusta que possibilita a identificação de padrões, tendências e temas recorrentes nas mensagens coletadas, utilizando uma categorização que organiza os dados de forma clara, simplificando o conteúdo bruto e evidenciando informações relevantes (Bardin, 2011).

O processo de análise de conteúdo foi conduzido com base nas três etapas propostas por Bardin (2011): pré-análise, exploração do material e tratamento e interpretação dos resultados.

Na primeira etapa, a pré-análise, foi realizada uma leitura flutuante da transcrição integral da entrevista conduzida com o grupo focal de gestores. Essa leitura preliminar teve como finalidade a familiarização com o conteúdo e a sistematização das ideias iniciais, possibilitando a elaboração de um plano analítico orientado pelos objetivos da pesquisa.

Na segunda etapa, correspondente à exploração do material, identificaram-se as unidades de registro a partir de trechos significativos da transcrição. Com o auxílio do *software* Atlas.ti (versão 25), esses trechos foram codificados e organizados em categorias temáticas, agrupando conteúdos que expressam significados semelhantes. A análise teve início com a definição de duas categorias orientadoras, elaboradas a partir do roteiro de entrevista: (i) adequação do modelo à realidade institucional e (ii) propostas de aperfeiçoamento. A primeira categoria buscou reunir percepções dos gestores sobre a pertinência do portfólio resultante da aplicação do modelo TOPSIS/PLI ao contexto da UFC. Já a segunda categoria concentrou-se nas sugestões apresentadas para aprimorar o modelo, considerando as especificidades e demandas institucionais da universidade. Ao longo do processo analítico, também foram incorporadas categorias emergentes, originadas da leitura e codificação dos dados.

A terceira etapa, voltada à análise dos resultados, consistiu na conversão dos dados codificados em informações significativas e relevantes. Essa fase permitiu a formulação de inferências alinhadas aos objetivos da pesquisa e, simultaneamente, a identificação de novas percepções que emergiram a partir da fala dos participantes.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Esta seção apresenta e discute os resultados obtidos por meio da análise dos dados primários e secundários coletados ao longo da pesquisa. A estrutura está organizada em quatro subseções: a primeira corresponde à apresentação dos resultados da Fase 1 da pesquisa, a segunda e a terceira referem-se aos resultados da Fase 2, e a quarta aborda os achados da Fase 3. Essa divisão visa refletir a progressão metodológica do estudo e facilitar a compreensão dos resultados em cada fase do estudo.

4.1 Caracterização do cenário investigado

Esta subseção apresenta os resultados da Fase 1 da pesquisa, conforme descrita na subseção metodológica 3.3.1, que teve como finalidade a caracterização do cenário investigado, com foco na descrição do processo atualmente adotado pela UFC para a seleção de projetos de construção. Os achados aqui relatados estão diretamente vinculados ao primeiro objetivo específico deste estudo.

De acordo com o Anuário Estatístico mais recente da Universidade Federal do Ceará (UFC, 2023b), a instituição conta com um conjunto edificado formado por mais de 450 edificações, totalizando uma área construída de 468.412m² (quatrocentos e sessenta e oito mil, quatrocentos e doze metros quadrados), distribuídas entre oito *campus* – três situados em Fortaleza e cinco no interior do estado do Ceará. No total, esses *campus* abrangem uma área territorial de 3.443.547m² (três milhões, quatrocentos e quarenta e três mil, quinhentos e quarenta e sete metros quadrados). Essas instalações físicas atendem às atividades de ensino, pesquisa e extensão, abrigando aproximadamente 47.600 estudantes e 2.040 professores, distribuídos em 116 cursos de graduação e 85 programas de pós-graduação, além de 3.090 servidores técnico-administrativos. Manter essa estrutura gera um custo corrente de R\$ 978.052.198,04 (UFC, 2023b), destacando a importância de uma gestão eficiente de seus recursos. Nesse contexto, os desafios relacionados à necessidade contínua de modernização dos espaços acadêmicos tornam-se ainda mais complexos, em razão da vasta e dispersa infraestrutura física da UFC.

A Superintendência de Infraestrutura da Universidade Federal do Ceará (UFCINFRA), vinculada à Reitoria, é a unidade encarregada de supervisionar, coordenar, gerenciar e controlar todas as atividades relacionadas à infraestrutura da instituição (UFC, 2025a). Suas atribuições incluem o desenvolvimento de projetos, a execução de obras, bem como ações voltadas à manutenção e recuperação da infraestrutura física da universidade (UFC, 2015).

Para cumprir suas funções institucionais, a UFCINFRA organiza-se em coordenadorias e divisões técnicas especializadas. A Coordenadoria de Projetos e Obras (CPO) é responsável pelo planejamento, coordenação e fiscalização das obras e projetos de construção da universidade, atuando por meio de duas divisões subordinadas: a Divisão de Estudos e Projetos (DEP), que concentra os arquitetos encarregados da elaboração dos projetos arquitetônicos; e a Divisão de Obras (DO), onde atuam os engenheiros responsáveis pelos projetos de engenharia, elaboração de orçamentos e acompanhamento da execução das obras (UFC, 2015).

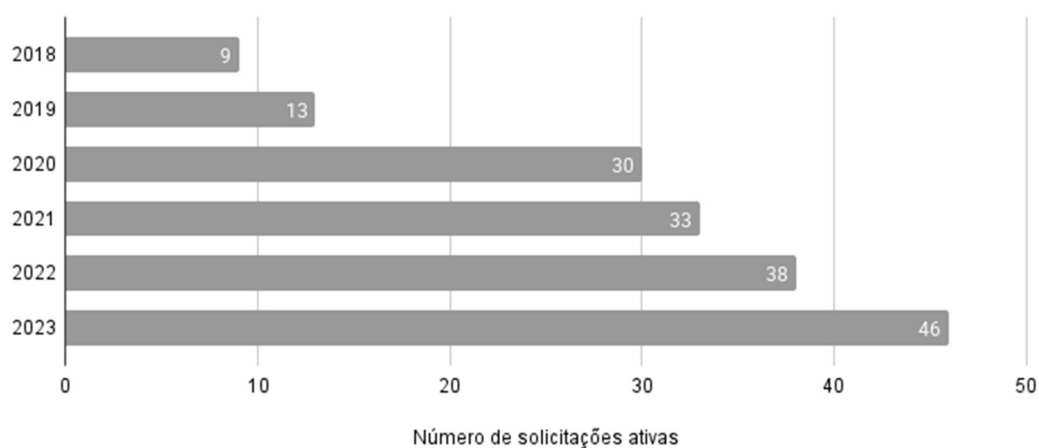
Até o início de 2024, as solicitações de projetos e obras pelas unidades da UFC eram formalizadas por meio de processo administrativo eletrônico, encaminhado à Superintendência de Infraestrutura (UFCINFRA), utilizando o Documento de Oficialização de Demandas de Projetos, Obras e Serviços (DOD) – Anexo 1 (UFC, 2022b). O DOD reúne informações detalhadas sobre a demanda, incluindo a identificação do responsável pela solicitação, os ambientes ou espaços a serem modificados, o tipo de serviço requerido, a descrição e a justificativa do projeto, além de imagens dos locais de intervenção. Este formulário também coleta informações sobre eventuais riscos identificados (estruturais, de segurança contra incêndio, pessoal ou patrimonial), indícios de obra paralisada, restrições de uso dos espaços, notificações de órgãos externos, disponibilidade orçamentária e o alinhamento da proposta ao Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da UFC vigente.

Após o preenchimento do DOD pela unidade demandante, os processos administrativos referentes a projetos de construção eram encaminhados à Coordenadoria de Projetos e Obras (CPO), responsável pela análise de viabilidade técnica e financeira da solicitação. Essa análise é realizada com base na elaboração do Estudo Técnico Preliminar (ETP), composto por relatórios que justificam a necessidade da demanda, apresentam alternativas de solução, asseguram a viabilidade técnica e detalham os objetivos pretendidos. Uma vez confirmada a viabilidade financeira, a obra era cadastrada no Sistema Integrado de Monitoramento Execução e Controle (SIMEC) — plataforma do Ministério da Educação (MEC) voltada à gestão de informações, recursos e ações de programas educacionais. Em seguida, o processo era encaminhado à Divisão de Estudos e Projetos (DEP) e à Divisão de Obras (DO) para o desenvolvimento do projeto (UFC, 2022b).

De maneira geral, o atendimento aos processos administrativos era coordenado pelos gestores da UFCINFRA (superintendente, coordenador de projetos e obras, diretor de projetos e diretor de obras) e realizado conforme a ordem de recebimento dos pedidos ou mediante solicitação direta da Reitoria, sem que houvesse um modelo estruturado de priorização.

Contudo, o volume de solicitações superava de forma expressiva a capacidade de resposta da equipe técnica, ocasionando o acúmulo de processos ao longo dos anos. Os relatórios estatísticos da UFCINFRA referentes aos anos de 2020, 2021 e 2022, gerados automaticamente pelo Sistema Eletrônico de Informações (SEI), revelam uma média anual de 103 solicitações de projetos de reforma. Em contrapartida, os Relatórios de Gestão da Universidade Federal do Ceará (UFC, 2021; 2022a; 2023a) indicam que a capacidade média de atendimento da UFCINFRA para esse tipo de demanda era de aproximadamente 40 projetos por ano. Como resultado desse descompasso, em janeiro de 2024, a Divisão de Estudos e Projetos (DEP) acumulava um total de 169 solicitações ativas formalizadas no SEI, conforme demonstrado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Solicitações de projetos ativas em janeiro de 2024



Fonte: elaborado pela autora (2025).

O levantamento realizado pela Divisão de Estudos e Projetos (DEP) sobre o acúmulo de solicitações de projetos motivou a UFCINFRA, em articulação com a Reitoria, a revisar o processo de seleção de projetos de construção. Em janeiro de 2024, foi emitido um Ofício Circular às unidades acadêmicas e administrativas da Universidade Federal do Ceará (UFC, 2024a), comunicando a reformulação do procedimento. A iniciativa incluiu a utilização de um formulário eletrônico (*Google Forms*), no qual os dirigentes de cada unidade registraram suas demandas prioritárias de projetos e obras, inserindo as mesmas informações anteriormente requeridas no Documento de Oficialização de Demandas (DOD) (UFC, 2024a). O objetivo da ação foi realizar um levantamento abrangente das necessidades relacionadas à infraestrutura física da universidade, a fim de subsidiar o planejamento estratégico e a definição de um plano de ação mais eficiente (UFC, 2024a).

Como resultado da consulta realizada em 2024, foram registradas 289 solicitações abrangendo desde projetos de reforma e construção até demandas relacionadas à manutenção e outras contratações não vinculadas à infraestrutura física, portanto fora do escopo de atuação da UFCINFRA. Após o recebimento dos dados, a UFCINFRA realizou um tratamento inicial, filtrando exclusivamente as solicitações referentes ao desenvolvimento de projetos de construção, que constituíam o foco da ação. Esse processo resultou em 244 demandas consideradas válidas para prosseguirem para as etapas de avaliação e priorização (UFC, 2024d).

A discrepância entre o volume de solicitações de projetos e a capacidade operacional do setor responsável evidenciou a necessidade de adotar novas estratégias para o desenvolvimento de projetos de construção na instituição. Como resposta, a UFC implementou duas ações: estabeleceu uma parceria com o Departamento de Arquitetura e Urbanismo, viabilizando o desenvolvimento de projetos por meio de um projeto de pesquisa com docentes e estudantes (UFC, 2024b), e iniciou um processo de contratação externa com o objetivo de ampliar sua capacidade de atendimento (UFC, 2024c). No entanto, ambas as iniciativas estão condicionadas à existência de recursos financeiros para sua execução.

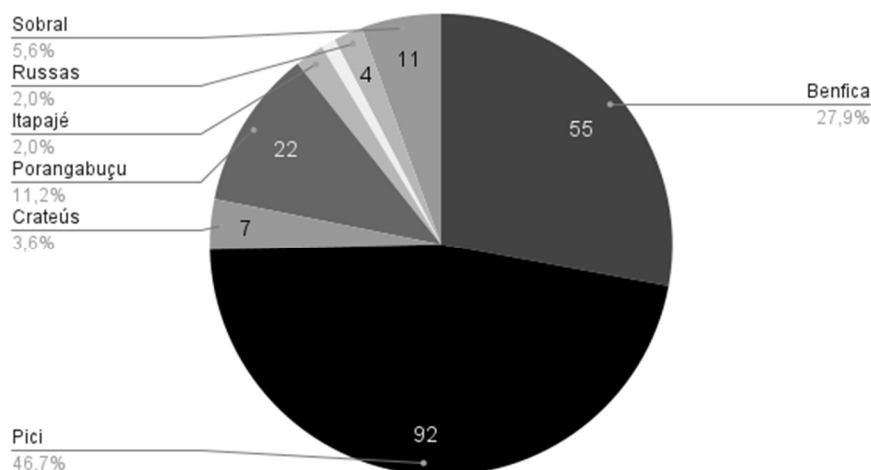
Em 2023, o governo brasileiro implementou o Novo Programa de Aceleração do Crescimento (Novo PAC), com o objetivo de apoiar a expansão e a consolidação das universidades federais e dos hospitais universitários. Os recursos destinados ao programa somam 5,5 bilhões de reais, direcionados à instalação de novos campi, construção de edificações e retomada de grandes obras paralisadas (BRASIL, 2024b).

Na Universidade Federal do Ceará (UFC), entre os anos de 2024 e 2025, a equipe técnica de projetos tem atuado no desenvolvimento de projetos para as novas edificações vinculadas ao Novo PAC (UFC, 2024c), além de atender a projetos de reforma selecionados diretamente pela Reitoria, ainda sem o respaldo de um modelo estruturado de apoio à tomada de decisão. Dessa forma, a UFCINFRA vem conduzindo o atendimento à lista de 244 projetos cadastrados. Levando em conta os projetos já desenvolvidos, aqueles em andamento e os previstos para conclusão até o final de 2025, permanece um total de 197 projetos pendentes de avaliação e priorização para o atendimento nos anos subsequentes (UFC, 2024c).

As 197 solicitações de projetos estão distribuídas entre os oito *campus* da Universidade Federal do Ceará: Pici, Benfica, Porangabuçu, Crateús, Itapajé, Russas, Quixadá e Sobral. No entanto, observa-se que 85% dessas demandas estão concentradas nos três campi localizados em Fortaleza, com destaque para o campus do Pici, que representa 46,7% do total de

solicitações, seguido pelo campus do Benfica, com 27,9%, e pelo Porangabuçu, com 11,2%, conforme ilustrado no Gráfico 2.

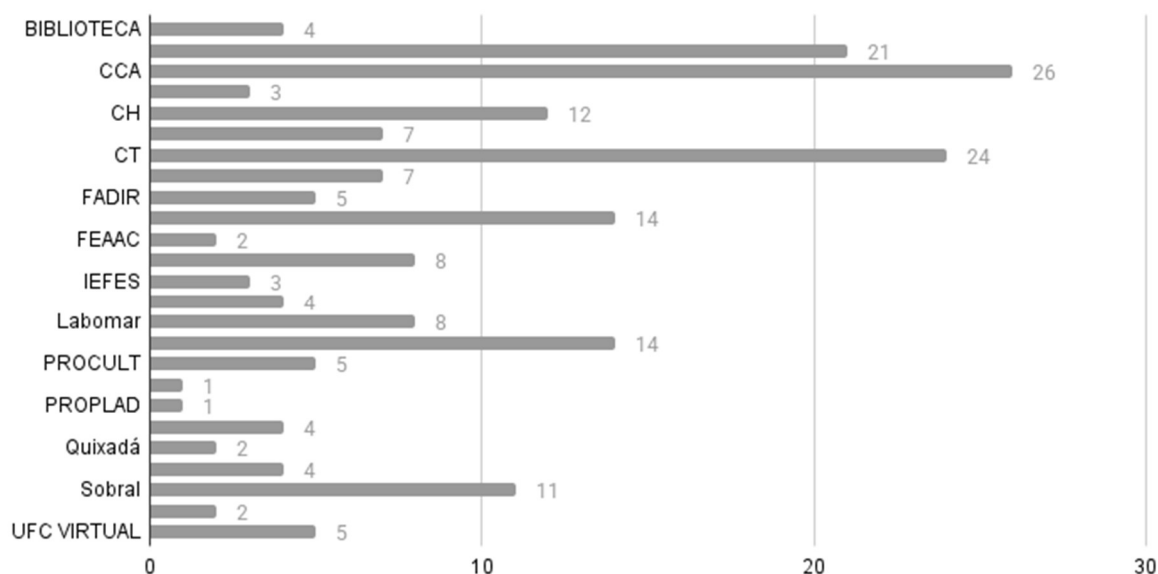
Gráfico 2 - Distribuição das solicitações por campus.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

As solicitações partiram de 26 unidades da UFC, em volumes significativamente distintos, o que pressupõe necessidades específicas de cada unidade e diferentes níveis de engajamento de seus dirigentes com relação às questões de infraestrutura. O Gráfico 3 ilustra tal disparidade.

Gráfico 3 - Distribuição das solicitações por unidade administrativa.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

Como demonstra o Gráfico 3, algumas unidades apresentaram um número expressivo de solicitações. Com o objetivo de compreender melhor as expectativas dos demandantes, a

UFCINFRA solicitou que cada unidade indicasse no processo administrativo relacionado, uma intenção de prioridade para o atendimento das demandas cadastradas.

