

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA

MEMORIAL ACADÊMICO

Sérgio Mauro da Silva Neiro

Trajetória acadêmica dedicada ao ensino,
à pesquisa e à formação de pessoas,
com impacto científico e tecnológico
para a sociedade.

ENSINO PESQUISA ORIENTAÇÃO COLABORAÇÃO
INTERNACIONAL INTERAÇÃO
UNIVERSIDADE-
INDÚSTRIA

SIMULAÇÃO
PROCESSOS
OTIMIZAÇÃO
PROJETOS
SEPARAÇÃO
DESTILAÇÃO
TRANSIENTES

MODELAGEM
TERMODINÂMICA
ANÁLISE
MULTIESCALA

EXCELÊNCIA INOVAÇÃO COMPROMISSO IMPACTO

UFU
NOSSA MAIOR OBRA
É FORMAR PESSOAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA

SÉRGIO MAURO DA SILVA NEIRO

MEMORIAL DESCRITIVO

Apresentado à Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a promoção à Classe E – Professor Titular da Carreira do Magistério Superior, junto à Faculdade de Engenharia Química.

Uberlândia – MG

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

N415m Neuro, Sérgio Mauro da Silva, 1973-
2026 Memorial Descritivo [recurso eletrônico] / Sérgio Mauro da Silva
Neuro. - 2026.

Memorial Descritivo (Promoção a Professor Titular) - Universidade
Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.me.2026.531>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Professores universitários - formação. I. Universidade Federal de
Uberlândia. Faculdade de Engenharia Química. II. Título.

CDU: 378.124

André Carlos Francisco
Bibliotecário-Documentalista - CRB-6/3408

Resumo

Este Memorial Descritivo apresenta a trajetória acadêmica, científica, profissional e institucional de Sérgio Mauro da Silva Neiro na área de Engenharia Química. A formação acadêmica inclui graduação na Universidade Estadual de Maringá (UEM), mestrado, doutorado e pós-doutorado na Universidade de São Paulo (USP), além de experiências internacionais de pesquisa na Alemanha e nos Estados Unidos, que contribuíram para a consolidação de uma atuação voltada à modelagem, simulação e otimização de processos industriais.

A trajetória profissional contempla experiência na AspenTech, atuando em projetos de planejamento e otimização de cadeias de suprimentos para a indústria de processos, e posterior ingresso na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), onde desenvolveu atividades de ensino, pesquisa, extensão e gestão acadêmica. Sua atuação científica concentra-se nas áreas de Process Systems Engineering, modelagem matemática, otimização de processos e cadeias de suprimentos, planejamento da produção, transição energética e transformação digital aplicada à indústria.

As atividades desenvolvidas resultaram na formação de recursos humanos em níveis de graduação e pós-graduação, na publicação de trabalhos científicos em periódicos internacionais, na coordenação de projetos financiados por agências de fomento e empresas e no estabelecimento de colaborações nacionais e internacionais. O memorial evidencia uma trajetória pautada pela integração entre ensino, pesquisa e aplicação prática do conhecimento, com foco na geração de soluções para desafios industriais e na formação de profissionais qualificados.

Palavras-chave: Engenharia Química; Modelagem e Simulação de Processos; Otimização de Processos; Cadeias de Suprimentos; Process Systems Engineering; Formação de Recursos Humanos.

Dedicação

Dedico este memorial à minha família; minha esposa Érika Renata Barbosa Neiro e minha filha Luiza Barbosa Neiro (fotos abaixo), que sempre estiveram presente em cada etapa da minha trajetória pessoal e acadêmica, oferecendo apoio, compreensão e incentivo nos momentos decisivos. O suporte familiar foi essencial para enfrentar os desafios inerentes à formação acadêmica, às experiências internacionais, à vida docente e à construção de uma carreira pautada pela dedicação ao ensino, à pesquisa e à formação de pessoas.



Dedico, de maneira muito especial, este trabalho a meu pai e à minha mãe, que fizeram da educação o maior legado que poderiam deixar. Com esforço, renúncia e confiança no poder transformador do conhecimento, criaram as condições para que a educação fosse não apenas um caminho, mas um valor inegociável, capaz de abrir oportunidades e sustentar um futuro promissor. Essa herança, construída muito mais por exemplos do que por palavras, orientou minhas escolhas pessoais e profissionais e permanece como referência central da minha trajetória. É também esse princípio que espero transmitir à minha filha, na convicção de que a educação está acima de tudo e constitui o bem mais duradouro que se pode oferecer às próximas gerações.



Meus pais: Wilson Neiro Munhos e
Idelma Aparecida da Silva Neiro



Minha filha: Luiza Barbosa Neiro

Dedico, ainda, este memorial a todos os estudantes que passaram por minha sala de aula, pelos laboratórios e pelos projetos de pesquisa ao longo desses anos. A convivência com alunos de graduação e pós-graduação foi, e continua sendo, uma das principais motivações da minha atuação acadêmica, pois é no diálogo com os estudantes que o conhecimento se renova, se questiona e se projeta para o futuro.

AGRADECIMENTOS

A construção da trajetória acadêmica apresentada neste memorial não foi um percurso individual, mas o resultado de um processo coletivo, marcado por colaborações, aprendizados e relações humanas que ultrapassam fronteiras institucionais e geográficas.

Agradeço, inicialmente, a Deus pelas inúmeras graças recebidas ao longa minha formação e atuação profissional.

Agradeço também aos professores que contribuíram de forma decisiva para a minha formação acadêmica e científica. Em especial, registro minha profunda gratidão ao Prof. Dr. Roberto Guardani, pela orientação no mestrado, e ao Prof. Dr. José Maurício Pinto, orientador de doutorado, cuja influência intelectual, rigor científico e exemplo profissional tiveram papel determinante na consolidação da minha identidade acadêmica. Sua orientação, aliada à formação herdada da Universidade de São Paulo (USP), moldou de maneira duradoura minha forma de pensar e conduzir pesquisa.

Sou igualmente grato aos professores e pesquisadores com os quais tive a oportunidade de conviver em experiências internacionais marcantes, como na Universidade de Bremen, na Polytechnic University de Nova York e na University of Wisconsin - Madison. Essas vivências ampliaram minha visão científica, cultural e humana, reforçando o valor da cooperação internacional e do diálogo entre diferentes tradições acadêmicas.

Agradeço aos colegas da Universidade Federal de Uberlândia, em especial aos docentes da Faculdade de Engenharia Química e aos parceiros do NUCOP, pelo ambiente de trabalho colaborativo, pelas discussões científicas e pelo apoio institucional ao longo dos anos. As colaborações internas e interdisciplinares foram fundamentais para o fortalecimento das linhas de pesquisa, para a formação de estudantes e para a consolidação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Registro, ainda, um agradecimento especial à Profa. Dra. Valéria Viana Murata (NUCOP), que desde minha chegada à UFU investiu de forma consistente em meu desenvolvimento como pesquisador, por meio de parcerias na orientação de alunos de pós-graduação e de interações acadêmicas no âmbito da FEQ. Sua atuação como diretora da unidade em duas gestões consecutivas foi marcada pelo incentivo à cooperação, pelo fortalecimento institucional e pela valorização da pesquisa, tendo sido decisiva para a criação de um ambiente propício à maturação de projetos científicos e à consolidação de trajetórias acadêmicas.

Registro também meu reconhecimento às instituições de fomento e às empresas que confiaram e apoiaram os projetos desenvolvidos ao longo dessa trajetória, em especial FAPEMIG, CAPES, CNPq, PETROBRAS/CENPES, Linde/Praxair, e demais parceiros industriais. Essas colaborações viabilizaram pesquisas de caráter aplicado, fortaleceram a interação universidade-indústria e contribuíram de forma concreta para a formação de recursos humanos altamente qualificados.

Um agradecimento especial é dedicado aos alunos de graduação, mestrado e doutorado que compartilham comigo o cotidiano da pesquisa, do ensino e da construção do conhecimento. Cada orientação concluída ou em andamento representa uma troca intelectual rica e um aprendizado mútuo, reafirmando o sentido da docência universitária.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Uberlândia, instituição que me acolheu e proporcionou as condições para o desenvolvimento pleno da minha carreira acadêmica. Este memorial é, acima de tudo, um registro de compromisso com a universidade pública, com a formação de engenheiros e pesquisadores e com a produção de conhecimento relevante para a sociedade.

Capítulo 1 - Introdução

Minha trajetória acadêmica e profissional tem sido guiada, desde o início, pelo compromisso com a formação de engenheiros e pela consolidação da pesquisa em modelagem, otimização e simulação de processos químicos. Graduado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), dei sequência à minha formação *stricto sensu* na Universidade de São Paulo (USP), onde obtive o título de mestre e, posteriormente, de doutor em Engenharia Química.

Desde meu ingresso na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), busquei contribuir para o fortalecimento do ensino e da pesquisa aplicada no âmbito da Engenharia Química. Atuei em disciplinas centrais da formação do engenheiro, participei ativamente de comissões, coordenações e grupos de trabalho, e desempenhei funções administrativas, sempre com o propósito de aprimorar as condições de ensino e promover um ambiente acadêmico estimulante. Paralelamente, desenvolvi uma produção científica consistente com meu perfil e realidade, organização de eventos, participação em bancas e colaboração em redes de pesquisa no Brasil e no exterior.

Ao longo dos anos, dediquei-me à formação de recursos humanos, tendo orientado e coorientado dissertações de mestrado, doutorado, trabalhos de conclusão de curso e projetos de iniciação científica em temas que frequentemente envolvem a aplicação de métodos computacionais em processos industriais. Esses trabalhos contribuíram não apenas para a disseminação do conhecimento, mas também para consolidar linhas de pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFU.

Minha atuação se estende ainda à cooperação técnica e ao desenvolvimento de projetos aplicados envolvendo empresas, aproximando a universidade das demandas reais da indústria e reforçando o papel da engenharia como agente de inovação e impacto social. A participação como revisor de periódicos especializados, bem como meu envolvimento em bancas examinadoras ampliou a interlocução com a comunidade científica e contribuiu para o fortalecimento do campo de pesquisa ao qual me dedico.

Assim, este memorial apresenta, de forma estruturada, os elementos que compõem minha trajetória acadêmica, científica e profissional. Ele reflete o esforço contínuo de contribuir para o desenvolvimento da Engenharia Química, para a consolidação da pesquisa aplicada e para a formação de profissionais qualificados, reforçando meu compromisso com a UFU e com a excelência no ensino superior público brasileiro.

Capítulo 2 - Formação Acadêmica

A minha formação acadêmica constituiu o alicerce sobre o qual desenvolvi toda a trajetória profissional, científica e institucional que apresento neste memorial. Cada etapa, desde a graduação até o pós-doutorado, contribuiu para consolidar minha formação em Engenharia Química, com ênfase em modelagem, simulação, otimização e análise de processos, áreas que definem minha atuação como docente e pesquisador na Universidade Federal de Uberlândia.

2.1 Graduação em Engenharia Química – Universidade Estadual de Maringá (1992-1996)



Minha formação em Engenharia Química iniciou-se na Universidade Estadual de Maringá (UEM), instituição onde tive contato com os fundamentos da engenharia, ao mesmo tempo em que desenvolvi o interesse pelas disciplinas de fenômenos de transporte, operações unitárias, termodinâmica e simulação computacional (Figura 1). Esse período foi caracterizado pela construção de uma base conceitual, pela participação em atividades extracurriculares, tais como iniciação científica, PET, e pelo fortalecimento do interesse pela pesquisa acadêmica.



Figura 1 – Foto de formatura da turma de 1996.

Durante a graduação na UEM, tive a oportunidade de desenvolver um projeto de iniciação científica no Departamento de Química, sob orientação do Prof. Dr. Edvani Curti Muniz (Figuras 2 e 3). Essa experiência foi fundamental para meu primeiro contato formal com a pesquisa acadêmica, envolvendo atividades de laboratório, revisão bibliográfica e análise experimental, que despertaram em mim o interesse pela investigação científica e pela continuidade da formação *stricto sensu*. O trabalho resultou no fortalecimento das minhas habilidades de observação crítica, sistematização de resultados e comunicação científica, além de ter representado um marco importante na construção da minha trajetória como pesquisador (Figura 4).



Figura 2 – Prof. Dr. Edvani Curti Muniz, Departamento de Química da UEM/Maringá (orientador de iniciação científica).

36. SÉRGIO MAURO DA SILVA NEIRO. Miscibilidade de Blendas de PEO/PVC, PMMA/PVC e PEO/EVAH. 1997. 0 f. Iniciação Científica. (Graduando em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Maringá, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Edvani Curti Muniz.

Figura 3 – Porção do currículo Lattes do Prof. Dr. Edvani Curti Muniz citando a orientação.



European Polymer Journal 36 (2000) 583–589



Miscibility of PVC/PEO blends by viscosimetric, microscopic and thermal analyses

Sergio Mauro da Silva Neiro, Douglas Cardoso Dragunski, Adley Forti Rubira, Edvani Curti Muniz*,¹

Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, CEP 87020-900, Maringá, Paraná, Brazil

Received 20 October 1998; received in revised form 22 March 1999; accepted 25 March 1999

Abstract

The miscibility of PVC with PEO, PVC/PEO blends, was investigated by viscosimetric, microscopic and thermal analyses. Three samples of PVC with different molecular weights were used. The presence of attractive forces among the polymers was evaluated according to the Sun theory by determination of the α parameter from the viscosimetric data. Thermal analyses were based on the depression of the melting temperature. Viscosimetric and thermal results showed that the PVC/PEO blends are miscible. However, the existence of PVC rich domains, smaller than 0.1 μm in blends of PVC/PEO, was observed by microscopic analysis. Polymer–polymer interaction parameters, determined by depression of the melting temperature are negative and showed to be dependent on the molecular weight of PVC. The miscibility of the PVC/PEO blend was explained as a result of donor–acceptor interactions between chlorine atoms of PVC, as a weak acceptor species, and oxygen atoms of the PEO, as a donor species. © 2000 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

Figura 4 – Publicação dos resultados do trabalho de IC.

2.2 Mestrado em Engenharia Química – Universidade Estadual de São Paulo (1997-1999)



O ingresso no mestrado no Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) representou um passo decisivo na minha formação como pesquisador (Figura 5). Neste ambiente aprofundi meu conhecimento em métodos numéricos, simulação e, principalmente, otimização. Durante o mestrado, orientado pelo Prof. Dr. Roberto Guardani (Figura 6) tive a oportunidade de trabalhar em um tema relevante para a modelagem de processos químicos, o que

me permitiu desenvolver habilidades em formulação matemática, análise de resultados e validação de modelos.



Figura 5 – Laboratório de Modelagem, Simulação e Controle de Processos (LSCP - EPUSP)



Figura 6 – Prof. Dr. Roberto Guardani – Engenharia Química EPUSP (Orientador do Mestrado).

O projeto de mestrado envolveu uma investigação detalhada do processo de cristalização em camada sólida, combinando experimentação em laboratório e modelagem matemática aplicada à separação e purificação de ϵ -caprolactama. Foram conduzidos ensaios comparando cristalização estática e dinâmica, avaliando taxas de crescimento da camada sólida, eficiência de separação e efeitos do tratamento de *sweating*, utilizando um cristalizador tubular equipado com controle preciso de temperatura e circulação do fundido. Paralelamente, desenvolveu-se um modelo matemático baseado em balanços de massa e energia, aliado a correlações empíricas ajustadas aos dados experimentais, capaz de simular a evolução da espessura da camada, a distribuição de impurezas e o desempenho do processo em diferentes condições operacionais. O trabalho integrou, assim, experimentação sistemática e simulação, permitindo compreender os mecanismos de transferência de calor e massa que governam a cristalização em estado fundido e subsidiando o projeto conceitual de processos industriais de purificação (Figura 7).

Um marco particularmente transformador desse período foi a oportunidade de realizar um sanduíche de oito meses na Universidade de Bremen, em Bremen (Alemanha). Nesse período, desenvolvi a parte experimental do meu projeto de mestrado, envolvendo separação de misturas utilizando o princípio de cristalização em estado fundido. Essa experiência expandiu minha visão sobre pesquisa aplicada e reforçou a importância da integração entre experimentação e modelagem matemática.

Para além da formação técnica, a experiência de viver na Alemanha representou um profundo crescimento pessoal. Enfrentar uma nova cultura, adaptar-se ao clima rigoroso, aprender a lidar com a língua alemã no cotidiano e conviver com pessoas de diferentes nacionalidades foram elementos que

ampliaram minha maturidade, autonomia e sensibilidade intercultural. Momentos simples, como utilizar o transporte público de eficiência exemplar, vivenciar mercados de Natal, ou acompanhar a rotina acadêmica em um país de forte tradição científica, marcaram de forma definitiva minha trajetória.



