



# XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído **ENTAC 2022**

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável  
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

## Framework para seleção de portfólio de projetos no contexto de uma Instituição Federal de Ensino Superior

Framework for project portfolio selection in the context of  
a Federal Institution of Higher Education

### **Cláudia Rafaela Saraiva de Melo Simões Nascimento**

Universidade Federal de Pernambuco | Recife | Brasil |  
claudia.msnascimento@ufpe.br

### **Adiel Teixeira de Almeida-Filho**

Universidade Federal de Pernambuco | Recife | Brasil | adielfilho@cin.ufpe.br

### **Rachel Perez Palha**

Universidade Federal de Pernambuco | Recife | Brasil | rachel.palha@ufpe.br

### **Resumo**

*O artigo propõe um framework usando Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) associado a Programação Linear Inteira (PLI) com objetivo de selecionar um portfólio que levasse em consideração não só as restrições existentes, mas também critérios quantitativos e qualitativos que impactam na missão das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Para ilustrar o framework proposto foi utilizada uma aplicação numérica, a fim de mostrar que o framework é factível para ser implantado e compreendido pelos atores envolvidos, resultando na escolha de um portfólio que representa bem o interesse da organização e que pode ser facilmente replicado.*

Palavras-chave: TOPSIS. PLI. Seleção de Portfólio. IFES.

### **Abstract**

*The article proposes a framework integrating Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) with Integer Linear Programming (IPL) to select a portfolio that considers not only the existing constraints, but also quantitative and qualitative criteria that impact the mission of Federal Institutions of Higher Education (IFES). A numerical application is presented to illustrate the framework is easily deployed and understood by the actors involved, resulting in the choice of a portfolio that represents the organization's best interest, and it is easily replicated.*

Keywords: TOPSIS. ILP. Portfolio Selection. IFES.



Como citar:

NASCIMENTO, C. R. S. M. S.; ALMEIDA-FILHO, A. T. de; PALHA, R. P. Framework para seleção de portfólio de projetos no contexto de uma Instituição Federal de Ensino Superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-11.

## INTRODUÇÃO

Recursos para realização de novos projetos são limitados na maioria das organizações, logo, a decisão do que deve ser ou não ser desenvolvido não é uma atividade fácil, principalmente quando existem múltiplos critérios de avaliação [1]. Dentro desse contexto, os métodos de Apoio Multicritério a Decisão (AMD) permitem a realização de uma análise integrada destes critérios visando recomendar ações aos decisores conforme uma estrutura de preferências assumida [2].

Para este trabalho, estudou-se a melhor forma de seleção de projetos para compor portfólio em um contexto de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Para isso, foi utilizado o *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*, que considera critérios quantitativos e qualitativos para o ranqueamento da priorização dos projetos a serem desenvolvidos, e a Programação Linear Inteira (PLI), que seleciona o portfólio de projetos considerando o resultado do TOPSIS com mudança de escala e as restrições existentes.

