



INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NA FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DE ENGENHEIROS QUÍMICOS

INTEGRATION OF COMPUTATIONAL TOOLS IN THE INTERDISCIPLINARY TRAINING OF CHEMICAL ENGINEERS

Venancio Vitor Lima da Silva Bezerra¹, Jeremias Erykles Martins Soares², Soraya Lira Alencar³, Rayssa Oliveira do Nascimento⁴

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v45p349-357.2026

RESUMO: O presente trabalho aborda a integração da linguagem de programação em disciplinas do curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Alagoas. O principal objetivo é promover a interdisciplinaridade ao longo da formação profissional dos futuros engenheiros, com o propósito de preparar os graduandos para a realidade de sua atuação profissional, mediante o uso de ferramentas computacionais para a solução de cálculos complexos. Uma vez que a linguagem de programação Python é amplamente utilizada entre os engenheiros, além de ser a linguagem ministrada no curso da referida universidade, todos os exercícios propostos ao corpo discente tiveram como elemento central a elaboração de algoritmos nessa linguagem de programação. Dessa forma, foi possível ampliar os saberes envolvidos na resolução de problemas, aspecto indispensável ao mercado de trabalho. Além disso, os alunos conseguiram desenvolver soluções para os exercícios a partir de conteúdos de outras disciplinas e elaborar diferentes formas de resolução por meio dos algoritmos desenvolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: interdisciplinaridade; programação; Cálculo; Físico-Química; Cinética.

ABSTRACT: The present study addresses the integration of programming languages into the curricular structure of courses within the Chemical Engineering program at the Federal University of Alagoas. The primary objective is to foster interdisciplinarity throughout the professional training of future engineers, with the intent of preparing undergraduates for the realities of their professional practice in alignment with computational tools capable of solving complex mathematical problems. Given that Python is the most widely adopted programming language among engineers, and simultaneously the language formally taught within the aforementioned program, all exercises proposed to the student body were centered on the design and implementation of algorithms in this language. Consequently, it was possible to broaden the knowledge base required for problem-solving – an indispensable skill in the labor market – while enabling students to develop solutions to the exercises by leveraging content from other disciplines and to devise multiple algorithmic approaches to the resolution of such problems.

KEYWORDS: interdisciplinarity; programming; Calculus; Physical-Chemistry; Kinetics.

¹ Doutorando em Engenharia Química, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química – Universidade Federal de Alagoas, venancio.bezerra@ctec.ufal.br

² Graduando em Química Licenciatura, Instituto de Química e Biotecnologia – Universidade Federal de Alagoas, jeremias.soares@iqb.ufal.br

³ Professora Titular, Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Alagoas, soraya.alencar@ctec.ufal.br

⁴ Doutoranda em Educação, Programa de Pós-graduação em Educação – Universidade Federal da Bahia, rayssanascimento@ufba.br



INTRODUÇÃO

A formação de engenheiros químicos exige não apenas o domínio dos fundamentos clássicos da engenharia, mas também a capacidade de integrar conhecimentos de diferentes áreas para solucionar problemas complexos. Nesse contexto, a interdisciplinaridade surge como elemento essencial (Grenquist, 2013), pois permite que conteúdos de disciplinas como Cálculo, Físico-Química, Cinética de reatores e Estatística sejam aplicados de forma conjunta na resolução de desafios práticos.

Com o avanço das tecnologias digitais, ferramentas computacionais tornaram-se indispensáveis na rotina acadêmica e profissional, oferecendo meios ágeis e precisos para lidar com cálculos extensos e análises de dados (Morais Neto, 2025). A linguagem de programação Python, por sua popularidade e versatilidade, destaca-se como recurso estratégico para a modelagem matemática, a simulação de processos e a visualização de resultados, sendo amplamente utilizada em diferentes campos da Engenharia Química (Caccavale *et al.*, 2023).

A integração da programação ao currículo de Engenharia Química da Universidade Federal de Alagoas representa, portanto, uma oportunidade de aproximar os estudantes da realidade profissional, estimulando o raciocínio lógico, a autonomia e a capacidade de propor soluções inovadoras. Além disso, o uso de algoritmos favorece a consolidação de conceitos teóricos, ao mesmo tempo em que desenvolve competências práticas alinhadas às demandas do mercado de trabalho.

