

**ACEITAÇÃO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS E FORMAÇÃO DE  
COMPETÊNCIAS ANALÍTICAS NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR:  
EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS À LUZ DO MODELO TAM.**

Acceptance of educational technologies and formation of analytical skills in teaching linear programming: empirical evidence in light of the TAM model.

Denilson de Souza<sup>1</sup>  
Ivaír Alves dos Santos<sup>2</sup>  
Roque Antônio de Moura<sup>3</sup>

**RESUMO**

A adoção de tecnologias educacionais no ensino de métodos quantitativos tem sido amplamente investigada, mas a relação entre aceitação tecnológica, desempenho acadêmico e formação de competências analíticas ainda carece de evidências empíricas robustas no contexto brasileiro de ensino superior. Este artigo investiga como a utilidade percebida e a facilidade de uso de ferramentas computacionais (GeoGebra e Excel Solver) se correlacionam com o ganho de desempenho em Programação Linear, à luz do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM). Com base em dados coletados de 66 estudantes de Engenharia e Administração por meio de um delineamento pré-teste e pós-teste, os resultados revelaram ganho estatisticamente significativo de desempenho ( $t = 6,65$ ;  $gl = 65$ ;  $p < 0,0001$ ;  $d$  de Cohen = 0,82) e correlação positiva moderada entre aceitação tecnológica e evolução acadêmica ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,05$ ). A análise qualitativa identificou quatro dimensões perceptuais predominantes: clareza conceitual (84%), aplicabilidade prática (70%), visualização gráfica (66%) e autoconfiança matemática (56%). Os achados sugerem que a aceitação das ferramentas medeia o impacto da intervenção pedagógica sobre o desempenho, com implicações diretas para o design de programas de formação em métodos quantitativos alinhados aos ODS 4, 9 e 12.

<sup>1</sup> denilson.souza@unitau.br – Universidade de Taubaté.

<sup>2</sup> ivair.santos@unitau.br – Universidade de Taubaté.

<sup>3</sup> roque.amoura@unitau.br – Universidade de Taubaté.

**Palavras-chave:** Modelo de Aceitação de Tecnologia; Programação Linear; Competências Analíticas; GeoGebra; Excel Solver; Ensino Superior.

## ABSTRACT

The adoption of educational technologies in quantitative methods teaching has been widely investigated, but the relationship between technology acceptance, academic performance, and analytical competency development still lacks robust empirical evidence in the Brazilian higher education context. This article investigates how perceived usefulness and ease of use of computational tools (GeoGebra and Excel Solver) correlate with Linear Programming performance gains, grounded in the Technology Acceptance Model (TAM). Based on data collected from 66 Engineering and Management students through a pretest-posttest design, results revealed statistically significant performance improvement ( $t = 6.65$ ;  $df = 65$ ;  $p < 0.0001$ ; Cohen's  $d = 0.82$ ) and a moderate positive correlation between technology acceptance and academic evolution ( $r = 0.48$ ;  $p < 0.05$ ). Qualitative analysis identified four predominant perceptual dimensions: conceptual clarity (84%), practical applicability (70%), graphical visualization (66%), and mathematical self-confidence (56%). The findings suggest that tool acceptance mediates the pedagogical intervention's impact on performance, with direct implications for the design of quantitative methods training programs aligned with SDGs 4, 9 and 12.

**Keywords:** Technology Acceptance Model; Linear Programming; Analytical Competencies; GeoGebra; Excel Solver; Higher Education.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização e Problema de Pesquisa

O ensino de métodos quantitativos em cursos de Engenharia e Administração enfrenta um paradoxo persistente: ferramentas como a Programação Linear (PL) são reconhecidas como essenciais para a tomada de decisão em ambientes organizacionais complexos (TAHA, 2017; HILLIER; LIEBERMAN, 2021), mas seu ensino frequentemente falha em converter conhecimento técnico em competência aplicada. A lacuna não é apenas cognitiva — é também motivacional e perceptual. Estudantes que não percebem utilidade nas ferramentas que aprendem tendem a adotá-las menos, retê-las por menos tempo e aplicá-las com menor efetividade no ambiente profissional (DAVIS, 1989; VENKATESH; MORRIS; DAVIS, 2003).