Esses dados revelam um processo decisório predominantemente reativo e informal, carecendo de ferramentas analíticas para a priorização estratégica. Esta análise reforça a literatura que trata da complexidade institucional das IFES, marcada pela descentralização, mudanças de gestão, demandas conflitantes e limitações de recursos (Atvars, Serafim e Silva, 2024). Autores como Bizerril (2020) e Zander *et al.* (2022) contextualizam esse cenário a partir da política de expansão universitária pós-REUNI, que gerou aumento exponencial das demandas por infraestrutura, nem sempre acompanhado de modelos gerenciais compatíveis.

Dessa forma, os achados empíricos desta fase corroboram a literatura que aponta a necessidade de adaptação de metodologias de gestão ao contexto específico das universidades públicas, considerando sua natureza institucional complexa e suas limitações estruturais (Pacusi *et al.*, 2016; Denhardt, 2012). Eles também evidenciam a pertinência de se investir em ferramentas analíticas baseadas em métodos multicritério de apoio à decisão, como forma de fortalecer a governança universitária e promover maior efetividade na alocação de recursos públicos.

Em síntese, a caracterização do cenário da UFC demonstrou que a universidade se encontra diante de um acúmulo expressivo de solicitações de projetos, frente a uma limitada capacidade técnica e financeira de atendimento. O processo decisório atual, sem critérios sistematizados, carece de ferramentas que promovam uma seleção estratégica e transparente. Esses achados reforçam a relevância e a aplicabilidade do modelo TOPSIS/PLI como instrumento potencial de racionalização da tomada de decisão, justificando sua aplicação nas fases seguintes desta pesquisa.

4.2 Aplicação do *framework*: avaliação individual dos projetos

Os resultados da Fase 2 da pesquisa, conforme delineado na subseção metodológica 3.3.2, referem-se à aplicação do *framework* desenvolvido por Nascimento (2022) e estão diretamente vinculados ao segundo e ao terceiro objetivos específicos desta investigação. Esses resultados estão apresentados nas subseções 4.2 e 4.3, respectivamente.

A presente subseção concentra-se nos achados da Fase 2 relacionados ao 2º estágio do *framework*, que trata da avaliação individual dos projetos de construção da UFC. Para fins de organização, a apresentação dos resultados foi estruturada conforme as sete etapas previstas no modelo, codificadas pela letra “A” (A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7).

4.2.1 Etapa A1 - Identificação e seleção de projetos

A Etapa A1 compreendeu a identificação dos projetos de construção demandados pelas unidades da Universidade Federal do Ceará (UFC), com base na Planilha de Registro de Projetos, consolidada pela UFCINFRA. Essa planilha continha informações essenciais para subsidiar o modelo de avaliação, como a descrição da demanda, a indicação dos ambientes relacionados à intervenção, o tipo de intervenção e a existência de riscos associados. Tais elementos se mostraram suficientes para alimentar parte significativa dos critérios previstos no *framework* estruturado por Nascimento (2022).

Contudo, critérios de natureza mais técnica — como o planejamento da manutenção, o prazo para entrada em licitação e o custo do ciclo de vida — exigiram complementação por meio de consultas diretas a técnicos especialistas da UFCINFRA. Essa necessidade reforça um dos pontos-chave do modelo proposto por Nascimento (2022), que destaca a importância da articulação entre dados disponibilizados pelas unidades demandantes e o conhecimento técnico institucional para a consolidação de uma base confiável e operacionalizável de avaliação multicritério.

A legitimidade institucional do processo foi fortalecida pelo fato de o cadastramento das demandas ter sido realizado diretamente pelos dirigentes das unidades, o que confere, segundo Nascimento (2022), uma característica de alinhamento interno fundamental à aplicação do modelo. Ainda segundo a autora (2022), a qualidade dos dados iniciais e a clareza na identificação dos projetos são determinantes para assegurar a consistência da avaliação e a efetividade do modelo TOPSIS/PLI na definição de prioridades em ambientes institucionais complexos, como as universidades públicas.

4.2.2 Etapas A2 e A3 - Avaliação e homogeneização dos projetos

Nas etapas A2 e A3 do *framework*, foram realizadas a homogeneização dos 80 projetos segundo as classes propostas por Nascimento (2022) — readequação, reestruturação, nova construção e nova edificação — o que permitiu agrupar os projetos a partir da natureza das intervenções requeridas (Quadro 13). A análise dos projetos por classe revelou predominância de projetos de readequação (45%) e reestruturação (23,75%), que, somados, representam 68,75% das demandas. Este resultado confirma a ênfase institucional no aperfeiçoamento e na manutenção da infraestrutura física já existente, evidenciando uma prioridade compatível com a realidade das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), caracterizadas por orçamentos restritivos e altos custos de conservação predial, como discutido por Nascimento (2022).

Quadro 13 - Distribuição dos projetos por classe.

Classes	Quantidade	Frequência	Código dos projetos
Readequação	36	45%	002, 003, 004, 005, 006, 007, 010, 011, 014, 015, 016, 019, 020, 031, 032, 033, 034, 039, 040, 042, 044, 048, 049, 054, 058, 060, 061, 066, 067, 068, 069, 070, 074, 075, 076, 078
Reestruturação	19	23,75	001, 008, 012, 013, 018, 025, 029, 038, 041, 045, 050, 051, 052, 057, 059, 062, 063, 065, 080
Nova construção	12	15%	009, 017, 021, 027, 028, 030, 036, 046, 047, 064, 072, 077
Nova edificação	13	16,25%	022, 023, 024, 026, 035, 037, 043, 053, 055, 056, 071, 073, 079.

Fonte: elaborado pela autora (2025).

A concentração de solicitações de readequação reflete demandas voltadas à funcionalidade técnica dos edifícios, com foco em reparos estruturais, sistemas elétricos, hidráulicos e revestimentos. Já os projetos classificados como reestruturação indicam esforços das unidades acadêmicas e administrativas para adaptar espaços existentes a novas funções, adequando-se a exigências pedagógicas ou normativas. Ambas as classes expressam a tentativa de maximizar a eficiência do uso do espaço físico institucional, sem recorrer imediatamente à expansão da planta física — estratégia condizente com contextos orçamentários contingenciados.

Em contrapartida, as classes, nova construção (15%) e nova edificação (16,25%), apareceram em proporções menores, sendo vinculadas a intervenções de expansão. As novas construções geralmente se referem a ampliações de menor escala e urbanizações, enquanto as novas edificações concentram-se em obras de maior impacto e complexidade, como blocos acadêmicos, bibliotecas, laboratórios e restaurantes universitários. Embora menos frequentes, essas solicitações refletem demandas reprimidas por expansão física.

Durante a homogeneização dos projetos, identificou-se ainda que muitos deles apresentavam características híbridas, combinando elementos de diferentes classes (por exemplo, readequação + reestruturação funcional + pequena ampliação), o que dificultou essa classificação. Outro desafio identificado foi a heterogeneidade no porte e na complexidade das demandas, especialmente em projetos com escopos agregados que reuniam múltiplos prédios ou intervenções sob uma única solicitação. A ausência de justificativas técnicas detalhadas para essa agregação comprometeu a comparabilidade entre projetos de finalidade semelhante. Frente

a essa limitação, optou-se por manter os projetos no formato originalmente submetido pelas unidades demandantes, respeitando os princípios de participação institucional e legitimidade do processo.

Por fim, os resultados dessas etapas apontam para a necessidade de aperfeiçoamento da classificação projetos no âmbito da UFC. A estruturação de diretrizes mais claras para o cadastramento das pode contribuir para a padronização das informações e, conseqüentemente, para a aplicação mais eficiente de modelos multicritério, como o TOPSIS/PLI, fortalecendo a capacidade da universidade em selecionar, de forma transparente e estratégica, os projetos mais alinhados às suas prioridades institucionais.

4.2.3 Etapa A4 - Mensuração do desempenho dos projetos em cada critério

A Etapa A4 compreendeu a avaliação dos 80 projetos com base nos oito critérios (Quadro 1) definidos por Nascimento (2022): impacto na função fim (A), risco à segurança dos usuários (B), risco patrimonial (C), recorrência da demanda (D), recurso disponível (E), planejamento da manutenção (F), prazo para licitação (G) e custo estimado do ciclo de vida (H).

A escolha por realizar a avaliação dos projetos critério a critério, possibilitou a aplicação uniforme das escalas e uma leitura transversal dos projetos, permitindo a identificação de padrões recorrentes, o que contribui diretamente para a qualidade da priorização.

A importância da articulação entre dados declarados pelas unidades demandantes e o conhecimento técnico da equipe da UFCINFRA foi reiteradamente apontada na literatura como fundamental para a acurácia das avaliações.

Critério A: impacto na função fim da universidade

A análise dos 80 projetos com base no critério A resultou na elaboração do Quadro 14, o qual organiza e sistematiza os principais padrões de projeto identificados na UFC, considerando sua relação e impacto na função finalística da universidade.

Quadro 14 - Avaliação dos projetos da UFC com base no impacto nas atividades fim.

Impacto	Descrição	Escala	Solicitações identificadas (UFC)
Muito alto	Quando comprometer sobremaneira as atividades-fim da universidade ou envolver urgência	5	Retomada de obras paralisadas em edificações de uso didático; inatividade de prédios didáticos devido a comprometimentos da infraestrutura.

Alto	Quando causa grande insatisfação na comunidade acadêmica, por exemplo, um dispositivo que não funciona e compromete as atividades	4	Inatividade temporária de espaços em prédios didáticos durante o período chuvoso; ausência de acessibilidade que impossibilita a participação nas de pessoas com deficiência em espaços de grande aglomeração de pessoas.
Moderado	Quando causa insatisfação devido ao mau funcionamento de partes de um sistema, mas não compromete as atividades	3	Blocos didáticos com instalações prediais muito defasadas com recorrente descontinuidade dos sistemas; Inadequações de acessibilidade que dificultam a participação de estudantes com deficiência nas atividades didáticas; ambientes com infiltrações sem impacto direto na continuidade das atividades; espaços didáticos com necessidade de ampliação para adequação das atividades.
Baixo	Quando causa uma leve insatisfação, o usuário percebe apenas um pequeno defeito ou queda no desempenho	2	Espaços com instalações prediais obsoletas, voltados a um público reduzido; ausência de infraestrutura urbanística adequada para acesso aos edifícios; inexistência de rota tátil sinalizada adequadamente.
Mínimo	Afeta minimamente o desempenho das atividades e a maioria dos usuários pode nem perceber	1	Espaços com baixa associação ao uso didático e voltados prioritariamente às atividades-meio.

Fonte: elaborado pela autora (2025), com base em Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a).

Os projetos foram classificados de acordo com o grau de impacto sobre as atividades-fim, com destaque para ambientes didáticos inativos por problemas de infraestrutura e retomadas de obras paralisadas, classificados como de impacto “muito alto”. Já espaços voltados exclusivamente às atividades-meio, sem conexão direta com funções acadêmicas, foram enquadrados na categoria de impacto “mínimo”.

Em alguns casos, a análise revelou também divergências importantes entre a percepção do solicitante e a avaliação técnica. Em alguns casos, riscos graves relatados, como ameaça de desabamento, não se confirmaram tecnicamente. Isso reforça a necessidade de que a avaliação de riscos seja realizada por profissionais capacitados e com conhecimento prévio sobre os edifícios, uma vez que o alto volume de demandas inviabiliza vistorias presenciais em todos os casos durante a triagem.

Além disso, a ausência de instrumentos institucionais de escuta ao usuário, como avaliações pós-ocupação das edificações, comprometeu a representação sistemática das percepções de estudantes e servidores. Embora manifestações informais possam ocorrer, a falta de parâmetros objetivos impede o uso dessas informações com isonomia entre as unidades.

Critério B: risco de segurança dos usuários

A avaliação dos projetos quanto ao critério B resultou na elaboração do Quadro 15, que apresenta uma síntese dos principais tipos de risco à segurança identificados nos 80 projetos analisados.

Quadro 15 - Avaliação dos projetos da UFC com base no risco de segurança.

Risco de Segurança	Descrição	Escala	Solicitações identificadas (UFC)
Muito alto	Quando envolve risco muito alto da comunidade acadêmica	5	Edificações com comprometimento estrutural significativo, apresentando risco de colapso.
Alto	Quando causa alto risco de insegurança na comunidade acadêmica, por exemplo, uma parede com material descascando	4	Edificações com patologias estruturais de menor gravidade, mas com potencial de agravamento ao longo do tempo, como ferragens expostas; risco biológico decorrente de umidade excessiva, comprometendo a salubridade e impossibilitando a permanência segura nos ambientes
Moderado	Quando causa alguma insegurança devido ao mau funcionamento de partes de um sistema	3	Sistemas elétricos obsoletos ou inadequados, com risco elevado de curtos-circuitos; inadequações de acessibilidade que representa risco de queda em áreas com desníveis ou sem proteção adequada; Condições de insalubridade que dificultam, mas não impedem, a realização das atividades acadêmicas e administrativas
Baixo	Quando causa leve insegurança, o usuário percebe apenas um pequeno defeito ou queda no desempenho	2	Áreas externas sujeitas a alagamentos, dificultando o acesso e a mobilidade até as edificações; evidente falta de manutenção, transmitindo sensação de abandono; riscos associados a doenças ocupacionais, como desconfortos térmicos, acústicos ou lumínicos inadequados; ausência de rota tátil para orientação de pessoas com deficiência visual.
Mínimo	Risco mínimo. A maioria dos usuários pode nem perceber sua ocorrência	1	Existência de rota de fuga sem sinalização adequada; falta de infraestrutura urbanística adequada ao acesso às edificações.

Fonte: elaborado pela autora (2025), com base em Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a).

A categorização proposta permitiu classificar as situações em cinco níveis de risco, com base em sua gravidade e impacto sobre os usuários. Entre os casos classificados como de risco muito alto (escala 5), destacam-se edificações com comprometimentos estruturais severos, como risco iminente de colapso. Situações enquadradas como de risco alto (escala 4) incluíram patologias estruturais moderadas e condições de umidade extrema que afetam diretamente a salubridade dos ambientes.

Na faixa de risco moderado (escala 3), foram identificados problemas como sistemas elétricos defasados, riscos de queda por inadequações de acessibilidade e presença de condições insalubres que dificultam, mas não inviabilizam, as atividades. Já os riscos baixos (escala 2)

envolveram desconfortos ocupacionais, ausência de rotas táteis e áreas com má conservação que afetam a percepção de segurança. Os casos de risco mínimo (escala 1) se referem a situações pontuais, como sinalização inadequada de rotas de fuga ou ausência de infraestrutura urbanística.

Esse resultado evidenciou a eficácia da abordagem ampliada sobre os riscos relacionados aos usuários, que permitiu valorizar intervenções frequentemente negligenciadas por abordagens restritas à segurança estrutural, mas que afetam diretamente a vivência e a integridade dos usuários. Além disso, a sistematização dessas situações servirá como base para os próximos ciclos de priorização, favorecendo decisões mais criteriosas e alinhadas às reais condições de uso dos espaços da UFC.

Critério C: risco patrimonial

A aplicação do critério C aos 80 projetos analisados resultou na identificação de padrões recorrentes de risco patrimonial, sistematizados no Quadro 16. Esse quadro sintetiza as principais situações observadas, agrupadas conforme o nível de risco associado ao comprometimento dos ativos físicos da UFC.

Quadro 16 - Avaliação dos projetos da UFC com base no risco patrimonial.

Risco Patrimonial	Descrição	Escala	Solicitações identificadas (UFC)
Muito alto	Quando envolve um risco muito alto para os ativos da universidade	5	Edificações com comprometimento estrutural significativo, apresentando risco de colapso; retomada de obras paralisadas.
Alto	Quando causar um alto nível de risco patrimonial, por exemplo, um telhado com vazamentos	4	Edificações com patologias estruturais de menor gravidade, mas com potencial de agravamento ao longo do tempo, como ferragens expostas; ocorrência de infiltrações graves ou recorrentes gerando inatividade de espaços.
Moderado	Quando causar algum risco devido aos danos causados a alguns sistemas	3	Instalações prediais muito defasadas com recorrente descontinuidade dos sistemas; ocorrência pontual de infiltrações, sem descontinuidade das atividades; desconformidades em rota de fuga.
Baixo	Quando causar danos materiais leves, o usuário observará apenas um pequeno defeito	2	Situação de vulnerabilidade patrimonial, favorecendo atos de vandalismo, como a presença de esquadrias danificadas que permitem a entrada de pessoas ou animais; ausência de infraestrutura urbanística, ocasionando assoreamento em áreas externas
Mínimo	Afeta minimamente a propriedade e a maioria dos usuários pode nem perceber	1	Inexistência de riscos diretamente relacionados à deterioração do patrimônio.

Fonte: elaborado pela autora (2025), com base em Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a).

Projetos classificados como de risco patrimonial muito alto (escala 5) envolveram edificações com comprometimento estrutural severo, risco iminente de colapso ou obras paralisadas. Casos de risco alto (escala 4) incluíram patologias estruturais de menor gravidade, mas com potencial de agravamento, além de infiltrações graves que inviabilizam o uso dos espaços.

Já os projetos de risco moderado (escala 3) contemplaram instalações prediais obsoletas, com falhas pontuais, mas ainda sem impacto direto na continuidade das atividades. Situações de risco baixo (escala 2) relacionaram-se à vulnerabilidade patrimonial por falhas na vedação, ausência de infraestrutura urbanística e riscos indiretos como assoreamento. Os projetos classificados com risco mínimo (escala 1) não apresentaram ameaças diretas à integridade do patrimônio.

A análise também revelou que projetos voltados à manutenção corretiva, recuperação estrutural e modernização de sistemas prediais receberam maiores pontuações nesse critério.