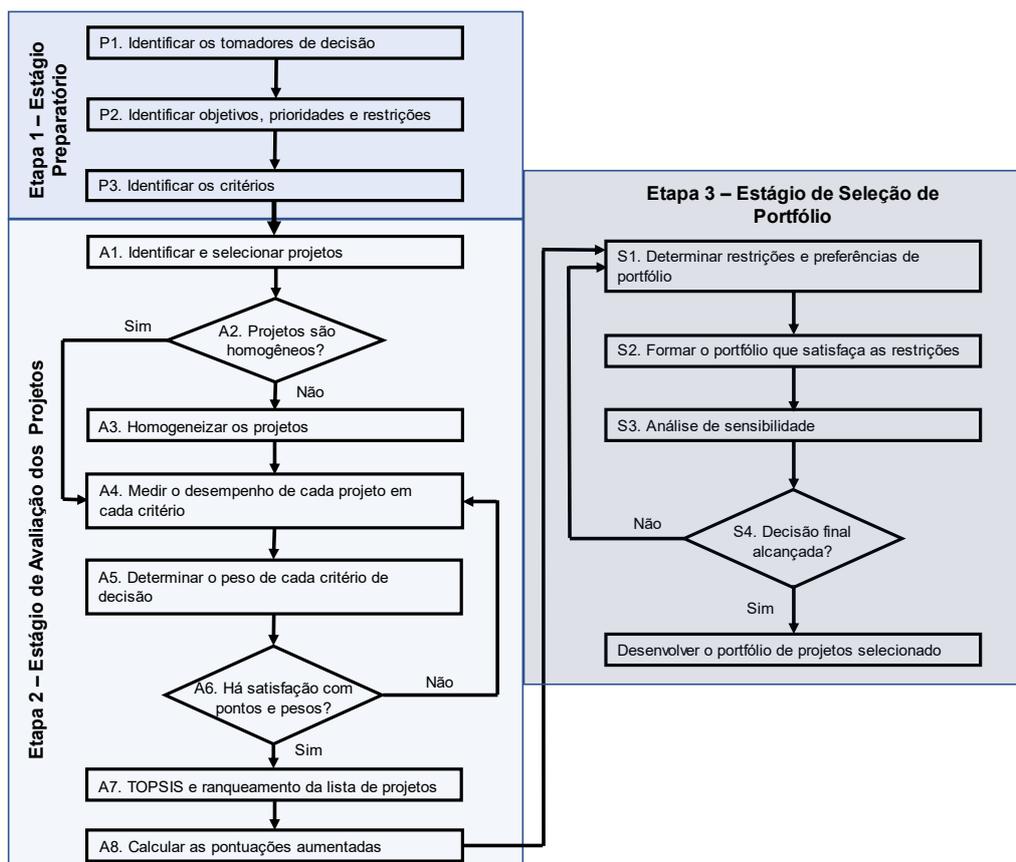
A priorização e seleção de portfólio é um tema bastante discutido na literatura. Alguns trabalhos utilizaram apenas AMD para a priorização de portfólio [2][3][4]. Porém esses trabalhos ordenam os projetos e não levam em consideração as limitações de recursos, ou seja, há priorização de projetos e não de portfólio. Outros usaram a PLI para selecionar o melhor portfólio [5][6], mas usaram apenas restrições de critérios quantitativos.

Assim, necessitando-se selecionar projetos dentro do contexto das IFES com objetivo de fazer um melhor uso de recursos públicos, os espaços físicos existentes e estando em conformidade com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9 - “Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação”, este trabalho propõe um *framework* de seleção de portfólio usando o TOPSIS associado a PLI que atenda não só as restrições de recursos existentes, mas também critérios quantitativos e qualitativos que impactam na missão das IFES. Uma aplicação no contexto da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) ilustra o modelo.

## MÉTODO

A estrutura geral do framework tem três Etapas: (i) Preparatória; (ii) Avaliação Individual dos Projetos; (iii) Seleção de Portfólio (Figura 1).

Figura 1 – Framework



Fonte: Adaptado de Tavana *et al.* [7]

## ETAPA 1: ESTÁGIO PREPARATÓRIO

A Etapa P1 identifica os decisores no processo de seleção de portfólio [1][7]. Na Etapa P2 os objetivos, prioridades, restrições iniciais e limites da seleção são identificados [7]. Neste trabalho o objetivo é escolher os projetos para compor o melhor portfólio que represente os interesses e os critérios importantes para IFES, mais precisamente a UFPE.

Na Etapa P3 são identificados os critérios relevantes para o processo de seleção de portfólio. Os critérios não devem ser redundantes e deve haver bom senso sobre a sua quantidade [1][7]. Os critérios escolhidos foram (Quadro 1):

- Impacto na função fim da UFPE - avalia qual a urgência do desenvolvimento desse projeto e como ele impacta no funcionamento de ensino, pesquisa e extensão [8].
- Risco de segurança - avalia como o desenvolvimento do projeto impacta na segurança das pessoas [8].
- Risco de patrimônio - avalia como o desenvolvimento do projeto impacta no funcionamento da instituição [8].
- Projeto já foi solicitado outras vezes? [8].