Essa dimensão perceptual da aprendizagem de métodos quantitativos tem sido sistematicamente subestimada na literatura pedagógica da área. A maioria dos estudos foca nos resultados de desempenho (notas, acertos, erros) sem investigar os mecanismos que explicam por que determinadas abordagens funcionam melhor do que outras. O Modelo de

Aceitação de Tecnologia (TAM), proposto por Davis (1989), oferece um arcabouço teórico consolidado para investigar exatamente esse elo: como a utilidade percebida e a facilidade de uso de uma ferramenta tecnológica influenciam sua adoção e, por extensão, os resultados de aprendizagem associados ao seu uso.

Este artigo parte de um conjunto de dados empíricos coletados junto a 66 estudantes dos cursos de Engenharia e Administração de uma instituição de ensino superior, submetidos a uma intervenção pedagógica estruturada no ensino de Programação Linear com uso de GeoGebra e Excel Solver. A pergunta central que orienta o estudo é: em que medida a aceitação tecnológica das ferramentas computacionais utilizadas — operacionalizada pelos construtos de utilidade percebida e facilidade de uso do TAM — correlaciona-se com o ganho de desempenho acadêmico e com a formação de competências analíticas em Programação Linear?

## **1.2 Objetivos**

O objetivo geral é investigar a relação entre aceitação tecnológica (TAM) e formação de competências analíticas em Programação Linear, com base em evidências empíricas coletadas em contexto de ensino superior brasileiro.

Os objetivos específicos são:

- a) Mensurar o ganho de desempenho acadêmico em Programação Linear após intervenção pedagógica com GeoGebra e Excel Solver, por meio de testes estatísticos (t de Student e d de Cohen).
- b) Identificar as dimensões perceptuais predominantes na experiência de aprendizagem dos participantes.
- c) Analisar a correlação entre aceitação tecnológica e ganho de desempenho, interpretando os resultados à luz do TAM.
- d) Discutir as implicações dos achados para o design de programas de formação em métodos quantitativos alinhados aos ODS 4, 9 e 12.

## **1.3 Justificativa**

A justificativa deste estudo assenta-se em três dimensões. Teoricamente, contribui para a literatura sobre TAM no ensino superior ao fornecer evidências empíricas da relação entre aceitação tecnológica e desempenho em métodos quantitativos — interface ainda pouco explorada, especialmente no contexto brasileiro. Metodologicamente, combina análise quantitativa (teste t pareado, d de Cohen, correlação de Pearson) com análise qualitativa de

conteúdo (Bardin), oferecendo uma visão integrada dos resultados. Praticamente, os achados fornecem subsídios para que coordenadores de curso e docentes tomem decisões mais informadas sobre a seleção e integração de tecnologias educacionais em disciplinas de Pesquisa Operacional e Métodos Quantitativos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) no Ensino Superior**

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), proposto por Davis (1989), é um dos frameworks mais influentes no estudo da adoção de sistemas de informação. O modelo postula que dois construtos centrais determinam a intenção de uso de uma tecnologia: a utilidade percebida (UP) — grau em que o usuário acredita que a tecnologia melhora seu desempenho — e a facilidade de uso percebida (FUP) — grau em que o uso da tecnologia é considerado livre de esforço. Venkatesh e Davis (2000) expandiram o modelo original (TAM2), incorporando influências sociais e cognitivas sobre a utilidade percebida. Venkatesh et al. (2003) propuseram a Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT), integrando TAM com outros modelos de adoção.

No contexto educacional, o TAM tem sido aplicado para investigar a adoção de plataformas de e-learning, simuladores e softwares educacionais (AL-FRAIHAT et al., 2020). Os achados consistentes da literatura indicam que utilidade percebida é o preditor mais forte de intenção de uso em contextos de ensino superior, seguida pela facilidade de uso (PARK, 2009). Contudo, a relação entre aceitação tecnológica e resultados de aprendizagem mensuráveis — como ganho de desempenho em testes — permanece pouco investigada, especialmente em disciplinas de métodos quantitativos.

