AAC

26.6.26

MEMORIAL TITULAR

ALAN CAVALCANTI DA CUNHA



ENGENHARIA SANITÁRIA

SAÚDE • SUSTENTABILIDADE • QUALIDADE DE VIDA



COLEÇÃO MEMORIAL
ACADEMIA AMAPAENSE DE CIÊNCIAS, 1

MEMORIAL TITULAR

Alan Cavalcanti da Cunha

Maringá – PR
Uniedusul
2026

© Copyright © 2026 ´- Todos os direitos reservados a Alan Cavalvanti Cunha.
Capa: Jadson Porto



Academia Amapaense de Ciências - AAC.

Presidente: *Dr. Dr. h. c. mult.* Jadson Luís Rebelo Porto
Vice-Presidente: *Dr.* Argemiro Midonês Bastos
Secretário Geral: *Dr. Dr. h. c. mult.* Lailson do Nascimento Lemos
Tesoureiro: *Dr. Dr. h. c. mult.* Allan Kardec Ribeiro Galardo
Diretoria de Cooperação Institucional: *Drª. Drª. h. c.* Katia Paulino dos Santos
Diretoria de Comunicação: *Drª. Drª. h. c.* Valdenira Ferreira dos Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C972m

Cunha, Alan Cavalcanti da.
Memorial titular [livro eletrônico] / Alan Cavalcanti da Cunha. – 1. ed. – Maringá, PR: Uniedusul, 2026.
298 p.

Formato: PDF.
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia.
ISBN 978-65-5418-100-6

1. Academia Amapaense de Ciências – História. 2. Ciência – Amapá – História. I. Título.

CDD 506.0981

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

DOI: 10.51324/54181006

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS - A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei no 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do código penal.

Sumário

Apresentação da Coleção Memorial da Academia Amapaense de Ciências..... 7

Prólogo..... 11

Prefácio 14

Apresentação.....17

1. Formação Acadêmica..... 25

1.1 CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA 25

1.2 CURSO DE MESTRADO EM HIDRÁULICA E SANEAMENTO 40

1.3 CURSO DE DOUTORADO EM HIDRÁULICA E SANEAMENTO.....49

1.4 CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL..... 55

1.4.1 Experiência na Docência em Educação Ambiental 58

2. Carreira Profissional no Setor Privado e Público 59

2.1 ASSOCIAÇÃO UNIFICADA DE PIRASSUNUNGA FACULDADE DE ENGENHARIA EM AGRIMENSURA - SP 59

2.2 AUTARQUIA MUNICIPAL DE POÇOS DE CALDAS - MG 60

2.3 PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS – PUC- POÇOS DE CALDAS/MG 61

2.4 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR/SP 61

2.5 GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ - GEA.....64

2.6 BOLSISTA DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E REGIONAL (DCR) DO IEPA71

2.7 UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - UNIFAP/AP 71

2.8 UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – REITOR/UNIFAP/AP 72

2.9 SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – MACAPÁ/AP 72

2.10 PROFESSOR DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO FAZENDÁRIA – GEA/CEFORH E UNIFAP 73

2.11 FACULDADE DO AMAPÁ – FAMAP E FACULDADE DE MACAPÁ - FAMA/AP . 73

2.12 ATUAÇÃO NO MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - GOVERNO FEDERAL (MCT) – SECRETARIA DE INCLUSÃO SOCIAL (SECIS) – COORDENAÇÃO GERAL DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA E DO NORDESTE - CGDAN 74

2.13 PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSULTORIA TÉCNICA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA/RIMA) DO MEIO FÍSICO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DE FERREIRA GOMES E CACHOEIRA CALDEIRÃO 75

3. Trajetória Acadêmica na Universidade Federal do Amapá – UNIFAP 76

3.1 ATIVIDADES DE ENSINO NA GRADUAÇÃO 78

3.2 ORIENTAÇÃO DE ALUNOS DE GRADUAÇÃO EM TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC NA UNIFAP E OUTRAS INSTITUIÇÕES 80

3.3 ORIENTAÇÃO DE BOLSISTAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - IC 82

3.4 ATIVIDADE DE ENSINO E ORIENTAÇÃO NA PÓS-GRADUAÇÃO 83

3.4.1 Participação em Programas de Pós-Graduação 83

3.4.2 Disciplinas Ministradas em Programas de Pós-Graduação 84

3.4.3 Orientação Total de Alunos na Pós-Graduação 85

4. Coordenação de Projetos de Pesquisa, Ensino e Extensão e Liderança de Grupos de Pesquisa 86

4.1 PARTICIPAÇÃO EM PROJETOS DE PESQUISA E EXTENSÃO 86

4.2 PARTICIPAÇÃO E LIDERANÇA DE GRUPOS DE PESQUISA 99

4.3 PROJETOS DE PESQUISA EM IMPLEMENTAÇÃO COM PARCERIAS INSTITUCIONAIS RECÉM-APROVADOS POR AGÊNCIA FINANCIADORA NACIONAL E INTERNACIONAL 99

5. Coordenação de Curso de Pós-Graduação 101

6. Participação em Bancas 103

6.1 BANCAS DE TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO.....103

6.2 BANCAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO E DOUTORADO (QUALIFICAÇÃO E DEFESA).....103

6.3 BANCA DE CONCURSO PÚBLICO..... 104

6.4 BANCA DE AVALIAÇÃO DE ESTÁGIO PROBATÓRIO E COMISSÕES DE PROCESSO SELETIVO 105

7. Atividades de Extensão – Organização de Eventos, Cursos e Premiações 106

7.1 ORGANIZAÇÃO E PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS DE PESQUISA, ENSINO OU EXTENSÃO..... 106

7.2 PARTICIPAÇÃO NA ORGANIZAÇÃO DE EVENTO E CURSOS.....107

7.3 APRESENTAÇÃO DE PALESTRAS E CURSOS EM EVENTOS 107

7.4 RECEBIMENTO DE COMENDAS E PREMIAÇÕES ADVINDAS DO EXERCÍCIO DE ATIVIDADES ACADÊMICAS 108

7.5 PARTICIPAÇÃO EM ATIVIDADES EDITORIAIS E ARBITRAGEM DE PRODUÇÃO INTELECTUAL.....111

7.5.1 Membro de Corpo Editorial e Revisor de Periódico e Avaliação de Trabalhos Técnicos.....111

7.5.2 Assessoria, Consultoria e Participação em Órgãos de Fomento/Pesquisa, Ensino e Extensão 111

7.5.3 Avaliador de Periódicos – Ad hoc 111

8. Exercício de Cargos na Administração Universitária, Colegiados e Chefia de Unidades 112

9. Realização de Estágio de Pós-Doutorado nos EUA..... 114

10. Considerações Finais..... 118

Referências Citadas no Memorial.....123

Apresentação da Coleção Memorial da Academia Amapaense de Ciências

Dr. Dr. H. c. mult. Jadson Luís Rebelo Porto
Presidente da Academia Amapaense de Ciências

A **Academia Amapaense de Ciências** (AAC) originou-se de uma série de comportamentos e manifestações de pesquisadores e (ex)gestores de instituições atuantes na pasta de ciências, tecnologia, inovação (CT&I) e de ensino superior públicos no estado do Amapá. Personalidades essas envolvidas em sólidas investigações em suas instituições de origem; envolvidas no sistema de pós-graduação *stricto sensu*, seja como docentes, seja como integrantes de bancas de suas defesas, que vem atuando com mais intensidade e impacto, em suas construções e colaborando, conjunto e indissociavelmente, na promoção de acesso a técnicas e a CT&I no estado do Amapá pós a década de 1990. Seja pela sua multiplicidade de geração de conhecimento institucionalizada, seja pelas multifaces temáticas de suas investigações e expertises, das instituições e seus intelectuais. São elas: a Embrapa; a Fundação Universidade Federal do Amapá (Unifap) e; o Instituto de Pesquisa Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (Iepa).

Essas instituições aqui expostas e integrantes da **Academia Amapaense de Ciências**, além de terem exercido, expandido, qualificado e publicizado todas suas atividades desde as suas respectivas origens, apresentam-se muito maduras em todas as suas ações voltadas para as CT&I da fronteira setentrional brasileira.

A temporalidade aqui adotada para se identificar o início da maturidade técnico-científica dessas instituições é o ano de 2006, quando ocorreu o início da pós-graduação *stricto sensu* no Estado do Amapá, resultado de um movimento de pesquisadores da Unifap, do Iepa e da Embrapa na geração dos mestrados *Integrado em Desenvolvimento Regional*, *Direito Ambiental e Políticas Públicas* e do Programa de Mestrado e Doutorado *em Biodiversidade Tropical*. Acrescente-se, ainda, que tais programas também colaboraram não somente com o crescimento quantitativo de mestres e doutores titulados no Amapá a partir de então, mas também colaboraram na geração de novos programas *stricto sensu* no Estado, de 03 (2006) para 37 (2026). Ou seja, as instituições estão cumprindo com suas responsabilidades na consolidação das CT&I amapaense, pois boa parte daqueles 25

doutores pioneiros, passaram a contabilizar cerca de 300 atualmente, os quais em grande parte ainda estão inseridos nos atuais Programas de Pós-Graduação (PPG's) existentes no Amapá.

Assim, o ano de 2026, é um ano muito representativo para as CT&I no estado do Amapá pelos seguintes motivos: Completam-se 20 anos de existência de investimentos em Programas *stricto sensu*; criação de novas gerações críticas e reflexivas que vem ocupando novas vagas de pesquisadores nas instituições de pesquisas amapaenses; publicação de uma série de concursos para a efetivação de seus quadros profissionais, os quais foram aprovados por aqueles formados pela Unifap, Ueap e Ifap; muitos dos quais foram capacitados e formados pelo Iepa e pela Embrapa, principalmente em seus estágios curriculares; e a publicação do resultado da avaliação da Capes 2021-2025, pela primeira vez, seis desses programas elevaram suas notas na Capes para nota 4, permitindo-lhes submeter a esta instituição do MEC seu pleito a instalação de novos cursos de doutorados. Neste sentido, os idealizadores sobre a CT&I no estado do Amapá vêm descobrindo novos significados de suas potencialidades. A **Academia Amapaense de Ciências (AAC)** inclui num seleto rol de destaque um novo estado brasileiro de fronteira, onde a ciência, tecnologia e inovação pode ser considerada como tardia, mas eminentemente alvissareira.

A proposta de criação da publicação em formato de livro intitulada Coleção Memorial da Academia Amapaense de Ciências representa uma das etapas mais relevantes do processo de consolidação e amadurecimento da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Amapá. A obra busca apresentar a nova identidade da Academia à comunidade científica e à sociedade em geral, com especial atenção às ciências sociais e às políticas públicas voltadas ao desenvolvimento do Estado. Esse processo é sustentado pela massa crítica formada nos Programas de Pós-Graduação (PPGs), cujos profissionais foram atraídos e incorporados progressivamente às instituições amapaenses de CT&I por meio de concursos públicos. Ao se estabelecerem no estado, esses pesquisadores passaram a contribuir de forma mais decisiva ainda para a produção de conhecimento, a formação de recursos humanos qualificados e o fortalecimento da CT&I e da pós-graduação no Amapá.

Hoje, o Amapá possui um total de 20 professores titulares na Unifap e no Ifap. Ou seja, seus reconhecimentos são muito mais que merecedores pelos seus méritos pessoais. Os professores titulares instalados no Amapá são: na Unifap: Dr. José Carlos Tavares de Carvalho (2013); Drª. Julieta Bramorski (2019; Dr. Jadson Luís Rebelo Porto (2019); Dr.

Romualdo Palhano (2019); Drª Rosemary Ferreira de Andrade (2019); Drª Simone Garcia Almeida (2019); Dr. José Alberto Tostes (2020); Drª Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha (2020); Dr. Carmo Antônio de Souza (2021); Dr. Ricardo Ângelo Pereira de Lima (2022); Dr. Raimundo Nonato Picanço Souto (2022); Dr. Adalberto Carvalho Ribeiro (2025); Dr. Alan Cavalcanti Cunha (2025); Dr. Alaan Ubaiara Brito (2025); Dr. João Batista Gomes de Oliveira (2023); Drª Cláudia Maria do Socôrro Cruz Fernandes Chelala (2026). No Ifap: Dr. Argemiro Midonês Bastos (2026); Dr. Ronne Franklim Carvalho Dias (2026); Drª Adriana Lucena de Sales (2026); Drª. Ângela Irene Farias de Araújo Utzig (2026). Os dois primeiros alcançaram tal *status* por concurso público, ao passo que os demais, com defesa de memorial ou tese, por tempo de serviço.

A defesa de memorial para Professor Titular é uma avaliação pública *sui generis* em que um docente apresenta e discute com uma banca examinadora qualificada sua trajetória acadêmica e profissional perante, representando a etapa do processo de progressão, moção ou concurso para esta categoria, como o mais eminente nível da carreira do magistério superior.

O memorial não é apenas um currículo. Trata-se de um documento analítico e reflexivo em que o professor relata sua trajetória, explica as escolhas que fez ao longo da carreira e destaca as contribuições mais relevantes para a universidade e para a sociedade. Enfim, defender um memorial para Professor Titular significa demonstrar, perante especialistas, que sua trajetória acadêmica justifica o ingresso na mais alta classe da carreira universitária, evidenciando liderança, excelência em ensino, pesquisa, extensão e serviços prestados à universidade e à sociedade.

Ou seja, os Professores Titulares são reconhecidos pelas construções de suas trajetórias intelectuais, que geraram linhas de pesquisa, uma árvore genealógica científica que, dos integrantes titulares da **Academia Amapaense de Ciências**, podem ser identificados em 73 mestrados, 13 doutorados e 07 pós-doutorados concluídos. A título de comparação destas orientações e supervisões do total dos integrantes do silogeu, representam 38% dos mestrados, 24% doutorados e 29% dos pós-doutorados concluídos. Ou seja, são responsáveis por 35% do total das orientações e supervisões das instituições que participam dos PPG's no Amapá.

Será possível pensarmos em uma **Escola Científica Amapaense**? Em princípio, sim! É uma Escola Científica multinstitucional, coletiva, indissociável, pois não haveria a pós-

graduação *stricto sensu* sem a colaboração das instituições acima citadas na formação da massa crítica local. Essa Escola ensaia seus primeiros passos, apesar dos seus iniciais 20 anos de forte atuação investigativa de seus pesquisadores, orientandos e supervisionados pós-doutorais.

Por mais que este amadurecimento tenha apenas duas décadas, os professores titulares possuem entre 35 e 40 anos de experiência na área de CT&I. E o Amapá foi estadualizado há apenas 36 anos. O primeiro concurso para professor efetivo da primeira instituição de ensino superior amapaense, a Unifap, é de dezembro de 1993. E em fevereiro de 1994 esses docentes assumiram suas cadeiras, com somente um único doutor participante do referido certame. Três décadas depois, esta instituição possui 453 doutores ao passo que no conjunto das instituições integrantes da **Academia Amapaense de Ciências** se encontram 937. Todavia, somente 21 deles alcançaram a titularidade em suas respectivas instituições, notadamente na Unifap e no Ifap.

Na expectativa de que esta coleção inspire as novas gerações de intelectuais amapaenses, apresentamos esta obra como um registro das trajetórias acadêmicas e das construções intelectuais de seus autores. Nela, evidenciam-se os caminhos percorridos, as contribuições de seus orientadores e as influências teóricas que moldaram suas produções científicas. Assim, este trabalho reafirma seu propósito maior: estimular o surgimento e o fortalecimento de novos talentos dedicados ao desenvolvimento do conhecimento, da ciência e da inovação no Amapá.

Macapá, 22 de julho de 2026.

Prólogo

Falar sobre Alan Cavalcanti da Cunha é uma das maiores honras que já recebi, pois não falo apenas de um profissional exemplar, mas sim de um amigo que, ao longo do tempo, tornou-se um irmão que a vida me deu. Já são 20 anos de parceria, aprendizado e convivência, e esta é uma forma singela de prestar minha homenagem a esse pesquisador excepcional, cuja trajetória é marcada pela dedicação, pela competência e pelas relevantes contribuições que realizou e continua realizando para a ciência e para a sociedade.

Meu primeiro contato com o Alan foi em 2006, por telefone. Naquela época, eu havia acabado de concluir meu doutorado na USP e estava em busca de um supervisor para concorrer a uma vaga no Programa de Fixação de Doutores no Estado do Amapá. Antes de entrar em contato com ele, procurei conhecer sua trajetória, suas linhas de pesquisa e o trabalho que vinha desenvolvendo no Amapá. Fiquei muito impressionado com sua capacidade de implementar ações concretas voltadas ao desenvolvimento do Estado, demonstrando, desde cedo, a dimensão do pesquisador e do líder que se tornaria.

Lembro-me como se fosse hoje da nossa primeira conversa por telefone. Ele me disse: "*Venha para cá. A área de energias renováveis tem grande potencial de aplicação no Amapá. Já estou envolvido em um projeto com turbinas hidrocinéticas e atuo no grupo de meteorologia. Isso tudo se complementa*."

No dia seguinte, fui encontrá-lo no IEPA e, mesmo sem me conhecer direito, ele já se dispôs a ajudar na elaboração do meu projeto para o Programa de Fixação de Doutores. E foi assim desde o início: tudo acontecia de forma intensa e dinâmica. Lembro-me de que alguns colegas me diziam: "*Olha, o Alan é assim mesmo, ligado nos 220 volts.*" E, antes mesmo de eu retornar para São Paulo, onde ainda mantinha minhas atividades na USP, já estávamos trabalhando juntos na elaboração de um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para concorrer a um edital da ANEEL.

Mas por que estou relatando tudo isso? Porque não quero apresentar o Alan apenas por meio de números. Para isso, basta consultar seu currículo nas bases de dados disponíveis e verificar os cargos de gestão que ocupou, os projetos que coordenou, as consultorias que realizou, os alunos que orientou e os artigos, livros e relatórios que publicou. Tudo isso é grandioso, e os números, por si só, já impressionam.

O que desejo evidenciar aqui é algo que não aparece nas estatísticas nem nos indicadores de produtividade: sua capacidade de inspirar pessoas, construir parcerias, formar equipes e transformar ideias em ações concretas. É esse Alan que tive o privilégio de conhecer e acompanhar ao longo de duas décadas.

Alan sempre trabalhou para criar infraestrutura e proporcionar condições adequadas para que pessoas como eu pudessem se estabelecer e desenvolver suas atividades no Estado. Mais do que isso, buscava fazer a diferença e deixar uma marca própria: a busca permanente pela excelência em tudo o que realizava, e continua sendo assim.

Recordo-me de uma ocasião em que discutíamos a redação de um relatório. O contratante questionava o fato de o documento estar muito denso e detalhado, argumentando que não seria necessário tanto aprofundamento. Naquele momento, Alan me disse: "*Vamos deixar assim. Por que as pessoas acham que tudo o que é feito no Amapá, ou para o Amapá, precisa ser de qualidade inferior? Você acha que, se fosse um relatório produzido por uma instituição de fora do Estado, alguém faria esse mesmo questionamento?*"

Ele tinha toda razão, sua postura sempre foi a de desafiar essa visão limitada, demonstrando que a produção técnica e científica realizada no Amapá pode alcançar elevados padrões de qualidade. Como reconhecimento por esse trabalho, recebemos uma Moção de Aplauso da Assembleia Legislativa do Estado do Amapá, homenagem que simbolizou o compromisso, a seriedade e a excelência que ele imprimia em cada projeto.

Nesse aspecto, destaco uma de suas maiores virtudes: a capacidade de compartilhar os resultados das conquistas com toda a equipe que lidera. Sempre demonstrou uma preocupação genuína em não deixar ninguém de fora, fazendo com que cada pessoa se sentisse parte integrante dos projetos e corresponsável pelos resultados alcançados. Sua liderança nunca esteve centrada no protagonismo individual, mas na construção coletiva, valorizando o trabalho, a dedicação e a contribuição de todos os envolvidos.

Alan é aquele pesquisador que vibra com as conquistas de seus orientandos como um pai que se alegra com as realizações de um filho. Costumo brincar com ele dizendo que não deixa ninguém para trás: dá a primeira, a segunda, a terceira, a quarta e quantas chances forem necessárias. Com ele, os orientandos parecem ter mais vidas do que um gato.

Mas essa postura vai muito além da brincadeira, em diversas ocasiões, ouvi Alan dizer: " *Eu faço isso porque sei que isso pode mudar a vida dessa pessoa*", essa frase revela muito de quem ele é. Em suas decisões e ações, procura sempre se colocar no lugar do

outro, compreendendo as dificuldades, os desafios e o potencial de cada pessoa. Talvez seja justamente essa capacidade de enxergar o ser humano para além dos resultados que faz dele, além de um grande profissional, uma liderança admirada e respeitada por aqueles que tiveram a oportunidade de conviver com ele.

Poderia escrever muitas páginas repletas de histórias, frases e anedotas sobre Alan, exaltando suas inúmeras qualidades. No entanto, acima de tudo, ele é um apaixonado pela ciência. Por sua formação, competência e trajetória profissional, estaria bem-posicionado em qualquer instituição do Brasil ou do mundo. Ainda assim, fico muito feliz por ele ter escolhido permanecer no Amapá, terra de suas raízes e pela qual nutre profundo compromisso.

Em nossas conversas, ele sempre manifesta o desejo de ver este lugar mais próspero, com oportunidades para as pessoas e com instituições funcionando cada vez melhor. Esse sonho não se traduz apenas em palavras, mas em ações concretas que marcaram a vida de muitas pessoas ao longo de sua trajetória. E, assim como contribuiu para transformar a vida de tantas pessoas, também teve um papel importante na transformação da minha.

Por tudo o que fez, pelo apoio, pela amizade, pelos ensinamentos e pelo exemplo de dedicação à ciência e ao desenvolvimento do Amapá, deixo aqui minha mais sincera gratidão.

Muito obrigado, Alan!

Dr. Alaan Ubaiara Brito
Professor Titular da Universidade Federal do Amapá/UNIFAP
Macapá, 28 de agosto de 2026

Prefácio

É com imensa honra e sentimento de privilégio que escrevo o prefácio desta obra do Prof. Dr. Alan Cunha, documento que não apenas sintetiza sua brilhante trajetória acadêmica e científica, mas também servirá como marco de seu ingresso na Academia Amapaense de Ciências. Quando recebi a incumbência, sabia que se tratava de um texto que transcende o caráter acadêmico: estaria diante do relato afetivo de um homem que dedicou quatro décadas de sua vida à ciência, à educação e, sobretudo, à Amazônia.

Conheci o Alan em 2007, em um momento que já se revelaria previsível para nossa parceria científica. Na ocasião, um edital da FINEP nos reuniu: eu aprovava a Rede Estadual de Hidroclimatologia no Pará e ele, a Rede do Amapá. Dali em diante, quase vinte anos se passaram, marcados por uma colaboração profícua que resultou em cerca de 23 artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, orientações e coorientações compartilhadas de mestrandos e doutorandos, além de projetos estruturantes como o TEDPLAN, que nos últimos anos tem capacitado tecnicamente os municípios amapaenses para a elaboração de seus Planos Municipais de Saneamento Básico. Mais do que um parceiro de pesquisa, encontrei em Alan um amigo leal, um companheiro de jornada que compartilha comigo a certeza de que a ciência feita por amazônidas é o caminho mais legítimo para o desenvolvimento sustentável da região.

Ao ler seu memorial, sou tomado por uma impressão que mistura admiração e reconhecimento. Sem dúvidas, concordo que o Alan é um caso raro de engenheiro multidisciplinar, engenheiro químico de formação, mas meteorologista/climatologista por vocação, sanitarista por indispensabilidade e ecólogo por consciência e responsabilidade. Como costumo brincar, ele é o engenheiro químico mais meteorologista que conheço; sabe mais sobre o clima da Amazônia do que muitos especialistas da área. Mas sua inquietude intelectual não para por aí: transita com igual desenvoltura pela hidráulica, pela hidrologia, pela modelagem ambiental integrada, pela estatística aplicada e, mais recentemente, por temas da engenharia civil aplicada aos recursos hídricos. Essa multidisciplinariedade, no entanto, não é fruto de mera dispersão: cada área que Alan abraça é cuidadosamente integrada a um projeto maior, que é a compreensão e a defesa da Bacia Amazônica e de seus ecossistemas.

O relato de sua trajetória, iniciada em 1985, ainda na graduação em Engenharia Química pela UFPA, e estendida por Mestrado e Doutorado na USP, com passagens pelo Japão e pós-doutorado na Universidade de Miami, é a história de um filho do Amapá que, como tantos outros talentos regionais, precisou buscar fora o conhecimento, mas, que depois regressaria para revolucionar sua terra natal. Alan saiu de Macapá, percorreu o Brasil e o mundo, mas nunca deixou de olhar para a Amazônia. Seu retorno, em 1999, como pesquisador do IEPA e, posteriormente, como docente da UNIFAP, foi o início de uma atuação que transformou a pesquisa em clima e recursos hídricos no estado. Participar de sua banca de promoção a Professor Titular foi um momento ímpar, assisti, com orgulho, à consagração de um profissional que construiu sua carreira com excelência, humildade e uma dedicação desmedida em ensino, pesquisa e extensão.

A dimensão ambiental de sua obra é particularmente relevante. Alan dedica páginas preciosas de seu memorial à discussão sobre a conservação da Amazônia, aos impactos das mudanças climáticas nos ecossistemas costeiros do Amapá, à salinização das zonas estuarinas, à erosão e à perda de qualidade da água. Sua atuação em defesa das Unidades de Conservação, sua crítica à ocupação desordenada e sua proposição de soluções baseadas em evidências científicas revelam um pesquisador engajado, que não se contenta em observar os problemas sentado em seu gabinete, mas que assume o protagonismo na busca por alternativas sustentáveis. É nesse sentido que sua produção acadêmica se torna não apenas conhecimento, mas ferramenta para a formulação de políticas públicas, como os Planos Municipais de Saneamento Básico que arduamente ajudou a conceber.

Neste prefácio, não poderia deixar de registrar minha gratidão pela oportunidade de participar, ainda que de forma modesta, da trajetória do Prof. Alan. Seu ingresso na Academia Amapaense de Ciências é mais do que justo; é o reconhecimento de uma carreira construída com seriedade, paixão e compromisso com a Amazônia. Tenho certeza de que sua voz, agora institucionalizada na Academia, seguirá ecoando em defesa da ciência, da educação e do desenvolvimento sustentável de nossa região.

Ao leitor que se debruçar sobre este memorial, convido a mergulhar não apenas nos dados e nas publicações, mas na história de um homem que, como poucos, conseguiu conciliar a excelência acadêmica com a ternura humana, a rigidez científica com a sensibilidade artística, e a ambição profissional com a simplicidade de caráter e responsabilidade científica.

Parabéns, amigo! Que este seja apenas mais um degrau em sua caminhada, e que a ciência amapaense continue colhendo os frutos de sua dedicação incansável.

Para além da academia, há em Alan outras qualidades dignas de nota. Como sou fanático por MPB, sempre digo que ele é o cara que toca viola e canta mais parecido com o João Bosco, e quem conhece o estilo do músico sabe que essa comparação é uma distinção. Então, para encerrar, lembro de um verso deste grande artista, que tão bem traduz a jornada do meu amigo Alan:

"Vida é fazer todo sonho brilhar".

Prof. Dr. Everaldo Barreiros de Souza
Professor Titular do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém, 31 de agosto de 2026.

Apresentação

É surpreendente como o tempo passou tão rapidamente desde que iniciei minha graduação em 1985. Quase 40 anos de estudo e trabalho profissional se passaram, marcados por constantes desafios, mas repletos de aprendizados e eventos memoráveis. Chegou o momento de relatar os fatos mais relevantes desse período de experiências notáveis da minha vida acadêmica e científica.

O maior desafio deste processo foi sintetizar fatos e comprová-los em um único documento: o "memorial". O memorial é peça obrigatória e pré-requisito para a obtenção do grau de "Professor Titular" da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), sendo este o mais eminente grau acadêmico nas universidades públicas federais brasileiras.

Essa defesa de memorial para obter o título de Professor Titular será uma honra. Na oportunidade deverei ser o primeiro docente do colegiado do Curso de Engenharia Civil da UNIFAP a obter este título. Espero também poder honrar este compromisso com meus pares, destacando e compartilhando não apenas os resultados proeminentes da minha carreira acadêmica, mas também abordando temas gerais e momentos de sucesso e dificuldade nessa trajetória. Afinal, são as dificuldades superadas que nos fazem receber o mérito.

Como a elaboração e a documentação deste memorial são tarefas reconhecidamente difíceis, decidi começar a me preparar logo para este desafio. Iniciei a construção básica do texto de introdução, sentindo-me feliz e entusiasmado por ter chegado este momento tão solene. No entanto, verifiquei que esta tarefa inicial era bem complexa, percebendo a magnitude e a intensidade da tarefa. E o motivo era o impressionante número de documentos que iam sendo anexados ao memorial. Mas era preciso finalizá-lo porque, ao cabo desta missão, o memorial é um pré-requisito obrigatório e, ao mesmo tempo, uma honraria que coroaria toda uma vida profissional de trabalho.

Este memorial não é somente uma síntese longa do meu histórico acadêmico, mas também um momento de "prestação de contas" de minhas atividades à sociedade. Ao mesmo passo, este é um espaço onde presto meus sinceros agradecimentos às instituições públicas e privadas em que trabalhei, com destaque à Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Neste sentido, sinto-me um privilegiado, pois estou efetivamente realizando um

sonho de infância, resgatando memórias de infância, isto é, desde quando meus irmãos "Aluízio Júnior, Alex (*in memoriam*) e Ioneida e meus pais Aluízio e Ioneida (*in memoriam*)" já me diziam que eu queria mesmo ser um "cientista maluco". E assim aconteceu.

Neste memorial, o conteúdo e a variedade de informações demandaram bastante tempo (muitos meses de registro e documentação). Mas muitas informações não foram encontradas e se perderam pelo caminho. Assim, o tempo de elaboração do memorial prolongou-se devido ao difícil processo de coleta e organização desses documentos. Foi extremamente difícil encontrar tantos comprovantes do passado, onde alguns documentos pareciam ter surgido literalmente de um "sítio arqueológico". Declarações, certificados, artigos, registros de propriedade intelectual, livros, capítulos de livro etc. que, às vezes, eu perdia a noção de prioridade para constarem no presente contexto. Então, mais uma vez, tive que recorrer à minha esposa em meu auxílio, tamanha a dificuldade para encontrar documentos neste tipo de tarefa. Assim, estes fatos precisam ser aqui registrados. E foram realmente relevantes para resgatar informações das atividades de administração, cooperação técnica, viagens, campanhas de campo, projetos etc. Por exemplo, um desses fatos foi o exercício de cargo de Diretor-Presidente do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) em 2000, logo após meu retorno do doutorado em maio de 1999. Este fato teve um imenso impacto na minha carreira profissional.

Este memorial também relata episódios profissionais e pessoais, destacando o "ser humano" e não apenas o "docente-pesquisador". Portanto, não se trata apenas de descrever aspectos técnicos e científicos, mas também de evidenciar conquistas pessoais adquiridas ao longo do tempo. Por exemplo, é evidente que me tornara um "engenheiro multidisciplinar', atuando em várias áreas simultaneamente: química, saneamento, hidráulica, hidrologia, hidrodinâmica, hidrometeorologia, clima, meio ambiente, estatística, modelagem e ecologia, e mais recentemente, temas relacionados puramente com a engenharia civil. Alguns dos meus trabalhos integram simultaneamente muitas destas áreas do conhecimento.

Neste memorial também enfatizo atividades nas quais empreguei um pouco da minha visão conservacionista da natureza, em especial sobre a imensa Bacia Amazônia (muitos trabalhos foram dedicados a Ela). Além disso, na prática dessas atividades me senti às vezes orientador, professor experimentalista e teórico, modelador e simulador, sempre buscando a inovação, como por exemplo, a criação da metodologia que integra "métodos

experimentais e numéricos" em relação à dispersão de sementes em rios amazônicos (hidrocoria) utilizando ferramentas tradicionais das engenharias civil, sanitária e ambiental no que podemos considerar uma "engenharia ecológica".

Um aspecto de minha carreira que também destaco é o fato de ser pesquisador que nunca trabalha só. Sempre busco o trabalho de equipe, com diferentes pesquisadores e discentes envolvidos nas pesquisas financiadas por diferentes projetos, sob minha coordenação ou não. Então, frequentemente, precisei ser amigo e parceiro destes discentes e pesquisadores. Às vezes, até mentor e "psicólogo". Ser parceiro dos meus orientandos de graduação e pós-graduação, incentivando-os e apoiando-os na execução dos trabalhos, tem sido fundamental para o enfrentamento dos desafios do ensino, pesquisa e extensão que iam surgindo pelo caminho. Todas as "tarefas" acadêmicas em parceria e do dia a dia foram e serão muito relevantes, pois valorizo muito a formação de pessoas com visões holísticas destes parceiros.