**Quadro 1: Critérios propostos**

| Critérios  | Tipo de critério | Solução ideal | Medição do Critério  | Referências |
|--|------------------|---------------|--|-------------|
| Impacto na função fim da UFPE                                  | Qualitativo      | Maximizar     | Escala de 1 (impacta muito pouco) a 5 (impacta muito)                        | [8]         |
| Risco de segurança dos usuários das instalações                |                  | Maximizar     | Escala de 1 (impacta muito pouco) a 5 (impacta muito)                        | [8]         |
| Risco de patrimonial   |                  | Maximizar     | Escala de 1 (impacta muito pouco) a 5 (impacta muito)                        | [8]         |
| O projeto já foi solicitado outras vezes para desenvolvimento? |                  | Maximizar     | Ver Quadro 2   | [8]         |
| Planejamento da manutenção                                     |                  | Minimizar     | Cálculo do Risco (R)   | [9]         |
| Prazo para entrar em licitação                                 | Quantitativo     | Minimizar     | Dias   | [8]         |
| Custo estimado do ciclo de vida                                |                  | Minimizar     | Reais (R\$)  | [10]        |
| Recurso disponível para construção                             |                  | Maximizar     | Porcentagem dos recursos que estão disponíveis para a realização do projeto. | [11]        |

Fonte: os autores.

**Quadro 2: Quantas vezes o projeto foi solicitado**

| Descrição  | Escala |
|--|--------|
| Projetos já desenvolvidos que necessitam atualização ou modificação.                     | 5      |
| Projetos já solicitados três anos antes ao atual, mas que não foram desenvolvidos.       | 4      |
| Projetos já solicitados dois anos antes ao atual, mas que não foram desenvolvidos.       | 3      |
| Projetos já solicitados SIPAC no ano anterior ao atual, mas que não foram desenvolvidos. | 2      |
| Projetos que nunca foram apresentados.   | 1      |

Fonte: Adaptado de Nascimento; Almeida-Filho e Palha [8].

- Planejamento de manutenção – estima-se o planejamento para cada projeto com base no cálculo do nível de risco (Equação 1) [9].

$$R = S \cdot O \cdot D \quad (1)$$

Onde: *S* é severidade do efeito, *O* é ocorrência de falha, *D* é possibilidade de detecção. Todos são medidos de 1 (muito baixa) a 5 (muito alta). Para os componentes não-

críticos, procede-se a manutenção corretiva, para os demais, devem ser incluídos no Plano Básico de Manutenção Predial [9].

- Prazo para a Licitação: estimativa de tempo para o projeto entrar em licitação [8].
- Custo estimado do ciclo de vida: são as despesas de manutenção, utilização, reposição, depreciação e impacto ambiental do objeto licitado [10].
- Recurso disponível para construção: quantos por cento dos recursos necessários para a realização do projeto estão disponíveis [11].

## ETAPA 2: ESTÁGIO DE AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DOS PROJETOS

A Etapa A1 identifica e seleciona projetos, verificando se todas as informações para sua análise de desempenho nos critérios foram fornecidas pelo solicitante. Deve-se verificar se os projetos estão em conformidade com o Plano Diretor e preservação ambiental (distanciamento de nascente, de espelho d'água e das margens do lago natural existente) [12].

A Etapa A2 avalia se os projetos solicitados podem ser classificados de maneira homogênea [7]. Caso possam, passa-se para a Etapa A4, caso contrário, seguir para a Etapa A3 [7].

A Etapa A3 homogênea os projetos em classes de atividades muito semelhantes entre si [7], como:

- Readequação: projetos que solicitam modernização das instalações;
- Reestruturação: projetos que solicitam mudança de uso de algum espaço;
- Nova construção: os projetos que solicitam construções;
- Nova edificação: projetos que solicitam construções de mais uma sala para o mesmo departamento ou nova edificação.

A Etapa A4 mede o desempenho dos projetos nos critérios de decisão estabelecidos na Etapa P3 [7]. Na Etapa A5, o peso dos critérios é determinado pelos decisores [7].

A Etapa A6 verifica se há satisfação com as pontuações e pesos. Caso haja satisfação, segue-se para a Etapa A7, caso não haja voltar para as Etapas A4 e A5 [7].

Na Etapa A7, o TOPSIS é realizado (Quadro 3).