O presente trabalho busca evidenciar como a aplicação de ferramentas computacionais, especialmente a linguagem de programação Python, pode potencializar a interdisciplinaridade na formação de engenheiros químicos, ampliando a compreensão dos conteúdos ministrados em sala de aula e preparando os graduandos para enfrentar os desafios da prática profissional com maior eficiência e criatividade.

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos partiram de uma revisão da literatura, realizada com a finalidade de abordar a interdisciplinaridade e seus efeitos na formação de engenheiros, bem como seus impactos na docência e suas reverberações na sala de aula e na sociedade. Compreende-se, assim, a



interdisciplinaridade não apenas como um elo entre saberes, mas “principalmente, de um saber com outro saber, ou dos saberes entre si, numa sorte de complementaridade, de cumplicidade solidária, em função da realidade estudada e conhecida” (Coimbra, 2000, p. 56).

A partir disso, vislumbra-se a linguagem de programação como uma prática metodológica ativa, partindo do entendimento de que “o uso das metodologias ativas é uma possibilidade de recurso didático excelente para uma formação crítica e reflexiva dos acadêmicos do ensino superior, trazendo a participação coletiva democrática dos estudantes como requisito fundamental para um processo de ensino-aprendizagem expressivo” (Melo *et al.*, 2020, p.18-19)

A integração da linguagem de programação às disciplinas de Engenharia Química foi realizada em diferentes turmas do referido curso. Vale ressaltar que essa aplicação só foi possível devido ao fato de a grade curricular do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Federal de Alagoas contemplar a disciplina de Introdução à Computação (UFAL, 2020) e de determinados cálculos de engenharia apresentarem elevada complexidade e consumo de tempo, podendo ser rapidamente solucionados a partir da aplicação de ferramentas computacionais.

A partir da compreensão de que “avaliar é indispensável em toda atividade humana e, portanto, em qualquer proposta de educação” (Rabelo, 1998, p. 11), em ambas as disciplinas, como forma de avaliar a aprendizagem dos estudantes, foram propostos exercícios para serem resolvidos manualmente e por meio da aplicação de ferramentas computacionais. Na disciplina de Físico-Química, na abordagem do conteúdo de gases reais, ao se tratar da determinação do volume do gás de Van der Waals (Castellan, 2019), obtém-se a Equação 1.

$$\underline{V}^3 - \left(b + \frac{RT}{p}\right)\underline{V}^2 + \frac{a}{p}\underline{V} - \frac{ab}{p} = 0 \quad (1)$$

Para o desenvolvimento da aprendizagem do corpo discente, foi proposta a aplicação do método de Newton-Raphson (Chapra, 2011) (Equação 2), ministrado na disciplina de Cálculo Numérico, na resolução dos exercícios propostos nos livros da referida disciplina. Essa proposta também incluiu, em seu enunciado, a elaboração de um algoritmo em Python.

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \quad (2)$$



Ainda na abordagem do assunto de gases reais, foram propostos exercícios de quantificação do efeito interação (a) e do efeito volume (b) de um gás com determinado volume molar (V) sob diferentes pressões e temperaturas. Para nortear a resolução, foi sugerida a aplicação de sistemas lineares, conteúdo ministrado na disciplina de Álgebra Linear (Steinbruch e Winterle, 1995), reforçando sempre a elaboração de um algoritmo para a resolução dos exercícios.

Em relação à disciplina de Cinética e Cálculo de Reatores 1, a aplicação iniciou-se com a exposição do conteúdo de aquisição e análise de dados cinéticos (Fogler, 2009), cujas principais expressões são apresentadas nas Equações 3 e 4.

$$-r_A = kC_A^n \quad (3)$$

$$\frac{dC_A}{dt} = -kC_A^n \quad (4)$$

Dessa forma, foi proposta ao corpo discente a resolução dos exercícios contidos no livro-texto de forma manual. Em seguida, foi proposta a resolução dos mesmos exercícios a partir da construção de algoritmos em linguagem de programação Python. Em virtude de o corpo discente participante da disciplina de Cinética e Cálculo de Reatores 1 já apresentar um perfil mais avançado, não foram propostos conteúdos de outras disciplinas, sendo apenas solicitado o uso de no mínimo três parâmetros estatísticos para avaliar a precisão da análise. Por fim, foi incluída nos exercícios a determinação do tempo de reação para um reator em batelada, bem como a quantificação do volume de um Reator Contínuo de Tanque Agitado (CSTR) e de um Reator de Escoamento Pistonado (PFR) no algoritmo a ser elaborado pelos alunos.