Neste contexto, em consonância com meus pares e motivado pela recorrência histórica de assimetrias socioambientais que caracterizam a ocupação e o desenvolvimento da Amazônia, tenho participado ativamente de processos de defesa, análise crítica e proposição de soluções voltadas às questões socioambientais da região. Essa atuação tem permeado minha trajetória científica e se encontra refletida em minha produção acadêmica, especialmente nas áreas de climatologia, hidrologia, oceanografia, modelagem da qualidade da água, ecologia, engenharia ambiental e gestão de recursos naturais. Considero, portanto, que minha atividade de pesquisa tem sido orientada pelo compromisso com a geração de conhecimento científico capaz de subsidiar a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

Entre as temáticas centrais de minha atuação, destaco a proteção, a valorização e o fortalecimento das Unidades de Conservação, instrumentos estratégicos para a manutenção da biodiversidade, dos serviços ecossistêmicos e da resiliência socioambiental. Diversos estudos por mim desenvolvidos evidenciam o papel dessas áreas na mitigação de impactos decorrentes da implantação de empreendimentos hidrelétricos, da expansão urbana não planejada, da degradação dos recursos hídricos e de diferentes formas de poluição ambiental. Nesse sentido, pesquisas hidrodinâmicas, limnológicas e de modelagem da qualidade da água têm contribuído para a compreensão dos processos que afetam ecossistemas aquáticos e costeiros, subsidiando estratégias de gestão e mitigação de impactos.

Adicionalmente, tenho dedicado esforços à avaliação das transformações das paisagens costeiras do estado do Amapá, por meio de análises integradas dos processos físicos, ecológicos e antrópicos que condicionam sua dinâmica espacial e temporal. Também merecem destaque os estudos relacionados ao aumento da ocorrência de incêndios florestais na Amazônia, fenômeno que intensifica as emissões de gases de efeito estufa (GEEs), compromete a qualidade dos recursos hídricos, amplia a vulnerabilidade socioambiental das populações expostas e agrava os desafios associados ao saneamento básico.

Essas investigações têm fornecido subsídios técnico-científicos para a compreensão das relações entre vulnerabilidade, perigo, exposição e risco, especialmente no contexto das mudanças climáticas. Além disso, têm contribuído para a formulação de políticas públicas e para o desenvolvimento de instrumentos de planejamento territorial e ambiental, com destaque para os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) de longo prazo, concebidos para promover a adaptação climática, a sustentabilidade dos recursos naturais e a melhoria das condições de vida da população amapaense.

Além disso, nesta longa luta em defesa da Amazônia, muitas publicações trazem reflexões sobre os efeitos das mudanças do clima e os seus impactos na dinâmica hidrológica dos estuários, rios e lagos das zonas costeiras do estuário amazônico. Nestas publicações, sempre que possível, têm sido avaliados e criticados os significativos impactos antrópicos e climáticos sobre o meio ambiente e ecossistemas tropicais em geral. Por exemplo, alguns desses impactos têm sido significativos e evidenciados por registros de mudanças de paisagens inteiras, bem como nos regimes hidrológicos e escoamentos superficiais além da deterioração da qualidade da água em diversas bacias hidrográficas da Amazônia. Um destaque dessas observações é a intensa variabilidade de superfícies hídricas em zonas costeiras do Amapá associada à elevação do nível do mar. Esses efeitos têm como desencadeamento processos erosivos, perda de qualidade da água, salinização, mudanças de regimes hidrológicos e hidrodinâmicos em bacias. As consequências dessas alterações são evidenciadas por monitoramento e medidas de fluxos hídricos (vazões, correntes e marés), incluindo-se os evaporativos em lagos, causando impactos socioambientais sérios como a intensificação de processos de salinização das zonas costeiras do Amapá. O maior destaque são as ilhas costeiro-estuarinas da região do Bailique, um Distrito de Macapá.

Portanto, muitos debates sobre temas ambientais encontram eco no contexto do desenvolvimento sustentável. Esses debates têm se tornado progressivamente mais

complexos, intensos e estratégicos no contexto do desenvolvimento regional amazônico. No Amapá, a consolidação do antagonismo entre conservação ambiental e processos de apropriação econômica do território ganhou maior expressão durante o período de implementação do Programa de Desenvolvimento Sustentável do Amapá (PDSA), entre 1995 e 2002. Embora concebido sob os princípios da sustentabilidade, o programa evidenciou os desafios inerentes à conciliação entre a proteção do patrimônio natural e as demandas por crescimento econômico, infraestrutura e geração de emprego e renda.

Atualmente, essa discussão alcança uma nova dimensão diante das perspectivas de exploração de petróleo e gás natural na Margem Equatorial Brasileira, particularmente na região da Foz do rio Amazonas. O debate é potencializado pelo fato de o Amapá apresentar um dos mais elevados níveis de integridade ecológica e conservação ambiental do país, ao mesmo tempo em que possui expressivo potencial para o aproveitamento de recursos naturais estratégicos. Essa condição confere ao estado uma posição singular no cenário nacional, onde coexistem interesses relacionados à conservação da biodiversidade, à segurança climática, à proteção dos serviços ecossistêmicos e às expectativas de desenvolvimento econômico associadas ao setor energético.

Nesse contexto, emergem conflitos e tensões institucionais, científicas, econômicas e socioambientais envolvendo diferentes atores, incluindo órgãos reguladores, instituições de pesquisa, organizações da sociedade civil e empresas do setor de petróleo e gás. A intensidade dessas controvérsias reflete não apenas as incertezas inerentes aos riscos ambientais associados à atividade petrolífera em uma região de elevada sensibilidade ecológica, mas também as expectativas relacionadas à geração de receitas, empregos e infraestrutura para o estado.

As estimativas de potencialidade petrolífera da Margem Equatorial têm ampliado o interesse nacional pela região, projetando cenários nos quais municípios do extremo norte amazônico, como Oiapoque, poderiam assumir papel estratégico na cadeia produtiva de óleo e gás. Tal perspectiva evidencia um dos maiores desafios contemporâneos da Amazônia: compatibilizar o aproveitamento econômico de recursos naturais não renováveis com a manutenção dos processos ecológicos, da biodiversidade e dos compromissos de sustentabilidade em uma das regiões mais conservadas do território brasileiro.

Esse aparente antagonismo entre a necessidade de desenvolvimento sustentável regional e a proteção ambiental tem sido um tema recorrente no Amapá. E o papel das

pesquisas, tanto de utilização dos recursos quanto da conservação ambiental, estão na ordem do dia do debate atual nacional e internacional. A grande discussão sobre exploração de recursos naturais, como petróleo e gás, entre outras atividades minerais, bem como a exploração não sustentável de florestas, é sobre equilibrar e reduzir os potenciais impactos socioambientais e econômicos que poderiam advir destas atividades em uma região ecologicamente tão desconhecida pela ciência, especialmente a foz do Rio Amazonas. A busca por este equilíbrio entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental é crucial para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e das populações locais potencialmente impactadas. Neste quesito, há necessidade crescente de convergência entre desenvolvimento e conservação, fundamentada em conhecimento e evidência científica e segurança do uso de tecnologias avançadas. Daí que a integração entre ciência e tecnologia é essencial para promover um diálogo equilibrado sobre temas tão complexos, que vise a sustentabilidade socioambiental no curto, médio e longo prazo. Esse equilíbrio é vital, por exemplo, para a manutenção dos ecossistemas hiperdinâmicos das zonas costeiras estuarinas do Rio Amazonas, zona costeira oceânica e florestas de manguezais, os quais são fundamentais para a manutenção do equilíbrio ecológico e bem-estar das populações que deles dependam. Mas têm sido pouco estudados.

Os debates sobre temas tão caros para o Amapá refletem a complexidade atual de conciliar desenvolvimento econômico com a conservação ambiental. A busca por soluções sustentáveis requer geralmente uma abordagem interdisciplinar, que considere tanto as potencialidades econômicas quanto as necessidades conservação dos recursos naturais para as futuras gerações. Este memorial, com base em diversos artigos publicados, descreve e discute até certo ponto esses grandes desafios. Mas, ao mesmo tempo, é uma extraordinária oportunidade de compartilhar experiências e reflexões sobre estes temas nos 40 anos de atividade de ensino e pesquisa que venho exercendo na Amazônia. Assim, tentarei descrever esta trajetória e os seus debates desde o meu curso de graduação, partindo desde a iniciação científica e perpassando pela especialização, mestrado e doutorado, chegando em sua sequência na carreira do magistério superior atual. Dentre as etapas mais significativas deste período, destaco 2016 e 2017, quando realizei meu pós-doutorado no exterior (EUA, na Universidade de Miami - Flórida). Era um sonho dos tempos de criança, quando me diziam que eu era o pequeno "cientista maluco", mas que logo se tornou realidade.

Em síntese, este memorial é o documento mais relevante do processo de candidatura a Professor Titular e que envolve tanto conteúdos técnico quanto experiências de vida. Destacarei especialmente meus últimos 16 anos de dedicação ao ensino, pesquisa e extensão na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), sem perder de vista pontos e contextos acadêmicos importantes antes desse período, mas que contribuíram significativamente na minha formação e atuação profissional docente atual. Por exemplo, quando atuei em instituições como a USP-SP, UFSCar-SP, UnB-DF, Faculdade Municipal de Engenharia de Agrimensura de Pirassununga-SP, Faculdade Municipal de Engenharia Civil de Poços de Caldas-MG, PUC-MG, FAMA-AP, FAMAP-AP, onde tive a oportunidade de conhecer e conviver com pessoas incríveis que contribuíram extraordinariamente com minha formação no ensino superior.

Por outro lado, em um contexto mais pessoal, consegui realizar um sonho, que era fazer ciência na Amazônia. Que privilégio! Poder formar pessoas e desenvolver ciência, tecnologia e inovação, integrando especialmente as ciências ambientais e engenharias, sempre foi uma grande motivação profissional. Nesse processo de formação busquei retribuir o investimento público que recebi ao longo de toda minha formação educacional, realizada integralmente no ensino público (com exceção de um ano de cursinho em Belém – Rutherford, em 1984). Sou muito grato a essas instituições públicas que me proporcionaram uma sólida e contínua formação profissional, oportunizando-me realizar tantas atividades relacionadas ao setor de ciência, tecnologia e inovação na Amazônia.

Em um contexto temporal, destaco neste memorial eventos relevantes de minha carreira, seguindo uma linha do tempo: iniciando pela graduação no Curso de Engenharia Química da UFPA (1985-1990), seguida pelo mestrado e doutorado em Hidráulica e Saneamento da Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – EESC-USP (1990-1993), e cursos de aperfeiçoamento no exterior que foi a "Especialização em Water Pollution Control for South América Countries, no Internacional Center for Environmental Technology Transfer", ICETT, Japão. JICA/Japão (2000) e especialização em Educação Ambiental na USP (1995).

Após esta fase de formação acadêmica, relato a experiência profissional propriamente dita, em especial em minha passagem no Governo do Estado do Amapá. Primeiro como bolsista de Desenvolvimento Regional do CNPq (DCR) no Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA (1999-2002), onde tudo começou

efetivamente. Além disso, destaco o brevíssimo período de quatro meses como consultor na Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEMA e como servidor público celetista e estatutário do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA, vinculado à Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia – SETEC (2002 a 2009). Todas estas experiências anteriores serviram de impulso inicial na minha carreira científico-tecnológica, formando minha visão holística na área de educação, mas integrada com o setor de CT&I.

A "breve" experiência destes últimos 16 anos atuais, desde meu ingresso na UNIFAP em 2009, tem sido extremamente significativa. A minha aprovação em concurso público como Professor Adjunto I ocorreu em dezembro de 2008. E minha efetivação ocorreu em janeiro de 2009. A aprovação em 1º lugar deu início e consolidou a minha carreira acadêmica definitiva em uma instituição federal de ensino superior, com destaque aos meus estágios pós-doutorais, especialmente o realizado na Universidade de Miami (EUA) entre 2016 e 2017, que coroou uma das fases mais motivadoras e produtivas da minha carreira.

Com a promessa de tentar relatar com a máxima fidedignamente possível esta profícua experiência profissional, convido o leitor a me acompanhar nesta desafiadora jornada de minha trajetória técnico-científico-acadêmica que remonta aos últimos 40 anos. Todos integralmente dedicados à minha paixão: ensino, pesquisa e extensão. É importante destacar que realizei essas atividades com toda dedicação possível até o presente momento, combinando os papéis de pesquisador, extensionista e docente. Um prêmio e honraria inestimável, e considero hoje um privilégio incomparável que é ser um educador na Amazônia.

1. Formação Acadêmica

1.1 CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

Eu ingressei no ensino superior a partir do vestibular da Universidade Federal do Pará (UFPA) em 1984 e logo iniciei minha vida acadêmica em 1985, no curso de graduação de Bacharelado em Engenharia Química, finalizado no início dos anos 1990.

Durante a realização do curso de graduação fiz várias disciplinas onde pude compreender temas amplos de físico-química, química analítica, química orgânica, cálculo, física, álgebra, iniciação à ciência da computação e estatística (no Centro Básico da UFPA). E operações unitárias, fenômenos de transporte (transferência de massa, calor e quantidade de movimento), termodinâmica aplicada à engenharia química, cálculo de reatores, processos químicos da indústria, fermentação e biotecnologia, química de polímeros, qualidade da água para a indústria, projetos em engenharia química, economia para engenheiros, entre outras (Centro Tecnológico). Todas estas, e outras não citadas, permitiram compreender a importância da profissão do engenheiro químico, inclusive fundamentando conhecimentos que serviriam para tratar em áreas afins, como a engenharia mecânica, engenharia civil e engenharia sanitária e ambiental.

As disciplinas de engenharia química e referências que considerei mais importantes foram (eu incluí as referências atualizadas): Fenômenos de Transporte (Bird *et al*., 2004; Incropera e Dewitt, 1998; Welty *et al*., 2007; Russler, 2009; Cussler 2009); da Engenharia Química (Smith, Van Ness e Abbott, 2007; Callen, 1985; Sandler, 2006); Cálculo de Reatores (Levenspiel, 2000, Froment e Bischoff, 2010; Schmidt, 2005); Processos Químicos Industriais (Shreve e Brink, 2014; Austin, 1984; Perry e Green, 2008; Coulson e Richardson, 1999, Foust, 1982; Holleman e Wiegel, 2000).

Na graduação eu participei de poucos eventos científicos, talvez pela sua escassez naquele período. Mas os poucos que ocorreram contribuíram bastante para a minha formação. Estes foram realizados geralmente pelo próprio curso e outros coordenados pelo Departamento Tecnológico.

Um dos destaques do curso foi um evento da Engenharia Química sobre o aproveitamento da Fauna Acompanhante da Pesca do Camarão Rosa, que detalharei mais adiante. Nos 3° e 4° anos (entre o sétimo e o décimo semestre) eu tive a oportunidade de iniciar

minha 1ª experiência em iniciação científica (IC), com bolsas institucionais da UFPA/Engenharia Química. Na época não havia muitas cotas de bolsas institucionais e do CNPq. Na iniciação científica eu desenvolvi minhas primeiras atividades relacionadas com a análise do dimensionamento da capacidade de refrigeração em barcos pesqueiros do camarão rosa, na costa do estado do Pará. Na época esta indústria já era promissora e muito ativa na economia estadual. E o objetivo da pesquisa era auxiliar os pesquisadores das áreas de engenharia química (alimentos) e engenharia mecânica (refrigeração e frio industrial) com foco no aproveitamento da fauna acompanhante da pesca do camarão, uma riqueza inestimável da biodiversidade estuarino-oceânica da região amazônica até a atualidade.

A pesquisa sobre a Fauna Acompanhante da Pesca do Camarão Rosa tinha como objetivo responder a seguinte questão: "No processo de pesca do camarão rosa, qual seria a fração limite em peso da fauna acompanhante que poderia ser acomodada nos porões da frota pesqueira sem comprometer a qualidade do armazenamento do camarão? Isto é, sem comprometer a eficiência da refrigeração, evitando-se desperdícios econômicos e ambientais.

Para melhor esclarecer, se não me falha a memória, 1kg de camarão rosa na época gerava cerca de US$ 12,50/kg, enquanto a espécie de peixe da fauna acompanhante mais valorizada comercialmente não alcançava US$ 2,00/kg (pescada gó). Isso significava que os empresários temiam armazenar camarão (produto principal) junto com outras espécies da fauna acompanhante no refrigerador e que poderia 'contaminar' o camarão ou reduzir sua qualidade. Por outro lado, se não armazenassem a fauna acompanhante, haveria desperdício econômico-ambiental significativo de outras espécies pescadas junto com o camarão rosa (a fauna acompanhante). Isto é, havia o receio de que a capacidade de refrigeração não fosse suficiente para manter a temperatura de armazenamento com o frigorífico cheio (camarão e fauna acompanhante). Era preciso responder a esta pergunta avaliando-se a capacidade frigorífica dos barcos pesqueiros, e verificar se seria possível embarcar a fauna acompanhante selecionada – pelo menos os peixes de maior valor e mais competitivos em relação ao camarão rosa. Este projeto se prolongou até novembro de 1989.

A minha iniciação científica foi realizada em parceria com o colega de turma João Nazareno Nonato Quaresma, atualmente Prof. Titular do Curso de Engenharia Química da UFPA. Nas nossas campanhas de campo, as visitas nas 40 embarcações nos municípios de Maracanã e Marapanim – PA geraram dados suficientes para avaliar a capacidade de

refrigeração e tamanho do frigorífico, especificamente analisando os equipamentos do sistema, tipos e potência de compressores, eficiência dos condensadores, trocadores de calor, aletas etc. Inevitavelmente éramos obrigados a entrar nos porões dos barcos (reservatórios frigoríficos) para medirmos e coletarmos os dados necessários para subsidiar o diagnóstico do Projeto Fauna Acompanhante da Pesca do Camarão.

No final da pesquisa os dados obtidos em campo auxiliaram as equipes de pesquisadores da UFPA e UNICAMP na análise, com as seguintes conclusões: apesar dos empresários da pesca não estarem dispostos à época em ceder espaço dos frigoríficos da frota para outras espécies da fauna acompanhante, ficou constatado que facilmente poderiam acomodá-la nos seus frigoríficos, pois estavam todos superdimensionados (próximos de 100% do que seria necessário). Isto é, o frio disponível era cerca de 100% superior ao valor máximo exigido para gerar frio caso estivesse cheio, e qualquer que fosse essa fauna acompanhante. Neste momento, observamos que se esse conhecimento fosse aplicado corretamente, poderíamos evitar desperdício de proteína animal, aproveitando-se a fauna acompanhante, principalmente para oferta de alimento para comunidades economicamente mais carentes.

Após esta conclusão, o projeto seguiu outras etapas (não mais como bolsista), das quais eu participei com outras equipes multidisciplinares: a) foram elaboradas em laboratório várias propostas de fabricação de alimentos derivados da fauna acompanhante, e que seria útil na própria indústria para aproveitamento comercial das espécies além do camarão rosa, agregando maior valor econômico ao setor da pesca e reduzindo impactos à biodiversidade aquática. No caso de fabricação de *fishburgers* (pescada, por exemplo) esse valor da fauna acompanhante, se bem processado, passaria para cerca de até US$ 4-7/kg, aproximando-se significativamente do valor de mercado de exportação do produto principal, que era o camarão rosa.

Fazer minha iniciação científica naquele projeto foi um aprendizado incrível, pois tive a oportunidade de observar o funcionamento daquele setor industrial (uma visão geral), mas também de auxiliar a resolver um problema específico de engenharia que era avaliar a capacidade de frio industrial, sem a qual outros profissionais e tomadores de decisão não poderiam decidir sobre a acomodação da fauna acompanhante nos porões dos barcos pesqueiros. Portanto, a inclusão da fauna acompanhante nos barcos da frota, sem prejuízo ou risco sanitário ao camarão rosa, seria uma alternativa econômico-ambiental muito

interessante à época. Uma curiosidade é que o projeto de pesquisa, do qual participávamos, seguiu adiante, com novos estudos. Lembro-me que nos anos 2010, se não me engano, este projeto recebera o "Prêmio Finep de Inovação" como reconhecimento do esforço de décadas no auxílio de um setor muito importante e valoroso para a região amazônica, a pesca do camarão rosa.

Tive ainda a oportunidade de realizar dois grandes sonhos da época da graduação:

1) Uma oportunidade foi estagiar na PETROBRAS (Belém-PA). Apesar de ser um estágio relativamente curto, de apenas 2 meses, participei ativamente do aprendizado na área de laboratório de monitoramento de perfuração (sondagem). Na verdade, o foco do laboratório de análises da PETROBRAS em Belém era para avaliar a qualidade da bentonita, insumo fundamental para os processos de perfuração e sondagens. A atividade que mais me chamou atenção foi a avaliação das características reológicas da bentonita (ciência denominada de reologia). Na disciplina Fenômenos de Transporte, reologia é o ramo da física que estuda o escoamento e a deformação da matéria, descrevendo como sólidos, líquidos e gases se deformam sob a influência de tensões. A reologia abrange conceitos como viscosidade, plasticidade e elasticidade, analisando como diferentes materiais respondem a forças aplicadas e como essas propriedades influenciam o transporte de quantidade de movimento em fluidos (Bird *et al*., 2004- atualizado). Naquele caso, a bentonita (fluido não-newtoniano) era preparada para operar o papel de lama fluida, utilizada no processo de operação das brocas de perfuração e transporte de cascalhos de poços subterrâneos. Segundo Silva *et al*. (2023), Abrantes *et al*. (2022) e Oliveira *et al*. (2021), na perfuração e sondagem de poços para petróleo e gás, a bentonita desempenha um papel crucial como componente de fluidos de perfuração não-newtonianos. Assim, **a)** os principais aspectos de seu funcionamento são os seguintes: a.1) **controle de viscosidade**, utilizada para ajustar a viscosidade do fluido de perfuração, formando uma suspensão coloidal onde o fluido mantém uma viscosidade adequada para transportar os cascalhos gerados durante a perfuração para a superfície; a.2) **propriedades tixotrópicas**, onde a viscosidade do fluido diminui com o aumento da taxa de cisalhamento (movimento) e aumenta quando o movimento cessa, uma característica física essencial para estabilizar o poço quando a perfuração é interrompida; a.3) **estabilidade do poço**: ajuda a formar um "reboco" nas paredes do poço, prevenindo o colapso das formações e minimizando a infiltração de fluidos de perfuração nas formações permeáveis; a.4) **resfriamento e lubrificação**: auxilia no resfriamento e

lubrificação da broca, reduzindo o desgaste e aumentando a eficiência da perfuração; a.6) **funcionamento** nos poços de sondagem: **transporte** de Cascalhos: aumentando a viscosidade do fluido, melhorando a capacidade de transporte de cascalhos, removendo os detritos do fundo do poço e evitando que eles se acumulem e causem problemas operacionais; **Formação de Reboco**: forma um reboco nas paredes do poço, o que ajuda a estabilizar a estrutura do poço e a prevenir a perda de fluido para as formações adjacentes; **Propriedades Reológicas**: como fluido não-newtoniano, a bentonita permite que o fluido de perfuração se adapte às condições variáveis de pressão e temperatura encontradas durante a perfuração, mantendo a eficiência e a segurança das operações. Portanto, essas características tornam a bentonita um componente essencial nos fluidos de perfuração, contribuindo significativamente para a eficiência e segurança das operações de perfuração de poços de petróleo e gás. **b)** quando a sonda opera, o fluido com base em bentonita funciona como um fluido "quase newtoniano", cumprindo um papel de transporte de material ascendente do poço de sondagem. Isto é, apresenta maior fluidez para permitir o arrasto de sólidos da sondagem e o giro eficiente das brocas. Neste caso, no trabalho onde estagiei na PETROBRAS o foco era neste tipo de aplicação, o qual estava fundamentada em disciplinas como Fenômenos de Transporte (Mecânica dos Fluidos) e parcialmente em análises químicas dos insumos que eram utilizados para avaliar sua qualidade de matérias primas.

2) Uma segunda oportunidade foi estagiar no complexo da indústria ALBRAS/ALUNORTE - Barcarena-PA), que utilizava tecnologia japonesa para realizar os processos de produção de Alumínio metálico em concentrações de ≈ 99,97% de pureza em média. Na época, fiz um estágio de graduação durante minhas férias de julho de 1988. Passei por várias fases do processo de produção e monitoramento da qualidade do alumínio produzido. O que me chamou mais atenção foi o processo de fundição, com significativa emissão de gases de alto teor de flúor, o qual tinha um equipamento acoplado denominado de Precipitador Eletrostático (PE) que capturava as imensas quantidades de partículas poluentes resultantes do processo de fundição. O PE operava pelo princípio da eletrostática, onde as partículas eletricamente carregadas eram capturadas no equipamento sofisticado e de alto custo operacional, devido ao elevado consumo de energia elétrica. Todavia, o PE dispunha de fonte abundante de energia – pois esta era fornecida diretamente da usina hidrelétrica de Tucuruí-PA. Ainda na ALBRAS/ALUNORTE, uma outra etapa importante foi a experiência laboratorial de análise da qualidade dos insumos e produtos de cada processo.

Destacaram-se as análises físicas e físico-químicas da matéria prima alumina proveniente da ALUNORTE, ou de outros países, como Venezuela. Havia épocas em que estas *commodities* estavam com preço abaixo do que era produzido localmente no Pará (ALUNORTE), e então era mais barato importar do exterior do que extrair no Brasil (Pará).

No laboratório de monitoramento físico-químico e ambiental da ALBRAS tive a oportunidade de aprender a executar as análises/emissões de raio-X entre outras muito sofisticadas à época. Naquele período, as indústrias do alumínio tiveram papel muito relevante na economia regional e eram parte das estratégias do governo brasileiro para o avanço de grandes empreendimentos econômicos instalados na região amazônica. Todavia, este empreendimento pressionava bastante o uso dos recursos naturais e infraestrutura local (urbanização, poluição atmosférica, solo e hídrica). Em alguns momentos, trouxeram sérios impactos negativos, alguns irreversíveis à população local (Ilhas do Pará, e pequenas comunidades como "Curuperé"). Naquele período dos anos 80, nem o setor público nem o setor privado foram capazes de dar uma solução para o problema do uso economicamente eficiente da lama vermelha resultante da produção da alumina. E até hoje esse desafio permanece ao redor do mundo, apesar das diversas tecnologias atuais disponíveis para seu aproveitamento mais racional. Aliás, esta é uma área do conhecimento muito vasta, em que há boas oportunidades atuais e futuras para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva potencialmente promissora, como a da indústria da cerâmica, engenharia civil, e de matérias em geral. Desde que aproveitada sustentavelmente, este é um desafio para as tecnologias das novas gerações de engenheiros químicos e de áreas afins, como o aproveitamento na engenharia de materiais e na construção civil, evitando-se, que resíduos sólidos industriais sejam dispostos em locais inadequados.

Próximo da finalização do meu curso de graduação passei a me dedicar ao Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, que foi realizado em dupla com o outro colega, João Nazareno Nonato Quaresma, atual docente do curso de Engenharia Química e docente permanente do curso de Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia (PRODERNAUFPA). No início foi uma proposta experimental para a construção de um pequeno trocador de calor de escoamento coaxial. Esse singelo protótipo funcionou apenas inicialmente, pois não havia muitos recursos para compra de material de controle para seu funcionamento. Na verdade, ele entrou em "curto-circuito" logo de início e acabou literalmente "explodindo" dentro do laboratório (mas ninguém se feriu!). Saímos são e salvos

desta experiência, mas, em resumo, para superar a realização do TCC, fizemos uma nova proposta de um trocador de calor, porém apenas teórica. E deu certo. Ou seja, tratamos apenas de estudos teóricos de um trocador de calor baseado na literatura sobre o assunto. No final, fomos aprovados em nosso TCC. Mas o fato de ter tentado o desenvolvimento de um experimento me agradou muito e resolvi que provavelmente iria tentar outros experimentos no futuro. E, é claro, em condições mais seguras.

Todas estas experiências demonstraram muitas opções de profissão ao cursar Engenharia Química. Escolhi o curso porque desde criança me interessei pelas áreas tecnológicas (química, física e matemática) e suas aplicações, tipos de abordagens e potenciais para sua aplicação. Além disso, o modo como os fatos se apresentavam nesta área em Belém (Região Norte era ainda muito incipiente) demonstravam que os primeiros avanços nesta área estavam se consolidando. Por exemplo, na química básica, com produtos naturais da Amazônia – perfumes, materiais de higiene, óleos, biotecnologia de produtos naturais e de interesse ou vocação econômica, a partir dos quais atualmente surgiram as grandes ações estratégicas para o enfrentamento de problemas econômicos e ambientais a partir do potencial da engenharia química como suporte aos estudos de uso e aplicação da biodiversidade na região. Portanto, o curso é muito instigante, científica e academicamente. Neste ponto, observei desde muito cedo, que nada na Amazônia seria realizado com sucesso sem o conhecimento profundo sobre a natureza e o meio ambiente local (florestas, solos e águas), considerando sua rica biodiversidade e a valorosa sabedoria das comunidades tradicionais locais sobre temas do conhecimento tradicional. Nesse cenário, tudo isso se tornou possível para alimentar minha paixão na pesquisa em geral. Eu queria seguir, de alguma forma, nesta linha no futuro.

Concluí o curso de graduação em março de 1990 (na verdade no final de 1989 e o atraso devido às greves de anos anteriores). Durante o curso a disciplina de FT foi onde eu tive maior afinidade e interesse. Então, desde a fatídica experiência do meu TCC, complementada pela ótima experiência de IC, e nos estágios anteriores na ALBRAS e PETROBRAS, pressenti que essa seria uma área temática que gostaria de seguir no futuro. O título do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi: Trocador de Calor Coaxial – Análise da Eficiência Teórica para Aquecimento de Fluidos.

Eu gostei muito do curso de bacharelado em Engenharia Química. Foram 5 anos de muito aprendizado. E gostei da maioria das disciplinas que cursei. Gostava dos professores

e do ambiente acadêmico. Fiz inúmeras amizades com meus colegas, destacando-se os mais próximos pelo convívio mais permanente: Leônidas Araújo (vulgo Coaracy), Silvio Bispo (vulgo Marambaia), José Fernandes (vulgo Algodoal), Denilson Luz, Carlos Benedito, Samira Carvalho, Mika e João Nazareno Nonato Quaresma. Também gostava de estudar na biblioteca e frequentar os laboratórios de operações unitárias, fenômenos de transporte, qualidade da água (setor tecnológico) e dos laboratórios de físico-química, química orgânica e química analítica (setor básico). Alguns professores também foram muito relevantes para mim: Lênio Guerreiro e Célio (FT), Orofino (Operações Unitárias), José Antônio (Materiais), Trabulo (Projetos Industriais), Adolpho Muller (Química Orgânica), Regina Muller (Química Analítica), Ivan (Termodinâmica), Cleonice (Cálculo II), Iran (Cálculo III).

É importante frisar algo que poderia passar desapercebido. Como o João Quaresma, meu colega de TCC era da turma de 1984, eu fui o único da Turma de 50 ingressantes de 1985 que se formou em cinco anos (no tempo previsto). Minha formatura foi um tanto quanto melancólica, no sentido de que eu me formei sem a companhia da turma de 1985. Mas, mesmo assim, foi um alívio ter, incrivelmente, conseguido me formar no tempo certo. Minhas condições socioeconômicas eram muito precárias. Naquele momento me tornara o único membro da família Cunha a obter um grau de nível superior. Um grande e inédito feito no meu convívio familiar, e que ao longo dos cinco anos parecia improvável frente a tantos problemas econômicos e privações de acesso a materiais educativos (pois antes de defender o meu TCC em 1989 meu pai havia falecido e a situação econômica familiar ficou mais difícil ainda).

Naquela época, no entanto, fiquei satisfeito com a conclusão do meu curso de graduação. Até me sentia encorajado a fazer um concurso público e, quem saberia dizer, conseguir um lugar no mercado de trabalho. Mas, na verdade, percebi que gostaria mesmo era de prosseguir com a minha jornada acadêmico-científica na universidade. Não queria ficar só com a graduação.

Com o fim da graduação as portas para o trabalho profissional foram então se abrindo. Mas o pensamento em cursos de pós-graduação não saía de minha cabeça. Ideia fixa. Decidi que queria seguir na carreira acadêmica. Queria ser pesquisador. Cientista, como sonhado desde a infância. O mestrado estava um pouco distante, mas pensava nisso o tempo todo, mesmo antes de me formar.

Como naquela época o mestrado era algo distante, realisticamente falando, quase uma raridade, também não havia muita informação disponível. Não existia a internet como a conhecemos hoje. A comunicação era toda na base do "correio" e das cartas, telegramas etc. Então, não sabia muito bem como me orientar e garantir alguma oportunidade para realizar o sonho de fazer mestrado na região sudeste do Brasil.

