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.

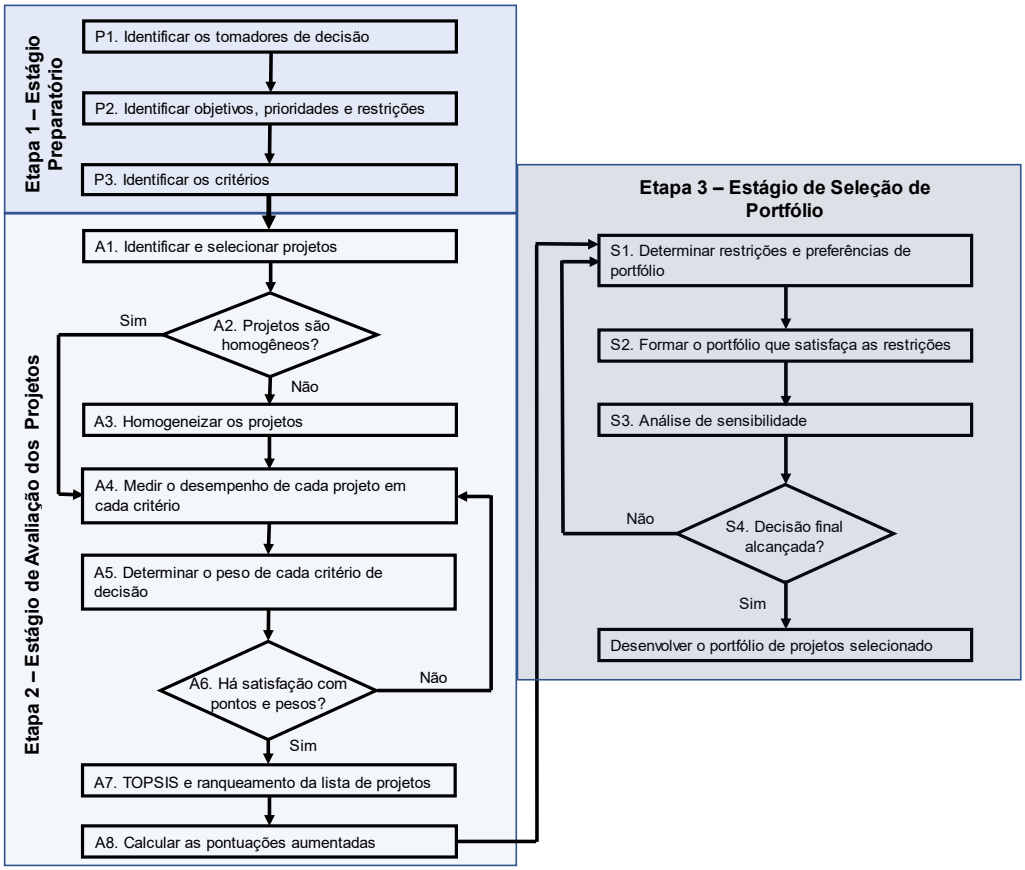
A priorização e seleção de portfólio é um tema bastante discutido na literatura. Alguns trabalhos utilizaram apenas AMD para a priorização de portfólio [2][3][4]. Porém esses trabalhos ordenam os projetos e não levam em consideração as limitações de recursos, ou seja, há priorização de projetos e não 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 porcento 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 homogeneíza 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).

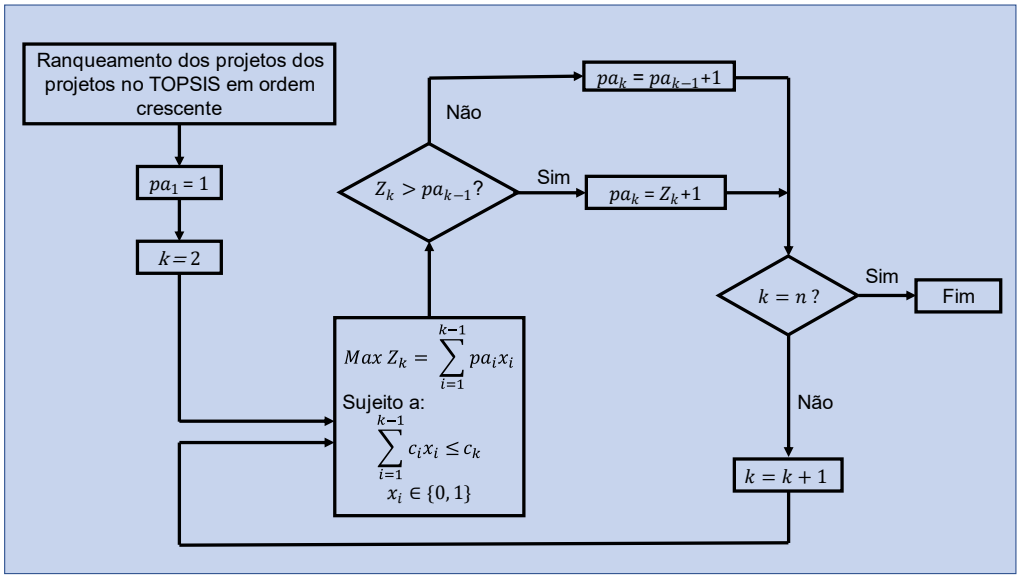
Na Etapa A8, calcula-se as pontuações aumentadas (pa). Mudança de escala que têm por objetivo evitar que projetos bem avaliados no TOPSIS não sejam selecionados por possuírem custo alto. Primeiro, classificam-se os projetos em ordem crescente de acordo com o resultado do TOPSIS. Para o pior projeto, 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

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

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.

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

Sujeito a:

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

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

$x_{ri} = 1$ (5)

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

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

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

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

Legenda:	
A	Impacto na função fim da UFPE
B	Risco de segurança dos usuários
C	Risco de patrimonial
D	O projeto já foi apresentado outras vezes para desenvolvimento?
E	Porcentagem de recurso disponível
F	Planejamento da manutenção
G	Prazo para entrar em licitação
H	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
Projeto 2	**4**	**R$ 500.000,00**	**520**	**0**
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
Projeto 11	**2**	**R$ 350.000,00**	**400**	**0**
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, **11**, 12, 13, 14, 15, R1, R2, R3	R$ 1.181.500,00	5174
F=22,5% G=10% H=5,0%	9º	12º	1, **2**, 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 n° 14.133**. 2021. Disponível em: <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 No ed. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1981.

[14] UFPE. **RELATÓRIO DE GESTÃO UFPE 2018**. Recife: UFPE, 2018.