



ENSINO DA MODELAGEM COM PROGRAMAÇÃO LINEAR: UMA IDEIA PARA ENSINAR ADMINISTRAÇÃO NA PRÁTICA USANDO *LEAD TIME* – ODS 4

TEACHING MODELING WITH LINEAR PROGRAMMING: AN IDEA TO TEACH ADMINISTRATION IN PRACTICE
USING LEAD TIME – SDG 4

Denilson de Souza | denilson.souza@unitau.br | Universidade de Taubaté/SP

Arcione Ferreira Viagi | arcione.fviagi@unitau.br | Universidade de Taubaté/SP

RESUMO

O processo ensino-aprendizagem bem-sucedido tem sido uma preocupação frequente para a sociedade moderna. Por exemplo, muitos alunos de Administração enfrentam dificuldades para se conectarem com o mundo numérico e teoremas da disciplina programação linear (PL) e sua prática gerencial por não enxergar a sua praticidade na gestão e controle no dia a dia. Esta pesquisa objetiva divulgar uma forma ativa de ensinar PL partindo das premissas essenciais do mundo real, o *lead time* e o tempo que leva para uma matéria prima se transformar em produto. A metodologia utilizada, além de seguir as normativas acadêmicas do plano de ensino como ementa e objetivo em sala de aula, propõe que as variações de demanda e outras oscilações nos pedidos sejam exercitadas na prática para que os alunos consigam por meio da PL resolver um problema real desta variação no momento da produção assumindo papéis e responsabilidades de gestores e utilizando ferramentas computacionais e especializadas como os *softwares* Geogebra e o Excel. Como resultado espera-se que os estudantes explorem situações do dia a dia, onde possam otimizar a produção e entender o impacto de prazos apertados e mudanças inesperadas na demanda, possibilitando que desenvolvam um pensamento mais estratégico e tomem decisões mais alinhadas com os desafios do mercado real e validadas. Conclui-se que a abordagem em sala de aula torna as aulas mais envolventes e preparará melhor os egressos e futuros administradores para o mercado de trabalho. A metodologia proposta pode incentivar os alunos a entenderem melhor e usarem os métodos quantitativos da disciplina programação linear como uma aliada na gestão assertiva e menos propensa a subjetividade.

Palavras-chave: Administração. Lead time. Ensino prático. Pesquisa Operacional. Programação Linear.

ABSTRACT

The successful teaching-learning process has been a frequent concern for modern society. For example, many Business Administration students face difficulties in connecting with the numerical world and theorems of the linear programming (LP) discipline and its management practice because they do not see its practicality in day-to-day management and control. This research aims to disseminate an active way of teaching LP based on the essential premises of the real world, the lead time and the time it takes for a raw material to be transformed into a product. The methodology used, in addition to following the academic norms of the teaching plan as a syllabus and objective in the classroom, proposes that demand variations and other fluctuations in orders be exercised in practice so that students can, through LP, solve a real problem of this variation at the time of production, assuming the roles and responsibilities of managers and using computational and specialized tools such as Geogebra and Excel software. As a result, students are expected to explore everyday situations where they can optimize production and understand the impact of tight deadlines and unexpected changes in demand, enabling them to develop more strategic thinking and make decisions that are more aligned with real market challenges and validated. It is concluded that the classroom approach makes classes more engaging and will better prepare graduates and future administrators for the job market. The proposed methodology can encourage students to better understand and use the quantitative methods of the linear programming discipline as an ally in assertive management and less prone to subjectivity.

Keywords: Administration. Lead time. Practical teaching. Operational research. Linear programming.

1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia em ambientes acadêmicos compartilhados entre humanos e máquinas facilitam que um aluno de Administração tentando entender e aprender programação linear (PL), consiga enxergar a sua praticidade na gestão e controle administrativo no dia a dia. Equações, gráficos e números respondem questionamentos e facilitam a forma de como os futuros administradores gerenciarão uma empresa. Contudo o grande desafio é fazer com que os alunos entendam o propósito dos teorema da programação linear e se esforcem para aprender as equações, se passarem por um estresse mental seguido de desinteresse e potencial de abandono (Moura; Moura, 2019; Silva *et al.*, 2024).