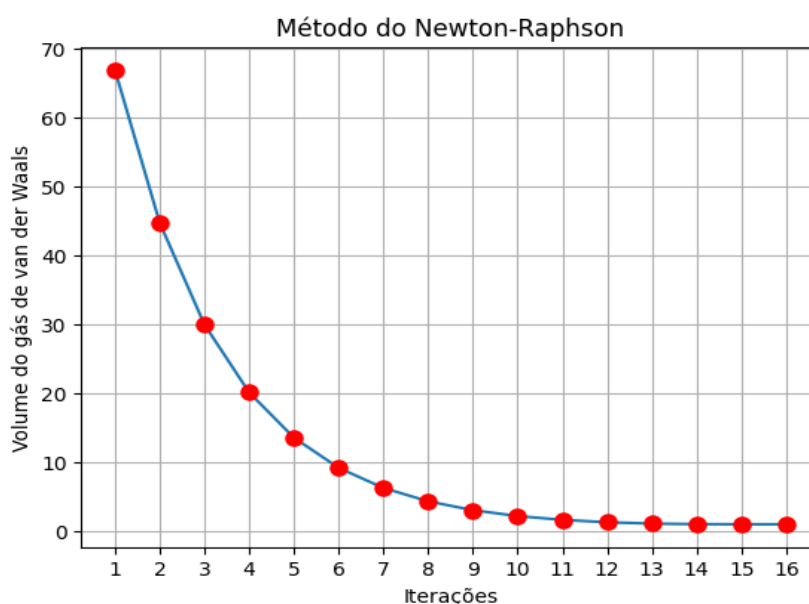
RESULTADOS

Em relação à disciplina de Físico-Química, foi relatado pelo corpo discente um consumo de tempo significativo, uma vez que o método de Newton-Raphson para a determinação do volume do gás de Van der Waals requer uma série de repetições até a convergência do resultado. A obtenção do mesmo resultado com o uso da linguagem de programação Python apresentou maior agilidade, precisão e possibilitou maior capacidade de análise. Com o uso da biblioteca *matplotlib.pyplot* (Hunter *et al.*, 2012), o corpo discente evidenciou graficamente o



resultado do exercício proposto em função do número de iterações (Figura 1). Além disso, foi possível calcular um erro relativo inferior a 0,5% em comparação com os valores de referência obtidos nos exercícios dos livros-texto.

Figura 1 – Resultado elaborado por um discente para determinação do gás de van der Waals pelo método de Newton-Raphson por meio da linguagem de programação Python



Fonte: elaborada pelos autores.

Na determinação dos parâmetros de interação (a) e volume (b), foram observadas duas abordagens predominantes: (i) a implementação manual dos métodos clássicos de solução; e (ii) a utilização de bibliotecas Python, como *NumPy* (NumPy, 2023). A comparação entre as estratégias revelou que o uso de bibliotecas reduziu significativamente o tempo de processamento, sem comprometer a precisão dos resultados. Em exercícios de maior complexidade, algoritmos que empregam funções prontas apresentaram tempo de execução até 40% menor em relação às soluções manuais (DevGex, 2025).

