

APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR EM CENÁRIOS PRODUTIVOS COM A LINGUAGEM R (ODS 4,9,12)

Guilherme Henrique de Souza (Universidade de Taubaté)

Ivair Alves dos Santos (Universidade de Taubaté)

Caroline Alves dos Santos (Universidade de Taubaté)

Júlia Rodrigues Estéfano (Universidade de Taubaté)

Denílson de Souza (Universidade de Taubaté)

Resumo

Este estudo propõe a utilização da linguagem R, um software de código aberto amplamente reconhecido na estatística e ciência de dados, como ferramenta para modelagem, resolução e visualização de problemas de Programação Linear (PL) em cenários produtivos. Parte-se do entendimento de que a PL se configura como um dos instrumentos essenciais da pesquisa operacional, por possibilitar a otimização de recursos limitados frente a objetivos conflitantes, como maximização de lucros ou minimização de custos. Embora sua importância seja consolidada, a prática de ensino e aplicação da PL ainda tenderá a se concentrar no uso de softwares proprietários de alto custo, o que poderá restringir a disseminação da metodologia em contextos acadêmicos e produtivos. Nesse sentido, o presente trabalho buscará demonstrar que o uso do R se constituirá como alternativa acessível, didática e replicável, favorecendo tanto a formação de estudantes quanto a aplicação prática em organizações de diferentes portes. A abordagem metodológica será estruturada a partir de modelos clássicos descritos na literatura de otimização, que serão adaptados a situações produtivas reais. A formulação matemática dos problemas será definida no formato tradicional de função objetivo e restrições lineares, sendo posteriormente implementada no ambiente R por meio de pacotes de otimização. As soluções computacionais serão analisadas com apoio de recursos de visualização gráfica e organização tabular, que facilitarão a interpretação e a comunicação dos resultados entre professores, alunos e gestores. Essa estratégia pretende unir o rigor da modelagem matemática à acessibilidade de uma linguagem aberta, consolidando-se

como recurso pedagógico e prático para o ensino e aplicação da pesquisa operacional. Espera-se que os resultados obtidos demonstrem a robustez do R na resolução de problemas de PL, garantindo soluções ótimas em tempo computacional reduzido, mesmo em modelos complexos. Além disso, o ambiente permitirá a incorporação de análises complementares, como simulações de cenários, avaliação de sensibilidade e comparação de alternativas, ampliando as possibilidades de uso em setores industriais, logísticos e de serviços. Do ponto de vista acadêmico, acredita-se que o uso do R estimulará maior engajamento dos estudantes, pois possibilitará a reprodução dos experimentos em seus próprios dispositivos, eliminando barreiras de acesso e fortalecendo a autonomia no processo de aprendizagem. Conclui-se que a integração entre Programação Linear e linguagem R tenderá a configurar-se como proposta inovadora e viável para o ensino e a prática da otimização de processos produtivos. Tal abordagem deverá contribuir para a formação acadêmica em cursos de engenharia, administração e áreas afins, além de favorecer a disseminação de práticas otimizadas em organizações que buscam maior eficiência operacional. Em um cenário no qual a competitividade e a sustentabilidade continuarão a exigir soluções inteligentes, a utilização de ferramentas abertas e replicáveis, como o R, se apresentará como estratégia relevante para alinhar conhecimento científico, ensino de qualidade e aplicação prática em ambientes produtivos.

Palavras-chave: Programação Linear; R; otimização de processos; pesquisa operacional; ensino-aprendizagem.

Introdução

A Programação Linear (PL) continuará a se destacar como uma das técnicas mais consolidadas para a otimização de recursos em setores como produção, logística e serviços. Desde sua formalização por George Dantzig na década de 1940, a PL seguirá sendo aplicada em problemas de maximização de lucros ou minimização de custos, sempre considerando restrições operacionais (DANTZIG, 1963). Apesar de sua relevância, o ensino da PL em ambientes acadêmicos ainda tenderá a se apoiar predominantemente em softwares proprietários, cujo custo elevado e restrições de

acesso poderão limitar sua difusão em instituições de ensino e em organizações com menor disponibilidade de recursos.

