iSys - Journal of Information Systems, 2026, 19:1
ISSN: 1984-2902 • doi: 10.5753/isys.2026.7749

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

RESEARCH PAPER

A framework based on FTOPSIS-Class for prioritizing information system customizations in the public sector

Liliane Aparecida da Silva Santos [Universidade Federal de Pernambuco | *lass2@cin.ufpe.br*]
Adiel Teixeira de Almeida Filho [Universidade Federal de Pernambuco | *adielfilho@cin.ufpe.br*]

Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Jornalista Aníbal Fernandes, s/n, Cidade Universitária, Recife, PE, 50740-560, Brazil.

Resumo. Este artigo propõe um framework utilizando a técnica FTOPSIS-Class que permite a avaliação de critérios quantitativos e qualitativos na priorização de customizações de sistemas de informação, atendendo assim às necessidades organizacionais e abordando as restrições existentes para a ação. O método apresentado envolve um fluxo de avaliações que permite determinar critérios e pesos para priorizar as customizações. A priorização de customizações é de extremo interesse para as organizações, onde as ações selecionadas devem resultar em benefícios institucionais e otimização da utilização dos colaboradores, integrando as perspectivas técnicas da área de sistemas com os diversos interesses das partes interessadas. Aplicamos o framework proposto, utilizando a técnica FTOPSIS-Class, à customização de sistemas em uma universidade pública brasileira. Essa instituição caracteriza-se por possuir recursos financeiros e humanos limitados para o desenvolvimento de projetos de sistemas de informação, apesar de uma alta demanda que não está diretamente associada a lucros. Portanto, é essencial dispor de um framework que permita o uso de múltiplos critérios para avaliar os benefícios da priorização de ações nessa área. As principais contribuições deste artigo são a proposta de uma estrutura para a seleção de customizações de sistemas com base em necessidades estratégicas, a identificação de critérios quantitativos e qualitativos para avaliá-las, a aplicação do FTOPSIS-Class para classificá-las e a oferta de um processo estruturado de decisão que apoia a composição de um portfólio alinhado aos critérios definidos pela instituição, dentro de suas limitações.

Abstract. This article proposes a framework using the FTOPSIS-Class technique that enables the assessment of both quantitative and qualitative criteria when prioritizing information system customizations, thereby meeting organizational needs and addressing existing constraints for action. The method presented involves a flow of evaluations that allows for the determination of criteria and weights to prioritize customizations. The prioritization of customization is of extreme interest to organizations, where the actions selected should result in institutional benefits and optimized employee utilization, integrating the technical perspectives of the systems area with the diverse interests of stakeholders. We applied the proposed framework using the FTOPSIS-Class to systems customization at a Brazilian public university. This institution is characterized by having limited financial and human resources for developing information systems projects despite a high demand that is not directly associated with profits. Therefore, it is essential to have a framework that allows the use of multiple criteria to evaluate the benefits related to prioritizing actions in this area. The main contributions of this article are a framework for selecting system customizations based on strategic needs, the identification of quantitative and qualitative criteria to evaluate them, the application of FTOPSIS-Class to classify them, and a structured decision-making process that supports building a portfolio aligned with the criteria defined by the institution, within its limitations.

Palavras-chave: FTOPSIS-Class, ERP, customização, Universidade Pública

Keywords: FTOPSIS-Class, ERP, customization, Public University

Received: 06 March 2026 • **Accepted:** 27 October 2026 • **Published:** 25 November 2026YY

1 Introdução

Em um cenário organizacional cada vez mais dinâmico e orientado por dados, os sistemas integrados de gestão (SIGs) desempenham um papel importante na automatização de processos, na centralização da informação e no suporte à tomada de decisão. Os sistemas de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP) são pacotes de software padronizados baseados nas "melhores práticas" de um setor. Apesar dessa propriedade de "pronto para uso", a maioria das organizações que implementam um sistema ERP opta por customizar o software em vez de alterar seus processos de negócios [Hustad & Stensholt, 2023].

A customização de sistemas ERP refere-se às alterações no sistema para atender a um requisito ou a um processo de negócios específico. Esse tipo de personalização apresenta vantagens e desvantagens: por um lado, é favorável por se adequar à organização; por outro, é frequentemente percebido na literatura como uma questão desafiadora que pode afetar as futuras atualizações e melhorias do sistema ao longo de seu ciclo de vida [Hansen *et al*., 2023]. Assim, a adaptação a ERPs desenvolvidos por terceiros e a consequente necessidade de personalizações representam um desafio, pois geram divergência entre os processos organizacionais e as funcionalidades do sistema, o que se intensifica em ambientes públicos, onde limitações orçamentárias e legais impõem barreiras adicionais.

No contexto das universidades públicas, o uso de sistemas de gestão desenvolvidos por outras instituições tem se tornado comum. Entretanto, devido à sua autonomia administrativa, é fundamental a realização de customizações alinhadas às necessidades específicas de cada instituição.

Com um número crescente de demandas e de recursos técnicos e de pessoal, por vezes limitados, torna-se imprescindível dispor de metodologias que auxiliem na seleção e priorização dessas customizações. Diante de recursos escassos e de múltiplos critérios decisórios, esse tipo de priorização carece de métodos estruturados que integrem avaliações quantitativas e qualitativas.

O presente estudo propõe um framework baseado na metodologia FTOPSIS-Class que classifica alternativas em diferentes classes, permitindo aprimorar a priorização de customizações de sistemas. Diferentemente de outros métodos de seleção, no FTOPSIS-Class as alternativas são classificadas em vez de apenas ordenadas. Esta metodologia foi desenvolvida por [Ferreira *et al*., 2018] e vem sendo utilizada para diversas abordagens entre elas: proposição de modelo de maturidade de gerenciamento de riscos em cadeia de suprimentos [Cavalcante De Souza Feitosa *et al*., 2021] investigação da adoção de práticas de economia circular [Tietz Cazeri *et al*., 2024], avaliação de práticas de excelência em gestão em pequenas e médias indústrias (PMIs) [Pacheco Junior *et al*., 2024], avaliação do ensino de sustentabilidade em cursos superiores de tecnologia [Favaro *et al*., 2024], priorização de investimentos em digitalização [Portelinha et al., 2025] e avaliação da eficácia da aplicação de ferramentas Lean em contexto industrial [Ferreira et al., 2025].

Essa diversidade de domínios evidencia a flexibilidade do FTOPSIS-Class para classificação sob incerteza em diferentes contextos organizacionais. A contribuição deste estudo, porém, não está na transposição do método a um novo caso, mas na formalização de um conjunto de critérios de priorização (alinhamento estratégico, exigência legal, abrangência institucional, entre outros) para a priorização de demandas de customização de sistemas de informação na gestão pública, um contexto marcado pela presença de múltiplos grupos de interesse e para o qual não identificamos um processo estruturado desse tipo.

Em nossa revisão da literatura, não sistemática, mas abrangendo as principais bases de dados de sistemas de informação e de multi-criteria decision making (MCDM), não identificamos estudos que utilizem o FTOPSIS-Class em uma aplicação similar na área de priorização de customizações de sistemas. Nesta pesquisa, o método será utilizado para priorizar customizações em ERPs, com posterior classificação em categorias distintas, a fim de auxiliar os gestores de uma universidade na tomada de decisão.

Embora a aplicação seja apresentada em uma universidade, o framework proposto pode ser adaptado a qualquer organização – pública ou privada - que enfrente o desafio de priorizar customizações em sistemas de informação, especialmente em ambientes em que decisões precisam ser tomadas com base em múltiplos stakeholders e critérios subjetivos e objetivos.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: trabalhos relacionados (seção 2); descrição do problema (seção 3); proposta de framework (seção 4) aplicação do método e resultados (seção 5); e conclusão (seção 6).

2 Trabalhos relacionados

2.1 Sistemas ERP e customizações

Nos últimos anos, o uso de sistemas de planejamento de recursos empresariais (ERP) em organizações de pequeno, médio e grande porte aumentou de forma constante [Barth & Koch, 2019]. Em mapeamento sistemático da literatura sobre a implementação de ERP [Coşkun *et al*., 2022], observaram que é equivocado tratar este tema apenas como uma iniciativa de TI; em vez disso, deve-se encará-lo como uma ação estratégica de negócios e de gestão, com impacto em todos os processos organizacionais.