Critério D: recorrência da demanda

A mensuração do critério D permitiu identificar e valorizar a antiguidade dos projetos. O resultado da avaliação foi sistematizado no Quadro 17.

Quadro 17 - Avaliação dos projetos da UFC com base na recorrência da demanda

Descrição	Escala	Solicitações identificadas (UFC)
Projetos já desenvolvidos que necessitam de atualização ou modificação	5	Projetos já desenvolvidos, ou interrompidos em fase avançada, que necessitam de revisão
Projetos já solicitados três anos antes do atual mas que não foram desenvolvidos	4	projetos cadastrados em 2020 ou em anos anteriores
Projetos já solicitados dois anos antes do atual mas que não foram desenvolvidos	3	projetos cadastrados em 2021
Projetos já solicitados no ano anterior ao atual mas que não foram desenvolvidos	2	projetos cadastrados em 2022
Projetos que nunca foram apresentados anteriormente	1	projetos cadastrados em 2023 ou sem número SEI

Fonte: elaborado pela autora (2025), com base em Nascimento, Almeida Filho e Palha (2023a).

Como resultado, constatou-se que a aplicação do critério favorece projetos que, embora ainda não executados, permanecem relevantes para as unidades demandantes, uma vez que

seguem sendo requisitados ao longo dos anos. O critério também reforça a importância da continuidade administrativa no planejamento e execução de obras públicas, ao reconhecer e manter em evidência as demandas históricas da universidade.

Critério E: recurso disponível para a construção

Como resultado da ausência de dotação orçamentária para os projetos analisados no momento desta pesquisa, todos receberam pontuação zero no critério de recurso disponível. Essa uniformidade impediu o critério de exercer influência na seleção inicial do portfólio, o que reflete a fase preliminar do processo de planejamento orçamentário.

Apesar disso, o critério foi mantido no modelo, dado seu caráter dinâmico. À medida que ocorram definições orçamentárias — por meio da aprovação da Lei Orçamentária Anual (LOA), destinação de emendas parlamentares, formalização de convênios ou realocações internas de recursos — a matriz poderá ser atualizada com novos valores, permitindo reavaliações do portfólio. Essa flexibilidade reforça o potencial do modelo como ferramenta contínua de apoio à tomada de decisão, adaptável às condições orçamentárias em constante mudança.

Critério F: planejamento da manutenção

A aplicação do Critério F, relativo ao planejamento da manutenção, apresentou desafios significativos para a pesquisadora e para os técnicos especialistas da UFCINFRA, principalmente devido à complexidade conceitual das três escalas propostas e à ausência de dados estruturados que subsidiassem a avaliação.

Diante desse cenário, os técnicos especialistas da UFCINFRA, com base em sua experiência e no conhecimento acumulado sobre as edificações da universidade e seus respectivos planos de manutenção, recomendaram que a avaliação fosse realizada por grupo de projetos, conforme suas tipologias.

As classificações atribuídas seguiram os seguintes padrões:

- Projetos de readequação: receberam nota 2 nos três parâmetros (severidade, ocorrência e possibilidade de detecção), exceto quando envolviam patologias estruturais, caso em que os parâmetros de ocorrência e detecção receberam nota 1.
- Projetos de reestruturação: receberam nota 4 nos três parâmetros, com exceção dos que envolviam ambientes didáticos, os quais obtiveram nota 3 na possibilidade de detecção.

- Projetos de nova construção (subclasse elevadores): receberam nota 3 nos três parâmetros. Já os projetos de urbanização foram avaliados com nota 5 para severidade e nota 4 para ocorrência e detecção.
- Projetos de nova edificação: receberam nota 5 em todos os parâmetros, exceto nos casos de ampliações e construção de quadras, que obtiveram nota 4 para ocorrência e detecção.

A avaliação evidenciou que os projetos de nova edificação e de urbanização apresentaram os maiores valores de risco associado à manutenção, enquanto os projetos de readequação mostraram-se menos críticos nesse aspecto.

A aplicação do critério revelou a necessidade de ajustes na metodologia, principalmente no que se refere à capacitação dos avaliadores quanto ao uso da técnica FMEA e à criação de uma base de dados técnicos estruturada. Esses aprimoramentos são essenciais para reduzir a subjetividade nas avaliações e aumentar a precisão e a confiabilidade dos resultados em futuras aplicações do modelo.

Critério G: prazo para entrar em licitação

A avaliação do critério “prazo para entrar em licitação” evidenciou uma limitação no processo de análise: a ausência de confirmação orçamentária no momento da seleção dos projetos impossibilitou a estimativa precisa dos prazos para abertura de licitação. Diante desse cenário, adotou-se uma abordagem uniforme, atribuindo a todos os 80 projetos o mesmo prazo estimado (500 dias), correspondente ao período restante até o final do exercício subsequente. Essa medida garantiu isonomia na avaliação, evitando distorções no ranqueamento decorrentes de estimativas imprecisas.

Apesar da limitação identificada, a aplicação do critério demonstrou a flexibilidade e o potencial adaptativo do modelo proposto. A estrutura desenvolvida permite que os prazos sejam atualizados posteriormente, à medida que haja alocação orçamentária, possibilitando a reclassificação automática dos projetos com base em informações mais precisas. Esse aspecto evidencia o valor do modelo como ferramenta de apoio à decisão em contextos dinâmicos, como o da UFC, permitindo revisões contínuas e alinhadas à realidade institucional.

Critério H: custo estimado do ciclo de vida

Para a avaliação do critério “custo estimado do ciclo de vida”, foram definidos parâmetros de gastos relacionados à manutenção predial, limpeza, energia elétrica, água e

esgoto. Com base nos parâmetros definidos, foi feita a avaliação individual dos 80 projetos. Apenas aqueles que implicavam aumento da área construída ou do número de usuários receberam valores positivos nesse critério, totalizando 15 projetos. As demais propostas — especialmente reformas internas — foram pontuadas com zero, por não representarem incremento nos custos operacionais da universidade.

A análise revelou que a maioria das demandas tratava de melhorias em edificações já existentes, o que não acarreta aumento significativo de custo de ciclo de vida. No entanto, algumas intervenções em sistemas prediais antigos poderiam gerar economia futura, embora tenham sido avaliadas com a mesma pontuação de projetos de menor escopo. Isso evidencia uma limitação da abordagem utilizada e sugere a necessidade de métodos mais sensíveis e ajustados às especificidades das propostas.

Além disso, a decomposição dos custos estimados indicou que os principais impactos financeiros estão associados à gastos com energia elétrica (63,68%), seguida por água e esgoto (26,31%) e, por último, manutenção e limpeza (10,01%). Esse resultado reforça a importância de priorizar projetos voltados à eficiência energética e à sustentabilidade, pois podem reduzir despesas futuras.

Em síntese, a análise dos critérios A, B, C e D — referentes ao impacto nas atividades-fim, risco à segurança dos usuários, risco patrimonial e recorrência da demanda — demonstrou consonância com os parâmetros metodológicos propostos por Nascimento (2022), possibilitando o aprimoramento das escalas aplicadas às demandas da UFC.

Embora a metodologia de avaliação do critério H (custo do ciclo de vida) não tenha sido detalhada por Nascimento, sua aplicação foi viável devido à existência de dados já consolidados na UFC sobre esse aspecto.

Por outro lado, os critérios E (recursos disponíveis) e G (prazo para licitação) apresentaram restrições operacionais, principalmente pela ausência de previsão orçamentária no momento da análise, o que inviabilizou o uso de informações diferenciais. Ainda assim, conforme ressalta Nascimento (2022), o modelo foi concebido para ser dinâmico e passível de reprocessamento conforme mudanças nos cenários institucionais.

O critério F (planejamento da manutenção) exigiu ajustes metodológicos importantes para sua operacionalização. A falta de dados sistematizados indicou limitações práticas, levando a UFCINFRA a adotar classificações por grupo de projeto como alternativa para garantir certa padronização. Essa experiência evidenciou, contudo, a importância de aprimorar

os instrumentos de apoio à decisão, como bases históricas confiáveis e indicadores de desempenho dos edifícios existentes.

Por fim, a consolidação dos resultados na matriz de decisão (Tabela 3) materializou a proposta metodológica do modelo TOPSIS/PLI, estruturando os dados de modo a viabilizar o ranqueamento transparente e auditável das propostas. Essa organização está de acordo com a diretriz do modelo de tornar os processos decisórios mais racionais, participativos e tecnicamente fundamentados.

Tabela 3 - Matriz de decisão

	Critérios de avaliação							
Direção de preferência	Maximizar					Minimizar		
Projetos	A	B	C	D	E	F	G	H
Projeto 001	1	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 002	1	1	4	2	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 003	2	3	3	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 004	1	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 005	3	3	4	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 006	3	3	4	1	0%	2	500	R\$ 0,00
Projeto 007	2	3	3	3	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 008	3	3	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 009	1	1	1	1	0%	80	500	R\$ 0,00
Projeto 010	1	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 011	5	4	4	4	0%	2	500	R\$ 0,00
Projeto 012	1	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 013	1	3	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 014	4	3	4	4	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 015	3	3	3	2	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 016	3	3	3	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 017	2	2	2	4	0%	80	500	R\$ 0,00
Projeto 018	2	2	2	4	0%	48	500	R\$ 0,00
Projeto 019	2	2	2	4	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 020	2	2	2	4	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 021	3	3	1	1	0%	80	500	R\$ 0,00
Projeto 022	3	2	1	1	0%	125	500	R\$ 70.806,53
Projeto 023	3	2	1	1	0%	80	500	R\$ 60.783,69
Projeto 024	3	2	1	1	0%	80	500	R\$ 44.617,81
Projeto 025	2	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 026	2	3	3	1	0%	80	500	R\$ 16.165,87
Projeto 027	2	1	1	1	0%	80	500	R\$ 0,00
Projeto 028	2	1	1	1	0%	80	500	R\$ 0,00
Projeto 029	2	2	3	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 030	2	1	1	2	0%	80	500	R\$ 0,00

Projeto 031	5	4	4	4	0%	2	500	R\$ 0,00
Projeto 032	3	3	3	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 033	3	3	3	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 034	3	3	4	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 035	3	2	3	1	0%	80	500	R\$ 29.098,57
Projeto 036	2	1	2	1	0%	80	500	R\$ 0,00
Projeto 037	3	2	2	1	0%	80	500	R\$ 16.165,87
Projeto 038	2	2	2	1	0%	48	500	R\$ 0,00
Projeto 039	2	2	2	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 040	3	3	3	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 041	3	3	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 042	3	3	3	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 043	3	1	1	2	0%	125	500	R\$ 161.658,74
Projeto 044	4	3	3	4	0%	48	500	R\$ 0,00
Projeto 045	3	2	1	4	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 046	2	1	1	1	0%	80	500	R\$ 0,00
Projeto 047	3	2	1	4	0%	27	500	R\$ 0,00
Projeto 048	2	1	3	1	0%	2	500	R\$ 0,00
Projeto 049	3	3	3	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 050	1	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 051	3	2	1	2	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 052	3	3	3	1	0%	48	500	R\$ 1.355,92
Projeto 053	3	1	1	1	0%	125	500	R\$ 129.326,99
Projeto 054	1	2	2	4	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 055	2	1	1	1	0%	125	500	R\$ 64.663,50
Projeto 056	3	1	1	1	0%	125	500	R\$ 64.663,50
Projeto 057	2	3	3	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 058	3	3	3	2	0%	2	500	R\$ 0,00
Projeto 059	1	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 060	2	2	3	2	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 061	1	3	3	1	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 062	2	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 063	2	1	1	4	0%	48	500	R\$ 0,00
Projeto 064	2	1	2	1	0%	80	500	R\$ 0,00
Projeto 065	1	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 066	1	3	3	2	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 067	2	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 068	1	3	3	2	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 069	1	1	1	1	0%	64	500	R\$ 0,00
Projeto 070	1	3	5	1	0%	8	500	R\$ 3.932,17
Projeto 071	1	1	1	1	0%	100	500	R\$ 76.134,37
Projeto 072	2	1	1	4	0%	80	500	R\$ 0,00
Projeto 073	1	1	1	1	0%	100	500	R\$ 76.134,37
Projeto 074	1	5	5	4	0%	2	500	R\$ 0,00
Projeto 075	2	1	1	1	0%	48	500	R\$ 0,00
Projeto 076	2	1	1	4	0%	8	500	R\$ 0,00

Projeto 077	3	2	1	4	0%	27	500	R\$ 0,00
Projeto 078	1	2	2	2	0%	8	500	R\$ 0,00
Projeto 079	2	1	1	1	0%	125	500	R\$ 79.999,26
Projeto 080	2	1	1	3	0%	64	500	R\$ 0,00

Fonte: elaborado pela autora (2025).

4.2.4 Etapa A5 - Determinação do peso de cada critério de decisão

A Etapa A5 consistiu na definição dos pesos atribuídos aos critérios de decisão que compõem o modelo TOPSIS/PLI, conforme previsto por Nascimento (2022). Para essa atividade, foi realizada consulta direta ao grupo decisor institucional, formado por gestores da UFCINFRA, que atribuiu notas relativas à importância de cada um dos oito critérios utilizados na priorização dos projetos de infraestrutura.

A Tabela 4 apresenta as notas atribuídas pelo grupo decisor aos oito critérios de avaliação dos projetos, bem como os respectivos pesos finais utilizados no modelo.

Tabela 4 - Pesos atribuídos aos critérios de decisão.

Critério	Notas	Pesos
Impacto na função fim	3	12,50%
Risco à segurança dos usuários	5	20,83%
Risco patrimonial	4	16,67%
Recorrência da demanda	1	4,17%
Planejamento da manutenção	4	16,67%
Prazo para licitar	2	8,33%
Custo do ciclo de vida	2	8,33%
Disponibilidade de recurso	3	12,50%
TOTAL	24	100%

Fonte: elaborado pela autora (2025).

O critério mais valorizado foi o “risco à segurança dos usuários”, com peso de 20,83%, seguido por “risco patrimonial” e “planejamento da manutenção”, ambos com 16,67%. Essas escolhas evidenciam uma clara priorização, pelos gestores da UFCINFRA, da segurança física e da conservação do patrimônio da universidade. Por outro lado, a “recorrência da demanda” recebeu o menor peso (4,17%), o que sugere que, embora reconhecida como um elemento relevante para a continuidade administrativa, sua influência na decisão final é relativizada frente a critérios com impactos mais diretos e mensuráveis sobre a segurança e a durabilidade das instalações.

4.2.5 Etapa A6 - Aplicação do TOPSIS e ranqueamento da lista de projetos

Na Etapa A6, foi realizada a aplicação do método multicritério TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) para o ranqueamento dos 80 projetos de infraestrutura da UFC.

Inicialmente, a matriz de decisão foi construída com base nos valores de cada projeto para os oito critérios de avaliação. Essa matriz passou pelo processo de normalização (passo 1) e ponderação (passo 2), utilizando os pesos definidos na Etapa A5. O resultado foi uma matriz normalizada e ponderada (Tabela 5), apta para permitir comparações equitativas entre alternativas com diferentes escalas de medida.

Tabela 5 - Matriz de decisão normalizada e ponderada

Critérios								
Projetos	A	B	C	D	E	F	G	H
Projeto 001	0,0058	0,0062	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 002	0,0058	0,0062	0,0240	0,0131	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 003	0,0116	0,0187	0,0180	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 004	0,0058	0,0062	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 005	0,0174	0,0187	0,0240	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 006	0,0174	0,0187	0,0240	0,0065	0,0140	0,0005	0,0140	0,0000
Projeto 007	0,0116	0,0188	0,0180	0,0196	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 008	0,0174	0,0188	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 009	0,0058	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 010	0,0058	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 011	0,0291	0,0250	0,0240	0,0261	0,0140	0,0005	0,0140	0,0000
Projeto 012	0,0058	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 013	0,0058	0,0188	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 014	0,0232	0,0188	0,0240	0,0261	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 015	0,0174	0,0188	0,0180	0,0131	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 016	0,0174	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 017	0,0116	0,0125	0,0120	0,0261	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 018	0,0116	0,0125	0,0120	0,0261	0,0140	0,0109	0,0140	0,0000
Projeto 019	0,0116	0,0125	0,0120	0,0261	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 020	0,0116	0,0125	0,0120	0,0261	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 021	0,0174	0,0188	0,0060	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 022	0,0174	0,0125	0,0060	0,0065	0,0140	0,0285	0,0140	0,0310
Projeto 023	0,0174	0,0125	0,0060	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0266
Projeto 024	0,0174	0,0125	0,0060	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0196

Projeto 025	0,0116	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 026	0,0116	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0071
Projeto 027	0,0116	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 028	0,0116	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 029	0,0116	0,0125	0,0180	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 030	0,0116	0,0063	0,0060	0,0131	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 031	0,0291	0,0250	0,0240	0,0261	0,0140	0,0005	0,0140	0,0000
Projeto 032	0,0175	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 033	0,0175	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 034	0,0175	0,0188	0,0240	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 035	0,0175	0,0125	0,0180	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0128
Projeto 036	0,0116	0,0063	0,0120	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 037	0,0175	0,0125	0,0120	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0071
Projeto 038	0,0116	0,0125	0,0120	0,0065	0,0140	0,0109	0,0140	0,0000
Projeto 039	0,0116	0,0125	0,0120	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 040	0,0175	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 041	0,0175	0,0188	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 042	0,0175	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 043	0,0175	0,0063	0,0060	0,0131	0,0140	0,0285	0,0140	0,0709
Projeto 044	0,0233	0,0188	0,0180	0,0261	0,0140	0,0109	0,0140	0,0000
Projeto 045	0,0175	0,0125	0,0060	0,0261	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 046	0,0116	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 047	0,0175	0,0125	0,0060	0,0261	0,0140	0,0062	0,0140	0,0000
Projeto 048	0,0116	0,0063	0,0180	0,0065	0,0140	0,0005	0,0140	0,0000
Projeto 049	0,0175	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 050	0,0058	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 051	0,0175	0,0125	0,0060	0,0131	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 052	0,0175	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0109	0,0140	0,0006
Projeto 053	0,0175	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0285	0,0140	0,0567
Projeto 054	0,0058	0,0125	0,0120	0,0261	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 055	0,0116	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0285	0,0140	0,0283
Projeto 056	0,0175	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0285	0,0140	0,0283
Projeto 057	0,0116	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 058	0,0175	0,0188	0,0180	0,0131	0,0140	0,0005	0,0140	0,0000
Projeto 059	0,0058	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 060	0,0116	0,0125	0,0180	0,0131	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 061	0,0058	0,0188	0,0180	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 062	0,0116	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000

Projeto 063	0,0116	0,0063	0,0060	0,0261	0,0140	0,0109	0,0140	0,0000
Projeto 064	0,0116	0,0063	0,0120	0,0065	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 065	0,0058	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 066	0,0058	0,0188	0,0180	0,0131	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 067	0,0116	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 068	0,0058	0,0188	0,0180	0,0131	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 069	0,0058	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000
Projeto 070	0,0058	0,0188	0,0300	0,0065	0,0140	0,0018	0,0140	0,0017
Projeto 071	0,0058	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0228	0,0140	0,0334
Projeto 072	0,0116	0,0063	0,0060	0,0261	0,0140	0,0182	0,0140	0,0000
Projeto 073	0,0058	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0228	0,0140	0,0334
Projeto 074	0,0058	0,0313	0,0300	0,0261	0,0140	0,0005	0,0140	0,0000
Projeto 075	0,0116	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0109	0,0140	0,0000
Projeto 076	0,0116	0,0063	0,0060	0,0261	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 077	0,0175	0,0125	0,0060	0,0261	0,0140	0,0062	0,0140	0,0000
Projeto 078	0,0058	0,0125	0,0120	0,0131	0,0140	0,0018	0,0140	0,0000
Projeto 079	0,0116	0,0063	0,0060	0,0065	0,0140	0,0285	0,0140	0,0351
Projeto 080	0,0116	0,0063	0,0060	0,0196	0,0140	0,0146	0,0140	0,0000

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Na sequência (passo 3), foram determinadas as soluções ideais positiva e negativa (Tabela 6), representando, respectivamente, o melhor e o pior desempenho possível entre os projetos para cada critério.