### **2.2 Programação Linear e Dificuldades de Aprendizagem**

A Programação Linear (PL) é uma das técnicas centrais da Pesquisa Operacional, com ampla aplicação em problemas de alocação de recursos, planejamento da produção, logística e análise financeira (TAHA, 2017; HILLIER; LIEBERMAN, 2021). A solução de modelos de PL baseia-se no Método Simplex, que explora sistematicamente os vértices da região viável convexa definida pelas restrições lineares do problema (BAZARAA; JARVIS; SHERALI, 2019). Winston (2004) destaca que a PL transcende sua dimensão técnica ao constituir uma linguagem formal de representação de sistemas organizacionais.

Apesar de sua relevância, o ensino de PL enfrenta dificuldades documentadas. Scarpin e Pizzinato (2009) identificaram que estudantes têm dificuldades especialmente na etapa de formulação do modelo — tradução de um problema organizacional em variáveis de decisão, função, objetivo e restrições. Bandeira-de-Mello et al. (2020) apontam que a fragmentação curricular, com PL ensinada isoladamente de áreas como logística e finanças, reduz a percepção de aplicabilidade. Silva e Silva (2016) demonstraram que abordagens centradas em algoritmos, sem conexão com problemas reais, limitam o desenvolvimento do raciocínio analítico.

### **2.3 Tecnologias Educacionais no Ensino de Métodos Quantitativos**

Duas ferramentas têm se destacado na literatura sobre ensino de PL: o GeoGebra e o Excel Solver. O GeoGebra é um software de matemática dinâmica de código aberto que permite representar graficamente restrições, funções objetivo e regiões viáveis, tornando visível a geometria subjacente ao modelo de PL (BARRETO; SILVA; OLIVEIRA, 2021; CAMARGO, 2022). Sua característica dinâmica — que permite ao estudante mover parâmetros e observar o impacto em tempo real — é particularmente relevante para desenvolver intuição sobre a relação entre restrições e solução ótima.

O Excel Solver complementa o GeoGebra ao permitir a resolução de modelos com múltiplas variáveis e restrições, ultrapassando as limitações da abordagem gráfica bidimensional (SILVA; OLIVEIRA, 2022). Sua familiaridade no ambiente corporativo confere à ferramenta alto potencial de utilidade percebida pelos estudantes, um dos construtos centrais do TAM. Souza e Viagi (2025) demonstraram que a conexão entre Solver e situações reais de planejamento aumenta significativamente o engajamento e a percepção de aplicabilidade pelos estudantes.

### **2.4 Competências Analíticas, ODS e Inteligência Coletiva**

A formação de competências analíticas — capacidade de modelar, resolver e interpretar problemas quantitativos em contextos organizacionais — é reconhecida como pilar do ODS 4 (Educação de Qualidade) e habilitadora dos ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis) (ONU, 2015). Profissionais capazes de otimizar recursos por meio de modelos matemáticos contribuem diretamente para a eficiência produtiva e a redução de desperdícios em cadeias de valor (PIZZOLATO; ARENALES, 2014).

A dimensão coletiva da aprendizagem também é relevante. Abordagens pedagógicas que estruturam atividades em duplas ou grupos, com socialização de soluções e interpretações, estimulam processos de inteligência coletiva — nos quais a diversidade de perspectivas sobre um mesmo problema enriquece o repertório analítico individual (LÉVY, 1994; MORAN, 2018). Essa dinâmica colaborativa é especialmente produtiva em disciplinas de métodos quantitativos, onde diferentes estratégias de modelagem para o mesmo problema evidenciam a natureza não determinística do processo de formulação.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Delineamento e Abordagem**

A pesquisa adota abordagem quali-quantitativa, com delineamento quase experimental do tipo pré-teste e pós-teste com grupo único (one group pretest-posttest design), conforme definido por Cohen, Manion e Morrison (2018). Esse delineamento é adequado para contextos educacionais onde a randomização não é viável, permitindo mensurar mudanças atribuíveis à intervenção com controle dos escores iniciais. A análise qualitativa complementa os dados quantitativos ao investigar os mecanismos perceptuais subjacentes ao ganho de desempenho, conforme preconizado por Bardin (2011).