Os ERPs gerenciam recursos organizacionais e garantem a integração de dados entre departamentos e funções, representando a espinha dorsal de uma empresa, com transações que abrangem desde finanças, projetos e recursos humanos até a cadeia de valor, a logística e os clientes [Hustad & Stensholt, 2023]. Na perspectiva de [Coşkun *et al*., 2022], a coleta de informações por meio de sistemas ERP garante acesso rápido e fácil, eliminando duplicidades. Assim, o gerenciamento de informações pode ser realizado com mais facilidade.

Por outro lado, a implementação de um ERP é considerada complexa e trabalhosa por envolver uma análise completa dos processos internos; a busca por alinhar as regras de negócio e os processos do sistema; a necessidade de selecionar a melhor solução de software disponível que atenda aos requisitos pré-definidos; a posterior configuração dos sistemas selecionados; o treinamento da equipe; e a personalização das soluções de software de forma a preencher a lacuna entre a funcionalidade do ERP e os requisitos organizacionais [Ahmad & Pinedo Cuenca, 2013], [Zach & Munkvold, 2011], [Hustad *et al*., 2016].

No entanto, a maioria das empresas acredita que deve transferir o estilo de negócios existente para a solução de ERP [Coşkun *et al*., 2022]. Assim, surge a necessidade da customização. As palavras "adaptação" e "customização" referem-se a ajustes em um sistema ERP [Hustad *et al*., 2016].

Em estudo para identificar problemas e trade-offs relacionados às decisões de customização em projetos de ERP, [Hustad & Stensholt, 2023] perceberam que as customizações apresentam uma dualidade: por um lado, podem proporcionar funcionalidade aprimorada, maior qualidade e usuários satisfeitos; por outro, podem acarretar riscos significativos para a organização devido ao aumento dos custos de implementação e ao acréscimo significativo de complexidade do sistema. Se, por um lado, os processos se tornam mais eficientes, por outro, surgem desafios para futuras atualizações do ERP [Hansen *et al*., 2023].

No âmbito dos projetos de customização de ERPs, as justificativas para alterações podem recorrer à existência de regulamentação externa (leis e normas) ou a práticas estabelecidas no setor que impõem requisitos externos [Sia & Soh, 2007; Hustad *et al*., 2016]. Outras formas de adaptação podem decorrer de limitações em estruturas superficiais (por exemplo, a interface do usuário) do sistema ERP ou de processos e requisitos adotados pelas organizações [Hustad *et al*., 2016]. Assim, é relevante o estabelecimento de um conselho de tomadores de decisão que determine se a customização deve ser executada e avalie e priorize as contribuições para a personalização da solução de ERP [Hustad & Stensholt, 2023]. Nesse contexto, reforça-se a necessidade de processos bem definidos para priorizar as demandas de customização em ERPs.

2.2 TOPSIS e FTOPSIS-Class

A Tomada de Decisão Multicritério (MCDM), também conhecida como Análise de Decisão Multicritério (MCDA), foi desenvolvida para apoiar a resolução de problemas decisórios que envolvem múltiplos critérios, geralmente conflitantes, considerando um número finito de alternativas e podendo ser aplicada tanto por um único decisor quanto por um grupo de tomadores de decisão; e vem recebendo muita atenção de pesquisadores e profissionais na avaliação e classificação de alternativas em diversos setores [Behzadian

et al., 2012], [Greco *et al*., 2016], [Pandey *et al*., 2023]. Entre os métodos multicritérios podemos citar: Analytic Hierarchy Process - AHP [Saaty, 1980], Best-Worst Method - BWM [Rezaei, 2015], Elimination and Choice Expressing Reality - ELECTRE [Roy, 1968], Multi-Attribute Utility Theory - MAUT [Keeney & Raiffa, 1976], Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations - PROMETHEE [Brans & Vincke, 1985] e Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution - TOPSIS [Hwang & Yoon, 1981].

Entre as técnicas MCDM citadas, o TOPSIS é popular e amplamente aplicado para resolver problemas de decisão do mundo real e seu uso vem crescendo exponencialmente [Behzadian *et al*., 2012], [Pandey *et al*., 2023]. Desde sua criação, o TOPSIS tem sido utilizado para analisar diferentes tipos de problemas de MCDM associados a vários setores, como engenharia, saúde, gestão, avaliação de risco, seleção de localização, entre outros, sendo considerado um método eficaz, viável, estável e simples para resolver problemas complexos de tomada de decisão que exigem menos tempo de computação [Pandey *et al*., 2023].

O TOPSIS é um método de apoio à tomada de decisão que ordena as alternativas com base em sua proximidade relativa a uma solução ideal e em sua distância a uma solução anti-ideal [Hwang & Yoon, 1981]. A solução ideal positiva maximiza os critérios de benefício e minimiza os de custo, enquanto a solução ideal negativa maximiza os de custo e minimiza os de benefício [Behzadian *et al*., 2012]. A solução ideal é identificada como a alternativa hipotética que apresenta os melhores valores para todos os critérios considerados em uma decisão, enquanto a solução ideal negativa é identificada como a alternativa hipotética que apresenta os piores valores para todos os critérios considerados [Chamodrakas *et al*., 2009]. Essa metodologia pode contribuir para decisões mais embasadas, apoiando a alocação de recursos escassos e favorecendo o alinhamento das escolhas aos objetivos estratégicos da instituição.

Os problemas de tomada de decisão no mundo real são frequentemente vagos, incertos ou pouco claros [Pandey *et al*., 2023]. Para lidar com a incerteza inerente aos problemas de escolha e priorização, foi desenvolvida a lógica fuzzy, aplicada a sistemas e situações que envolvem incerteza, subjetividade ou dados imprecisos [Zadeh, 1965].

O uso do TOPSIS, aliado a outros métodos multicritério, na seleção, priorização e classificação de iniciativas de sistemas de informação é amplamente descrito na literatura. Podemos citar o uso de AHP e fuzzy TOPSIS para a classificação de provedores de sistemas de informação; seleção de software empresarial; escolha de sistema de informação para terceirização; priorização e seleção de controles de segurança da informação [Kahraman *et al*., 2009], [Efe, 2016], [Nazari-Shirkouhi *et al*., 2017], [Tariq *et al*., 2020].

Diversas extensões foram propostas ao método TOPSIS, entre elas podemos destacar o TOPSIS-Sort, que resolve problemas de ordenação em categorias fixas [Sabokbar *et al*., 2016]; o R-TOPSIS, que trata do problema de reversão de classificação [Aires & Ferreira, 2019]; o TOPSIS-Sort-B que lida com perfis de limite e o TOPSIS-Sort-C que utiliza perfis característicos, ambos visando evitar problemas de reversão de classificação [De Lima Silva & De Almeida Filho, 2020]; PDTOPSIS-Sort voltado para a desagregação de preferências [De Lima Silva *et al*., 2020]; PDTOPSIS-Sort-C que utiliza a classificação ordenada de alternativas em categorias pré definidas [De Lima Silva *et al*., 2023].

O FTOPSIS-Class, metodologia desenvolvida por [Ferreira *et al*., 2018], é uma adaptação do método tradicional fuzzy TOPSIS, projetada para classificar alternativas em diferentes classes, em vez de apenas ordená-las. Essa abordagem é útil quando se deseja não apenas identificar a melhor alternativa, mas também agrupá-las em categorias predefinidas com base em seus desempenhos em relação a diversos critérios [Ferreira *et al*., 2018].

No presente estudo, a aplicação da lógica fuzzy, por ser uma abordagem que permite modelar a imprecisão e a incerteza presentes ao lidar com informações qualitativas e subjetivas, mostra-se como uma ferramenta valiosa para a priorização de customizações em ERPs, por permitir o tratamento de múltiplos critérios, tanto quantitativos quanto qualitativos. Ao avaliar cada customização em critérios como alinhamento estratégico, exigência legal e abrangência institucional, o FTOPSIS-Class permite uma comparação estruturada e explícita entre as alternativas e sua alocação em classes predefinidas. Sua escolha justifica-se, assim, por permitir a classificação em categorias, incorporar formalmente a incerteza dos julgamentos linguísticos e possuir procedimento de cálculo explícito e replicável.