Além disso, o Brasil parecia sempre estar em voltas com crises econômicas permanentes, com inflação absurda (dois dígitos) e com todos aqueles planos econômicos mirabolantes de plantão em cada governo que surgia. Parecia não haver muitas saídas em indústrias no Pará para um jovem egresso do curso de graduação. Eu já era sabedor desse cenário econômico difícil e, lá no fundo, eu sabia que a solução para resolver meu problema econômico e melhorar um pouco minha qualidade de vida seria conseguir uma fonte de renda na região sudeste. Tudo para tentar conseguir a independência econômica dos meus pais (pois meu pai Aluízio Cunha era apenas um funcionário público de nível médio e minha mãe Ioneida Cunha era apenas dona de casa e não tinha fonte de renda). Assim, eu precisava desesperadamente me emancipar, e demorou um bom tempo até esse momento chegar.

Mas, muita coisa aconteceu antes de eu me formar e que poderia mudar o meu futuro. Por exemplo, uma curiosidade é que no meu período de graduação eu iniciei um curso livre de alemão. Era um curso gratuito, diferentemente dos cursos de inglês e francês à época. Foi uma feliz oportunidade. Serviu como atividade de descontração e sentia que poderia aprender muito com a cultura alemã e o curso me marcou muito. A cultura alemã desde aquela época tinha muito conteúdo ambiental e o curso fazia diversos debates sobre temas voltados às tecnologias de tratamento de resíduos, tanto líquidos, gasosos quanto sólidos. Na época, devido à elevada taxa de desistência, acabei sendo o único da turma do 2° semestre de 1985 que finalizou integralmente o curso, com a duração de 4 anos (8 semestres letivos).

Esta formação básica em alemão, na Casa de Estudos Germânico, semente do atual NAEA – Núcleo de Altos Estudos da Amazônia da UFPA, foi apoiada pelo governo alemão. Na época, esse curso básico me ajudou em uma situação privilegiada quando o departamento de Engenharia Química recebeu um grupo de pesquisadores alemães. Estes pesquisadores trouxeram uma nova tecnologia de "descafeinização" de produtos a partir de uso de sistemas de gases supercríticos, algo bem moderno na época. Dentre as aplicações,

servia literalmente para "extrair" compostos orgânicos voláteis indesejáveis de produtos como café e chás. A técnica aplicava em uma amostra o fluxo de CO_2 sob alta pressão (pressão crítica) a partir da qual o gás se tornava líquido extraindo as moléculas indesejáveis por difusão (extração supercrítica). Ou seja, nessa tecnologia de gases supercríticos, o CO_2, em condições de alta pressão e temperatura, se comporta como um solvente eficiente, penetrando nos grãos de café, dissolvendo a cafeína, que era então separada ao reduzir a pressão, permitindo também a recuperação do CO_2 para reutilização.

Essa tecnologia era emergente e havia o interesse econômico de pesquisadores brasileiros, com aplicação na indústria de alimentos e medicina. Na época já se sugeria restrições ao uso excessivo de cafeína em vários produtos de exportação, principalmente o café. E como haveria a possibilidade de se desenvolver outras aplicações dessa tecnologia em produtos exclusivos da Amazônia, havia também uma oportunidade dessas aplicações nos produtos específicos de exportação da biodiversidade amazônica.

Na época vários pesquisadores alemães estavam instalando esse extrator de gases supercrítico nos laboratórios da Engenharia Química. Tal fato ocorreu praticamente no final do meu 8º semestre de graduação e perdurou até o final do 10º semestre. E, por eu ter estudado alemão, e até conseguir conversar em nível básico com os pesquisadores (não lembro nenhum dos nomes) eu fui convidado por alguns deles para tentar uma proposta de participar de um curso de especialização nesta área na Alemanha após minha formatura. Eu era o único formando da turma de 1985 e o único que tinha o conhecimento básico comprovado da língua alemã para tal possibilidade. A sorte parecia sorrir para mim e eu prontamente elaborei um plano de pesquisa, meio sem saber como fazer e tive o apoio de um docente para assinar esta proposta de realização do curso de especialização em gases supercríticos em Hamburg/Alemanha. Pois bem, foi elaborado um protocolo para que eu pudesse participar desta especialização como indicação do departamento.

Passado um certo período, ainda no início de 1990, em fevereiro ou março, fui surpreendido pela notícia de que eu havia perdido o prazo e a oportunidade porque os documentos não tinham sido enviados a tempo para a Alemanha com minha inscrição. O fato é que o tal professor não enviou mesmo os documentos. Não sei se por "esquecimento" ou outro motivo. Mas a verdade é que fiquei chocado e me senti muito prejudicado neste processo e fiquei desesperado com a perda de uma chance tão rara para estudar no exterior. Essa oportunidade infelizmente foi perdida. Ainda muito triste pelo ocorrido, sem chão e o

mundo parecia ter desabado sobre minha cabeça, houve uma certa comoção e decepção por parte de alguns dos meus colegas que sabiam de minha pretensão e sabiam que era justo e adequado eu poder concorrer a essa proposta de ir à Alemanha.

Em meados de abril de 1990, sabendo um pouco de minha história e do problema da Alemanha, uma amiga chamada Orlene Costa, atualmente docente da UEG-GO, me enviou uma carta da cidade de São Carlos-SP (sim, uma carta, com selo e tudo, de papel mesmo!), me informando que nem tudo estava perdido. Ela me informara que tinha ingressado no mestrado da EESC-USP, na área de Hidráulica e Saneamento e que haveria um processo seletivo inédito no meio do ano (julho) para o ingresso de candidatos de todo o Brasil e que ali poderia haver uma oportunidade para mim. De início não acreditei muito na possibilidade e nem dei muita importância, pois não tinha condições financeiras para ir a São Paulo fazer este processo seletivo. Porém, fiquei um pouco intrigado com a ideia. Pensei e repensei. E resolvi tentar arriscar. Fui buscar apoio na família (principalmente minha tia Iris Cavalcanti).

Comecei a planejar minha ida ao estado de São Paulo (São Carlos) onde eu poderia participar dos editais nos programas de pós-graduação. Naquela época, as seleções eram presenciais com provas escritas e análise curricular. Estas tentativas eram consideradas por muitos da comunidade acadêmica, professores e estudantes, como desafio "quase impossível", por serem os processos seletivos muito concorridos, exigentes e com logística complexa. Só a viagem de ônibus seria bem difícil, sem falar das provas que seriam rigorosas e em outra área, como engenharia civil e sanitária. E foi mesmo!

Ainda em meados abril de 1990 deixei minha namorada (Helenilza Cunha), minha irmã e minha mãe chorando na Rodoviária de Belém. Uma despedida melancólica em busca de um sonho ainda muito distante, deixando quase tudo para trás. Tinha em minhas mãos apenas uma sacola de viagem, meu velho violão, três livros (Fenômenos de Transporte, Termodinâmica da Engenharia Química e Cálculo de Reatores), mais ou menos R$ 100,00 que minha tia Iris Cavalcanti havia me dado e um medo danado de tudo dar errado e decepcionar a todos. Mas tinha que arriscar. Então, eu seria recebido na Rodoviária do Tietê, em São Paulo capital, pela minha querida prima Ionilde Cavalcanti e seu superlegal esposo Luís do Carmo. Devo dizer que sou muito grato a eles, porque sem nenhum tipo de dificuldade não pouparam esforços para me hospedar em seu pequeno e belo apartamento no bairro de Moema-SP. Cheguei no Tietê numa noite de frio e com a Rodoviária

supermovimentada. Foram dias tensos (pelo desconhecido do que me aguardava a frente) e ao mesmo tempo muito feliz por me sentir amparado pelos meus familiares. Logo no início tive todo o apoio dos meus primos. Assim, foram no início dias de ótimo convívio, aprendizado e hospitalidade. Sou muito grato a eles neste memorial.

Então, logo após dois dias de descanso na casa de minha prima Ionilde e seu esposo Luis do Carmo, fui direto para São Carlos – SP naquele ônibus da Companhia Cometa. Parecia mais um avião do que um coletivo. Super confortável. A viagem durou em média 3 horas. Ao longo do caminho pairava no ar muitas dúvidas e incertezas, principalmente em saber como eu iria me virar em São Carlos sem recursos financeiros, pois já haviam sido usados todos os meus R$ 100,00 dados pela minha tia Iris Cavalcanti (*in memorium*).

Chegando em São Carlos minha amiga Orlene Costa, que me escrevera a carta, me recepcionou na rodoviária de São Carlos e deu o apoio básico que eu precisava: um canto na sala da república em que morava, pois todos os quartos já estavam ocupados (um gaúcho, dois colombianos, e duas paraenses). Recebi um colchonete, alguns jornais para forrar embaixo, para isolar e aplacar o frio intenso, próximo dos 5° C (período de inverno). Como dito antes, não tinha mais dinheiro para alimentação, mas os novos colegas de república começaram a dividir comigo suas refeições e o que tinham e passei meu primeiro dia amparado me sentindo bem-vindo no novo ambiente familiar. O meu velho companheiro violão se encarregou naturalmente de me socializar. E como sempre abria as portas. E esse velho violão teve um papel preponderante na minha vida particular e acadêmica em São Carlos. Mantinha minha saúde emocional, e permitia um contato social e profissional com vários colegas, em especial os novos amigos que ia conquistando. Incrível isso acontecer! E ainda bem que aconteceu.

Em São Carlos, entre junho e julho, ocorreu o período da prova e do processo seletivo do mestrado. Mas ainda dependia financeiramente dos colegas e amigos para quase tudo. Como a república de estudantes era próxima da USP, eu sempre que podia era "incentivado" pelos novos amigos a "filar" uma ou outra refeição no RU. Eram sempre momentos de muita "tensão". Tinha um vigilante bem treinado contra os "fila-boias". E isso era bem comum. Mas, por algum motivo que até hoje não sei explicar, ele fazia "vista grossa" para eu fazer minhas "ricas" refeições. Foi uma benção. O resto era só dívidas e empréstimos dos colegas, às vezes, tão "lascados" quanto eu.

E assim fui me virando e estudando para o processo seletivo. Ora na república ora na biblioteca da USP. Apesar da solidão e isolamento familiar que me circundava, eu adorava o novo clima frio, os sotaques diferentes, a cultura e a forma como as pessoas comentavam sobre meu esforço. Davam muita força. Então, esse novo mundo se abriria para eu poder conquistá-lo. E até hoje sou grato a todos os que me ajudaram naquele início. Em especial, minha namorada Helenilza, quem ficou com minha mãe e minha irmã em Belém. Sofreu mais que todos. Mesmo assim me deu toda a força que eu precisava desde o momento de minha partida em Belém. Mas sempre que possível conversávamos pelo telefone contando as aventuras. Ela, desde o início, não mediu esforços para me apoiar, e sempre me dizia para que eu prosseguisse minha jornada e apostasse de verdade na minha estada em São Paulo. Acreditou em mim mais do que eu mesmo. Por outro lado, devo também à minha amiga Orlene Costa, quem se sensibilizou desde o início com meu drama da fatídica viagem não efetivada para Alemanha. Conhecia um pouco de minha história e sabia da minha motivação para cursar o mestrado na região sudeste. Ela foi o "gatilho" para que fosse realizar meus estudos na EESC-USP. Era o que eu precisava!

Voltando a velha aventura de me alimentar "clandestinamente" no RU, antes de realizar o processo seletivo, e com relação ao dinheiro e tickets de refeição que me emprestavam, todos diziam: quando você for aprovado vai pagar essa conta. Essa "força" me dava esperança, pois parecia que tinham mais confiança em mim do que eu mesmo. Ao mesmo tempo sabiam da minha situação, vulnerabilidade social e econômica daquele momento. Longe de todos da minha família. Eu estava, pela primeira vez na vida, completamente isolado de minha cultura e realidade de origem.

Como havia muita coisa em jogo, no processo seletivo tinha certeza de que estava fazendo o certo. Assim, fiz minha inscrição no processo seletivo da EESC-USP no curso de Engenharia Civil (Hidráulica e Saneamento). Achei a proposta e o foco do curso excelente. E sabia da qualidade do curso e dos docentes, pois desde aquela época a nota do curso ainda permanece com valor máximo, 7 pela CAPES/MEC. Eu sabia que o processo seria difícil mesmo. E a concorrência não foi fácil, pois havia duas salas cheias de candidatos para apenas 12 vagas. Muita gente do Brasil inteiro e de outros países, todos pareciam muito entendidos na área e eu me senti meio por baixo e, novamente, isolado. Mas não poderia desistir àquela altura do processo. Segui em frente e já havia estudado bastante. Na hora da preocupação não havia sequer telefone para dar pelo menos um telefonema da Telesp

(cabine). Eu ligava por 5 minutos para a família uma vez por semana, nos domingos a tarde. Meu contato principal era minha namorada Helenilza. As ligações eram sempre rápidas, mas importantes para nos mantermos firmes e motivados para enfrentarmos juntos este desafio acadêmico.

Algumas semanas antes das provas do processo seletivo da EESC-USP eu soube de dois outros editais. Ambos de Mestrado em Engenharia Química, lançados em períodos próximos: um na Unicamp e outro na UFSCar. Por precaução, então, me inscrevi em ambos, pois não tinha muita fé de que seria aprovado na EESC-USP. O motivo era porque não era exatamente a minha área (engenharia civil com ênfase em hidráulica e saneamento).

Antes de sair o resultado da Unicamp e UFSCar, eu finalmente fiz a prova do processo seletivo da EESC-UPS (Hidráulica e Saneamento – SHS). Já era agosto de 1990 quando soube do resultado: aprovado em 11° lugar dentre as 12 vagas disponíveis. Naquele momento finalmente senti uma liberdade inexplicável e que a minha vida tinha mudado para sempre. Um filme passou pela minha cabeça e um sonho se fez realidade. Foi como se eu soubesse que a partir daquela data eu seria provavelmente independente financeiramente e profissionalmente de minha família. Poderia ter um futuro promissor. Então, minha aventura de alto risco em São Paulo deu finalmente certo.

Logo em seguida, ainda em agosto, saíram os resultados da UFSCar e Unicamp, sendo aprovado em ambas. Então, tive de decidir. E, como todos já sabem, fiquei mesmo com a EESC-USP e iria cursar o mestrado em engenharia civil com ênfase em hidráulica e saneamento. Já tinha naquele momento envidado muitos esforços para aprovar neste processo seletivo inédito de meio do ano (1990). Além disso, já tinha feito uma pequena turma de amigos que me apoiara durante a fase de estudo, moradia, alimentação e preparação do processo seletivo.

Neste momento foi inevitável pensar no drama e refletir sobre a reviravolta da infrutífera especialização que ocorreria na Alemanha logo após minha graduação. Então, pensei comigo mesmo: em apenas poucos meses tive uma frustação enorme por não poder ter ido para a Alemanha. Isto é, em menos de 6 meses após aquele episódio, eu tinha acabado de ser aprovado na melhor universidade do Brasil. No final, poucos acreditavam que tudo isso seria possível, especialmente para as condições socioeconômicas tão adversas que passei neste ínterim. A verdade é que o sonho tinha virado realidade para mim, para minha família e a todos os que me ajudaram a passar por esse processo.

Mas ainda não terminou esta fase. Antes de finalizar esta etapa entre graduação em Engenharia Química (UFPA) e a mudança meio radical para a nova área de Engenharia Civil (USP), eu precisava descrever algo um tanto inusitado em minha vida acadêmica, pois está relacionado com outra língua estrangeira que me interessei e estudei ao longo da graduação: a japonesa.

Voltando um pouco no tempo no meio de meu curso de graduação (1987-1988) eu tive um contato com uma colega de descendência japonesa que também morava na Travessa do Chaco (Belém), minha 4ª moradia durante minha graduação (Cidade Nova VI, Guajará, Almirante Barroso e Travessa do Chaco). Era quase um imigrante local. Todos os sábados ela fazia seu trajeto habitual para a comunidade japonesa do Coqueiro. Um dia ela foi visitar meu irmão mais novo e pudemos conversar sobre o assunto. Para resumir, ela fazia o curso de língua japonesa, porque era nissei (filha de 2ª geração japonesa) e eu me interessei bastante pela ideia de também participar. Então, comecei a frequentar o curso de japonês aos sábados na comunidade japonesa do Coqueiro. Fiz isso desde o meu 3º semestre até o 5º semestre da graduação, pois quando chegou ao final da graduação, as coisas iam ficando cada vez mais difíceis para continuar o curso. De qualquer forma, aprendi muito da cultura japonesa, da disciplina e da beleza e arte nipônica, especialmente a escrita. Adorei aprender pelo menos o básico da língua e seus ideogramas de difícil compreensão (*romandi, hiragana, catacana e candi*). Esse aprendizado não foi à toa, pois na verdade poderia ser útil em uma possibilidade de trabalho na ALBRAS a qual operava na integralidade com tecnologia japonesa.

E por que eu mencionei este fato como relevante? Porque apesar de eu não ter avançado muito na língua, obtive conhecimento suficiente sobre a língua e cultura japonesa para utilizá-las em outras oportunidades futuras. E eu não saberia naquele momento, mas foi extremamente útil mesmo, num futuro um tanto quanto distante. Uma história que ainda contarei neste memorial. Os detalhes deste momento me serviram na prática e na vida profissional. Abriu uma oportunidade no túnel do tempo, décadas depois. E posso afirmar que aqueles três semestres de aprendizado de japonês básico na Comunidade Japonesa me deram subsídios suficientes para uma ida ao Japão em 2000. Lá eu fiquei durante 2 meses, belíssima experiência para realizar um treinamento em "poluição das águas em países sul-americanos" no International Center for Environmental Technology Transfer – ICETT/ Nagoya/Japão (equivalente a uma especialização pela carga horária).

1.2 CURSO DE MESTRADO EM HIDRÁULICA E SANEAMENTO

No processo seletivo do mestrado em Engenharia Civil, com ênfase em Hidráulica e Saneamento, as questões foram evidentemente direcionadas para Saneamento e Hidráulica. Mas entre as temáticas mais exploradas na prova foram as questões específicas das disciplinas de Fenômenos de Transporte (mecânica dos fluidos, muito aplicadas à hidráulica e saneamento). Enquanto tive mais dificuldades nas áreas de saneamento, as questões de mecânica dos fluidos foram para mim mais bem digeridas e compensou um pouco a dificuldade de temas como hidrologia estatística, hidráulica aplicada ou saneamento ambiental. Minha sorte foi, mais uma vez, a mecânica dos fluidos. Gostava muito desse tema e até hoje tem sido minha disciplina mais relevante e integrada a todas as outras.

Lembro-me que os principais livros que eu tinha lido sobre temas da prova eram também da área de Fenômenos de Transporte (mecânica dos fluidos, fundamentos de transferência de calor e de massa): Bennett e Myers (1978); Bird; Stewart; Lightfoot (2004, atualizado); Incropera; Dewitt (1998); Shiozer (1996); Sissom; Pitts (1988); Fox; McDonald; Pritchard (1990).

Todas estas referências me ajudaram muito desde o período de pré-processo seletivo, pois tive tempo de relê-los (em algumas partes) durante minha longa viagem no Ônibus da Itapemirim, entre Belém e São Paulo. E apesar de não serem livros especificamente solicitados no processo seletivo, os livros de Fenômenos de Transporte, transferência de calor e massa e transferência de quantidade de movimento, serviram e foram "adaptados" para a nova temática e área de engenharia hidráulica e sanitária. Serviram como base no processo seletivo. Naquela época não havia ideia do que poderia ser um e-book. O acesso ao conhecimento era muito difícil. Além disso, os livros técnicos sempre foram caros no Brasil. Portanto, na época, o acesso ao conhecimento era na maioria das vezes via fotocópias.

Ainda no final do processo seletivo, entre 22 concorrentes, doze foram aprovados. Não havia bolsas a partir do 6° lugar. Mas, nesta altura do campeonato, não me importei muito. Todavia, surgiram logo bolsas para todos e a felicidade foi completa. Enfim, eu seria um aluno da USP e com bolsa. Realizei um dos meus sonhos acadêmicos: ingressar numa universidade pública como a USP. Aliás, eu já a considerava como meu principal objetivo na época. Uma recompensa ao esforço e à coragem de sair sozinho pelo mundo afora! Tudo

teria valido a pena pela perseverança e por acreditar que haveria um futuro mais seguro. Foi uma passagem incrível, do ponto de vista pessoal, familiar, acadêmico e profissional. Desde 1990, já com 24 anos, nunca mais dependi economicamente dos meus pais nem dos meus parentes. Isso foi muito significativo. Mas logo após a homologação, ainda na fase de deslumbramento acadêmico como calouro, comecei a pagar as dívidas anteriores, incluindo as das frequentes refeições do RU. Paguei todas as dívidas aos meus colegas de república que tanto me ajudaram antes e durante o período de processo seletivo.

Durante o 2º semestre de 1990, o primeiro semestre do meu curso, realizei as seguintes disciplinas na USP: Recursos Hídricos – Aspectos Qualitativos; Recursos Hídricos – Aspectos Quantitativo; Advecção e Difusão de Poluentes com Aplicação no Controle da Qualidade da Água e do Ar; a disciplina pura de Transferência de Calor e Massa. Esta última realizei no departamento de Engenharia Química da UFSCar.

Durante o 1º semestre de 1991, o segundo semestre do meu curso, realizei as seguintes disciplinas: Fundamentos de Mecânica dos Fluidos; Fundamentos de Transmissão de Calor e Massa, Hidráulica dos Canais; Microscopia e Práticas de Tratamento Biológico. Todas as disciplinas foram excelentes para a minha formação.

Logo no 1º semestre do curso conheci meu orientador: Prof. Dr. Harry Edmar Schulz. Ele era muito jovem e estava no departamento de hidráulica e saneamento há pouco tempo. Tinha sido orientando do Prof. Dr. Marcius Giorgetti, na época, Diretor Geral da EESC-USP. Ambos trabalhavam na área específica de Fenômenos de Transporte com ênfase em Mecânica dos Fluidos associada com Transferência de Massa. Mas, ocasionalmente, tratavam de Transferência de Calor, ou integradas com Massa, especialmente na área de autodepuração das águas, reaeração atmosférica, turbulência, transferência de gases na interface ar-água. Estes seriam basicamente tópicos relacionados com o meu mestrado e doutorado. Nestas áreas constavam temas como dispersão de poluentes na água e no ar, principais linhas de minha pesquisa que pratico até hoje na Amazônia.

O meu orientador Prof. Dr. Harry Edmar Schulz, é descendente de imigrantes alemães e um brilhante pesquisador na área de processos turbulentos envolvendo transferência de massa na interface ar-água, inclusive havia deduzido uma equação específica e de aplicação genérica sobre estes fenômenos na interface r-água, tanto em ambientes artificiais quanto naturais. O teste derradeiro desse modelo foi realizado e validado com base nos meus experimentos em tanques de mistura (Schulz *et al*., 1995).

Quando iniciou minha orientação ele tinha aproximadamente 36 anos, sendo o mais novo professor efetivo do Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento – SHS-EESC-USP). Simplesmente o considerei um amigo e excelente pessoa. Tinha uma capacidade didática incrível, metódico e superorganizado. A partir deste primeiro contato logo surgiu uma "fantástica" parceria (o termo "fantástico" o caracterizava, pois ele usava esta palavra frequentemente quando queria enfatizar ou elogiar algo). Logo nos primeiros contatos de orientação o Prof. Schulz me recebeu muito bem em sua sala. E se disponibilizou a me orientar com muita inteligência, leveza, motivação, competência e eficiência. Ele não só foi decisivo na minha carreira, mas teve um imenso impacto na minha vida pessoal, acadêmica e profissional. Um incrível ser-humano! Ele literalmente era fantástico em suas orientações. Além de ser muito didático e paciente, sabia sob medida como me ajudar na superação de minha completa ignorância (e deficiência) sobre o novo tema de Transferência de Massa. Literalmente, ali começou uma espécie de nova iniciação científica na pós-graduação (reaprendendo tudo nesta área). O professor Schulz conseguia me ajudar em tudo o que eu precisava. Todo o suporte necessário para o cumprimento das atividades. E sempre com um imenso sorriso no rosto. Eu simplesmente gostava muito de dialogar com ele (tornou-se orientador e mentor). Nos nossos longos diálogos eu aprendia muito desde o início sobre turbulência e processos de transferência de massa na interface ar-água (tema da dissertação). Por tudo isso, e muito mais, sempre serei grato pelo que fez por mim. Eu não teria palavras para mensurar sua contribuição à minha formação. Fica aqui o meu respeito, admiração e gratidão por ter me orientado por caminhos tão difíceis, mas que em sua companhia sempre pareceram mais fáceis do que pareciam ser.

Para finalizar este tópico, o Prof. Schulz (que atualmente mora nos EUA), fez o seguinte comentário, um mês atrás, quando trocamos e-mails porque havia dito a ele que faria em breve a defesa do memorial para professor Titular da UNIFAP e que estava agradecendo por tudo o que fizera por mim:

> "Eu me sinto felicíssimo com o teu contato! De antemão, parabéns pelo passo que estás dando neste momento. A titularidade é o máximo grau académico e a demonstração de reconhecimento da comunidade acadêmica para contigo e teu constante trabalho. Sim, foi uma longa jornada e caminhada, mas foi frutífera e exitosa. Alan: vindo da tua pessoa, um simples obrigado tem a dimensão de uma homenagem de vida! Tu foste, e és, o meu primeiro orientado de fato. Nunca esquecerei a experiência de orientar a tua pessoa. Não apenas por ter sido o início da minha carreira de

> orientador, mas por ter tido como orientado uma pessoa tão esforçada, séria, honesta, dedicada e viva (no sentido de querer sentir a vida) como tu. Lembro não apenas dos momentos de academia, mas de ti aprendendo a tocar violão (vida!), adquirindo teu apartamento (vida!), assumindo tudo com tua companheira (Helenilza - vida!). Além disso, enquanto estavas em São Carlos, estavas estudando uma área de difícil entendimento, que é a transferência turbulenta de propriedades físicas (massa) através de interfaces. E foste mais longe do que isso. (Parabéns).
>
> E, mais importante, ficou o sentimento de amizade perene. Não importa para onde eu vá, se precisares e se eu puder ajudar, manda uma mensagem. Amigos são para isso".

Durante o mestrado também tive a oportunidade de fazer grandes amizades com o corpo docente do curso. Além disso, eu gostava de transitar por diferentes cursos da EESC-USP e dava minhas voltas na UFSCar, especialmente na biblioteca e visitas ao curso de Engenharia Química – amo o ambiente acadêmico (a biblioteca é fantástica)! E essa biblioteca seria de muita valia durante o desenvolvimento de minha pesquisa de mestrado. Além disso, foi muito importante a ajuda do departamento de biologia, em especial durante a execução das análises químicas cromatográficas (usando a técnica *head space*). Na UFSCar eu fiz minhas análises cromatográficas para construir minhas curvas cinéticas de dessorção de gases pela interface ar-água em tanques de mistura (determinação dos coeficientes de transferência de massa dos gases orgânicos dessorvidos da água).

Na Engenharia Civil da EESC-USP finalizei meu mestrado com o título da pesquisa "Transferência de Gases em Sistemas Líquidos Altamente Agitados Induzidos por Hélices Tipo Turbina em Tanques Cilíndricos", um trabalho genuinamente experimental. O aprendizado sobre o planejamento global de meus experimentos foi incrível. Aprendi a fazer o planejamento experimental, iniciando com aquisição e compra do material no comércio de São Carlos para construção dos tanques de mistura, confecção das turbinas (hélices), aquisição dos gases que seriam solubilizados nos tanques de mistura, além de equipamentos e acessórios do sistema hidráulico e banho térmico para manutenção e estabilização da temperatura, o fator mais relevante para quantificação dos coeficientes de transferência de massa na sensível interface ar-água (K_L). Planejei e construí uma capela protetora do experimento onde seria confeccionado na oficina da EESC-USP todo o aparato experimental. Além disso, testei o sistema de rotores (roldanas e polias para quantificar a rotação das turbinas e o proporcional nível de turbulência nos tanques de mistura), o processo de diluição de gases e a coleta de gases dentro dos tanques de mistura. O objetivo era avaliar a

potência do rotor (potência dissipada no sistema ar-água) e a escala dos coeficientes de transferência de massa variando-se as rotações (Reynolds – Re) e as temperaturas à pressão constante (nível de turbulência e temperatura).

A pesquisa que eu desenvolvi no mestrado exigiu uma habilidade que eu nem sonhava, apesar de ser parte de nossa formação de engenharia. Por exemplo, cotar custos de equipamentos e materiais; construir parte de minha bancada experimental, incluindo os meus tanques de mistura padrão. Para isso, saí pelo comércio de São Carlos para comprar chapas de aço inox, roldanas, polias, eixos das turbinas, confecção das turbinas e ajudei a construir as turbinas sob medida para o projeto (inclinação de 45°), controladores de rotação (contagem de pulsos magnéticos para medir as rotações por minuto - RPM), calcular a potência gerada pelos misturadores, definir a geometria (aletas, altura e inclinação da turbina, inclinação e confecção dos tanques e do banho térmico, com controle automático, onde os misturadores seriam imersos (geometria padronizada). Além disso, aprender a instalar nos tanques uma placa de orifício utilizada para "extrair", por queda de pressão, os gases dissolvidos da água para o caso de necessidade de estudar oxigênio dissolvido nos tanques para estimativa do coeficiente de reaeração atmosférica. Além do controle de temperatura do banho havia uma capela protetora dos gases (acetileno, etileno e metano – gases efetivamente utilizados na época), um exaustor de gases, e a instalação de rotor para acionar as turbinas em 12 diferentes níveis de turbulência. O processo seguiu desde a cotação, até a compra de material e equipamentos, construção do aparato, o que levou aproximadamente 11 meses.

O objetivo de minha pesquisa foi avaliar quanto o nível de turbulência da água (potência da turbina) poderia ser correlacionado com os coeficientes de transferência de massa (K dos gases), variando-se até 12 níveis de rotações (82 RPM até 1200 RPM ou turbulência) e a temperatura (15, 20, 25 e 30 °C). Além disso, avaliamos análises de R que representava as razões entre os coeficientes de troca de massa denominados da seguinte forma: $K_{(Metano)}$, $K_{(Etileno)}$ e $K_{(Acetileno)}$, $R_1 = K_{(Metano)}/K_{(Acetileno)}$, $R_2 = K_{(Metano)}/K_{(Etileno)}$ e $R_3 = K_{(Etileno)}/K_{(Acetileno)}$. Esses parâmetros são muito úteis para o uso de traçadores artificiais e suas aplicações em diferentes condições de escoamento (artificiais ou naturais), pois normalmente não estão presentes na água. Além disso, estes coeficientes de razão R poderiam ser também relacionados com oxigênio, como por exemplo: $R_1 = K_{(Metano)}/K_{(Oxigênio)}$, sendo o oxigênio dissolvido (OD) um parâmetro relevante para estimar a capacidade autodepurativa de

corpos d´água naturais em ecossistemas aquáticos ou em estações de tratamento de esgoto (ETE). Geralmente $R_1 = K_{(Metano)}/K_{(Acetileno)}$ pode ser aplicável ao dimensionamento de projetos de tanques de reaeração em estações de tratamento de águas residuárias aeróbicos (injeção mecânica do oxigênio induzida por turbinas nos processos de tratamento de esgotos ou resíduos orgânicos ou oxidáveis). Poderia ser aplicável na remoção de gases indesejáveis ou compostos orgânicos voláteis que causam odor e sabor indesejável na água em sistemas de tratamento de água de abastecimento (ETAs).