Tabela 6 - Soluções ideais

Solução ideal	Critérios							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Positiva	0,0291	0,0312	0,0300	0,0261	0,0139	0,0004	0,0139	0,000
Negativa	0,0058	0,0062	0,0060	0,0065	0,0139	0,0285	0,0139	0,0708

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Os passos 4 e 5 consistiram no cálculo das distâncias euclidianas entre cada projeto e as soluções ideais, positiva (d^+) e negativa (d^-). A partir dessas distâncias, foi computado o índice de proximidade relativa (D), que indica o quão próximo cada projeto está da solução ideal (Tabela 7). Esse valor serviu como base para o ranqueamento final (passo 6), apresentado na Tabela 8.

Tabela 7 - Distâncias entre as soluções ideais

Projetos	d+	d-	D
Projeto 001	0,0482	0,0722	0,5994
Projeto 002	0,0371	0,0781	0,6779
Projeto 003	0,0315	0,0779	0,7121
Projeto 004	0,0483	0,0722	0,5994
Projeto 005	0,0267	0,0797	0,7489
Projeto 006	0,0267	0,0802	0,7502
Projeto 007	0,0255	0,0790	0,7560
Projeto 008	0,0381	0,0742	0,6607
Projeto 009	0,0495	0,0716	0,5915
Projeto 010	0,0483	0,0722	0,5994
Projeto 011	0,0087	0,0861	0,9085
Projeto 012	0,0483	0,0722	0,5994
Projeto 013	0,0431	0,0733	0,6296
Projeto 014	0,0151	0,0831	0,8461
Projeto 015	0,0247	0,0788	0,7616
Projeto 016	0,0287	0,0786	0,7326
Projeto 017	0,0360	0,0750	0,6754
Projeto 018	0,0330	0,0763	0,6979
Projeto 019	0,0314	0,0789	0,7156
Projeto 020	0,0314	0,0789	0,7156
Projeto 021	0,0396	0,0736	0,6502
Projeto 022	0,0566	0,0420	0,4259
Projeto 023	0,0497	0,0473	0,4873
Projeto 024	0,0463	0,0540	0,5380
Projeto 025	0,0457	0,0725	0,6130
Projeto 026	0,0368	0,0671	0,6458
Projeto 027	0,0470	0,0718	0,6046
Projeto 028	0,0470	0,0718	0,6046
Projeto 029	0,0345	0,0771	0,6912
Projeto 030	0,0447	0,0721	0,6176
Projeto 031	0,0087	0,0861	0,9085
Projeto 032	0,0287	0,0786	0,7326
Projeto 033	0,0287	0,0786	0,7326
Projeto 034	0,0267	0,0797	0,7489
Projeto 035	0,0387	0,0617	0,6145
Projeto 036	0,0442	0,0721	0,6198

Projeto 037	0,0395	0,0662	0,6261
Projeto 038	0,0384	0,0738	0,6575
Projeto 039	0,0370	0,0764	0,6740
Projeto 040	0,0287	0,0786	0,7326
Projeto 041	0,0381	0,0742	0,6607
Projeto 042	0,0287	0,0786	0,7326
Projeto 043	0,0855	0,0134	0,1350
Projeto 044	0,0211	0,0795	0,7904
Projeto 045	0,0356	0,0760	0,6813
Projeto 046	0,0470	0,0718	0,6046
Projeto 047	0,0331	0,0780	0,7019
Projeto 048	0,0382	0,0774	0,6694
Projeto 049	0,0287	0,0786	0,7326
Projeto 050	0,0483	0,0722	0,5994
Projeto 051	0,0379	0,0737	0,6606
Projeto 052	0,0305	0,0754	0,7119
Projeto 053	0,0757	0,0183	0,1951
Projeto 054	0,0349	0,0787	0,6926
Projeto 055	0,0590	0,0429	0,4211
Projeto 056	0,0576	0,0441	0,4337
Projeto 057	0,0345	0,0745	0,6835
Projeto 058	0,0246	0,0793	0,7630
Projeto 059	0,0483	0,0722	0,5994
Projeto 060	0,0312	0,0774	0,7127
Projeto 061	0,0351	0,0777	0,6891
Projeto 062	0,0457	0,0725	0,6130
Projeto 063	0,0402	0,0758	0,6534
Projeto 064	0,0442	0,0721	0,6198
Projeto 065	0,0483	0,0722	0,5994
Projeto 066	0,0319	0,0780	0,7098
Projeto 067	0,0457	0,0725	0,6130
Projeto 068	0,0319	0,0780	0,7098
Projeto 069	0,0483	0,0722	0,5994
Projeto 070	0,0330	0,0789	0,7052
Projeto 071	0,0612	0,0379	0,3827
Projeto 072	0,0427	0,0745	0,6355
Projeto 073	0,0612	0,0379	0,3827
Projeto 074	0,0233	0,0860	0,7869

Projeto 075	0,0447	0,0732	0,6208
Projeto 076	0,0389	0,0784	0,6688
Projeto 077	0,0331	0,0780	0,7019
Projeto 078	0,0373	0,0765	0,6722
Projeto 079	0,0625	0,0363	0,3671
Projeto 080	0,0418	0,0736	0,6377

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Tabela 8 - Ranqueamento dos projetos avaliados

Projetos	D	Ranqueamento
Projeto 011	0,9085	1
Projeto 031	0,9085	2
Projeto 014	0,8461	3
Projeto 044	0,7903	4
Projeto 074	0,7869	5
Projeto 058	0,7629	6
Projeto 015	0,7615	7
Projeto 007	0,7559	8
Projeto 006	0,7502	9
Projeto 005	0,7488	10
Projeto 034	0,7488	11
Projeto 040	0,7325	12
Projeto 032	0,7325	13
Projeto 033	0,7325	14
Projeto 016	0,7325	15
Projeto 042	0,7325	16
Projeto 049	0,7325	17
Projeto 019	0,7156	18
Projeto 020	0,7156	19
Projeto 060	0,7126	20
Projeto 003	0,7121	21
Projeto 052	0,7118	22
Projeto 066	0,7098	23
Projeto 068	0,7098	24
Projeto 070	0,7052	25
Projeto 047	0,7019	26
Projeto 077	0,7019	27
Projeto 018	0,6978	28

Projeto 054	0,6925	29
Projeto 029	0,6912	30
Projeto 061	0,6890	31
Projeto 057	0,6835	32
Projeto 045	0,6812	33
Projeto 002	0,6778	34
Projeto 017	0,6754	35
Projeto 039	0,6739	36
Projeto 078	0,6722	37
Projeto 048	0,6694	38
Projeto 076	0,6687	39
Projeto 008	0,6607	40
Projeto 041	0,6607	41
Projeto 051	0,6605	42
Projeto 038	0,6575	43
Projeto 063	0,6533	44
Projeto 021	0,6501	45
Projeto 026	0,6457	46
Projeto 080	0,6376	47
Projeto 072	0,6355	48
Projeto 013	0,6296	49
Projeto 037	0,6261	50
Projeto 075	0,6207	51
Projeto 036	0,6197	52
Projeto 064	0,6197	53
Projeto 030	0,6176	54
Projeto 035	0,6145	55
Projeto 067	0,6130	56
Projeto 025	0,6130	57
Projeto 062	0,6130	58
Projeto 027	0,6045	59
Projeto 028	0,6045	60
Projeto 046	0,6045	61
Projeto 004	0,5994	62
Projeto 010	0,5994	63
Projeto 001	0,5994	64
Projeto 069	0,5994	65
Projeto 012	0,5994	66

Projeto 050	0,5994	67
Projeto 059	0,5994	68
Projeto 065	0,5994	69
Projeto 009	0,5915	70
Projeto 024	0,5380	71
Projeto 023	0,4873	72
Projeto 056	0,4337	73
Projeto 022	0,4259	74
Projeto 055	0,4210	75
Projeto 073	0,3826	76
Projeto 071	0,3826	77
Projeto 079	0,3671	78
Projeto 053	0,1951	79
Projeto 043	0,1350	80

Fonte: elaborado pela autora (2025).

O ranqueamento dos projetos gerado pelo método TOPSIS mostrou-se coerente com as prioridades institucionais representadas pelos pesos atribuídos aos critérios de avaliação. Observou-se que os 15 projetos mais bem posicionados pertencem à classe Readequação, o que indica melhor desempenho em critérios como impacto na função fim, segurança dos usuários, risco patrimonial, planejamento da manutenção e custo do ciclo de vida. Em contraste, os 10 últimos colocados são da classe Nova Edificação, sugerindo que, no modelo adotado, novos empreendimentos — embora relevantes — tendem a ter menor aderência aos critérios definidos.

Essa ordenação possibilitou a construção de uma lista objetiva de projetos prioritários, promovendo maior transparência e embasamento técnico ao processo decisório, em consonância com a proposta de Nascimento (2022). Além disso, o TOPSIS demonstrou boa adaptabilidade ao contexto da UFC, ao conseguir lidar com a diversidade das propostas apresentadas e integrar, de forma sistemática, critérios de diferentes naturezas — tanto qualitativos quanto quantitativos.

Destaca-se ainda a importância do uso de ferramentas computacionais para a aplicação do método, conforme já defendido por Nascimento (2022). Esse recurso se mostra especialmente útil em ambientes institucionais com grande volume de projetos concorrentes, como é o caso das IFES. A rotina computacional desenvolvida nesta pesquisa, além de facilitar

a aplicação do modelo, amplia sua replicabilidade e utilidade prática para futuras tomadas de decisão.

4.2.6 Etapa A7 - Cálculo das pontuações aumentadas

A Etapa A7 consistiu no ajuste dos escores de desempenho dos projetos, por meio do cálculo da pontuação aumentada (pa), conforme o algoritmo descrito na Figura 4 da subseção 2.2.1. Esse ajuste visa considerar, além da eficiência relativa expressa pelo índice de proximidade (D), o custo financeiro de cada proposta, promovendo uma ordenação mais realista para fins de priorização orçamentária.

O cálculo seguiu a lógica apresentada por Nascimento (2022), que defende a ponderação entre eficiência técnica e viabilidade financeira, a fim de garantir que projetos de alto impacto, mas de custo excessivo, não comprometam a alocação equitativa dos recursos disponíveis. As pontuações aumentadas dos projetos estão apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Pontuações aumentadas

Projetos	D	Ci	k	pa
Projeto 043	0,1350	840.000,00	1	1
Projeto 053	0,1951	325.000,00	2	2
Projeto 079	0,3671	772.500,00	3	3
Projeto 071	0,3826	200.000,00	4	4
Projeto 073	0,3826	2.840.955,00	5	11
Projeto 055	0,4210	1.530.805,00	6	12
Projeto 022	0,4259	673.045,00	7	13
Projeto 056	0,4337	99.750,00	8	14
Projeto 023	0,4873	12.500,00	9	15
Projeto 024	0,5380	1.299.690,00	10	47
Projeto 009	0,5915	913.415,00	11	48
Projeto 012	0,5994	126.000,00	12	49
Projeto 010	0,5994	126.000,00	13	50
Projeto 001	0,5994	423.390,00	14	129
Projeto 059	0,5994	55.680,00	15	130
Projeto 050	0,5994	1.046.895,00	16	392
Projeto 065	0,5994	75.000,00	17	393
Projeto 004	0,5994	953.064,00	18	781
Projeto 069	0,5994	342.175,00	19	782
Projeto 028	0,6045	73.855,00	20	783
Projeto 046	0,6045	25.000,00	21	784

Projeto 027	0,6045	12.045.000,00	22	4443
Projeto 025	0,6130	10.340.000,00	23	4444
Projeto 062	0,6130	7.590.000,00	24	4445
Projeto 067	0,6130	252.000,00	25	4446
Projeto 035	0,6145	5.969.510,00	26	8844
Projeto 030	0,6176	875.000,00	27	8845
Projeto 064	0,6197	750.000,00	28	8846
Projeto 036	0,6197	600.000,00	29	8847
Projeto 075	0,6207	1.375.000,00	30	18478
Projeto 037	0,6261	596.345,00	31	18479
Projeto 013	0,6296	591.960,00	32	18480
Projeto 072	0,6355	637.205,00	33	19280
Projeto 080	0,6376	748.925,00	34	20863
Projeto 026	0,6457	8.730.000,00	35	130461
Projeto 021	0,6501	750.000,00	36	130462
Projeto 063	0,6533	7.370.000,00	37	259002
Projeto 038	0,6575	903.000,00	38	259003
Projeto 051	0,6605	738.565,00	39	259004
Projeto 041	0,6607	1.393.985,00	40	278300
Projeto 008	0,6607	950.000,00	41	278301
Projeto 076	0,6687	675.100,00	42	278302
Projeto 048	0,6694	27.500.000,00	43	1992710
Projeto 078	0,6722	325.000,00	44	1992711
Projeto 039	0,6739	1.710.000,00	45	2291093
Projeto 017	0,6754	675.000,00	46	2291094
Projeto 002	0,6778	2.090.000,00	47	4568251
Projeto 045	0,6812	600.000,00	48	4568252
Projeto 057	0,6835	1.267.970,00	49	6566324
Projeto 061	0,6890	47.500,00	50	6566325
Projeto 029	0,6912	285.000,00	51	6568416
Projeto 054	0,6925	420.000,00	52	13135656
Projeto 018	0,6978	22.000.000,00	53	50334808
Projeto 077	0,7019	250.000,00	54	50334809
Projeto 047	0,7019	11.000.000,00	55	99958341
Projeto 070	0,7052	11.000.000,00	56	99958342
Projeto 068	0,7098	1.720.000,00	57	99958343
Projeto 066	0,7098	250.000,00	58	99958344
Projeto 052	0,7118	332.500,00	59	106525454

Projeto 003	0,7121	1.861.740,00	60	283091110
Projeto 060	0,7126	375.000,00	61	283091111
Projeto 019	0,7156	588.000,00	62	289659134
Projeto 020	0,7156	168.000,00	63	289659135
Projeto 016	0,7325	250.000,00	64	296226245
Projeto 042	0,7325	2.510.298,00	65	1422022663
Projeto 040	0,7325	230.690,00	66	1422022664
Projeto 032	0,7325	500.000,00	67	1718248925
Projeto 049	0,7325	899.280,00	68	3429930725
Projeto 033	0,7325	445.050,00	69	3429930726
Projeto 005	0,7488	145.000,00	70	3429930727
Projeto 034	0,7488	2.350.000,00	71	13436630892
Projeto 006	0,7502	2.000.000,00	72	13436630893
Projeto 007	0,7559	2.350.000,00	73	17156221540
Projeto 015	0,7615	650.000,00	74	17156221541
Projeto 058	0,7629	200.000,00	75	17156221542
Projeto 074	0,7869	1.000.000,00	76	37742373811
Projeto 044	0,7903	190.000,00	77	37742373812
Projeto 014	0,8461	1.373.615,00	78	78914679150
Projeto 011	0,9085	32.450.000,00	79	249518172835
Projeto 031	0,9085	210.000,00	80	249518172836

Fonte: elaborado pela autora (2025).