Cabe destacar, ainda, por que abordagens mais simples, utilizadas na gestão de TI, não foram adotadas. A matriz GUT (Gravidade, Urgência, Tendência) [Kepner & Tregoe, 1981], comumente usada em ambientes organizacionais, é eficaz para priorizações rápidas, mas depende de escalas ordinais pouco flexíveis e não incorpora o tratamento formal da incerteza nas avaliações dos decisores. A seu turno, métodos de pontuação ponderada simples assumem independência linear entre critérios e não lidam adequadamente com julgamentos qualitativos imprecisos, típicos de avaliações feitas por múltiplos gestores. Já o AHP [Saaty, 1980], embora amplamente validado na literatura de sistemas de informação, volta-se sobretudo à ordenação de alternativas por comparações par a par, o que se torna computacionalmente custoso à medida que o número de critérios e alternativas cresce; além disso, não foi originalmente projetado para classificar alternativas em categorias predefinidas, foco central do problema tratado aqui. O FTOPSIS-Class ao combinar lógica fuzzy e lógica de classificação busca contornar essas limitações: permite a alocação das demandas em classes de priorização (não apenas seu ordenamento sequencial) e a agregação estruturada dos julgamentos dos múltiplos decisores envolvidos.

Passos para a realização do FTOPSIS-Class:
1) Definir os critérios que serão usados na avaliação e listar as alternativas que serão comparadas;
2) Definir as variáveis linguísticas que serão usadas para classificar as alternativas nos critérios, assim como as variáveis linguísticas para avaliar os pesos dos critérios;
3) Atribuir os pesos e construir a matriz de decisão fuzzy;
4) Normalizar as avaliações das alternativas por critério, garantindo a comparabilidade. Para critério de benefício:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+}\right), \quad u_j^+ = \max_i u_{ij}$$

Para critério de custo:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}}\right), \quad l_j^- = \min_i l_{ij}$$

5) Multiplicar a matriz obtida pelo peso dos critérios de forma a obter a matriz normalizada e ponderada.

$$\tilde{V} = \left[\tilde{v}_{ij}\right]_{m\times n}, \quad \tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$$

6) Definir as classes e limites e calcular as soluções ideais positivas e negativas para cada classe *p*:

$$\tilde{A}_p^+ = \{\tilde{v}_{p1}^+, \tilde{v}_{p2}^+, \dots, \tilde{v}_{pn}^+\}, \quad \tilde{v}_{pj}^+ = \tilde{q}_{pj}$$

$$\tilde{A}_p^- = \{\tilde{v}_{p1}^-, \tilde{v}_{p2}^-, \dots, \tilde{v}_{pn}^-\}, \quad \tilde{v}_{pj}^- = \tilde{q}_{p'j}$$

em que $\tilde{q}_{pj}$ é o perfil normalizado e ponderado da classe *p* no critério *j*, e *p'* é a classe tomada como solução ideal negativa de *p*.

7) Calcular a distância de cada alternativa em relação às soluções ideais de cada classe e somá-las para obter as distâncias totais

$$D_i^{p+} = \sum_{j=1}^{n} \sqrt{\frac{1}{3}\left[\left(l_{ij}^v - l_{pj}^+\right)^2 + \left(m_{ij}^v - m_{pj}^+\right)^2 + \left(u_{ij}^v - u_{pj}^+\right)^2\right]}$$

$$D_i^{p-} = \sum_{j=1}^{n} \sqrt{\frac{1}{3}\left[\left(l_{ij}^v - l_{pj}^-\right)^2 + \left(m_{ij}^v - m_{pj}^-\right)^2 + \left(u_{ij}^v - u_{pj}^-\right)^2\right]}$$

8) Calcular o coeficiente de proximidade de cada alternativa i (CCi), em cada classe:

$$CC_i^p = \frac{D_i^{p-}}{D_i^{p+} + D_i^{p-}}$$

9) Determinar a respectiva classe de cada alternativa com base nos maiores coeficientes de proximidade.

2.3 ERPs em Universidades

Nas últimas décadas, as instituições de ensino superior (IES) tem recorrido aos ERPs para otimizar sua gestão acadêmica e administrativa. A implementação e o uso de funcionalidades específicas nas universidades são mediados e moldados por uma tensão de longa data: o paradoxo em que as instituições de ensino superior são organizações como quaisquer outras e, ao mesmo tempo, são "únicas" [Pollock & Cornford, 2004].

As instituições de ensino superior possuem um propósito diferenciado em relação a outras organizações: combinam os objetivos de pesquisa e ensino para um bem público maior; por essa razão, sua estrutura organizacional é afetada por uma autoridade distribuída, uma liberdade amplamente aceita e um alto nível de esforço administrativo. Desta forma, os procedimentos de implementação bem-sucedidos dependem mais do que em empresas privadas da disposição dos diferentes grupos de stakeholders para cooperar [Lechtchinskaia *et al*., 2011].

Em estudo sobre os fatores críticos de sucesso para seleção e implementação de sistemas de informação integrados (ERPs e Sistemas de Gestão de Campus) em instituições de ensino superior, [Lechtchinskaia *et al*., 2011] observaram que a categoria do FCS mais mencionada foi "Gestão da Mudança e Cultura Organizacional", em particular os fatores participação de stakeholders, comunicação interna e externa e reengenharia de processos de negócios. Assim, a implementação de sistemas ERPs em universidades é frequentemente permeada por trabalhos dispendiosos de customização em soluções padrão ou a adoção de mudanças organizacionais significativas para adaptação ao software - visto que esses sistemas influenciam tanto o campo acadêmico quanto o administrativo - configurando um complexo processo de negociação envolvendo interações dentro de uma rede heterogênea de atores [Pollock & Cornford, 2004], [Leyh *et al*., 2017].

[Lechtchinskaia *et al*., 2011] consideram que a configuração única de características das IES, ou seja, estruturas organizacionais e técnicas fragmentadas, autoridade distribuída e baixa orientação a processos, revelam a necessidade de uma abordagem diferente em comparação à implementação de ERP em empresas privadas. Determinar prioridades, como a customização de sistemas ERP, é fundamental para a implementação bem-sucedida dos planos estratégicos de TI das universidades. No entanto, essa priorização exige o uso de métodos eficazes capazes de lidar com vários critérios conflitantes em seus objetivos e com informações ambíguas dos tomadores de decisão [Abdelaal *et al*., 2024].

3 Descrição do problema

Este estudo trata da priorização de customizações em sistemas de informação de uma universidade pública que utiliza sistemas desenvolvidos por outra instituição de ensino, o que torna necessária a adequação dos diversos módulos dos SIGs às regras de negócio desta universidade. Essas customizações são uma necessidade primordial para garantir que os recursos humanos que as realizam sejam alocados às demandas mais relevantes e que estas estejam alinhadas ao planejamento estratégico de TI da instituição. A seguir, na **Figura 1** apresentamos o processo atual de recebimento e avaliação das demandas de customização de sistemas nesta universidade.

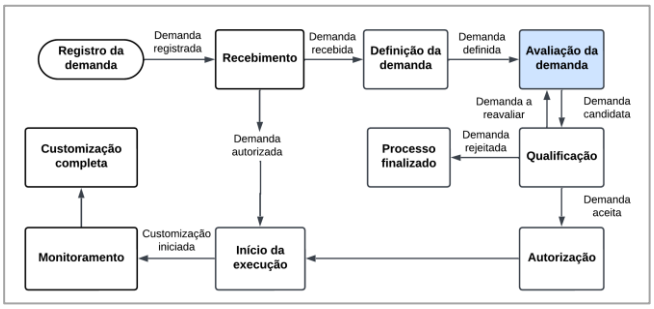


Figura 1. Fluxograma do recebimento e avaliação de demandas de customização

Na etapa de registro da demanda, o cliente informa os requisitos a serem atendidos e os resultados a serem alcançados com a customização. Na etapa de recebimento, um analista verifica se o tipo de solicitação é, de fato, uma customização ou uma demanda pontual. Determinadas demandas, quando provenientes da administração superior, podem ser iniciadas a partir deste momento. No estágio de definição da demanda, é feito contato com o cliente para coletar mais informações sobre a customização. Na etapa de avaliação da demanda, são analisados critérios de negócio e técnicos (alinhamento estratégico, exigência legal ou regulatória, impacto na comunidade acadêmica, orçamento, disponibilidade de recursos, percentual de conclusão, dependências e tempo), aos quais são atribuídas pontuações de 1 a 5, a fim de gerar uma pontuação individual para cada demanda de customização. Esses critérios foram definidos por uma gestão anterior e, no momento da condução deste estudo, os gestores em exercício os consideravam parcialmente desatualizados e insuficientes para capturar as particularidades do contexto atual. Na sequência, no estágio de qualificação, é possível aceitar, rejeitar ou reavaliar a demanda. Após a etapa de autorização, as customizações são iniciadas, conforme disponibilidade de recursos para sua execução. Por fim, no estágio de monitoramento é possível registrar a execução ou encerrar a demanda.