Desse modo, minha dissertação caminhou na linha fundamental de fenômenos de transporte (transferência de calor, massa e quantidade de movimento). Foi finalizada a construção do aparato experimental, com a ajuda de minha esposa Helenilza no Campus do BROA (Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada – CRHEA), em um município chamado Itirapina, localizado a uns 25 km de distância de São Carlos. Logo após os experimentos nos tanques de mistura, eu analisei os meus dados (K_i) na UFSCar, onde havia um cromatógrafo de análise gasosa disponível. Na verdade, eu não tinha um local ou um laboratório específico na EESC-USP para quantificar por cromatografia gasosa os meus coeficientes $R_1 = K_{(Metano)}/K_{(Acetileno)}$. O objetivo era realizar as análises das variações das concentrações dos gases em um laboratório de química logo após os experimentos nos tanques de mistura. Esse cromatógrafo de análise gasosa (cromatografia, utilizando a técnica denominada *head space*) estava disponível somente em fins de semana ou feriados. Portanto, não foi fácil o planejamento e a execução dessas análises. Após muita negociação e uma ajuda da pesquisadora Eloiza Pozzi Gianotti que conhecia o laboratório de cromatografia do curso de biologia da UFSCar, eu consegui finalmente ter à minha disposição um equipamento, pelo menos nos dias específicos de fins de semana e feriados. Mesmo analisando minhas amostras em outra universidade, eu não duvidei de que foi a única chance viável que tive para iniciar meus experimentos. Então, estava tudo articulado para iniciar minhas coletas das amostras nos tanques de mistura (Broa – CRHEA-USP). De certa forma, minha rotina ficou assim definida: **a)** início dos experimentos nos tanques de mistura, onde os gases eram dissolvidos; **b)** coleta de pelo menos 12 amostras dos gases por experimento (nível específico de turbulência, ou RPM e em uma dada temperatura controlada da água) – isto é, seções experimentais no Broa; **c)** Ida ao laboratório de Microbiologia da UFSCar (só durante os fins de semana ou feriados para não coincidir com o uso dos equipamentos em outras pesquisas que se utilizasse do mesmo equipamento). Era necessário no início de

cada série de análise a calibração do cromatógrafo. Assim que estivesse calibrado ocorria o início das análises pelo método *head space* com base nas corridas de dose amostras/experimento/nível de turbulência/temperatura de equilíbrio. Eram então verificados os erros, uso de réplicas amostrais e elaboração das curvas de concentração dos gases a partir de medidas das áreas dos picos cromatográficos. Este procedimento foi feito para o metano, etileno e acetileno, gerando três curvas específicas por experimento; **d)** elaboração da planilha de resultados no laboratório de Fenômenos de Transporte do SHS/EESC-USP usando o novo software que era o precursor do Excel, o Quatro Pro. Com esse software eu conseguia elaborar as curvas de regressões linearizadas a partir do conhecimento da cinética de primeira ordem para o cálculo da taxa de dessorção dos gases na água (K_L); **e)** comparação estatística entre os resultados, avaliando-se a influência do nível de turbulência, temperatura e difusão molecular para cada um dos gases, Metano, Etileno e Acetileno. Esses gases foram utilizados como traçadores geralmente não presentes nas águas naturais (exceto o metano). Mas não somente por isso. Esses gases são um pouco mais solúveis que o CO_2, ou CO e essa solubilidade é importante para quantificar coeficientes de transferência de massa de traçadores gasosos (K_L). E como comentado anteriormente, a utilidade desse tipo de experimento tem aplicação direta na engenharia química, sanitária e ambiental. Por exemplo, na quantificação da eficiência de equipamentos e sua capacidade de transferência gasosa, como aeradores mecânicos, difusores e dispersores na indústria e no meio ambiente etc. Mas não somente isso, servem para parametrizar modelos numéricos ou preditivos (Qual 2E, Qual2kw, SisBaHia, e outros modelos de qualidade da água utilizados no mundo todo, entre outros) e para o dimensionamento de equipamentos de mistura gás-líquido na indústria em geral.

É importante informar que, durante todo o período experimental, desde a montagem até algumas etapas operacionais, tive muito apoio dos técnicos da USP. Destacam-se principalmente o Osny (não lembro do sobrenome), Valdeci Lucca, Roberto Bérgamo e Luis Muzzet, os quais muito me ajudaram desde o início deste empreendimento acadêmico. Sou também muito grato a todos os meus colegas de turma, especialmente a alguns dos veteranos que me ajudaram demais a passar pelas difíceis etapas de qualificações do curso: Antenor Rodrigues Barbosa (Professor Titular aposentado da UFOP-MG) e Orlene Costa (Professora da UEG-GO).

É preciso frisar que o Professor Antenor Rodrigues Barbosa Júnior merece um destaque. Ele foi o precursor do uso de tanques de mistura no Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC-USP. Assim gostaria de citá-lo aqui neste tópico porque considero sua contribuição como da mais alta importância durante meu mestrado. Foi um parceiro excepcional durante a fase difícil de entendimento experimental de minha dissertação. Para os mestrandos da época foi um verdadeiro mentor na área de estudos sobre reaeração atmosférica (absorção de oxigênio). Sua contribuição foi marcante e sempre será em minha vida profissional. Tive muita sorte em conhecê-lo. Durante o meu mestrado trabalhamos em colaboração com outros mestrandos e doutorandos para ajudá-lo em sua tese de doutorado que tratava, na prática, do uso de traçadores na água (rodamina e gases orgânicos, como o Etileno). O objetivo era estudar a capacidade de autodepuração em canais retificados e naturais. No caso, estivemos realizando experimentos de campo no Canal Urbano de Poços de Caldas (MG) e Ribeirão do Feijão (São Carlos – SP), onde aprendemos a utilizar experimentalmente a aplicação dos conceitos de transferência de massa em sua plenitude. Que experimentos de campo fantásticos! Aqui manifesto minha total gratidão pela oportunidade. Professor Antenor Barbosa Júnior tem um lugar de honra na minha carreira profissional e eu precisava citá-lo neste memorial, pela sua influência e profissionalismo e amizade desde o início de minha carreira acadêmica. Até hoje eu considero aquele aprendizado como relevante por me proporcionar uma capacidade única de interpretar os "mistérios da autodepuração dos rios aqui na Amazônia". Aprendemos muito com ele.

E em relação às pesquisas bibliográficas para a elaboração da dissertação de mestrado foram realizadas tanto nas bibliotecas das universidades de São Carlos e Araraquara quanto na EESC-USP, UNESP, UFSCar. As pesquisas eram realizadas a partir de uma infinidade de obras voltadas para as temáticas de transferência de gases ar-água. Naquela época, as pesquisas eram feitas nas bibliotecas e os acessos aos artigos científicos só eram realizados via comutação entre bibliotecas (COMUT). Às vezes era preciso aguardar mais de um mês para a chegada de um único artigo. Mas quando estes chegavam, a sensação era de criança recebendo uma "nova figurinha" não repetida do álbum de coleção de futebol. Seguia-se sempre uma profunda e curiosa leitura.

Com o título da minha dissertação "Transferência de massa na interface ar-água em sistemas de mistura altamente agitados", eu defendi o mestrado em 1993. Tive a sorte de receber nota máxima 10,0, que para mim foi surpreendente e inesperada. Além disso, a

banca me presenteou com a menção de "distinção" e "louvor" (registrado em meu histórico acadêmico). Nota máxima, além de duas distinções simultâneas, a primeira menção honrosa da carreira. Além disso, foi um dos maiores incentivos para prosseguir em minha carreira acadêmica, e que nunca me esqueci e muito agradeço à banca e ao meu orientador Harry Edmar Schulz. Eu nem sabia da existência de tal honraria na USP.

O resultado da pesquisa foi divulgado em eventos científicos que ocorreram em São Carlos e em um Congresso Internacional de Hidráulica Ambiental, em Santiago, Chile em 1994 (1ª experiência internacional fora do Brasil, Cunha *et al*., 1994) e em Santa Catarina em 1996, com o trabalho Cunha *et al*., 1996 - ENCIT. No meio acadêmico, tínhamos muitas opções de cursos e eventos nas universidades em São Paulo. E isso me levou a diversos caminhos e possibilidades para o contato com pesquisadores e conhecimento de novas áreas e linhas de pesquisa.

Concluí meu curso de mestrado em 1993 executando 100% dos meus experimentos planejados. Consegui testar o modelo teórico de transferência de gases na interface ar-água que meu orientador havia desenvolvido (Schulz *et al*., 1995). É curioso dizer que quando produzimos alguma contribuição científica, não temos noção de qual impacto terá. Mas, partindo-se do foco da minha proposta de pesquisa, eu vislumbrava aplicações em escoamentos turbulentos em tanques de mistura gás-líquido ou canais abertos (hidráulica e saneamento, meio ambiente, conservação de ecossistemas aquáticos, estudos de reservatórios, barragens, monitoramento da qualidade da água, eco-biologia etc.). Dentre os temas mais relevantes dessa aplicação só reconheci de verdade quando iniciei estudos aprofundados nos ecossistemas aquáticos e biogeoquímica do estuário amazônico (foz do rio Amazonas), duas décadas depois de ter concluído o doutorado (1999). Aqui destaco uma obra relevante, Ward *et al*. (2013), sobre a qual novos temas envolvendo a hidrodinâmica e a biogeoquímica do estuário amazônico se tornaram muito importantes. É possível dizer que, no artigo de Ward *et al*. (2018) observamos a importância do papel das trocas gasosas e da biogeoquímica no maior estuário do mundo (Rio Amazonas).

Para finalizar esta etapa, ao concluir o mestrado, decidi logo prosseguir na pós-graduação, aproveitando a oportunidade de estar em uma cidade universitária como a EESC em São Carlos. Vislumbrava a possibilidade de realizar o doutorado para aprofundar conhecimentos e trabalhar com novos *insights* sobre o meu tema de pesquisa. Então, passei a me preparar para o ingresso no doutorado.

Neste intercurso entre a finalização do mestrado e início de doutorado retornei a Macapá, depois de vários anos fora do estado do Amapá. Aproveitei o tempo e realizei um estágio na antiga Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA), na categoria de atividade industrial como engenheiro químico totalizando (110 h).

1.3 CURSO DE DOUTORADO EM HIDRÁULICA E SANEAMENTO

Animado com o sucesso do mestrado, logo de imediato, iniciei meu curso de doutorado no mesmo curso e na mesma área de Hidráulica e Saneamento na Engenharia Civil a partir de agosto de 1993. Porém o novo título de pesquisa seria a "Modelação Numérica da Interface Ar-água em Processos de Absorção de Gases em Tanques Cilíndricos". Mas esta aventura foi muito mais difícil do que o mestrado, pois não conhecia linguagens de programação (FORTRAN 90). Neste sentido, foi um longo aprendizado e muito complexo, pois teria que trabalhar com as temidas equações de Navier-Stokes (equação diferenciais muito complexas – equações de Reynolds) que tratam do fechamento do escoamento turbulento e tensões de Reynolds (Carnahan *et al*., 1969; McCracken *et al*, 1988; Nyhoff *et al*., 1988; Fletcher *et al*., 1988 a, b; Franks, 1988; Bennett *et al*., 1978; Bird *et al*., 2004; Incropera *et al*, 1998; Shiozer, 1996; Sissom *et al*., 1988; Fox *et al*., 1990).

Diferentemente do mestrado, consegui logo uma bolsa do CNPq, mantendo o meu orientador, Dr. Harry Edmar Schulz. Devo reforçar que meu orientador continuou sendo um excelente profissional e sempre uma pessoa amiga e disposta a me apoiar. Mantive a área de pesquisa, com o objetivo de aprofundar o tema de dissertação experimental utilizando-se ferramentas de modelagem e simulação computacional de escoamento turbulento, algo novo para mim. No caso, a linguagem adotada à época foi o FORTRAN 77 e 90. Os meus livros guias foram os seguintes: Barroso *et al*. (1987); Carnahan (1969); Franks (1972), Raman (1985), Fletcher (1988), McCracken e Salman (1988), Nyhof e Leestima (1996, atualizado) e Fletcher *et al*. (1988 a, b).

Aprender a modelar e simular numericamente um fenômeno complexo como os escoamentos turbulentos e transferência de massa na interface ar-água, utilizando uma linguagem de programação, para mim foi muito desafiador. E foi mesmo muito difícil aprender e executá-lo. Naquela época não tinha disponível professores que dominassem a linguagem de programação para me ajudar nesta tarefa, especialmente no departamento de hidráulica e saneamento. Em resumo, como não havia disciplinas específicas para

programação em FORTRAN 90, enfrentei esse desafio sozinho mesmo, um processo bem traumático do ponto de vista do esforço e estudo. Entretanto, naquela época pensei que esse desafio seria mais fácil que a elaboração e execução experimental realizado durante o mestrado. Mas me enganei, foi muitas vezes mais difícil.

Nos 5 anos que passei no doutorado, cursei as seguintes disciplinas: Tratamento Avançado de Águas Residuárias, Experimentação em Hidráulica, Modelismo, Simulação e Controle de Processos na Engenharia Ambiental, Problemas de Saúde Pública para Engenheiros. Introdução aos Processos de Transferência Turbulentos em Saneamento e Hidráulica. Havia uma disciplina bem diferente e que iria fazer grande diferença no meu futuro: "Pesquisa Bibliográfica". E, ainda no 2º semestre de 1996 e 1º semestre de 1997, participei do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE-USP), onde atuei como monitor da disciplina de Fenômenos de Transporte (Bolsa de Monitoria 6h/semana supervisionado pelo Prof. Dr. Harry Schulz) do curso de graduação em engenharia civil, departamento de hidráulica e saneamento da EESC-USP.

Logo no início do curso construí o meu projeto de tese com foco na aplicação de modelos de simulação numérica aplicados à experimentação de transferência de massa na interface ar-água em tanques de mistura. A importância deste tema é sua aplicação em Estações de Tratamento de Esgoto – ETE, aeração atmosférica, processos de mistura e transferência de gases em sistemas turbulentos. No meu caso em particular resolvi pesquisar sobre temas relacionados com tanques de mistura acionados por hélices tipo turbina, cuja curva de potência já tivesse sido descrita e teoricamente consolidada. Isto é, a energia introduzida em um escoamento por unidade de massa pode ser parâmetro indicador aproximado da eficiência de mistura. A hipótese é que quanto maior for a turbulência introduzida no meio, tanto maior será a turbulência que, por seu turno, produz melhor mistura e transferência de massa. Tal hipótese sugere imediatamente que processos de transferência de massa sejam correlacionados com a potência dissipada no meio líquido. A ideia era reproduzir parcial ou totalmente o escoamento turbulento experimental dos tanques de mistura e, consequentemente, estimar os K_L a partir do uso de modelo numérico de turbulência k-ε e comparar os resultados experimentais e simulados em Cunha (1993, 1999).

Ao longo do doutorado fiz uma disciplina denominada de "Pesquisa Bibliográfica", onde tive a oportunidade de compreender a importância de artigos de revisão, hoje muito utilizados em teses de doutorado e dissertações de mestrado no mundo todo. Nesta

disciplina tive a minha 1ª experiência no desenvolvimento de artigo descritivo e seu papel para a produção científica qualificada. Esta disciplina foi ministrada pelo Prof. Dr. Alfredo Amar, o qual veio a falecer um pouco antes da finalização da disciplina. Mas deixou o seu legado em toda a minha carreira de pesquisador e em meu futuro (Cunha *et al*., 1994).

Defendi o doutorado em 1999 e os resultados mostraram que, em geral, os efeitos simulados foram superestimados pelo modelo, quando era possível realizar alguma comparação com experimentos similares na literatura (utilizando hidrodinâmica e geometrias similares). Mas, como na realidade não se conhecia exatamente o campo real da distribuição dos parâmetros simulados (pressão, velocidade, energia cinética e dissipação de energia cinética turbulentas), os resultados apresentados apenas mostraram a tendência física média do comportamento do processo de transferência de massa gás-líquido (objetivo principal). Nas simulações numéricas o software permitia a alteração da posição do hélice, mudando o padrão de escoamento, isto é, usando como referência similaridades construtivas geradas anteriormente em projetos de tanques com hélices tipo turbina (Cunha, 1993; Cunha, 1998).

É importante destacar neste longo processo de realização do doutorado a ajuda do Prof. Dr. Arthur Darezzo (Departamento de Matemática), quem gentilmente me ajudou a elaborar um processo interessante de linearização do domínio computacional. Como as malhas computacionais e os modelos numéricos eram 2D (Bidimensionais), com esse sistema de resolução as equações de turbulência de Reynolds (escoamento em coordenadas cilíndricas) ficaram mais fáceis e econômicas de resolver em computadores pessoais com baixa capacidade de processamento (utilizava um computador pessoal muito simples – na época o A2). Para simplificar o processo de construção do script computacional, utilizei o método SIMPLER de acoplamento velocidade-pressão. Além disso, elaborei um processo que chamei de compartimentalização do domínio em cinco regiões principais, a fim de melhorar o desempenho e implementação do algoritmo computacional. Como conclusões principais foi salientada a importância da simulação dos processos de transferência de gases na interface ar-água, preenchendo uma lacuna importante sobre o fenômeno em tela. E, durante as comparações experimentais x simulados numericamente, observei que a variação da temperatura não influenciou significativamente no escoamento, mas de modo contrário, influenciou significativamente as taxas de transferência de massa (K_L). E essa influência foi tanto maior quando os níveis de turbulência eram mais elevados. Neste

contexto, o coeficiente de difusão turbulenta era preponderante e muito maior do que os coeficientes de troca difusivos - moleculares) (Algoritmo TANK.FOR) (Cunha, 1999).

Em resumo, na tese podemos concluir os seguintes pontos mais relevantes: 1) os perfis computados mostraram claramente o escoamento dominado pela convecção no tanque de mistura, com elevados níveis de turbulência embaixo do hélice tipo turbina, sendo uma pequena parte da energia dissipada acima da turbina; apesar do modelo numérico ser em 2D, observamos que a turbulência na região do impulsor é altamente não homogênea, com apenas uma parte do domínio computacional sendo dominada por turbulência relativamente homogênea, fora da região da turbina, exceto abaixo e na lateral da turbina; em geral, as previsões numéricas sugeriram que a taxa líquida de dissipação de energia ε foi comparativamente diferente da dos estudos de Hanade *et al*. (1989a, b) e Hanade *et al*. (1996a, b), as principais referências de minha tese.

Essa área de estudo era muito específica da mecânica dos fluidos e de fenômenos de transporte. Dificilmente poderia ser imediatamente aplicada, por exemplo, em problemas ambientais da Amazônia. E quando retornei ao Amapá em 1999, após 13 anos estudando fora (desde a graduação iniciada em 1985 até o final do doutorado, em 1999), pareceu mesmo que não haveria uma aplicação prática atraente desta natureza na Amazônia. Tanto que ao iniciar meus primeiros trabalhos de pesquisa, já de volta ao Amapá, especificamente no IEPA (1999), no processo seletivo antes da efetivação como bolsista de Desenvolvimento Científico Regional (DCR – CNPq), a banca de avaliação me indagou: "o que você irá fazer com esta sua tese na Amazônia?" Confesso que não tive uma resposta muito sólida naquele momento, pois de fato não haveria uma aplicação industrial para este tipo de equipamento. Além disso, não tinha muito conhecimento sobre os problemas ambientais locais. Todavia, precisava desesperadamente de uma fonte de renda para me fixar no Amapá, e sabia que as aplicações sobre o tema eram inúmeras. Expliquei apenas generalidades de sua aplicação (por exemplo, processos autodepurativos dos corpos d´água, uma exigência para projetos de estações convencionais de tratamento de esgoto). O difícil mesmo foi tentar explicar os fenômenos de turbulência e os processos de trocas gasosas na interface ar-água para biólogos, geólogos e afins. No final, fui aceito e consegui uma bolsa DCR/CNPq (Desenvolvimento Científico Regional). Logo de início comecei a pesquisar temas na área de Recursos Hídricos no Amapá a partir de julho de 1999. O tema de DCR foi o monitoramento da qualidade da água em rios urbanos e periurbanos de Macapá-AP. E

naquele momento o estado do Amapá demandava pesquisadores com nível de doutorado. Permaneci com a bolsa durante 36 meses, realizando 36 campanhas de monitoramento nos rios Paxicu (Fazendinha), Fortaleza (divisor de águas entre Macapá e Santana), Matapi (Distrito Industrial de Santana) e Vila Nova (divisor de águas de Santana e Mazagão). Hoje toda essa região é conhecida como Zona Metropolitana de Macapá, envolvendo as três sedes dos respectivos municípios. No final de todo este processo, foram geradas várias publicações, a partir das quais iniciei minha carreira de pesquisador nesta área (recursos hídricos e saneamento ambiental).

Por ironia do destino, 14 anos mais tarde, após o término do DCR, tive a oportunidade de demonstrar a importância do tema. Um grupo de pesquisadores americanos (Dr. Jeffrey Rickey e Dr. Nicholas Ward) e brasileiros (Alex Krusche, Henrique Sawakuchi, Milton Campbel, Aline Valério, entre outros colaboradores), e com o auxílio de um discente de doutorado (PPGBio/UNIFAP), hoje professor da Universidade do Estado do Amapá, Dr. Daímio Chaves Brito, demonstraríamos a significativa importância dos processos de transferência de gases na interface ar-água para avaliar o papel dos rios na emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Isto é, avaliar os coeficientes de trocas gasosas na interface ar-água aplicados à grandes rios, como o Amazonas (Ward *et al*., 2013). É relevante informar que este artigo foi um dos artigos de maior impacto científico em toda a minha carreira acadêmica (JCR = 15,9, com 375 citações até o presente momento). Esta publicação em parceria com o grupo de oceanografia americano (Washington/EUA) demonstrou que o conhecimento teórico, mesmo em um simples tanque de mistura, pode apresentar relação com uma aplicação complexa de processos de transferência de gases em grandes sistemas como o estuário do Rio Amazonas (Ward *et al*., 2018). Isso porque o fenômeno da transferência de gases na interface ar-água em escoamentos turbulentos é fisicamente o mesmo em ambos os sistemas (tanque, lagos, rios etc.).

Em resumo, as bases de conhecimento produzidas em minha dissertação de mestrado e tese de doutorado, apesar de desenvolvidas na área específica de engenharia hidráulica e sanitária, tem contribuído significativamente com vários outros estudos de alto nível científico na Amazônia, especialmente em geociências e em engenharia ambiental. Mesmo 14 anos após minha defesa de doutorado em 1999, novos estudos e campanhas de campo no grande e complexo estuário amazônico têm contribuído com uma nova compreensão sobre como os gases de efeito estufa para a atmosfera (GEEs) estão relacionados

com processos biogeoquímicos da água em grandes rios. Isto é, quantificar e avaliar qual é o papel do estuário amazônico (dinâmica do ciclo do carbono e da água) no balanço regional e global de CO_2 para atmosfera. Isto é, como os processos hidrodinâmicos e hidrológicos influenciam ou interferem no processo de emissão de GEE para atmosfera e nos processos de dispersão e decomposição da matéria orgânica de origem terrígena da imensa planície amazônica. Ou seja, matéria orgânica particulada e dissolvida na água resultante da lixiviação e decomposição da floresta na bacia hidrográfica. Em outras palavras, compreendemos um pouco mais sobre os mecanismos que mantêm a contribuição regional atual de emissão de CO_2 para a atmosfera no balanço global do Carbono (os rios são verdadeiros reatores naturais capazes de emitir imensas quantidades de Carbono para atmosfera), tendo papel relevante no ciclo e balanço global do carbono no planeta. No caso do rio Amazonas, estes estudos representam cerca de 20% de toda a água doce transportando carbono para o oceano e atmosfera.

Mais adiante comentaremos um pouco mais acerca deste e de outros artigos relacionados com o papel da hidrodinâmica de rios, estuários e canais da foz do Rio Amazonas, atualmente uma das linhas de pesquisa mais relevantes de minha carreira acadêmica. Este é um exemplo interessante sobre como a temática de mestrado/doutorado apresenta muitas facetas e se desdobra em várias aplicações científicas, gerando resultados surpreendentes. Tanto que, devido aos estudos de Ward *et al*. (2013, 2018) hoje compreendemos melhor sobre qual é o papel dos rios como fontes emissoras de CO_2 e CH_4 para atmosfera no balanço regional e global de carbono na Terra. Ou seja, apesar dos resultados dos trabalhos de dissertação e tese logo no início não tivessem tantos impactos científicos, no longo prazo, foram apresentando novos *insights* sobre suas aplicações práticas. Logo após esta publicação na "Nature Geoscience", novos trabalhos sobre o tema têm sido divulgados progressivamente, como por exemplo a Limnology and Oceanography Letters.

Mas, voltando à temática do doutorado, apresentei alguns trabalhos sobre o tema dos tanques de mistura. Por exemplo, organizei e participei de eventos com outros pesquisadores, tais como nos Simpósios do Curso de Ciências da Engenharia Ambiental na USP, Seminários de Ecologia do PPG Ecologia da UFSCar, Seminário na UNESP de Araraquara e SIL International Congress.

É importante informar que o curso de doutorado levou um tempo de cinco anos, pois fora "interrompido" por mim voluntariamente por quase um ano e meio. Em 1994 fui

aprovado num processo seletivo na UFSCar (Prof. Substituto na Engenharia Química), tendo a oportunidade de iniciar minha carreira acadêmica como professor em uma instituição federal de nível superior. Então, eu me dediquei bastante à disciplina Fenômenos de Transporte e Termodinâmica (aulas teóricas e práticas). No final fiquei quase 2,5 anos naquela instituição, gerando um profundo conhecimento prático em sala de aula e laboratório da disciplina. Mas discutirei esse tema em outros tópicos mais adiante.

1.4 CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Na Universidade de São Paulo – USP, em 1997, ainda cursando o doutorado, eu me interessei em realizar um curso de **Especialização em Educação Ambiental: a bacia hidrográfica como método de abordagem e ensino** com carga horária de 360 h. O curso foi realizado no Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada – CRHEA – mundialmente conhecido como BROA. Lembro-me que o BROA foi concebido pelo Prof. Dr. José Galizia Tundisi, uma eminente personalidade da limnologia mundial e ex-presidente do CNPq nos anos 90. Ele foi meu professor nesta especialização junto com o Prof. Dr. Carlos Eduardo Matheus na disciplina Microbiologia. O CRHEA é o mesmo local onde montei meus experimentos de transferência de massa na interface ar-água durante o mestrado (Cunha, 1993).

A discussão da temática de educação ambiental estava em evidência e bastante difundida no campo científico da época. A proposta do curso chamou atenção sendo uma excelente oportunidade para me inserir em uma nova área além das engenharias, no contexto do ensino superior. O curso tinha como temática, promover a capacitação e educação continuada de professores do ensino fundamental e médio na construção de conceitos inter-relacionados à Ciência, Engenharia, Ecologia e Educação Ambiental. O foco principal era a visão sistêmica da "bacia hidrográfica como unidade de gestão". Essa temática estava alinhada com a legislação atual de recursos hídricos, como a Constituição Federal (CF) e a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

As disciplinas eram voltadas para a qualidade da água, educação ambiental, bacia hidrográfica, ecologia, planejamento de recursos hídricos, sociedade e movimentos ambientais. No período, foram realizadas diversas dinâmicas e atividades em sala de aula, em especial visitas de campo.

A proposta da monografia de especialização foi desenvolvida na ótica de uma escola de ensino fundamental ou médio da rede pública em São Carlos-SP. Durante o curso

organizamos uma equipe de trabalho com 4 componentes (Engenheiro Químico, Assistente Social, Engenheiro Agrimensor e Biólogo). Nosso tema foi a qualidade da água de um córrego urbano de São Carlos, chamado Córrego do Lazzarini. As atividades foram desenvolvidas com alunos da 6ª e 7ª séries da Escola de Ensino Fundamental José Juliano Neto, com o apoio financeiro da FAPESP.

A experiência foi enriquecedora, pois era uma novidade interagimos com alunos na faixa etária de 11 e 12 anos. Desenvolvemos atividades didáticas e culturais em sala de aula da escola, visitas de campo para coletar amostras de água e atividades de laboratórios no CRHEA e do SHS (Departamento de Hidráulica e Saneamento). Tivemos a oportunidade de trabalhar com os alunos atividades didático-culturais, em especial música e poesia, além de desenho que tratavam da temática ambiental. Os alunos estavam cheios de curiosidades para aprender sobre a qualidade da água do córrego e desbravamento de um novo "mundo ecológico" trazido para dentro da sala de aula na escola. Não é necessário informar que a Monografia de Especialização exigiu e refletiu muito claramente a integração entre as diferentes especialidades de cada profissional. Talvez a facilidade de trabalhar em várias áreas do conhecimento atualmente na UNIFAP eu penso que essa capacidade foi adquirida nesta fase da especialização (Cunha, 1997).

Vale a pena destacar alguns feitos relevantes que acreditamos ter resultado no convite do CRHEA-EESC-USP para ministrar o mesmo curso da 1ª turma formada para futuras turmas. Na época trabalhávamos com as seguintes ferramentas pedagógicas: a) desenho artístico de plantas locais (técnicas de desenho sobre a flora), identificação de parâmetros biológicos da água para sua caracterização ecológica (microfauna e fauna aquática dos pequenos corpos d´água urbanos), coleta, armazenamento de amostras de água, processamento e análise físico-química e biogeoquímica da qualidade da água (kit da qualidade desenvolvida pelo Prof. Dr. Carlos Eduardo Matheus e sua equipe). Alguns dos parâmetros utilizados foram: oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), turbidez, condutividade e temperatura da água, além de estudos hidráulicos das correntes dos pequenos rios urbanos (geometria da seção de medida ou monitoramento, velocidade, vazão e inclinação de microcanais, utilizando-se técnicas absolutamente simples e didáticas como réguas, bolinhas de isopor e mangueiras de pedreiro para realizar as atividades lúdicas) (Cunha *et al*., 1997).

Além disso, valorizamos a história de vida e a cultura local de familiares que viviam na bacia hidrográfica do Córrego do Lazzarini, especialmente os aspectos topográficos x sedimentação x erosão (voçorocas). E finalmente, avaliamos o processo de aprendizado por meio de produtos elaborados pelos próprios alunos do ensino fundamental: poesias e execução de atividades artísticas e interpretação de letras de músicas e músicas regionais.

As avaliações que fizemos da aprendizagem dos alunos foram enriquecedoras, pois eles tinham a liberdade de expressar seu aprendizado por meio de diversas atividades artístico-culturais. Essa foi a visão interdisciplinar da educação ambiental necessária e, de fato, executada. Os alunos redigiram poesias e prepararam desenhos sobre o Córrego do Lazzarini, dado o estado de degradação em que o córrego se encontrava, pois cortava parte representativa da área urbana da cidade de São Carlos. Alguns anos mais tarde, os alunos criaram uma ONG denominada "Amigos do Lazzarini".

No curso, a atividade que mais nos surpreendeu foi um relato oral que coletamos de uma senhora chamada Lúcia Lazzarini. Ela pertencia à família de italianos que deu nome ao córrego. Era uma família de imigrantes que veio para o Brasil em 1888 e foi morar no interior de São Paulo. Em São Carlos, a família passou a viver em uma fazenda com criação de gado e cultivo de café. Desde aquela época, o córrego já vinha sofrendo impactos (registramos e coletamos fotos da época). Por simples curiosidade, resolvemos levantar a história do nome do córrego e por isso chegamos até a dona Lúcia. Para ela foi emocionante rever a história da família e fazer parte do trabalho. Utilizamos uma técnica da área da história, chamada "relato oral ou história de vida". Quando concluímos a nossa monografia, entregamos um exemplar para a dona Lúcia. Posteriormente, ela nos contou que foi convidada para divulgar a sua história, que fez parte daquele trabalho de pesquisa, no SESC Pompeia - SP. Ela se sentiu valorizada pela sua história de vida e, é óbvio, que ficou muito emocionada e feliz com o trabalho.

O título do nosso trabalho foi: **Educação Ambiental no Córrego do Lazzarini - Bacia do Monjolinho (São Carlos/SP): uma experiência interdisciplinar com alunos de 6ª e 7ª séries da EEPSG Prof. José Juliano Neto**

A pesquisa realizada na especialização em EA levou a equipe a publicar resumos, artigos em jornais, congressos, simpósios, encontros, seminários, evento artístico e capítulos de livro. Nós chegamos a apresentar em 1999 um show musical relacionado ao tema EA na UFSCar. O evento cultural fez parte da Semana do Calouro daquele ano. Nesse show

apresentamos músicas da Região Norte com abordagem cultural e ambiental da Amazônia, formados por um outro grupo de amapaenses e paraenses que vivia em São Carlos e nos acompanharam nesta "viagem" cultural, completamente imersa no contexto da educação ambiental nascente na época. O grupo musical se chamava Tarumã, em homenagem à música homônima de Osmar Jr e Amadeu Cavalcante (lançada à época).

Em 2010 o curso completou 15 anos e eu e minha esposa Helenilza fomos convidados para o Simpósio Comemorativo. Foi um momento importante que reuniu os egressos do curso.

1.4.1 Experiência na Docência em Educação Ambiental

Logo após participar do curso de especialização houve uma oportunidade para inserção na docência de forma mais ampla na CHREA-EESC-USP. Nos anos seguintes, após a conclusão da especialização, eu e a Profa. Helenilza Cunha fomos convidados pela coordenação do curso para elaborar uma nova proposta de disciplina a ser ministrada para as demais turmas da especialização. Foi então que começamos a ministrar a disciplina **Educação Ambiental: Expressão e Arte**. Essa disciplina foi criada por nós e aceita pela EESC-USP e, a partir desta iniciativa, foram criadas e iniciadas outras disciplinas com ênfase em metodologias alternativas para Educação Ambiental. Nosso foco principal naquela disciplina era a Música Regional Amazônica, do Amapá e do Pará (MPA e MPP).

Com essa disciplina nas novas edições da especialização os alunos, que eram em sua maioria professores da rede de ensino público de todo o Brasil, passaram observar a importância da arte e da cultura como instrumentos motivadores do aprendizado. Deste modo, experimentar técnicas alternativas, como a música (ou qualquer outra modalidade artística) poderiam ajudar a transformar e melhorar o aprendizado e a disseminação da Educação Ambiental. Além disso, poderia ser usada na sensibilização dos alunos no entendimento das questões ambientais complexas e de outras regiões, como a Amazônia, por exemplo. No curso, nós divulgávamos as músicas de importantes compositores do Pará e Amapá, como Nilson Chaves, João Gomes, Vital Lima, Amadeu Cavalcante, Osmar Junior, Zé Miguel, Val Milhomem, Naldo Maranhão, entre outros. Na prática, trabalhávamos com letras e músicas que geralmente o público não conhecia (arte fora dos canais comuns de comunicação geralmente não as divulgavam na mídia – desconhecidas na região sudeste e sul do Brasil). No final das disciplinas, nós e outros professores que também tocavam as

músicas regionais da Amazônia, faziam parte de um show musical de encerramento da disciplina. Era sempre sucesso total. E regressamos a São Carlos diversas vezes para ministrar a disciplina Educação Ambiental: Expressão e Arte (1998, 1999 e 2013).