PERGAMON

Chemical Engineering Science 56 (2001) 2371–2379

Chemical
Engineering Science

www.elsevier.nl/locate/ces

Experimental comparison and simulation of static and dynamic solid layer melt crystallization

Roberto Guardani^{a,*}, Sergio M. S. Neiro^a, Henrik Bülow^b, Joachim Ulrich^b

^aUniversity of São Paulo, Department of Chemical Engineering-LSCP, Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, no. 380, CEP 05508-900 São Paulo, SP, Brazil

^bUniversität Bremen, Verfahrenstechnik/FB4, Postfach 330440, D-28334 Bremen, Germany

Abstract

Laboratory-scale experiments were carried out to compare different melt crystallization process configurations, namely static layer crystallization, in which only natural convection influences mass and heat transfer, and dynamic layer crystallization, in which forced convection is obtained by pumping the mother liquor as a falling film on a heat exchanger. The system utilized as case study was α -caprolactam containing different initial water concentrations as impurity. The layer growth rate was varied, based on criteria of highest possible productivity, purity and yield. Based on the experimental results a study on the required number of purification stages was carried out for different process options, using a mathematical model for the layer crystallization process. © 2001 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

Keywords: Melt crystallization; Layer crystallization; Purification; Caprolactam; Modelling; Simulation

Figura 7 – Publicação dos resultados do trabalho de mestrado.

Alguns registros fotográficos (Figura 8) simbolizam esse período importante, como as fotos em frente ao portão principal da Universität Bremen, a imagem no laboratório onde conduzi os experimentos de cristalização, fotos do centro histórico de Bremen com o famoso Bremer Roland, passeios pela praça do Rathaus, e momentos de convivência com colegas internacionais e que me acolheram. Esses registros representam não apenas lembranças pessoais, mas também marcos de uma etapa que consolidou minha identidade acadêmica e humana.



Natal de 1999



Estátua dos animais de Bremen, Alemanha, conhecida como os "Músicos de Bremen" (*Die Bremer Stadtmusikanten*), uma famosa escultura de bronze que homenageia os animais do conto dos irmãos Grimm



Der Bremer Roland na Praça Rathaus



Aparato experimental



Christmas Market de Bremen (1998)



Frau Bodensigee (Dona da casa onde morei)



Jantar com os professores orientadores e suas esposas do Brasil e Alemanha em Bremen



Faculdade de Engenharia de Produção (Bremen)
Universität Bremen



Misses Praus (uma amiga que me acolheu)

Figura 8 – Fotos que registram locais, pessoas e eventos importantes de minha experiência em Bremen.

2.3 Doutorado em Engenharia Química – Universidade Estadual de São Paulo (1999–2003)



A continuidade para o doutorado, também no Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), Figura 9, representou uma etapa fundamental para a ampliação e consolidação das competências adquiridas no mestrado. Nesse período, minha pesquisa passou a abordar um problema mais complexo de modelagem, otimização e tomada de decisão em processos químicos, sob a orientação do Prof. Dr. José Maurício Pinto, cuja atuação acadêmica e formação tiveram grande influência na direção de minha formação científica, profissional e do trabalho de doutorado.

O Prof. José Maurício Pinto havia retornado recentemente de seu doutorado na Carnegie Mellon University (CMU), uma das instituições de maior prestígio mundial em Process Systems Engineering (PSE), onde trabalhou sob a orientação do renomado Prof. Dr. Ignacio E. Grossmann, referência internacional em otimização, planejamento e síntese de processos. A experiência do Prof. Pinto junto ao grupo do Prof. Grossmann, responsável por algumas das metodologias mais influentes em programação matemática aplicada à engenharia química, trouxe uma visão moderna e rigorosa para o desenvolvimento

da minha tese. A Figura 10 ilustra esse vínculo formativo e a herança científica que influenciou diretamente o direcionamento técnico do meu trabalho.



Figura 9 – Registros do Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP, incluindo a celebração de minha defesa, momentos de convivência no CRUSP, onde morei e conheci minha esposa, e um encontro com o Prof. Dr. Jaime Cerdá da Argentina durante evento no Guarujá.

O trabalho de doutorado resultou no desenvolvimento de uma estrutura completa e integrada para o planejamento tático e operacional de refinarias e cadeias de suprimento de petróleo, combinando modelagem de unidades de processo, balanços de estoques, redes logísticas e decisões de suprimento. Este trabalho desenvolveu-se como uma extensão de um estudo anterior realizado no doutorado do engenheiro da Petrobras Dr. Lincoln Fernando Lautenschlager Moro. Inicialmente, foi proposto um framework abrangente para representar toda a cadeia petrolífera, desde terminais e oleodutos até unidades de conversão e tanques de produtos, formulado como um problema MINLP de larga escala capaz de capturar interações entre qualidade dos petróleos, rendimentos de processo, restrições operacionais e alternativas logísticas. Em seguida, esse modelo foi estendido para o planejamento multiperíodo, incorporando variações temporais de demanda, preços e oferta de petróleos, o que permitiu antecipar decisões de processamento e de gerenciamento de estoques ao longo de um horizonte ampliado de otimização. Na etapa final, o trabalho passou a tratar incertezas do ambiente de mercado por meio de cenários discretos de preços, demandas e custos, introduzindo técnicas avançadas de decomposição Lagrangeana capazes de reduzir o esforço computacional desses modelos estocásticos, mantendo a consistência entre períodos e cenários e tornando viáveis aplicações em escala industrial. As Figuras 11, 12 e 13 apresentam os artigos publicados em periódicos como resultado das pesquisas desenvolvidas durante o doutorado, destacando-se o artigo da Figura 11 pelo maior impacto alcançado até os dias atuais.

Professor Ignacio E. Grossmann's Academic Tree

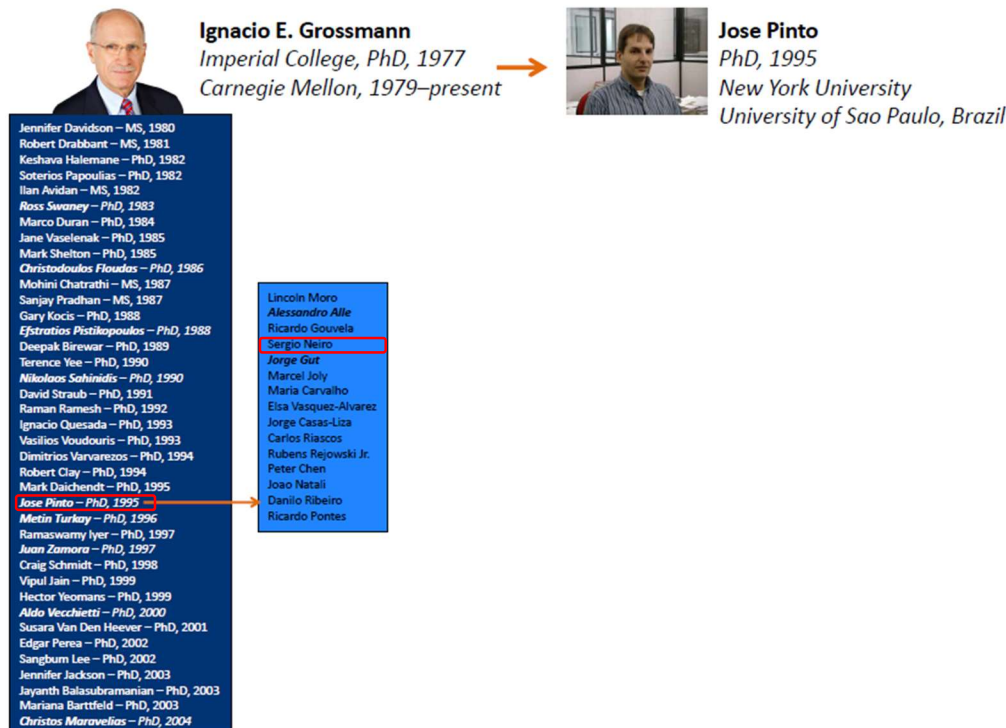
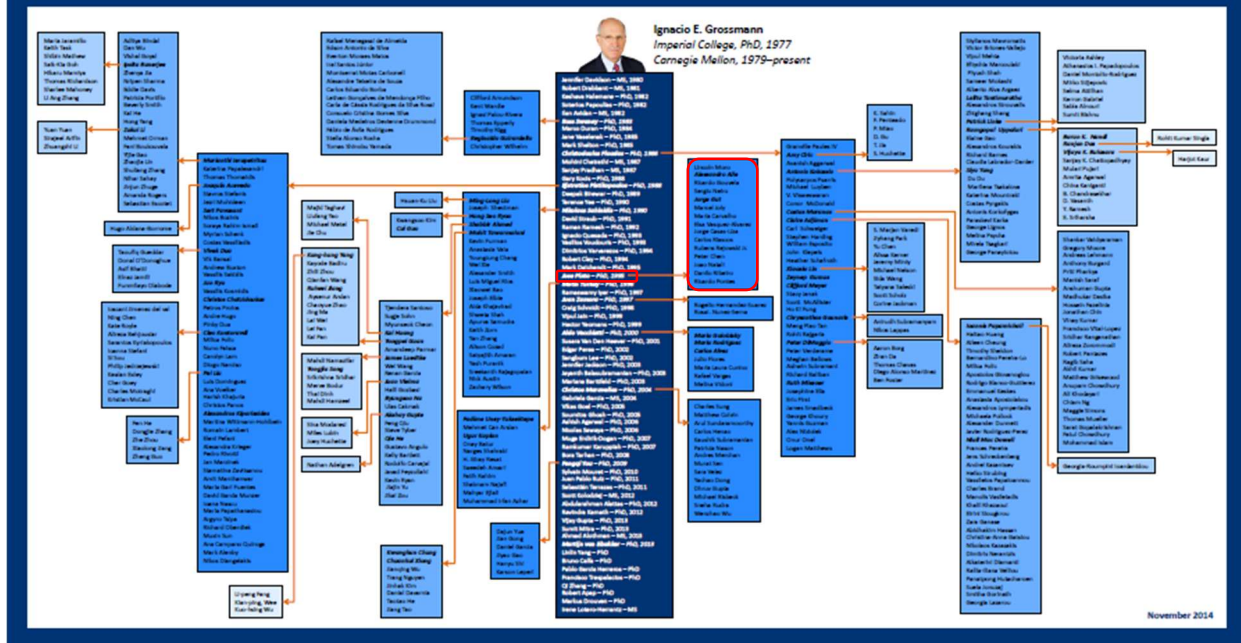


Figura 10 – Árvore acadêmica do Prof. Dr. José Mauricio Pinto.

No decorrer do meu doutorado, ocorreu um evento que marcaria de forma significativa tanto o desenvolvimento final da pesquisa quanto a minha própria trajetória acadêmica. Em 2002, quando eu me aproximava da conclusão da tese, o Prof. Dr. José Mauricio Pinto deixou o Departamento de Engenharia

Química da Escola Politécnica da USP para assumir uma posição como professor e pesquisador na Polytechnic University, em Nova York (hoje integrada à New York University - NYU). Sua mudança para os Estados Unidos representou um avanço importante em sua carreira e, ao mesmo tempo, abriu novas oportunidades de interação científica e formação internacional para seus orientandos, incluindo eu próprio.

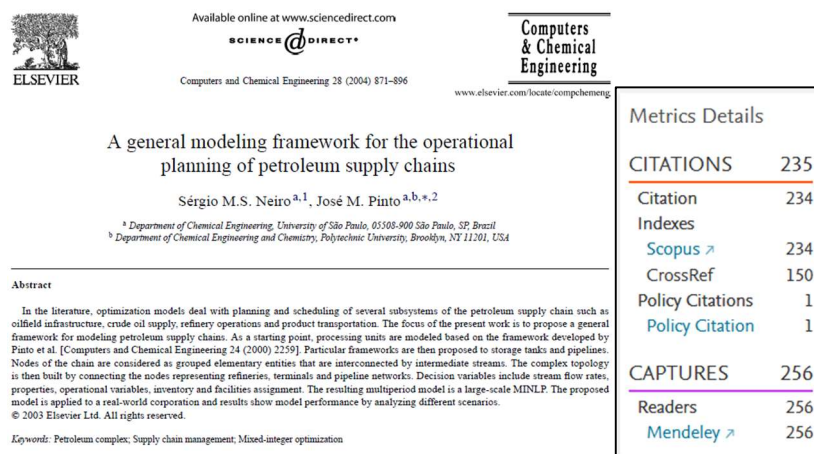


Figura 11 – Publicação do primeiro trabalho gerado no doutorado.



Figura 12 – Publicação do segundo trabalho gerado no doutorado.



Figura 13 – Publicação do terceiro trabalho gerado no doutorado.

Esse período coincidiu com um momento estratégico da minha pesquisa. No final de 2002, viajei aos Estados Unidos para apresentar parte dos resultados do meu trabalho de doutorado no AIChE Annual Meeting, realizado em Indianapolis. Essa apresentação, além de divulgar formalmente os resultados da tese, proporcionou contato direto com pesquisadores internacionais, ampliando minha compreensão das tendências globais em modelagem e otimização de processos.

Aproveitando essa viagem e a recente mudança do orientador para Nova York, realizei em seguida um estágio de quatro meses na Polytechnic University, trabalhando sob sua supervisão em um ambiente acadêmico multicultural e dinâmico. Para além do impacto acadêmico, essa segunda experiência

internacional teve também valor pessoal e profissional. Viver e trabalhar em Nova York, um dos ambientes urbanos e culturais mais vibrantes do mundo, exigiu adaptação, autonomia e resiliência. A experiência de deslocamento diário pelo sistema de metrô, o convívio com colegas de diferentes países, a necessidade de usar o inglês de forma intensiva e cotidiana, bem como o contato direto com uma universidade americana, ampliaram minha compreensão da diversidade cultural e da dinâmica da pesquisa internacional.

Essa vivência contribuiu para minha maturidade acadêmica, fortalecendo competências interculturais e ampliando minha visão sobre colaboração científica e inserção internacional. Representou também uma continuidade natural da formação iniciada na Alemanha durante o mestrado, consolidando um ciclo de experiências internacionais que impactaram de modo duradouro minha maneira de ensinar, pesquisar e orientar estudantes. A Figura 14 registra alguns momentos marcantes dessa experiência em Nova York, incluindo a foto da casa do Prof. Dr. José Maurício Pinto coberta de neve em 2002 e uma segunda imagem do mesmo local em 2024, capturada durante uma viagem recente para visitar a Universidade de Princeton e passar por Nova York, ocasião em que reencontrei o Prof. Pinto e sua esposa, um momento de grande satisfação pessoal.



Figura 14 – Momentos marcantes da vivência em Nova York, em 2002 e 2024.

2.4 Formação Complementar - Pós-Doutorado (2003–2004)

Após a conclusão do doutorado, dei continuidade ao desenvolvimento acadêmico por meio de um pós-doutorado iniciado em 2003 e interrompido em 2004, financiado pela FAPESP, o que representou um importante marco na consolidação da minha formação científica. Esse período pós-doutoral foi concebido como uma extensão natural das pesquisas realizadas no doutorado, com foco no aprofundamento de metodologias de modelagem e otimização de processos aplicados à cadeia de refino e ao planejamento integrado de sistemas industriais.

Apesar de, naquele momento, o Prof. Dr. José Maurício Pinto já estar radicado em Nova York como professor da Polytechnic University, ele manteve formalmente sua vinculação à USP e continuou exercendo supervisão ativa no projeto de pós-doutorado. Esse período foi fundamental para amadurecer

ideias, especialmente nas áreas de otimização determinística e integração de processos com cadeias de suprimento. A continuidade da colaboração científica com o Prof. Pinto, mesmo à distância, fortaleceu minha visão sobre como estruturar pesquisas de longo alcance com rigor matemático e relevância industrial.

Para além dos resultados científicos, o período de pós-doutorado representou uma transição importante na minha trajetória profissional. A experiência acumulada, aliada ao apoio institucional da FAPESP e à orientação experiente do Prof. Pinto, forneceu a base necessária para que eu pudesse iniciar, poucos anos depois, minha carreira docente com maior maturidade acadêmica e autonomia científica.

2.5 Ano Sabático na Wisconsin University (2017-2018)



O ano sabático realizado no período 2017-2018, já durante minha atuação como professor da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) na Faculdade de Engenharia Química (FEQ), representou um dos momentos mais marcantes e transformadores da minha carreira acadêmica. A concepção desse projeto surgiu de uma conversa com o Prof. Dr. José Maurício Pinto, que atualmente ocupa a posição de Senior Director, Digital Americas na Linde (à época Praxair), atuando nas áreas de Business e Supply Chain Optimization. Durante nosso diálogo, mencionei o interesse em trabalhar com o Prof. Dr. Christos T. Maravelias, pesquisador de referência internacional em otimização da programação de processos industriais e, assim como o Prof. Pinto, ex-orientando do Prof. Ignacio E. Grossmann na Carnegie Mellon University (Figura 15). Essa conexão acadêmica comum, enraizada na escola de Process Systems Engineering da CMU, foi fundamental para aproximar interesses, competências e oportunidades.