Da forma como está estruturada a análise das demandas

de customização atualmente, é feito apenas um ranqueamento simples, examinando as solicitações de acordo com a percepção dos analistas responsáveis pela avaliação, sem transparência nas escolhas. Este estudo propõe aprimorar esta análise e aplicar a metodologia FTOPSIS-Class especificamente na etapa de avaliação da demanda.

4 Proposta de framework

A customização de sistemas de informação geralmente tem consequências para muitos usuários e vários departamentos com necessidades diversas. Assim, para definir as prioridades de customização, é importante ter processos formalizados para a tomada de decisão [Hustad & Stensholt, 2023]. Este estudo propõe um framework para a priorização das demandas de customização de sistemas de informação em uma instituição pública de ensino superior, com base no método FTOPSIS-Class. Este modelo, estruturado em cinco fases, busca organizar o processo de priorização das customizações, explicitando como cada demanda se relaciona ao alinhamento estratégico, aos recursos necessários e ao atendimento da comunidade acadêmica. As Fases 2 a 4 operam na etapa de avaliação da demanda apresentada na Figura 1. A **Figura 2** apresenta o framework com suas entradas e saídas:

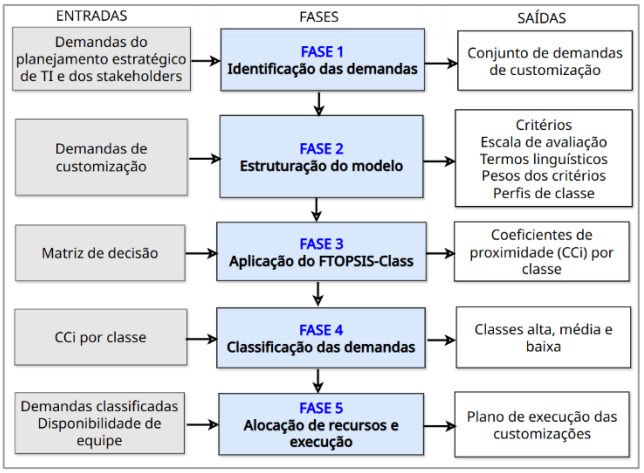


Figura 2. Framework proposto

Na Fase 1, temos as customizações já previstas no planejamento estratégico de TI e as necessidades da comunidade acadêmica, que compõem o conjunto de demandas. A Fase 2 inclui a definição dos critérios, dos termos linguísticos e dos pesos relativos, para posterior análise. A Fase 3 corresponde à etapa de aplicação do método FTOPSIS-Class, que permite classificar as demandas com base em critérios avaliativos, considerando incerteza e subjetividade. Na Fase 4, as demandas são distribuídas em diferentes classes, em vez de um ranqueamento linear. Por fim, na Fase 5, ocorrerá a alocação de recursos e o direcionamento para execução de forma estruturada e justificada das customizações.

Desta forma, o framework busca tornar explícitos os critérios, pesos e regras de classificação utilizados, favorecendo a transparência e a rastreabilidade do processo de priorização das demandas de customização de sistemas institucionais.

5 Aplicação do método e resultados

As demandas de customizações selecionadas englobavam demandas administrativas, de pesquisa, de assistência estudantil, além daquelas com impacto direto na comunidade externa à universidade, como é o caso do diploma digital. Foram selecionadas as seguintes demandas de customização, conforme **Quadro 1**:

DC 1	Customização para autenticação pelo gov.br
DC 2	Customização dos módulos de Patrimônio e Inventário
DC 3	Customização do módulo de Bolsas
DC 4	Customização do módulo Progressão docente
DC 5	Customização do módulo de Pesquisa
DC 6	Customização do módulo Assistência Estudantil
DC 7	Customização do módulo Central de Estágios
DC 8	Customização do módulo Processos Seletivos
DC 9	Customização para emissão, guarda e integração do serviço de diploma digital

Quadro 1. Lista de demandas de customização dos sistemas

A análise conforme os critérios deve ser realizada pelos membros do comitê de TI e por gestores da área de sistemas de informação, uma vez que, quando há várias sugestões para customizar ERPs é preciso desenvolver uma lista de prioridades de requisitos de personalização [Hustad & Stensholt, 2023]. Os critérios utilizados neste estudo são apresentados no **Quadro 2**:

	Critérios	Descrição
1	Alinhamento estratégico	Avalia se a demanda é uma prioridade explícita da alta administração, e/ou se existe previsão nos planos institucionais
2	Exigência legal	Verifica a existência de exigências legais internas ou externas à universidade para implementação da customização
3	Abrangência	Mensura quantos membros da comunidade acadêmica serão afetados, englobando técnicos-administrativos, discentes, docentes, centros, órgãos suplementares, pró-reitorias, departamentos ou setores
4	Complexidade	Envolve definição de requisitos, interdependência entre sistemas, quantidade de partes interessadas e risco de mudanças durante a customização
5	Esforço	Abrange a quantidade de desenvolvedores envolvidos na atividade assim como a interdependência entre setores
6	Tempo	Varia entre “até 1 mês”; “de 1 a 3 meses” “de 3 a 6 meses”; “de 6 meses a 1 ano” e “mais de um ano”

Quadro 2. Critérios para priorização de customização dos sistemas

Estes critérios foram elaborados para apoiar a tomada de decisão, considerando aspectos estratégicos e operacionais. Ressalte-se que o custo está sendo considerado no critério de esforço, uma vez que o time de desenvolvimento é composto por funcionários da universidade e não há contratação externa para esse fim. Ao utilizar esses critérios, a instituição pode qualificar e classificar as demandas de forma sistemática, com base em critérios explícitos e alinhados às suas necessidades institucionais. No Apêndice A, consta uma descrição detalhada dos critérios, com a respectiva pontuação. Este estudo utiliza uma escala Likert de 5 pontos para avaliar os critérios qualitativos, conforme **Quadro 3**:

Critério	Preferência	Medição do critério
Alinhamento estratégico	Maximizar	1 (muito baixo) a 5 (muito alto)
Exigência legal	Maximizar	1 (muito baixo) a 5 (muito alto)
Abrangência	Maximizar	1 (muito baixo) a 5 (muito alto)
Complexidade	Minimizar	1 (muito baixa) a 5 (muito alta)
Esforço	Minimizar	1 (muito baixo) a 5 (muito alto)
Tempo	Minimizar	1 (muito curto) a 5 (muito longo)

Quadro 3. Preferências e escala na avaliação

Nos critérios de minimização, valores mais altos da escala correspondem a níveis mais altos do atributo (maior complexidade, maior esforço, maior prazo); a inversão de sentido ocorre na etapa de normalização de custo, e não na escala. Como apresentado anteriormente, os critérios considerados abrangem tanto aspectos estratégicos e regulatórios quanto operacionais. A definição das preferências de maximização ou minimização está alinhada aos objetivos institucionais de otimização de recursos, de cumprimento normativo e de abrangência acadêmica, entre outros aspectos. Essa estrutura permite uma análise mais equilibrada entre o impacto potencial de cada customização e os custos associados à sua implementação. Assim, a utilização desses critérios contribui para tornar mais explícito o processo de priorização no contexto da gestão de sistemas de informação na universidade.