O desinteresse é um problema comum e muitos discentes não entendem ou enxergam a PL como uma ferramenta incrível para tomar decisões, definir o que e quanto produzir ou como usar melhor explorar os recursos sendo na sala de aula, muitas vezes, o primeiro contato com os métodos numéricos e ensinada como um quebra-cabeça matemático cansativo, complicado e desconectado da realidade (Scarpin; Pizzinatto, 2009).

Esta pesquisa busca inovar na forma como a programação linear é ensinada, ou seja, usar metodologias ativas (Costa *et al.*, 2025) e prático com os alunos colocando “mãos na massa” e usando em sala de aula dois conceitos do mercado de trabalho que os gestores enfrentam, reduzir o *lead time* ou menor tempo na entrega dos ensinamentos sobre programação linear e minimizar as variações de demanda, ou seja, quando os pedidos e novas encomendas variam subindo ou caindo sem aviso.

Nesse sentido usar a tecnologia digital e computacional com exercícios que simulam desafios práticos, como gerenciar uma fábrica com prazos apertados, busca-se desenvolver nos alunos um forma de pensar como gestores usando os princípios matemáticos para resolver um problema real e propor soluções tecnicamente e financeiramente viáveis, ou seja, um processo de ensino-aprendizagem que agregue valor para a construção do conhecimento discente. Contudo há desafios como a integração entre humano e máquina, investimento necessário ou ainda pela dificuldade do aprendizado da disciplina programação linear por resistência cultural ou pouco conhecimento dos discentes em relação da matemática básica (Antônio *et al.*, 2024).

Dados recentes evidenciam que a formação analítica é cada vez mais valorizada no mercado de trabalho e a maioria dos engenheiros atua em cargos de gestão, indicando que competências quantitativas são essenciais não apenas para áreas técnicas, mas também para funções estratégicas. Essa realidade torna ainda mais urgente o aprimoramento do ensino de Programação Linear nos cursos de Administração, de modo a equipar futuros gestores com ferramentas práticas e aplicáveis à realidade empresarial (Usinagem Brasil, 2023; Benevides *et al.*, 2024).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A programação linear (PL) é uma disciplina técnica de otimização matemática amplamente empregada para alocar recursos escassos de forma eficiente, visando maximizar ou minimizar uma função objetivo linear, sujeita a um conjunto de restrições lineares de igualdade ou desigualdade atribuindo diferentes níveis para distintos fatores (Moura *et al.*, 2024). A solução ótima é tipicamente encontrada em um dos vértices do poliedro convexo definido pela região viável. Algoritmos como o método *Simplex*, desenvolvido por George Dantzig e métodos de pontos interiores são os principais para resolver tais problemas, garantindo a convergência para uma solução globalmente ótima (Dantzig, 1963).

A PL encontra vasta aplicação em diversas áreas, incluindo operações de manufatura, logística, finanças e planejamento de produção, proporcionando um arcabouço robusto para a tomada de decisões estratégicas e táticas. Mas, assim como um mapa só é útil se mostrar os obstáculos do caminho sem ignorar variáveis críticas que fazem a diferença entre o sucesso e o fracasso no mundo real (Arenalles *et al.*, 2015).

2.1 Redução do lead time no ensino da programação linear (PL)

A redução do *lead time* no ensino da programação linear (PL) foca na otimização do tempo necessário para que os estudantes compreendam e apliquem os conceitos fundamentais, desde a formulação de problemas até a interpretação de soluções. Este objetivo é alcançado com a implementação de metodologias de ensino que priorizam a aprendizagem ativa e a visualização computacional. A utilização de *softwares* especializados integrados aos ambientes de desenvolvimento interativos possibilita que os alunos experimentem a construção e resolução de modelos de PL de forma prática e imediata, minimizando o tempo gasto com cálculos manuais tediosos, que podem ser um gargalo no processo de aprendizagem (Winston; Goldberg, 2004).

O *lead time* é o tempo que uma empresa leva para transformar um pedido em um produto e o entregar, o que faz com que uma empresa possa ganhar ou perder vendas ou pagar multas pelo não cumprimento do prometido. Nesse sentido ao se ensinar os alunos sobre o *lead time* na PL e sua importância em atendê-lo no prometido prazo, aliás o que é vital e se espera de qualquer organização séria (Fogliatto; Ribeiro, 2019).