Figura 15 – Árvore acadêmica do Prof. Ignacio E. Grossmann e formação do Prof. Christos T. Maravelias.

O período em Wisconsin proporcionou imersão em um dos ambientes acadêmicos renomados da área de otimização, supply chain e engenharia de sistemas. A convivência com o Prof. Maravelias e seu grupo de pesquisa ampliou minha visão sobre o desenvolvimento de pesquisa em um laboratório repleto de ideias inovadoras, colaboração e forte integração entre modelagem, otimização e aplicações industriais. Além disso, a constante e frequente interação com a equipe de engenharia da Praxair permitiu conhecer

em profundidade os desafios práticos da cadeia de suprimentos de gases industriais, aproximando a pesquisa acadêmica das necessidades reais do setor.

O projeto contou com financiamento direto da Praxair, o que possibilitou não apenas o desenvolvimento científico junto à University of Wisconsin - Madison, mas também uma aproximação intensa com as operações reais da empresa. Parte do orçamento de financiamento do projeto foi destinada à realização de três viagens técnicas à cidade de Buffalo, onde se localiza o *headquarter* da empresa e os principais grupos de desenvolvimento tecnológico liderados pelo Prof. Dr. José Maurício Pinto. Essas visitas tiveram papel essencial para compreender a complexidade e a escala da cadeia de suprimentos de gases industriais e, em particular, da produção, distribuição e logística do argônio, foco central do projeto.

Durante essas viagens, tive a oportunidade de participar de reuniões individuais com os membros do time de desenvolvimento, discutindo modelos, restrições operacionais, e desafios reais enfrentados pela Praxair no planejamento integrado de suas plantas. Além disso, fui conduzido a uma visita detalhada às instalações do centro operacional, incluindo as salas de controle central e de controle remoto vinculado às plantas de separação de ar distribuídas por todo o país. A imersão incluiu ainda encontros com os programadores responsáveis pelos sistemas de roteirização e distribuição, proporcionando uma visão abrangente das regras operacionais e prioridades utilizadas no despacho logístico de produtos criogênicos.

A experiência tornou-se ainda mais completa com a visita a uma planta de separação de ar localizada na região de Buffalo, onde pude observar in loco a operação industrial. Também visitei uma planta de envase de cilindros, permitindo compreender as etapas finais da cadeia. Essas atividades ampliaram minha compreensão do processo como um todo e garantiram que o modelo desenvolvido refletisse grande parte da operação industrial, fortalecendo a relevância prática e o impacto do trabalho desenvolvido.

Essa experiência, fruto da articulação entre universidade e indústria, resultou na consolidação de um modelo integrado capaz de apoiar decisões operacionais na cadeia de suprimentos de argônio. Como desdobramento direto do projeto, foram publicados dois artigos científicos em periódicos (Figura 16 e 17), os quais sintetizam as contribuições teóricas e aplicadas do trabalho, incluindo formulações matemáticas, análise de cenários e avaliação do planejamento sob múltiplas restrições operacionais.

Para além das contribuições científicas, esse período representou também um outro marco importante na minha trajetória pessoal e profissional. A vivência em Madison dentro e fora da universidade, a integração com um grupo de pesquisa do Prof. Maravelias e o diálogo direto com a Praxair ampliaram minha confiança na condução de projetos e consolidaram a linha de pesquisa que hoje desenvolvo na UFU. Essa experiência reafirmou, ainda, a minha vocação para a interface entre o trabalho acadêmico, o impacto prático e cooperação internacional, valores que procuro fomentar.



Figura 16 - Primeira publicação com resultados do ano sabático em Madison.



Figura 17 - Segunda publicação com resultados do ano sabático em Madison.

As Figuras 18 e 19 registram alguns dos momentos mais significativos vividos durante este período em Wisconsin, tanto no ambiente acadêmico quanto fora dele. As imagens mostram a convivência diária com o grupo do Prof. Christos Maravelias. Esses registros documentam também momentos vividos fora do campus, que foram igualmente marcantes. Durante esse período, construí amizades valiosas com colegas internacionais e com pessoas da comunidade local, ampliando minha vivência cultural e fortalecendo vínculos pessoais que se estendem até hoje. Essas experiências, representam a dimensão humana e social deste período, um complemento fundamental ao crescimento pessoal que tornou essa fase ainda mais rica e significativa.

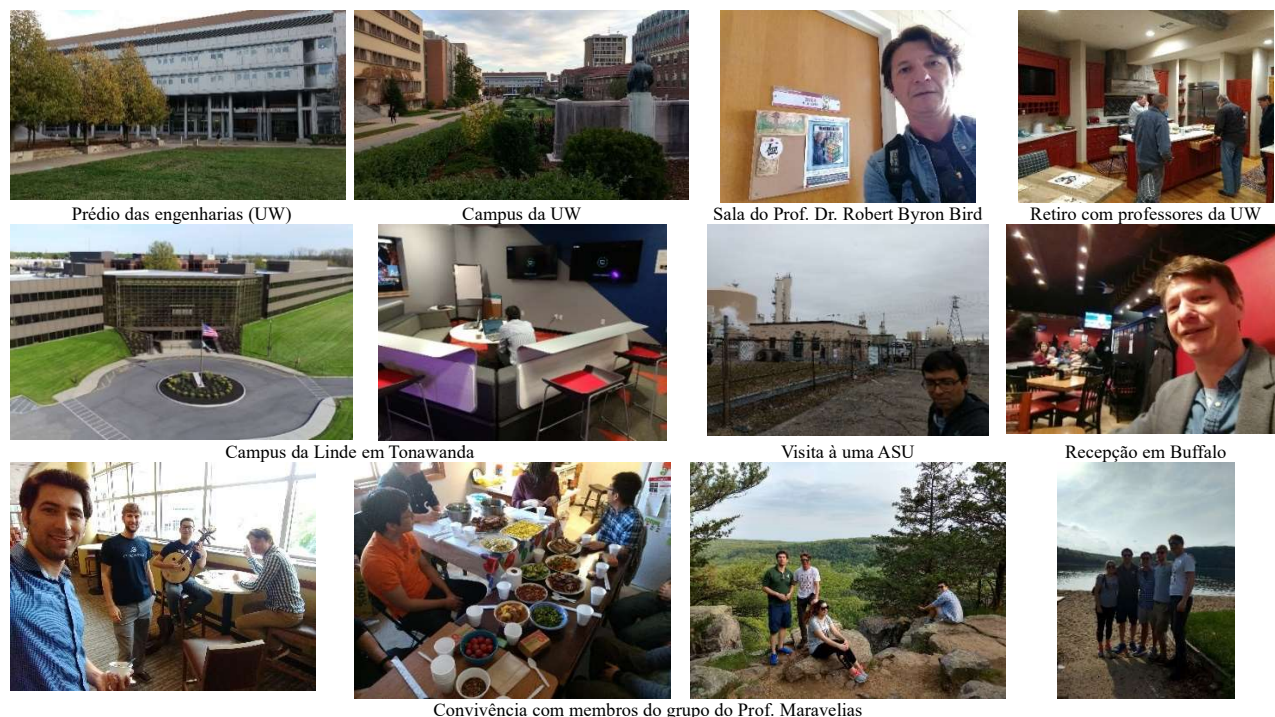


Figura 18 - Registros do período na University of Wisconsin e das atividades realizadas na Linde (Praxair), Buffalo.

Após esse primeiro ciclo, passei a atuar como Staff Engineer na área de Supply Chain dentro da organização de serviços da AspenTech. Nessa função, aprofundei minha atuação técnica desenvolvendo, implementando e dando suporte a modelos de planejamento e otimização em escala industrial. Trabalhei diretamente com engenheiros, gestores e equipes multidisciplinares de diferentes países, participando de projetos com empresas no Brasil, Estados Unidos e Canadá. Essa vivência ampliou de modo significativo minha visão sobre cadeias de suprimento, permitindo compreender não apenas o funcionamento técnico dos modelos, mas também a dinâmica operacional e comercial que molda decisões na indústria de processos.

Trabalhar em uma empresa multinacional como a AspenTech proporcionou uma formação prática que complementou minha formação acadêmica. A convivência diária com profissionais, engenheiros químicos, especialistas em supply chain e cientistas de dados, permitiu aprender diferentes estilos de gestão, metodologias de implementação, abordagens de solução de problemas e modos de interação com clientes industriais. A exposição a ambientes internacionais de negócios, com reuniões e projetos conduzidos em inglês e espanhol, fortaleceu competências interculturais, ampliou minha adaptabilidade e consolidou habilidades de comunicação em contextos técnicos e comerciais.

Para além da dimensão técnica e comercial, essa experiência contribuiu decisivamente para minha maturidade profissional. A necessidade de conciliar prazos, expectativas de clientes, demandas internas e desafios tecnológicos reais me ensinou a lidar com complexidade, incerteza e tomada de decisão ágil, elementos que foram fundamentais para minha atuação posterior como pesquisador, orientador e gestor acadêmico. Essa passagem pela indústria de software para engenharia continua sendo, até hoje, um dos pilares da minha formação, influenciando diretamente minha visão sobre simulação e otimização, além de enriquecer minha prática docente e minhas linhas de pesquisa na UFU.

A Figura 20 registra alguns momentos vividos durante minha atuação na AspenTech, incluindo interações com colegas do time de vendas e serviços. Essas imagens refletem o ambiente colaborativo e multicultural da empresa, marcado por trocas técnicas constantes e convivência profissional enriquecedora, além de descontração.

Durante minha passagem pela AspenTech, tive a oportunidade de aprender com profissionais de grande competência, e entre eles merece destaque especial Pedro Alves, cuja mentoria foi fundamental para meu amadurecimento técnico e comercial. Em inúmeros momentos, Pedro dedicou tempo para explicar estratégias de vendas, compartilhar experiências práticas do mercado e discutir abordagens eficazes para interação com clientes de diferentes setores. Sua capacidade de aliar profundo conhecimento técnico a uma visão clara do posicionamento estratégico da empresa foi decisiva para meu desenvolvimento, ajudando-me a compreender com mais precisão o papel do engenheiro em ambientes corporativos multinacionais. Sou profundamente grato pela generosidade, paciência e profissionalismo com que sempre compartilhou seu conhecimento, contribuindo de maneira marcante para minha formação e trajetória.



Figura 20 - Fotos de momentos vividos durante minha experiência profissional na AspenTech, incluindo interações com equipes de Vendas, Serviços e Administrativo, com destaque para Antônio Sarno, Pedro Alves, Roberto e Boyd Bishop.

2.7 Síntese da formação e seu impacto na trajetória profissional

Em conjunto, minha formação acadêmica, iniciada no Paraná, consolidada em São Paulo e complementada com experiência internacional na Alemanha e Estados Unidos e em minha passagem na AspenTech forneceu a base científica, metodológica e pedagógica necessária para o exercício pleno da docência e da pesquisa na UFU.

Cada etapa contribuiu para o desenvolvimento de competências essenciais que permeiam minha atuação até hoje com visão sistêmica de processos e compromisso com a formação de engenheiros aptos a enfrentar desafios contemporâneos com competência técnica e responsabilidade social.

CAPÍTULO 3 – Trajetória Profissional em Educação e Pesquisa

A minha trajetória profissional caracteriza-se por um compromisso com a excelência no ensino, pela consolidação de linhas de pesquisa e pela participação ativa no desenvolvimento institucional da UFU. Desde os primeiros anos da carreira docente até as atividades mais recentes, busco integrar formação e pesquisa, alinhando-me aos valores da universidade pública e às necessidades contemporâneas da Engenharia Química.

3.1 Ingresso na Universidade Federal de Uberlândia (julho/2010)



O início das atividades na Universidade Federal de Uberlândia marcou um ponto de inflexão na minha trajetória profissional. Ingressando como docente no curso de Engenharia Química, passei a atuar diretamente na formação de estudantes de graduação.

Ao longo dos anos, desenvolvi atividades em disciplinas da Engenharia Química. Desde o ingresso na UFU, minha carreira evoluiu em duas dimensões principais:

a) Ensino

Ao longo dos anos, ministrei disciplinas de graduação e pós-graduação, em temas como simulação, projeto e otimização de processos químicos. A atuação no ensino foi pautada pelo uso de ferramentas computacionais e pela atualização permanente dos conteúdos programáticos.

b) Pesquisa

Foi na UFU que minhas linhas de pesquisa atingiram maturidade, com projetos envolvendo:

- simulação de processos químicos utilizando simuladores de processos comerciais,
- otimização da programação da produção de processos químicos,
- análise exergética de processos químicos,
- otimização de cadeias de suprimentos,
- integração entre simulação e aprendizado de máquina e entre simulação e otimização

A pesquisa resultou em publicações em periódicos, colaboração com grupos internacionais, interação com a indústria por meio de projetos aplicados e parcerias técnico-científicas, captação de recursos e formação de recursos humanos.

3.2 Atividades de gestão universitária

A participação em atividades de gestão representa uma dimensão também ativa da minha trajetória profissional. Ao longo dos anos, atuei em:

- comissões de concursos e contratações,
- colegiado do PPGEQ,

- Núcleo Docente Estruturante - NDE,
- organização de eventos técnicos e acadêmicos,
- mentor da empresa júnior da FEQ por duas gestões,
- coordenação e participação em projetos institucionais.

Essas funções contribuíram não apenas para a governança acadêmica, mas também para o fortalecimento das políticas internas do curso e do programa, consolidando um ambiente colaborativo e propício ao desenvolvimento da pesquisa.

3.3 Centro de Excelência em Fertilizantes (CEFert / 2011-2012)

Em 2011, fui convidado pela diretora da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia, Profa. Valéria Viana Murata, para assumir uma responsabilidade singular e estratégica: a continuidade do projeto financiado pela FAPEMIG destinado à criação do Centro de Excelência em Fertilizantes (CEFert). O projeto havia sido originalmente idealizado e aprovado pelo Prof. Dr. Humberto Molinar Henrique, cuja saída de cena, por razões de pedido de licença, demandou uma transição imediata da liderança. Ao aceitar o convite, compreendi que se tratava de uma iniciativa de grande envergadura, com potencial de impactar diretamente a indústria nacional de fertilizantes e fortalecer a posição de Minas Gerais como polo tecnológico do setor.

O CEFert se estruturava como uma ação integrada entre governo, universidades e indústria, reunindo instituições como a UFU, UFLA, UFV, FOSFÉRTIL, Bunge Fertilizantes e órgãos estaduais ligados à ciência, tecnologia e desenvolvimento produtivo. Desde os primeiros documentos do projeto, especialmente o *Plano Diretor* submetido à SECTES/MG, ficava evidente o propósito de consolidar uma rede de competências capaz de atuar simultaneamente em pesquisa, inovação, capacitação de recursos humanos e prestação de serviços tecnológicos de alto nível. Assumir sua coordenação significou dedicar-me a um processo de articulação institucional, que exigiu negociações, planejamento técnico e gestão estratégica em um ambiente complexo e desafiador.

Ao longo de 2011 e 2012, mergulhei integralmente nessa missão. Com recursos da FAPEMIG, foram contratados dois consultores especialistas da área para conduzir a elaboração do Plano Diretor do CEFert, documento central que estabeleceu a governança, os eixos temáticos de atuação, a estrutura organizacional, os mecanismos de sustentabilidade financeira e a projeção do centro como órgão complementar da Faculdade de Engenharia Química na UFU. Esse período exigiu agenda estratégica para o centro, a definição de seus núcleos de conhecimento (fertilizantes fosfatados; NPK e misturas; aditivos e propriedades físicas) e o delineamento das ações de médio e longo prazo que dariam sustentação ao seu funcionamento.

Um marco importante dessa gestão foi a organização, em outubro de 2011, do II Workshop em Fertilizantes, realizado em Uberlândia. O evento reuniu representantes de empresas do setor, pesquisadores de universidades mineiras e paulistas, especialistas da área agrícola, gestores públicos e membros do corpo técnico da FAPEMIG. O workshop permitiu consolidar a visão sistêmica do CEFert,

fortalecer sua rede de parceiros e ampliar sua inserção institucional, contribuindo para difundir sua proposta e promover debates sobre os desafios tecnológicos do setor de fertilizantes no Brasil. Foi também um momento crucial para apresentar à comunidade científica e empresarial os primeiros resultados do trabalho de formulação do Plano Diretor.