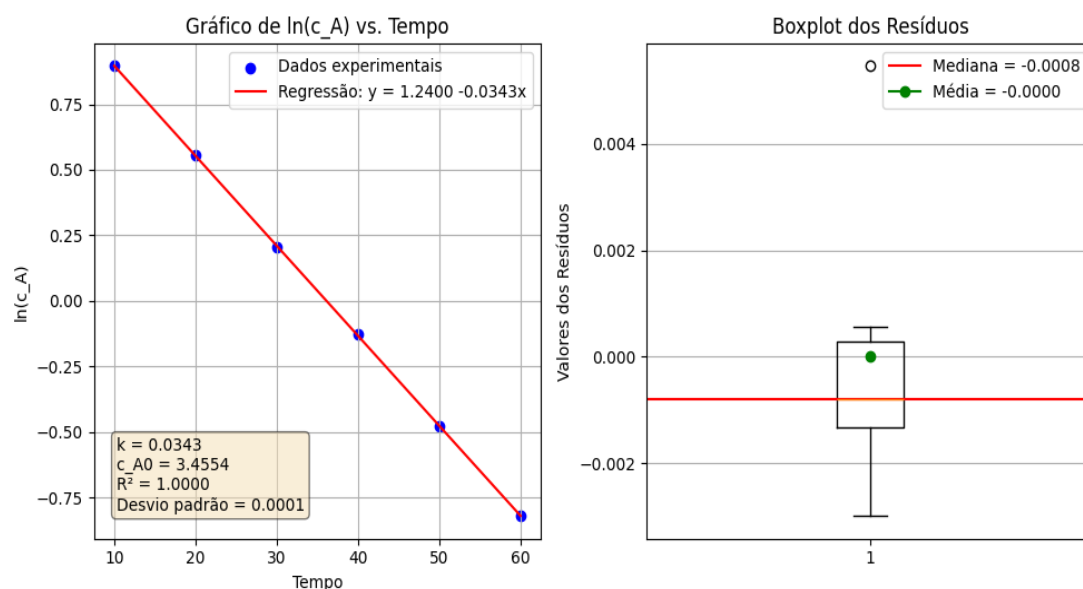
Na resolução dos exercícios propostos na disciplina de Cinética e Cálculo de Reatores, foi evidenciada uma otimização qualitativa na obtenção dos resultados, uma vez que o uso de técnicas manuais é mais propício à ocorrência de erros. Além disso, como a análise de dados cinéticos demanda a quantificação de parâmetros estatísticos, como o coeficiente de determinação (R^2), o desvio padrão (SD) e a soma dos quadrados dos resíduos (RSS), requer-se um tempo de resolução ainda maior. A aplicação das ferramentas computacionais proporcionou ao corpo discente uma redução do tempo necessário para a resolução dos exercícios e



maior precisão dos resultados. Os valores de R^2 foram superiores a 0,95 em grande parte dos casos, indicando forte correlação entre os modelos propostos e os dados experimentais. A inclusão de bibliotecas como *NumPy* (NumPy, 2023), *matplotlib.pyplot* (Hunter et al., 2012), *math* (Python, 2025) e *scipy.optimize* (SciPy, 2025) possibilitou não apenas a obtenção de resultados numéricos mais robustos, mas também a visualização gráfica das curvas ajustadas e dos resíduos, como mostrado nas Figuras 2, 3 e 4, favorecendo uma análise crítica da qualidade dos modelos.

De forma geral, os resultados evidenciam que a integração da programação em Python às disciplinas de Engenharia Química não apenas facilitou a resolução de cálculos complexos, mas também promoveu o desenvolvimento de competências analíticas. A comparação entre diferentes abordagens de implementação reforça a importância da interdisciplinaridade, ao integrar conteúdos de Cálculo numérico, Estatística e Físico-Química em um mesmo exercício. Além disso, a prática contribuiu para a autonomia dos discentes, que buscaram recursos adicionais de programação para aprimorar seus algoritmos, demonstrando capacidade de inovação e adaptação às demandas da área.