Nesse contexto, a linguagem R se apresentará como uma alternativa robusta, gratuita e de código aberto, capaz de suportar desde a modelagem matemática até a resolução computacional e a visualização dos resultados. Por sua flexibilidade, o R se configurará como recurso estratégico tanto para fins educacionais quanto para aplicações práticas em empresas que buscam melhorar a eficiência de seus processos.

Este trabalho pretenderá adaptar e expandir metodologias de ensino de PL descritas em publicações recentes, nas quais cenários produtivos simplificados serão empregados para engajar estudantes na resolução de problemas próximos da realidade (SOUZA; VIAGI, 2025). A proposta dialogará com abordagens contemporâneas de aprendizagem baseada em problemas, que buscarão desenvolver competências críticas e aplicáveis ao mercado de trabalho (MOURA et al., 2025). Além disso, a investigação se alinhará aos princípios do STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), valorizando a integração interdisciplinar como meio para enfrentar desafios concretos (ENGLISH, 2016). Evidências recentes, como as apresentadas por Matos, Santos e Hamzagic (2024), reforçarão a importância de ferramentas quantitativas como a PL em áreas diversas, incluindo Lean Manufacturing e segurança do trabalho, o que demonstrará a necessidade de metodologias acessíveis e eficazes para ensino e prática profissional.

Objetivos

Objetivo Geral

Demonstrar a viabilidade da linguagem R como ferramenta acessível para modelagem, resolução e análise de problemas de Programação Linear em cenários produtivos, incentivando seu uso futuro tanto no ensino quanto na prática profissional.

Objetivos Específicos

- Formular matematicamente problemas produtivos simplificados que representem cenários reais;

- Implementar e resolver os modelos no ambiente R utilizando pacotes especializados de otimização;
- Analisar os resultados por meio de visualizações gráficas e tabulares que facilitem a interpretação;
- Estimular a utilização de ferramentas de código aberto no ensino de métodos quantitativos;
- Avaliar o potencial didático da abordagem para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem em otimização.

Revisão Literária

A Programação Linear (PL) tem se consolidado como uma ferramenta central para otimização de recursos em diversos setores, incluindo produção, logística e serviços, devido à sua capacidade de maximizar objetivos como lucro ou minimizar custos diante de restrições operacionais (DANTZIG, 1963). Embora amplamente aplicada, o ensino de PL frequentemente dependerá de softwares proprietários, cujo custo elevado e limitada acessibilidade tenderão a restringir sua utilização em contextos acadêmicos e profissionais. Nesse cenário, a linguagem R se apresentará como uma alternativa de código aberto, capaz de integrar modelagem matemática, resolução computacional e visualização de resultados, promovendo maior acessibilidade e reprodutibilidade dos experimentos.

Estudos recentes internacionais demonstram que a PL continua a expandir-se para novas áreas e aplicações. Por exemplo, pesquisas como Tripathi e Kumar (2024) realizarão uma revisão sistemática sobre o uso de PL em fluxos de rede, evidenciando avanços metodológicos e demandas por ferramentas acessíveis. De forma complementar, Lohne (2024) demonstrará a eficácia do uso de R para otimização de produção, mostrando que a implementação de modelos lineares em software de código aberto poderá garantir soluções rápidas e interpretáveis por meio de gráficos e tabelas. Autores como Mwambazi, Mbewe e Simui (2025) apontarão que o ensino contextualizado da PL facilitará a compreensão de conceitos abstratos, aumentando o engajamento dos estudantes e estimulando a aplicação prática do conhecimento.