Durante essa fase, participei também da elaboração de dois projetos CT-Infra (FINEP), um submetido em 2011 e outro submetido em 2012, destinados a financiar a infraestrutura física do CEFert na Faculdade de Engenharia Química. Esses projetos previam a construção de laboratórios dedicados às linhas de pesquisa do Centro, incluindo áreas voltadas à tecnologia de fertilizantes fosfatados, processos químicos industriais, misturas NPK e aditivos, bem como a implantação de escritórios e instalações administrativas. Tais propostas buscavam garantir que o CEFert não fosse apenas uma articulação conceitual, mas um centro realizado de fato, com espaço físico adequado para pesquisa, formação de recursos humanos, ensaios tecnológicos e interação com o setor produtivo.

O projeto financiado pela FAPEMIG foi concluído em 2012 com a entrega do Plano Diretor, a definição da estrutura organizacional do CEFert como órgão complementar da UFU e a consolidação de sua rede de parcerias acadêmicas, industriais e governamentais. Ao encerrar minha gestão, deixei estabelecida a base institucional necessária para que o Centro pudesse avançar de forma sustentável em suas atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e formação de pessoal especializado. Foram dois anos de dedicação intensa e contínua, nos quais concentrei esforços para transformar a visão do CEFert em uma estrutura sólida, articulada e coerente com as necessidades estratégicas do país no campo dos fertilizantes.

Apesar da relevância estratégica do CEFert para o Estado de Minas Gerais e para o país, tomei a decisão de me desligar da presidência do Centro após a conclusão do Plano Diretor. A área de fertilizantes, embora essencial para o agronegócio e para a segurança alimentar, está distante da minha trajetória técnico-científica e dos campos nos quais construí expertise ao longo dos anos e que desejava investir tempo e recursos. Assim, após cumprir minha contribuição institucional na estruturação do Centro, optei por direcionar novamente meus esforços acadêmicos e de pesquisa para as áreas em que minha formação e experiência poderiam gerar maior contribuição científica.

3.4 Projeto Petrobras/ CENPES (2012-2013) - Mapeamento do Estado da Arte em Tecnologias de Apoio à Decisão para Programação da Produção de Refinarias

Encerrado meu ciclo de dedicação ao CEFert, iniciei uma nova fase de atuação alinhada às minhas áreas de interesse. Foi nesse contexto que, ainda em 2012, tive o privilégio de coordenar um projeto de grande importância pessoal firmado entre a PETROBRAS/CENPES, a UFU e a FAU (Fundação de Apoio Universitário), formalizado pelo Contrato 0050.0072962.12.2 (Figura 21). O contrato tinha o valor global distribuído em quatro parcelas vinculadas à entrega e aprovação dos relatórios técnicos, consolidando uma parceria entre a FEQ/UFU e uma das mais importantes unidades de P&D da América Latina, o CENPES.

CONTRATO QUE ENTRE SI CELEBRAM PETRÓLEO
BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, A UNIVERSIDADE
FEDERAL DE UBERLÂNCIA - UFU, E A FUNDAÇÃO
DE APOIO UNIVERSITÁRIO - FAU, NA FORMA
ABAIXO.

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, sociedade de economia mista, inscrita no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda sob o nº 33.000.167/0001-01, com sede na Av. República do Chile, 65, no município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, doravante denominada PETROBRAS, neste ato representada pelo Gerente de Distribuição, Logística e Transporte do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello - CENPES, Sr. Luiz Claudio Moreira Paschoal, a UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNCIA - UFU, fundação pública de educação superior, integrante da Administração Federal Indireta, com sede na Av. João Naves de Ávila, 2121, bairro Santa Mônica, Uberlândia/MG, inscrita no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda sob o nº 25.648.387/0001-18, neste ato representada pelo seu Magnífico Reitor, Prof. Alfredo Júlio Fernandes Neto, doravante denominada UNIVERSIDADE e a FUNDAÇÃO DE APOIO UNIVERSITÁRIO - FAU, Pessoa Jurídica de Direito Privado, Instituição sem fins lucrativos, com sede na Avenida Engenheiro Diniz, 1178 bairro Martins, Uberlândia/MG, inscrita no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda sob o nº 21.238.738/0001-61, neste ato representada pelo seu Diretor Executivo, Sr. Carlos José Soares, doravante denominada FUNDAÇÃO ou UNIVERSIDADE/FUNDAÇÃO quando referidas em conjunto.

Figura 21 – Contrato PETROBRAS/UFU/FAU referente ao Projeto de Mapeamento do Estado da Arte em Tecnologias de Apoio à Decisão para Programação da Produção de Refinarias.

O projeto, intitulado “Mapeamento do Estado da Arte em Tecnologias de Apoio à Decisão para Programação da Produção de Refinarias de Petróleo”, tinha como propósito central identificar, analisar e sistematizar metodologias avançadas aplicáveis ao problema de programação de crus às refinarias, um desafio clássico, de complexidade combinatória, que envolve decisões integradas sobre tanques, unidades de processo, fluxos, estoques, janelas temporais e especificações de produtos. O objetivo era produzir um documento técnico, capaz de orientar a PETROBRAS na definição de estratégias de médio e longo prazo para o desenvolvimento de ferramentas de programação da produção, integrando métodos clássicos, técnicas modernas de programação matemática, heurísticas, decomposições e modelos emergentes.

A proposta submetida e aprovada pelo CENPES estruturava o projeto em duas grandes etapas:

1. **Levantamento do estado da arte**, com foco em literatura científica, tecnologias acadêmicas e industriais, participação em congressos e interação com centros de excelência no Brasil e no exterior;
2. **Análise crítica e formulação de diretrizes técnicas**, visando propor caminhos para o desenvolvimento de um projeto subsequente de P&D que pudesse resultar em soluções proprietárias, escaláveis e aderentes ao ambiente operacional das refinarias da PETROBRAS.

O projeto foi concebido inicialmente para 7 meses de duração. Porém, devido à necessidade de alinhamento entre agendas institucionais da UFU e do CENPES, apresentações técnicas sobre o processo de planejamento e programação da produção da PETROBRAS e ajustes operacionais, sua execução precisou de uma extensão adicional de 3 meses, conforme formalizado no Termo Aditivo de agosto de 2012. A prorrogação, solicitada e justificada por mim como coordenador científico, assegurou o cumprimento integral das tarefas e a entrega de produtos finais em consonância com o rigor técnico esperado pela PETROBRAS.

A execução das atividades envolveu uma equipe do Núcleo de Controle e Otimização de Processos (NUCOP), reunindo docentes com tradição em otimização, controle avançado e métodos heurísticos. Participaram o Prof. Dr. Rubens Gedraite e Prof. Dr. Fran Sérgio Lobato, além da minha atuação direta na

coordenação científica e na produção dos conteúdos técnicos. O projeto também financiou recursos humanos essenciais: dois alunos de mestrado e um aluno de iniciação científica, responsáveis por apoiar o levantamento bibliográfico, organizar bases de dados, implementar problemas-teste e colaborar na análise dos resultados numéricos e conceituais gerados ao longo do estudo. Além disso, diversos outros trabalhos foram desenvolvidos de forma indiretamente relacionada ao projeto com foco principal na formação de recursos humanos com conhecimento nesta área. Sob o ponto de vista metodológico, o projeto contemplou:

- análise detalhada das formulações clássicas de programação de cruas propostas na literatura;
- avaliação de modelos híbridos;
- identificação de gargalos tecnológicos e lacunas estratégicas no uso de ferramentas comerciais;
- recomendações técnicas para orientar pesquisas futuras em P&D no CENPES;
- estudo exploratório de problemas representativos da realidade operacional das refinarias brasileiras.

Os resultados consolidados ao longo do projeto contribuíram diretamente para uma visão do estado da arte para a PETROBRAS na área de apoio à decisão, além de ampliar a inserção da FEQ/UFU em projetos industriais de refino. O projeto também exerceu importante papel formador, qualificando alunos em temas de otimização e programação matemática, e estabelecendo um marco inicial para possíveis cooperações futuras entre o NUCOP e o CENPES.

Em síntese, esse projeto representou um momento importante na minha trajetória como pesquisador, por unir o interesse acadêmico, aplicação de solução para um problema industrial e formação de recursos humanos. Ele posicionou definitivamente a modelagem, otimização e programação de processos como áreas centrais de meu interesse científico, fortalecendo a visibilidade do NUCOP dentro e fora da UFU e iniciando um ciclo de cooperação estratégica com a PETROBRAS.

3.5 - Projeto Petrobras/ CENPES (2014-2016) - Desenvolvimento de Modelos de Otimização Aplicados à Programação de Petróleo em Refinarias

Após a conclusão do primeiro projeto junto à PETROBRAS/CENPES, cujo foco havia sido mapear o estado da arte em tecnologias de apoio à decisão para programação da produção de refinarias, o NUCOP consolidou-se como um parceiro científico confiável, tecnicamente competente e capaz de dialogar com os desafios operacionais enfrentados pelo CENPES. Esse reconhecimento resultou diretamente no convite para submeter um segundo projeto, agora mais ambicioso e aprofundado, formalizado pelo Processo 2014/00016-7 (Figura 22), submetido em janeiro de 2014 e celebrado por meio de Termo de Cooperação entre PETROBRAS, UFU e FAU. Diferentemente do estudo inicial, este novo projeto tinha como objetivo o desenvolvimento efetivo de um modelo matemático de otimização aplicado ao abastecimento de petróleo em refinarias, capaz de representar de forma consistente as peculiaridades operacionais do parque de refino brasileiro. Tratava-se de uma iniciativa inteiramente orientada ao desenvolvimento tecnológico, realizada ao longo de 20 meses, e que mobilizou recursos financeiros

também distribuídos em quatro parcelas conforme as entregas previstas em relatório técnico.

 **PETROBRAS**

PETROBRAS
SIGITEC - Gestão de Investimentos em Tecnologia



PLANO DE TRABALHO20/01/2016 20:21

Proposta
Identificação da Proposta

Processo	2014/00016-7
Tipo de Investimento / Divulgação	Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) - Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)
Coordenador	Sergio Mauro da Silva Neiro
Vínculo Institucional do Processo	UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA/UFU
Gerência Técnica	CENPES/PDAB/DLT

Figura 22 - Página do SIGITEC referente ao projeto UFU–PETROBRAS/CENPES (Processo 2014/00016-7)

A proposta submetida ao CENPES justificava que, embora existisse vasta literatura sobre programação de petróleo, os modelos disponíveis não atendiam às condições reais de operação das refinarias brasileiras, que envolvem características singulares de tancagem, restrições de bombeamento, composição e rastreamento de cargas, regras específicas de alinhamento de tanques, dependências logísticas, além de aspectos referentes às campanhas das unidades de destilação. A PETROBRAS reconhecia que a ausência de modelos aderentes à realidade nacional levava programadores experientes a tomarem decisões baseadas essencialmente em conhecimento, muitas vezes subótimas diante da complexidade combinatória presente nesses processos. Assim, o projeto buscava transformar esse cenário por meio do desenvolvimento de um modelo customizado, fundamentado nos avanços da literatura e, ao mesmo tempo, cuidadosamente adaptado às exigências reais de operação.

A execução do projeto exigiu estudo aprofundado de modelos considerados maduros na literatura e sua posterior integração em uma formulação inédita. Esse modelo deveria incorporar restrições típicas, como capacidades de armazenamento e de bombeamento, cálculo de qualidades, composição de misturas, tempos de preparação dos tanques, divisão de parcelas de navios, lastros e sincronização das atividades de transferência. O projeto avançou também sobre aspectos sofisticados da operação das refinarias, como o alinhamento concorrente de tanques com unidades de destilação representando matematicamente a operação denominada pela Petrobras como “polegada”, além de prever a inclusão explícita de campanhas programadas e otimizadas ao longo do horizonte de programação.

A equipe financiada pelo termo incluiu dois bolsistas, um de nível profissional júnior (40 horas semanais) e um de nível de graduação (20 horas semanais), além da minha atuação como coordenador científico, com dedicação prevista de 20 horas semanais durante toda a vigência do projeto. O orçamento contemplava ainda participação em eventos científicos internacionais relevantes, reconhecendo a importância da atualização constante em um campo técnico que evolui rapidamente. Os recursos

administrados pela FAU cobriam também passagens, diárias e despesas operacionais para visitas ao CENPES.

Esse segundo projeto representou, portanto, a maturação natural da colaboração entre o NUCOP e o CENPES. Se o primeiro havia estabelecido a base conceitual, sintetizando metodologias e identificando lacunas tecnológicas, o segundo avançava decididamente para o desenvolvimento de uma solução original, combinando rigor matemático, aderência operacional e potencial de aplicação futura em ambientes reais de refino. Em termos de trajetória acadêmica, esse ciclo de cooperação consolidou de forma definitiva minha atuação na área de modelagem e otimização de processos de petróleo, ao mesmo tempo em que fortaleceu a posição da FEQ/UFU como um parceiro capaz de contribuir com problemas industriais desta natureza.

Os resultados oriundos do desenvolvimento deste segundo projeto com o CENPES, especialmente aqueles relacionados à formulação e implementação do modelo de otimização para o abastecimento de petróleo em refinarias, culminaram na publicação de um artigo. Essa publicação representou a consolidação científica do trabalho desenvolvido ao longo dos 20 meses do projeto e evidenciou a contribuição metodológica e aplicada da pesquisa conduzida na FEQ/UFU. A Figura 23 apresenta a página inicial do artigo publicado, registrando a materialização acadêmica dos resultados alcançados.

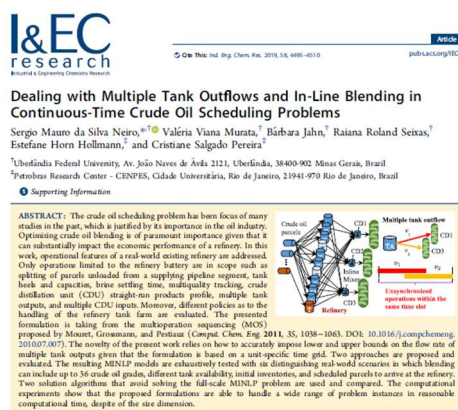


Figura 23 - Publicação dos resultados do segundo projeto de cooperação com o CENPES.

A publicação dos resultados desse projeto demorou mais do que o inicialmente previsto, em grande parte porque o manuscrito precisava estar diretamente associado aos trabalhos de mestrado das alunas envolvidas, garantindo a adequada vinculação acadêmica e a consolidação das contribuições desenvolvidas ao longo da pesquisa. Além disso, o artigo passou por um processo rigoroso de revisão interna no CENPES, necessário para assegurar que nenhum dado estratégico ou informação sensível da PETROBRAS fosse divulgado. Somente após esse processo de análise criteriosa e autorização formal é que o manuscrito pôde ser submetido e posteriormente publicado na revista.

3.6 Transição Acadêmica e Consolidação Científica para o Ano Sabático (2015-2017)

O encerramento do segundo projeto junto ao CENPES/Petrobras representou não apenas a conclusão de um ciclo profissional particularmente intenso e recompensador, mas também o início de um

período decisivo de reorganização acadêmica e planejamento estratégico para os passos seguintes da minha carreira. Embora a experiência acumulada ao longo dos dois projetos com a Petrobras tivesse ampliado minha inserção científica e industrial, naquele momento, eu ainda não havia cumprido os pré-requisitos para ingresso formal no corpo permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ/UFU). Assim, tornou-se claro que a realização de um ano sabático seria uma etapa natural e necessária para consolidar minha formação, ampliar minha produção científica e fortalecer minha atuação nas linhas de pesquisa que começavam a ganhar maior maturidade.

Nesse intervalo, mantive ativa a colaboração científica com o Prof. Dr. José Maurício Pinto, que havia sido meu orientador no doutorado e continuava como referência intelectual e parceiro acadêmico fundamental. Essa colaboração se materializou na publicação do artigo “Hybrid Time Formulation for Diesel Blending and Distribution Scheduling” no periódico *Industrial & Engineering Chemistry Research* (ACS), fruto das pesquisas em andamento na UFU e alinhadas aos temas de planejamento e otimização (Figura 24). A publicação desse trabalho representou não apenas a continuidade natural de uma linha de pesquisa, mas também a evidência de que a parceria acadêmica com o Prof. Pinto permanecia viva, mesmo após seu deslocamento para atividades industriais nos Estados Unidos.

Paralelamente, o período entre 2015 e primeiro semestre de 2017 foi marcado por dedicação à formação de recursos humanos e ao fortalecimento das linhas de pesquisa do programa. Atuei como coorientador de alguns alunos do PPGEQ/UFU. Em destaque, uma aluna de mestrado cujo trabalho resultou na publicação de um artigo no *Brazilian Journal of Chemical Engineering* (Figura 25), consolidando a vertente de estudos vinculados à modelagem, otimização e análise de processos industriais. Esse envolvimento permitiu amadurecer práticas de orientação e estreitar a integração entre pesquisa, formação e produção científica no grupo.