Com a finalização da Etapa A7, conclui-se o Estágio 2 do *framework*, que compreendeu a avaliação individual dos projetos (Tabela 8). Os resultados obtidos formam a base para o Estágio 3, de seleção do portfólio, no qual é considerada a capacidade operacional e orçamentária da instituição para compor o portfólio viável de projetos de construção da UFC.

4.3 Aplicação do *framework*: seleção do portfólio

Esta subseção apresenta os resultados da Fase 2 relacionados ao 3º estágio do *framework*, que corresponde à seleção do portfólio de projetos de construção. Para fins de organização, a apresentação dos dados foi estruturada conforme as quatro etapas previstas no modelo, codificadas pela letra “S” (S1, S2, S3 e S4).

4.3.1 Etapa S1 - Determinação das restrições e preferências de portfólio

Na etapa S1 do Estágio 3 do *framework*, foram incorporadas ao modelo de decisão as restrições e preferências do portfólio, conforme sistematização proposta por Nascimento (2022). A autora (2022) defende que a delimitação de restrições e preferências constitui um marco inicial essencial para alinhar a seleção de projetos aos limites de capacidade institucional e às diretrizes estratégicas organizacionais. Assim, adotou-se como restrições principais: o limite orçamentário para obras e a limitação da capacidade operacional da equipe técnica da UFCINFRA, e, como preferências, a inclusão obrigatória de projetos indicados pela Reitoria e a contemplação de ao menos um projeto de cada classe funcional — readequação, reestruturação, nova construção e nova edificação. Nesta etapa, o modelo passa a considerar o Projeto 081, correspondente a um projeto indicado pela Reitoria.

A restrição orçamentária foi fixada em R\$ 40 milhões para o exercício de 2025, enquanto a capacidade operacional do setor de projetos foi quantificada em 11.040 horas-homem. Essa abordagem operacionaliza a restrição de capacidade recomendada por Nascimento (2022), que destaca a importância de mensurar os limites da estrutura organizacional não apenas sob a ótica financeira, mas também considerando a força de trabalho disponível para implementação dos projetos.

Durante o desenvolvimento da etapa S1, foram identificados alguns padrões relevantes acerca dos projetos. Os projetos classificados como readequação apresentaram os menores custos médios (R\$ 500,00/m²) e exigiram menor tempo de desenvolvimento, o que favorece sua seleção em cenários com restrição de recursos financeiros e técnicos. Por outro lado, os projetos de nova edificação — com custo médio estimado em R\$ 5.500,00/m² — demandam maior esforço técnico e orçamentário, sendo menos viáveis quando há limitação de recursos.

Por fim, a estruturação dessas restrições e preferências não apenas reforça a consistência do modelo decisório proposto, como também atende à premissa defendida por Nascimento (2022) de que a seleção de portfólio em instituições públicas deve permitir alterações e aprimoramento em ciclos sucessivos de planejamento. A construção de uma base metodológica parametrizada por classe e subclasse amplia a capacidade da organização de revisar periodicamente seus critérios e limites, tornando o processo mais responsivo e alinhado à realidade da instituição.

4.3.2 Etapa S2 - Criação do portfólio que satisfaça as restrições

Na Etapa S2, o modelo de decisão foi operacionalizado por meio da aplicação da Programação Linear Inteira (PLI), conforme previsto no *framework* de Nascimento (2022),

utilizando as equações apresentadas nas Figuras 5 e 6, subseção 2.2.1. Os valores que alimentaram das restrições – notadamente os custos estimados de execução dos projetos (ci) e as horas técnicas necessárias para sua elaboração (hi) – foram extraídos da Tabela 10, construída com base em dados técnicos validados junto à UFCINFRA.

Tabela 10 - Dados relacionados às restrições

Projetos	pa	ci	hi
Projeto 001	129	839160	300
Projeto 002	4568251	324675	97,5
Projeto 003	283091110	771727,5	108,15
Projeto 004	781	199800	60
Projeto 005	3429930727	2838114,045	397,7337
Projeto 006	13436630893	1529274,195	214,3127
Projeto 007	17156221540	672371,955	94,2263
Projeto 008	278301	99650,25	157,5
Projeto 009	48	12487,5	35
Projeto 010	50	1298390,31	181,9566
Projeto 011	249518172835	912501,585	127,8781
Projeto 012	49	125874	45
Projeto 013	18480	125874	45
Projeto 014	78914679150	422966,61	127,017
Projeto 015	17156221541	55624,32	16,704
Projeto 016	296226245	1045848,105	146,5653
Projeto 017	2291094	74925	210
Projeto 018	50334808	952110,936	181,536
Projeto 019	289659134	341832,825	102,6525
Projeto 020	289659135	73781,145	22,1565
Projeto 021	130462	24975	70
Projeto 022	13	12032955	1095
Projeto 023	15	10329660	940
Projeto 024	47	7582410	690
Projeto 025	4444	251748	90
Projeto 026	130461	5963540,49	633,275
Projeto 027	4443	874125	350
Projeto 028	783	749250	300
Projeto 029	6568416	599400	400
Projeto 030	8845	1373625	550
Projeto 031	249518172836	595748,655	83,4883

Projeto 032	1718248925	591368,04	82,8744
Projeto 033	3429930726	636567,795	89,2087
Projeto 034	13436630892	748176,075	104,8495
Projeto 035	8844	8721270	900
Projeto 036	8847	749250	300
Projeto 037	18479	7362630	800
Projeto 038	259003	902097	172
Projeto 039	2291093	737826,435	103,3991
Projeto 040	1422022664	1392591,015	195,1579
Projeto 041	278300	949050	350
Projeto 042	1422022663	674424,9	94,514
Projeto 043	1	27472500	2500
Projeto 044	37742373812	324675	97,5
Projeto 045	4568252	1708290	630
Projeto 046	784	674325	270
Projeto 047	99958341	2087910	550
Projeto 048	1992710	599400	320
Projeto 049	3429930725	1266702,03	177,5158
Projeto 050	392	47452,5	75
Projeto 051	259004	284715	240
Projeto 052	106525454	419580	150
Projeto 053	2	21978000	2000
Projeto 054	13135656	249750	60
Projeto 055	12	10989000	300
Projeto 056	14	10989000	1000
Projeto 057	6566324	1718280	650
Projeto 058	17156221542	249750	75
Projeto 059	130	332167,5	122,5
Projeto 060	283091111	1859878,26	260,6436
Projeto 061	6566325	374625	112,5
Projeto 062	4445	587412	210
Projeto 063	259002	167832	60
Projeto 064	8846	249750	100
Projeto 065	393	2507787,702	209,1915
Projeto 066	99958344	230459,31	69,207
Projeto 067	4446	499500	200
Projeto 068	99958343	898380,72	125,8992
Projeto 069	782	444604,95	133,515

Projeto 070	99958342	144855	43,5
Projeto 071	4	2347650	120
Projeto 072	19280	1998000	800
Projeto 073	11	2347650	120
Projeto 074	37742373811	649350	320
Projeto 075	18478	199800	100
Projeto 076	278302	999000	140
Projeto 077	50334809	189810	50
Projeto 078	1992711	1372241,385	192,3061
Projeto 079	3	32417550	2950
Projeto 080	20863	209790	75
Projeto 081	1	109890000	6000

Fonte: elaborado pela autora (2025).

De acordo com Nascimento (2022), a criação de portfólio ótimo deve considerar simultaneamente múltiplas restrições (de orçamento, tempo e estratégia institucional), o que exige uma modelagem matemática capaz de simular cenários realistas de alocação de recursos. Nesse sentido, o modelo adotado nesta etapa incorporou restrições orçamentárias (R\$ 40 milhões) e operacionais (11.040 horas-homem), bem como preferências estratégicas, como a inclusão compulsória de projetos indicados pela Reitoria – os quais, conforme o modelo de Nascimento, não consomem orçamento, mas consomem capacidade técnica.

A aplicação da PLI resultou na seleção de 59 projetos dentre os 81 avaliados (80 projetos das unidades demandantes e 1 indicado pela Reitoria), representando 72,84% do universo analisado. A Tabela 11 apresenta os projetos com valor de $x_i = 1$, indicando inclusão no portfólio, e os com $x_i = 0$, excluídos da composição final.

Tabela 11 - Seleção do portfólio de projetos

x_i	Códigos Projetos	Quantidade
1	002, 003, 004, 005, 006, 007, 008, 009, 011, 012, 013, 014, 015, 016, 017, 018, 019, 020, 021, 025, 026, 027, 029, 031, 032, 033, 034, 036, 038, 039, 040, 041, 042, 044, 047, 048, 049, 050, 051, 052, 054, 058, 059, 060, 061, 062, 063, 064, 066, 067, 068, 069, 070, 074, 075, 076, 077, 080 e 081.	59
0	001, 010, 022, 023, 024, 028, 030, 035, 037, 043, 045, 046, 053, 055, 056, 057, 065, 071, 072, 073, 078 e 079.	22

Fonte: elaborado pela autora (2025).

A elevada taxa de inclusão dos projetos no portfólio é justificada pelo dimensionamento técnico dos projetos selecionados, cujas demandas em termos de custo e tempo foram compatíveis com os limites institucionais previamente fixados.

Adicionalmente, a aplicação do modelo revelou padrões de exclusão que reforçam os achados de Nascimento (2022): projetos com escopo mais amplo e alto custo por metro quadrado tendem a ser preteridos em cenários de restrição. Destacam-se, nesse grupo, projetos das classes “nova edificação” e “nova construção” com elevado consumo de capacidade operacional, reafirmando a premissa de que decisões baseadas em critérios objetivos tendem a favorecer projetos com maior viabilidade técnica e menor risco de execução.

Por fim, o uso da PLI permitiu gerar um portfólio tecnicamente robusto, financeiramente viável e estrategicamente alinhado, em conformidade com as diretrizes propostas pelo *framework* adotado. A clareza dos critérios, a parametrização das restrições e o caráter auditável da solução obtida contribuem para um processo decisório mais transparente e institucionalizado – aspectos centrais defendidos por Nascimento (2022) no contexto da gestão pública de projetos de infraestrutura.

4.3.3 Etapa S3 - Análise de sensibilidade

Na Etapa S3, foi conduzida uma análise de sensibilidade com o objetivo de testar a estabilidade e a robustez do modelo de priorização utilizado. Seguindo a metodologia de Nascimento (2022), foi realizada uma nova simulação com a aplicação de pesos iguais a todos os critérios de decisão, em contraste com a configuração inicial baseada nas ponderações definidas pelos gestores da UFCINFRA.

Os resultados dessa simulação mostraram que a redistribuição uniforme dos pesos não provocou alterações no ranqueamento nem na composição do portfólio. Todos os 59 projetos selecionados na configuração original também foram selecionados na simulação com pesos iguais, e os 22 projetos excluídos permaneceram fora da solução ótima. Isso evidencia a estabilidade do modelo frente a mudanças na ponderação dos critérios, indicando que a hierarquização das alternativas está bastante ancorada em atributos técnicos dos projetos.

Esse achado vai ao encontro das observações de Nascimento (2022), que destacou a importância da análise de sensibilidade como um instrumento de validação dos modelos multicritério.

Além disso, a convergência entre os dois cenários simulados — com pesos definidos pelos gestores e com pesos iguais — contribui para fortalecer a aceitação do modelo junto aos

diferentes atores institucionais, uma vez que reduz a percepção de arbitrariedade ou viés no processo de seleção de projetos.

4.3.4 Etapa S4 - Avaliação dos resultados

Na etapa S4, o portfólio selecionado foi submetido ao grupo decisor (gestores da UFCINFRA) para apreciação e aprovação do portfólio de projetos gerado. Esta etapa foi tratada na Fase 3 desta pesquisa que teve como foco avaliar a adequação da aplicação do modelo TOPSIS/PLI à realidade institucional da UFC.

Em resumo, a Fase 2 desta pesquisa operacionalizou a aplicação do modelo de decisão baseado no método multicritério TOPSIS integrado à Programação Linear Inteira (PLI), conforme delineado por Nascimento (2022), demonstrando sua viabilidade prática no contexto da Universidade Federal do Ceará. Ao longo das etapas A1 a S4, foi possível construir uma base de dados técnica robusta, classificar e homogeneizar os projetos segundo critérios relevantes à gestão universitária, atribuir pesos com base na percepção dos gestores e, por fim, selecionar um portfólio que respeita as restrições orçamentárias, operacionais e estratégicas da instituição.

Os resultados obtidos ao longo das etapas, evidenciaram que a integração entre dados provenientes das unidades demandantes e o conhecimento técnico especializado da UFCINFRA é um fator central para a qualidade do processo decisório. A existência de uma base institucional estruturada, como a Planilha de Registro de Projetos, contribuiu significativamente para a alimentação inicial do modelo, viabilizando a análise multicritério com base em parâmetros relevantes e representativos da realidade organizacional.

Observou-se ainda que a classificação dos projetos por tipologia funcional (readequação, reestruturação, nova construção e nova edificação) permitiu uma leitura mais sistematizada das demandas e favoreceu a padronização das análises. Essa categorização evidenciou a predominância de propostas voltadas à conservação e à adaptação de espaços já existentes, o que demonstra a aderência do modelo ao contexto de restrição orçamentária vivenciado pelas Instituições Federais de Ensino Superior.

Além disso, o uso de ferramentas computacionais e a automação do método TOPSIS fortaleceram a escalabilidade e a transparência do processo, contribuindo para sua replicabilidade futura em ciclos de planejamento subsequentes.

Entretanto, a pesquisa identificou também desafios relevantes à plena implementação do modelo. Destacou-se, entre eles, a carência de dados estruturados e atualizados para um dos

critérios — o planejamento da manutenção —, o que exigiu adaptação metodológica de avaliação desse critério. A subjetividade presente em algumas avaliações, associada à ausência de instrumentos institucionais de escuta ao usuário e à limitação de vistorias in loco, impôs restrições à acurácia dos julgamentos em critérios sensíveis, como o risco à segurança e o impacto na função fim.

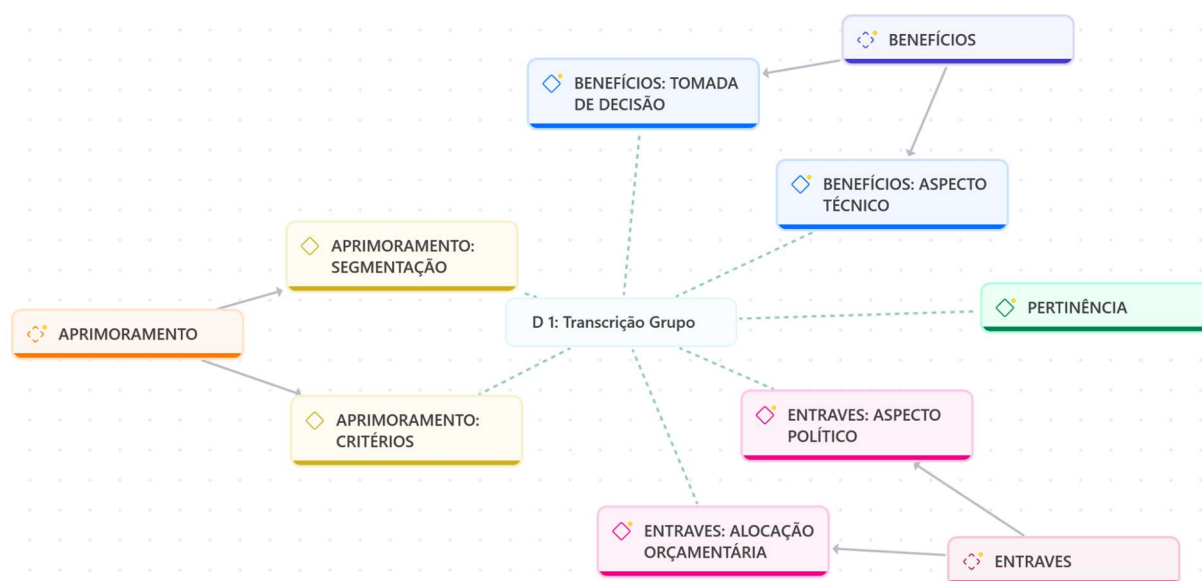
Apesar dessas limitações, os resultados indicam que o modelo TOPSIS/PLI contribuiu de forma significativa para a institucionalização de práticas decisórias mais racionais, auditáveis e alinhadas às prioridades estratégicas da universidade. O modelo revelou-se sensível à diversidade de critérios qualitativos e quantitativos envolvidos na seleção de projetos públicos e adaptável a contextos dinâmicos, desde que sustentado por instrumentos robustos de coleta, estruturação e atualização de dados. Assim, a experiência da UFC demonstra o potencial do *framework* como ferramenta de apoio à gestão de portfólios em instituições públicas, desde que acompanhada de contínuos esforços de capacitação técnica, padronização informacional e aprimoramento metodológico.

4.4 Avaliação e aprimoramento do modelo de decisão

Esta subseção apresenta e discute os resultados da Fase 3 da pesquisa, conforme descrito na metodologia (subseção 3.3.3), dedicada à avaliação quanto à adequação da aplicação do modelo TOPSIS/PLI à realidade institucional da UFC, correspondente ao quarto objetivo específico da pesquisa.

Para isso, foi realizada uma entrevista com um grupo focal composto por gestores da UFCINFRA. A avaliação das respostas se deu por meio da análise de conteúdo, utilizando o *software* Atlas.ti para a codificação das unidades de registro. A partir desse processo, foram definidas categorias e subcategorias analíticas, organizadas conforme a estrutura apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Categorias e subcategorias de análise.



Fonte: elaborado pela autora (2025).