Em reuniões com os gestores da área de sistemas de informação, foi alcançado consenso quanto às expressões linguísticas a serem utilizadas para avaliar as customizações, de acordo com os critérios. O **Quadro 4** apresenta os termos linguísticos e os correspondentes números fuzzy para avaliação de alternativas e peso dos critérios:

Termos linguísticos	Nº Fuzzy Triangulares		
	l	m	u
Muito baixo (MB)	1.0	1.0	2.0
Baixo (B)	1.0	2.0	3.0
Médio (M)	2.0	3.0	4.0
Alto (A)	3.0	4.0	5.0
Muito alto (MA)	4.0	5.0	6.0

Quadro 4. Termos linguísticos e números fuzzy para priorização

O **Quadro 5** apresenta os termos linguísticos para ponderação na priorização das customizações e seus respectivos valores fuzzy.

Termos linguísticos	Nº Fuzzy Triangulares		
	l	m	u
Muito baixa importância	0.1	0.1	0.2
Baixa importância	0.1	0.2	0.3
Média importância	0.2	0.3	0.4
Alta importância	0.3	0.4	0.5
Muito alta importância	0.4	0.5	0.6

Quadro 5. Termos linguísticos para ponderação dos critérios

Conforme previsto na técnica FTOPSIS-Class, para aprimorar a categorização e priorização, os gestores definiram os seguintes limites de pertencimento de cada classe:

- Demandas de customização de alta priorização: alinhamento estratégico, exigência legal e abrangência "alta"; complexidade e esforço "baixo"; tempo "muito curto";
- Demandas de customização de média priorização: alinhamento estratégico, exigência legal e abrangência "média"; assim como complexidade, esforço e tempo "médio";
- Demandas de customização de baixa priorização: alinhamento estratégico, "baixo"; exigência legal "muito baixa", abrangência "baixa"; complexidade e esforço "muito alto" e tempo "muito longo".

O **Quadro 6** apresenta cada uma das classes de demandas de customização e sua categorização conforme os critérios:

Classe	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Alta priorização	A	A	A	B	B	MC
Média priorização	M	M	M	M	M	M
Baixa priorização	B	MB	B	MA	MA	ML

Quadro 6. Definição das classes conforme os critérios

Esse agrupamento em diferentes classes permite reunir as demandas de customização com características distintas, que exigem atendimentos específicos. Além disso, possibilita a categorização em diferentes portfólios, facilitando a segmentação, a avaliação e a priorização das customizações. A avaliação foi realizada por quatro gestores de sistemas de informação: dois coordenadores ocupantes do cargo de analista de TI e dois diretores, sendo um analista e um técnico de TI. Todos com mais de 14 anos de experiência na área e de 3 a 8 anos ocupando cargos de gestão.

As avaliações de cada demanda foram discutidas e definidas em conjunto, com base na experiência dos gestores. As divergências iniciais concentraram-se principalmente na estimativa do prazo de execução das demandas (critério Tempo) e foram resolvidas por discussão técnica fundamentada na experiência do grupo com o ERP institucional e na análise histórica de projetos semelhantes. Os pesos dos critérios também foram definidos em reuniões com esses gestores, nas quais cada um expôs quais critérios considerava mais relevantes, até o consenso apresentado na **Tabela 1**.

Para aplicar a ponderação, as respostas foram multiplicadas pelos respectivos pesos atribuídos. A matriz normalizada e ponderada de avaliação das customizações está na **Tabela 2**.

Tabela 1. Pesos atribuídos aos critérios

	C1 – alinhamento			C2 - exigência legal			C3 - abrangência			C4 - complexidade			C5 - esforço			C6 - tempo		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Pesos	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3

Tabela 2. Matriz de avaliação normalizada e ponderada

	C1 - alinhamento			C2 - exigência legal			C3 - abrangência			C4 - complexidade			C5 - esforço			C6 - tempo		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
DC 1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.3
DC 2	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1
DC 3	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3
DC 4	0.1	0.2	0.4	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2
DC 5	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3
DC 6	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.1
DC 7	0.1	0.2	0.4	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3
DC 8	0.2	0.3	0.5	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.4	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2
DC 9	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.6	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1

Com a matriz de julgamentos normalizada e ponderada, em seguida, realizam-se a normalização e a ponderação das classes. Após esta etapa, definem-se as soluções ideais positivas e negativas. Para a classe de "alta priorização" a solução ideal positiva (S+) é a classe de alta priorização e a solução ideal negativa (S-) é a de baixa priorização. Para a de "média priorização" a solução ideal positiva (S+) é a classe de média priorização e a solução ideal negativa (S-) é a de baixa priorização. Por fim, para a classe de "baixa priorização" a solução ideal positiva (S+) é a classe de baixa priorização e a solução ideal negativa (S-) é a de alta priorização.

Na sequência, seguindo a aplicação do FTOPSIS-Class, calculam-se as distâncias d+ e d- de cada alternativa em relação às soluções ideais de cada classe. São utilizados os valores da matriz de avaliação normalizada e ponderada. Calculam-se as distâncias para todas as demandas de customização, em todos os critérios, e, ao final, somam-se os valores obtidos para obter o valor total. Com base nas distâncias totais, é possível calcular o coeficiente de proximidade (CCi) de cada customização. Os coeficientes destacados na **Tabela 3** apresentam o maior valor para cada alternativa e indicam a classe que a representa.

Tabela 3. Valores de CCi de cada customização nas classes

	Alta priorização	Média priorização	Baixa priorização
DC1 - Customização para autenticação pelo gov.br	**0.578**	0.552	0.422
DC2 - Customização dos módulos de Patrimônio e Inventário	0.375	0.580	**0.625**
DC 3 - Customização do módulo de Bolsas	**0.585**	0.551	0.415
DC 4 - Customização do módulo Progressão Docente	0.581	**0.719**	0.419
DC 5 - Customização do módulo de Pesquisa	**0.585**	0.551	0.415
DC 6 - Customização do módulo Assistência Estudantil	0.507	**0.618**	0.493
DC 7 - Customização do módulo Central de Estágios	**0.855**	0.673	0.145
DC 8 - Customização do módulo Processos Seletivos	0.380	0.497	**0.620**
DC 9 - Customização para emissão, guarda e integração do serviço de diploma digital	0.455	**0.659**	0.545

A metodologia FTOPSIS-Class não busca ranquear as alternativas, e sim classificá-las em categorias distintas. Assim, em vez de uma lista sequencial de ordem de execução, as customizações foram alocadas em classes predefinidas, o que pode facilitar a tomada de decisão e torná-la visualmente mais acessível. Essa abordagem permite a adoção de diferentes estratégias para equilibrar os diversos interesses envolvidos no atendimento às demandas universitárias.

A aplicação do FTOPSIS-Class permitiu classificar as nove demandas de customização em três classes de priorização, evidenciando diferenças relevantes no alinhamento estratégico, no impacto institucional e nas exigências normativas.

As demandas DC1 - Autenticação via gov.br e DC7 - Central de Estágios foram classificadas na classe de alta priorização, com valores de 0,578 e 0,855, respectivamente. A DC7 destaca-se como a demanda com maior aderência à classe de priorização mais alta. Esse resultado deve-se ao seu impacto transversal, envolvendo estudantes, coordenações de curso, empresas conveniadas e setores administrativos, trata-se de uma funcionalidade de ampla abrangência institucional e relevância para a formação, considerando as diretrizes de transformação digital do governo federal e a integração dos serviços públicos digitais.

As demandas DC4 - Progressão Docente e DC9 - Diploma Digital apresentaram maior proximidade com a classe de priorização média. A DC4 (0,719 na classe média) indica elevada relevância administrativa, uma vez que a progressão é central para a carreira docente, mas possivelmente com menor urgência legal imediata ou maior complexidade operacional. A DC9 (0,659), apesar de sua importância normativa, apresenta maior proximidade com a

classe média. Isso pode indicar que, neste cenário específico, a exigência legal já esteja parcialmente atendida ou que os critérios operacionais (complexidade, esforço ou tempo) tenham moderado a classificação final.

As demandas DC2 - Patrimônio e Inventário e DC8 - Processos Seletivos apresentaram maior proximidade com a classe de baixa priorização (0,625 e 0,620, respectivamente). No caso de patrimônio e inventário, apesar de sua importância para controle administrativo, pode não haver pressão estratégica imediata que justifique priorização elevada. A seu turno, os processos seletivos, embora relevantes, podem estar operando satisfatoriamente no estado atual do sistema.