2. Carreira Profissional no Setor Privado e Público

2.1 ASSOCIAÇÃO UNIFICADA DE PIRASSUNUNGA FACULDADE DE ENGENHARIA EM AGRIMENSURA – SP

Em abril de 1993, quando ainda estava finalizando o meu mestrado em São Carlos, iniciei minha carreira docente do nível superior em uma faculdade privada. O curso era na área de Engenharia de Agrimensura, na Associação Unificada de Pirassununga – Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Pirassununga/SP.

Esta faculdade era basicamente formada para atender militares da aeronáutica que trabalhavam de dia e cursavam engenharia à noite. Um professor chamado Plínio (também mestre na EESC-USP), havia me convidado para ministrar aulas na área de Mecânica dos Fluidos, onde havia falta contínua de professores. Aceitei o convite e permaneci na faculdade até 02 de julho de 1994. Eu considero esta, de fato, a minha primeira experiência docente em minha carreira acadêmica.

Logo de início acredito que não fui muito bem. Havia a inexperiência e a insegurança. Não tinha ideia clara de como ministrar aulas. Nem como aplicar métodos didáticos nas aulas de forma precisa e eficiente. Apesar destas dificuldades, foi exatamente aí que tive a certeza de seguir a carreira no magistério superior. Também foi quando reconheci o valor da carreira e o tempo se encarregou de me dar mais experiência vivida em sala de aula. Isso me foi de muita valia para exercer novos desafios ou outras funções que viriam no futuro. Sou muito grato a Faculdade de Engenharia de Agrimensura. Observei o quanto a EESC-USP "exportava" engenheiros em nível de mestrado e doutorado para o interior e capital de São Paulo e Minas Gerais. Muitos discentes de mestrado e doutorado ocupavam

estas funções e cargos, tanto que vários colegas também iniciaram suas carreiras em instituições de ensino superior de modo similar.

2.2 AUTARQUIA MUNICIPAL DE POÇOS DE CALDAS - MG

Em 09 de novembro de 1995, logo no início do curso de doutorado (1994), fui contratado como professor do ensino superior na Autarquia Municipal de Poços de Caldas-MG. As vagas frequentemente eram feitas por indicações de colegas ou conhecidos. Para variar, ministrei a disciplina de Mecânica dos Fluidos (Fenômenos de Transporte) para o curso de Engenharia Civil. Então, permaneci nesta função até 30 de dezembro de 1997.

Nestas viagens de São Carlos para Poços de Caldas tive excelentes experiências. Uma das lembranças mais interessantes é que naquela faculdade tínhamos laboratório de hidráulica e fazíamos uso frequente destes recursos, algo raro em muitas faculdades particulares mesmo em São Paulo. Mas atualmente a falta de laboratórios nos cursos ocorrem com alta frequência, em especial nas universidades da Região Norte. Durante este tempo, eu trabalhava na minha tese de doutorado e todas as sextas feiras saía com o motorista (Sr. Galo) em seu velho Monza 4 portas 2.0, sagradamente às 15 horas das sextas feiras, fazendo um percurso de aproximadamente 3,5 horas de viagem de São Carlos até Poços de Caldas-MG. Chegávamos às 18 horas e 30 minutos e íamos jantar no hotel próximo da faculdade onde ficávamos hospedados até o dia seguinte (sábado). Normalmente iam conosco outros professores e esta turma mudava constantemente, dependendo do humor e demanda do mercado educacional regional.

A aula de Mecânica dos Fluidos iniciava às 19 horas e finalizava às 22 horas. Para variar, a disciplina era considerada difícil para os discentes. Mas, com dedicação e já com um pouco de experiência nesta atividade, fiz muitas amizades com alunos, professores e dirigentes da faculdade. Foram bons tempos e excelentes experiências no magistério de nível superior.

Houve um caso *sui generis* em que um aluno ficou com uma nota muito baixa e iria reprovar. Mas sabia que poderia ajudá-lo. Ele veio me dizer que não estava conseguindo aprender a disciplina, pois era muito complexa. Então, passei uma atividade extra para ele, com a seguinte missão: o que você mais gosta de fazer? Ele me respondeu que era "espeleologista" (explorava cavernas). Naquela região de Minas Gerais havia muitas cavernas nas redondezas de Poços de Caldas. Para sintetizar o feito, ele aceitou o seguinte desafio:

fazer um levantamento hidrológico e geomorfológico da caverna (um desenho 3D, na época feito à mão – arte pura) associando o escoamento natural da água e a resultante geomorfologia de sua geometria natural. No final da disciplina, ele não só tirou uma excelente nota, como também apresentou o resultado do trabalho num Congresso de Educação Ambiental em São Carlos. Conclusão: no fundo não era a dificuldade do tema, e sim a falta de motivação que tornava a disciplina difícil. Foi uma ótima lição para o estudante, para os demais alunos da turma, e mais um aprendizado para mim. O estudante fez o que gostava, foi aprovado e ainda aprendeu muito na disciplina que era o objetivo principal neste processo de aprendizado. Ponto para a educação e para a visão holística e interdisciplinar.

2.3 PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS – PUC- POÇOS DE CALDAS/MG

Ainda, no período de 1997, a Faculdade de Engenharia da Autarquia Municipal de Poços de Caldas foi incorporada pela PUC-MG. Após um processo seletivo difícil, consegui ser aprovado como Professor Assistente I (04 de agosto de 1997) e lá permaneci até 27 de dezembro de 1997. Foi tanto sacrifício para ficar apenas mais um semestre. Naquela aprovação ministrei cálculo I. Mas, apesar do curto período para continuar a ministrar aulas no curso de engenharia civil, fui acumulando experiências incríveis como professor de nível superior na antiga instituição Autarquia Municipal de Poços de Caldas. Acredito que as oportunidades da época eram assim mesmo, raríssimas. Mas todas valeram a pena. E isso provavelmente fez toda a diferença nos processos seletivos e concursos públicos para professor de nível superior no futuro, nos quais os níveis de exigência eram crescentemente mais rigorosos e demandavam muito mais experiências didáticas.

2.4 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR/SP

Em agosto de 1995, como já comentado anteriormente, fiz um processo seletivo para concorrer a uma vaga de professor substituto para o curso de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos – SP (UFSCar). O vínculo era de Professor Substituto, com enquadramento funcional e carga horária de 20 h para a disciplina Fenômenos de Transporte (FT) e Termodinâmica.

As diferenças entre as ementas das disciplinas de FT da engenharia civil (doutorado na EESC-USP) e da UFSCar eram as suas distintas áreas de aplicação. Na Engenharia Química

a disciplina FT trata, além da mecânica dos fluidos propriamente dita, de outros processos e conceitos integrados da disciplina, como Quantidade de Movimento, Transferência de Calor e Transferência de Massa. Na Engenharia Química é comum sua aplicação integral (os três mecanismos simultaneamente), como por exemplo, as aplicações à indústria de processos e operações unitárias.

Eu participei do processo seletivo e a concorrência foi bem qualificada, inclusive com número de seis candidatos/vaga. Na época eu estava cursando o 2º ano de doutorado. Mas dois dos meus concorrentes também estavam fazendo doutorado no Departamento de Engenharia Química da UFSCar, um era só mestre (não tinha iniciado doutorado), dois pós-doutorados e um pós-doutor.

Então, este processo seletivo foi simplificado, com prova didática e análise de currículo. Lembro-me como se fosse hoje do sorteio do tema (Equações de Energia – Equações de Bernoulli com perdas de Carga). O objetivo era ministrar uma aula de 20 minutos e resolver um problema ou estudo de caso de bombeamento de fluido entre dois reservatórios envolvendo bombas e/ou turbinas no percurso do fluido. No mesmo dia da prova didática era feito o sorteio ao vivo com base em 7 temas possíveis. Fiz minha apresentação e resolvi a questão rapidamente, pois era um tema recorrente de minhas aulas de mecânica dos fluidos. Naquele caso, fiz uma análise ou estudo de caso no prazo e com segurança exigida pela banca. A relativa facilidade da aula ministrada para resolver o problema tinha a ver com a experiência anterior na disciplina, desde abril de 1993 (Faculdade de Agrimensura de Pirassununga-SP).

Para resumir, fiquei em 1º lugar. E o mais interessante que, apesar de não estar muito seguro desta aprovação, devido a concorrência e a dificuldade do tema, constatei posteriormente que minha pontuação foi o dobro da do 2º colocado. Então, consegui meu primeiro "emprego" em uma instituição pública na UFSCar. Tinha valido toda a experiência anterior obtida no setor privado.

Mas essa empolgação inicial não durou muito tempo, pois ao comunicar a aprovação ao meu orientador de doutorado ele disse que eu não poderia ficar com a bolsa do CNPq (doutorado) e o emprego. Teria de escolher. Nada de acumular os dois. Então, decidi perder a bolsa que, na época, o valor era próximo de R$ 1200, e passaria a ganhar apenas R$ 540,00. Resolvi arriscar, pois era uma chance única e sabia que esta experiência seria incrível e inestimável. E foi.

Permaneci como substituto na disciplina de Fenômenos de Transporte (FT) por quase dois anos e meio consecutivos (tive dois aditivos no meu contrato, pois na época era difícil contratar professor efetivo. Então, aproveitei a oportunidade e continuei até 1998, ano de véspera de minha conclusão do doutorado.

Estas experiências tiveram os seguintes impactos sobre mim: a) permitiu a elevação e melhoria da qualificação e do nível acadêmico, pois uma instituição pública internacionalmente reconhecida como a UFSCar é até hoje muito valorizada pela qualidade do ensino e pesquisa. Deste modo, eu nunca quis "abrir mão" dessa oportunidade – que era de muita valia; b) adquiri mais segurança e experiência na disciplina de Fenômenos de Transporte, mas também com uma nova visão da pesquisa na disciplina. Isto é, mais abrangente para as aplicações de diferentes ementas envolvendo a mecânica dos fluidos, acoplada à transferência de calor e massa na Engenharia Química. Isso também ajudou na tese de doutorado, garantindo mais um ineditismo de experiência em minha carreira acadêmica; c) expandiu e consolidou a experiência acadêmica anterior (setor privado), especialmente com o meu convívio com outros professores brasileiros e estrangeiros notáveis no mesmo ambiente de trabalho. Na época de professor substituto na UFSCar eu conheci o Professor Satoshi, uma sumidade; d) uma excelente oportunidade para trabalhar em laboratórios bem estruturados de engenharia, incluindo os experimentos tradicionais e mais sofisticados de fenômenos de transporte e controle de processos; e) o legado da experiência foi fundamental nas provas de títulos em concursos públicos futuras, inclusive me ajudou no meu ingresso no Governo do Estado do Amapá, IEPA e, posteriormente, na UNIFAP.

É preciso reconhecer aqui minha gratidão ao Departamento de Engenharia Química da UFSCar, onde tive a oportunidade de aprender a valorizar esta área do conhecimento e minha disciplina de trabalho. Fenômenos de Transporte frequentemente é considerada pelos discentes (qualquer curso de engenharia) como uma das mais difíceis. A disciplina consta basicamente em todos os projetos curriculares de qualquer curso de engenharia, mas apresenta uma dificuldade que é exigir bom conhecimento de cálculo, física, química, além da mecânica dos fluidos. Na verdade, desconheço cursos de engenharia sem a disciplina Fenômenos de Transporte. É uma disciplina de transição das áreas básicas para as tecnológicas. E, na verdade, essa característica me facilitaria no futuro participar de concursos públicos em qualquer curso de engenharia. E isso provavelmente facilitou minha participação em processos seletivos e concursos em praticamente qualquer curso de

engenharia, vez que esta disciplina sempre é parte dos seus currículos. Essa característica da disciplina serviu de guia e motivação para buscar oportunidades futuras e poder ministrá-la, por exemplo, em cursos como o atual de Engenharia Civil, mas poderia ter sido em Engenharia Ambiental, Sanitária, Mecânica, Elétrica, Química, Mecatrônica etc.

2.5 GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ - GEA

Após finalização do doutorado, em 25 de maio de 1999, eu e minha esposa Helenilza Cunha finalmente iniciamos nosso retorno para Macapá depois de vários anos longe de casa. Chegamos na cidade em 21 junho de 1999. Eu tinha saído de Macapá em 1984 para fazer o cursinho em Belém. Então, foram 15 longos anos estudando fora do Amapá, seis em Belém (cursinho e UFPA) e nove em São Carlos (EESC-USP). Fiquei bastante tempo distante dos meus amigos, parentes e de qualquer atividade profissional no Amapá e cheguei a pensar em não mais retornar. Mas, eu e minha esposa pensávamos que se retornássemos poderíamos fazer muita diferença e aproveitar muitas oportunidades. Aqui não havia quase doutores. Se não me engano eu fui o 4º doutor do estado. Eu com minha esposa, fomos o 1º casal de doutores do estado do Amapá. Na oportunidade, sabíamos que precisávamos contribuir com as políticas públicas de meio ambiente do estado. Então, parecia que havia chegado a hora de retornarmos.

Mas antes do retorno, ainda nos nossos últimos dias em São Carlos, não foi algo emocionalmente fácil, sem um "trauma" para os nossos queridos amigos que fizemos por lá, desde a época da antiga república de estudantes. Foram muitos amigos conquistados. Muitos, mesmo. Lembro que fizeram uma festa de despedida em um clube da cidade. E depois de muitos choros e abraços, me deram um violão elétrico de presente que tenho comigo até hoje (nunca tive um similar antes). Era um presente pelos longos anos de amizade, confraternizações sob o efeito de muita música e serestas. Então, cessados os nossos choros e dos amigos, viemos finalmente embora para o Amapá, com uma sensação de missão de formação e estudos cumprida.

Mas ao chegarmos em Macapá, a sensação de retornarmos foi a de que éramos quase "estrangeiros" em nossa própria terra. Percebemos que as pessoas quase não nos conheciam. Muitos amigos não estavam mais por aqui. Além do problema de estar meio desambientado localmente. Assim, iniciou-se uma nova e desesperada batalha para a readaptação e conseguir um lugar ao sol, especialmente uma oportunidade de trabalho na

minha área de pesquisa ou atuação. Doce ilusão. Foi realmente um difícil recomeço. Cheguei a pensar em retornar novamente para São Paulo, diante de tantas portas fechadas. Achei o fato decepcionante.

Mas não demorou muito e a primeira oportunidade surgiu. Assim, motivado pela família Soares (que me hospedou por 1 ano em sua casa), e sensível atenção dada pelos gestores Antonio Sérgio Filocreão e Antonio Carlos da Silva Farias, eu recebi uma oferta para uma consultoria de curta duração financiada pelo Programa Internacional para a Proteção do Meio Ambiente – dos sete países mais ricos, PPG7. Esta consultoria durou apenas 4 meses na Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA). Minha missão era dar suporte técnico à elaboração da Minuta de Lei Estadual de Recursos Hídricos (antiga Lei 606/2002). Naquele momento em Macapá, eu ainda não tinha vínculo com nenhum órgão público de ensino, pesquisa ou extensão.

Na verdade, minha primeira oportunidade efetiva no estado do Amapá surgiu com o concurso do extinto IPESAP/IEPA. Naquele caso, foi um concurso público em regime celetista para a contratação de pesquisadores definitivos para o Quadro de Funcionários do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA). Naquela ocasião, meu ingresso foi resultado de um processo seletivo tradicional, obtendo o 1º lugar de vaga única. Logo após meu ingresso no IEPA, fiquei lotado no Centro de Estudos e Pesquisas Aquáticas (CPAQ), onde também havia a gerência estadual, vinculada ao Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (GERCO). Na ocasião atuei como pesquisador colaborador com outras equipes: zoneamento ecológico econômico, principalmente. Naquela mesma época eu estava realizando minha pesquisa como bolsista DCR/CNPq.

Após esse concurso público em 2001 iniciou-se minha atividade como pesquisador na área de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos, especificamente desenvolvendo trabalhos de monitoramento e modelagem da qualidade da água, sendo esta última uma linha de pesquisa nova e inexistente no estado do Amapá.

Enquanto eu estive no IEPA houve a oportunidade rara de ser o coordenador de área do Meio Físico nos Estudos de Impactos Ambientais (EIA – RIMA) para a construção das Hidrelétricas de Ferreira Gomes (UHEFG) e Cachoeira Caldeirão (UHECC) (2008-2010). Neste relativamente curto intervalo, de mais ou menos três anos, aprendi muito com as ciências ambientais, educação ambiental, engenharias, física, química, hidrologia, geologia, hidrometeorologia e principalmente a área específica de modelagem de sistemas

ambientais - hidrologia e hidráulica aplicadas, hidrodinâmica e modelagem da qualidade da água - sendo esta última um diferencial em minha carreira, pois era uma exigência técnica da empresa que nos contratou.

Mas antes desse período das consultorias técnicas, e por destino ou algo similar, em 2001, fui convidado pelo Governador João Alberto Capiberibe e referendado pelo então Secretário de Estado de Ciência e Tecnologia (SETEC), Dr. Manoel Cabral de Castro, para assumir a Diretoria-Presidência do IEPA, o que aceitei de prontidão, mas sem perder de vista minha iniciada dedicação de pesquisador e bolsista do CNPq (DCR), cujo plano de trabalho cumpri rigorosamente ao longo de 36 meses, sem perder sequer nenhuma campanha mensal de campo no período. Naquele período eu estava finalizando minhas 36 viagens mensais de campo de monitoramento da qualidade da água em rios estuarinos: Matapi, Vila Nova, Igarapé da Fortaleza e Paxicu (todos próximos das áreas urbanas e periurbanas do Município de Macapá e Santana). Este trabalho resultou em publicações (ABES, Geociências, MPEG), sendo estes alguns dos meus primeiros artigos científicos em periódicos nacionais em 2004 e 2005.

É importante ressaltar que esse período de monitoramento da qualidade da água (DCR/CNPq), me forneceu uma primeira visão geral do complexo comportamento hidrodinâmico e da qualidade da água, devido a influência de marés semidiurnas de ambientes costeiros do Amapá. Esse primeiro contato com o tema foi focado na engenharia ambiental, saneamento básico, meio ambiente e saúde pública locais. Daí se iniciaram as primeiras linhas de pesquisa que desenvolvo até hoje, atualmente com 131 artigos científicos publicados (nacionais e internacionais até o momento – 13/Jan/2025). Portanto, considerei esse período de construção de conhecimento básico como fundamental para o sucesso profissional e o acúmulo de experiências práticas nos ambientes aquáticos amazônicos. Apesar desta ascensão inicial ser considerada meteórica, foi onde efetivamente exerci pela primeira vez um cargo comissionado e de liderança no governo do Estado (Diretor Presidente do IEPA).

Aqui gostaria de destacar minha gestão na diretoria do IEPA. Além de muito jovem (34 anos) eu tinha muita energia e motivação para ajudar o Governo do Estado na condução da instituição de CT&I mais importante do estado à época, onde era mais concentrado o número de doutores, com ampla expansão da capacidade de execução de projetos temáticos estratégicos para o estado: inventário e conhecimento sobre a biodiversidade e

biotecnologia, zoneamento ecológico e econômico, estudos zoobotânicos, iniciação de processos e tecnologias de cerâmica e granitos, pesquisas aquáticas, zoneamento costeiro, fitoquímica, alimentos, museologia, etc. Foi uma época incrível, pois havia incentivos econômicos do governo (Programa de Governo denominado de Desenvolvimento Sustentável do Amapá - PDSA), apoio internacional (PPG-7, especialmente do governo francês), apoio do Banco da Amazônia (BASA), Suframa, CNPq, FINEP, SUDAM, CNPq, entre outros. E, logo no início de minha gestão como Diretor-Presidente, de forma inusitada e até inesperada, fui selecionado pela JICA (Japan International Cooperation Agency) para realizar um Treinamento Especializado sobre "poluição das águas em países sulamericanos" no Japão no International Center for Environmental Technology Transfer - ICETT/Nagoya/ Japão (equivalente a uma especialização pela carga horária). Eis que um dos fatores relevantes desta minha aprovação pode ter sido em função de ter conhecimento básico da língua japonesa. Neste caso, minhas idas aos fins de semana no Coqueiro em Belém acabaram dando um resultado, mesmo que muito tempo depois.

Além disso, após minha chegada do Japão fui para Havana (Cuba) para tratar de assuntos de interesse da administrativo estadual relacionados com Plantas Medicinais e Produtos Naturais. Complementarmente, em março de 2001 fui para Nápoles – Itália para participar da Feira Internacional de Comercialização de Produtos Naturais – SANA.

Naquela época, apesar da ampla gama de financiamentos externos, havia uma certa dificuldade da área administrativa em executar os recursos. Então, minha prioridade, entre 2001 e meados de 2002, foi propor uma espécie de revolução e otimização de processos e protocolos administrativos, que pudesse não somente agilizar a execução financeira, mas também promover a capacitação geral de recursos humanos, transparência, e suporte à pesquisa e desenvolvimento e integração com outras instituições de ensino e pesquisa do estado.

Em resumo, a capacidade de execução saltou de 55% do orçamento anual de anos anteriores (1999-2000) para 95% (2001-2002), com taxas cada vez mais progressivas. Então, do ponto de vista da governança estadual, capacidade de articulação, valorização do IEPA/SETEC, houve um salto qualitativo e quantitativo muito importante do setor C&T estadual, superando todas as demais instituições em termos de recursos financeiros aplicados e resultados de pesquisa. Foram anos muito produtivos e eficazes inclusive do reconhecimento das instituições financiadoras que tiveram muito retorno, até porque o IEPA

havia contratado novos pesquisadores com nível de doutorado, mestrado e especialização, algo inédito na época. Seriam todos estes pesquisadores exclusivos do IEPA. Devo aqui mencionar que todo esse sucesso na instituição não seria possível sem minha Diretora Administrativo-Financeira, Eliana Leitão. Sua competência e dedicação extrapolaram todas as minhas expectativas. Portanto, é preciso fazer justiça e mencioná-la aqui como o setor jurídico, administrativo e financeiro que me permitiu tratar com a máxima liberdade e autonomia os recursos financeiros disponíveis para a instituição à época (meio ambiente, museologia e setor de CT&I). Lembro aqui da nossa "corrida" científica com a FIOCRUZ para patentearmos primeiro a nossa vela de Urucuri, pois já havíamos perdido a patente da vela de andiroba anteriormente. E conseguimos: foi o 1º depósito para solicitação da patente da instituição junto ao INPI.

Tem algo que considero também muito mais relevante, que marcou para sempre minha carreira e destacou minha atuação no IEPA no breve período que permaneci por lá como Diretor-Presidente: o planejamento, os desafios administrativo-financeiros e, finalmente, a **inauguração do Museu Sacaca**. Atualmente o Museu Sacaca tornou-se um ícone cultural, científico e tecnológico do Amapá. É relevante informar, dada sua relevância para o estado do Amapá, que o cidadão Sacaca recebeu o título de Doutor Honoris Causa pela UNIFAP em 2020. E, então, podemos afirmar que o museu se tornou um patrimônio sociocultural amazônico, brasileiro e internacional. Por exemplo, no feriado do funcionalismo público, no dia 28 de novembro de 2024, observei uma intensa movimentação turística pelas ruas de Macapá. Havia vários ônibus transportando turistas estrangeiros (EUA, Canadá e Europa) devido a um cruzeiro internacional pela Amazônia que estava ocorrendo naquele dia. Na programação, fui informado por um veículo de comunicação local, que esse público internacional veio visitar os quatro pontos turísticos mais relevantes do estado do Amapá, dentre eles o Museu Sacaca.

Portanto, é incrível como até hoje, após algumas expansões e melhorias do Museu, essa instituição tenha se tornado extremamente relevante, especialmente com o seu papel de difusão e popularização do conhecimento tradicional e científico (sua missão desde o início). A população local em geral aprecia muito visitá-lo. E sempre os visitantes e turistas do Brasil e de estrangeiros querem conhecer cada vez mais as belezas, a cultura, e principalmente apreciar todo o rico conhecimento gerado na Amazônia.

No Amapá há vários ícones histórico-culturais e turísticos, como por exemplo: 1) Rio Amazonas; 2) Fortaleza São José de Macapá; 3) Linha do Equador e seus monumentos e as novas praças dos Povos e da Linha o Equador; 4) monumentos arqueológicos de Calçoene; 5) a extinta Pororoca do Rio Araguari (era um destes ícones). Entretanto, há outros ícones menos conhecidos do estado do Amapá, como a Cachoeira de Santo Antônio do Jari. Mas destaco aqui neste memorial que as principais contribuições que eu poderia ter dado ao povo do Amapá naquela oportunidade, foi poder ser Diretor-Presidente do IEPA e contribuir com o setor de CT&I. A inauguração do Museu Sacaca foi sem dúvida um dos momentos mais recompensadores. Foi incrível vivenciar uma experiência em que pude participar, contribuir e construir algo tão grandioso e útil para a população do estado, sem falar dos visitantes da Amazônia, Brasil e estrangeiros que o visitam sazonalmente. Esse legado superou todas as minhas melhores expectativas como agente público do setor de CT&I. Aqui fica minha gratidão a todos os que me apoiaram naquele projeto, em especial ao Governador João Alberto Capiberibe, pela confiança depositada em minha pessoa, haja vista que ele nem sequer me conhecia à época.

Mas minha vivência no IEPA como pesquisador em Engenharia Ambiental foi bem mais longa. Naquele período, entre 2000 e 2008 foi sem dúvida uma preparação profissional fundamental. Foi quando eu pude coordenar vários projetos de pesquisa financiados pela FINEP, CNPq e pelo próprio governo do estado. Por exemplo, o edital Primeiros Projetos, para incentivar jovens pesquisadores. Naquele período formei as bases de conhecimento e atuação científica que marcaram minha identidade científica desde então, com destaque a criação do Núcleo de Hidrometeorologia e Energias Renováveis (NHMET) do Estado do Amapá, atuante até hoje. Na época ainda não participava de programas de pós-graduação. Na oportunidade coorientei um discente do curso de mestrado da Universidade Federal de Goiás (UFG) com o seguinte tema: Análise da Qualidade da Água do Rio Araguari (AP) Utilizando o Modelo Qual2E. Neste período também orientei bolsistas de Iniciação Científica.

Naquele intervalo de tempo coordenei o projeto que emanciparia o NHMET e fundei a Rede de Hidrometeorologia do Estado do Amapá (REMETAP). Além disso, aprovamos outro projeto em edital similar e participei como pesquisador colaborador do projeto AER-BOM – Aerogeradores e Sistemas Fotovoltaicos para Bombeamento de Água, coordenado pelo recém-doutor, naquela época, Dr. Alaan Ubaiara Brito. O Dr. Alaan Ubaiara Brito tem

sido meu maior parceiro em pesquisa desde então. Um parceiro leal e fundamental em que tive o privilégio e a honra de conhecer. Tenho como pessoa da mais elevada estima e respeito pela sua capacidade competência técnica, científica e administrativa. Aqui, é importante dar o devido destaque ao Dr. Alaan por meio do projeto Finep AERBOM (aerogeradores e bombeamento de água – energias renováveis) no NHMET/IEPA, foi um parceiro que muito me ensinou sobre as tecnologias, práticas e vantagens do uso das energias renováveis à época, desde o início da criação do Núcleo quando começamos a trabalhar juntos. Temas como a aplicação de sistemas fotovoltaicos e eólicos em zonas rurais aplicados ao bombeamento de água e motor-bombas utilitários do setor produtivo em zona rural eram ainda iniciais no estado. Tratava-se de unir o conhecimento das engenharias hidráulica e saneamento e elétrica, a partir do uso das energias renováveis em abastecimento de água e setor produtivo. Esse longo e proveitoso aprendizado serviu como subsídio sob medida ao desenvolvimento de bases tecnológicas para o abastecimento de água em comunidades rurais remotas do Amapá. Um maior detalhamento desse rico período e experiências será feito mais adiante neste memorial, quando for comentar sobre os projetos de energias renováveis (solar, eólica e hidrocinética).

Ademais, os projetos em nível estadual se expandiram para outros em nível de Rede Monitoramento da Amazônia (REMAM 1 e 2 – FINEP/MCT). Estes dois projetos foram construídos em parceria com o SIPAM (Sistema de Proteção da Amazônia, UFPA e Defesas Civis de vários Estados da Amazônia) foram importantes para ter uma visão ampla dos estudos de tempo, clima e recursos hídricos na Amazônia. Além desses, outro projeto relevante na área de hidrologia e energias renováveis, foi o **Projeto Poraquê - Hidrocinética** em parceria com o Departamento de Engenharia Mecânica da UnB. O Projeto Poraquê tinha como objetivo instalar e operar uma microgeradora hidrocinética (até 1 KWh - aproveitamento da corrente horizontal do escoamento natural dos rios) para pequenas comunidades remotas da Amazônia. O nosso 1º estudo de caso foi em Caranã, interior profundo do município de Mazagão. Era um lugar que poderíamos chamar de "Tão Tão Distante" e de difícil acesso.

Todos estes projetos resultaram no desenvolvimento das pesquisas estratégicas na área de previsão do tempo, estudos climáticos e recursos hídricos e energias renováveis, envolvendo as energias especialmente renováveis fotovoltaica (solar, eólica e hidrocinética. Bons tempos!).

2.6 BOLSISTA DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E REGIONAL (DCR) DO IEPA

Como já comentado anteriormente, no início do ano de 2000, já em Macapá, fui bolsista de Desenvolvimento Científico e Regional (DCR) do CNPq junto ao Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA. Tive a oportunidade de trabalhar no antigo setor de Gerenciamento Costeiro - GERCO, atual Núcleo de Pesquisas Aquáticas. Realizei pesquisas na área de monitoramento da qualidade da água nas zonas costeiro-estuarino-urbana de Macapá e Santana. Destacam-se as localidades próximas das comunidades às margens dos rios Matapi, Vila Nova e Igarapé da Fortaleza e Paxicu (Fazendinha). Essa experiência proporcionou uma primeira interação com outros pesquisadores do IEPA na área de recursos hídricos e ecologia aquática, cujos resultados estão destacados em alguns trabalhos publicados em eventos e revistas científicas.

Cabe destacar que desenvolvi estas atividades de DCR durante 36 meses, completando sem falhas na série histórica. Isto é, 36 campanhas consecutivas de sucesso no monitoramento da qualidade da água nestes corpos d´água. Aprendi muito sobre o papel das correntes e das marés e sazonalidade climática influenciando a qualidade da água, sua relação com o saneamento básico, dispersão de poluentes, hidrossedimentometria, e com a saúde pública das populações ribeirinhas (saneamento básico). Esse processo inicial de aprendizado foi fundamental na minha carreira acadêmica e tem influência até hoje em outros projetos, como por exemplo, o Projeto Tedplan, em parceria com a FUNASA. Esse legado de conhecimento permanece como uma significativa contribuição ao conhecimento profissional e como pesquisador no Amapá. Com o DCR/CNPq tudo começou nesta primeira experiência ao longo de toda minha longa carreira profissional.

No final do projeto DCR/CNPq, foi apresentado um relatório de 72 páginas, com o seguinte título: "Levantamento de parâmetros físico-químicos e hidráulicos para a avaliação da qualidade da água em escoamento natural na bacia Hidrográfica do Rio Matapi - o desenvolvimento do distrito Industrial de Santana-AP (Processo Nº 300652/99 – 2).

2.7 UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - UNIFAP/AP

Em 1999, já em meados de agosto, surgiu uma oportunidade oferecida pelo então reitor pro tempore Prof. Paulo Guerra, o qual me convidou para assumir temporariamente a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESPg). Isso ocorreu antes do concurso para pesquisador efetivo do IEPA, ainda executando minhas pesquisas com bolsa DCR

entre agosto e novembro daquele ano. Neste breve período que passei na Pró-Reitoria realizei algumas visitas às instituições como UFPA para tentar absorver algumas das experiências já consolidadas naquela instituição. E porque na UNIFAP sequer havia cursos de pós-graduação em 1999. Havia muito ainda a ser feito na UNIFAP e a PROPESPG era a pró-reitoria com menor orçamento anual da época. Durante este período, também visitei a Embrapa-AP, que tinha uma experiência interessante com a excelência na pesquisa, especialmente quanto aos protocolos administrativos, algo ainda muito incipiente na UNIFAP. A Embrapa-AP dispunha à época de um sistema de autoavaliação muito eficiente e que poderia se aplicar à UNIFAP. Mas não houve tempo hábil para tal. Pois teria de assumir a direção do IEPA logo no início de 2000.

Ainda como Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação ministrei voluntariamente a disciplina Química Orgânica no curso de biologia da UNIFAP. Foi uma ótima experiência e gostei de ter tido uma primeira oportunidade de ministrar aulas na instituição.