Ao mesmo tempo, ampliei meu envolvimento na formação em nível de doutorado, com a coorientação de Diovanina Dimas, cuja trajetória acadêmica se tornou um marco importante no processo de internacionalização das atividades de pesquisa conduzidas no NUCOP. Durante seu doutorado, viabilizei o envio da estudante para um estágio de doutorado-sanduíche no grupo da Profa. Dra. Ana Paula Barbosa Póvoa, no Instituto Superior Técnico (IST) da Universidade de Lisboa, uma das principais referências europeias em Pesquisa Operacional e Supply Chain Management aplicado à Engenharia Química. Essa aproximação científica foi, de certa forma, consequência direta de um encontro inicial com a Profa. Ana Paula durante um evento organizado pela Petrobras no Rio de Janeiro em 2014. A afinidade intelectual e o diálogo estabelecido naquela ocasião abriram portas para a colaboração que ocorreu em seguida e culminou na publicação conjunta de um artigo no periódico *Computers & Chemical Engineering* (Figura 26), ampliando de forma significativa o impacto e a visibilidade internacional das pesquisas desenvolvidas no grupo.

Hybrid Time Formulation for Diesel Blending and Distribution Scheduling

Sérgio M. S. Neiro,^{*,†} Valéria V. Murata,[‡] and José M. Pinto[‡]

[†]School of Chemical Engineering, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, MG, 38408-100, Brazil
[‡]Business and Supply Chain Optimization R&D, Praxair Inc., Danbury, Connecticut 06810, United States

ABSTRACT: This work focuses on the scheduling of an in-line diesel blending and distribution subsystem of an oil refinery. The formulation is based on a hybrid time representation in which time points are equally distributed along the time horizon, within which time slots of variable length are postulated. The hybrid time representation takes advantage of the flexibility of the continuous time representation and enables handling of intermediate due dates with the use of fixed time points. Time variables are defined in terms of resources instead of transfer operations leading to a smaller size formulation. Results from a real-world case are used to validate the proposed formulation that takes into consideration capacities and operating rules while minimizing costs. Results of the multiperiod scheduling are also compared to a day-ahead production planning policy. Computational efficiency is achieved after adding valid inequalities and symmetry breaking constraints.

A NOVEL TRANSITION IDENTIFICATION MECHANISM FOR THE DIESEL BLENDING AND DISTRIBUTION SCHEDULING PROBLEM USING THE DISCRETE TIME REPRESENTATION WITH TWO TIME-SCALES GRANULARITY

D. Dimas¹, V. V. Murata¹ and S. M. S. Neiro^{1,*}

¹Federal University of Uberlândia, School of Chemical Engineering, Uberlândia, MG, Brazil.
*E-mail: srgm@ufu.br

(Submitted: November 10, 2017; Revised: April 19, 2018; Accepted: May 11, 2018)

ABSTRACT: Transitions between tasks arise in many different scheduling problems. Sometimes transitions are understood because they incur costs, sometimes they are required because they require setup time, and sometimes both. In one way or the other, frequently, transitions need to be identified and penalized in order for their frequency to be minimized. The present work is concerned with the study of alternative optimization formulations to address transitions with the blending and distribution scheduling of oil derivatives. Our study starts by revisiting a model proposed in the literature that was built considering a very short time horizon (24 h). Next, improvements concerning the transition constraints are evaluated and a new approach is proposed with the purpose of extending model applicability to cases where longer time horizons are of interest. The new proposed mechanism of evaluating transitions relies on aggregating the detailed discrete time scale (down) to a higher and less detailed level (days). Transitions are then evaluated on the lower level of aggregation with the benefit of reducing the number of required constraints. It must also be emphasized that the proposed model is built on the basis of a set of assumptions that have direct impact on solution and solution time. Results obtained for a four-day time horizon demonstrate cost savings on the order of 3.2% when compared with four sequential schedules of a one-day time horizon each. Savings are mainly obtained as a consequence of the reduction of the predicted number of transitions.

Keywords: diesel blending, distribution scheduling, refinery, discrete time representation, event points.

Figura 24 - Artigo desenvolvido em parceria com o Figura 25 – Publicação do trabalho de mestrado de Prof. Dr. José Maurício Pinto.

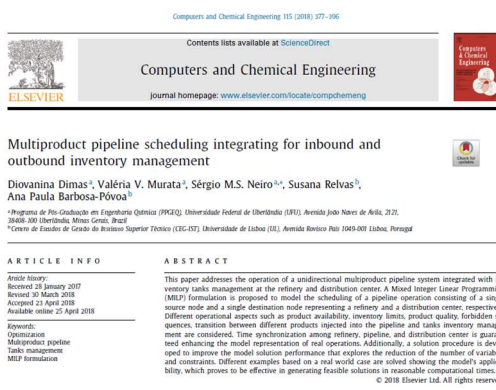


Figura 26 – Publicação do trabalho de colaboração com a Profa Dra. Ana Paula Barbosa Povoá durante o doutorado da discente Diovanna Dimas.

Esse conjunto de atividades constituiu o alicerce que preparou o terreno para o ano sabático iniciado em outubro 2017. Mais do que um período de transição, esses anos representaram um momento de amadurecimento acadêmico e científico, no qual se delinearam com clareza os rumos que norteariam a próxima fase da minha carreira.

3.7 Ano Sabático (2017-2018)

As atividades do ano sabático conduzido na University of Wisconsin (UW), Madison-USA, suas motivações, parcerias e resultados científicos foram detalhadas no Capítulo 2 deste memorial. Nesse capítulo anterior foram apresentados o contexto da colaboração com o grupo do Prof. Christos Maravelias, as visitas técnicas à Linde/Praxair e os principais avanços decorrentes desse trabalho. Nesta seção, menciono o ano sabático apenas como marco de continuidade e amadurecimento das linhas de pesquisa desenvolvidas nos anos que o antecederam, destacando seu papel na consolidação da minha atuação acadêmica e na expansão da colaboração internacional.

3.8 Retorno do Ano Sabático e Início de Atuação Formal no PPGEQ/UFU (2019-presente)

Meu retorno à FEQ/UFU, após a conclusão do ano sabático na UW em outubro de 2018, marcou o início de uma fase de consolidação acadêmica. Em 2019, iniciei minha participação na condição de docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ/UFU) e passei a dedicar-me de maneira mais estruturada ao fortalecimento da minha participação no programa, à ampliação da minha linha de pesquisa e à formação de novos quadros acadêmicos.

Nesse novo ciclo, intensifiquei minha participação no ensino de pós-graduação, assumindo disciplinas relacionadas às minhas áreas de especialidade, como Métodos Matemáticos Aplicados à Engenharia Química e diferentes ofertas de Tópicos Especiais, abordando temas como otimização de processos, simulação de processos, planejamento e programação da produção para problemas PSE. A oferta dessas disciplinas contribuiu para ampliar a identidade científica do PPGEQ/UFU, ao mesmo tempo que proporcionou a formação de discentes preparados para enfrentar problemas da Engenharia de Processos.

Com a consolidação da minha condição como professor permanente, iniciei também um ciclo de orientações de mestrado e, mais recentemente, doutorado, agora como orientador principal e formal de pesquisas desenvolvidas no âmbito do PPGEQ. Desde então, concluí a orientação de seis dissertações de mestrado, cujos temas abrangem desde simulação e análise de processos, otimização da programação da produção, combinação de simulação de processos utilizando simulador de processos e inteligência artificial até avaliação termoenergética (lista de publicações disponíveis em currículo Lattes). No momento, mantenho uma orientação de mestrado em andamento e quatro orientações de doutorado, todas diretamente associadas às linhas de pesquisa fortalecidas a partir das experiências adquiridas desde minha chegada na UFU.

A colaboração científica com o Prof. Dr. José Maurício Pinto permanece ativa e estratégica. Os vínculos estabelecidos desde o doutorado e reforçados durante minhas atividades na UFU e no ano sabático na UW permitiram estruturar novas agendas de pesquisa. Atualmente, desenvolvo com um dos doutorandos um projeto voltado à expansão direta das metodologias criadas em meu ano sabático, explorando formulações integradas de produção, estocagem e distribuição em cadeias de suprimento de gases industriais. Em paralelo, uma outra aluna de doutorado está desenvolvendo um modelo de simulação e otimização da cadeia de suprimentos de hidrogênio, utilizando informações reais fornecidas pela Linde e integrando simulação rigorosa utilizando o simulador de processos AVEVA Process Simulation com técnicas de otimização, em uma abordagem híbrida que se alinha às pesquisas em PSE.

Outra frente de colaboração internacional de grande relevância se estabeleceu com o grupo do Prof. Fernando Vines Lima, da West Virginia University (WVU). Essa parceria, iniciada a partir de interesses científicos convergentes ganhou força com a visita do Prof. Lima à UFU em 2023, financiada pelo Projeto CAPES PRInt/UFU, ocasião em que ministrou palestras, participou de reuniões científicas e conduziu um minicurso para estudantes do PPGEQ (Figura 27). Essa aproximação resultou em uma produção conjunta: apresentamos um trabalho no PSE-Brazil 2024, premiado entre os cinco melhores pôsteres do evento (Figura 28), e publicamos posteriormente um artigo no periódico Digital Chemical

Engineering (Figura 29), formalizando a relevância da colaboração. Entre 2024 e 2025, um discente de doutorado do PPGEQ/UFU sob minha orientação, realizou um estágio sanduíche de seis meses no grupo do Prof. Lima, ampliando significativamente sua formação em modelagem e simulação. Há a previsão que uma outra aluna de doutorado também realize parte de suas pesquisas como doutorado-sanduíche na WVU, reforçando a colaboração com o grupo da WVU.



Figura 27 – Visita do Prof. Dr. Fernando Vines Lima da WVU à UFU em 2023 financiado pelo projeto CAPES PRInt/UFU. Fotos tiradas durante o minicurso oferecido ao PPGEQ/UFU.

Além das cooperações internacionais, procurei estabelecer parcerias dentro da própria UFU, especialmente com docentes da Engenharia Mecânica, Profs. Marcelo Braga dos Santos e Solidônio Rodrigues de Carvalho e do Instituto de Química, com o Prof. Antônio Otávio de Toledo Patrocínio, com foco em temas envolvendo modelagem, simulação e análise de processos industriais. Dentro da FEQ, estabeleci parceria com o Prof. Fran Sérgio Lobato, resultando na publicação de dois trabalhos (Figura 30). Com a Profa Dra Carla Eponina Hori a publicação de um trabalho (Figura 31). Com o Prof. Dr. Luiz Gustavo Martins Vieira (Figura 32). Com o Prof. Ricardo Reis Soares, mantenho colaboração em andamento em projetos envolvendo a Petrobras e a empresa CMAA, o que fortalece o caráter aplicado das pesquisas conduzidas pelo grupo.

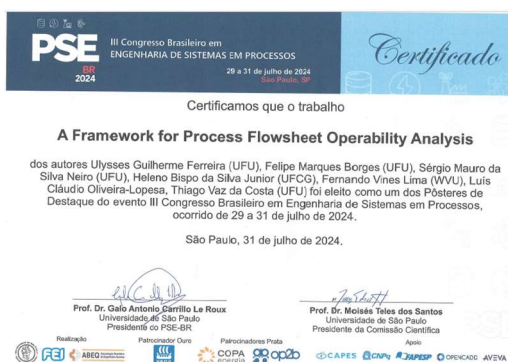


Figura 28 - Certificado de premiação do trabalho desenvolvido em colaboração com o Prof. Dr. Fernando Vines Lima da WVU e apresentado no PSE- Brasil em 2024.

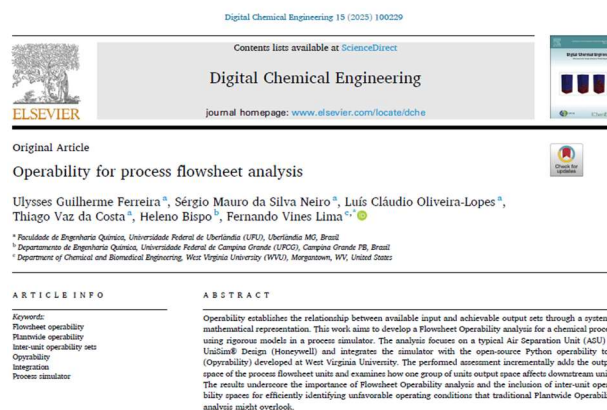


Figura 29 - Publicação do trabalho desenvolvido em colaboração com o Prof. Dr. Fernando Vines Lima da WVU como parte do doutorado do discente Ulysses Guilherme Ferreira.

Uma parceria particularmente sólida e produtiva tem sido desenvolvida com o Prof. Heleno Bispo, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Juntos, publicamos artigos em periódicos (Figura 29, 32 e 33), apresentamos trabalhos no PSE-Brazil 2024 e no COBEQ 2025 (Figura 34), e mantemos diversos projetos em discussão. Também tenho participado de bancas de avaliação de seus alunos e ele de meus alunos. Essa colaboração multidirecional tem ampliado o alcance científico do grupo, contribuindo para a formação de uma rede de pesquisa em modelagem, otimização e simulação aplicada. Recentemente, também submetemos vários trabalhos ao PSE-Brazil 2026 e ampliamos a colaboração com professores da UFTPR de Londrina e da UEM de Maringá no Paraná.

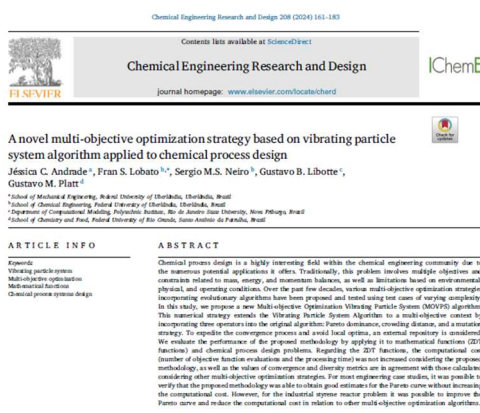


Figura 30 – Trabalhos gerados em colaboração com o Prof. Dr. Fran Sérgio Lobato FEQ/UFU.



Figura 31 – Colaboração com a Profa. Dra. Carla Eponina Hori FEQ/UFU.

EngOpt 2012 – 3rd International Conference on Engineering Optimization
Rio de Janeiro, Brazil, 01 - 05 July 2012.

Solution of Flow Shop Scheduling Problems using the Differential Evolution Algorithm

Fran Sérgio Lobato¹, Rubens Gedraite², Sergio M. S. Neiro³

^{1,2,3}Laboratory of Modeling, Simulation, Control and Optimization of Process, School of Chemical Engineering,
Federal University of Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121, Uberlândia, MG, ZIP CODE 38400-902, Brazil
¹flsobato@feq.ufu.br, ²gedraite@feq.ufu.br, ³sergioneiro@feq.ufu.br

1. Abstract

During the past two decades, there have been increasing interests on permutation flow shop with different types of objective functions such as minimizing the makespan, the weighted mean flow-time etc. The permutation flow shop is formulated as a mixed integer programming and it is classified as NP-Hard problem. This problem is normally classified as a complex combinatorial optimization problem, in which there is a set of jobs to be processed in a set of machines in the same order. We normally look for a special sequence of processing the jobs in the machines to minimize one or more criteria such as minimization of makespan, mean flow, etc. In this contribution, the Differential Evolution algorithm is used to minimize the makespan for the permutation flow shop scheduling problem. The results of the proposed method are compared with a classical strategy implemented in GAMS (General Algebraic Modeling System) software. The results obtained indicate that the proposed methodology characterizes a promising alternative for dealing with this type of problem.

2. Keywords: Permutation Flow Shop, Differential Evolution Algorithm, Mixed Integer Programming.

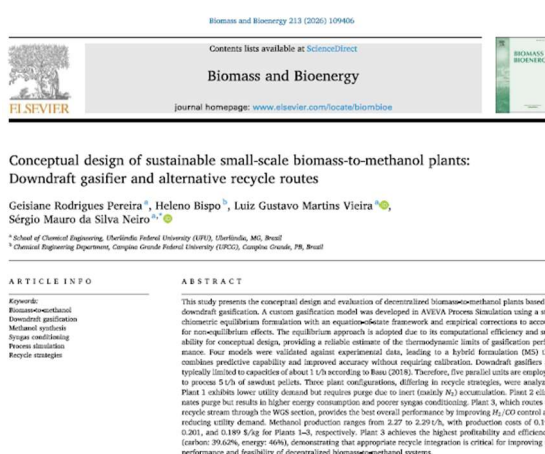


Figura 32 - Publicação em periódico de trabalho em colaboração com o Prof. Dr. Luiz Gustavo Martins Vieira FEQ/UFU e Heleno Bispo (UFCG).

Ainda no âmbito interno, tenho estabelecido uma parceria consolidada com alguns parceiros do NUCOP, o Prof. Dr. Thiago Vaz da Costa e Prof. Dr. Luís Cláudio de Oliveira Lopes, com os quais desenvolvo orientações conjuntas, projetos de pesquisa e propostas de financiamento, incluindo iniciativas em prospecção junto à indústria. Entre 2024 e 2025, avançamos em tratativas com empresas como Bayer,

CMAA e Comgás, visando desenvolver projetos financiados nas áreas de simulação, análise de processos, controle de processos e otimização operacional.