#### **3.2 Participantes e Contexto**

Participaram 66 estudantes regularmente matriculados em disciplinas de Pesquisa Operacional em cursos de Engenharia e Administração de uma instituição de ensino superior brasileira. A amostra é de conveniência (não probabilística), representando a população de estudantes que frequentemente apresenta dificuldades com abstração matemática e aplicação prática de modelos quantitativos. O pareamento dos instrumentos pré e pós-teste foi garantido por número de controle numérico aleatório definido pelo próprio estudante, sem associação a dados pessoais.

#### **3.3 Intervenção Pedagógica**

A intervenção foi estruturada em quatro encontros presenciais (12 horas), organizados nas seguintes etapas sequenciais:

a) Pré-teste: questionário diagnóstico avaliando domínio inicial de conceitos de PL (função objetivo, restrições, variáveis de decisão, interpretação geométrica).

b) Conceituação: apresentação estruturada dos fundamentos de PL com exemplos introdutórios.

c) Treinamento computacional: uso guiado do GeoGebra (plotagem de restrições e região viável) e do Excel Solver (estruturação do modelo, definição de célula objetivo, variáveis e restrições).

d) Estudo de caso: resolução do problema "Otimização da Produção na Fábrica Arte Madeira" pelos métodos gráfico, Simplex manual, GeoGebra e Solver, com comparação entre abordagens.

e) Prática colaborativa: resolução de novos problemas em duplas, com socialização das soluções entre os participantes.

f) Pós-teste: reaplicação do questionário avaliativo, acrescido de escala Likert de percepção (utilidade e facilidade de uso das ferramentas — construtos TAM).

### **3.4 Instrumentos e Procedimentos de Análise**

Foram utilizados dois instrumentos principais. O questionário de desempenho (pré e pós-teste) continha questões objetivas e discursivas cobrindo cinco dimensões cognitivas: conceituação de PL, formulação de variáveis de decisão, formulação de restrições, interpretação geométrica e aplicação do Método Simplex. O questionário de percepção (pós-teste) continha itens em escala Likert de 5 pontos (1 = Discordo totalmente; 5 = Concordo totalmente) sobre utilidade percebida e facilidade de uso das ferramentas (construtos TAM), além de questões abertas sobre a experiência de aprendizagem.

A análise quantitativa incluiu: estatística descritiva (médias, medianas, desvios-padrão); teste t de Student para amostras pareadas ( $\alpha = 0,05$ ) para avaliar a significância do ganho de desempenho (FIELD, 2013); d de Cohen para mensurar a magnitude do efeito; e correlação de Pearson (r) entre o escore de aceitação tecnológica e o ganho de desempenho (pós-teste menos pré-teste). A análise qualitativa baseou-se na técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2011), com categorização das respostas abertas em dimensões perceptuais emergentes.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Desempenho Acadêmico: Análise Quantitativa**

Os resultados descritivos revelaram mudança consistente no desempenho dos participantes após a intervenção. A média no pré-teste foi de 73,6% (DP = 17,2%), indicando

heterogeneidade no domínio inicial dos conceitos de PL. Após a intervenção, a média no pós-teste atingiu 89,4% (DP = 15,1%), representando ganho absoluto de 15,8 pontos percentuais. A redução do desvio-padrão de 17,2% para 15,1% sugere não apenas melhora global, mas maior homogeneidade técnica entre os participantes.