Permaneci no cargo por apenas uns 6 meses, porque em janeiro de 2000, tinha sido aprovado no concurso do IPESAP como pesquisador em Engenharia Ambiental no IEPA. Neste ínterim, fui exonerado, a pedido, e logo depois iniciei meus trabalhos como pesquisador no IEPA deste mesmo ano. O meu contrato com o IEPA à época era no regime celetista, mas representou muito para mim, pois pensei ser meu emprego definitivo em minha carreira.

2.8 UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – REITOR/UNIFAP/AP

Em janeiro de 2000, durante o exercício de Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESPg) exerci a função de **Reitor em Exercício** por alguns dias. Muito pouco tempo, mas muito significativo pela confiança depositada em mim.

2.9 SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – MACAPÁ/AP

Como já brevemente comentado anteriormente, antes de ser admitido como pró-reitor de pesquisa e pós-graduação, eu fui contratado em 1999 como consultor na área de Recursos Hídricos pela **Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA**. Minha missão era auxiliar as equipes técnicas da SEMA (Setor de Recursos Hídricos) para elaboração da Minuta de Lei da Política Estadual de Recursos Hídricos, o que viria a se tornar a Lei Estadual 066/2002. Mas foram quatro meses muito produtivos e consegui escrever meu primeiro

livro que tratava do tema afim (Recursos Hídricos), mais especificamente voltado para a área de monitoramento da qualidade da água no estado do Amapá. O livro tinha o seguinte título: "Monitoramento, Parâmetros e Modelos da Qualidade da Água. Macapá: SEMA DDIA - Macapá - AP, 2000. v. 1. 88p".

Tanto a Minuta da Lei Estadual de Recursos Hídricos quanto o livro de Monitoramento, Parâmetros e Modelos da Qualidade da Água tiveram um profundo impacto na minha carreira, pois eu seguiria essa linha de trabalho e pesquisa até os dias atuais, inclusive potencializando estudos e orientações de vários discentes em iniciação científica, TCCs, dissertações de mestrado e doutorado e pós-doutorado.

Como já comentado anteriormente, em 2000, o governo do estado do Amapá criou a Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia (SETEC). Foi nesse período que fui convidado pelo Governador do Estado João Alberto Capiberibe e pelo secretário Dr. Manoel Cabral de Castro para assumir a diretoria-presidência do IEPA. Naquela época, como já comentado anteriormente, o setor de CT&I não existia de fato. Mas a nova secretaria estava criando um quadro de profissionais para o estado do Amapá, pois anteriormente este setor era apenas uma coordenação subordinada na Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA).

2.10 PROFESSOR DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO FAZENDÁRIA – GEA/CEFORH E UNIFAP

Em 2002 ministrei a disciplina Desenvolvimento Sustentável no Curso de Pós-Graduação Lato Sensu no curso de **Gestão Fazendária,** realizado na Universidade Federal do Amapá, em parceria com a SEFAZ – Secretaria de Fazenda e o CEFORH – Centro de Formação e Desenvolvimento de Recursos Humanos do Governo do Estado do Amapá, no período de 24 a 28/06/2002 (24 h). Neste período ocorreu um dos meus primeiros contatos com cursos de pós-graduação.

2.11 FACULDADE DO AMAPÁ – FAMAP E FACULDADE DE MACAPÁ - FAMA/AP

Em 2001 fui convidado para participar da criação da **Faculdade do Amapá – FAMAP** (privada)**,** na qual fui professor e coordenador de iniciação científica, em período noturno, pois no IEPA eu já era estatutário com 40h. Em 2002, eu iniciei minhas atividades como Professor Assistente ministrando as disciplinas **Matemática Financeira e Economia Ambiental**, para os Cursos de Bacharelado em Administração de Cidades, Administração Geral e Administração em Marketing. Na FAMAP orientei alunos de graduação na iniciação

científica e extensão. Além disso, orientei alunos de TCC em nível de graduação (Administração de Cidades) e especialização (Segurança do Trabalho).

Em 2002 tive também uma breve experiência na **Faculdade de Macapá – FAMA** (privada)**.** Ministrei aula no Curso de Especialização, Lato Sensu em Gestão Ambiental a disciplina **Gerenciamento e Controle Ambiental** (em regime modular de fim de semana).

Encerrei minhas atividades profissionais nesses setores para somente ingressar em 2009, por meio de concurso público e com dedicação exclusiva (DE), na Universidade Federal do Amapá.

Acredito que todas estas experiências relatadas previamente me ajudaram a abrir as portas para participar e concorrer a uma vaga na UNIFAP. Eu havia conquistado vários anos de experiência na administração pública e na academia junto ao setor público e privado. Isso seria um diferencial no meu currículo para concorrer a uma vaga na universidade pública que tanto eu almejava conquistar definitivamente.

2.12 ATUAÇÃO NO MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - GOVERNO FEDERAL (MCT) – SECRETARIA DE INCLUSÃO SOCIAL (SECIS) – COORDENAÇÃO GERAL DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA E DO NORDESTE - CGDAN

Em 2004 fui convidado pelo então Senador pelo estado do Amapá, João Alberto Capiberibe, para ocupar o cargo na Coordenação Geral de Desenvolvimento da Amazônia e do Nordeste (CGDAN/SECIS/MCT).

A Coordenação Geral de Desenvolvimento da Amazônia e do Nordeste (CGDAN), pertencia à Secretaria de Inclusão Social (SECIS) do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), desempenhou um papel crucial no período de 2004 a 2005 sob minha coordenação. A CGDAN era responsável por promover o desenvolvimento sustentável e a inclusão social nas regiões da Amazônia e do Nordeste, áreas historicamente marcadas por desigualdades socioeconômicas. A CGDAN tinha como foco principal as ações que integravam ciência, tecnologia e inovação para fomentar o crescimento econômico e melhorar a qualidade de vida das populações locais. Na época, havia uma segunda Coordenação Geral na SECIS, a de Segurança Alimentar - CGDSA.

A CGDAN era um cargo político-administrativo. Entre as principais ações da coordenação à época, destacam-se: 1) **Implementação de Programas de Capacitação**, onde foram desenvolvidos programas de capacitação técnica e científica para profissionais locais, visando aumentar a qualificação da mão de obra e promover o desenvolvimento de

competências específicas nas áreas de ciência e tecnologia. 2) **Projetos de Pesquisa Aplicada:** A coordenação incentivou e financiou projetos de pesquisa aplicada que buscavam soluções para problemas regionais, como a gestão sustentável dos recursos naturais e a melhoria das infraestruturas básicas. 3) **Parcerias Institucionais:** Foram estabelecidas parcerias com universidades, institutos de pesquisa e organizações não governamentais para fortalecer a rede de colaboração científica e tecnológica nas regiões. 4) **Iniciativas de Inclusão Digital**, onde a coordenação promoveu a inclusão digital através da implementação de centros de acesso à internet e programas de alfabetização digital, visando reduzir a exclusão digital e aumentar as oportunidades de acesso à informação e ao conhecimento.

As atribuições da CGDAN incluíam a formulação e execução de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento regional, a articulação com outras esferas de governo e entidades privadas, e a gestão de recursos financeiros destinados a projetos de desenvolvimento. A CGDAN era responsável por monitorar e avaliar os impactos das ações implementadas, garantindo que os objetivos de inclusão social e desenvolvimento sustentável fossem alcançados. Além disso, a coordenação atuava na promoção de eventos e seminários para disseminar conhecimentos e boas práticas entre os atores envolvidos no desenvolvimento regional.

Na época, a CGDAN mobilizou recursos e esforços significativos para enfrentar os desafios das regiões da Amazônia e do Nordeste. A abordagem integrada e multidisciplinar adotada pela coordenação permitiu avanços importantes na capacitação de recursos humanos, na inovação tecnológica e na melhoria das condições de vida das populações locais. A atuação proativa e estratégica da coordenação contribuiu para a construção de um ambiente mais favorável ao desenvolvimento sustentável e à inclusão social, alinhando-se aos objetivos do Ministério de Ciência e Tecnologia (por exemplo, o evento nacional SIAMAZON).

2.13 PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSULTORIA TÉCNICA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA/RIMA) DO MEIO FÍSICO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DE FERREIRA GOMES E CACHOEIRA CALDEIRÃO

Em 2008 participei como coordenador técnico e científico os Estudos de Impactos Ambientais do Meio Físico (EIA/RIMA) para construção de hidrelétricas no Rio Araguari - AP.

3. Trajetória Acadêmica na Universidade Federal do Amapá – UNIFAP

Em janeiro de 2008 a UNIFAP publicou o Edital 010/2008 para o concurso público para contratação de **Professor Adjunto Nível I** para o curso de Ciências Ambientais (CA). Fiquei muito animado com esta proposta, pois esta seria a primeira e melhor oportunidade que eu esperava desde 1999, quando concluí o doutorado, apesar de eu já ser concursado como pesquisador nível III do IEPA na área de Engenharia Ambiental. Todavia, o salário no IEPA estagnou, não havia perspectivas de crescimento na carreira (já entrei no estágio final

da carreira no IEPA). A falta de investimento na carreira de pesquisador do IEPA fez com que houvesse uma verdadeira evasão de pesquisadores. Na época, se não me engano, o salário de um pesquisador III era quase 1/2 do salário de um professor adjunto federal.

Então, naquela oportunidade fiz a minha inscrição no protocolo da UNIFAP e comecei a me preparar para as fases previstas no edital. Foram seis candidatos inscritos para 1 vaga. Concluídas todas as fases, finalmente fui aprovado em 1º. lugar para as cadeiras de Química Ambiental e Saneamento Ambiental. A vaga estava destinada para o Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais. A partir desse momento, comecei a carreira acadêmica como Professor Adjunto I, com dedicação exclusiva (DE).

Mas, após aprovação no concurso público da UNIFAP em 2009, houve significativas mudanças de curso na minha área de conhecimento. Isto é, o surgimento de novas oportunidades que redefiniram novamente minha carreira de professor-pesquisador. Assim, logo comecei a atuar conjuntamente em ensino de graduação e na pós-graduação, pesquisa e extensão, algo que eu considerava muito relevante desde o término de minha tese de doutorado, pois no IEPA só atuava esporadicamente na pós-graduação ou no ensino de graduação, isto é, naquela instituição não havia conexão direta com o ensino.

Neste contexto, ao longo desses últimos 16 anos tive a oportunidade de preparar, planejar e ministrar aulas em várias disciplinas (química orgânica, química ambiental, saneamento ambiental, métodos quantitativos, fenômenos de transporte, hidráulica aplicada, delineamento amostral e análise de dados, estatística aplicada à ecologia, impactos ambientais de obras civis, impactos ambientais, modelagem de sistemas ambientais, sistemas de abastecimento de água e tratamento de água).

Além das disciplinas, gostava de participar de eventos técnicos e científicos, interagir com colegas e alunos, principalmente orientação, conceber e coordenar projetos, tendo também que prestar contas e preparar relatórios técnico-científicos. Acho que ninguém gosta desta parte! Mas, uma outra atividade que eu gostava de realizar era participar e contribuir como membro de diversas modalidades de bancas de avaliações de TCC, Dissertações, Teses e Concursos Públicos, analisar trabalhos, redigir e publicar artigos e mais uma infinidade de outras atividades típicas da academia.

Um destaque especial será dado à minha formação multidisciplinar, que considero essencial para a construção de uma base científica original na minha trajetória como pesquisador na Amazônia. Essa característica começou a se fortalecer durante o curso de

especialização em Educação Ambiental e Ecologia Aplicada, realizado em paralelo ao meu doutorado na EESC-USP entre 1994 e 1995. Embora estivesse cursando uma área considerada "rígida e cartesiana", representada pela Engenharia Hidráulica e Saneamento, sentime atraído pela Educação Ambiental. Essa formação seria e continua sendo indispensável para minha atuação na Amazônia, dada a carência técnica e déficits dos indicadores educacionais da população da região Norte em comparação à região Sudeste.

Tanto que naquela ocasião percebi que seria uma excelente oportunidade trabalhar variados tipos de conhecimentos da área ambiental, partindo das ciências exatas (graduação e mestrado), me inserindo também no contexto das ciências humanas (especialização, influenciado pelo incentivo de minha esposa Helenilza Cunha) e até mesmo biologia e ecologia aplicada. Porque, em geral, sempre haverá uma forte associação entre meio ambiente, biologia e ecologia na Amazônia. Durante este período me dediquei de fato às outras ciências que considerava interessante, destacando-se as ciências biológicas, ecológicas, saúde e as transversais (Ciências Ambientais, Hidrometeorologia, Educação Ambiental, Geografia, História, Artes, Cultura) cujas vertentes são interdisciplinares e até transdisciplinares na área ambiental.

3.1 ATIVIDADES DE ENSINO NA GRADUAÇÃO

O Curso de Ciências Ambientais foi criado em 2008 e iniciado em 2009. Neste tópico são apresentadas as disciplinas que eu ministrei ou ministro na UNIFAP. No período em que permaneci nas Ciências Ambientais, de janeiro de 2009 até agosto de 2019, tive a oportunidade de ministrar aulas nas seguintes disciplinas: **Métodos Quantitativos I** e **II**, **Química Ambiental I** e **II**, **Tecnologia Química**, e **Saneamento Ambiental I** e **II**.

Fiquei entusiasmado em ministrar essas disciplinas, pois eram voltadas para a minha área de formação acadêmica (Engenharia Hidráulica e Saneamento). Assim, eu poderia utilizar exemplos mais concretos relacionados aos cursos, experiências das aulas, das atividades de trabalho de campo e laboratório anteriores. Nas disciplinas, eu procurei orientar os alunos para a prática da pesquisa em sala de aula, experimentação de laboratório e trabalho de campo. Essas iniciativas provavelmente os ajudaram a adquirir mais confiança sobre temas interdisciplinares complexos das ciências ambientais, além de fornecer mais segurança e expertise práticas em ciências ambientais, facilitando a compreensão mais holística desta área de conhecimento. Sempre que possível, utilizávamos os laboratórios ou visitas

técnicas de campo ou instalações como estações de tratamento de água (ETA/CAESA) e Reservatórios, Barragens e Usinas Hidrelétricas (UHEs de Coaracy Nunes e Santo Antônio do Jari).

Naquela ocasião liderei a montagem de três laboratórios: 1) Química Ambiental, 2) Saneamento Ambiental e 3) Modelagem de Sistemas Ambientais. Dei um nome genérico que integrasse os três: Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem de Sistemas Ambientais (**LQSMSA**).

No LQSMSA eu participei de vários projetos, contribuindo com a formação intensa de alunos em nível de graduação: TCCs e Iniciação Científica. Os temas variaram de química da qualidade da água, saneamento básico, saneamento ambiental, saúde pública, climatologia, modelagem estatística, modelagem e simulação hidrodinâmica, modelos de qualidade da água, dispersão de poluentes, ecologia, dispersão de sementes (hidrocoria), geotecnologias (drenagem e saneamento básico e ambiental), etc.

Na maioria das vezes, as orientações de TCCs e IC estavam vinculadas com algum projeto de pesquisa com financiamento nacional ou internacional, o que gerou publicações de alto nível em periódicos nacionais e internacionais, inclusive com premiações em eventos de iniciação científica no estado do Amapá.

Por outro lado, a partir do 2º semestre de 2019 eu passei a fazer parte do Curso de Engenharia Civil e criei o laboratório de **Fenômenos de Transporte, Hidráulica e Saneamento Ambiental** (LFTHSAM). E atualmente estou me empenhando para criação da Unidade de Laboratórios de Engenharia Civil (LabCivil). De forma similar, estes laboratórios estão integrados, mas com o foco nas grandes áreas da engenharia civil (estruturas, construção civil, geotecnia, transporte e recursos hídricos). Dentro da área de recursos hídricos, estou avançando rapidamente na área com foco na mecânica dos fluidos, perda de carga, hidráulica aplicada (escoamento sob pressão e canais abertos), química e saneamento ambiental. Neste último caso, nosso foco é a dispersão de poluentes na água, monitoramento da qualidade da água e hidrossedimentos, pré-dimensionamento técnico, econômico e ambiental de emissores subaquáticos de esgotos, e modelagem hidrodinâmica, qualidade da água e ambiental.

Atualmente ministro mais quatro disciplinas na Engenharia Civil: Impactos Ambientais de Obras Civis (IOAC), Hidráulica Aplicada (HA), Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e Tratamento de Água de Abastecimento (TAA). Em todas as disciplinas buscamos

trabalhar com o apoio de experimentos de bancadas, tais como análise de perdas de carga localizada e contínua, escoamentos em tubulações e canais, dimensionamento hidráulico elaboração de curvas características de bombas hidráulicas (série e paralela), monitoramento de águas subterrâneas em sistemas isolados, etc. No caso da IAOC sempre que possível visitamos as Usinas Hidrelétricas localizados no Rio Araguari e Jari, Minas de Ferro e Ouro, Projetos de Engenharia Civil (pontes, rodovias, hidrovias, portos etc.).

3.2 ORIENTAÇÃO DE ALUNOS DE GRADUAÇÃO EM TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC NA UNIFAP E OUTRAS INSTITUIÇÕES

Quando iniciei as minhas aulas, raríssimos discentes manifestavam interesse em orientações de trabalhos de pesquisa (IC). Entretanto, já orientei 36 alunos em TCC em diversos cursos da UNIFAP e outras instituições como UEAP (alunos do curso de engenharia ambiental). Atualmente, tenho seis orientações de TCC em andamento na Engenharia Civil.

Os alunos que orientei inicialmente na UNIFAP geralmente eram acadêmicos de cursos de diversas matizes do conhecimento, tais como dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática, Licenciatura e Bacharelado em Física, Bacharelado em Ciências Sociais, Geografia, Bacharelado em Ciências Ambientais e Engenharia Civil e Engenharia Ambiental. Tem sido uma ótima experiência e oportunidade de praticar tudo que aprendi, desde a preparação dos projetos, coleta de dados em campo e preparação do trabalho final. Os acadêmicos elaboraram trabalhos teóricos e experimentais nos quais a premissa fundamental, para obtenção dos dados, era o aprendizado sobre o delineamento experimental, quando necessário, e principalmente o tratamento estatístico dos dados aplicando-se tanto os métodos quantitativos descritivos quanto os inferenciais (quando necessários). Alguns dos discentes contemplados com os TCC eram, na maioria das vezes, bolsistas de Iniciação Científica ou monitores de disciplinas que eu ministrei.

A principal abordagem das pesquisas nas Ciências Ambientais e Engenharia Civil, a partir do 2° semestre de 2019, era referente ao monitoramento da qualidade da água, modelagem da qualidade da água, emissários subaquáticos de águas residuárias, pré-dimensionamento de estruturas de águas pluviais e drenagem urbana, análise de áreas de risco de alagamento, dispersão de poluentes na água em zonas costeiras amazônicas, monitoramento de águas superficiais e subterrâneas, saneamento básico (Planos Municipais de Saneamento Básico), indicadores operacionais de saneamento básico, impactos ambientais

causados por empreendimento econômicos de hidrelétricas, exploração mineral, impactos ambientais urbanos (resíduos sólidos e recursos hídricos), impactos ambientais em zonas portuárias e distrito industrial, impactos ambientais causados por uso e ocupação do solo e seus impactos nos ecossistemas aquáticos e terrestres (urbanismo), especialmente em zonas costeiras do estado do Amapá.

As orientações dos alunos que concluíram cursos e as que estão em andamento estão concentradas na área de Engenharia Civil e Ciências Ambientais, principalmente com foco interdisciplinar nas diversas temáticas já descritas anteriormente, como saneamento básico em seus quatro eixos principais (água de abastecimento, esgotamento sanitário, gestão das águas pluviais e resíduos sólidos). As pesquisas têm sido realizadas em geral para temas de interesse do estado do Amapá, em especial nos municípios de Macapá e Santana e no Distrito da Fazendinha. Mas atualmente estou expandindo estudos que considerem outras regiões da Amazônia.

Os resultados de pesquisa de alguns TCC de engenharia civil começaram a ser publicados em periódicos a partir de 2022 (incluindo-se alguns internacionais), outros foram apresentados em forma de trabalhos completos ou resumos em eventos científicos.

As disciplinas como métodos quantitativos I e II, química ambiental I e II e saneamento ambiental I e II permitiram que os alunos do Curso de Ciências Ambientais trabalhassem associados com projetos de pesquisa, especialmente aqueles financiados com recursos externos (CNPq, FINEP, FAPESP/NSF, FUNASA etc.), ou em conjunto com discentes de pós-graduação (mestrado, doutorado e pós-doutorado).

No caso do curso de Engenharia Civil alguns alunos que fizeram disciplinas de Fenômenos de Transporte, Impactos Ambientais de Obras Civis, Sistemas de Abastecimento de Água, Tratamento de Água, têm se destacado academicamente, com ótimos resultados e trabalhos publicados e outros em fase de elaboração, ou estão sendo submetidos à eventos científicos.

Os alunos de graduação têm sido reconhecidos em seus trabalhos e normalmente ficam satisfeitos com os resultados de suas publicações. Normalmente os discentes são encorajados ao exercício e à prática da redação científica, sem a qual não seria possível destacar a importância da divulgação científica dos resultados da pesquisa e permitir o retorno social dos investimentos. Tanto que no Curso de Graduação já houve premiações significativas, em especial no CONAIC (Congresso Amapaense de Iniciação Científica). Por

exemplo, em de 2023 houve premiações de discentes de engenharia civil com a obtenção dos 1º e 2º lugares neste mesmo evento. Essa premiação foi inédita, pois no final, foram 1º lugar geral do PIBIT e 1º lugar no PIBIC daquele ano, algo inédito desde a fundação do curso de engenharia civil em 2014). Uma das pesquisas gerou um TCC, com uma publicação internacional de impacto.

3.3 ORIENTAÇÃO DE BOLSISTAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - IC

Minha atuação na Iniciação Científica (IC) contou até o momento com 46 orientações, a maioria com bolsa do CNPq e da FUNASA, incluindo-se as bolsas de monitoria que normalmente estão vinculadas com disciplinas de graduação, experimentos laboratoriais ou visitas técnicas de campo. Ressalto que em alguns processos seletivos, o bolsista que estava com projeto em andamento, participou do novo edital e deram continuidade às suas pesquisas. Em alguns casos, os discentes participaram da IC institucional (CNPq) por três anos seguidos e foram premiados no CONAIC de 2020 e 2021. Uma das discentes bolsistas da época foi duas vezes premiada em anos consecutivos. O resultado é que ela se encontra atualmente realizando o doutorado na Rede Bionorte de Biodiversidade e Biotecnologia, assim como mais outros estudantes que fizeram a iniciação científica e mestrado comigo.

Uma das estratégias mais relevantes de orientação de IC é que a maioria teve a oportunidade de apoiar e receber apoio de alunos da pós-graduação, dentre as quais alguns conseguiram participar em publicação científica conjunta e como primeiros autores. E um efeito positivo disso é que a maior parte dos alunos aproveitou a pesquisa da IC para realizar as atividades de estágio acadêmico e TCC, algo nunca realizado no curso de Engenharia Civil. Esses discentes frequentemente eram bolsistas apoiados por projetos de pesquisas financiados pelo CNPq, SETEC, PROPESPg/UNIFAP, FUNASA e EMBRAPA-AP.

Como eu não tenho mais contato com a maioria dos egressos que orientei na IC, só tenho informação que uma fração significativa seguiu cursos de mestrado e doutorado. Pelo menos três deles tornaram-se docentes efetivos ou professores efetivos da UNIFAP e UEAP. Alguns desses bolsistas tiveram seus trabalhos reconhecidos e premiados, um diferencial relevante em seus respectivos currículos. Portanto, a IC (PIBIC e PIBITI) tem tido um papel relevante em contribuições científicas, fortalecendo um dos pilares básicos para as universidades, como a pesquisa.

As revistas que publicamos artigos científicos com graduandos foram: Engenharia Sanitária e Ambiental, Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais, Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Revista Ambiente & Água, Biota Amazônia, Freshwater Biology, Science of Total Environment, Revista Brasileira de Geografia Física, Journal of Geoscience and Environment Protection e Journal of Coastal Conservation etc. Assim, uma parte da produção científica das iniciações científica tem sido preparada em forma de artigos completos, além de resumos simples ou expandidos.

3.4 ATIVIDADE DE ENSINO E ORIENTAÇÃO NA PÓS-GRADUAÇÃO

3.4.1 Participação em Programas de Pós-Graduação

Ainda em 2005 a UNIFAP iniciava seus primeiros ensaios na pós-graduação Stricto Senso. Eu fiz parte do corpo docente pioneiro que contribuiu com a criação do PPGBIO (Mestrado e Doutorado em Biodiversidade Tropical) e do PPGDAPP (Direito Ambiental e Políticas Públicas), os primeiros programas de pós-graduação da UNIFAP). É claro que esta foi uma contribuição importante para a instituição e para o seu desenvolvimento acadêmico. Especialmente porque a universidade passaria a ter muitas possibilidades de construir novas infraestruturas e receber mais suporte posterior da CAPES/MEC. Em seguida, surgiria uma nova ampliação da capacidade de ensino, com atração de mais professores qualificados e comprometidos com a pesquisa e com ensino superior. Esses cursos impactariam diretamente na formação de novos professores da própria instituição e de várias instituições do estado do Amapá. Estes novos profissionais seriam estratégicos para a formação de massa crítica de pesquisadores nesta região da Amazônia, como em destaque a biodiversidade tropical (conservação, caracterização e uso da biodiversidade - PPGBIO) no estado do Amapá.

Na criação do **Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical – PPGBIO** eu ainda estava como pesquisador/membro do IEPA. Portanto, era do quadro permanente, desde o ano de sua concepção em 2006 até 2009 pelo IEPA, quando logo em seguida passei para o quadro efetivo da UNIFAP. No **PPGBIO** fiquei responsável por algumas disciplinas, orientação de alunos, membro de comissões e membro do colegiado do curso.

Atualmente, no PPGBIO tenho orientações e coorientações concluídas e em andamento. As pesquisas realizadas com os discentes foram desenvolvidas em diversas temáticas na área de gestão e uso sustentável da biodiversidade como: impacto ambiental de

usinas hidrelétricas, clima, recursos hídricos (aspectos quantitativos e qualitativos), oceanografia física, biogeoquímica, modelagem hidrodinâmica e ambiental, modelagem da qualidade da água, clima urbano, pressão antrópica sobre a biodiversidade, percepção ambiental, sustentabilidade, modelagem de sistemas ecológicos, economia e direito ambiental, vulnerabilidade dos recursos biológicos, legislação ambiental, crimes ambientais contra a fauna e flora, gestão da conservação da biodiversidade. As orientações resultaram em diversos artigos publicados em periódicos. Alguns artigos estão em avaliação. Parte dos trabalhos foi apresentada em eventos científicos:

Quanto ao **Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas – PPGDAPP**, cuja operação ocorreu entre os anos de 2006 a 2016, eu fiz parte do núcleo docente permanente do curso. Ministrei disciplinas, participei das reuniões do colegiado, orientei alunos nas diversas temáticas como: saneamento, sustentabilidade, gestão ambiental e estatística aplicada. Desses 8 alunos, 3 publicaram artigos em importantes revistas: Revista Brasileira de Engenharia Ambiental e Revista Ambiente e Sociedade. Alguns trabalhos foram apresentados em eventos científicos.

Em 2016 foi criado na UNIFAP o **Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCA**. E até os dias atuais faço parte do núcleo docente permanente. No curso ministro disciplinas, participo de comissões, reuniões de colegiado e tenho 1 orientação concluída e 2 em andamento nas áreas de sustentabilidade e gestão ambiental.

Devido a minha experiência na pós-graduação, eu fui convidada pelo Prof. Dr. Rodrigo Medeiros da UFRRJ para colaborar temporariamente com o **Programa de Pós-Graduação em Prática em Desenvolvimento Sustentável – PPGPDS,** da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ**.** De 2011 a 2013, fui colaborador juntamente com outros colegas na condução de trabalhos de campo no Bioma Amazônia, a fim de apoiar alunos do mestrado em práticas de campo no Amapá.

3.4.2 Disciplinas Ministradas em Programas de Pós-Graduação

Nos cursos de pós-graduação ministreis as seguintes disciplinas: Modelagem de Sistemas Ambientais, Estatística Aplicada à Ecologia, Tópicos Especiais em Biodiversidade, Delineamento Amostral e Análise de Dados (PPGBIO; Fundamentos de Ciências Ambientais e Saneamento Ambiental (PPGCA); Métodos Quantitativos e Estatística (PPGDAAP); Estatística Experimental, Seminários I e Estágio Supervisionado I (PPG-Bionorte).

3.4.3 Orientação Total de Alunos na Pós-Graduação

Em termos de orientação em geral concluídas, constam 144 no total. Os discentes formados estavam vinculados aos cursos de pós-graduação PPGBIO, PPGDAPP (encerrado), BIONORTE e PPGCA, com os seguintes números: 38 em nível de mestrado e 11 de doutorado e 4 em nível de pós-doutorado.

Esses alunos são oriundos de Macapá, Santana, Oiapoque, Belém, Santarém, São Paulo, Rio de Janeiro, Maranhão, Paraná, Haiti, Peru etc. Estou atualmente com 3 orientações de mestrado em andamento. Uma mestranda de Laranjal do Jari e um orientando de Macapá (Laboratório Central do Amapá-LACEN), e uma orientação de doutorado do Peru. As orientações têm sido marcadas por experiências incríveis, com as quais pude aprender bastante com os alunos, tanto pelas diferentes origens, culturas quanto pelas diversificadas formações e temáticas de pesquisa.

Com as orientações concluídas é preciso ter um compromisso por parte dos discentes e do seu orientador para a publicação dos resultados, preferencialmente em periódico qualificado (Qualis Capes, Scopus, Web of Science e outros), pois quando nos envolvemos nas atividades de pós-graduação passamos a ter maiores responsabilidades com a produção científica qualificada. E esta produção é impositiva para que possam contribuir positivamente em avaliação dos cursos de pós-graduação. Entretanto, a publicação tem sido considerada uma tarefa difícil, porque depende de atitudes proativas dos orientandos e orientadores. Além disso, esse desafio é que induz a produção efetiva e em corresponsabilidade entre ambos. Aliás, essa tarefa talvez seja a mais complexa da vida acadêmica, onde na maioria das vezes dependemos do desempenho e dedicação dos orientandos, pois é nesta fase que ocorre de fato o amadurecimento profissional do pesquisador. Destaquei os trabalhos que resultaram na orientação na pós-graduação. Foram artigos científicos, capítulo de livro e apresentação em eventos científicos.

4. Coordenação de Projetos de Pesquisa, Ensino e Extensão e Liderança de Grupos de Pesquisa

4.1 PARTICIPAÇÃO EM PROJETOS DE PESQUISA E EXTENSÃO

Deste o ano de 2018 até o presente momento, sou coordenador geral da equipe técnica do projeto de pesquisa e extensão denominado de **Planos Municipais de Saneamento Básico de 6 Municípios do Amapá (Amapá, Cutias, Itaubal, Mazagão, Laranjal do Jari e Vitória do Jari).** Esse projeto tem um codinome TedPlan, cujo objetivo principal é Capacitação dos Agentes Municipais para a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico desses seis municípios (**PMSB**). Este projeto apoia pesquisas de alunos de graduação (TCC), Iniciação Científica, Mestrado, Doutorado e Pós-Doutorado, além de atividades de estágio de graduação. O Projeto recebeu auxílio financeiro da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA.

A partir de 2020, um novo aditivo foi instituído, incluindo o presente momento, e estendendo até 2026 (previsão) mais cinco municípios. Sou o coordenador geral da equipe técnica do projeto de pesquisa e extensão **Planos Municipais de Saneamento Básico dos seguintes Municípios do estado do Amapá: Ferreira Gomes, Pedra Branca do Amapari, Calçoene, Oiapoque e Tartarugalzinho.** O projeto tem os mesmos objetivos já citados pelo Projeto Tedplan 1 referente à capacitação em elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico desses municípios. Durante ambas as fases do projeto Tedplan 1 e 2 foi

desenvolvido e aperfeiçoado um produto de inovação: o **SIMISAB-AP**. O Simisab foi registrado no INPI como um dos produtos tecnológicos mais relevantes do Tedplan 1 (Cunha, A.C.; Brito, A.U.; Flores, C.A.R.; Araujo, E.P.; Cunha, H.F.A.; Silva, J.C.S.E). Sistema Municipal de Informação de Saneamento Básico - SIMISAB/AP. 2022. Patente: Programa de Computador. Número do registro: **BR512023000481-2, data de registro: 11/08/2022, título: "Sistema Municipal de Informação de Saneamento Básico - SIMISAB/AP"**, Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial). Resumidamente, o SIMISAB, é um software que faz o papel de banco de dados e de sistematização de informações sobre saneamento básico do estado do Amapá, de forma transparente para que os indicadores obtidos das diversas fontes de consulta, inclusive a do projeto Tedplan, como os indicadores de Saneamento Básico dos municípios do estado do Amapá, sejam mais fidedignos em relação à realidade local. Isso em razão de que o SNIS (nacional) o preenchimento é frequentemente realizado pela Concessionária e de forma voluntária. A partir deste sistema é possível também compreender o arcabouço institucional dos Planos Municipais de Saneamento Básico dos Municípios (PMSB) contemplados pelo Projeto Tedplan 1 e 2. Este sistema contém informações atualizadas sobre os produtos que formam os PMSB, incluindo-se a caracterização dos municípios, informações fundamentais de fontes primárias e secundárias sobre o saneamento básico: água, esgotamento sanitário, drenagem e águas pluviais, e resíduos sólidos.