Ensinar os alunos a lidarem com as oscilações do mercado consumidor tem na PL uma forma de os preparar para tomar decisões mais inteligentes no mundo real. O planejamento da produção precisa ser robusto e prever que a demanda não é sempre a mesma, ou seja, pode sobrar ou faltar (Ravagnani; Lima, 2017).

2.2 Softwares especializados para ensino da programação linear (PL)

Nesse experimentos para validar os ganhos de aprendizado previstos os *softwares GeoGebra* e o *Excel Solver* podem ser usados como metodologia para engajar os alunos na resolução prática de problemas de programação linear (PL), com foco na influência do *lead time* e variações de demanda. O uso de ferramentas tecnológicas como o Excel Solver e o GeoGebra ajudam os alunos a experimentarem situações do dia a dia e ver os resultados de forma clara e dinâmica (Cardoso, 2019; Camargo, 2022).

No contexto do *lead time*, os alunos podem usar o Solver para descobrir como atrasos na entrega de materiais aumentam os custos, aprendendo na prática o que foi preconizado pela teoria. O Excel Solver ajuda na resolução de problemas complexos de PL economizando tempo e cálculos imediatos (Terra *et al.*, 2023; Pizzolato; Arenales, 2014).

O *software* especializado GeoGebra se adequa para quem gosta de aprender com imagens. Possibilita visualizar problemas de PL com duas variáveis, mostrando os limites e as melhores soluções em um gráfico. Os alunos aprenderem melhor, aumentando o aproveitamento com uma ferramenta visual conforme ilustra a Figura 1 (Aydi, 2020; Camargo, 2022).

Figura 1 | Alunos aprendendo PL com o *software GeoGebra*.



Fonte: Autores (2025).

Um grupo de estudantes adolescentes, imersos no aprendizado de programação linear (PL) utilizando o software GeoGebra em computadores com a tela exibindo um gráfico bidimensional que ilustra um problema de otimização, contendo linhas, regiões sombreadas e pontos rotulados, elementos essenciais para a visualização das restrições e da região viável em programação linear.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada, além de seguir as normativas acadêmicas do plano de ensino como ementa e objetivo em sala de aula, propõe que as variações de demanda e outras oscilações nos pedidos sejam exercitadas na prática para que os alunos consigam por meio da PL resolver um problema real desta variação no momento da produção assumindo papéis e responsabilidades de gestores e utilizando ferramentas computacionais e especializadas como os *softwares* Geogebra e o Excel.

A proposta usar a realidade de uma situação problema de programação linear na sala de aula.

Situação problema de PL:

- Lead time no planejamento de prazos de entrega.
- Variações de demanda e lidar com mudanças nos pedidos.
- Consequências reais: multas por atrasos ou custos operacionais extras.

3.1 Situação problema

Usando as ferramentas Excel Solver e GeoGebra pela facilidade na simulação de decisões reais. Os alunos trabalharam em grupos, testando ideias e discutindo soluções, como se fossem gestores de uma empresa para resolver o problema: Imagine que você gerencia uma pequena fábrica de camisetas. Você faz dois modelos: básica (R\$ 20,00 de lucro por unidade) e premium (R\$ 30,00 de lucro). Cada camiseta básica leva uma hora para ser feita. O modelo premium leva duas horas. Sua equipe trabalha quarenta horas por semana. A demanda varia: entre quinze vinte camisetas básicas e entre dez e quinze *premium* por semana. Além disso, os clientes esperam a entrega em três dias, e cada dia de atraso custa R\$ 1,00 por camiseta. Como planejar a produção?

3.2 Resolução do problema

Definindo as variáveis

- x : número de camisetas básicas produzidas por semana
- y : número de camisetas premium produzidas por semana

Função Objetivo

- Maximizar o lucro $= 20x + 30y$ (Lucros por tipo de camisetas)