As categorias identificadas foram organizadas em quatro grandes eixos temáticos: “Pertinência do resultado”, “Benefícios do modelo”, “Entraves de implementação” e “Propostas de aprimoramento”. Dentre essas, apenas “Pertinência do resultado” foi mantida de forma agregada. As demais foram desdobradas em subcategorias para aprofundar a análise:

- Benefícios do modelo: subdividida em Auxílio na tomada de decisão e Fortalecimento do aspecto técnico;
- Entraves de implementação: dividida em Aspecto político e Alocação orçamentária;
- Propostas de aprimoramento: desdobrada em Segmentação do portfólio e Refinamento de critérios.

O Quadro 18 sintetiza a interpretação das subcategorias, destacando os principais achados e contribuições obtidas.

Quadro 18 – Matriz da análise de conteúdo

Categoria	Subcategoria	Interpretação analítica
Pertinência do resultado	n/a	Os gestores reconheceram que o resultado gerado pelo modelo TOPSIS/PLI atende de forma coerente à realidade da UFC. A percepção é de que o modelo preenche uma lacuna na gestão de projetos de construção, oferecendo um ponto de partida estruturado e tecnicamente justificado para a seleção dos projetos. A pertinência é reforçada pela aproximação do modelo com critérios técnicos e pela possibilidade de uso como ferramenta de planejamento estratégico institucional. Apesar disso, há o reconhecimento de que fatores políticos ainda impõem limitações à aplicação plena do resultado.

Benefícios do modelo	Auxílio na tomada de decisão	O modelo é percebido como um instrumento relevante para apoiar a gestão na organização e racionalização das decisões de investimento. A estruturação do portfólio e seu ranqueamento orientam o planejamento e facilitam o diálogo com a alta administração, especialmente em cenários de definição de prioridades orçamentárias. Os gestores reconhecem que, mesmo que o portfólio não seja executado integralmente, ele já contribui para a clareza e legitimidade das decisões.
	Fortalecimento do aspecto técnico	A aplicação do modelo é valorizada por resgatar uma perspectiva técnica na alocação de recursos, deslocando a decisão da esfera exclusivamente política para critérios objetivos como custo-benefício e impacto institucional. Os gestores enxergam no modelo uma ferramenta capaz de dar visibilidade às demandas estruturais negligenciadas, como manutenção de prédios existentes, evidenciando o desalinhamento entre prioridades técnicas e políticas. Assim, o modelo contribui para sustentar decisões mais coerentes com a realidade física da universidade.
Entraves de implementação	Aspecto político	A principal barreira identificada para a efetiva adoção do modelo é a interferência política nos processos decisórios. Os gestores demonstram ceticismo quanto à aceitação dos resultados por parte da alta administração, especialmente quando os projetos tecnicamente prioritários não coincidem com os interesses políticos.
	Alocação orçamentária	Os entrevistados destacam que a rigidez e a origem dos recursos limitam a autonomia da universidade na escolha de projetos a serem executados. Muitas vezes, os recursos disponíveis são vinculados a obras novas, inviabilizando investimentos em readequações ou reformas de edificações existentes, mesmo quando estas são prioritárias. A ausência de dotação orçamentária específica para manutenção agrava esse cenário, tornando o modelo de priorização tecnicamente robusto, mas financeiramente inviável de ser plenamente executado.
Propostas de aprimoramento	Segmentação de portfólio	Diante da heterogeneidade dos projetos e da limitação quanto à alocação orçamentária, os gestores sugerem a criação de portfólios segmentados por tipo de intervenção (ex: reformas, novas edificações, urbanizações), com critérios próprios para cada grupo. Essa estratégia é vista como uma forma de tornar a seleção mais justa e adaptada à diversidade das demandas institucionais, além de viabilizar uma distribuição mais racional dos recursos disponíveis.
	Refinamento de critérios	Houve críticas à redundância entre alguns critérios (ex: risco patrimonial e segurança dos usuários) e à dificuldade de aplicação de outros em determinados tipos de projetos. Os gestores propõem ajustes na formulação e na mensuração dos critérios, incluindo a incorporação de dimensões como acessibilidade, bem-estar e sustentabilidade ambiental para projetos de urbanização. Também sugerem a simplificação e

		objetivação de critérios excessivamente subjetivos, como o impacto na função fim.
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------

Fonte: elaborado pela autora (2025).

A análise da categoria “Pertinência do resultado” concentrou-se nas percepções dos gestores da UFCINFRA quanto à adequação do portfólio de projetos selecionado por meio da aplicação do modelo TOPSIS/PLI no contexto institucional da Universidade Federal do Ceará (UFC). As unidades de registro que compõem essa categoria estão sistematizadas na Figura 8, sob a forma de rede semântica.

Figura 8 – Rede semântica da categoria “Pertinência do resultado”



Fonte: elaborado pela autora (2025).

A partir da análise das falas dos participantes, observa-se que os gestores demonstraram receptividade ao resultado gerado, reconhecendo no modelo uma base metodológica promissora para orientar o processo de priorização de projetos de infraestrutura. Um dos entrevistados expressa de forma direta esse reconhecimento inicial: “*Intuitivamente, se ele atende à nossa necessidade? Eu acho que sim*” (Gestor 1).

Essa aceitação inicial do modelo está ancorada na percepção de que ele representa um avanço em relação ao cenário anterior, no qual não havia critérios objetivos ou sistematizados para orientar a seleção de projetos. Outro gestor destaca o caráter inaugural da ferramenta e abertura à sua evolução: “*(...) principalmente porque a gente sai da base zero e eu acho que a gente pode aprimorar*” (Gestor 3).

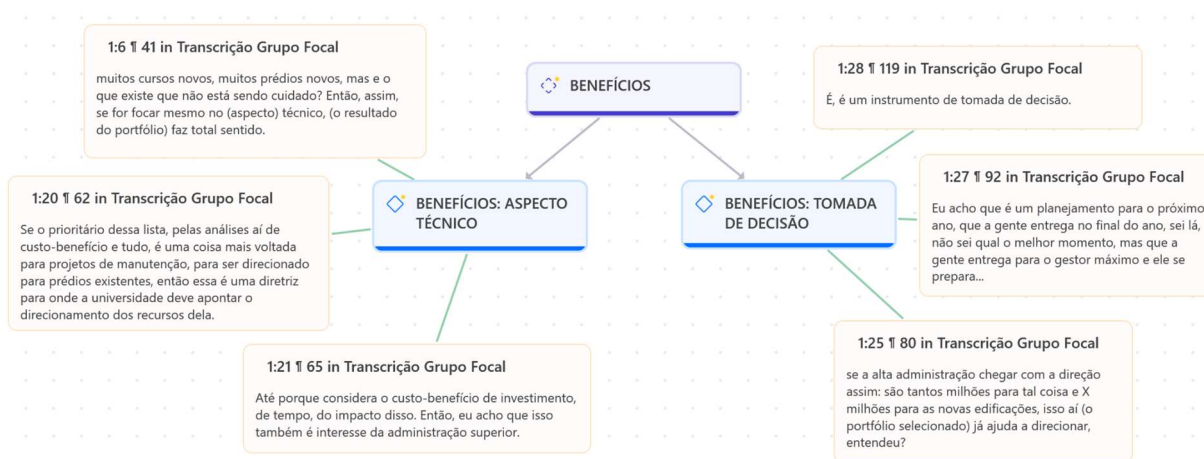
Tais declarações apontam para a existência de uma lacuna metodológica na rotina institucional, atualmente preenchido por práticas pouco padronizadas ou influenciadas por

critérios não técnicos. O modelo TOPSIS/PLI, nesse contexto, surge como uma alternativa concreta para qualificar o processo decisório, ao promover maior objetividade, rastreabilidade e legitimidade na alocação de recursos para obras públicas.

Essa percepção corrobora o argumento defendido por Nascimento (2022), ao afirmar que o modelo não deve ser compreendido como uma solução fechada, mas como uma “bússola” para a tomada de decisão, que pode e deve ser aperfeiçoada com base na experiência institucional.

A categoria “Benefícios do modelo” foi estruturada em duas subcategorias analíticas: “Auxílio na tomada de decisão” e “Fortalecimento do aspecto técnico”. A rede semântica que sintetiza as unidades de registro associadas a essa categoria está representada na Figura 9.

Figura 9 – Rede semântica da categoria “Benefícios do modelo”



Fonte: elaborado pela autora (2025).

A análise da subcategoria “Auxílio na tomada de decisão” concentrou-se na percepção dos gestores quanto ao potencial do modelo TOPSIS/PLI para orientar e qualificar a escolha de projetos de construção, especialmente em um ambiente institucional caracterizado pela limitação de recursos e alta demanda por infraestrutura. As falas dos entrevistados evidenciam que o modelo contribui significativamente para reduzir a subjetividade do processo decisório, como afirmou um dos gestores: “*É, é um instrumento de tomada de decisão*” (Gestor 3).

Essa percepção destaca a relevância do modelo como ferramenta de apoio à governança, ao permitir que decisões estratégicas sejam fundamentadas em parâmetros técnicos transparentes e verificáveis. Outro gestor reforça essa ideia ao reconhecer que, ainda que o modelo não encerre o processo decisório, ele contribui diretamente para direcionar as deliberações institucionais: “*...isso aí já ajuda a direcionar*” (Gestor 4).

Tais depoimentos indicam que o modelo é compreendido como um suporte prático à gestão, sobretudo por oferecer uma metodologia estruturada para lidar com a escassez orçamentária, situação recorrente no contexto das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Ao estabelecer critérios claros, o modelo contribui para justificar tecnicamente as escolhas realizadas, fortalecendo a credibilidade e a legitimidade das decisões perante diferentes públicos — como gestores superiores, órgãos de controle e comunidade acadêmica.

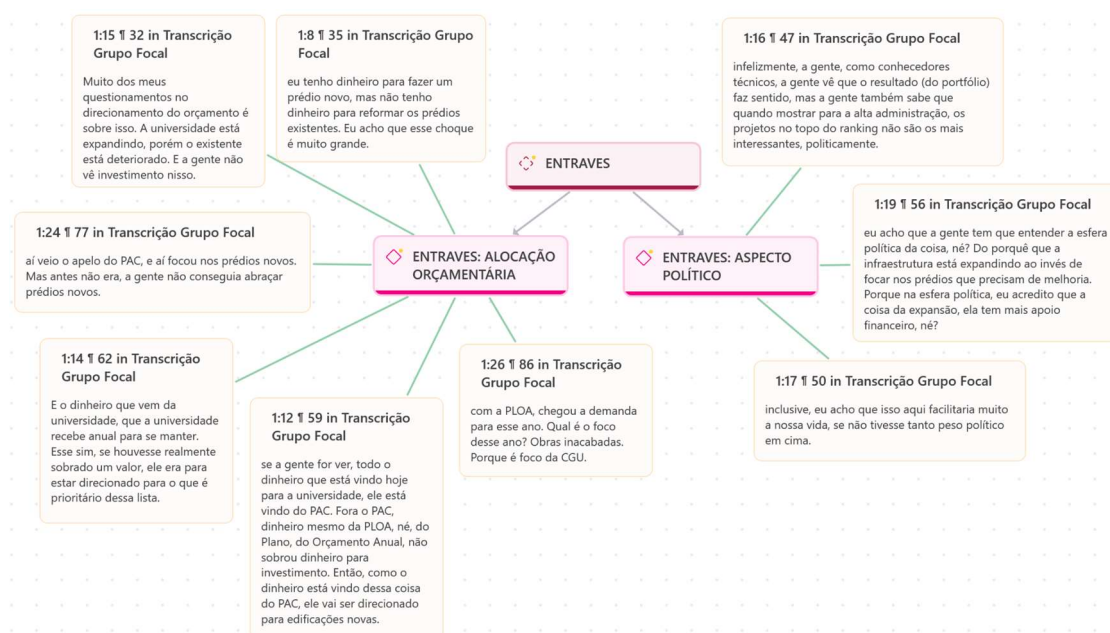
A análise da subcategoria “Fortalecimento do aspecto técnico” concentrou-se na percepção dos gestores sobre o papel do modelo TOPSIS/PLI na valorização de critérios técnicos no processo de priorização de projetos. As unidades de registro revelam que o modelo é visto como um instrumento capaz de resgatar uma racionalidade técnica que muitas vezes é secundarizada por influências políticas.

Esse reconhecimento aparece de forma clara na fala do Gestor 2: “*Se for focar mesmo no técnico, faz total sentido*” (Gestor 2).

Tal afirmação explicita a percepção de que o modelo possui coerência e legitimidade quando aplicado sob uma ótica essencialmente técnica. A partir disso, evidencia-se que o TOPSIS/PLI é compreendido como uma estratégia para reduzir a interferência de interesses não técnicos, contribuindo para decisões mais justas, fundamentadas em critérios objetivos e alinhadas com as reais necessidades de infraestrutura da instituição.

A categoria “Entraves de implementação”, estruturada em duas subcategorias — “Aspecto político” e “Alocação orçamentária” —, reúne as principais barreiras apontadas pelos gestores para a adoção efetiva do modelo TOPSIS/PLI no contexto da UFC. A Figura 10 apresenta a rede semântica construída a partir das unidades de registro codificadas, ilustrando os pontos críticos percebidos pelos participantes da entrevista.

Figura 10 – Rede semântica da categoria “Entraves”



Fonte: elaborado pela autora (2025).

A análise da subcategoria “Aspecto político” evidenciou que a principal dificuldade está na interferência de interesses políticos nas decisões sobre quais projetos devem ser priorizados. Embora o modelo seja reconhecido como tecnicamente consistente e metodologicamente robusto, sua aplicação depende de um alinhamento com a instância de maior poder decisório dentro da universidade.

Essa tensão entre a racionalidade técnica e as decisões políticas se manifesta na possível dificuldade de aceitação dos resultados do ranqueamento, especialmente quando os projetos tecnicamente mais bem avaliados não coincidem com os interesses estratégicos da alta gestão. Isso é explicitado na fala de um dos gestores: “...a gente sabe que quando mostrar para a alta administração, os projetos no topo do ranking não são os mais interessantes politicamente” (Gestor 4).

Essa declaração confirma o diagnóstico já previsto por Nascimento (2022), ao apontar que a aplicação do modelo não depende apenas da sua estrutura analítica, mas, sobretudo, da disposição política da gestão em respeitar os resultados gerados. Portanto, a institucionalização do modelo exige não apenas competência técnica, mas também um compromisso institucional com a transparência, a isonomia e a racionalidade na gestão de investimentos públicos.

A subcategoria “Alocação orçamentária”, diz respeito aos limites impostos pela estrutura orçamentária das universidades federais, que afetam diretamente a viabilidade de execução dos projetos selecionados no portfólio. Os gestores destacaram que, mesmo com um portfólio tecnicamente bem fundamentado, a destinação vinculada dos recursos pode

inviabilizar a implementação de determinadas propostas — especialmente aquelas voltadas à manutenção corretiva ou requalificação de espaços já existentes.

Essa restrição é claramente refletida na fala do Gestor 2: *“Eu tenho dinheiro para fazer prédio novo, mas não tenho para reformar os existentes”*.

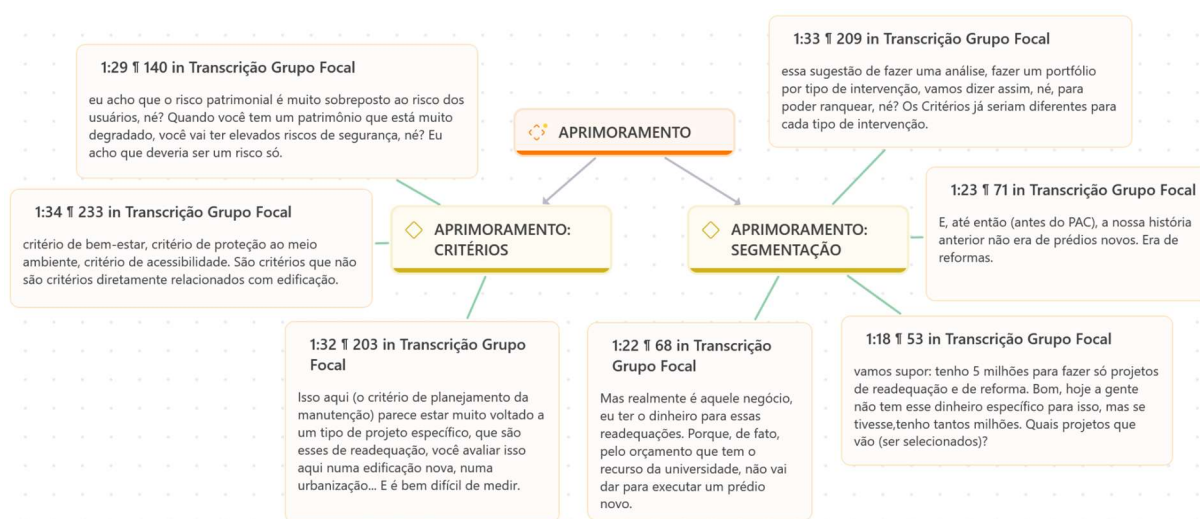
A fala expõe a lógica orçamentária fragmentada das IFES, em que recursos para novas construções são mais acessíveis — muitas vezes via programas federais como o PAC — enquanto a verba para manutenção e reformas tende a ser insuficiente e imprevisível. Essa limitação reduz a capacidade de resposta da instituição às demandas mais urgentes e recorrentes de sua infraestrutura, desvalorizando critérios técnicos como risco, deterioração e impacto funcional.