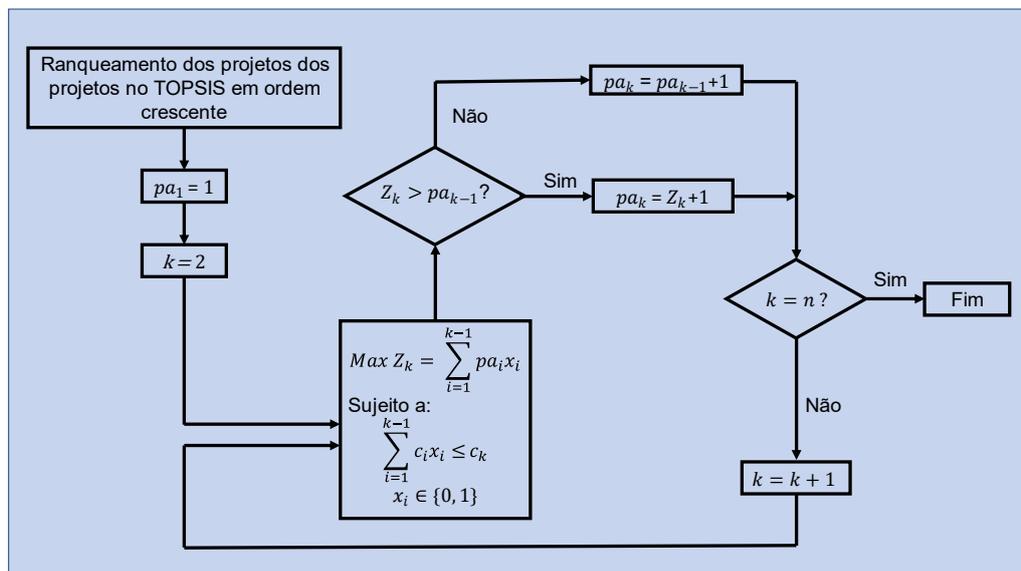
Na Etapa A8, calcula-se as pontuações aumentadas ( $pa$ ). Mudança de escala que têm por objetivo evitar que projetos bem avaliados no TOPSIS não sejam selecionados por possuírem custo alto. Primeiro, classificam-se os projetos em ordem crescente de acordo com o resultado do TOPSIS. Para o pior projeto, atribui-se a  $pa_1 = 1$ , para o  $k$ -ésimo projeto, deve-se resolver o Problema da Mochila. Onde  $pa_i$  é a pontuação aumentada para o  $i$ -ésimo projeto e  $c_i$  é o custo do  $i$ -ésimo projeto. O valor de  $Z_k$  é a pontuação mais alta que pode ser alcançada pelos projetos que são piores do que  $k$  e têm custo cumulativo baixo mais do que  $c_k$ . Se  $Z_k > pa_{k-1}$ , então,  $pa_k$  deve ser igual a  $Z_k + 1$ , caso contrário,  $pa_k$  deve ser igual a  $pa_{k-1} + 1$  (Figura 2)[7].

**Quadro 3: Rotina do TOPSIS**

|  |
|--|
| <p>1 - Normalize a matriz de decisão <math>X = [a_{ij}]_{m \times n}</math>, de acordo com:</p> $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^M x_{ij}^2}}$   |
| <p>2 - Um peso é atribuído a cada critério e é calculada a matriz de decisão normalizada ponderada. O conjunto de pesos é representado por <math>W = (w_1, \dots, w_N)</math>, onde <math>\sum w_i = 1</math>.</p>   |
| <p>3 - Determine as soluções ideais positivas (<math>A^+</math>) e negativas (<math>A^-</math>):</p> $A^+ = (v_1^+, \dots, v_m^+)$ $A^- = (v_1^-, \dots, v_m^-)$ <p>Onde</p> $v_{ij} = w_i * r_{ij}$ $A^+ = \max_i v_{ij}, j \in J_1; \min_i v_{ij}, j \in J_2$ $A^- = \min_i v_{ij}, j \in J_1; \max_i v_{ij}, j \in J_2$ |
| <p>4 - Calcular as medidas de separação usando a distância euclidiana N-dimensional, as medidas de separação de cada alternativa das soluções <math>A^+</math> e <math>A^-</math>:</p> $d^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_j^+ - v_{ij})^2}$ $d^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_j^- - v_{ij})^2}$                                       |
| <p>5 - Calcular a proximidade relativa à solução ideal:</p> $D_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$  |
| <p>6 - As alternativas são classificadas de modo decrescente com base em <math>D_i</math>.</p>   |

Fonte: Hwang e Yoon [13]

**Figura 2 – Fluxograma para calcular as pontuações aumentadas**



Fonte: Adaptado de Tavana et al. [7].