Definição das Restrições

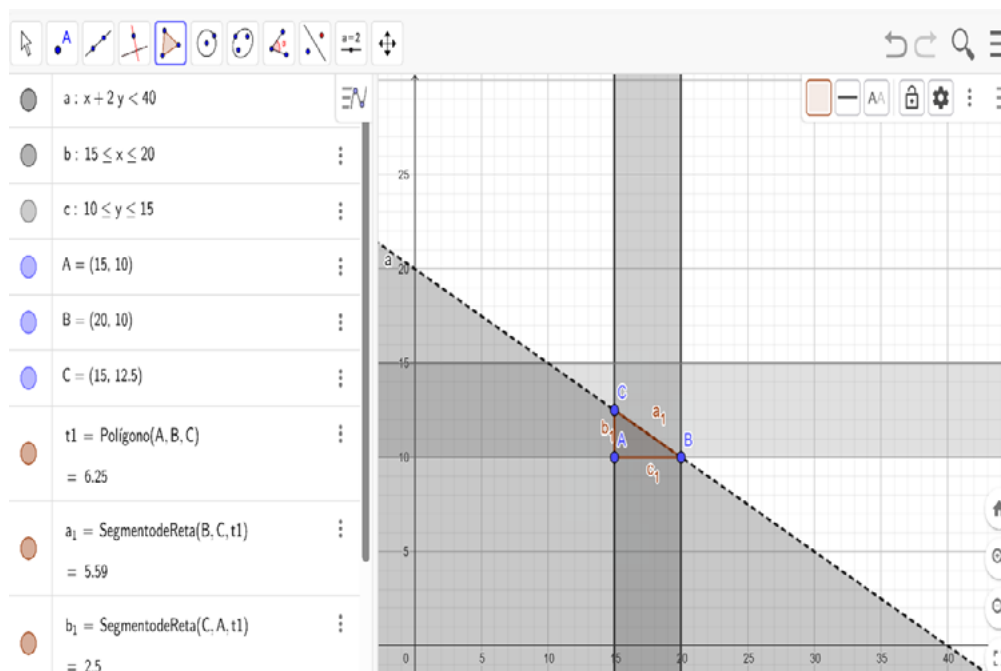
- $x + 2y \leq 40$ (Limitação do tempo em horas semanais)
- $15 \leq x \leq 20$ (Variação da demanda da camiseta do tipo básica)
- $10 \leq y \leq 15$ (Variação da demanda da camiseta do tipo premium)
- $x, y \in \mathbb{Z}$ (Não pode haver produção fracionada)

Resolução

Para resolver o problema da fábrica de camisetas, utilizamos o GeoGebra, um software livre de matemática e o Excel Solver, uma ferramenta prática para otimizar problemas de Programação Linear. No GeoGebra, representamos graficamente as restrições: , e e a função objetivo foi analisada por meio de linhas de nível, permitindo a identificação visual do ponto de máximo lucro dentro da região admissível.

Conforme orientam Arenalles *et al.* (2015), o conjunto de soluções viáveis é delimitado por um polígono de soluções possíveis forma-se pelas interseções das restrições no plano cartesiano conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 | Gráfico da função objetivo e suas restrições.



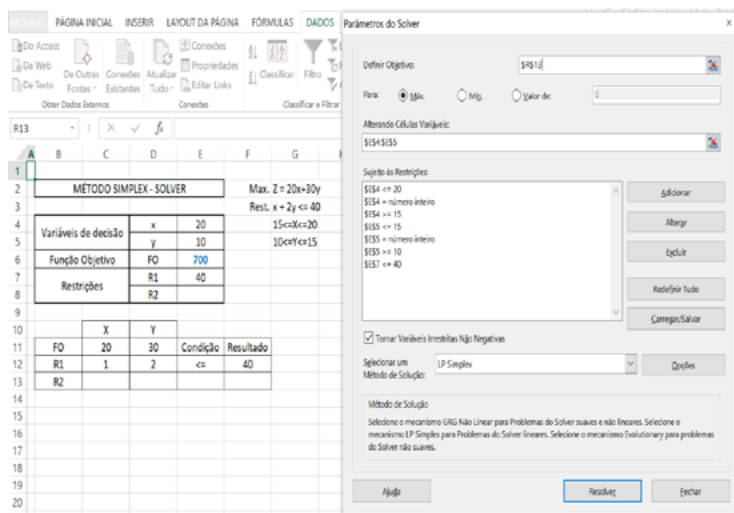
Fonte: Autores (2025).