Figura 33 – Publicações em periódico de trabalho em colaboração com o Prof. Dr. Heleno Bispo (UFCEG) e Thiago Vaz da Costa (FEQ/UFU).



Figura 34 – Trabalhos apresentados no COBEQ 2025 em parceria com o Prof. Dr. Heleno Bispo.

O Projeto CAPES PRInt/UFU também viabilizou, em 2024, uma visita ao Prof. Christos Maravelias (Figura 35), que fez uma transferência para a Princeton University, a qual teve o propósito de abrir novas oportunidades de cooperação, especialmente nas áreas de planejamento energético e cadeias de suprimento.

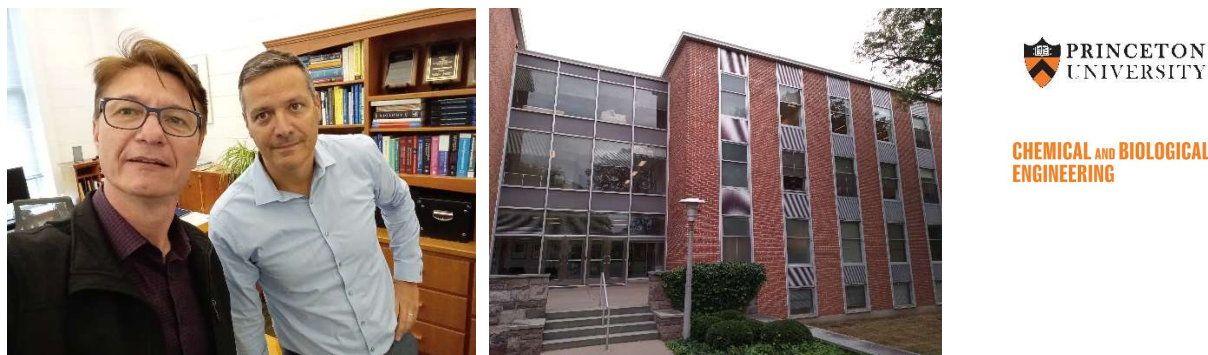


Figura 35 – Visita ao grupo do Prof. Dr. Christos Maravelias na Princeton University em 2024 com financiamento do projeto CAPES PRInt/UFU.

O conjunto dessas atividades, consolidação no ensino, ampliação das orientações, fortalecimento das parcerias nacionais e internacionais, integração com a indústria, participação ativa em congressos e

publicações, demonstra, em minha avaliação pessoal, que minhas atividades de pesquisa se encontram em trajetória ascendente no passado recente. Esse movimento reflete não apenas o amadurecimento individual, mas também a crescente inserção e relevância do PPGEQ/UFU em parcerias.

3.9 Síntese da trajetória profissional na UFU

Ao refletir sobre a trajetória construída na UFU ao longo dos últimos anos, é possível identificar um movimento contínuo de amadurecimento, expansão e consolidação acadêmica, marcado sobretudo pela capacidade de estabelecer conexões entre ensino, pesquisa e colaboração. Desde o início das atividades no curso de Engenharia Química, busquei não apenas fortalecer minha atuação docente, mas construir uma base de colaboração, capaz de influenciar positivamente o desenvolvimento do PPGEQ/UFU e, ao mesmo tempo, dialogar com desafios reais enfrentados pela indústria. Esse movimento se intensificou após o retorno do ano sabático, quando minha atuação passou a integrar formação de recursos humanos e estabelecimento de parcerias estratégicas.

A consolidação de redes de colaboração, tanto nacionais quanto internacionais, tornou-se um dos pilares centrais da minha atividade científica recente. Parcerias como as estabelecidas com o Prof. José Maurício Pinto, com o grupo do Prof. Fernando Vines Lima (WVU), com a Profa. Ana Paula Barbosa Póvoa (IST-Portugal) e com o Prof. Heleno Bispo (UFCG), as novas parcerias com professores de universidades do Paraná e as parcerias internas ampliaram significativamente o impacto, a visibilidade e a maturidade das pesquisas em que estive envolvido. Essas cooperações têm se materializado em publicações, intercâmbio de estudantes, desenvolvimento de metodologias e participação conjunta em eventos científicos relevantes, fortalecendo uma rede acadêmica que oferece bases para a expansão futura das linhas de pesquisa.

Esse ambiente colaborativo tem sido catalisado por projetos financiados tanto por agências de fomento, como CAPES, FAPEMIG e programas institucionais, quanto por empresas e setores industriais, incluindo Petrobras, Linde/Praxair e CMAA. O histórico de interação com a indústria contribuiu para posicionar o NUCOP e o PPGEQ/UFU como parceiros de desenvolvimento capazes de tratar problemas complexos de planejamento, modelagem, simulação e otimização, ao mesmo tempo em que viabilizou a formação de estudantes preparados para atuar em ambientes de engenharia.

Além disso, as atividades de orientação concluídas e em andamento constituem um testemunho direto da vitalidade das linhas de pesquisa e da capacidade formativa construída ao longo dessa trajetória. Os trabalhos desenvolvidos por mestrandos e doutorandos mostram uma inserção crescente em temáticas como otimização de cadeias de suprimento, simulação híbrida, análise exergética, aprendizado de máquina e modelagem computacional integrada. Esses resultados reforçam a consolidação do PPGEQ/UFU como um programa comprometido com a formação de pesquisadores capazes de gerar soluções para problemas da Engenharia Química.

O conjunto das ações implementadas nos últimos anos revela, portanto, uma trajetória ascendente, marcada pela ampliação da produção científica, pela diversificação das parcerias acadêmicas e industriais, pela consolidação de linhas de pesquisa robustas e pela formação de recursos humanos. Essa trajetória

não representa um ponto de chegada, mas o alicerce para um futuro ainda mais promissor e em desenvolvimento. As perspectivas de continuidade e expansão dos projetos, a crescente articulação com empresas e o fortalecimento das colaborações internas e externas indicam que o próximo ciclo de atuação tende a ser ainda mais fértil em oportunidades, impacto científico e contribuições.

Dessa forma, a síntese apresentada nesta seção evidencia que as atividades desenvolvidas na UFU têm evoluído de maneira consistente e estratégica, refletindo um compromisso permanente com a excelência acadêmica, com a inovação tecnológica e com o avanço científico da Engenharia Química. O percurso até aqui construído aponta para um horizonte de crescimento contínuo e empolga pela possibilidade de estabelecer novos projetos, captar novos financiamentos e consolidar, de maneira cada vez mais expressiva, a posição da UFU como protagonista no cenário nacional e internacional de pesquisa em processos químicos, modelagem, simulação e otimização.

CAPÍTULO 4 – Atividades de Ensino e Pesquisa

As atividades de ensino e pesquisa constituem dimensões centrais da trajetória acadêmica de todo docente e, em minha atuação na Universidade Federal de Uberlândia, tenho buscado desenvolvê-las de forma integrada. O objetivo é aliar a formação de recursos humanos ao desenvolvimento de pesquisas aplicadas e cientificamente relevantes, sempre com foco no rigor técnico, na atualização permanente dos conteúdos e na formação de engenheiros e pesquisadores preparados para atuar em ambientes industriais e acadêmicos dinâmicos. Este capítulo apresenta, de forma estruturada, minha atuação no ensino de graduação e pós-graduação, nas atividades de orientação e no desenvolvimento de pesquisas e contribuições institucionais relacionadas à formação discente e ao fortalecimento das atividades acadêmicas da FEQ e do PPGEQ/UFU.

4.1 Atividades de Ensino na Graduação

Desde o início da minha carreira na UFU, participei ativamente da formação dos alunos do curso de Engenharia Química, ministrando disciplinas importantes para a consolidação das competências técnicas necessárias ao exercício profissional. Ao longo dos anos, estive à frente de disciplinas que dialogam diretamente com minhas áreas de atuação em pesquisa, como:

- Simulação de Plantas Inteiras,
- Projeto de Processos Químicos da Indústria Química,
- Indústria Petroquímica
- Otimização de Processos Químicos

A condução dessas disciplinas exigiu uma abordagem integrada, combinando conteúdos teóricos, exercícios aplicados e utilização de softwares de simulação de processos (UniSim Design, AVEVA Process Simulation, Aspen Plus, Aspen HYSYS) e de otimização (GAMS). Ao incorporar recursos computacionais, busquei aproximar o ambiente acadêmico da realidade industrial, promovendo maior engajamento dos estudantes e facilitando a compreensão de fenômenos complexos. Essa integração também permitiu reduzir o tempo dedicado a cálculos iterativos que, muitas vezes, desviam o foco principal do aluno, que deve estar no problema de engenharia, e não apenas nos procedimentos matemáticos necessários para solucioná-lo.

4.2 Atividades de Ensino na Pós-Graduação

Na pós-graduação, minha contribuição quanto à oferta de disciplinas destaca-se pelas seguintes disciplinas:

- Simulação Avançada de Processos Químicos,
- Métodos Matemáticos,
- Tópicos Especiais em Modelagem, Controle e Otimização: Otimização do Planejamento e Programação da Produção

- Tópicos Especiais em Modelagem, Controle e Otimização II: Aplicações Industriais de Simulação Estática e Dinâmica

Essas disciplinas são ofertadas tanto para alunos de mestrado quanto de doutorado e se caracterizam pela integração com ferramentas computacionais utilizadas na pesquisa contemporânea.

A atividade docente na pós-graduação tem envolvido as seguintes tarefas:

- orientação de dissertações de mestrado e teses de doutorado,
- participação em bancas de qualificação,
- participação em bancas de defesa internas e externas,
- apoio ao desenvolvimento de artigos científicos baseados em trabalhos de pós-graduação,
- inserção dos alunos em projetos de pesquisa financiados, algumas vezes em colaboração com a indústria,
- elaboração e submissão de projetos a órgãos de fomento e indústria,
- investigação de áreas emergentes ou insuficientemente exploradas, visando à identificação e definição de potenciais projetos de pesquisa,
- atuação como revisor ad hoc de periódicos científicos.

Com relação a este último ponto, tenho sido convidado para revisar trabalhos submetidos aos seguintes periódicos:

- Computers & Chemical Engineering,
- Industrial & Engineering Chemistry Research,
- IEEE Control Systems,
- European Journal of Operational Research,
- Applied Mathematical Modeling,
- Computers & Industrial Engineering,
- Chemical Engineering Science
- Computer Applications in Engineering Education

4.3 Linhas de Pesquisa

Minhas linhas de pesquisa foram sendo construídas de forma bastante natural ao longo da trajetória acadêmica e profissional. Durante o doutorado, minha atuação esteve fortemente concentrada em problemas de otimização aplicados à indústria de petróleo, especialmente em planejamento da produção, o que posteriormente me levou à atuação profissional na AspenTech, na área de Supply Chain. Ao

ingressar na UFU, busquei inicialmente dar continuidade às atividades de ensino e pesquisa relacionadas ao uso de técnicas de otimização e ao desenvolvimento de trabalhos aplicados à indústria de petróleo, áreas que estiveram no centro da minha formação e também das atividades desenvolvidas na AspenTech. Posteriormente, em função da forte tradição da AspenTech no desenvolvimento de simuladores de processo, passei a atuar em disciplinas envolvendo o uso dessas ferramentas, particularmente em simulação de processos e plantas industriais com o uso de simuladores de processo. Essa experiência me despertou um interesse crescente pela área, levando à ampliação gradual das atividades de ensino, orientação e pesquisa envolvendo modelagem, simulação e análise de processos químicos, temas que atualmente constituem uma parte importante da minha atuação acadêmica. Portanto, minhas linhas de pesquisa se agruparam nos seguintes eixos principais:

a) Modelagem e Simulação de Processos Químicos

Atualmente, modelagem e simulação de processos químicos constituem um dos pilares centrais da minha atuação científica, especialmente em projetos que envolvem o uso de simuladores de processos comerciais. Sempre considerei a simulação computacional não apenas como uma ferramenta de análise, mas um recurso estratégico para compreender fenômenos complexos, apoiar decisões de engenharia, acelerar etapas de projeto e integrar diferentes escalas de modelagem. Ao longo dos anos, essa linha de pesquisa tem evoluído de modo contínuo, incorporando novas plataformas computacionais e aplicações em sistemas industriais de relevância tecnológica.

Nesse eixo, os estudos desenvolvidos têm abrangido atividades como:

- desenvolvimento de modelos rigorosos, baseados em balanços de massa, energia e equações termodinâmicas, bem como técnicas de redução de ordem, que permitem simplificar modelos complexos mantendo sua fidelidade;
- integração de modelos fenomenológicos a plataformas comerciais de simulação, como UniSim Design, AVEVA Process Simulation e Aspen Plus, viabilizando a construção de fluxogramas, a validação de resultados e a implementação de análises paramétricas;
- aplicação de programação matemática para resolver problemas de otimização direta ou indiretamente acoplados à simulação;
- condução de análises paramétricas e de sensibilidade, explorando comportamentos operacionais, condições extremas, gargalos e alternativas de melhoria.

A amplitude dessas linhas de pesquisa permitiu sua aplicação em diversos contextos industriais e acadêmicos, incluindo:

- refino de petróleo, com estudos envolvendo simulação rigorosa da destilação atmosférica e obtenção de modelo de ordem reduzida, problemas de *blending* de produtos finais, e planejamento e programação de diferentes problemas desta indústria;
- análise exergética da produção de ácido sulfúrico, com modelagem detalhada da etapa de combustão e conversão, recuperação de calor e otimização termo energética da planta;

- síntese do processo de produção de metanol por rota não convencional baseada na gaseificação de biomassa, incluindo modelagem de equilíbrio químico, predição da composição do syngas e integração com etapas subsequentes de conversão;
- processos produtivos de biocombustíveis ou rotas híbridas que evitem ou minimizem o uso de fontes fósseis e reaproveitamento de subprodutos, como no caso do biodiesel;
- cadeias de suprimento de hidrogênio, envolvendo modelagem e otimização integrada da produção, armazenamento, transporte e distribuição de H_2 , considerando diferentes rotas de produção, aspectos logísticos, demanda regionalizada e desafios associados à transição energética e descarbonização industrial;

Ao longo do tempo, essas linhas de atuação têm se consolidado como a base técnica que sustenta grande parte das demais vertentes da minha pesquisa, servindo como elo entre fenômenos fundamentais, tecnologias computacionais e aplicações industriais. Além disso, tem permitido formar recursos humanos qualificados e desenvolver projetos de pesquisa com aderência às necessidades da indústria, fortalecendo o papel da simulação e otimização de processos como ferramentas estratégicas dentro da engenharia química moderna.

b) Otimização de Processos e Sistemas Industriais

A otimização de processos e sistemas integrados, como já apontado, tem sido uma das principais linhas de atuação ao longo da minha trajetória acadêmica. Nesse contexto, os trabalhos desenvolvidos envolveram diferentes tipos de problemas, incluindo:

- problemas de planejamento da produção,
- problemas de programação da produção,
- problemas logísticos e cadeias de suprimento,
- otimização de processos químicos

Os trabalhos desenvolvidos utilizam ferramentas de modelagem matemática e técnicas de otimização oriundas da Pesquisa Operacional e da Programação Matemática para representar e resolver problemas da engenharia de processos, sempre buscando equilíbrio entre rigor técnico e aplicabilidade industrial.

4.4 Orientações de Trabalhos Acadêmicos

A orientação de alunos é uma das atividades de maior responsabilidade na carreira docente, pois está diretamente relacionada à formação de recursos humanos, à consolidação de linhas de pesquisa e à continuidade da produção científica no âmbito da universidade. Por meio da orientação, o professor atua não apenas como transmissor de conhecimento, mas como formador de pesquisadores, profissionais e futuros docentes, contribuindo para o desenvolvimento de competências técnicas e críticas. Ao longo de minha atuação na UFU, tenho buscado assumir esse papel de maneira ativa e comprometida, conduzindo trabalhos que dialogam com minhas linhas de pesquisa, fortalecem estudos e resultam em publicações,

apresentação de trabalhos em eventos e estabelecimento de novas parcerias acadêmicas, especialmente nos últimos anos. A Figura 36 ilustra a árvore de orientações acadêmicas nas duas grandes áreas de concentração; simulação e otimização.