**ETAPA 3: ESTÁGIO DE SELEÇÃO DE PORTFÓLIO**

A Etapa S1 determina restrições e preferências de portfólio [7]. No caso da UFPE são:

- Atender a carga horária disponibilizada por todos os arquitetos (Equação 3).
- Atender o custo para construção disponível (Equação 4).
- Projetos solicitados pela Reitoria devem obrigatoriamente ser escolhidos para o portfólio (Equação 5).

Também é possível a inserção de novas restrições para a seleção do portfólio. Caso haja recursos orçamentários e de pessoal suficientes, pode-se inserir a seguinte restrição:

- Escolha de pelo menos um projeto de cada classe de atividades para melhor distribuição dos recursos (Equações 6 a 9).

A Etapa S2 forma portfólio que satisfaz as restrições usando a PLI [7]. Usa-se a  $pa$  obtida na Etapa A8 (Equação 2), sujeito as restrições indicadas em S1 e mostradas nas equações 3 a 9.

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^n (pa_j x_{ai} + pa_j x_{bi} + pa_j x_{ci} + pa_j x_{di}) \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n (h_{ai} x_{ai} + h_{bi} x_{bi} + h_{ci} x_{ci} + h_{di} x_{di} + h_{ri} x_{ri}) \leq H \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n (c_{ai} x_{ai} + c_{bi} x_{bi} + c_{ci} x_{ci} + c_{di} x_{di}) \leq C \quad (4)$$

$$x_{ri} = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ai} \geq 1 \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{bi} \geq 1 \quad (7)$$

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

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

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

Onde:

$x_{[a,b,c,d,r],i}$  – Projetos de Readequação, Reestruturação, Nova construção, Nova edificação, Reitoria;

$h_{[a,b,c,d,r],i}$  – Carga horária necessária para desenvolver os projetos de Readequação, Reestruturação, Nova construção, Nova edificação, Reitoria;

H – Hora-homem total disponível;

$c_{[a,b,c,d,r],i}$  – Custo necessário para executar os projetos de Readequação, Reestruturação, Nova construção, Nova edificação, Reitoria;

C – Custo total disponível.

Na Etapa S3, é feita a Análise de sensibilidade, onde se mede o efeito de modificações realistas sobre os resultados [7]. A Etapa S4 avalia se a decisão final foi alcançada. Caso seja aprovada, a escolha do portfólio é concluída.

## APLICAÇÃO NUMÉRICA E RESULTADOS

Uma aplicação numérica ilustra o modelo proposto com os dados do ano de 2018 fornecidos pela UFPE composto por 15 projetos solicitados pela comunidade acadêmica e 3 projetos pela Reitoria candidatos ao portfólio. Os projetos 01 a 09 são de readequação, o 10 é de reestruturação, os projetos de 12 a 14 são Novas Construções e o 15 é uma Nova Edificação. Os projetos foram analisados e agrupados conforme as Etapas 2 e 3. Em seguida, mediu-se o desempenho dos projetos nos critérios de decisão que foram utilizados para cálculo de  $d^+$ ,  $d^-$ ,  $D_i$  e o ranqueamento dos projetos, finalizando a aplicação do TOPSIS (Quadro 4).