3.3 Interpretação da solução proposta

Após a análise gráfica foi possível observar de maneira clara a área de viabilidade e identificar visualmente o ponto de solução ótima para o problema. No Solver, primeiro, organizamos os dados em uma planilha: as variáveis x (camisetas básicas) e y (camisetas premium) foram inseridas como células ajustáveis. A função objetivo, $20x + 30y$, foi definida como a célula de lucro a ser maximizada. Em seguida, adicionamos as restrições: $x + 2y \leq 40$ (limite de horas), $15 \leq x \leq 20$ (demanda básica), $10 \leq y \leq 15$ (demanda premium) e a condição de que x e y sejam inteiros. Ativamos o Solver, selecionamos o método Simplex LP executando a otimização, A Tabela 1 mostra a solução ótima obtida com o Solver, ou seja, para se produzir 20 camisetas básicas e 10 camisetas premium, totalizando 40 horas de trabalho e gerando um lucro de R\$ 700,00.

Essa combinação maximiza o lucro dentro das restrições de tempo e demanda. No entanto, esse cenário assume que a produção atende aos prazos de entrega e que a demanda está dentro dos limites previstos. Para explorar situações mais realistas, vamos analisar, nas próximas tabelas, como variações na demanda e atrasos na entrega impactam o lucro e as decisões de produção.

Tabela 1 | Resolução básica com o Excel Solver.



Fonte: Autores (2025).

Os alunos usando o Excel experimentam diferentes cenários com base nas variações de demanda lidando com situações e prazo de 3 dias para entrega. A Tabela 2 mostra o lucro total variando as demandas das camisetas e tipos de trabalho em 40 horas.

Tabela 2 | Variação do lucro em função das diferentes demandas.

	A	B	C	D
1	x (básica)	y (premium)	tempo (em horas)	Lucro em R\$
2	15	12	39	R\$ 660,00
3	16	12	40	R\$ 680,00
4	17	11	39	R\$ 670,00
5	18	11	40	R\$ 690,00
6	19	10	39	R\$ 680,00
7	20	10	40	R\$ 700,00
8	20	10	40	R\$ 700,00
9	18	11	40	R\$ 690,00
10	16	12	40	R\$ 680,00
11	14	13	40	R\$ 670,00
12	12	14	40	R\$ 660,00
13	10	15	40	R\$ 650,00

Fonte: Autores (2025).

3.4 Solução Ótima

Considerando que a solução “ótima” é composta por 20 camisetas do tipo básica e 10 camisetas do tipo premium, vamos simular o atraso na entrega e verificar o seu impacto no lucro. A Tabela 3 mostra o lucro líquido em função dos dias de atraso na entrega, considerando uma variação de 0 até 10 dias.

Tabela 3 | Variação do lucro líquido em função da quantidade de dias de atraso.

	A	B	C	D
15	<i>dias de atraso</i>	<i>desconto por 30 un.</i>	<i>Lucro Bruto</i>	<i>Lucro Líquido</i>
16	0	R\$ -	R\$ 700,00	R\$ 700,00
17	1	R\$ 30,00	R\$ 700,00	R\$ 670,00
18	2	R\$ 60,00	R\$ 700,00	R\$ 640,00
19	3	R\$ 90,00	R\$ 700,00	R\$ 610,00
20	4	R\$ 120,00	R\$ 700,00	R\$ 580,00
21	5	R\$ 150,00	R\$ 700,00	R\$ 550,00
22	6	R\$ 180,00	R\$ 700,00	R\$ 520,00
23	7	R\$ 210,00	R\$ 700,00	R\$ 490,00
24	8	R\$ 240,00	R\$ 700,00	R\$ 460,00
25	9	R\$ 270,00	R\$ 700,00	R\$ 430,00
26	10	R\$ 300,00	R\$ 700,00	R\$ 400,00

Fonte: Autores (2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse exercício mostra, na prática, como a Programação Linear pode ajudar a tomar decisões mais inteligentes, além de destacar a importância de gerenciar prazos e ter flexibilidade para se adaptar a imprevistos.

4.1 Benefícios e atendimento aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)

O resultado obtido com abordagem de ensinar PL para administradores com foco em um menor *lead time* contribui para os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) conforme Quadro 1.