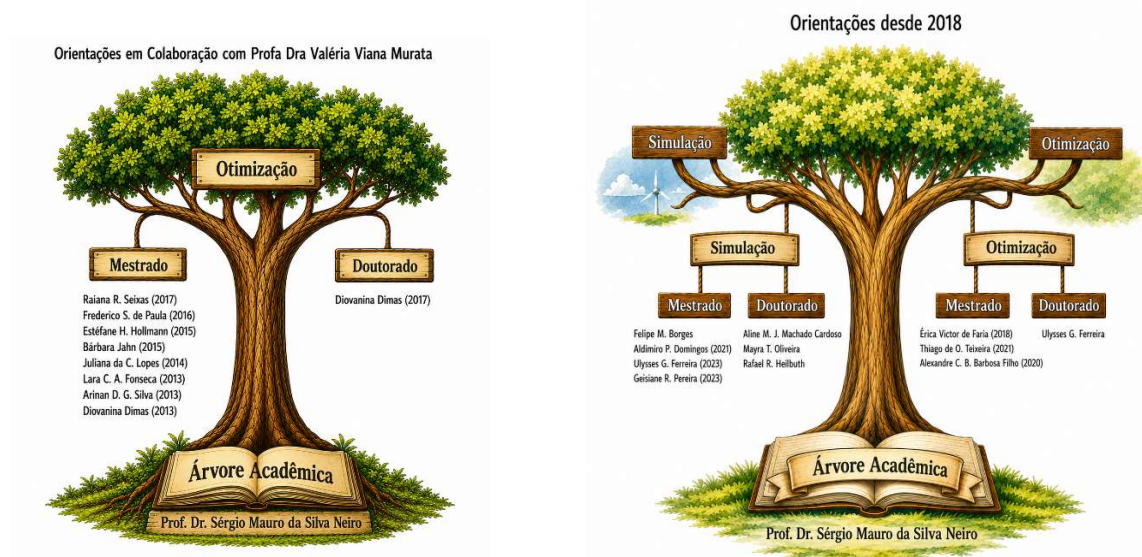


Figura 36 - Árvore acadêmica de orientações em colaboração (figura à esquerda) e próprias (figura à direita) de projetos de pós-graduação

Como mencionado no Capítulo 3, minha entrada no PPGEQ/UFU ocorreu tardiamente, em 2018. No período que antecede meu ingresso formal no PPGEQ/UFU, atuei apenas de forma colaborativa e informal com a Profa. Dra. Valéria Viana Murata em algumas orientações. Aproveito a oportunidade para registrar aqui minha imensa gratidão pela confiança depositada em meu trabalho, bem como pelo apoio e pela oportunidade concedida. Os estudantes com os quais estive envolvido nessa fase encontram-se listados na Figura 36 do lado esquerdo. No total, foram realizadas oito coorientações, a maior parte, de alguma forma, desenvolvendo atividades associadas aos projetos desenvolvidos em parceria com a Petrobras. O principal resultado desses trabalhos não foi, necessariamente, a geração de publicações em periódicos, mas, sobretudo, a formação de recursos humanos em uma área ainda escassa da Engenharia Química: a otimização do planejamento e da programação da produção aplicada a problemas da indústria de processos. Além disso, parte significativa dos esforços desenvolvidos esteve voltada à adaptação, customização e adequação prática de modelos já existentes na literatura às necessidades específicas dos projetos conduzidos em parceria com a Petrobras. Em muitos casos, tais atividades exigiram extensivo trabalho de implementação, integração de dados industriais e ajustes metodológicos fundamentais para viabilizar aplicações reais e atender demandas estratégicas da empresa. Embora esses desenvolvimentos tenham apresentado elevada relevância técnica e impacto direto para os projetos industriais, nem sempre resultavam em contribuições caracterizadas como lacunas científicas inéditas ou avanços metodológicos suficientemente amplos para justificar publicações em periódicos de maior alcance.

A partir de minha entrada formal no PPGEQ, inicialmente com habilitação para orientar apenas discentes de mestrado, passei a orientar seis trabalhos de mestrado. Os nomes dos orientados e os

respectivos anos de defesa estão apresentados na Figura 36 do lado direito. As orientações atualmente em andamento estão incluídas nessa relação e, por esse motivo, não apresentam data de defesa. Esses trabalhos mais recentes têm gerado impactos mais relevantes. Como exemplo, destaca-se o trabalho do discente Ulysses, premiado como um dos cinco melhores trabalhos apresentados no PSE Brasil 2024, conforme já mencionado anteriormente. Mais recentemente, o primeiro artigo oriundo do trabalho da discente Geisiane tem despertado significativo interesse da comunidade acadêmica. O artigo, aceito em julho de 2025, ultrapassou 500 acessos até dezembro do mesmo ano, conforme notificação recebida da editora Wiley e apresentada na Figura 37.



Figura 37 – Congratulações recebida pelo resultado alcançado com publicação em revista da Wiley em 2025.

Destaca-se, ainda, a relevância do trabalho desenvolvido pelo discente Aldimiro, resultando na publicação do artigo “Data-driven simulation of crude distillation using Aspen HYSYS and comparative machine learning models” no periódico Canadian Journal of Chemical Engineering. O impacto e a qualidade do trabalho foram reconhecidos pelo próprio Editor-in-Chief do periódico, Prof. João B. P. Soares, que selecionou o artigo tanto para compor os “Issue Highlights” quanto como “Editor’s Choice” da edição de agosto de 2026 do periódico (veja Figura 38), distinção reservada a trabalhos considerados de elevado interesse e relevância para a comunidade científica da Engenharia Química. Tal reconhecimento evidencia não apenas a qualidade científica do estudo, mas também a capacidade de formação de recursos humanos em temas atuais e estratégicos envolvendo simulação de processos, refino de petróleo e aplicação de técnicas de aprendizado de máquina na Engenharia Química.

Além dos artigos já citados nos capítulos anteriores e atual, destaco também dois trabalhos mais recentes resultantes das atividades de orientação desenvolvidas no PPGEQ/UFU, apresentados na Figura 39. Os estudos conduzidos por Érica e Alexandre resultaram em publicações em periódicos de impacto na área, evidenciando a consolidação das atividades de pesquisa do grupo e a capacidade de formação de recursos humanos qualificados em temas de interesse da engenharia química. Esses resultados também representam um importante indicativo de que os temas de pesquisa propostos mais recentemente vêm apresentando relevância científica e aderência aos interesses atuais da comunidade acadêmica, refletindo-se na aceitação dos trabalhos em periódicos de reconhecida qualidade internacional.

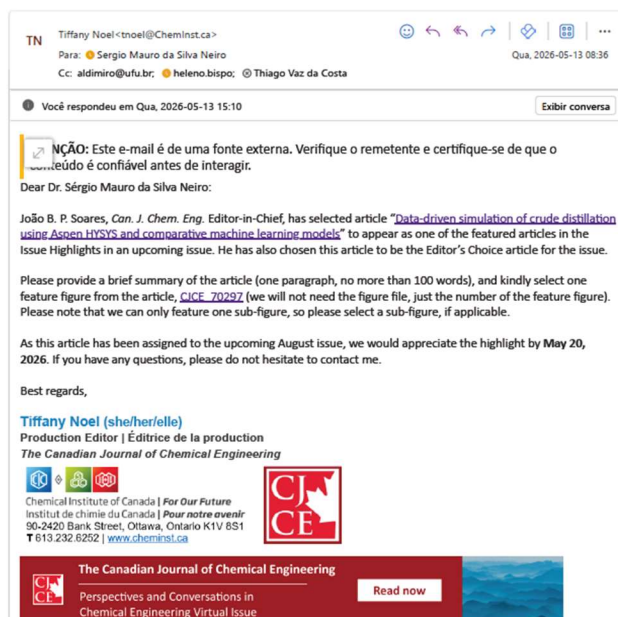


Figura 38 – E-mail da Canadian Journal of Chemical Engineering comunicando a seleção do artigo “Data-driven simulation of crude distillation using Aspen HYSYS and comparative machine learning models” como destaque da edição (“Issue Highlights”) e “Editor’s Choice” da edição de agosto de 2026

Na graduação, tenho atuado continuamente na orientação de trabalhos de conclusão de curso e alguns trabalhos de iniciação científica:

- Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC): **25 orientações**

Iniciação Científica (IC): **5 orientações**

4.5 Contribuições Institucionais Relacionadas ao Ensino

Participei ativamente de iniciativas institucionais relativas ao ensino, tais como:

- participação em Núcleo Docente Estruturante (NDE),
- atuação no Colegiado da Pós-Graduação,
- participação em reformulação de componentes curriculares,
- tutor da empresa júnior da engenharia química por duas gestões

4.6 Projetos de Pesquisa e Financiamento

Ao longo da minha trajetória na UFU, a busca por financiamento para pesquisa tem sido um desafio enorme e constante. Diversos projetos foram submetidos aos principais órgãos de fomento, tais como CNPq Universal, FAPEMIG Universal e editais de colaboração internacional e, de modo geral, receberam avaliações positivas quanto ao mérito técnico e à relevância científica. Ainda assim, o retorno costumou seguir um padrão: apesar da boa pontuação, a nota final não alcançava o patamar necessário

para classificação entre as propostas contempladas, sobretudo em razão da elevada concorrência e das restrições orçamentárias cada vez mais severas. Reconheço também que minha produção científica inicial, ainda em consolidação, contribuiu desfavoravelmente para a competitividade das propostas, resultado de uma trajetória profissional prévia fora da academia e de um período naturalmente mais longo de adaptação e construção de currículo.

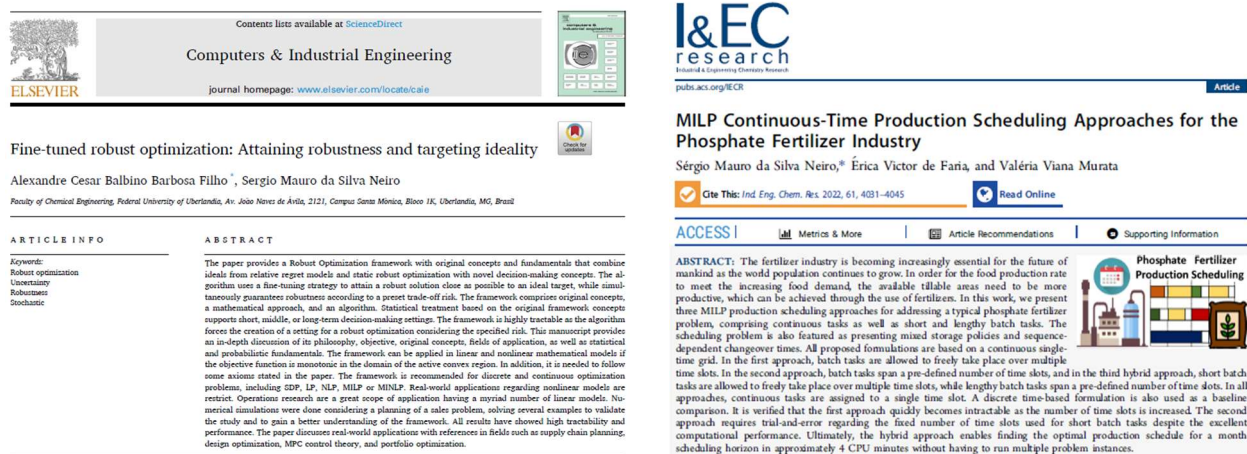


Figura 39 - Trabalhos publicados por discentes orientados no PPGEQ/UFU em periódicos internacionais de impacto, evidenciando a relevância e a atualidade dos temas de pesquisa propostos mais recentemente.

Apesar dessas dificuldades, algumas iniciativas importantes conseguiram avançar ao longo do período. Entre elas, destacam-se os projetos desenvolvidos em colaboração com a PETROBRAS/CENPES, voltados principalmente para problemas de planejamento, programação e otimização aplicados à indústria de petróleo e gás, áreas diretamente relacionadas à minha formação em otimização e cadeias de suprimentos. Essas colaborações tiveram papel importante na consolidação das linhas de pesquisa desenvolvidas na UFU, permitindo a aproximação entre universidade e indústria e viabilizando a formação de estudantes em problemas de elevada relevância prática. Além disso, os projetos contribuíram para manter ativa uma infraestrutura de pesquisa baseada em modelagem computacional, simulação e otimização, cuja execução depende fortemente de recursos computacionais e softwares especializados.

Recentemente também obtivemos êxito com a aprovação do projeto FAPEMIG no âmbito da chamada Demanda Universal (APQ-02534-24), atualmente em execução. O projeto, com vigência de novembro de 2024 a outubro de 2026, intitula-se “Desenvolvimento de uma plataforma open-source para implementação e análise experimental de técnicas de controle tolerante a falhas” e tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma plataforma experimental de baixo custo e código aberto para avaliação e validação de técnicas de Fault-Tolerant Control (FTC) aplicadas a processos de interesse da Engenharia Química. A proposta combina o uso de hardware open-source (Arduino, Raspberry Pi) com software de automação compatível com a norma IEC 61131-3 (OpenPLC), integrados a algoritmos avançados de controle tolerante a falhas baseados em sensores e atuadores virtuais implementados em

Python. No projeto, atuo como pesquisador colaborador, contribuindo de forma direta na formulação matemática do problema, no desenvolvimento, análise e na interpretação dos resultados obtidos em simulações e experimentos. A equipe envolve docentes da FEQUI/UFU e a formação de recursos humanos, incluindo aluno bolsista de iniciação científica, além da produção prevista de artigos em periódicos internacionais, trabalhos em congressos e validação experimental de metodologias com potencial aplicação industrial.

Diante da dificuldade de obtenção de financiamento de órgãos de fomento, e após sucessivas tentativas frustrantes, revisei minha estratégia de captação de recursos. Passei a concentrar esforços em colaborações com outros professores para atrair financiamento direto da indústria, cuja dinâmica de avaliação e execução tem se mostrado mais alinhada aos objetivos e às necessidades reais da pesquisa aplicada. A experiência com os dois projetos desenvolvidos junto ao CENPES/Petrobras reforçou essa percepção. Além de maior flexibilidade, esses projetos oferecem demandas concretas, desafios práticos e a possibilidade de impacto imediato no setor produtivo. Trata-se de uma interação que valoriza a expertise técnica da universidade e, ao mesmo tempo, contribui de forma real para problemas relevantes da indústria e formação de recurso humano.

O ano de 2025 foi particularmente promissor nesse sentido. Vários projetos foram prospectados com empresas e instituições que reconhecem a importância estratégica da modelagem, simulação, otimização e digitalização de processos como elementos centrais para a inovação industrial e a transição energética. Entre eles, destacam-se as propostas desenvolvidas junto à CMAA, à Comgás, à FINEP, à VAMTEC e à Petrobras. Soma-se a esse conjunto o projeto interinstitucional financiado pela Petrobras, aprovado no âmbito da chamada SIGITEC e com início neste ano de 2026, intitulado *“Avaliação da Tecnologia de Gaseificação em Fluxo de Arraste para Produção de SAF”*. Com duração total de 48 meses, o projeto tem como objetivo central a avaliação técnico-científica de rotas de gaseificação de biomassa em fluxo de arraste integradas à síntese Fischer-Tropsch, visando à produção de Sustainable Aviation Fuel (SAF) e outros produtos de baixo carbono, em alinhamento direto com a estratégia nacional de descarbonização da maior empresa de energia do país. No contexto da UFU, minha participação ocorre como substituto técnico institucional e colaborador direto nas atividades de modelagem, simulação e análise computacional avançada dos processos, com forte interface com ferramentas comerciais de simulação (Aspen Plus), além da orientação e formação de alunos de pós-graduação e iniciação científica envolvidos no projeto, contribuindo para a capacitação de recursos humanos em temas estratégicos para o setor energético nacional

Destaca-se também a participação como vice-coordenador no projeto de pesquisa e inovação desenvolvido em parceria entre a UFU, CMAA e VAMTEC, voltado à avaliação preliminar da conversão catalítica de etanol em hidrocarbonetos para produção de α -olefinas verdes (C15-C18), bioquerosene de aviação (BioQAv) e diesel verde. O projeto integra atividades de análise termodinâmica e simulação de processos utilizando o simulador de processos Aspen Plus, preparo e caracterização de catalisadores, testes experimentais e estudos cinéticos voltados ao desenvolvimento de rotas renováveis para obtenção de combustíveis e intermediários químicos de maior valor agregado. Entre os principais objetivos do projeto estão a avaliação da viabilidade técnica e econômica das rotas propostas, a formação de recursos humanos

especializados e o desenvolvimento de potenciais produtos e processos passíveis de proteção intelectual via patente. O trabalho também fortalece a interação universidade-indústria em temas relacionados à transição energética, descarbonização e aproveitamento sustentável da biomassa, além de ampliar a utilização de ferramentas avançadas de simulação e análise de processos na FEQ/UFU.