Entre 2016 e 2022 fui coordenador do projeto de pesquisa **Modelagem e Simulação da Hidrodinâmica e Qualidade da Água: Subsídios ao Emissário de Esgoto Subfluvial em Macapá-AP.** O projeto teve como objetivo realizar uma série de estudos referentes à modelagem e simulação hidrodinâmica e qualidade da Água com subsídios à instalação de um emissário de esgoto subfluvial em Macapá-AP. O projeto apoiou principalmente alunos de iniciação científica, mas envolveu discentes em nível de mestrado e doutorado. O projeto recebeu auxílio financeiro do CNPq (Bolsa Produtividade PQ e IC).

Entre 2013 e 2017 fui integrante do projeto de pesquisa **Modelagem hidrodinâmica e qualidade da água no estuário do Baixo Rio Araguari- AP.** O projeto teve como objetivo realizar a modelagem hidrodinâmica e qualidade da água no estuário do Baixo Rio Araguari-AP. O projeto apoiou alunos de mestrado e doutorado do PPGBIO. Recebeu auxílio financeiro do CNPq.

Entre 2012 e 2016 eu participei como integrante do projeto de pesquisa **Geração e avaliação de indicadores de serviços de saneamento em áreas urbanas e suas implicações na qualidade de vida das populações de Macapá e Santana – AP.** O objetivo do projeto foi investigar, por intermédio de indicadores sanitários apropriados, as condições de saneamento ambiental nos Municípios de Macapá e Santana e foco na avaliação da oferta e da qualidade dos serviços prestados. Como resultado, obtivemos uma análise efetiva das condições ambientais e suas implicações sobre a saúde e qualidade de vida da população. O projeto apoiou alunos de Iniciação Científica e mestrado. Recebeu auxílio financeiro por meio do Edital Universal do CNPq.

Entre 2012 e 2016 fui integrante do projeto de pesquisa e extensão **P&D Tucunaré: Turbinas Hidrocinéticas para o Aproveitamento do Potencial Remanescente em Usinas Hidrelétricas**. O projeto tinha como objetivo instalar uma turbina hidrocinética aproveitando o potencial remanescente da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Este projeto contou com o auxílio financeiro da Eletronorte/UnB (PD&I).

Entre 2012 e 2016 fui integrante do projeto de pesquisa **Infraestrutura de pesquisa no Amapá.** O projeto tinha como objetivo apoiar a pesquisa na UNIFAP com o financiamento às demandas de laboratório aos PPGs da UNIFAP. O projeto contou com auxílio financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP.

Entre 2008 e 2012 fui integrante do projeto de pesquisa **Avanços na avaliação e monitoramento da diversidade biológica: um desafio para a Amazônia em uma era de mudanças globais.** Tratava-se de um projeto da UNIFAP em parceria com o INPA. Este projeto objetivou dar apoio às pesquisas dos docentes e seus orientandos do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical – PPGBIO e Programa de Pós-Graduação em Ecologia – PPGECO. O projeto contou com o auxílio financeiro da CAPES.

Entre 2008 e 2011 coordenei o projeto de pesquisa **Avaliação da qualidade da água mineral utilizada para consumo humano na ótica social e de saúde pública em Macapá-AP.** O projeto de pesquisa objetivou avaliar a qualidade da água mineral consumida no Município de Macapá. O projeto apoiou 4 alunos de Iniciação Científica da UNIFAP que eram bolsistas do CNPq. O recurso foi aprovado por meio de Edital do Programa de Infraestrutura para Jovens Pesquisadores da Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia - SETEC. Apoiou o Laboratório de Saneamento e Química Ambiental da UNIFAP e contou com a colaboração

de pesquisadores do laboratório da UNIFAP e IEPA. Os principais financiadores foram o CNPq e a SETEC.

Entre 2007 e 2012 fui coordenador do projeto de pesquisa **Rede Estadual de Meteorologia.** O projeto objetivou a Implantação de um laboratório de hidrometeorologia e energias renováveis no IEPA. As atividades desenvolvidas nesses projetos resultaram em orientação de alunos de graduação e pós-graduação e publicações científicas.

Entre 2022 e até a atualidade, coordeno junto ao CNPq o projeto **Cenários hidrodinâmicos e ambientais no Estuário Amazônico** sob influência da elevação do nível do mar. O objetivo da proposta de pesquisa é modelar e simular uma série de cenários hidrodinâmicos e ambientais concernentes à elevação do nível do mar (SLR) (5 IPCC-Século XXI, em até 150-200 cm). Este projeto resultou nas seguintes etapas metodológicas: a) monitorar sazonal e experimentalmente a vazão nos Canais Norte/Sul do Rio Amazonas (*Accustic Doppler Profiler Current ADCP*) para estudos de correntes, vazões e variações topobatimétricas do rio Amazonas); avaliação de séries de dados maregráficas; b) simulação hidrodinâmica e dos processos de dispersão de agentes passivos no escoamento usando o Sistema de Modelagem Numérica (SisBaHia 9.0) calibrado para estabelecer hipóteses sobre os mecanismos de transporte em geral e a dinâmica dispersiva de plumas naturais (como a frente salina) ou produzidas pelo homem (como esgoto doméstico próximos de áreas urbanas). Foi utilizado um modelo hidrodinâmico de circulação da água no estuário acoplado a um modelo de transporte Euleriano advectivo-difusivo (ou Lagrangeano advectivo-difusivo) para quantificar a dispersão das plumas; c) analisar estatisticamente as previsões numéricas (como a amplitude de maré nos diferentes cenários hidrológicos); e d) utilizar medidas de descargas líquidas experimentais, perfis de velocidade da corrente, batimetria e parâmetros da qualidade da água em locais estratégicos como condição de contorno e iniciais do modelo para elaborar cenários de dispersão de poluentes nas zonas geográficas específicas. Tem financiamento de bolsa PQ pelo CNPq.

Iniciado em 2022, o **Projeto Tedplan 2**, tornou-se efetivamente operacional em 2023, e estará em operação até 2026. O Projeto de Pesquisa e Extensão trata de Planos Municipais de Saneamento Básico de 5 Municípios do Amapá (Oiapoque, Calçoene, Tartarugalzinho, Ferreira Gomes e Pedra Branca do Amapari), com o início de processo aditivo para inclusão do 6° município, Porto Grande. Gomes. É um projeto Aditivo do Tedplan 1 (que finalizou 6 planos municipais de saneamento básico - PMSB). É financiado pela Fundação

Nacional de Saúde - FUNASA. Este projeto encontra-se em plena execução e está atendendo os seguintes municípios: Ferreira Gomes, Pedra Branca do Amapari, Tartarugalzinho, Calçoene e Oiapoque, com possibilidade de inserção de Porto Grande (Futuro Tedplan 3).

Iniciado em 2021 e finalizado em 2024 o **Projeto CNPq/Vulnerabilidade Climática e Impactos Socioambientais**. Projeto de Pesquisa em colaboração financiador pelo CNPq coordenado pela UFPA. Título "Vulnerabilidade socioambiental e análise integrada de risco aos extremos climáticos nos municípios amazônicos: cenários futuros CMIP5/CMIP6". Apresentou-se neste projeto uma abordagem interdisciplinar acerca da vulnerabilidade climática (abrangendo as dimensões de suscetibilidade, capacidade de adaptação e de resposta) combinada com o fator exposição dos extremos climáticos (representados pelos eventos extremos de precipitação), visando ao final estabelecer um diagnóstico integrado do risco socioambiental/climático ao longo do território Amazônico.

Projeto de pesquisa iniciado em 2020 e finalizado em 2023: **Desenvolvimento de um método empírico de estimativa do volume diário de água bombeado por sistemas fotovoltaicos de bombeamento**. O projeto teve por objetivo o aproveitamento do recurso hídrico por meio de sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água subterrânea ou superficial em localidades remotas sem acesso à fonte de energia elétrica convencional. O objetivo foi desenvolver um método empírico para estimativa do volume diário de água bombeada baseado nas características técnicas de catálogo dos equipamentos que compõem o sistema fotovoltaico de bombeamento (módulo fotovoltaico, conversor de frequência e motobomba).

Iniciado no período entre 2019 a 2022 o projeto **Emissários subfluviais** (CNPq) teve como objetivos avaliar alternativas de concepção de sistema de esgotamento sanitário de Macapá e Santana-AP como base na capacidade de autodepuração do rio Amazonas e estudar alternativas para emissários subfluviais e disposição final de esgotos sanitários em Macapá e Santana-AP. As principais etapas metodológicas são: a) estudar dados secundários disponíveis sobre o Sistema de Esgotos Sanitários de Macapá e Santana (SES), morfologia, batimetria, rugosidade e aspectos hidrológicos, além de identificar fontes e receptores de poluentes; b) executar estudos experimentais hidrodinâmicos e da qualidade da água no Canal do Norte (seção específica da costa urbana); c) aplicar o Sistema de Modelagem Numérica (SisBaHia 9.0) para estabelecer um modelo conceitual que auxilie projetos

alternativos de emissários subfluviais, incluindo modelo hidrodinâmico de circulação da água no estuário, modelo de transporte Euleriano advectivo-difusivo, e modelo de transporte Lagrangeano advectivo-difusivo para dispersão de plumas de poluentes; d) utilizar as medidas de descargas líquidas, perfis de velocidade da corrente, batimetria e parâmetros da qualidade da água como condição de contorno e iniciais do modelo para elaboração de cenários de dispersão de poluentes.

Iniciado em 2009 e finalizado em 2022, o **Projeto Trocas (FAPESP/EUA-NSF) -** ou Biogeochemical blindspots along the Lower Amazon River Continuum: from land to the atmosphere and ocean, configura-se como projeto de cooperação científica internacioanal mais longo de minha carreira. Examinamos, em diferentes escalas, processos que governam a advecção e as reações do carbono no trecho do baixo rio Amazonas e ao longo da linha costeira próxima do Oceano Atlântico Tropical Oeste (Western Tropical Atlantic Ocean). O curso principal do rio Amazonas é um imenso suprimento de dióxido de carbono (CO_2) para a atmosfera, maior parte do qual é originado como carbono orgânico terrestre na paisagem vizinha e subsequentemente remineralizado no rio (Ward *et al*., 2013; Ward *et al*., 2018). Um componente do sistema fluvial que é menos bem compreendido ocorre no curso inferior sob influência de marés, que consiste em dois canais principais de Macapá (Canal Norte e Canal Sul do rio Amazonas) descendo 150 km até o oceano. Embora a força da maré não resulte em intrusão de sal, o fluxo fluvial neste curso pode ser revertido, e interações complexas ocorrem entre os canais do rio e as áreas marginais, tornando o estudo deste componente do maior rio do mundo um desafio logístico significativo. Por meio de um estudo ambicioso de campo, o projeto visou entender os fatores de grande escala (por exemplo, hidrodinâmica, extensão territorial, metabolismo) que criam a variabilidade espacial e temporal na remineralização de carbono e fluxos de CO_2 no curso inferior do rio. Isso foi abordado usando uma combinação de trabalho de campo, sensoriamento remoto e modelagem. Além disso, os tipos de matéria orgânica que são degradados, os microrganismos e consórcios que as remineralizam, e as vias metabólicas (aeróbicas, anaeróbicas) que levam à grande produção de CO_2 estão ainda sendo avaliados usando uma combinação de ferramentas orgânicas geoquímicas e biológicas moleculares (proteômicas). O trabalho forneceu observações *in situ* em uma região previamente não estudada de alta importância global, experimentação focada em desvendar a influência de fatores físicos (marés, velocidade de corrente e mistura) em processos biológicos, variabilidade espacial e temporal dos

fluxos de CO_2 por sensoriamento remoto e ferramentas de modelagem capazes de prever a sensibilidade do projeto Trocas: "Net Ecosystem Exchange (NEE)", Este projeto foi financiado pela FAPESP - Cooperação / University of Washington - Seattle / EUA.

Iniciado em 2020 e finalizado em 2023 o **Projeto Perspectivas Pretéritas** que tratou sobre os limiares críticos do sistema climático da floresta Amazônica e a célula de revolvimento meridional do Atlântico **(PPTEAM)** foi Financiado pela FAPESP-USP/NSF EUA e outros parceiros institucionais. Meu papel foi coordenar o projeto no Amapá. Estudamos as sinergias negativas entre mudanças climáticas e desmatamento que podem induzir a floresta amazônica a **transpor um limiar crítico** que resulte na substituição em larga escala da floresta tropical por ecossistemas não-florestais. No entanto, estamos ainda analisando as incertezas associadas a essa substituição, que são significativas e estão, pelo menos em parte, relacionadas a outro elemento do sistema climático que pode igualmente estar próximo de um limiar, a célula de revolvimento meridional do Atlântico (**CRMA**). Um possível colapso da CRMA causaria marcantes mudanças na distribuição de calor superficial no Atlântico, afetando intensamente a precipitação amazônica. Tais mudanças foram repetidamente registradas em arquivos geológicos (PROXIS – testemunhos paleoclimáticos). Neste projeto, nos propusemos reconstituir, com resolução temporal inédita, as mudanças climáticas e ambientais pretéritas da Amazônia e do oceano adjacente para os últimos ka. 25 ka (25 mil anos), amparados em extensiva calibração de indicadores paleoambientais. Para tanto, foram analisados parâmetros geoquímicos, isotópicos e biológicos em (i) sedimentos fluviais modernos da América do Sul tropical para calibrar indicadores paleoambientais, e (ii) testemunhos sedimentares marinhos do oeste do Atlântico tropical para reconstituir condições climáticas e ambientais pretéritas. Este projeto objetivou aprofundar o entendimento a respeito das respostas e mecanismos internos de retroalimentação da Amazônia e do oeste do Atlântico tropical para (i) mudanças climáticas abruptas, (ii) climas mais quentes que o pré-industrial, e (iii) condições ambientais de contorno distintas das pré-industriais, colaborando na caraterização de cenários futuros para a Amazônia e o oceano adjacente. Este projeto também permitiu consolidar um grupo de pesquisa em paleoceanografia e paleoclimatologia de alto nível na EACH/USP. Cooperação / National Scientific Found – SNF.

Iniciado entre 2018 – 2022 **Projeto Tedplan 1:** Planos Municipais de Saneamento Básico de 6 Municípios do Amapá (Amapá, Cutias do Araguari, Itaubal, Mazagão, Laranjal do

Jari e Vitória do Jari) visou basicamente: a) Capacitar tecnicamente os municípios para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB); b) Elaborar a Minuta do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), bem como as Minutas das respectivas Leis Municipais que deverão condicionar a sua validação e implementação, sob as condições específicas de cada município; c) Mobilizar e sensibilizar os gestores e técnicos municipais para importância e a necessidade da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) como uma das principais políticas nacionais de saneamento básico, para que futuramente estejam habilitados para receberem financiamentos federais; d) Prestar assistência técnica especializada presencial e remota visando a elaboração dos PMSB nos municípios com população inferior a 50.000 habitantes e que estejam habilitados para tal. Situação. Os municípios contemplados pelo Projeto Tedplan I foram os seguintes: Amapá, Cutias, Itaubal, Mazagão, Laranjal do Jari e Vitória do Jari. É um projeto de Pesquisa e Extensão. Financiado pela Fundação Nacional de Saúde.

Iniciado no período entre 2017 a 2021 o **Projeto Rede Ripária**, financiado pelo CNPq, apresentou o seguinte título "Rede Ripária: Paisagem hidrográfica, gradientes hidrológico e edáfico em zonas ripárias amazônicas". Propôs-se a estabelecer uma rede integrada de monitoramento padronizado em zonas ripárias amazônicas, incluindo-se três grandes bacias hidrográficas de dimensões similares e de alta relevância ecológica da Amazônia: Bacia Hidrográfica do Rio Falsino-AP, Bacia Hidrográfica do Rio Uatumã-AM e Bacia Hidrográfica do Rio Cupari, no Tapajós-PA. Foram instaladas e consolidadas parcelas permanentes em zonas ripárias, às margens dos rios das respectivas bacias hidrográficas, considerando as variações de elevação no terreno e o pulso de inundação. Além disso, a articulação de pessoal (instituições de pesquisa, ICMBio) e integração de dados da adquiridos no período de dois anos para estudos de estrutura e ecologia de vegetação nas parcelas estudadas. Neste caso, a UNIFAP-AP, UFOPA-PA e INPA-AM.

Iniciado no período entre 2016 e 2018 o projeto "**Modelagem e Simulação da Hidrodinâmica e Qualidade da Água: Subsídios ao Emissário de Esgoto Subfluvial em Macapá-AP**" tinha o objetivo de modelar e simular numericamente a hidrodinâmica e a qualidade da água referente a lançamento de esgoto sanitário de futuros emissários subfluviais no Rio Amazonas como alternativa de disposição final dos esgotos. O projeto resultou em duas premiações de iniciação científica (1º e 2º lugares de estudantes de engenharia civil no Congresso de Iniciação Científica (CONAIC-2023) do Estado do Amapá.

Iniciado no período entre 2014 e 2016, o **Projeto de Pesquisa Trocas I,** avaliou o papel dos rios no ciclo de carbono na Amazônia - Chamada MCTI/CNPq/FNDCT – Ação Transversal - nº 68/2013 – Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia – LBA e NSF/EUA. Este projeto objetivou desenvolver as ferramentas para descrever, de maneira ampla, a biogeoquímica dos sistemas fluviais da Amazônia e seu papel nos ciclos regional e global de carbono, para tornar possível prever sua influência e respostas a um clima em mutação. Este projeto gerou vários artigos classificados como A1 pela CAPES, com destaque para o periódico Nature Geoscience (Ward *et al*., 2013) e Limnology Letters (Ward *et al*., 2018).

Iniciado em 2014 e finalizado em 2016, o Projeto de Pesquisa **ESECAFOR** tinha como objetivo avaliar as implicações da deficiência hídrica no solo e alterações micrometeorológicas sobre a dinâmica florestal e ciclo de hidrológico associado ao ciclo do carbono em uma floresta tropical chuvosa na Amazônia Brasileira - Chamada MCTI/CNPq/FNDCT – Ação Transversal - nº 68/2013 – Programa LBA. Trata-se de um experimento de longa duração na Floresta de Caxiuanã- PA com o objetivo de entender os efeitos da redução da precipitação nos diferentes ciclos de uma floresta tropical chuvosa. Atualmente é o experimento mais longo da história científica internacional nesta modalidade (simula experimentalmente o *déficit hídrico* em parcelas significativas de florestas, comparando-se duas áreas contíguas, parcelas experimentais), uma com floresta monitorada sem restrição hídrica, e outra com pelo menos 30% de restrição hídrica.

Iniciado entre 2014 e 2016 o Projeto de Pesquisa **Mosca-da-carambola no Brasil (parceria com a Embrapa-AP): biologia, ecologia e controle**. Objetivo: caracterizar potenciais zonas climáticas onde ocorram as espécies vegetais hospedeiras (cultivadas e silvestres) de *B. carambolae*. Além disso, correlacionar informações do clima ao longo de um período específico com os índices de infestação de frutos de diferentes espécies vegetais por larvas de *B. carambolae*.

Iniciado no período entre 2014 e 2016, o **Projeto de Pesquisa Tanque Rede,** em parceria com a Embrapa, onde testou tecnologias para produção do tambaqui em sistemas de tanque-rede – TecRed. Objetivo foi determinar parâmetros hidrodinâmicos e da qualidade da água em corpos naturais de água, e especialmente correlacionar parâmetros de dispersão longitudinal, características hidráulicas relevantes, tempo de residência de uma pluma poluente em um trecho específico sob influência de um experimento em escala real da

piscicultura de tambaqui em tanque-rede no Rio Matapi. Como principais resultados observou-se uma forte influência da hidrodinâmica e das marés nas concentrações de nutrientes ou poluentes da água (próximo de fazendas e distrito industrial), as quais demonstraram que o Tanque Rede estava operando em zona passiva ao risco em relação ao meio ambiente circundante, e não o inverso.

Iniciado no período entre 2013 e 2017, o **Projeto de Pesquisa Troca 1 ou Troca1** tinha como objetivos da pesquisa avaliar a estrutura conceitual sobre a matéria orgânica importada e emissões de CO_2 (pCO_2) em grandes rios da bacia hidrográfica do Rio Amazonas e o alcance da pluma do continuum amazônico no Oceano Atlântico. Foi proposto que a dinâmica das fontes e sumidouros de matéria orgânica é responsável pela produção de elevada pressão parcial do gás CO_2 pCO2 causando enorme emissão de gás para a atmosfera pela interface ar-água no Baixo Rio Amazonas, de modo que foi possível resumir o balanço de carbono via avaliação das trocas líquidas na atmosfera, continente e água (Net Ecosystem Exchange).

Iniciado no período entre 2013 até 2017 o **Projeto de Pesquisa** tratou da abordagem sobre **Modelagem hidrodinâmica e qualidade da água no estuário do Baixo Rio Araguari-AP (CNPq–PQ)**. O objetivo da investigação foi caracterizar espacial e sazonalmente parâmetros da qualidade da água em trechos de aproximadamente 80 km de extensão a partir da foz, além de quantificar experimentalmente a descarga líquida e compará-las com resultados de simulações numéricas do escoamento ao longo de ciclos de marés semidiurnas. Esse projeto detectou o colapso ou desvio da foz do Rio Araguari do Oceano Atlântico para o Estuário do Rio Amazonas. Nesta pesquisa foram tratados de medidas experimentais da qualidade da água, hidrodinâmica, e geomorfologia dos canais e suas ramificações que causaram o desaparecimento do fenômeno da Pororoca a partir de 2012- 2014 de forma definitiva.

Iniciado no período entre 2012 e 2016 o **Projeto de Pesquisa Geração e avaliação de indicadores de serviços de saneamento em áreas urbanas e suas implicações na qualidade de vida das populações de Macapá e Santana – AP** (CNPq) teve como objetivo geral investigar, por intermédio de indicadores sanitários apropriados, as condições de saneamento ambiental nos Municípios de Macapá e Santana, com foco na avaliação da oferta e da qualidade dos serviços prestados. Este projeto foi um dos motivos de iniciarmos outro maior

na área de saneamento básico, até hoje sendo executado, denominado projeto Tedplan I e II.

Iniciado no período entre 2012 e 2015 o **Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento. Projeto P&D Tucunaré: turbinas hidrocinéticas para o aproveitamento do potencial remanescente em usinas hidrelétricas**, teve como objetivo realizar estudos hidrodinâmicos a jusante da barragem da usina hidrelétrica de Tucuruí (PA-TO), a fim de avaliar o potencial de instalação de uma turbina hidrocinética (diâmetro médio entre 7-10m) para aproveitamento da energia residual de vazão do vertedouro e/ou turbinas no trecho de jusante da barragem. Além disso, reduzir a escala de instalação de geração de energia com potência baixa, mas gerada para prover energia elétrica sustentável às comunidades rurais ou ribeirinhas próximas e com baixo nível de exigência de investimento, uso de tecnologia social e treinamento da comunidade.

Iniciado no período entre 2011 e 2016 o projeto **Estruturação de Laboratórios Estratégicos da UNIFAP**, teve como objetivo principal atender à Chamada Pública MCT/FINEP/CT-INFRA-PROINFRA - 02/2010. Fundação Universidade Federal do Amapá - Referência 0498/11. Objetivou a aquisição e instalação de equipamentos estratégicos, hidrodinâmica e qualidade da água.

Iniciado no período entre 2010 e 2013 o **Projeto de Pesquisa Modelagem Numérica como Subsídio à Avaliação de Impactos Ambientais Causados por Hidrelétricas na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari/AP (CNPq)**, teve como objetivo realizar Abordagem Sistêmica de Recursos Hídricos Superficiais. Além disso, analisar os processos hidroclimáticos e ambientais que influenciam a variação da quantidade e qualidade da água em trechos representativos do Rio Araguari – AP. Especificamente foram elaborados cenários considerando as variações sazonais da precipitação x vazão (máximas, médias, mínimas e ecológica) associadas às alterações de parâmetros da qualidade da água (Resolução 357/05 do CONAMA) bem como suas correlações com a dinâmica social em trechos ameaçados por atuais e futuras usinas hidrelétricas.

Iniciado entre o período de 2009 e 2012 o Projeto de pesquisa **Rede de Gestão Integrada de Monitoramento da Dinâmica Hidrocinética do Estado do Amapá**, foi financiado pela Eletronorte, UNB e Governo do Estado do Amapá e apoio do NHMET/IEPA. Teve como objetivo desenvolver e testar um protótipo de microcentral de geração para uma comunidade isolada da Amazônia: Canaã/Mazagão – Estado do Amapá.

Iniciado entre o período de 2008 a 2012 o projeto de pesquisa **Monitoramento Hidrometeorológico** foi financiado pela SUDAM e tinha como objetivo monitoramento do tempo e do clima da bacia hidrográfica do Rio Jari-AP, o qual sofria frequentes inundações cujos prejuízos econômicos atingiram em 2000 valores equivalentes ao PIB municipal. Uma torre hidrometeorológica experimental automatizada (PCD) foi instalada nas dependências da Estação de Tratamento de Água da CAESA. O monitoramento serviu de geração de dados para estudos sinóticos e previsão do tempo e estudos climáticos do Amapá, em especial da bacia hidrográfica do Rio Jari.

Iniciado entre o período de 2008 e 2010 o projeto de pesquisa **Avaliação da qualidade da água mineral utilizada para consumo humano na ótica social e de saúde pública em Macapá-AP** foi financiado pelo CNPq. Tinha como objetivo analisar uma série de amostras de água mineral (com diferentes volumes) e avaliar seu potencial risco ao consumo humano. Os períodos de coletar variaram sazonalmente (mensais) e as amostras se concentraram nos recipientes de volumes 500 mL, 750 mL e garrafões de 25 L. Observou-se grau preocupante da qualidade da água e conformidade com a legislação vigente, onde foi frequente o grau de não conformidade quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Iniciado no período entre 2007 e 2011 o projeto de pesquisa **Desenvolvimento de um Aerogerador e Otimização de seu Acoplamento a Motobombas Convencionais por meio de Inversores de Frequência – AERBON**, teve como objetivo a instalação de um protótipo de geração fotovoltaico e eólico (até 1 ou 2 KW) em uma área rural a fim de auxiliar produtores rurais. O Município beneficiado foi Itaubal. Esse experimento ficou operacional por mais de 10 anos. Foi financiado pelo CNPq e FINEP.

Iniciado no período entre 2007 e 2009 o projeto de pesquisa **Rede Estadual de Meteorologia**, objetivou a implantação de um Centro (Laboratório) de Hidrometeorologia e Energias Renováveis - Modernização do Centro estadual de Previsão do tempo, estudos climáticos e recursos hídricos. Foi financiado pela FINEP. Este projeto, junto com o AERBON, impactou significativamente o setor de hidrometeorologia e energias renováveis do estado. Neste sentido ambos os projetos foram pioneiros. O Núcleo de Hidrometeorologia e Energias Renováveis foi criado pelo Governo do Estado do Amapá a partir dos estudos e da infraestrutura financiada pelo projeto. O Núcleo Hidrometeorologia e Energias Renováveis do Estado do Amapá (NHMET/IEPA) foi o 1º núcleo ou centro estadual da Região Norte

a rodar um modelo regional para realização de previsão do tempo e estudos climáticos de forma independente e autossuficiente (Modelos de previsão: Reg, WRF, etc). Além disso, proporcionou a Modernização da Rede Amapaense de Meteorologia para a Previsão de Clima, Tempo e Recursos Hídricos. O projeto foi concluído, mas o NHMET opera até os dias atuais e é o principal núcleo de divulgação da previsão e análise do tempo e clima do estado do Amapá.

Iniciado no período entre 2006 e 2009 o Projeto de Pesquisa **Modelagem Numérica da Qualidade da Água no Rio Araguari - Determinação do Coeficiente de Autodepuração com Uso do QUAL2E.**, foi o 1º no estado a elaborar cenários de qualidade da água a partir do uso de modelos numéricos no estado do Amapá. O foco principal era o Médio Rio Araguari, em cujos cenários foram elaborados a partir da calibração de parâmetros obtidos em campo (120 km). A problemática era compreender o impacto dos reservatórios de barragem de Coaracy Nunes (na época havia somente a usina hidrelétrica de Coaracy Nunes, a 1ª a operar na Amazônia. Os cenários foram elaborados a partir do software Qual2E e Qual2kw, mais atualizados à época. Posteriormente estes cenários seriam utilizados e otimizados para os Estudos de Impactos Ambientais (EIA/RIMA) para a construção das usinas hidrelétricas de Ferreira Gomes e Cachoeira Caldeirão – atualmente em operação. O uso do Sistema de Modelagem QUAL2kw para o Estudo de Impacto Ambiental na Qualidade da Água Causado por Barragens em Cidades Ribeirinhas no Alto e Médio Araguari/AP foi efetivo e impactante ao modelarmos uma extensão de 80 km do médio e alto Rio Araguari.

Iniciado no período entre 1999 e 2002 o **Projeto de Pesquisa DCR/CNPq**, objetivou estudar Parâmetros Hidráulicos e da Qualidade da Água no Rio Matapi - Distrito Industrial de Santana – AP. Foram executados 36 campanhas experimentais nos rios Matapi, Paxicu, Fortaleza e Vila Nova, gerando um volume considerável de dados da qualidade da água a partir de ações de monitoramento das águas e avaliar o estado de sua qualidade em função do período da maré, período sazonal hidrológico (chuvoso, transição e seco) por 3 anos consecutivos. Foi registrado um dos poucos experimentos do estado do Amapá com longa duração para a qualidade da água em zona estuarina. As 36 campanhas mensais contínuas geraram com 100% de aproveitamento tal como previsto no cronograma físico. Este projeto forneceu subsídios a uma série de outros trabalhos científicos que se seguiram nesta área. O maior impacto foi na compreensão básica sobre como as marés e as correntes associadas aos padrões de sazonalidade hidrológica influenciavam vários parâmetros da qualidade da

água, em especial em corpos d´água próximos de zonas urbanas de Macapá e Distrito da Fazendinha e Santana. Todas estas bacias são consideradas como costeiras e sob influência de mesomarés. Concluímos que os ambientes aquáticos estavam em estado relativamente avançado de poluição hídrica.

4.2 PARTICIPAÇÃO E LIDERANÇA DE GRUPOS DE PESQUISA

Coordenar e participar de projetos de pesquisa é de fundamental importância para a carreira de um pesquisador. Os projetos financiados contribuem para as pesquisas de campo e laboratório, atrai novas parcerias e principalmente, resulta em publicações científicas e, em geral, proporciona a melhoria da produção de conhecimento e um nexo mais efetivo da realidade com o ensino. Participo atualmente de dois grupos de pesquisa. No grupo de pesquisa **Recursos Hídricos e saneamento Ambiental**, sou líder e conto com apoio de outros pesquisadores como professores e alunos de graduação e pós-graduação. No grupo de pesquisa, **Meio Ambiente e Desenvolvimento**, sou integrante e a minha interação se dá com outros pesquisadores e alunos de graduação e pós-graduação.

4.3 PROJETOS DE PESQUISA EM IMPLEMENTAÇÃO COM PARCERIAS INSTITUCIONAIS RECÉM-APROVADOS POR AGÊNCIA FINANCIADORA NACIONAL E INTERNACIONAL

Recentemente faço parte de três novos projetos de pesquisa de elevada importância nacional e financiada pelo CNPq, com vigência de 36 meses a partir de março de 2025 (Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 19/2024 – Centros Avançados em Áreas Estratégicas para o Desenvolvimento Sustentável da Região Amazônica - Pro- Amazônia) – Nacional:

1) Título: Rede ARMO – Observatório para a Foz do rio Amazonas (português)/ARMO Network – Amazon River Mouth Observatory (english) – Grupos Consolidados – Coordenado pela UFPA. Processo Número: 444.350/2024-1.

2) Título: CAPESSA Centro Avançado de Pesquisas Climáticas e Socioambientais para a Sustentabilidade da Amazônia – Grupos Não Consolidados. Coordenado pelo IFPA. Processo Número: 445.451/2024-6.

3) Título: CAPESCREAM – "Centro Avançado de Conservação e Recuperação de Ecossistemas Amazônicos" - Grupos Consolidados. Coordenado pela UNIFAP. Processo Número: 444.350/2024-1.