**Tabela 1 – Resultados do teste t para amostras pareadas (n = 66)**

Parâmetro	Pré-teste	Pós-teste	Diferença
Média (%)	73,6	89,4	+15,8
Mediana (%)	76,0	92,0	+16,0
Desvio-padrão (%)	17,2	15,1	-2,1
t (gl = 65)	—	—	6,65
p-valor	—	—	< 0,0001
d de Cohen	—	—	0,82 (efeito grande)

*Fonte: Elaboração dos autores*

O teste t de Student para amostras pareadas confirmou diferença estatisticamente significativa ( $t = 6,65$ ;  $gl = 65$ ;  $p < 0,0001$ ), indicando probabilidade extremamente baixa de o ganho observado ser atribuído ao acaso. O d de Cohen de 0,82 classifica-se como efeito grande, segundo os critérios de Cohen (1988), evidenciando impacto prático relevante da intervenção — não apenas estatístico.

A análise por dimensão cognitiva revelou padrão diferenciado de evolução. As maiores melhoras ocorreram em "Formulação das restrições" (+9 pp) e "Método Simplex" (+9 pp), dimensões tipicamente associadas às maiores dificuldades de aprendizagem identificadas na literatura (SCARPIN; PIZZINATTO, 2009). A "Interpretação geométrica" apresentou melhora de +6 pp, resultado diretamente associável ao uso do GeoGebra como ferramenta de visualização.

**Tabela 2 – Evolução por dimensão cognitiva avaliada**

Dimensão cognitiva	Pré-teste (%)	Pós-teste (%)	Ganho (pp)	Ferramenta associada
Conceituação de PL	78,0	91,0	+13	Aula dialogada
Formulação de variáveis	75,0	87,0	+12	Estudo de caso
Formulação de restrições	68,0	77,0	+9	GeoGebra + Solver
Interpretação geométrica	71,0	77,0	+6	GeoGebra
Método Simplex	75,0	84,0	+9	Prática colaborativa

*Fonte: Elaboração dos autores*

## 4.2 Dimensões Perceptuais: Análise Qualitativa

A análise de conteúdo das respostas abertas (BARDIN, 2011) identificou quatro categorias perceptuais predominantes, que caracterizam as dimensões da experiência de aprendizagem dos participantes.

**Tabela 3 – Dimensões perceptuais identificadas na análise de conteúdo**

Dimensão perceptual	Palavras-chave recorrentes	Frequência (%)	Relação com TAM
Clareza conceitual	"Entendimento", "Visual", "Organizado"	84	Facilidade de uso percebida (FUP)
Aplicabilidade prática	"Empresa", "Decisão", "Otimização"	70	Utilidade percebida (UP)
Visualização gráfica	"Gráfico", "GeoGebra", "Região viável"	66	Facilidade de uso percebida (FUP)
Autoconfiança matemática	"Aprendi", "Consigo resolver"	56	Resultado de aprendizagem

*Fonte: Elaboração dos autores com base em Bardin (2011) e Davis (1989)*

A predominância de respostas associadas à clareza conceitual (84%) e à aplicabilidade prática (70%) sugere que os dois construtos centrais do TAM — facilidade de uso percebida e utilidade percebida — foram ativados positivamente pela intervenção. Esse padrão é coerente com as predições do modelo: quando os usuários percebem que uma tecnologia é fácil de usar e útil para seus objetivos, a probabilidade de adoção e uso efetivo aumenta (DAVIS, 1989; VENKATESH; MORRIS; DAVIS, 2003). No contexto educacional, esse engajamento amplificado com as ferramentas é o mecanismo mediador que explica o ganho de desempenho.

## 4.3 Correlação entre Aceitação Tecnológica e Ganho de Desempenho

A correlação de Pearson entre o escore de aceitação tecnológica (média dos itens TAM do pós-teste) e o ganho de desempenho individual (pós-teste menos pré-teste) revelou associação positiva e moderada ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,05$ ). Esse resultado indica que participantes com maior aceitação das ferramentas computacionais tenderam a apresentar maior evolução de desempenho — ou seja, a aceitação tecnológica não é apenas um preditor de uso, como postula o TAM clássico, mas também um moderador dos resultados de aprendizagem.