Quadro 4 – TOPSIS

|                 |   | Critérios |   |   |   |      |     |     |                | $d^+$ | $d^-$ | $D_i$ | Ranking |
|-----------------|---|-----------|---|---|---|------|-----|-----|----------------|-------|-------|-------|---------|
|                 |   | A         | B | C | D | E    | F   | G   | H              |       |       |       |         |
| Alternativas    | Projeto 1   | 3         | 1 | 1 | 1 | 0%   | 18  | 120 | R\$ 10.000,00  | 0,138 | 0,125 | 0,476 | 4       |
|                 | Projeto 2   | 3         | 3 | 3 | 1 | 0%   | 27  | 365 | R\$ 90.000,00  | 0,139 | 0,1   | 0,418 | 13      |
|                 | Projeto 3   | 4         | 3 | 3 | 1 | 0%   | 27  | 120 | R\$ 30.000,00  | 0,129 | 0,124 | 0,49  | 3       |
|                 | Projeto 4   | 2         | 4 | 1 | 1 | 0%   | 24  | 200 | R\$ 35.000,00  | 0,135 | 0,115 | 0,461 | 7       |
|                 | Projeto 5   | 2         | 4 | 1 | 1 | 0%   | 24  | 200 | R\$ 40.000,00  | 0,135 | 0,114 | 0,458 | 9       |
|                 | Projeto 6   | 5         | 3 | 2 | 1 | 0%   | 27  | 120 | R\$ 90.000,00  | 0,134 | 0,11  | 0,452 | 10      |
|                 | Projeto 7   | 3         | 1 | 1 | 1 | 0%   | 3   | 400 | R\$ 20.000,00  | 0,144 | 0,123 | 0,462 | 6       |
|                 | Projeto 8   | 3         | 4 | 3 | 1 | 0%   | 27  | 120 | R\$ 20.000,00  | 0,128 | 0,127 | 0,497 | 2       |
|                 | Projeto 9   | 3         | 1 | 1 | 1 | 0%   | 27  | 420 | R\$ 80.000,00  | 0,149 | 0,094 | 0,387 | 15      |
|                 | Projeto 10  | 2         | 1 | 1 | 1 | 0%   | 27  | 120 | R\$ 60.000,00  | 0,142 | 0,107 | 0,429 | 12      |
|                 | Projeto 11  | 1         | 1 | 1 | 1 | 0%   | 27  | 120 | R\$ 70.000,00  | 0,145 | 0,104 | 0,417 | 14      |
|                 | Projeto 12  | 2         | 3 | 1 | 1 | 0%   | 8   | 150 | R\$ 45.000,00  | 0,135 | 0,121 | 0,473 | 5       |
|                 | Projeto 13  | 5         | 5 | 3 | 1 | 0%   | 48  | 200 | R\$ 80.000,00  | 0,134 | 0,108 | 0,447 | 11      |
|                 | Projeto 14  | 3         | 3 | 3 | 1 | 0%   | 36  | 120 | R\$ 50.000,00  | 0,132 | 0,113 | 0,46  | 8       |
|                 | Projeto 15  | 5         | 3 | 2 | 1 | 100% | 125 | 120 | R\$ 200.000,00 | 0,127 | 0,141 | 0,525 | 1       |
| <b>Legenda:</b> |   |           |   |   |   |      |     |     |                |       |       |       |         |
| <b>A</b>        | Impacto na função fim da UFPE                                   |           |   |   |   |      |     |     |                |       |       |       |         |
| <b>B</b>        | Risco de segurança dos usuários                                 |           |   |   |   |      |     |     |                |       |       |       |         |
| <b>C</b>        | Risco de patrimonial  |           |   |   |   |      |     |     |                |       |       |       |         |
| <b>D</b>        | O projeto já foi apresentado outras vezes para desenvolvimento? |           |   |   |   |      |     |     |                |       |       |       |         |
| <b>E</b>        | Porcentagem de recurso disponível                               |           |   |   |   |      |     |     |                |       |       |       |         |
| <b>F</b>        | Planejamento da manutenção                                      |           |   |   |   |      |     |     |                |       |       |       |         |
| <b>G</b>        | Prazo para entrar em licitação                                  |           |   |   |   |      |     |     |                |       |       |       |         |
| <b>H</b>        | Custo estimado do ciclo de vida                                 |           |   |   |   |      |     |     |                |       |       |       |         |

Fonte: os autores.

Em seguida, passa-se para o cálculo da  $pa$  (Quadro 5). Encerrando-se o Estágio de Avaliação de Projetos.

O Estágio de Seleção de Portfólio se inicia determinando os valores de preferência e restrições, conforme a Etapa S1. As horas disponíveis de trabalho eram de 6050 e o orçamento de R\$ 1.284.822,72 [14]. Apenas os projetos 1 a 14 disputam o orçamento disponível, pois o projeto 15 possui todo recurso e os projetos da Reitoria possuem outras fontes de financiamento. Utilizando os dados apresentados no Quadro 5 e as equações 2 a 9, encontra-se o portfólio de projetos ótimo.