As análises indicam que a efetividade do modelo TOPSIS/PLI está condicionada não apenas à sua qualidade metodológica, mas também à sua aceitação institucional e à compatibilidade com os mecanismos de financiamento vigentes. Os entraves identificados revelam um descompasso entre o que é tecnicamente necessário e o que é politicamente viável ou financeiramente exequível.

Dessa forma, a superação desses obstáculos exigirá esforços articulados: de um lado, o fortalecimento do papel técnico das áreas responsáveis pelo planejamento e, de outro, a promoção de uma cultura institucional que valorize critérios objetivos e garanta maior autonomia decisória às equipes técnicas. Além disso, torna-se necessário repensar os instrumentos de planejamento orçamentário para que a distribuição dos recursos seja mais aderente às reais necessidades da infraestrutura universitária.

A categoria “Propostas de aprimoramento”, estruturada em duas subcategorias — “Segmentação de portfólio” e “Refinamento de critérios” —, reúne sugestões dos gestores da UFCINFRA voltadas à melhoria da aplicação do modelo TOPSIS/PLI no contexto institucional da UFC. As ideias extraídas da entrevista foram sistematizadas e representadas na Figura 11, que apresenta a rede semântica construída a partir da codificação das unidades de registro.

Figura 11 – Rede semântica da categoria “Propostas de aprimoramento”



Fonte: elaborado pela autora (2025).

A subcategoria “Segmentação de portfólio” é resultado das percepções de que a diversidade dos projetos de construção da UFC requer uma abordagem diferenciada, que respeite as especificidades de cada tipo de intervenção. A sugestão mais recorrente foi a de estruturar múltiplos portfólios, segmentando-os por natureza dos projetos (ex: reformas, reestruturações, novas edificações), de forma que os critérios de avaliação possam ser calibrados para cada grupo. Essa proposta busca responder a uma limitação percebida no modelo atual: a comparação direta entre projetos de escopos e objetivos muito distintos.

Essa preocupação é expressa na fala do Gestor 4: “...fazer um portfólio por tipo de intervenção... os critérios já seriam diferentes para cada tipo” (Gestor 4).

A proposta dialoga com Nascimento (2022), que defende a flexibilidade e adaptabilidade do modelo conforme o contexto institucional e as restrições do ciclo orçamentário. Além disso, essa segmentação é vista como um passo importante para assegurar maior justiça distributiva, ao impedir que projetos com menor complexidade técnica ou menor custo sejam preteridos frente a grandes empreendimentos por critérios não ajustados.

A subcategoria “Refinamento de critérios” foca na melhoria da qualidade técnica dos critérios de avaliação utilizados no modelo. Os gestores apontaram que alguns critérios apresentam sobreposições conceituais ou não conseguem captar adequadamente as particularidades de certos tipos de projeto. A proposta mais direta foi a de unificar os critérios de risco, dado o elevado grau de redundância entre risco patrimonial e risco à segurança dos usuários: “Acho que o risco patrimonial é muito sobreposto ao risco dos usuários. Deveria ser um risco só” (Gestor 3).

Essa sugestão demonstra atenção à coerência metodológica e busca por clareza conceitual na estrutura do modelo. Os entrevistados também propuseram a inclusão de critérios atualmente ausentes, mas cada vez mais relevantes no campo da infraestrutura pública, como bem-estar dos usuários, sustentabilidade ambiental e acessibilidade universal. A incorporação desses aspectos pode alinhar o modelo às diretrizes das políticas públicas contemporâneas, como o Plano de Logística Sustentável (PLS) e as normas de acessibilidade.

As propostas de aperfeiçoamento indicam uma postura crítica e construtiva por parte dos gestores, que reconhecem o valor do modelo como ferramenta estratégica, mas também identificam caminhos para sua evolução. A segmentação de portfólios e o refinamento dos critérios aparecem como soluções viáveis e alinhadas tanto com os princípios da gestão técnica quanto com os desafios reais enfrentados pelas instituições públicas.

Os resultados obtidos por meio da análise de conteúdo das entrevistas com gestores da UFCINFRA revelam uma percepção predominantemente positiva quanto à adequação do modelo de decisão multicritério TOPSIS/PLI à realidade institucional da UFC. As falas analisadas indicam que o modelo atende às necessidades técnicas da infraestrutura da universidade, mesmo diante de limitações políticas e orçamentárias, o que demonstra forte alinhamento com o referencial teórico, reforçando tanto a pertinência quanto a aplicabilidade do modelo no contexto das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES).

O reconhecimento da “pertinência do resultado” pelos gestores está diretamente relacionado à função estratégica que o Gerenciamento de Portfólio de Projetos (GPP) assume em organizações públicas complexas, como as IFES, conforme apontam Nascimento, Almeida-Filho e Palha (2023a) e Atvars, Serafim e Silva (2024). O modelo é percebido como uma resposta estruturada a um processo historicamente marcado pela ausência de critérios técnicos claros, suprimindo uma lacuna metodológica ao possibilitar uma análise técnica, alinhada às necessidades institucionais — conforme defendido por Nascimento (2022).

Os benefícios identificados pelos gestores — como o auxílio à tomada de decisão e o fortalecimento do aspecto técnico — reforçam as contribuições esperadas do Apoio Multicritério à Decisão (AMD). Tal como discutido por Nascimento (2022), o AMD promove decisões mais objetivas, auditáveis e transparentes, permitindo a ponderação de múltiplos critérios e a flexibilidade de adaptação aos contextos específicos das organizações públicas. Isso se alinha à percepção dos entrevistados, que valorizam o modelo por sua capacidade de justificar tecnicamente as escolhas, aumentar a legitimidade das decisões e mitigar a subjetividade na seleção de projetos.

Por outro lado, os entraves de implementação — sobretudo os de natureza política e orçamentária — evidenciam os limites políticos enfrentados pela aplicação de modelos decisórios nas IFES. As falas dos gestores confirmam os desafios estruturais descritos por autores como Bizerril (2020), Zander *et al.* (2022) e Atvars, Serafim e Silva (2024), que reconhecem a tensão entre racionalidade técnica e decisões políticas em ambientes institucionalmente complexos. Além disso, o problema da rigidez orçamentária, compromete a viabilidade de execução de projetos prioritários, especialmente aqueles voltados à manutenção e requalificação — setores historicamente negligenciados pelas diretrizes de financiamento público.

As propostas de aprimoramento — como a segmentação do portfólio e o refinamento dos critérios — demonstram aderência à recomendação de Nascimento (2022), que entende o modelo deve e pode ser continuamente ajustado ao contexto organizacional. Tais ajustes são coerentes com os desafios da gestão universitária, conforme descritos por Pacusi *et al.* (2016) e Carvalho e Longaray (2021), os quais reforçam que o sucesso de modelos gerenciais depende de sua capacidade de adaptação às realidades locais e de consideração de múltiplas dimensões — técnicas, culturais e políticas.

Em síntese, a Fase 3 valida empiricamente os pressupostos teóricos do modelo TOPSIS/PLI, ao demonstrar seu potencial de aplicação prática na UFC, ao mesmo tempo em que evidencia os desafios institucionais que condicionam sua eficácia. A pesquisa contribui para preencher lacunas identificadas na literatura — especialmente a carência de estudos aplicados em contextos reais — e aponta caminhos para a evolução do modelo, de modo que ele se consolide como uma ferramenta efetiva de apoio à decisão em ambientes públicos complexos, como as universidades federais.

5 CONCLUSÃO

A seleção do portfólio de projetos de construção em Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) constitui um desafio gerencial relevante diante da escassez de recursos e da diversidade e do volume de demandas. Esses ambientes exigem ferramentas que promovam decisões mais técnicas, transparentes e alinhadas às prioridades institucionais. Alinhada a esse contexto, esta pesquisa teve por objetivo investigar a contribuição do modelo de decisão TOPSIS/PLI para a seleção do portfólio de projetos de construção na Universidade Federal do Ceará (UFC).

Para a consecução do objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos: (i) apresentar o atual processo de seleção de projetos de construção da UFC; (ii) aplicar o *framework* proposto por Nascimento (2022), para a avaliação individual dos projetos; (iii) aplicar o *framework* proposto por Nascimento (2022), para a seleção do portfólio de projetos; e (iv) avaliar a adequação da aplicação do modelo TOPSIS/PLI à realidade institucional da UFC.

Em relação ao primeiro objetivo específico, observou-se que o processo de seleção de projetos na UFC é caracterizado por práticas institucionais de baixa padronização e grande influência de decisões políticas. A análise documental revelou que, apesar da existência de registros sistematizados em planilhas e sistemas administrativos, não há um modelo formalizado para orientar a priorização no desenvolvimento de projetos e na execução de obras, resultando em fragilidade metodológica na alocação dos recursos.

No segundo objetivo, a aplicação do *framework* de Nascimento (2022) relacionado à avaliação individual dos projetos permitiu operacionalizar um conjunto de critérios multicritério previamente definidos, organizando as informações disponíveis em uma estrutura técnica coerente. O uso do método TOPSIS viabilizou o ranqueamento dos 80 projetos conforme seus desempenhos relativos, permitindo a identificação das propostas mais alinhadas com os objetivos institucionais.

A aplicação do *framework* para a seleção do portfólio de projetos, correspondente ao terceiro objetivo específico, envolveu a incorporação de restrições operacionais e orçamentárias ao modelo de decisão, além de preferências estratégicas, como a inclusão de projetos indicados pela Reitoria e a diversidade entre os tipos de intervenção. A Programação Linear Inteira (PLI) foi utilizada para selecionar automaticamente os projetos mais adequados, respeitando os limites estabelecidos. O resultado foi um portfólio composto por 59 projetos, abrangendo diferentes perfis e mantendo equilíbrio entre custo, esforço técnico e alinhamento institucional.

Em relação ao quarto objetivo específico, a avaliação qualitativa do modelo, realizada por meio de entrevistas com gestores da UFCINFRA, evidenciou uma percepção amplamente positiva. Os gestores reconheceram que o modelo preenche lacunas históricas no processo decisório, evidencia a tomada de decisão sob critérios técnicos e contribui para qualificar o planejamento das obras. No entanto, também apontaram limitações à sua aplicação plena, especialmente relacionadas à interferência política e à rigidez orçamentária. Foram ainda sugeridos aprimoramentos no modelo, como a segmentação de portfólios por tipo de intervenção e o refinamento dos critérios utilizados.

De forma geral, os resultados da pesquisa evidenciam que o modelo TOPSIS/PLI se mostrou aplicável, flexível e útil para qualificar a seleção de projetos de construção na UFC. A combinação entre critérios técnicos, análise multicritério e otimização por programação inteira permitiu a construção de um portfólio mais transparente, justificável e alinhado às restrições operacionais da instituição. A percepção positiva dos gestores reforça seu potencial de institucionalização, desde que sejam superados os entraves orçamentários e políticos que ainda dificultam sua plena implementação.

Como limitação do estudo, destaca-se a indisponibilidade de alguns dados, especialmente os relacionados à avaliação do critério de planejamento da manutenção, o que obrigou a avaliação a se basear apenas na experiência prática de técnicos especialistas. Além disso, critérios qualitativos como “impacto na função fim da universidade” e “risco à segurança dos usuários” mantiveram certo grau de subjetividade, mesmo diante de esforços de padronização.

Do ponto de vista metodológico, o framework de Nascimento (2022) foi adotado em sua integralidade, com poucas adaptações ao contexto da UFC. Embora isso tenha assegurado fidelidade ao modelo teórico, pode ter restringido sua plena adequação às particularidades institucionais. Em termos operacionais, a pesquisa ficou condicionada à capacidade limitada de registros históricos e técnicos. A estimativa de prazos para elaboração dos projetos, por exemplo, baseou-se em informações restritas ao período de teletrabalho da pandemia (2020–2022), quando havia controle mais detalhado da carga horária dedicada. Fora desse contexto, não havia registros confiáveis para subsidiar cálculos mais robustos.

Entre as contribuições empíricas, destaca-se o aprimoramento de uma metodologia aplicável a IFES para a seleção de projetos de infraestrutura, ancorada em dados técnicos e viável mesmo em contextos com recursos limitados. A pesquisa oferece um instrumento prático

de apoio à tomada de decisão, que pode ser incorporado ao planejamento estratégico institucional.

Em síntese, a pesquisa demonstrou que o modelo TOPSIS/PLI pode contribuir para a qualificação da gestão de investimentos em infraestrutura na UFC. Ao promover maior tecnicidade, rastreabilidade e legitimidade nas decisões, o modelo se configura como uma ferramenta estratégica de governança, com potencial de aplicação ampliada e de contínuo aprimoramento institucional.

REFERÊNCIAS

ATVARS, T. D. Z.; SERAFIM, M. P.; SILVA, A. M. A. C. da. Inter-relacionamento entre governança, gestão estratégica, administração e planejamento estratégico em instituições de ensino superior: relato de experiência da UNICAMP. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, SP, v. 11, n. 00, p. e025041, 2024. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8674421>. Acesso em: 5 nov. 2024.

BARCAUI, A. (org.) **PMO: Escritório de projetos, programas e portfólio na prática**. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.

BARDIN, L.. **Análise de Conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições, v. 70, 2011.

BEZERRA, N. de M. **Modelo multicritério para seleção de portfólio de projetos de obras públicas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

BIZERRIL, M. X. A. O processo de expansão e interiorização das universidades federais brasileiras e seus desdobramentos. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 13, n. 32, p. 53, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Ranking mundial destaca universidades federais no Brasil**. Portal Gov.br, 2024a. Disponível em: <<https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/agosto/ranking-mundial-destaca-universidades-federais-no-brasil>>. Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Casa Civil. **Governo Federal garante R\$ 5,5 bilhões em investimentos para universidades no Novo PAC**. Portal Gov.br, 10 jun. 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2024/junho/governo-federal-garante-r-5-5-bilhoes-em-investimentos-para-universidades-no-novo-pac>. Acesso em: 29 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021**. Institui a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 61-A, p. 1-16, 01 abr. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/14133.htm. Acesso em: 16 maio 2025.

CARVALHO, J.; LONGARAY, A. A. Priorização de projetos de recursos hídricos sob a perspectiva de modelos de apoio à decisão multicritério: uma revisão sistemática. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, p. 1155-1171, 2021.

CASTRO, H.G. de, CARVALHO, M. M. de. Gerenciamento do portfolio de projetos (PPM): estudos de caso. **Produção**, USP, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 303-321, 2010a.

CASTRO, H.G. de, CARVALHO, M. M. de. Gerenciamento do portfolio de projetos: um estudo exploratório. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 283-296, 2010b.

CBMCE [CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO CEARÁ]. **Norma Técnica nº 005/2008**: Saídas de emergência. Fortaleza, 2008.

DANESH, D.; RYAN, M. J.; ABBASI, A. Multi-criteria decision-making methods for project portfolio management: a literature review. **International Journal of Management and Decision Making**, v. 17, n. 1, p. 75-94, 2018.

DENHARDT, R. B. **Teorias da administração pública**. São Paulo: Learning, 2012.

DOBROVOLSKIENĖ, N.; TAMOŠIŪNIENĖ, R. Sustainability-oriented financial resource allocation in a project portfolio through multi-criteria decision-making. **Sustainability**, v. 8, n. 5, p. 485, 2016.

FOGLIATO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2011.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Ranking Universitário Folha (RUF) 2023**. Folha de S.Paulo, 2023. Disponível em: <<https://ruf.folha.uol.com.br/2023/ranking-de-universidades/principal/>>. Acesso em: 26 out. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2024.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2 ed. Porto Alegre: Penso, 2012. Cap. 15.

GUAZI, T. S. Diretrizes para o uso de entrevistas semiestruturadas em investigações científicas. **Revista Educação, Pesquisa e Inclusão**, v. 2, 2021.

HASHEMIZADEH, A.; JU, Y. Project portfolio selection for construction contractors by MCDM–GIS approach. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 16, p. 8283-8296, 2019.

IBRAOP – INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS. OT - IBR 004/2012: Orientação Técnica sobre a precisão do orçamento de obras públicas. Brasília, 2012. Disponível em: https://www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/2013/04/OT_IBR0042012.pdf. Acesso em: 17 maio 2025.

IBRAOP – INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS. OT - IBR 006/2016: Orientação Técnica sobre anteprojeto de engenharia. Brasília, 2016. Disponível em: https://www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/2016/09/OT_-_IBR_006-2016-Vers%C3%A3o-Definitiva-10-05-2017.pdf. Acesso em: 17 maio 2025.

KIRMIZI, M.; KARAKAS, S.; UÇAR, H. Selecting the optimal naval ship drainage system design alternative based on integer linear programming, TOPSIS, and simple WISP methods. **Journal of Ship Production and Design**, v. 39, n. 02, p. 63-74, 2023.

KROHLING, R. A.; CAMPANHARO, V. C. Fuzzy TOPSIS for group decision making: A case study for accidents with oil spill in the sea. **Expert Systems with applications**, v. 38, n. 4, p. 4190-4197, 2011.

LONGARAY, A. A.; BUCCO, G. B. Uso da análise de decisão multicritério em processos licitatórios públicos: um estudo de caso. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 1, p. 219-241, 2014.

MASOUMI, R.; TOURAN, A. A framework to form balanced project portfolios. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, **Anais...** 2016. p. 1772-1781.

NASCIMENTO, C. R. S. de M. S. **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 Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

NASCIMENTO, C. R. S. M. S.; ALMEIDA-FILHO, A. T. de; PALHA, R. P. 2023a. A TOPSIS-based decision model to establish priorities for sequencing the design of construction projects in the public sector. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2023, n. 1, p. 1414294, 2023.

NASCIMENTO, C. R. S. M. S.; ALMEIDA-FILHO, A. T. de; PALHA, R. P. 2023b. A TOPSIS-based framework for construction projects? portfolio selection in the public sector. **Engineering Construction and Architectural Management** (Print), v.2023, p. 1, 2023.