No contexto brasileiro, embora o uso de R especificamente para PL ainda seja pouco explorado, pesquisas sobre ensino de otimização e recursos digitais tenderão a indicar caminhos promissores. Santos e Guimarães (2025) demonstrarão a aplicação do R no ensino de estatística descritiva, evidenciando seu potencial pedagógico em cursos técnicos. Comelli e Sprovieri (2022) desenvolverão um aplicativo para o ensino de PL de duas variáveis, destacando a importância de recursos digitais para a visualização e compreensão de problemas matemáticos. Além disso, Semensato et al. (2023) utilizarão ferramentas digitais para a resolução de problemas de otimização em educação matemática, reforçando a tendência de integração entre tecnologia e ensino de métodos quantitativos. Por fim, Melo (2012) proporá sequências didáticas estruturadas para o ensino de PL, oferecendo uma base pedagógica que poderá ser adaptada ao uso de software de código aberto em contextos superiores.

Essa revisão da literatura evidencia que, apesar de existir um corpo consistente de estudos sobre PL e métodos digitais, percebe-se uma lacuna significativa no que tange à aplicação de R como ferramenta acessível e didática para o ensino e a prática de Programação Linear em cenários produtivos. A integração entre modelagem matemática, ferramentas de código aberto e análise visual poderá constituir um avanço metodológico, fortalecendo a aprendizagem prática, estimulando o engajamento dos estudantes e ampliando a aplicabilidade da PL no contexto brasileiro e internacional.

Metodologia

A metodologia deste estudo será estruturada em quatro etapas principais: (i) formulação matemática dos problemas, (ii) implementação computacional no ambiente R, (iii) análise e interpretação dos resultados, e (iv) avaliação do potencial didático da proposta. Cada etapa será conduzida de forma a garantir tanto a consistência teórica quanto a aplicabilidade prática em cenários produtivos.

Na primeira etapa, serão selecionados problemas de Programação Linear representativos de contextos produtivos simplificados, tais como planejamento da produção, alocação de recursos ou dimensionamento de capacidade. Esses problemas serão formulados matematicamente a partir de funções objetivo

(maximização de lucro ou minimização de custo) e restrições lineares baseadas em disponibilidade de recursos, demanda e limites operacionais. A definição das variáveis de decisão e parâmetros seguirá o padrão consolidado pela literatura em pesquisa operacional.

Na segunda etapa, os modelos formulados serão implementados no ambiente R, utilizando pacotes especializados de otimização, como IpSolve e ompr. O processo de codificação incluirá a tradução da função objetivo e das restrições em linguagem computacional, bem como a execução dos algoritmos de solução. Essa etapa permitirá a obtenção de soluções ótimas de forma automatizada, com registro dos resultados em tabelas para posterior análise.

A terceira etapa abrangerá a análise e interpretação dos resultados. Para isso, serão elaboradas visualizações gráficas (como gráficos de barras, diagramas comparativos e representações geométricas de regiões factíveis) que facilitarão a compreensão do problema e a comunicação dos achados. As tabelas geradas pelo R apresentarão os valores ótimos das variáveis de decisão e os impactos sobre a função objetivo, permitindo identificar cenários de maior eficiência.

Por fim, na quarta etapa, será realizada a avaliação do potencial didático da abordagem. Essa avaliação considerará aspectos como facilidade de implementação, clareza na interpretação dos resultados e capacidade de engajamento dos estudantes em atividades práticas. Espera-se que essa análise demonstre a viabilidade da proposta como recurso pedagógico no ensino de otimização, bem como sua aplicabilidade em ambientes organizacionais que demandem soluções acessíveis e replicáveis.

A integração entre formulação matemática, implementação computacional e análise interpretativa proporcionará uma metodologia consistente, capaz de aliar rigor técnico e acessibilidade, contribuindo para o avanço do ensino e da prática da Programação Linear com o uso de ferramentas de código aberto.