Algumas demandas apresentam valores próximos entre classes, como DC3 - Módulo de Bolsas e DC5 - Módulo de Pesquisa (0,585 na classe alta e 0,551 na média). Seus coeficientes são idênticos porque, no processo de consenso, receberam os mesmos termos linguísticos nos seis critérios, gerando linhas idênticas na matriz normalizada e ponderada (Tabela 2). Esse comportamento sugere sensibilidade aos pesos: variações na importância de cada critério poderiam alterar sua classificação, o que indica que o modelo pode ser útil para explicitar ambiguidades decisórias e subsidiar discussões colegiadas.

Do ponto de vista gerencial, os resultados oferecem à instituição um instrumento estruturado para apoiar a justificativa de decisões de alocação de recursos técnicos e humanos entre as demandas de customização, ao registrar critérios, pesos e regras de classificação de forma auditável. A distribuição em classes, e não em ranqueamento estrito, permite ainda tratar em paralelo demandas da mesma classe, conforme a disponibilidade da equipe.

Quanto à robustez do framework, a sensibilidade aos pesos observada em demandas como DC3 e DC5, esperada em métodos MCDM, reforça a necessidade de revisões periódicas dos pesos junto aos gestores. Para examinar a estabilidade da classificação, foi conduzida uma análise de sensibilidade dos pesos. Empregou-se a técnica "um fator de cada vez" (one-factor-at-a-time): o peso fuzzy triangular de um único critério foi multiplicado por um fator de variação, e o método FTOPSIS-Class foi recalculado para verificar se alguma demanda mudaria de classe. Os pesos dos demais critérios foram mantidos em seus valores originais, sem renormalização para um total constante, de modo a isolar o efeito de cada critério. Essa simplificação difere de uma reponderação proporcional completa, mas permite identificar qual critério, e em que medida, era determinante para a estabilidade da classificação de cada demanda. Por variar um único critério por vez, essa análise tem caráter diagnóstico: avalia alterações isoladas nos pesos, e a robustez da classificação a combinações simultâneas de alterações, que representam diferentes configurações conjuntas de preferências, permanece a ser examinada.

Foram testados dois níveis de variação nos pesos, aplicados isoladamente a cada critério. No primeiro nível (±10% a ±30%, 6 critérios × 6 fatores = 36 cenários), nenhuma demanda mudou de classe. No segundo, mais amplo (até −70%/+100% em um único critério por vez), a **Tabela 4** mostra, para cada demanda, a margem de CCi (diferença entre o CC da classe atribuída e o da segunda mais próxima) e um cenário testado em que a demanda muda de classe, indicado pelo critério e pela variação do seu peso. Na coluna "Mudança de classe", "Só no extremo" indica que o cenário apresentado corresponde ao limite da faixa testada (−70% ou +100%).

Tabela 4. Margem de CCi e exemplo de cenário de mudança de classe

DC	Margem	Mudança de classe	Cenário
DC7	0,182	Não	-
DC4	0,138	Não	-
DC8	0,123	Só no extremo	C1, +100%
DC9	0,114	Só no extremo	C2, −70%
DC6	0,112	Não	-
DC2	0,044	Sim	C1, +65%
DC3	0,034	Sim	C1, +80%
DC5	0,034	Sim	C1, +80%
DC1	0,026	Só no extremo	C1, −70%

Nos 36 cenários moderados, a classificação permaneceu estável. Sob perturbações maiores, algumas demandas foram reclassificadas. Os cenários da Tabela 4 ilustram essa sensibilidade como exemplos de variações que alteram o enquadramento de cada demanda, o que pode ocorrer também com variações menores. As quatro demandas de menor margem de CCi no cenário original (DC1, DC2, DC3 e DC5) estão entre as que mudaram de categoria, e DC4 e DC7, de maior margem, permaneceram estáveis em toda a faixa testada. Já DC6, DC8 e DC9 têm margens semelhantes (0,112 a 0,123), mas apenas DC8 e DC9 foram reclassificadas, e somente no limite da faixa testada. Isso indica que a margem sinaliza a proximidade da fronteira entre classes e que a sensibilidade de cada demanda depende também de outros fatores, como o critério cujo peso é alterado.

Como verificação complementar, comparamos a classificação do FTOPSIS-Class a um score SAW (Pontuação Ponderada Simples) calculado sobre os mesmos dados, com desfuzzificação por centróide das avaliações e dos pesos, pesos normalizados para soma 1 e normalização própria à convenção do SAW (benefício = valor/máximo da coluna; custo = mínimo da coluna/valor). Como o SAW produz uma ordenação e não define limites de classe, o ranking foi convertido em três classes por tercis: as três demandas de maior score foram atribuídas à classe Alta, as três seguintes à Média e as três de menor score à Baixa; DC3 e DC5, empatadas na 4ª posição, foram ambas atribuídas à classe Média. A divisão por tercis foi adotada por não exigir a fixação de limiares de score arbitrários e por reproduzir o número de classes do FTOPSIS-Class. Essa regra, porém, impõe três demandas por classe, enquanto o FTOPSIS-Class alocou quatro demandas na classe alta, três na média e duas na baixa. Assim, das quatro divergências observadas, ao menos uma decorre necessariamente da própria regra de conversão, e não de diferenças entre os métodos. Regras alternativas produziriam outras partições. A **Tabela 5** apresenta os resultados.

Tabela 5. Comparação entre classificação do FTOPSIS-Class e o score SAW

DC	Score SAW	Ranking	Classe SAW	Classe FTC	Convergência
DC7	0,819	1º	Alta	Alta	Sim
DC4	0,730	2º	Alta	Média	Não
DC1	0,726	3º	Alta	Alta	Sim
DC3	0,707	4º	Média	Alta	Não
DC5	0,707	4º	Média	Alta	Não
DC9	0,693	6º	Média	Média	Sim
DC6	0,656	7º	Baixa	Média	Não
DC8	0,630	8º	Baixa	Baixa	Sim
DC2	0,548	9º	Baixa	Baixa	Sim

Os dois métodos coincidem em 5 das 9 demandas,

incluindo os casos de perfil mais nítido: DC7 na classe de maior prioridade e DC2 e DC8 na de menor prioridade. Essa concordância indica apenas que, nesses casos, as duas abordagens oferecem leituras coerentes; estabelecer a superioridade de um método sobre o outro exigiria outro tipo de evidência. As divergências concentram-se na faixa intermediária. Nela, os scores SAW de DC3, DC5, DC6 e DC9 ficam próximos (0,656 a 0,707), e os CCi do FTOPSIS-Class de DC3 e DC5 também apresentam margens pequenas (0,034). Uma explicação é que o FTOPSIS-Class compara o perfil de cada demanda aos perfis de classe definidos pelos gestores, enquanto o SAW considera apenas a magnitude agregada. A definição de qual classificação é mais adequada exigiria um critério externo de validação, como a avaliação dos gestores sobre os resultados ou o acompanhamento das decisões efetivamente tomadas.

6 Conclusão

Este estudo propôs a segmentação das demandas de customização de ERPs em uma universidade pública, visando categorizá-las e apoiar a tomada de decisão para seu atendimento, com o uso do método FTOPSIS-Class. A divisão das demandas de customização em diferentes classes permite agrupar demandas com características distintas, o que pode favorecer uma alocação mais eficiente de recursos humanos e possibilitar a adoção de estratégias diferenciadas para cada tipo de solicitação.

Uma compreensão mais aprofundada desse processo pode reduzir a necessidade de repriorizações frequentes e contribuir para maior estabilidade na gestão das customizações. No entanto, a categorização deve ser suficientemente flexível para se adaptar às necessidades institucionais e assegurar um atendimento mais eficaz, objetivos para os quais a adoção do método FTOPSIS-Class pode contribuir.

A aplicação de uma abordagem MCDM para a classificação das customizações de ERPs situa-se na interseção entre teoria e prática. O uso da teoria dos conjuntos fuzzy possibilitou a modelagem matemática da imprecisão inerente à avaliação qualitativa das demandas, tornando o processo de decisão mais estruturado e explícito. Nas universidades públicas, essa problemática se torna ainda mais importante, tendo em vista a multiplicidade de atividades desenvolvidas que dependem de recursos de sistemas de informação: ensino, pesquisa, extensão e os múltiplos interesses que se conjugam no atendimento a estas demandas. Ainda assim, essa contribuição é, antes de tudo, de natureza prática, oferecendo um mecanismo de apoio à governança de TI e à gestão de sistemas de informação em instituições públicas.