NESTICÒ, A.; SICA, F.. The sustainability of urban renewal projects: A model for economic multi-criteria analysis. **Journal of Property Investment & Finance**, v. 35, n. 4, p. 397-409, 2017.

PARVANEH, F.; HAMMAD, A.. Application of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) to Select the Most Sustainable Power-Generating Technology. **Sustainability**, v. 16, n. 8, p. 3287, 2024.

PALHETA, E. R. S.. **Metabolismo urbano em campus universitário**: estudo de caso no campus da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e campus do pici da Universidade Federal do Ceará. 2019. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Projeto Urbano) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019.

PASCUCI, L.; JÚNIOR, V. M.; MAGIONI B.; SENA, R. Managerialism na gestão universitária: implicações do planejamento estratégico segundo a percepção de gestores de uma universidade pública. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, v. 9, n. 1, p. 37-59, 2016.

PMI [PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE]. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)**. 7th edição, Newtown Square, 2021.

TAVANA, M.; KERAMATPOUR M.; SANTOS-ARTEAGA F.; GHORBANIANE E. A fuzzy hybrid project portfolio selection method using Data Envelopment Analysis, TOPSIS and Integer Programming. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 22, p. 8432–8444, 2015.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. **Plano Diretor UFC**: campus universitário, Imprensa Universitária da UFC, 2008. Fortaleza: UFC, 2008.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. **Portaria nº 3343/Reitoria**, de 28 de agosto de 2015. Fortaleza: UFC, 2015.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2021. **Relatório de gestão 2020** [recurso eletrônico]. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2021.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2022a. **Relatório de gestão 2021** [recurso eletrônico]. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2022b. **Formulário de mapeamento de processos**: solicitação de contratação de obra. Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://portfoliodeprocessos.ufc.br/wp-content/mapeamentos/ufc-infra/solicita%C3%A7%C3%A3o-obra/Formul%C3%A1rio%20contrata%C3%A7%C3%A3o%20obra.pdf>. Acesso em: 27/03/2025.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2023a. **Relatório de gestão 2022** [recurso eletrônico]. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2023.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. Pró-Reitoria de Planejamento e Administração. **Anuário Estatístico UFC 2023** – Base 2022. Fortaleza, 2023b. Disponível em: <https://www.ufc.br/a-universidade/documentos-oficiais/322-anuario-estatistico>. Acesso em: 07/04/2024.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2024a. Reitoria. **Ofício circular 1/2024/GR/REITORIA**. Fortaleza, CE: Reitoria, 18 jan. 2024.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2024b. **Portaria nº 446/2024/GR/REITORIA**, de 15 de julho de 2024. Fortaleza: UFC, 2024.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2024c. **Ofício 129/2024/GR/REITORIA**, de 29 de fevereiro de 2024. Fortaleza: UFC, 2024.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2024d. Superintendência de Infraestrutura. **Ofício circular 8/2024/UFCINFRA/REITORIA**. Fortaleza, CE: Superintendência de Infraestrutura, 08 de abril de 2024.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2025a. Reitoria. **Regimento Reitoria**. Fortaleza, CE: Reitoria, 9 jun. 2025.

UFC [UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ]. 2025b. **Relatório de gestão 2024** [recurso eletrônico]. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2025.

WU, Y. N.; XU, C. B.; KE, Y. M.; CHEN, K. F; SUN, X. K. An intuitionistic fuzzy multi-criteria framework for large-scale rooftop PV project portfolio selection: Case study in Zhejiang, China. **Energy**, v. 143, p. 295-309, 2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso** – Planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZANDER, T. M. M.; PILATTI, L. A.; BONDARIK, R.; SANTOS, C. O. dos. O programa Reuni e a interiorização das universidades federais: uma revisão narrativa. **EDUCERE – Revista de Educação**, Umuarama, v. 22, n. 1, p. 267-297. 2022.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Esta é uma pesquisa acadêmica, que tem como objetivo geral analisar a contribuição do modelo de decisão TOPSIS/PLI para a seleção do portfólio de projetos de construção na Universidade Federal do Ceará.

PARTE 1 - PERFIL DOS ENTREVISTADOS

- 1 Cargo na Universidade:
- 2 Função de gestão:
- 3 Atividades desenvolvidas no cargo/função:
- 4 Formação profissional e nível de escolaridade:
- 5 Tempo de serviço no cargo/função:

PARTE 2 – SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS

- 1 Como você avalia o portfólio de projetos gerado a partir da aplicação do modelo TOPSIS/PLI? Ele atende às necessidades de seleção de projetos de construção na UFC?
- 2 Você identifica alguma melhoria ou adaptação que poderia ser feita no modelo TOPSIS/PLI para torná-lo mais adequado ao contexto da UFC?

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado pela pesquisadora LUANA DUARTE VIEIRA como participante da pesquisa intitulada “SELEÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO EM UNIVERSIDADE PÚBLICA: APLICAÇÃO DE UM MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO”. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Procedimento a ser realizado: O(a) participante será convidado(a) a contribuir com esta pesquisa por meio da realização de uma entrevista semiestruturada, composta por perguntas abertas que permitem ao entrevistado discorrer livremente sobre os temas abordados. Durante a entrevista, será apresentado o portfólio de projetos selecionado a partir da aplicação do modelo de decisão multicritério TOPSIS/PLI. A entrevista será gravada em áudio, com a finalidade exclusiva de possibilitar a transcrição e posterior análise textual, sendo os conteúdos utilizados de forma integral ou parcial na elaboração da dissertação de mestrado, que constitui o produto final da presente pesquisa.

A entrevista terá duração aproximada de 1 (uma) hora e será realizada nas dependências da Superintendência de Infraestrutura da Universidade Federal do Ceará (UFC). Estima-se que o roteiro contenha cerca de duas questões principais, podendo haver variações conforme o desenvolvimento do diálogo, dado o caráter semiestruturado da abordagem.

A participação é voluntária e não haverá qualquer tipo de remuneração ou benefício financeiro. A pesquisadora compromete-se a utilizar o material coletado exclusivamente para os fins desta pesquisa, respeitando os princípios éticos e legais vigentes.

Riscos/danos para participantes: Os riscos associados à participação nesta pesquisa envolvem essencialmente o tempo despendido para a realização da entrevista, bem como a

possibilidade de comprometimento do sigilo das informações fornecidas, especialmente no que se refere às gravações de áudio e ao conteúdo transcrito.

Para mitigar esses riscos, serão adotadas medidas rigorosas de proteção da identidade dos participantes, tais como: armazenamento seguro dos arquivos digitais, anonimização dos dados e exclusividade de acesso à pesquisadora responsável. O sigilo das informações será mantido durante todas as etapas da pesquisa.

Benefícios da pesquisa: A pesquisa poderá trazer benefícios indiretos à comunidade acadêmica e institucional, ao contribuir para o aprimoramento dos processos de priorização de projetos de construção na UFC. A utilização de um modelo estruturado de decisão tem o potencial de promover transparência, eficiência e justiça na alocação de recursos, com impactos positivos na qualidade da infraestrutura universitária.

Informamos que, a qualquer momento, o participante poderá recusar a continuar participando da pesquisa e que também poderá retirar o seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo. Garantimos ainda que todas as informações obtidas por meio de sua participação serão tratadas com sigilo/confidencialidade e não permitirão sua identificação. Os resultados da pesquisa poderão ser publicizados sem identificação dos participantes.

Endereço d(os, as) responsável(is) pela pesquisa:

Nome: LUANA DUARTE VIEIRA

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Endereço: AVENIDA DA UNIVERSIDADE 2890, BENFICA, FORTALEZA - CEARÁ

Telefones para contato: (85) 98601-0212

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da CEP/UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: (85)3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

O abaixo assinado _____, declara que é de livre e espontânea vontade que está como participante de uma pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. E declaro, ainda, estar recebendo uma via assinada deste termo.

Fortaleza, ____/____/____

Nome do participante da pesquisa

Data:

Assinatura

Nome do pesquisador principal:

Data

Assinatura

ANEXO 1: DOCUMENTO DE OFICIALIZAÇÃO DE DEMANDAS (DOD)

29/03/2025, 09:28

SEI/UFC - 5529461 - Infraestrutura: DOD de Projetos, Obras e Serviços



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

DOCUMENTO DE OFICIALIZAÇÃO DA DEMANDA DE PROJETOS, OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA

ATENÇÃO:

- (i) Este documento deverá ser preenchido em sua totalidade pelo requisitante;
(ii) Este documento deverá ser assinado pelo representante do setor solicitante e pelo dirigente máximo da unidade.

I - Identificação do Demandante:

Responsável pela Demanda: XXXXXXXX Siape: XXXXXXXX
Cargo: XXXXXXXX Lotação: XXXXXXXX
E-mail do Responsável: XXXXXXXX Telefone: XXXXXXXX
Data: XXXXXXXX

II - Identificação do Projeto:

Campus: XXXXXXXX Bloco: XXXXXXXX

Lista de Ambientes a serem contemplados na intervenção:

- XXXXXXXXXXXXXXXX;
- XXXXXXXXXXXXXXXX;
- XXXXXXXXXXXXXXXX.

Tipo de Serviço:

- A classificação do tipo de serviço será dada pelo serviço de maior complexidade. É possível assinalar mais de uma opção.

- () Construção de Edificação^[1]__
() Reforma de Edificação^[2]__
() Retomada de Obra Paralisada
() Urbanização/Paisagismo^[3]__
() Serviços relativos à Manutenção^[4]__

Nome do Projeto:

Exemplo: Estudo técnico; Reforma do bloco nº301/Pici; Construção do novo bloco didático do campus de Sobral; etc.

XXXXXXXXXXXX

Descrição da Demanda:

Descrever detalhadamente a demanda, contemplando todas informações necessárias para a compreensão da necessidade.

29/03/2025, 09:28

SEI/UFC - 5529461 - Infraestrutura: DOD de Projetos, Obras e Serviços

XXXXXXXXXXXXXX

Motivação / Justificativa:

Descrever a justificativa com um breve histórico e as motivações da demanda. Indicar os resultados a serem alcançados.

XXXXXXXXXXXXXX

Imagens da Área de Intervenção:

Inserir 04 imagens da área objeto de intervenção. Caso haja mais registros fotográficos ou vídeos da área de intervenção, encaminhar para o e-mail dod@ufcinfra.ufc.br, com o número SEI do processo no "ASSUNTO" do e-mail.

() Foi enviado material complementar via e-mail. Descrever quais arquivos foram enviados:

XXXXXXXXXXXXXX

III - Identificação de Riscos:

Elencar possíveis riscos existentes em manter o imóvel nas condições atuais.

() Aparente Risco Estrutural^[5] a ser verificada em vistoria técnica.

Descrever problema identificado:

XXXXXXXXXXXXXX

Aparente Comprometimento da Segurança contra Incêndio:

- () Instalações elétricas apresentando risco de curto circuito;
- () Guarda Inadequada de produtos explosivos, inflamáveis^[6] e/ou de combustão espontânea;
- () Vazamento de gases inflamáveis/combustíveis;
- () Inadequação de equipamentos de controle de incêndio. Ex.: extintores, hidrantes, alarmes, chuveiros automáticos (sprinkler), etc;
- () Inadequação de rota de fuga^[7];
- () Outro: _____

Descrever problema identificado:

XXXXXXXXXXXXXX

Aparente Comprometimento da Segurança Pessoal:

- () Prejuízo na mobilidade e autonomia para circular e executar atividades laborais e de aprendizagem, pela inadequação às normas de acessibilidade;
- () Degradação ou inexistência de elementos de proteção (guarda-corpo) em escadas, rampas ou pavimentos superiores;
- () Banheiros inadequados às normas de acessibilidade;
- () Desconforto térmico, lumínico e/ou acústico;
- () Locais com proliferação de agentes biológicos. Ex.: umidade relacionada a infiltrações de água, ambientes sem ventilação natural, etc;

29/03/2025, 09:28

SEI/UFC - 5529461 - Infraestrutura: DOD de Projetos, Obras e Serviços

() Espaço inadequado para a guarda de produtos químicos;

() Outro: _____

Descrever problema identificado:

XXXXXXXXXXXXXX

Aparente Comprometimento da Segurança Patrimonial

() Situação de patrimônio devassado. Ex.: janelas/portas quebradas que sejam voltadas para áreas externas, grades de proteção deterioradas, degradação ou ausência de muros/cercas limítrofes dos terrenos da UFC, etc.

() Problemas relacionados à manutenção predial (defeitos em sistemas elétricos, hidrossanitários e de cobertura).

Descrever problema identificado:

XXXXXXXXXXXXXX

() Aparente comprometimento das atividades acadêmicas^[8].

Descrever problema identificado:

XXXXXXXXXXXXXX

IV - Outras Características:

1. Na área de intervenção, há ambientes que estão impossibilitados de serem utilizados por infraestrutura danificada, irregular, ou quaisquer outros motivos?

() Sim () Não. Comentar: _____

2. Trata-se de uma obra anteriormente iniciada, porém não concluída?

() Sim () Não. Comentar: _____

3. A UFC já recebeu alguma notificação formal, por órgão competente, quanto à irregularidade desse espaço? Exemplo: vigilância sanitária, corpo de bombeiros, auditoria interna ou externa, MPU, etc?

() Sim () Não. Comentar: _____

III - Fonte e Disponibilidade de Recurso:() Orçamento da Universidade do ano vigente^[9]

() Financiamento por editais de órgãos de fomento

() Recurso próprio de pesquisas, parceiros externos ou convênios

() Recurso advindo de emenda parlamentar

() Não há fonte de recurso previamente disponível

() Outros: _____

Caso exista fonte de recurso já previamente definida, descrever detalhadamente o recurso e sua fonte (valores disponíveis - caso haja, legislação, cifra orçamentária, órgãos de fomento, parceiros, convênios, tipo de emenda, etc.).

XXXXXXXXXXXXXX

V - Alinhamento Estratégico com o Plano de Desenvolvimento Institucional vigente:

29/03/2025, 09:28

SEI/UFC - 5529461 - Infraestrutura: DOD de Projetos, Obras e Serviços

Link para acesso ao documento do PDI vigente: <https://proplad.ufc.br/pt/gestao-estrategica/plano-de-desenvolvimento-institucional/>

EIXO	XXXXXXXXXXXX
Nº OBJETIVO ESTRATÉGICO	XXXXXXXXXXXX
DESCRIÇÃO OBJETIVO ESTRATÉGICO	XXXXXXXXXXXX
AÇÃO ESTRATÉGICA	XXXXXXXXXXXX

VI - Encaminhamento:

Diante da exposição de motivos apresentada, eu, (nome demandante), (cargo), (SIAPE), encaminho este Documento de Oficialização de Demanda para análise.

****** O documento deve ser assinado pelo servidor responsável pelo preenchimento do DOD, pela chefia imediata e pelo dirigente máximo da unidade.

[1] Serviços de arquitetura e engenharia relacionados à construção de novas edificações.

[2] Serviços de arquitetura e/ou engenharia que impliquem em alteração do uso, da forma e/ou do tamanho da edificação já existente, a fim de melhorar ou ampliar as condições de utilização de um imóvel. Exemplo: redivisão/ampliação do espaço com demolição/construção de paredes, acréscimo/supressão de instalações elétricas e/ou hidro sanitárias, reconstrução dos elementos de cobertura, etc.

[3] Serviços de arquitetura e/ou engenharia relacionados à concepção e execução de projetos para espaços externos, livres e abertos, envolvendo ou não ambientes construídos e áreas de ajardinamento, de forma a solucionar questões de redes de infra-estrutura, drenagem, circulação, acessibilidade (uso externo), estacionamento, etc.

[4] Serviços de arquitetura e/ou engenharia relacionados à conservação e à recuperação do edifício, a fim de garantir o seu pleno funcionamento e a segurança dos seus usuários. Exemplo: pintura, revisão/reposição de pontos elétricos ou louças hidro sanitárias, substituição de equipamentos ou esquadrias danificadas (sem alteração da localização), revisão/repares de cobertas, etc.

[5] Qualquer falha ou degradação do sistema estrutural de uma edificação, que possa interferir no desempenho mínimo de segurança, funcionalidade e durabilidade desta. São exemplos de patologias estruturais: fissuras, deslocamento de revestimentos, ferragem exposta, destacamento do concreto, deformação de vigas, pilares e lajes, entre outros.

[6] São exemplos de substâncias inflamáveis: naftalina, celulose, parafina, butano e propano (gás de cozinha ou G.L.P), gás natural (GNV), acetileno, hidrogênio, argônio, alcoóis, aldeídos, cetonas e hidrocarbonetos, entre outros.

[7] Caminho contínuo, devidamente protegido e sinalizado, proporcionado por portas, corredores, "halls", passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas, conexões entre túneis paralelos ou outros dispositivos de saída ou combinações desses, a ser percorrido pelo usuário em caso de emergência, de qualquer ponto da edificação, recinto de evento ou túnel, até atingir a via pública ou espaço aberto (área de refúgio) com garantia de integridade física.

[8] Demanda diretamente vinculada às ações de ensino, como espaços de salas de aula e laboratórios.

[9] Mencionar no campo a seguir, documento formal de sinalização da Administração Superior.

Superintendência de Infraestrutura e Gestão Ambiental
Campus do Pici - Bloco 301 - Fortaleza-CE CEP 60455-760
www.ufcinfra.ufc.br – E-mail: admcpo@ufcinfra.ufc.br Fone: (85) 3366.9045

Referência: Processo nº 23067.013754/2025-17

SEI nº 5529461