O Quadro 5 mostra os projetos selecionados para compor o portfólio. Apenas os projetos 2 e 11 não seriam desenvolvidos, pois a inclusão deles extrapolaria o limite de orçamento. A escolha dos projetos está coerente com o resultado do TOPSIS, pois os projetos 2 e 11 estão na antepenúltima e penúltima colocações, o que ocasionou valores baixos de  $pa_i$ , o que implica uma não escolha ao ser realizada a PLI com as restrições estipuladas.

A seleção dos projetos está de acordo com as restrições necessárias para a escolha do portfólio: seriam utilizados R\$ 951.500,00 do orçamento disponível e 6050 horas-homem.

**Quadro 5 – Resumo dos projetos**

| Projetos          | $pa_i$   | $c_i$                 | $h_i$      | $x_i$    |
|-------------------|----------|-----------------------|------------|----------|
| Projeto 1         | 19       | R\$ 35.000,00         | 35         | 1        |
| <b>Projeto 2</b>  | <b>4</b> | <b>R\$ 500.000,00</b> | <b>520</b> | <b>0</b> |
| Projeto 3         | 20       | R\$ 25.000,00         | 35         | 1        |
| Projeto 4         | 16       | R\$ 25.500,00         | 45         | 1        |
| Projeto 5         | 14       | R\$ 45.000,00         | 40         | 1        |
| Projeto 6         | 13       | R\$ 350.000,00        | 370        | 1        |
| Projeto 7         | 17       | R\$ 25.000,00         | 50         | 1        |
| Projeto 8         | 40       | R\$ 70.000,00         | 45         | 1        |
| Projeto 9         | 1        | R\$ 120.000,00        | 340        | 1        |
| Projeto 10        | 5        | R\$ 85.000,00         | 180        | 1        |
| <b>Projeto 11</b> | <b>2</b> | <b>R\$ 350.000,00</b> | <b>400</b> | <b>0</b> |
| Projeto 12        | 18       | R\$ 35.500,00         | 40         | 1        |
| Projeto 13        | 6        | R\$ 45.500,00         | 70         | 1        |
| Projeto 14        | 15       | R\$ 90.000,00         | 90         | 1        |
| Projeto 15        | 189      | -                     | 704        | 1        |
| Projeto R1        | -        | -                     | 1050       | 1        |
| Projeto R2        | -        | -                     | 1140       | 1        |
| Projeto R3        | -        | -                     | 880        | 1        |

Fonte: os autores.

Para a análise de sensibilidade, realizou-se mudanças nos pesos na matriz de decisão apresentada na Etapa A5 (Quadro 4) a fim de estudar em que situações os resultados mudariam (Quadro 6).

**Quadro 6 – Análise de sensibilidade**

| Pesos critérios                          | Posição ranqueamento TOPSIS |            | Projetos selecionados   | Orçamento utilizado | Hora-homem utilizada |
|--|-----------------------------|------------|---|---------------------|----------------------|
|  | Projeto 2                   | Projeto 11 |   |                     |                      |
| F=20,0% H=5,0%                           | 10º                         | 12º        | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, <b>11</b> , 12, 13, 14, 15, R1, R2, R3 | R\$ 1.181.500,00    | 5174                 |
| F=22,5% G=10% H=5,0%                     | 9º                          | 12º        | 1, <b>2</b> , 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, R1, R2, R3      | R\$ 1.241.500,00    | 5204                 |
| Proposta inicial - Todos os pesos iguais | 11º                         | 14º        | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, R1, R2, R3          | R\$ 951.500,00      | 5114                 |

Fonte: os autores.

Há mudança no ranqueamento quando F é aumentado acima de 20% e os critérios G e H tem seus pesos diminuídos no TOPSIS (Quadro 6). Comparando-se as avaliações, percebe-se que a utilização do orçamento é mais bem aproveitada com a mudança nos pesos do que na inicialmente proposta. Logo, essa análise também permite verificar como essa mudança afeta na utilização dos recursos disponíveis. Por fim, avalia-se se

a decisão final foi alcançada, onde os decisores devem aprovar a seleção dos projetos para compor o portfólio.

O modelo de seleção de portfólio proposto traz a instituição uma metodologia onde os arquitetos só irão desenvolver os projetos dentro do limite de recursos disponíveis da Universidade e permite que os decisores avaliem a importância dos projetos individualmente através dos critérios estabelecidos. E através da análise de sensibilidade viabiliza uma avaliação ampla das escolhas realizadas.