Quadro 1 | Benefícios do ensino da programação linear com ajuda computacional

ODS	Contribuição aos objetivos de desenvolvimento sustentável
4	Educação de Qualidade: Ao fornecer ferramentas e metodologias que aprimoram a qualidade do aprendizado, tornando-o mais prático, relevante e eficiente.
8	Trabalho decente e crescimento econômico: Futuros profissionais com habilidades analíticas que impulsionam a produtividade, a eficiência e crescimento sustentável.
9	Indústria, inovação e infraestrutura: Ao formar gestores capazes de implementar soluções otimizadas que melhoram processos industriais e de infraestrutura.
11	Cidades e comunidades sustentáveis: Através da aplicação da PL para otimizar o uso de recursos e planejamento em contextos urbanos e comunitários.
12	Consumo e produção responsáveis: Ao promover a otimização de cadeias de suprimentos e a redução de desperdícios, incentivando práticas de consumo e produção mais sustentáveis.
13	Ação contra a mudança global do clima: Indiretamente, ao permitir a otimização de operações que podem levar à redução de emissões de carbono e ao uso mais eficiente de energia.

Fonte: Autores (2025).

A integração da programação linear (PL) no ensino de Administração, com ênfase na eficiência do aprendizado, não apenas forma profissionais mais capacitados e adaptáveis, mas também contribui diretamente para a construção de um futuro mais sustentável, alinhado aos princípios dos ODS.

4.2 Análise *SWOT* dos riscos e oportunidades com ao ensino da modelagem com programação linear usando ambiente computacional

A integração de ambientes computacionais no ensino da modelagem com programação linear (PL) apresenta um cenário dinâmico, repleto de potencial e desafios. Uma análise *SWOT* (*Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities*, *Threats*) possibilitou identificar os fatores internos e externos que impactam nessa abordagem auxiliando no planejamento estratégico para otimizar o processo de aprendizagem e ter uma taxa de sucesso maior.

- **Forças (*Strengths*)**
- Aumento da eficiência e precisão.
- Visualização e compreensão aprimoradas.
- Aplicação prática e relevância com feedback imediato.
- Desenvolvimento de habilidades computacionais.

- **Fraquezas (*Weaknesses*)**
- Curva de aprendizagem da ferramenta.
- Dependência tecnológica e custos de licenciamento de software.
- Ênfase excessiva na resolução computacional.
- Dificuldade na depuração de erros de modelagem.
-
- **Oportunidades (*Opportunities*)**
- Acesso aos recursos online com oportunidades de pesquisa e extensão.
- Crescimento da demanda por profissionais com habilidades em pl e computação.
- Desenvolvimento contínuo de novas ferramentas e bibliotecas.
- Integração com outras disciplinas.
-
- **Ameaças (*Threats*)**
- Substituição da habilidade de modelagem manual.
- Obsolescência tecnológica pela rápida evolução da tecnologia.
- Disparidade no acesso a recursos tecnológicos.
- Questões de segurança da informação e privacidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino da programação linear precisa ser envolvente e conectado com a realidade. Ao incluir *lead time* e variações de demanda como problemas, pode-se transformar as aulas em um laboratório que simule o que os alunos encontrarão no mercado de trabalho.

Para testar e validar a ideia foi planejado aplicá-la em duas turmas de pesquisa operacional no curso de Administração, quando foi medido o engajamento dos alunos, interesse, o desempenho e a percepção sobre a utilidade do conteúdo no dia a dia, sendo corroborada pela análise SWOT que, embora existam desafios na implementação do ensino de modelagem com PL usando ambientes computacionais, as oportunidades superam as ameaças.

Com esses resultados foi possível ensinar PL de um jeito que realmente prepare os alunos para o mercado de trabalho propondo-se experimentos futuros com os alunos, combinando o *Excel Solver* e o *GeoGebra* em exercícios que incorporaram o *lead time*.

Os alunos resolveram o problema das camisetas ajustando variáveis como atrasos na entrega de materiais no *Excel Solver* e visualizando o impacto nas restrições com o *GeoGebra* mostrando que os experimentos validam os ganhos de aprendizado observados em estudos anteriores, que reportaram aumentos de aproveitamento com uso de *softwares* dinâmicos como o *GeoGebra* associado ao *Excel Solver*.

Conclui-se que esta pesquisa contribui para uma educação mais prática e inovadora no ensino da disciplina de programação linear.