Quanto às limitações, a validação empírica restringiu-se a uma única instituição e a nove solicitações de customização, o que limita a generalização estatística dos resultados; além disso, não houve acompanhamento da aplicação posterior do framework no processo gerencial, de modo que não foi avaliado se seu uso modifica a qualidade das decisões, reduz conflitos ou melhora a alocação de recursos; adicionalmente, a verificação de robustez conduzida reaproveitou os dados já coletados e não substitui uma comparação plena com métodos que exigem elicitação independente de julgamentos (como AHP), a qual permanece como direção para trabalhos futuros. Da mesma forma, a análise de sensibilidade variou um critério por vez, sem avaliar combinações simultâneas de alterações nos pesos, e a comparação com o SAW dependeu de uma regra de conversão em classes adotada apenas para fins de comparação. Os elementos genéricos do framework tais como critérios, estrutura de classes e processo de coleta, foram concebidos para serem replicáveis em outras instituições federais de ensino superior; entretanto, os pesos e as classes definidos neste estudo refletem o contexto específico da instituição avaliada, sendo esperado que cada nova aplicação exija uma etapa própria de calibração por gestores locais.

Cabe reconhecer, ainda, que a eficácia do framework depende da disposição dos stakeholders em convergir para um consenso sobre critérios e pesos, condição mais difícil de alcançar em instituições de ensino superior, cuja autoridade é distribuída entre múltiplas unidades com graus variados de autonomia. No ambiente específico analisado, contudo, o caráter técnico e relativamente homogêneo da formação e experiência dos gestores de sistemas de informação facilitou a convergência para o consenso, em comparação a colegiados acadêmicos mais heterogêneos. Ainda assim, nos casos em que o consenso não seja alcançado, o framework pode ser complementado por métodos de agregação de decisão em grupo, incluindo processos de votação (amplamente utilizados no ambiente colegiado das universidades) ou por métodos estruturados de elicitação de julgamentos, como AHP, BWM e DEMATEL. Neste estudo, pesos e avaliações resultaram justamente dessa deliberação conjunta entre os gestores, e não da agregação estatística de avaliações coletadas de forma independente; por isso, a heterogeneidade inicial das opiniões e o grau de concordância entre avaliadores permanecem a ser examinados em aplicações futuras.

A aplicação demonstrou que os critérios propostos podem ser operacionalizados, que as nove demandas podem ser alocadas em classes a partir de regras explícitas e que essa alocação permaneceu estável nos cenários moderados de variação dos pesos. Benefícios como maior transparência percebida, confiança no processo e eficiência na alocação de recursos permanecem potenciais e dependem do acompanhamento do uso do framework, conforme apontado nas limitações.

Por fim, ao reunir em um mesmo framework critérios como alinhamento estratégico, abrangência institucional e complexidade, o estudo oferece aos gestores um apoio estruturado para decidir quais customizações de ERPs priorizar e tem potencial para promover uma abordagem mais equilibrada entre as distintas áreas demandantes, ao avaliá-las segundo critérios explícitos e comuns.

Declarações

Contribuições dos Autores (CRediT)

Sobre as contribuições dos autores, conforme a taxonomia CRediT: Conceituação, metodologia, análise formal, redação (versão inicial do artigo), redação (revisão e edição do artigo): Liliane Aparecida da Silva Santos e Adiel Teixeira de Almeida Filho.

Conflitos de interesse

Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

Disponibilidade de dados e materiais

O notebook Python (.ipynb), executável no Google Colab, e a planilha de cálculo utilizada para calcular o FTOPSIS-Class estão disponíveis como material complementar. As avaliações das demandas e os pesos dos critérios foram definidos por consenso entre os gestores, sem registro de avaliações individuais.

Financiamento

Este estudo foi parcialmente financiado pelo CNPq (316779/2023-

7) e pela Capes (001).

Informações adicionais relevantes

Sobre os aspectos éticos, os quatro gestores participaram como especialistas, no exercício de sua função institucional de avaliar demandas de customização de sistemas. As avaliações tiveram como objeto as demandas de customização, e não os próprios gestores, e foram definidas por consenso, sem registro de respostas individuais nem coleta de dados pessoais. Assim, o estudo enquadra-se no art. 1º, parágrafo único, inciso VII, da Resolução CNS nº 510/2016, não exigindo registro e avaliação pelo sistema CEP/CONEP.

Os autores utilizaram ferramentas de inteligência artificial generativa, como apoio à revisão textual e à verificação independente dos cálculos durante a revisão do manuscrito. Todo o conteúdo foi revisado pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelo texto, pelos cálculos e pelas conclusões.

Referências

Abdelaal, R. M. S., Makki, A. A., Al-Madi, E. M., & Qhadi, A. M. (2024). Prioritizing Strategic Objectives and Projects in Higher Education Institutions: A New Hybrid Fuzzy MEREC-G-TOPSIS Approach. *IEEE Access*, 12, 89735–89753. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3419701

Ahmad, M. M., & Pinedo Cuenca, R. (2013). Critical success factors for ERP implementation in SMEs. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29(3), 104–111. https://doi.org/10.1016/j.rcim.2012.04.019

Aires, R. F. D. F., & Ferreira, L. (2019). A new approach to avoid rank reversal cases in the TOPSIS method. *Computers & Industrial Engineering*, 132, 84–97. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.023

Barth, C., & Koch, S. (2019). Critical success factors in ERP upgrade projects. *Industrial Management & Data Systems*, 119(3), 656–675. https://doi.org/10.1108/IMDS-01-2018-0016

Behzadian, M., Khanmohammadi Otaghsara, S., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051–13069. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.056

Brans, J. P., & Vincke, Ph. (1985). Note—A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). *Management Science*, 31(6), 647–656. https://doi.org/10.1287/mnsc.31.6.647

Cavalcante De Souza Feitosa, I. S., Ribeiro Carpinetti, L. C., & De Almeida-Filho, A. T. (2021). A supply chain risk management maturity model and a multi-criteria classification approach. *Benchmarking: An International Journal*, 28(9), 2636–2655. https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2020-0487

Chamodrakas, I., Alexopoulou, N., & Martakos, D. (2009). Customer evaluation for order acceptance using a novel class of fuzzy methods based on TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7409–7415. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.09.050

Coşkun, E., Gezici, B., Aydos, M., Tarhan, A. K., & Garousi, V. (2022). ERP failure: A systematic mapping of the literature. *Data & Knowledge Engineering*, 142, 102090. https://doi.org/10.1016/j.datak.2022.102090

De Lima Silva, D. F., & De Almeida Filho, A. T. (2020). Sorting with TOPSIS through boundary and characteristic profiles. *Computers & Industrial Engineering*, 141, 106328. https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106328

De Lima Silva, D. F., Ferreira, L., & De Almeida-Filho, A. T. (2020). A new preference disaggregation TOPSIS approach applied to sort corporate bonds based on financial statements and expert's assessment. Expert Systems with Applications, 152, 113369. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113369

De Lima Silva, D. F., Ferreira, L., & De Almeida Filho, A. T. (2023). Preference disaggregation on TOPSIS for sorting applied to an economic freedom assessment. *Expert Systems with Applications*, 215, 119341. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119341

Efe, B. (2016). An integrated fuzzy multi criteria group decision making approach for ERP system selection. *Applied Soft Computing*, 38, 106–117. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.09.037

Favaro, R., Moraes, G. H. S. M. D., Sigahi, T. F. A. C., Pinto, J. D. S., Rampasso, I. S., Moro, S. R., & Anholon, R. (2024). Teaching the "10 Rs" of circular economy in technological-level undergraduate courses offered in Brazil: An exploratory analysis via fuzzy TOPSIS class. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 26(7), 1711-1727. https://doi.org/10.1108/IJSHE-03-2024-0218

Ferreira, K. Y. D. M., Pinto, J. D. S., Sigahi, T. F. A. C., Moreno, M. G. M., Santos, C. H. D., Serafim, M. P., & Anholon, R. (2025). Integrating lean tools in maintenance process optimization: A multicriteria analysis considering Brazilian companies. *International Journal of Lean Six Sigma*, 16(6), 1496–1517. https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2024-0145