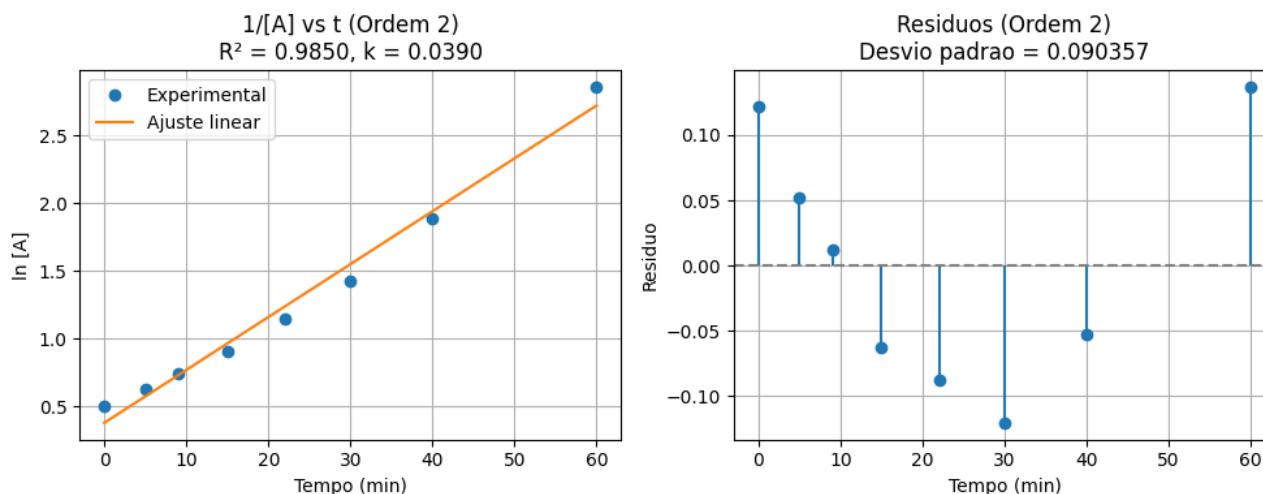
Figura 2 – Resolução numérica elaborada por um discente com base nos dados disponibilizados no livro-texto e no uso da linguagem de programação Python



Fonte: elaborada pelos autores.

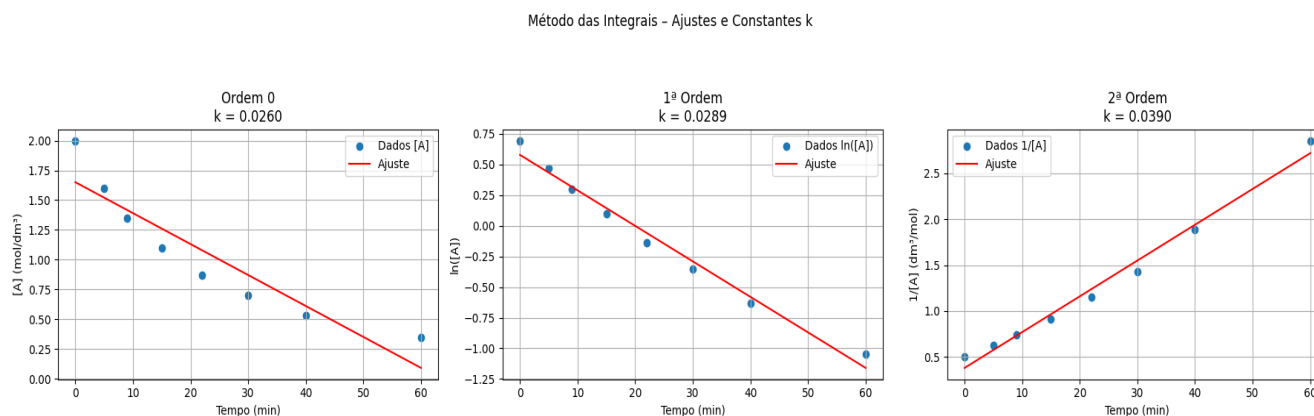


Figura 3 – Resolução numérica elaborada por um discente com bases nos dados disponibilizados no livro-texto e no uso da linguagem de programação Python, acompanhada de análise residual



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 4 – Resolução numérica elaborada por um discente com bases nos dados disponibilizados no livro-texto, aplicados a diferentes ordens de reação, e no uso da linguagem de programação Python



Fonte: elaborada pelos autores.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram, de forma consistente, que a aplicação de ferramentas computacionais, em especial a linguagem de programação Python, contribuiu para uma maior precisão e eficiência na resolução de problemas complexos da Engenharia Química. A implementação do método de Newton-Raphson evidenciou convergência rápida, com erro relativo inferior a 0,5%, validando a confiabilidade da abordagem computacional em comparação



com os cálculos manuais. Além disso, a comparação entre algoritmos desenvolvidos manualmente e aqueles que utilizaram bibliotecas como NumPy revelou ganhos expressivos de desempenho, com redução de até 40% no tempo de execução em exercícios de maior complexidade, sem perda de acurácia.