REFERÊNCIAS

- ANTÔNIO, M. R., REGINA, O. M., GOUSSAIN, B. G. C. S., SILVA, M. B. (2024). Neuroergonomics approach in the workplace aiming to standardize movements and increase workers' sense of well-being. 24(10), 472–482. <https://doi.org/10.53660/CLM-3313-24H27>
- ARENALLES, M. et al. Pesquisa operacional para cursos de engenharia. São Paulo: Pearson, 2015.
- AYDI, M.; BENDAOUD, R.; MOHAMED, S.; BARKATOU, M.; BENHMIDA, M. (2020). Solving a Geometrical Locus Problem Using GeoGebra Software and Then Analytical Geometry. Vol 7. Ed. OALib. DOI: 10.4236/oalib.1106539
- BENEVIDES, M. P.; XAVIER, K. R. S. L.; et al. (2024) Sign Talk Assistive Technology: real-time recognition of the libras typical alphabet using artificial intelligence. RGSA, v. 18, n. 12, p. e010610, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n12-214>
- 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, fev. 2022.
- CARDOSO, R. A. A. N. Aplicação de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem da educação profissional técnica. Ensino em Foco, v. 2, n. 4, p. 137-147, 2019.
- COSTA, J. C. L.; SANTOS, D. F. A.; OLIVEIRA, M. R. de; MOURA, R. A. 2025. Aprendizagem com solução de problemas reais para aprimoramento discente na injunção socioprofissional. CLCS, [S. l.], v. 18, n2, p. e15288, 2025. DOI: 10.55905/revcon-v.18n.2-100.
- DANTZIG, G. B. (1963). Linear Programming and Extensions. Princeton University Press. A disciplina matemática da programação linear. ISBN: 9780691059136. Pp. 656. Disponível em: <https://press.princeton.edu/books/ebook/9781400884179/linear-programming-and-extensions-pdf> Acesso em 08jun2025.
- PIZZOLATO, N. D.; ARENALES, M. N. Programação matemática para engenharia de produção. São Paulo: Edgard Blücher, 2014.
- MOURA, J. L.; MOURA, R. A. (2019). Interação humano-máquina no sistema produtivo da indústria 4.0 visando aumentar a produtividade e reduzir lesões por esforços repetitivos. Fatec de São José dos Campos/SP. DOI: <https://doi.org/10.37619/issn2447-5378.v1i6.213.217-227>
- MOURA, R. A. DE, SANTOS, D. F. A., GOUSSAIN, B. G. S., OLIVEIRA, M. R. DE, & SILVA, M. B. (2024). Design of Experiments (Doe) for non-specialists in statistics in the food industry: trials with popcorn. RGSA, 18(10). <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n10-229>
- RAVAGNANI, M. A. S. S.; LIMA, E. L. Otimização de processos industriais usando programação linear. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- SCARPIN, J. E.; PIZZINATTO, N. K. O ensino de pesquisa operacional em cursos de administração: um estudo com alunos de graduação. Revista Alcance, v. 16, n. 2, p. 270-285, 2009.
- SILVA, E. A.; CAMARGO, A. A.; SILVA, M. B.; MOURA, R. A. (2024). Neuroergonomía y tecnologías inmersivas para lograr un envejecimiento saludable sin dolor y además sin ortesis. Revista Exatas. V.30. UNITAU. DOI: <https://doi.org/10.69609/1516-2893.2024.v30.n2.a3916>

TERRA, A. V.; SANTOS, M.; MOREIRA, M. A. L. Otimização de um plano agregado de produção (PAP) utilizando o solver do Excel. *Revista de Otimização e Gestão*, v. 5, n. 1, p. 1-10, jan. 2023.

USINAGEM BRASIL. Maioria dos engenheiros ocupa cargos de gestão. Disponível em: <https://www.usinagem-brasil.com.br/6422-maioria-dos-engenheiros-ocupa-cargos-de-gestao/> . Acesso em: maio2025.

WINSTON, W. L., & GOLDBERG, D. (2004). *Operations Research: Applications and Algorithms*. Thomson Brooks/Cole. Polanco 11560. 10 Davis Drive Belmont, CA 94002 USA. ISBN 0-534-42358-2 International Student Edition: ISBN 0-534-52020-0