O modelo proposto também visa evitar, através da Etapa A1, que projetos que não se enquadrem a questões de preservação ambiental ou ao Plano Diretor, sejam selecionados. Dessa maneira, o tempo dos arquitetos pode ser otimizado, o que permitirá desenvolver estudos mais aprofundados de *layout*, podendo fazer simulações de energia, materiais etc., visando projetos econômicos e estruturas resilientes.

## CONCLUSÃO

O artigo propôs um framework que usa o TOPSIS associado a PLI com objetivo de auxiliar na escolha dos projetos que deveriam ser desenvolvidos em uma IFES. O framework necessita da validação dos tomadores de decisão para analisar se as escolhas feitas estão coerentes, o que permite que critérios e pesos sejam facilmente verificados ou ajustados com base nas suas experiências. Isso é de bastante interesse das organizações, especialmente em Universidades, onde as escolhas precisam ser as que mais trazem benefícios e menores custos.

Os critérios escolhidos no TOPSIS tinham por objetivo priorizar projetos que atendessem às funções fins da instituição, a segurança, manutenção, preservação ambiental, custo do ciclo de vida. Já a PLI seleciona um portfólio de projetos importantes que otimiza os recursos limitados existentes. Assim, as equipes só desenvolverão projetos que possuírem recursos para serem executados, terão seu tempo otimizado e poderão projetar estruturas mais eficientes e resilientes.

O framework pode ser usado não só no contexto de outras IFES, como em qualquer organização que se proponha a fazer seleção de portfólio utilizando critérios que vão além de medições de custos.

Para trabalhos futuros, sugere-se um estudo continuado do método em uma IFES, a fim de avaliar o desempenho do portfólio escolhido e o uso do framework em organizações privadas e públicas, além de IFES.

## REFERÊNCIAS

- [1] GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Princípios e Métodos para Tomada de Decisão Enfoque Multicritério**. 6ª edição ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- [2] SOUZA, L.; GOMES, C.; BARROS, A. Implementation of New Hybrid AHP – TOPSIS-2N Method in Sorting and Prioritizing of an it CAPEX Project Portfolio. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 17, n. 4, p. 977–1005, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1142/S0219622018500207>

- [3] HASHEMIZADEH, A.; JU, Y. Project portfolio selection for construction contractors by MCDM–GIS approach. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 16, n. 12, p. 8283–8296, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02248-z>
- [4] MA, J. et al. Sustainability driven multi-criteria project portfolio selection under uncertain decision-making environment. **Computers & Industrial Engineering**, v. 140, n. August 2019, p. 106236, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106236>
- [5] HEIDARI-FATHIAN, H.; DAVARI-ARDAKANI, H. Bi-objective optimization of a project selection and adjustment problem under risk controls. **Journal of Modelling in Management**, v. 15, n. 1, p. 89–111, 2020. DOI: 10.1108/JM2-07-2018-0106
- [6] CANBAZ, B.; MARLE, F. Construction of project portfolio considering efficiency, strategic effectiveness, balance and project interdependencies. **International Journal of Project Organisation and Management**, v. 8, n. 2, p. 103–126, 2016. DOI: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01206933v1>
- [7] TAVANA, M. et al. 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.06.057>
- [8] NASCIMENTO, C. R. S. M. S.; ALMEIDA-FILHO, A. T.; PALHA, R. P. **UMA PROPOSTA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS NO CONTEXTO DE UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR**. Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade de Projeto do Ambiente Construído. **Anais...Londrina (PR): Even3**, 2021.
- [9] FOGLIATO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2011.
- [10] BRASIL. **Lei nº 14.133**. 2021. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm). Acesso em: 16 jun. 2021.
- [11] NASCIMENTO, C. R. S. M. S. **MODELO PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS FEDERAIS ASSOCIADO À IMPLEMENTAÇÃO DO BIM: Uma aplicação na Universidade Federal de Pernambuco**. 2022. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.
- [12] UFPE. **Plano Diretor - Universidade Federal de Pernambuco**. Recife: UFPE, 2020.
- [13] HWANG, C. L.; YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making: methods and applications**. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981.
- [14] UFPE. **RELATÓRIO DE GESTÃO UFPE 2018**. Recife: UFPE, 2018.