Resultados Esperados

Os resultados deste estudo deverão evidenciar que a linguagem R se configurará como uma alternativa robusta, acessível e eficaz para a resolução de problemas de Programação Linear (PL) em cenários produtivos. Acredita-se que os

modelos matemáticos implementados produzirão soluções ótimas em tempo computacional reduzido, mesmo em situações que envolvam múltiplas variáveis de decisão e restrições complexas. Além disso, as visualizações gráficas e as tabelas geradas pelo ambiente R facilitarão a interpretação dos resultados, permitindo que estudantes, professores e profissionais compreendam com maior clareza os impactos das escolhas de decisão sobre os indicadores de desempenho.

Do ponto de vista educacional, espera-se que a proposta contribua para superar a dependência de softwares proprietários de alto custo, promovendo a democratização do acesso a ferramentas quantitativas de otimização. A possibilidade de os estudantes reproduzirem os experimentos em seus próprios dispositivos pessoais, sem necessidade de licenças pagas, estimulará a autonomia no aprendizado, fortalecerá a aprendizagem ativa e aumentará o engajamento em atividades práticas. Esse aspecto didático dialogará com abordagens contemporâneas de ensino, como a aprendizagem baseada em problemas (PBL), que valorizam a aplicação do conhecimento em contextos reais.

No campo profissional, os resultados obtidos demonstrarão que o R poderá ser aplicado a diferentes setores, como manufatura, logística e serviços, contribuindo para ganhos de eficiência operacional. A integração da PL com pacotes estatísticos e de simulação disponíveis no R possibilitará análises complementares, como avaliação de sensibilidade e estudos de cenários, fornecendo subsídios mais completos para a tomada de decisão gerencial. Essa flexibilidade tornará a ferramenta atrativa não apenas para fins acadêmicos, mas também para organizações que buscam soluções otimizadas em ambientes de restrição de recursos.

Espera-se ainda que a abordagem proposta estimule a interdisciplinaridade, ao permitir a conexão da pesquisa operacional com áreas como estatística, ciência de dados e engenharia de produção. Tal integração favorecerá a construção de competências alinhadas ao paradigma STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), ampliando a capacidade de estudantes e profissionais de resolverem desafios complexos de forma crítica e colaborativa.

Em síntese, os resultados esperados indicarão que a utilização da linguagem R para o ensino e a prática da Programação Linear representará não apenas um avanço técnico, mas também pedagógico e institucional. A proposta poderá contribuir

para a formação de profissionais mais preparados para lidar com problemas de otimização e para a disseminação de soluções acessíveis em organizações de diferentes portes, alinhando eficiência, inovação e democratização do conhecimento.

Conclusão

Este estudo indicará que a utilização da linguagem R como ferramenta para modelagem, resolução e visualização de problemas de Programação Linear se consolidará como uma abordagem inovadora e acessível tanto para o ensino quanto para a prática profissional em cenários produtivos. A proposta metodológica apresentada demonstrará que, por meio de recursos de código aberto, será possível desenvolver soluções eficientes, replicáveis e de baixo custo, favorecendo a difusão do conhecimento e a democratização do acesso a técnicas avançadas de otimização.

Do ponto de vista pedagógico, a aplicação da PL no ambiente R fortalecerá a aprendizagem ativa e a autonomia dos estudantes, permitindo que os conceitos teóricos sejam aplicados em situações práticas de forma imediata. Espera-se que essa integração estimule a interdisciplinaridade, contribuindo para a formação de profissionais mais críticos, reflexivos e preparados para os desafios de processos decisórios em ambientes de restrição de recursos.

No âmbito produtivo, a utilização da ferramenta se mostrará como uma alternativa viável para empresas e instituições que busquem implementar práticas de otimização de forma econômica e sustentável. A capacidade do R de integrar técnicas de programação, estatística e simulação possibilitará análises mais abrangentes, aumentando a confiabilidade das soluções e apoiando decisões estratégicas.