Esse achado representa uma contribuição empírica relevante à literatura de TAM aplicada ao ensino superior. Estudos anteriores (PARK, 2009; AL-FRAIHAT et al., 2020) demonstraram que utilidade percebida e facilidade de uso predizem intenção de uso de

tecnologias educacionais, mas raramente mensuraram a correlação com ganhos objetivos de desempenho em testes. O coeficiente  $r = 0,48$  sugere que a aceitação tecnológica explica aproximadamente 23% da variância no ganho de desempenho ( $r^2 = 0,23$ ), com outros 77% atribuíveis a fatores como conhecimento prévio, motivação intrínseca e qualidade da colaboração em duplas.

#### **4.4 Interpretação Integrada: TAM, Aprendizagem e Competências Analíticas**

A integração dos resultados quantitativos e qualitativos permite propor um modelo interpretativo para o processo estudado: a intervenção pedagógica estruturada ativa a percepção de utilidade (via estudos de caso contextualizados) e de facilidade de uso (via treinamento guiado com GeoGebra e Solver); essa ativação perceptual eleva o engajamento com as ferramentas; o maior engajamento amplia a exposição e a prática com o conteúdo; e essa prática ampliada é o mecanismo proximal que produz o ganho de desempenho. A dimensão colaborativa — trabalho em duplas, socialização de soluções — amplifica esse processo ao expor cada participante a diferentes estratégias de modelagem, enriquecendo o repertório analítico individual (LÉVY, 1994).

Os resultados também evidenciam o papel específico de cada ferramenta: o GeoGebra atua prioritariamente sobre a facilidade de uso percebida, tornando a geometria da PL visível e intuitiva; o Excel Solver atua sobre a utilidade percebida, conectando o modelo matemático ao ambiente de decisão corporativo. A combinação das duas ferramentas cobre, portanto, os dois construtos centrais do TAM, o que pode explicar a magnitude do efeito observado ( $d = 0,82$ ) — superior ao que seria esperado do uso isolado de apenas uma das ferramentas.

#### **4.5 Contribuições aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**

Os resultados têm implicações diretas para três ODS da Agenda 2030. Para o ODS 4 (Educação de Qualidade), evidenciam que a combinação de tecnologias digitais acessíveis com metodologias ativas produz ganhos de aprendizagem significativos e reduz a heterogeneidade de desempenho — tornando a educação quantitativa mais equitativa. Para o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), demonstram que a formação de profissionais capazes de modelar e resolver problemas de otimização é viabilizada por ferramentas de baixo custo e alta acessibilidade. Para o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), sustentam que a competência analítica em PL — desenvolvida pela intervenção — é habilitadora da otimização de recursos e redução de desperdícios em cadeias produtivas.

## 5 CONCLUSÃO

Este artigo investigou a relação entre aceitação tecnológica (TAM) e formação de competências analíticas em Programação Linear, com base em dados empíricos coletados junto a 66 estudantes de Engenharia e Administração. Os principais achados são: (i) a intervenção pedagógica com GeoGebra e Excel Solver produziu ganho significativo de desempenho ( $d = 0,82$ ), com efeito classificado como grande; (ii) os dois construtos centrais do TAM — utilidade percebida e facilidade de uso — foram ativados positivamente, conforme evidenciado pela análise qualitativa; e (iii) a correlação entre aceitação tecnológica e ganho de desempenho ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,05$ ) sugere que a aceitação das ferramentas medeia o impacto da intervenção sobre os resultados de aprendizagem.

A contribuição teórica principal reside na articulação empírica entre TAM e desempenho acadêmico em métodos quantitativos — interface ainda pouco explorada na literatura. A contribuição prática está na identificação de que o GeoGebra e o Excel Solver atuam sobre construtos TAM distintos (facilidade de uso e utilidade percebida, respectivamente), o que sugere que sua combinação é sinérgica e não redundante para o design de intervenções pedagógicas eficazes.