Um outro projeto a destacar e recentemente aprovado para ser desenvolvido em parceria com a Comgás, será voltado ao desenvolvimento de um sistema híbrido de simulação dinâmica e predição de vulnerabilidades para redes complexas de distribuição de gás natural. O projeto integra modelagem físico-fenomenológica baseada em equações diferenciais parciais, técnicas de inteligência artificial, otimização e controle avançado, com o objetivo de antecipar instabilidades operacionais, identificar cenários críticos e aumentar a confiabilidade da rede no contexto do mercado livre de gás e da transição energética. Além do desenvolvimento científico em modelagem dinâmica e controle, o projeto possui forte caráter aplicado, envolvendo integração com dados reais da concessionária, análise de vulnerabilidades operacionais e suporte à tomada de decisão em sistemas energéticos complexos.

Também devo adicionar minha participação nas atividades do Centro Avançado de Pesquisas em Transição Energética (CTE-UFU), iniciativa multiunidade coordenada pelo Prof. Antonio Otavio de Toledo Patrocínio e apoiada pela FINEP, voltada ao fortalecimento da infraestrutura e da capacidade institucional da UFU para atuação em temas relacionados à transição energética. O centro busca criar melhores condições para o desenvolvimento de pesquisas aplicadas, serviços tecnológicos especializados e interação com empresas e demais setores da sociedade civil, envolvendo diferentes áreas estratégicas da engenharia e energia. Nesse contexto, o CTE-UFU também contribui para ampliar a inserção institucional da universidade em projetos de inovação, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços especializados em áreas de elevada relevância para o cenário energético atual. Atualmente, um projeto FINEP milionário se encontra em fase de elaboração que deverá envolver uma empresa do setor de cana de açúcar.

Concluo dizendo que, apesar das adversidades enfrentadas até então, as perspectivas para os próximos anos mostram-se bastante positivas. A aprovação e o início da execução de projetos bem recentes envolvendo empresas e instituições estratégicas, aliados à ampliação das colaborações já estabelecidas, indicam um cenário promissor para a consolidação e expansão das linhas de pesquisa desenvolvidas. Além de fortalecer a infraestrutura e a formação de recursos humanos na FEQ/UFU, esses projetos ampliam as possibilidades de novas parcerias e de captação de recursos em áreas diretamente relacionadas à transição energética, digitalização, simulação e otimização de processos industriais. Nesse contexto, acredito que os esforços realizados nos últimos anos começam a produzir resultados mais consistentes, criando perspectivas favoráveis para a continuidade e amadurecimento das atividades de pesquisa desenvolvidas.

4.7 Impacto Científico e Tecnológico das Pesquisas

O impacto científico e tecnológico das pesquisas desenvolvidas ao longo da minha trajetória está associado principalmente à aplicação de técnicas avançadas de modelagem, simulação e otimização a problemas reais da indústria química, de petróleo, energia e transição energética. Os trabalhos realizados contribuíram para o desenvolvimento de modelos matemáticos e ferramentas computacionais aplicadas

ao planejamento e programação de refinarias, cadeias de suprimentos de gases industriais, simulação de processos químicos, análise exergética e síntese de rotas sustentáveis para produção de combustíveis e produtos renováveis. O objetivo tem sido aproximar a universidade de demandas industriais concretas e fortalecer a formação de recursos humanos em áreas estratégicas da Engenharia Química. Além da produção científica em periódicos internacionais recente, os resultados obtidos têm contribuído para a consolidação de competências na UFU em temas relacionados à digitalização, otimização e descarbonização de processos industriais.

O impacto científico da produção desenvolvida ao longo da minha trajetória acadêmica pode ser avaliado tanto a partir de indicadores bibliométricos quanto pela continuidade do uso e da citação dos trabalhos ao longo do tempo. Os dados apresentados pelo Google Scholar indicam um volume consistente de citações acumuladas, com parte significativa delas concentrada nos anos mais recentes, o que sugere que os temas abordados permanecem atuais e relevantes para a comunidade científica.

Os índices h e i10 observados refletem uma distribuição relativamente equilibrada do impacto entre diferentes publicações, indicando que os resultados não se concentram em um único trabalho isolado, mas se estendem a um conjunto de artigos que vêm sendo utilizados como referência em estudos subsequentes. Esse perfil é compatível com uma produção científica construída de forma modesta mas contínua, com contribuições em diferentes frentes da Engenharia Química.



Figura 40 - Evolução das citações e indicadores bibliométricos da produção científica segundo o Google Scholar (Maio de 2026).

4.8 Síntese sobre as atividades de ensino e pesquisa

Em síntese, as atividades desenvolvidas ao longo deste capítulo refletem uma trajetória construída pela integração entre ensino, pesquisa aplicada e interação com a indústria. A atuação nas áreas de modelagem, simulação, otimização e análise de processos permitiu consolidar linhas de pesquisa, formar recursos humanos e ampliar a inserção da UFU em projetos de relevância acadêmica e tecnológica. Apesar das dificuldades inerentes à pesquisa científica no cenário nacional, os resultados obtidos e as colaborações estabelecidas indicam perspectivas positivas para a continuidade e expansão dessas atividades nos próximos anos com financiamento da iniciativa privada.

CAPÍTULO 5 – Atividades de Gestão Acadêmica e Administrativa

Ao longo da minha atuação na Universidade Federal de Uberlândia, participei de atividades de gestão que acompanharam minhas atribuições de ensino e pesquisa. Essas participações envolveram atuação em comissões, coordenações e colegiados, contribuindo para a rotina acadêmica e para o andamento de processos institucionais. Trata-se de um conjunto de atividades que integra o funcionamento cotidiano da universidade e nas quais procurei colaborar de forma equilibrada e compatível com minhas responsabilidades acadêmicas. Além disso, atuei em diversas bancas internas e externas, contribuindo para a formação de engenheiros, mestres e doutores, bem como para a seleção de novos docentes e pesquisadores. Essa atuação se estende por diferentes níveis e instituições.

5.1 Atuação em Colegiado e Comissões Institucionais

Tenho participado de diversas instâncias deliberativas e consultivas, contribuindo para a governança acadêmica e a tomada de decisões estratégicas. Entre as principais atuações, destaco:

- Participação no Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPGEQ),
- Coordenador de Núcleo,
- Núcleo Docente Estruturante (NDE),
- Múltiplas participações no Conselho da Faculdade de Engenharia Química,
- Comissões eleitorais,
- Comissão para resolução que define as atividades de extensão,
- Comissão para elaboração de normas para o processo de homologação do título de Mestre e Doutor,
- Comissão para definição do planejamento estratégico de autoavaliação da pós-graduação,
- Comissão para a definição das normas de credenciamento na pós-graduação,
- Comissão de Avaliação Docente da Faculdade de Engenharia Química, CADFEQ.

5.2 Participação em Concursos de Contratação de Professor

Ao longo da carreira, participei de três processos de seleção para contratação de professores efetivos:

- Duas vezes membro titular em concurso público para contratação de docente no Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) na área de Projeto de Processos,
- Presidente em concurso público para contratação de docente na Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia (UFVJM) na área de Controle de Processos para o curso de Engenharia de Alimentos, Campus Patos de Minas

- Duas vezes como membro substituto. Um na USP e outro na UTFPR

5.3 Bancas de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), Mestrado e Doutorado e Contratação de Docentes

A Figura 41 apresenta uma síntese quantitativa da minha atuação em atividades acadêmicas relacionadas à formação de recursos humanos e à participação em processos institucionais. O gráfico consolida dados referentes à orientação de trabalhos de conclusão de curso, à participação em bancas de qualificação e defesa de mestrado e doutorado, bem como à atuação em comissões de contratação docente (Já mencionado anteriormente, mas consolidada aqui), oferecendo uma visão integrada desse conjunto de atividades.

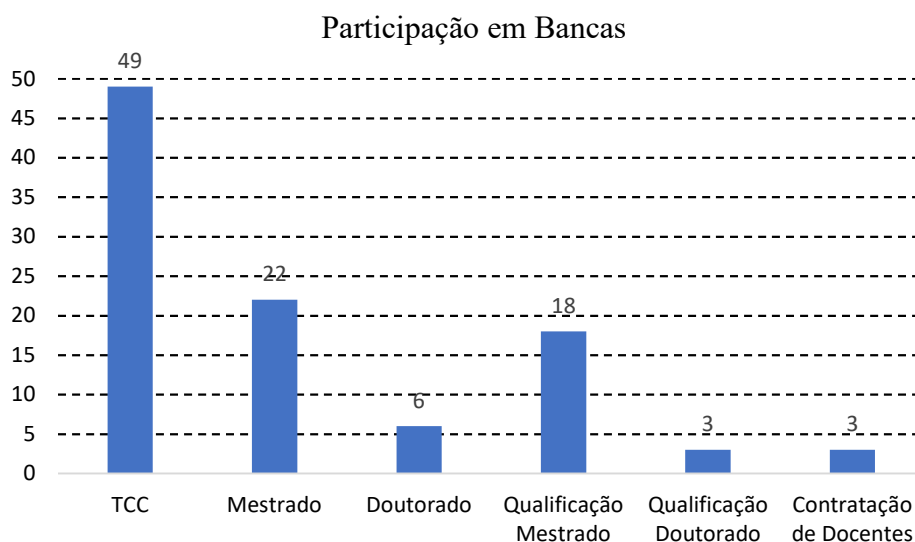


Figura 41 – Atuação acadêmica na formação discente e em processos institucionais de avaliação e contratação.

O gráfico apresentado oferece uma visão do envolvimento em atividades de missão universitária. Observa-se uma participação expressiva em trabalhos de conclusão de curso, participação em qualificações e defesas de mestrado. Uma presença, ainda que modesta existente, em comissões de contratação de docentes, o que reforça a confiança institucional depositada e o comprometimento com processos estratégicos de renovação e fortalecimento do quadro acadêmico de universidades. Os dados sintetizados no gráfico indicam uma trajetória marcada pela contribuição efetiva à formação de recursos humanos em diferentes níveis, pela participação ativa na governança acadêmica e pela consolidação de um papel institucional que transcende a atuação individual em sala de aula, alinhando-se aos princípios de liderança acadêmica e responsabilidade institucional esperados na progressão à classe de Professor Titular.

CAPÍTULO 6 – Perspectivas Futuras

As perspectivas futuras da minha atuação acadêmica na Universidade Federal de Uberlândia estão fundamentadas na consolidação e expansão de um percurso que vem sendo construído de forma progressiva, articulando pesquisa, formação de recursos humanos, cooperação institucional e interação sistemática com a indústria. O conjunto de experiências acumuladas ao longo dos últimos anos, tanto no contexto nacional quanto internacional, fornece uma base para um novo ciclo de atuação caracterizado por maior maturidade científica, ampliação das redes de colaboração e aprofundamento do impacto acadêmico e tecnológico das atividades desenvolvidas.

No âmbito interno da UFU, uma das perspectivas centrais consiste no fortalecimento e na ampliação das colaborações interdisciplinares já estabelecidas, especialmente com docentes e grupos de pesquisa da Faculdade de Engenharia Química, da Engenharia Mecânica e do Instituto de Química. A convergência entre competências em modelagem, simulação, otimização, controle de processos e caracterização de sistemas químicos cria um ambiente particularmente favorável ao desenvolvimento de projetos integrados, capazes de abordar problemas complexos sob múltiplas perspectivas. A expectativa é que essas colaborações internas se traduzam em projetos institucionais mais robustos, submissões conjuntas a editais de fomento e consolidação de linhas de pesquisa transversais, fortalecendo o papel da UFU como polo de excelência em engenharia de processos e sistemas (PSE).

No plano nacional, as parcerias já consolidadas com pesquisadores de outras instituições brasileiras tendem a se intensificar e a se expandir. Colaborações com grupos da UFCG, bem como com pesquisadores de outras universidades federais e estaduais, oferecem oportunidades concretas para o desenvolvimento de projetos multicêntricos, a formação conjunta de estudantes de pós-graduação e a ampliação da produção científica em temas estratégicos. Essas redes nacionais são particularmente relevantes para a submissão de projetos cooperativos a agências como CAPES, CNPq e FAPEMIG, permitindo maior escala, diversidade temática e impacto científico. A articulação entre diferentes programas de pós-graduação também contribui para a circulação de ideias, para o intercâmbio de discentes e para a consolidação de uma comunidade científica mais integrada em áreas como Process Systems Engineering, otimização e simulação de processos.

As colaborações internacionais constituem um eixo estratégico fundamental das perspectivas futuras. As interações já estabelecidas com grupos de referência internacional, como aqueles liderados pelos Professores Christos Maravelias, Fernando Vines Lima, Ana Paula Barbosa Póvoa e José Maurício Pinto, indicam um caminho promissor para a ampliação da inserção internacional das pesquisas desenvolvidas na UFU. A expectativa é aprofundar essas colaborações por meio de projetos conjuntos, publicações em periódicos de alto impacto, submissão de propostas a editais internacionais e intensificação do intercâmbio de estudantes de doutorado em regime de sanduíche. Esse movimento não apenas fortalece a formação acadêmica dos discentes do PPGEQ, mas também contribui para posicionar o programa de forma mais consistente no cenário internacional da Engenharia Química e da Engenharia de Sistemas de Processos.

Um elemento central das perspectivas futuras refere-se à intensificação de projetos financiados pela indústria, os quais representam uma interface estratégica entre pesquisa acadêmica, inovação tecnológica e impacto socioeconômico. A experiência acumulada em projetos com empresas como PETROBRAS, Linde/Praxair e outras organizações industriais demonstra a viabilidade e a relevância desse tipo de cooperação. Nesse contexto, projetos recentemente aprovados e em fase inicial de execução envolvendo parceiros como Petrobras/CENPES, Comgás, CMAA, VAMTEC e iniciativas institucionais como o CTE-UFU apontam para um cenário promissor de expansão das atividades de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e formação de recursos humanos qualificados.

Do ponto de vista do desenvolvimento como pesquisador, as perspectivas futuras incluem o aprofundamento metodológico em áreas emergentes e a ampliação do escopo das pesquisas conduzidas. A integração entre modelos fenomenológicos rigorosos, técnicas avançadas de otimização e métodos de inteligência artificial desponta como um campo particularmente promissor, tanto do ponto de vista científico quanto aplicado. Além disso, temas relacionados à transição energética, sustentabilidade de processos, hidrogênio, captura de carbono e eficiência energética tendem a ganhar espaço crescente na agenda de pesquisa, oferecendo oportunidades para contribuições relevantes e alinhadas a desafios globais. O amadurecimento dessas linhas permitirá avançar para pesquisas mais integradas, sistêmicas e de maior impacto, consolidando uma identidade científica clara e reconhecida.

No contexto da graduação, as perspectivas futuras envolvem a continuidade e o aprimoramento das práticas pedagógicas já implementadas, com ênfase na integração entre ensino, pesquisa e aplicação prática. Pretende-se ampliar o uso de estudos de caso baseados em problemas reais, muitos deles derivados de projetos de pesquisa e cooperação com a indústria, aproximando ainda mais o estudante da realidade profissional. A incorporação de ferramentas computacionais avançadas, simuladores de processo e conceitos de otimização desde os primeiros anos do curso pode contribuir para uma formação mais sólida, crítica e alinhada às demandas contemporâneas da Engenharia Química.

Em relação ao PPGEQ, as perspectivas futuras estão fortemente associadas ao fortalecimento do programa como um ambiente de formação avançada, internacionalizado e conectado a problemas relevantes da sociedade e da indústria. A consolidação de linhas de pesquisa bem definidas, a ampliação do número de orientações de doutorado, o estímulo à produção científica qualificada e a intensificação da cooperação internacional constituem objetivos centrais. Além disso, a participação ativa na captação de recursos externos, tanto junto a agências de fomento quanto à indústria, deve contribuir para a sustentabilidade do programa, para a melhoria da infraestrutura de pesquisa e para a atração de estudantes qualificados.

Em síntese, as perspectivas futuras da minha atuação acadêmica apontam para um ciclo de expansão e aprofundamento, no qual ensino, pesquisa, inovação e cooperação institucional se articulam de forma ainda mais integrada. O caminho delineado baseia-se na consolidação das conquistas já alcançadas e na exploração de novas oportunidades científicas e tecnológicas, sempre em consonância com a missão da Universidade Federal de Uberlândia. Esse horizonte de atuação reflete não apenas um projeto individual de desenvolvimento acadêmico, mas um compromisso coletivo com o fortalecimento

da graduação, do PPGEQ e da UFU como instituições capazes de gerar conhecimento relevante, formar profissionais qualificados e contribuir de maneira efetiva para o avanço da Engenharia Química e da sociedade.

Concluo este memorial reafirmando meu compromisso com a universidade pública, gratuita e de qualidade, com a formação sólida e humanista de nossos estudantes, com o avanço científico e tecnológico da Engenharia Química, e com a consolidação da UFU como instituição de excelência acadêmica. Entendo que a posição de Professor Titular não representa apenas o reconhecimento de uma trajetória, mas também a responsabilidade assumida de continuar contribuindo de forma ainda mais ampla, decisiva e estratégica para o futuro da universidade, da pesquisa e da sociedade brasileira.