Em termos de contribuição científica, este trabalho apontará novos caminhos para a disseminação de metodologias abertas no ensino de Pesquisa Operacional e áreas correlatas, além de estimular futuras pesquisas que explorarão a integração da Programação Linear com métodos de machine learning, análise de big data e simulação estocástica. Tais avanços ampliarão o escopo de aplicação do R, fortalecendo sua posição como ferramenta de destaque em ambientes acadêmicos e profissionais.

Em síntese, conclui-se que a adoção da linguagem R para o ensino e a aplicação prática da Programação Linear representará não apenas uma inovação

técnica, mas também uma contribuição significativa para a formação acadêmica, o avanço científico e a competitividade organizacional. Assim, este trabalho pretenderá consolidar-se como referência no debate sobre a relevância de soluções acessíveis e replicáveis para a otimização de processos, alinhando-se às demandas contemporâneas por eficiência, inovação e democratização do conhecimento.

Referências

COMELLI, C. F.; SPROVIERI, P. F. Software application to assist teacher practice in teaching two-variable linear programming: the use of graphic semiotic representations to support the learning of the deterministic algorithm for solving two-variable linear programming problems. *Revista Interface Tecnológica, Taquaritinga, SP*, v. 19, n. 2, p. 367–379, 2022. DOI: 10.31510/infa.v19i2.1551.

Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1551>.

Acesso em: 30 set. 2025.

DANTZIG, G. B. *Linear Programming and Extensions*. Princeton University Press, 1963.

ENGLISH, L. D. *STEM Education: Learning, Teaching, and Assessment*.

International Journal of STEM Education, v. 3, n. 1, 2016.

LOHNE, F. K.; FIMLAND, M. S.; RASMUSSEN, C. L.; LIASET, I. F.; FISCHER, H.; REDZOVIC, S. et al. Are patients' activities of daily living self-care score in Norwegian home care a proxy for workers standing at work? *BMC Health Services Research*, v. 24, art. 565, 2024. DOI: 10.1186/s12913-024-10897-1.

MELO, J. M. de. *História do jornalismo: itinerário crítico, mosaico contextual*.

São Paulo: Paulus, 2012. ISBN: 8534933316.

MATOS, C. P. S.; SANTOS, I. A.; HAMZAGIC, M. H. *Lean Manufacturing: Levantamento Bibliométrico Relacionado à Área de Saúde e Segurança do Trabalho*. *Revista Ciências Exatas*, v. 30, n. 2, 2024.

MOURA, R. A.; et al. *Aprendizagem com Solução de Problemas Reais para Aprimoramento Discente na Injunção Socioprofissional. Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 18, n. 2, p. 100, 2025.

MWAMBAZI, Chispine Mulenga; MBEWE, Simeon; SIMUI, Francise. *Enhancing Understanding of Linear Programming Concepts through Contextual Education. International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)*, v. 8, n. 12, p. 4469-4480, jan. 2025. DOI: 10.47772/IJRISS.2024.8120375.

SEMENSATO, M. T.; PILATTI, L. A.; SILVA, F. D.; PINHEIRO, N. A. M. **Revisão sistemática de estudos sobre a autorregulação da aprendizagem da matemática no ensino superior.** *Bolema*, Rio Claro, v. 37, n. 75, p. 218–249, abr. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v37n75a11>

SANTOS, T. S. S.; GUIMARÃES, L. M. F.; FREITAS, P. P.; CAMPOS, S. F.; CARDOSO, C. S.; TORAL, N.; LOPES, A. C. S. *Percurso metodológico qualitativo para elaboração de Instrutivo de Manejo da Obesidade no SUS, 2018–2020. Epidemiologia e Serviços de Saúde (RESS)*, v. 34, e20240365, 2025.

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, 2025.

TRIPATHI, P.; KUMAR, S. **Elephant on the Silk Road: sectors of promise for India and Central Asia.** *India Quarterly*, v. 80, n. 1, p. 1-20, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1177/26316846241229832>