Na disciplina de Cinética e Cálculo de Reatores, a integração de bibliotecas como *matplotlib.pyplot* e *scipy.optimize* possibilitou análises estatísticas mais robustas, com valores de R^2 superiores a 0,95, indicando forte correlação entre os modelos e os dados experimentais. Esses indicadores quantitativos reforçam que o uso de Python não apenas otimiza o processo de cálculo, mas também promove uma compreensão mais crítica e aprofundada dos fenômenos estudados.

Do ponto de vista pedagógico, a adoção da programação como metodologia ativa favoreceu a autonomia dos discentes, que buscaram recursos adicionais para aprimorar seus algoritmos, demonstrando capacidade de inovação e adaptação. A interdisciplinaridade foi fortalecida ao integrar conteúdos de Cálculo numérico, Estatística e Físico-Química em um mesmo exercício, ampliando a formação crítica e reflexiva dos estudantes. Tais evidências empíricas sustentam a conclusão de que a prática contribuiu para o desenvolvimento de competências analíticas e digitais alinhadas às demandas contemporâneas da profissão.

Conclui-se, portanto, que a integração da linguagem Python ao currículo de Engenharia Química da UFAL representa uma estratégia pedagógica viável e eficaz, capaz de aproximar os graduandos da realidade profissional e de preparar um corpo discente mais qualificado para enfrentar os desafios da atuação profissional. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a ampliação da análise comparativa com métricas de aprendizagem, como questionários, desempenho acadêmico e percepção dos estudantes, de modo a consolidar ainda mais a validade científica e metodológica da proposta.

REFERÊNCIAS

- CACCAVALE, F. *et al.* SPyCE: a structured and tailored series of Python courses for (bio)chemical engineers. **Education for Chemical Engineers**, v. 45, p. 90–103, 2023.
- CASTELLAN, G. **Fundamentos de Físico-Química**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- CHAPRA, S. C. **Métodos numéricos para Engenharia**. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- COIMBRA, J. de A. A. Considerações sobre a interdisciplinaridade. In: PHILIPPI JR., A. (org.). **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Signus Editora, 2000.



- DEVGEX. **Comparative analysis of NumPy arrays vs Python lists in scientific computing: performance and efficiency**. 2025. Disponível em: <https://devgex.com>. Acesso em: 21 jun. 2026.
- FOGLER, H. S. **Elementos de Engenharia das reações químicas**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- GRENQUIST, S. A. Integrating interdisciplinary project-based design streams into upper-level electrical engineering courses: a methodology toward implementing applications-oriented, associative project streams into electrical engineering courses. **Proceedings...** ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION, ASEE, 2013.
- HUNTER, J. *et al.* **Matplotlib**. Disponível em: <https://matplotlib.org/3.5.3/index.html>. Acesso em: 28 mar. 2025.
- MELO, A. R. *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem utilizadas no curso de Engenharia Química. **Revista Vincici – Periódico Científico do UniSATC**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 4–22, 2020.
- MORAIS NETO, V. P. de. **Softwares de engenharia: os 20 principais programas utilizados e suas aplicações técnicas**. O Mundo da Engenharia, 18 dez. 2025. Disponível em: <https://omundodaengenharia.com.br>. Acesso em: 13 jul. 2026.
- NUMPY. Numpy Team. **NumPy**. Disponível em: <https://numpy.org/pt/>. Acesso em: 28 mar. 2025.
- PYTHON. Python Software Foundation. **Math – Mathematical functions**. Disponível em: <https://docs.python.org/3/library/math.html>. Acesso em: 28 mar. 2025.
- RABELO, E. H. **Avaliação: novos tempos, novas práticas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.
- SCIPY. Scipy Community. **Optimization and root finding (scipy.optimize)**. Disponível em: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/optimize.html>. Acesso em: 28 mar. 2025.
- STEINBRUCH, A.; WINTERLE, P. **Álgebra linear**. São Paulo: McGraw-Hill, 1995.
- UFAL. Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Curso de Engenharia Química. **Plano Pedagógico Curricular do Curso de Engenharia Química**. Versão 2020. Maceió: UFAL, 2020. Disponível em: <https://ctec.ufal.br/engenharia-quimica/ppc>. Acesso em: 13 jul. 2026.