Como limitações, reconhece-se: a amostra de conveniência em instituição única, que restringe a generalização; o delineamento sem grupo de controle, que limita a atribuição causal; e o período reduzido de acompanhamento, que não permite avaliar a retenção de longo prazo. Para pesquisas futuras, recomenda-se: (a) replicar o estudo com grupos de controle e amostras de múltiplas instituições; (b) investigar a persistência dos ganhos de desempenho e da aceitação tecnológica ao longo do semestre; (c) explorar o papel mediador da autoconfiança matemática na relação entre aceitação tecnológica e desempenho; e (d) examinar o potencial da IA Generativa como ferramenta complementar na formulação automática de modelos de PL a partir de linguagem natural.

## REFERÊNCIAS

- AL-FRAIHAT, D. et al. Evaluating E-learning systems success: an empirical study. *Computers in Human Behavior*, v. 102, p. 67-86, 2020.
- BANDEIRA-DE-MELLO, R. et al. Ensino de pesquisa operacional em administração: desafios e perspectivas. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 24, n. 3, p. 245-260, 2020.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

- BARRETO, M.; SILVA, R.; OLIVEIRA, F. Uso de softwares educacionais no ensino de Programação Linear. *Revista Brasileira de Ensino de Engenharia*, v. 40, n. 2, p. 1-15, 2021.
- BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D. *Linear programming and network flows*. 5. ed. Hoboken: Wiley, 2019.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- CAMARGO, R. S. S. Programação linear com a utilização do software GeoGebra como ferramenta de ensino aprendizagem. *Revista de Educação em Matemática Aplicada*, v. 3, n. 2, p. 20-30, 2022.
- COHEN, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2. ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1988.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. *Research methods in education*. 8. ed. London: Routledge, 2018.
- DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, v. 13, n. 3, p. 319-340, 1989.
- FIELD, A. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. 4. ed. London: Sage, 2013.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. *Introduction to operations research*. 11. ed. New York: McGraw-Hill, 2021.
- LÉVY, P. *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço*. São Paulo: Loyola, 1994.
- MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora*. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-25.
- ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Nova York: ONU, 2015.
- PARK, S. Y. An analysis of the technology acceptance model in understanding university students' behavioral intention to use e-learning. *Educational Technology & Society*, v. 12, n. 3, p. 150-162, 2009.
- PIZZOLATO, N. D.; ARENALES, M. N. *Pesquisa operacional para cursos de engenharia*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- SCARPIN, J. E.; PIZZINATTO, N. Ensino de pesquisa operacional: dificuldades e desafios. *Gestão & Produção*, v. 16, n. 3, p. 445-456, 2009.
- SILVA, A. L.; SILVA, M. H. Uso do Excel Solver no ensino de Pesquisa Operacional. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 35, n. 2, p. 15-27, 2016.
- SILVA, R.; OLIVEIRA, F. Excel Solver aplicado à otimização de processos produtivos. *Revista de Engenharia e Gestão*, v. 28, n. 1, p. 45-58, 2022.

- SOUZA, D.; VIAGI, A. F. Ensino da modelagem com programação linear: uma ideia para ensinar administração na prática usando lead time – ODS 4. Revista Ciências Exatas, v. 31, n. 1, p. 1-15, 2025.
- SOUZA, G. H. et al. Aplicação da programação linear em cenários produtivos com a linguagem R (ODS 4, 9, 12). Anais... 2026. (no prelo)
- TAHA, H. A. Operations research: an introduction. 10. ed. Boston: Pearson, 2017.
- VENKATESH, V.; DAVIS, F. D. A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. Management Science, v. 46, n. 2, p. 186-204, 2000.
- VENKATESH, V.; MORRIS, M. G.; DAVIS, F. D. User acceptance of information technology: toward a unified view. MIS Quarterly, v. 27, n. 3, p. 425-478, 2003.
- WINSTON, W. L. Operations research: applications and algorithms. 4. ed. Belmont: Thomson, 2004.
- XAVIER, G. S. Metodologias ativas no ensino de lógica de programação: modificando a aprendizagem. 2022. 176 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Guaíba, 2022.
- YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.