Ferreira, L., Borenstein, D., Righi, M. B., & De Almeida Filho, A. T. (2018). A fuzzy hybrid integrated framework for portfolio optimization in private banking. *Expert Systems with Applications*, 92, 350–362. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.09.055

Greco, S., Ehrgott, M., & Figueira, J. R. (Eds.). (2016). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* (Vol. 233). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4

Hansen, H. F., Haddara, M., & Langseth, M. (2023). Investigating ERP System Customization: A Focus on Cloud-ERP. *Procedia Computer Science*, 219, 915–923. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.367

Hustad, E., Haddara, M., & Kalvenes, B. (2016). ERP and Organizational Misfits: An ERP Customization Journey. *Procedia Computer Science*, 100, 429–439. https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.179

Hustad, E., & Stensholt, J. (2023). Customizing ERP-systems: A framework to support the decision-making process. *Procedia Computer Science*, 219, 789–796. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.352

Hwang, C.-L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making* (Vol. 186). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9

Kahraman, C., Engin, O., Kabak, Ö., & Kaya, İ. (2009). Information systems outsourcing decisions using a group decision-making approach. *Engineering Applications of*

Artificial Intelligence, 22(6), 832–841. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2008.10.009

Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1976). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*. Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/decisions-with-multiple-objectives/DEF338459C327778C3F8C4C4A682032F

Kepner, C. H., & Tregoe, B. B. (1981). *The new rational manager*. Princeton Research Press.

Lechtchinskaia, L., Uffen, J., & Breitner, M. H. (2011). Critical success factors for adoption of integrated information systems in higher education institutions—A meta-analysis. AMCIS 2011 *Proceedings*. https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1052&context=amcis2011_submissions

Leyh, C., Gebhardt, A., & Berton, P. (2017). Implementing ERP Systems in Higher Education Institutes: Critical Success Factors Revisited. *Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, 913–917. https://doi.org/10.15439/2017F364

Nazari-Shirkouhi, S., Miri-Nargesi, S., & Ansarinejad, A. (2017). A fuzzy decision making methodology based on fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS with a case study for information systems outsourcing decisions. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 32(6), 3921–3943. https://doi.org/10.3233/JIFS-12495

Pacheco Junior, M. A., Sigahi, T. F. A. C., Rampasso, I. S., Zanon, L. G., Leal Filho, W., & Anholon, R. (2024). Management excellence practices in small- and medium-sized industries: Proposition of an evaluation approach and application in an emerging country. *Benchmarking: An International Journal*. 33(1), 78-104. https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2023-0820

Pandey, V., Komal, & Dincer, H. (2023). A review on TOPSIS method and its extensions for different applications with recent development. *Soft Computing*, 27(23), 18011–18039. https://doi.org/10.1007/s00500-023-09011-0

Pollock, N., & Cornford, J. (2004). ERP systems and the university as a "unique" organisation. *Information Technology & People*, 17(1), 31–52. https://doi.org/10.1108/09593840410522161

Portelinha, M. A., Carrara, A., Zanon, L. G., Esposto, K. F., & Anholon, R. (2025). Digital technologies to capture supply chain resilience: A multi-criteria approach in the Brazilian scenario. *Production & Manufacturing Research*, 13(1), 2576218. https://doi.org/10.1080/21693277.2025.2576218

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49–57. https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009

Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples. *Revue française d´informatique et de recherche opérationnelle* - Série Verte, 2, 57–75. https://www.numdam.org/item/RO_1968__2_1_57_0/

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.

Sabokbar, F. H., Hosseini, A., Banaitis, A., & Banaitiene, N. (2016). A novel sorting method TOPSIS-Sort: An application for Tehran environmental quality evaluation. *E+M Ekonomie a Management*, 19(2), 87–104. https://doi.org/10.15240/tul/001/2016-2-006

Sia, S. K., & Soh, C. (2007). An assessment of package–organisation misalignment: Institutional and ontological structures. *European Journal of Information Systems*, 16(5), 568–583. https://doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000700

Tariq, M. I., Tayyaba, S., Ali Mian, N., Sarfraz, M. S., De-la-Hoz-Franco, E., Butt, S. A., Santarcangelo, V., & Rad, D. V. (2020). Combination of AHP and TOPSIS methods for the ranking of information security controls to overcome its obstructions under fuzzy environment. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(5), 6075–6088. https://doi.org/10.3233/JIFS-179692

Tietz Cazeri, G., Sigahi, T. F. A. C., Rampasso, I. S., De Moraes, G. H. S. M., Zanon, L. G., De Oliveira Gavira, M., Eustachio, J. H. P. P., Leal Filho, W., & Anholon, R. (2024). A multicriteria approach for assessing the maturity of supply chains regarding the implementation of circular economy practices in Brazil. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 31(5), 611–625. https://doi.org/10.1080/13504509.2024.2304616

Zach, O., & Munkvold, B. E. (2011). ERP System Customization In SMEs: A Multiple Case Study. PACIS 2011 *Proceedings*. https://aisel.aisnet.org/pacis2011/221

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8, 338–353. https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X

APÊNDICE A – Critérios, pontuações e termos linguísticos

Critério	Descrição	Tipo de critério	Preferência	Escala Numérica	Termo Linguístico
Alinhamento estratégico a planos institucionais	Prioridade explícita da alta gestão	Benefício	Maximizar	5	Muito alto
	Alinhado a estratégias governamentais de âmbito nacional (ex.: Estratégia de Governo Digital)			4	Alto
	Previsto em plano de TI anterior da instituição e ainda não executado (ex.: PDTIC)			3	Médio
	Previsto em plano institucional vigente (ex.: PDTIC, PDI ou PEI)			2	Baixo
	Não previsto em nenhum instrumento de planejamento			1	Muito baixo
Exigência legal ou normativa	Mais de uma exigência legal ou normativa externa	Benefício	Maximizar	5	Muito alto
	Mais de uma exigência legal ou normativa externa acompanhada de exigência interna			4	Alto
	Uma exigência legal ou normativa externa			3	Médio
	Uma (ou mais) exigência legal ou normativa interna			2	Baixo
	Não é uma exigência legal ou normativa			1	Muito baixo
Abrangência na comunidade acadêmica	Toda a comunidade universitária e também a sociedade externa	Benefício	Maximizar	5	Muito alto
	Toda ou a maior parte da comunidade acadêmica			4	Alto
	A maior parte dos técnicos administrativos e/ou dos discentes e/ou dos docentes			3	Médio
	Unidades acadêmicas ou administrativas isoladamente (ex.: centros, órgãos suplementares, pró-reitorias)			2	Baixo
	Um único departamento ou setor			1	Muito baixo
Complexidade	Requisitos claramente definidos e precisos, mínima interdependência entre sistemas, poucas partes interessadas, muito baixo risco de mudanças	Custo	Minimizar	1	Muito baixa
	Requisitos relativamente claros e precisos, interdependência limitada entre sistemas, algumas partes interessadas, baixo risco de mudanças			2	Baixa
	Requisitos moderadamente complexos e claros, interdependência entre sistemas, algumas partes interessadas, risco moderado de mudanças			3	Média
	Requisitos complexos e ambíguos, significativa interdependência entre sistemas, muitas partes interessadas, risco moderado a alto de mudanças			4	Alta
	Requisitos extremamente complexos, alta interdependência entre sistemas, muitas partes interessadas com necessidades conflitantes, alto risco de mudanças			5	Muito alta
Esforço	Atividades pontuais que envolvem um único desenvolvedor por um curto período	Custo	Minimizar	1	Muito baixo
	Customização que envolve um desenvolvedor, com atividades claramente definidas e sem necessidade de articulação com outros servidores			2	Baixo
	Customização que envolve dois desenvolvedores da mesma equipe, com necessidade de articulação entre eles			3	Médio
	Customização que envolve três ou mais desenvolvedores, ou dois desenvolvedores com necessidade de apoio de outras áreas técnicas			4	Alto
	Customização executada conjuntamente por mais de um setor, com coordenação necessária entre equipes			5	Muito alto
Tempo total	Até 1 mês	Custo	Minimizar	1	Muito curto
	De 1 a 3 meses			2	Curto
	De 3 a 6 meses			3	Médio
	De 6 meses a 1 ano			4	Longo
	Mais de um ano			5	Muito longo