Recentemente faço parte de um novo projeto de pesquisa de elevada importância internacional financiada pelo NSF/EUA- **CARBS 2.0,** com vigência de 24 meses a partir de março de 2025 (Ofício circular 002/2024 – Engenharia Civil/UNIFAP). O tema é o ciclo do carbono na Amazônia e no Nordeste brasileiro, com foco no apoio à jovens pesquisadoras e incentivo a redução das desigualdades de gênero em regiões carentes de recursos financeiros. Este projeto será operacionalizado no Brasil pela Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos – FINATEC/UnB. Trata-se de um Projeto de Pesquisa em Colaboração Internacional em Rede, no qual será possível contribuir com as atividades relacionadas com estudos de conservação de ecossistemas costeiros (manguezais), onde já assumimos o compromisso de apoiar os pesquisadores em questão no desenvolvimento de seus trabalhos – no caso, inicialmente uma aluna de doutorado que já está vinculada ao projeto financeiramente, potencialmente fará estágio em modalidade sanduiche com a Universidade do Estado do Oregon/EUA após fase de defesa de qualificação na Rede Bionorte de Pós-Graduação. Modalidade Internacional. Coordenado por Alan Cunha no estado do Amapá.

5. Coordenação de Curso de Pós-Graduação

Fui o 1º coordenador do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (PPG-REDE BIONORTE), especificamente o Polo do estado do Amapá, no período de 1,5 anos (2007 a 2009). Naquele período, só 4 docentes estavam habilitados a fazer parte deste colegiado do polo Amapá. Na época os quatro docentes do núcleo pioneiro da BIONORTE COEM-AP eram pesquisadores produtividade do CNPq.

Na segunda gestão, em 2023-2024, diferentemente da primeira vez, fui eleito pelo colegiado para coordenar o PPG-REDE BIONORTE, onde permaneci até agosto de 2024. Apesar de não estar muito bem de saúde, foi uma excelente experiência e de grande aprendizado, onde tive a oportunidade de conhecer a gestão de um curso de pós-graduação em rede nos seus aspectos administrativos, acadêmicos, jurídicos e financeiros, científicos, entre outros.

Destaca-se a organização de editais, designar e gerenciar as comissões do processo seletivo, organizar disciplinas, matrículas de alunos, planejar as qualificações e defesas, gerenciar projetos, resolver tarefas administrativas, relatórios da CAPES, gerenciar produção científica do curso, preparar o planejamento estratégico, credenciamento e descredenciamento de docentes, foi uma tarefa desafiadora, mas valeu muito a pena, principalmente pela confiança do colegiado do Curso em mim. Contei com o apoio administrativo de pessoas que muito me auxiliaram nesta atividade, como o vice-coordenador Dr. Claydson Breno Santos, a quem sou muito grato por sempre me ajudar nos momentos difíceis durante aquele "mandato" acadêmico.

A gestão acadêmica da BIONORTE – COE-AP me ajudou a entender a política de pós-graduação no Brasil, bem como suas especificidades e relevância na região amazônica e,

mais profundamente, no estado do Amapá, onde participei de diversas reuniões em Belém (Dentro da Rede da Amazônia Legal – PA, preenchimento da plataforma Sucupira etc.). Nesta fase conheci outros coordenadores estaduais, e participei do Fórum dos Coordenadores na Área de Biodiversidade e Biotecnologia. Era o ambiente no qual tratávamos de resolver problemas de gestão em Rede e que eram frequentes nessa área tão complexa da pós-graduação. Foi uma experiência excelente e que muito contribuiu para fortalecer minhas atividades administrativas na UNIFAP.

6. Participação em Bancas

6.1 BANCAS DE TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO

Participei como avaliador de TCC em 36 bancas em cursos de graduação. Nessas bancas tive a oportunidade de dividir experiências e aprendizado com professores da UNIFAP (Cursos de Engenharia Civil, Elétrica, Matemática, Física, Ciências Ambientais, Ciências Biológicas, Ciências Sociais, Pedagogia e Direito) e de outras instituições como UEAP, IEPA e Embrapa. As bancas foram uma oportunidade de conhecer as pesquisas produzidas pelos alunos. As temáticas desses TCCs foram principalmente sobre ciências ambientais, saneamento básico, estudos de impacto ambiental, geologia e solo, políticas públicas e sustentabilidade. Os trabalhos traziam assuntos bem diversificados.

6.2 BANCAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO E DOUTORADO (QUALIFICAÇÃO E DEFESA)

Participei de bancas entre defesas de qualificação de mestrado (45) e doutorado (41) e defesas de mestrado (98) e doutorado (35). Fui membro também de bancas de curso de especialização (28). Cada banca é um novo aprendizado. Participar de banca de avaliação na pós-graduação tem sido muito gratificante, pois é a oportunidade de ouvir e discutir com os demais membros e com o discente, sobre a temática defendida.

Nas bancas tive a oportunidade de interagir parcerias com professores e pesquisadores da UNIFAP, UFPA, UFOPA, ICMBio, IBAMA, EMBRAPA, UEAP, UFPA, IEPA, Univesity of Miami - UM, Universidade Federal Fluminense - UFF, CRHEA – USP, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, INPA, Universidade de Brasília - UnB, IPEA, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Conservação Internacional – Brasil, Washington University e ESALQ.

As dissertações e teses tratavam de assuntos interdisciplinares como: saneamento básico e saneamento ambiental, modelagem de sistemas ambientais, modelagem da qualidade da água, hidrodinâmica experimental e modelagem de dispersão de poluentes na água, sustentabilidade ambiental, percepção ambiental, impactos ambientais das alterações climáticas, impacto ambiental de hidrelétricas, hidrometeorologia, monitoramento da qualidade da água, serviços ambientais, crimes ambientais, áreas protegidas, saúde, processos industriais (especialmente na área de materiais) arquitetura e urbanismo, entre outros.

6.3 BANCA DE CONCURSO PÚBLICO

Desde o meu ingresso na UNIFAP eu participei de bancas de concurso público docente, para os cargos de professor substituto, auxiliar, adjunto e assistente. As contratações foram para os cursos de Ciências Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical da UNIFAP e Engenharia Química da UFPA.

Concurso público

Cunha, A. C. Concurso Professor Efetivo em Química - Licenciatura. 2016. Universidade Federal do Amapá

Erro! A referência de hiperlink não é válida. Macêdo, E. N.; Brasil, D. S. B.; Cunha, A. C. Processos Químicos e Caracterização de Materiais. 2015. Universidade Federal do Pará.

Santos, C. B.; Messias, R.; Cunha, A. C. Concurso para professor efetivo: química geral e analítica. 2014. Universidade Federal do Amapá.

Cunha, A. C.; Chagas, M. A.; Medeiros, F. Química Ambiental. 2013. Universidade Federal do Amapá.

Michalsky, F.; Cunha, A. C.; Gudes, M. C. Ecologia. 2013. Universidade Federal do Amapá.

Cunha, A. C.; Chagas, M. A.; Oliveria, M. J. Processo Seletivo para Professor Substituto - Saneamento Ambiental. 2012. Universidade Federal do Amapá.

Cunha, A. C.; Carvalho, J. C, T; Bezerra, R. M. Química Ambiental e Saneamento Ambiental. 2011. Universidade Federal do Amapá.

Cunha, A. C.; Silva, R. B. L.; Freitas, J. L. Ecologia e Conservação de Fanerógamas. 2011.

Silva, J. M. C; Cunha, A. C.; Souto, R. N. Ecologia e Conservação de Vertebrados. 2010. Universidade Federal do Amapá.

Silva, J. M.; Guedes, M. C.; Cunha, A. C. Banca do Processo Seletivo do Curso de Mestrado em Biodiversidade Tropical. 2006. Universidade Federal do Amapá.

Cunha, A. C.; Muniz, S. U. A.; Melém Jr, N. J.; Santana, A. C.; Rigamonti, M. J.; SA, T. D. A. Comitê de Seleção da Chefia da EMBRAPA-AP. 2004. Embrapa amapá.

Comite de Avaliação da Proposta de Trabalho - CAPT dos candidatos ao cargo de Chefe-Geral do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá - CPAF-Amapá. Portaria no. 1430, de 10 de outubro de 2004. Embrapa - Ministério da Agricultura - Embrapa - Brasília-DF.

6.4 BANCA DE AVALIAÇÃO DE ESTÁGIO PROBATÓRIO E COMISSÕES DE PROCESSO SELETIVO

Participar em comissão avaliadora de estágio probatório de docentes contratados na UNIFAP é uma atividade de grande responsabilidade, pois é o momento no qual a comissão avaliará, com base em critérios, o desempenho do docente no seu período de estágio.

Como docente e coordenador de curso de pós-graduação eu acompanhei os processos seletivos para o ingresso de discentes nos cursos de pós-graduação da UNIFAP, em especial o PPGBIO, PPGDAPP, PPGCA e PPGBionorte. A avaliação dos candidatos se deu nas fases de homologação das inscrições, a fase da prova escrita e a fase de entrevista.

7. Atividades de Extensão – Organização de Eventos, Cursos e Premiações

7.1 ORGANIZAÇÃO E PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS DE PESQUISA, ENSINO OU EXTENSÃO

Como já tratado anteriormente, coordeno o projeto de pesquisa-extensão (Tedplan) voltado para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) de 11 Municípios do Amapá (Amapá, Cutias do Araguari, Itaubal, Mazagão, Laranjal do Jari, Vitória do Jari, Ferreira Gomes, Pedra Branca do Amapari, Calçoene, Oiapoque e Tartarugalzinho).

O projeto apresenta duas etapas: a) a 1ª iniciou em outubro de 2018 e foi concluído em 2022. A 2ª etapa, iniciou em 2024, com precisão de término em dezembro de 2026. São diversas atividades realizadas nos seis municípios que estão previstas no Termo de Referência para elaboração dos PMSB em municípios com menos de 50 mil habitantes. Estes PMSB são os principais instrumentos de políticas públicas do setor de saneamento, e que contemplam amplamente as orientações e garantias da mobilização, comunicação e controle social, com a participação efetiva da população na formação de comitês executivo e de coordenação em cada etapa do projeto.

Nos planos são retratadas as condições de saneamento básico dos municípios por meio de formação de comitês executivo e de coordenação, plano de mobilização do plano de saneamento básico, bem como os diagnósticos, prognósticos, indicadores, planos executivos e orientações para a preparação dos planos municipais. Estas serão as ferramentas decisivas para as políticas públicas do setor, condição *sine qua non* para que os municípios estejam habilitados à futura captação de recursos financeiros nas quatro dimensões: água de abastecimento, esgotos sanitários, resíduos sólidos e limpeza pública, drenagem e águas pluviais. O projeto apoia bolsas para as pesquisas de alunos de graduação (TCC), Iniciação Científica, Mestrado, Doutorado e Pós-Doutorado, além de estágio. O Tedplan é financiado pela FUNASA/Ministério da Saúde.

7.2 PARTICIPAÇÃO NA ORGANIZAÇÃO DE EVENTO E CURSOS

A divulgação de conhecimento científico é de fundamental importância, pois compartilhamos com a sociedade, as experiências na academia. No projeto Tedplan, em 2018 eu ministrei, para a equipe e participantes dos municípios contemplados no projeto, um Curso de Capacitação para Metodologia de Elaboração de PMSB. A capacitação tratava especificamente sobre os Indicadores de desempenho dos Planos Municipais de Saneamento Básico. Participei em 2019 da comissão técnica para elaboração de material didático e de divulgação para as oficinas de capacitação que ocorreram nos municípios. O material didático foi uma Cartilha sobre PMSB/UNIFAP/FUNASA.

Além desse material, fiz parte da equipe que elaborou os planos de mobilização e controle social e os diagnósticos Técnico-Participativos (DTPs) do PMSB dos municípios. Até o momento, 6 Planos de Mobilização e Controle Social e 5 Diagnósticos Técnico-Participativos já foram aprovados pelos respectivos comitês executivo e de coordenação.

Minha primeira participação em comissão organizadora de evento foi na USP em 1995, na época do doutorado. Fiz parte da comissão que organizou o Congress Short Courses: XXVI SIL International Congress (Congresso Internacional de Limnologia).

Na UNIFAP, como coordenador do PPG Rede Bionorte, tive a oportunidade de organizar 2 encontros do curso. Os encontros acadêmicos eram uma oportunidade para os doutorandos e docentes divulgarem suas pesquisas para a comunidade acadêmica do estado. A programação dos encontros contava com palestras, minicursos, apresentação de painéis. O Evento ocorreu em 2023.

Em 2012, como docente do curso de graduação em Ciências Ambientais, fiz parte da comissão organizadora do I Encontro de Ciências Ambientais do Amapá. Foi uma oportunidade de divulgação das pesquisas desenvolvidas pelos alunos e professores.

7.3 APRESENTAÇÃO DE PALESTRAS E CURSOS EM EVENTOS

Recebi alguns convites para apresentação de palestras em eventos científicos. Nas palestras eu apresentei, em alguns momentos, relatos da minha experiência acadêmica e científica e em outros apresentei temas voltados para pesquisas que eu desenvolvia.

7.4 RECEBIMENTO DE COMENDAS E PREMIAÇÕES ADVINDAS DO EXERCÍCIO DE ATIVIDADES ACADÊMICAS

Este tópico é muito relevante porque resume vários períodos e eventos de reconhecimento de minha contribuição à academia e à pesquisa, incluindo-se o setor público e privado. Constam neste tópico a prestação de relevantes serviços e contribuições de destaque na minha carreira profissional. Frisa-se que estes prêmios, destaques e honrarias surgiram desde o início da carreira profissional (defesa de mestrado), culminando atualmente em pelo menos 30 episódios ao longo da carreira, até a atualidade, destacados a seguir:
2024: **Menção de Elogio** em reconhecimento à sua notável dedicação e competência no âmbito da Pesquisa e Inovação em Desenvolvimento Tecnológico. Sua contribuição tem sido de grande relevância, Propespg/NITT/UNIFAP - Portaria 1336/2024 - Título Menção de Elogio ao servidor Alan Cavalcanti da Cunha.

2023: Menção Honrosa de **1º Lugar** no III Colóquio do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais de 2023PGCA - Discente de Bionorte/Elizandra Araújo *et al*., PPGCA/UNIFAP - Tema: Sustentabilidade na Amazônia: Impacto de Derramamento de Óleo e a Biodiversidade.

2023: Menção Honrosa de **3º Lugar** no III Colóquio do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais de 2023. Discente de IC/CNPq - Brendell Russo *et al*. / Engª. Civil, PPGCA/UNIFAP - Sustentabilidade na Amazônia: Emissários Subfluviais no Rio Amazonas.

2023: Menção Honrosa **1º Lugar**. Orientador do Trabalho de Iniciação Tecnológica Discente Evelyn Ribeiro. X!! CONAIC-UNIFAP: "Modelagem e simulação de emissários subfluviais de esgotos sanitários em Macapá e Santana".

2023: Menção Honrosa **2º Lugar** Orientador do Trabalho de Iniciação Científica. Discente Brendell Russo. XII CONAIC-UNIFAP: Pré-dimensionamento e análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental de emissários subfluviais.

2022: **Produtividade PQ** - Cenários hidrodinâmicos e ambientais no Estuário Amazônico sob influência da elevação do nível do mar, CNPq.

2022: **Diploma de Gratidão da Rede PPG Bionorte**, Reconhecimento à contribuição para o crescimento do PPG-Bionorte e para a Biodiversidade e Biotecnologia.

2022: Portaria Nº 1962/2022 - **Elogio à equipe, do projeto de pesquisa PIM661-2018 - Planos Municipais de Saneamento Básico no Estado do Amapá**. Universidade Federal do Amapá - UNIFAP/Reitoria.

2021: **Indicação para participar da etapa nacional do 18° Prêmio Nacional de Destaque na Iniciação Científica e Tecnológica**, na Categoria Ciências Exatas, da Terra e Engenharias, UNIFAP-CNPq, Bolsista IC Taís Silva Sousa.

2020: Menção Honrosa **1° Lugar** Orientador do Trabalho de Iniciação Científica 1° Lugar. Discente Taís Silva Sousa: Ciências Exatas e Tecnológicas: IX CONAIC - Congresso Amapaense de IC: Drenagem em Macapá e Santana, UNIFAP/CNPq http://www.unifap.br/bolsista-pibic-cnpq-da-unifap-e-premiada-em-1-lugar-no-ix-conaic/.

2019: Produtividade em Pesquisa (PQ 2) -Área CA. Ciências Ambientais, CNPq.

2019: Menção Honrosa **1° Lugar** pelo desempenho como Orientador do Trabalho de Iniciação Científica da discente Taís Silva Sousa com o tema: Drenagem Urbana e Gestão de Águas Pluviais, Semana Nacional de C&T: VIII Congresso Amapaense de IC e TCC.

2019: **Portaria de Reconhecimento** 21/2019 - Homenagem por contribuir e transformar de forma pioneira o setor de Ciência e Tecnologia do Estado do Amapá, cedido pela Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia - SETEC – AP.

2016: **Produtividade em Pesquisa (PQ 2)** - Área CA Ciências Ambientais, CNPq.

2015: Prêmio Edital Nº 015/2015 Propespg/UNIFAP - Programa de auxílio ao pesquisador (1° lugar geral), dpq-propespg-unifap.

2014: Pesquisador do Projeto de P&D&I Tucunaré, premiado como **Projeto do Ano**, Hydrovision Brasil, Projeto coordenado pela UnB – Tecnologias Sociais de Geração Hidrocinética. Aproveitamento de Geração de Energia a partir da Vazão Residual da UHE de Tucuruí-PA.

2014: **Prêmio Destaque** do I Colóquio de Ciências Ambientais no III Encontro de Ciências Ambientais do Amapá, Universidade Federal do Amapá - Ciências Ambientais.

2014: Premiação Científica UNIFAP. Resultado Final do Edital PROPESPG/DPq 009/2014 - Premiação Científica /UNIFAP - Produção Científica por Artigos Qualis.

2014: **Prêmio Auxílio Pesquisador** PROPESPG / 2014, PROPESPG-UNIFAP.

2013: **V Simpósio Internacional de Climatologia**. Florianópolis. 15 a 19 de Set/2013: Interação Oceano-Atmosfera - Impactos Climáticos no Presente e Cenários Futuros: V Encontro Sul Brasileiro de Meteorologia, Sociedade Brasileira de Meteorologia - SBMET.

2013: **Trabalho Acadêmico Destaque**: Parâmetros físicos das águas do Baixo Araguari e efluentes sob influências de impactos ambientais nas proximidades da REBIO do Lago Piratuba". "Iniciação Científica, UNIFAP.

2010: **Produtividade em Pesquisa (PQ)** - Área de Ciências Ambientais (CA), CNPq.

2008: Trabalhos de Conclusão de Curso e de Pesquisa: **Destaques:** Baixada do Ambrósio em Santana/AP: degradação ambiental e exclusão social, UNIFAP, SETEC: 4° Seminário de Iniciação Científica da UNIFAP, 3ª Mostra de TCCs da UNIFAP e 4ª Jornada.

2007: **Reconhecimento**: Amigo dos Bombeiros, cedido pelo Corpo de Bombeiros do Estado do Amapá - Defesa Civil.

2007: Certificado de **Honra ao Mérito do 30 Seminário de Iniciação Científica** e 2ª Mostra de TCC da Unifap, Universidade Federal do Amapá – UNIFAP.

2006: **Título de Reconhecimento** à Equipe Técnica de Estudos de Clima, Tempo e Recursos Hídricos, IEPA.

2006: **Título de Penhorado Reconhecimento por Serviços Prestados ao IEPA** como Ex-Diretor Presidente, IEPA.

2003: **Ex-Diretor Homenageado**, Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – IEPA.

2002: **Mérito Universitário**, Universidade Federal do Amapá – UNIFAP.

2001: **Portaria de Elogio**, Universidade Federal do Amapá – UNIFAP.

1993: **Distinção e Louvor**, Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos - EESC – USP.

7.5 PARTICIPAÇÃO EM ATIVIDADES EDITORIAIS E ARBITRAGEM DE PRODUÇÃO INTELECTUAL

7.5.1 Membro de Corpo Editorial e Revisor de Periódico e Avaliação de Trabalhos Técnicos

Contribuí para a organização do Livro de Resumos: Experiências Acadêmicas em Ciências Ambientais. Cunha, A. C.; Cunha, H. F. A. (Org.). 1. ed. Macapá: UNIFAP, 2012. v. 1. 84p.

Participei da comissão organizadora do livro Tempo, Clima e Recursos Hídricos: Resultados do Projeto Remetap no Amapá. Macapá: IEPA - Cunha, A. C.; Souza, E. B.; Cunha, H. F. A. (Org.). 2010. v. 1. 214p.

7.5.2 Assessoria, Consultoria e Participação em Órgãos de Fomento/Pesquisa, Ensino e Extensão

Participei em 2008 como coordenador do meio físico da equipe técnica que elaborou os Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para construção de hidrelétricas no Rio Araguari - AP: 1) Estudo de Impacto Ambiental da PCH de Capivara; 2) Estudo de Impacto Ambiental da UHE Cachoeira Caldeirão; 3) Estudo de Impacto Ambiental da UHE Ferreira Gomes.

Sou consultor Ad hoc do CNPq desde 2009 (PQ2-Produtividade). A consultoria é de prazo indeterminado (até a vigência da bolsa) em avaliação de projetos de pesquisa em geral e que têm sido disponibilizados em Editais Nacionais.

Sou consultor externo de avalição de projetos de pesquisa de iniciação científica - bolsas PIBIC/IEPA/AP, desde 2017.

7.5.3 Avaliador de Periódicos – Ad hoc

Participei e participo como avaliador de artigos científicos de periódicos como: (2008–2010) Revista Pesquisa e Iniciação Científica CNPq/PIBIC/IEPA; (2010–2010) Ecological Modelling; (2010–Atual) Estação Científica Unifap; (2011–Atual) Ingeniare Revista Chilena de Ingeniería (En línea); (2012–Atual) Sustainablitity in Debate; (2012–Atual) Journal of Water Conservancy and Hydroelectric Engineering; (2012–Atual) Journal of Environmental Management; (2012–Atual) Veredas do Direito ;(2011–Atual) Biota Amazônia; (2014–Atual) Revista Brasileira de Recursos Hídricos; (2017–Atual) Ecological Engineering; (2015–Atual) Revista Acta Scientiarum. Education; (2018–2018) Hydrological Processes (on line); (2019–

Atual) International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation; (2004–Atual) Engenharia Sanitária e Ambiental (on line); (2019–Atual) Optics Express; (2019–Atual) Applied Optics; (2019–Atual) Freshwater Biology; (2020–2020) Climatic Change; (2020–Atual) Science of the Total Environment; (2022–Atual) Modeling Earth Systems and Environment; (2022–Atual) Land Use Police.

8. Exercício de Cargos na Administração Universitária, Colegiados e Chefia de Unidades

Ao longo desses 15 anos como docente da UNIFAP eu participo e participei de várias atividades e aqui destacarei algumas. No curso de Ciências Ambientais além de membro do colegiado do curso, fiz parte do Núcleo Docente Estruturante - NDE. O quadro de professores do NDE foi atualizado pela portaria 0094/2019. Fui fundador e Chefe do Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental - LQSMSA (Portaria 226/2013).

Fui pioneiro fundador do Curso de Pós-Graduação Rede Bionorte. Além disso, fui coordenador do curso no biênio entre agosto de 2022 a agosto de 2024 (Portaria Nº 1708/2022).

Atualmente, como representante do PPGBIO, faço parte do Conselho Departamental do Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde (Portarias 2370/2015 e 1578/2018). No curso de Graduação de Ciências Ambientais e de Engenharia Civil fui ou sou membro do NDE.

Pertenço atualmente como membro dos seguintes colegiados da Pós-graduação: PPGBIO, PPGCA, PPG-BIONORTE e PPG-PROFÁGUA.

Fiz parte da Comissão de Avaliação de Riscos à Saúde (Insalubridade) da UNIFAP.

Como pesquisador da UNIFAP fiz parte da Comissão de Ética para uso de animais (CEUA-EMBRAPA-AP).

Atualmente sou Conselheiro do CONSU eleito pelo voto direto dos meus pares. Além disso, faço parte da Câmara de Pesquisa e Pós-Graduação deste Conselho (CONSU).

Faço parte da Comissão Responsável pela Revisão do PPC do Curso de Engenharia Mecânica e estudo de viabilidade do Curso.

Sou responsável pela gestão e fiscalização financeira do Projeto de Pesquisa e Extensão - Tedplan 1 e 2.

Atualmente sou responsável e criador do Laboratório de Fenômenos de Transporte, Hidráulica e Saneamento Ambiental – LFTSAM do curso de Engenharia Civil.

Em 2009 fui designado, com outros membros, pela Portaria 571/2009, para compor a comissão de revisão da matriz curricular do curso de Ciências Ambientais da UNIFAP. No mesmo ano fui designado para compor a comissão de elaboração da resolução que trata da implantação do Programa de Estudante Convênio de Pós-Graduação PEC-G na UNIFAP (Portaria 1320/2009) e a comissão de Elaboração que trata da revalidação de diplomas de Pós-Graduação da UNIFAP (Portaria 1260/2009).

No ano de 2008 fui designado, com outros membros, pela Portaria 829/2008, para compor a comissão de Coordenação Pedagógica do curso Lato Senso de Gestão Pública.

9. Realização de Estágio de Pós-Doutorado nos EUA

Em 2016, após completar 7 anos de atividades na UNIFAP, solicitei afastamento para realizar o estágio pós-doutoral. Esse evento sem dúvidas foi uma das maiores conquistas para mim, pois o estágio foi realizado nos Estados Unidos, o que a princípio parecia impossível diante da burocracia que enfrentei e das idas e vindas para tomar uma decisão: em qual universidade/cidade fazer o estágio? O planejamento iniciou em 2015, a princípio um primeiro contato foi com a University of Washington, seguida pela Boston University e finalmente a University of Miami.

A parte burocrática durou alguns meses, do encaminhamento do pedido para o colegiado do curso de Ciências Ambientais até a publicação da portaria de afastamento. O trâmite interno do processo contou com muitas movimentações entre os setores (≈45 procedimentos administrativos até a data de publicação da Portaria).

Com a publicação da portaria pelo governo federal, em 13 de janeiro de 2016 (Portaria 0024/2016), iniciou a formalização nos setores da University of Miami - UM. Paralelo a isso, ainda seria necessário conseguir o visto na Embaixada Americana em Brasília. Enfim, tudo deu certo e viajei em agosto de 2016 com a minha família para Miami.

Agradeço ao amigo José Maria Cardoso da Silva que é docente na UM e foi o principal responsável para o meu ingresso no pós-doutorado na instituição e pelo caloroso acolhimento familiar. A University of Miami tem excelente estrutura e uma diversidade cultural e de cursos incríveis. Na época, até onde é de meu conhecimento, havia estudantes e professores do mundo todo, de origem de aproximadamente 120 países. É uma universidade cosmopolita e multi e interdisciplinar. Fui realizar o estágio no Department of Biology and Chemical sob supervisão do Prof. PhD. Leonel Sternberg. O Prof. Leonel me deu toda a orientação para a preparação do processo de estágio pós-doutoral e minha estadia na cidade.

Alguns meses antes da viagem eu e o Prof. Leonel havíamos discutido e construído uma proposta de projeto de pesquisa. Eu levei para os Estados Unidos parte dos meus dados coletados que fariam parte do trabalho sobre a qualidade da água em lagos costeiros do estado do Amapá. Todavia, encaminhei para a UM minhas amostras de água para a análise isotópica $^{2}H_2$ e $^{18}O_2$.

Na University of Miami (UM) fui recebido em um escritório exclusivo aos professores visitantes (pós-doutorado). Recebi orientações dos funcionários e tive um cartão de acesso aos setores, inclusive o de acesso livre à biblioteca. Tive a oportunidade de fazer contatos com vários professores e acadêmicos da graduação e pós-graduação, principalmente americanos e chineses.

Assisti diversas palestras (lectures) para aperfeiçoar a língua inglesa, e essa oportunidade foi importante, pois assim conseguia me familiarizar com a linguagem mais informal das palestras e com os temas de pesquisa que estavam sendo desenvolvidos nos vários cursos da universidade. As palestras ocorreram tanto na University of Miami (cursos de Geografia, Biologia, Ciência Política, Filosofia) quanto na University of Florida.

Eu coorientei uma acadêmica do curso de Geografia (TCC) onde fui avaliador de alguns projetos dos alunos concluintes do Department of Geography and Regional Studies – Capstone Student Presentation.

Eu desenvolvi minha pesquisa em análise isotópica estável para estimar fluxos evaporativos em lagos costeiros e tentei correlacioná-los com outros parâmetros da qualidade da água e físicos, como a localização, relação com as marés, distância do mar, conectividade dos lagos com outros corpos d´água (rios e canais etc.) (Publicação na Hydrological Processes) (Cunha e Sternberg, 2018).

Portanto, neste período realizei muitas leituras, trabalhei meus dados, escrevi artigos e relatórios e finalmente cumpri minha meta de publicar pelo menos um artigo científico de alto impacto sobre a temática. Mas, durante o período, acabei publicando o artigo no periódico internacional **Hydrological Processess, Frehswater Biology e Science of the Total Environment.** Estas publicações foram feitas em parceria com o meu supervisor do estágio e discentes de iniciação científica, mestrado e doutorado, que orientamos no PPG-BIO e graduação em Ciências Ambientais.

Os três artigos publicados neste período, ou decorrente dele, foram na ordem de prioridade:

Using stable isotopes ^{18}O and ^{2}H of lake water and biogeochemical analysis to identify factors affecting water quality in four estuarine Amazonian shallow lakes. Hydrological Processes, v. 32, p. 1188-1201, 2018. https://doi.org/10.1002/hyp.11462. Este artigo foi essencialmente focado em experimento de isótopos estáveis e sua aplicação em modelagem de quantificação de taxas de evaporação da água superficial em lagos costeiros estuarinos, os quais estavam hierarquizados em termos de distância e conectividade com o oceano Atlântico. Trabalho inédito na Amazônia, o qual me credenciou para convites de trabalhos com outros grupos de pesquisa (Projeto PPTEAM, CARBS 2.0, sendo este último ainda atual e em execução).

Hydrodynamics and seed dispersal in the lower Amazon. Freshwater Biology, v. 62, p. 1721-1729, 2017. https://doi.org/10.1111/fwb.12982. Este artigo foi provavelmente umas das primeiras experiências registradas na literatura integrando experimento, modelagem e simulação hidrodinâmica e de dispersão, de lançamento de sementes (carapas guyianenses – andiroba) em corpos naturais de água sob influência de maré em um rio do estuário amazônico (in situ). Os lançamentos de sementes eram monitorados e calculados os deslocamentos do centróide da pluma de sementes. Posteriormente, após calibração da velocidade, vazão e nível do escoamento no canal, estes dados serviam de parametrização para elaboração de modelos de dispersão de sementes (para três períodos hidrológicos sazonais – seco, transição e chuvoso). As simulações e sua posterior análise mostraram erros máximos da ordem de 14% entre os deslocamentos e dinâmica de deslocamento dos centros de massa das plumas (na maré enchente e na maré vazante). Isso significa que as simulações podem ser realizadas para estimar dispersão de sementes em áreas degradadas (em escoamentos de grandes rios), avaliando-se sua extensão, em especial para o gerenciamento e conservação de ecossistemas florestais ripários degradados.

The impact of channel capture on estuarine hydro-morphodynamics and water quality in the Amazon delta. Science of the Total Environment, v. 624, p. 887-899, 2018; https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.211. Este artigo foi provavelmente de maior impacto da literatura sobre o tema na Amazônia estuarina. Desenvolvemos um estudo basicamente experimental de grande esforço amostral, com a vertente da qualidade físico-química e microbiológica da água e, principalmente, o esforço da quantificação hidrodinâmica e alterações hidrogeomorfológicas da foz do Rio Araguari – AP. Estas mudanças foram tão intensas, em menos de duas décadas, que ocorreu a extinção do Fenômeno da Pororoca,

um ícone físico e cultural da Amazônia, e não só do Amapá. Avaliamos o quanto os parâmetros hidrodinâmicos e da qualidade da água estavam sendo alterados, muito provavelmente, de forma definitiva, pois o fenômeno da pororoca está extinto, sem possibilidade efetiva de recuperação. Este trabalho imprimiu na literatura o termo bastante citado que foi a "captura do Rio Araguari pelo Rio Amazonas". Como consequência, houve os seguintes destaques da pesquisa: desvio natural da conexão do Rio Araguari, antes para o Oceano, posteriormente às alterações geomorfológicas, para o Rio Amazonas; Mais do que 98% da redução da descarga líquida tinha sido perdida (até 2012) e desviada para o Baixo Rio Amazonas, impactando diversas comunidades do Bailique, Distrito de Macapá, Capital do estado do Amapá; redução do escoamento para o estuário parece ter acelerado processos de siltação na foz do Rio Araguari; mudanças severas da qualidade da água a jusante do Rio Araguari, porém ainda não afetando o trecho de montante deste rio; impacto socioambiental das comunidades ribeirinhas, mudanças da paisagem.

Mesmo com o encerramento do estágio, as atividades de pesquisa continuaram e até o momento estou interagindo com a UM na área ecossistemas aquáticos e em sustentabilidade ambiental. E esta parceria tem resultado em pesquisas e artigos publicados.

Realizei meu primeiro pós-doutorado na American World University (AWU) em parceria entre Estados Unidos e Brasil (sediada no Rio de Janeiro) quando ainda era pesquisador do IEPA, finalizado em dezembro de 2008. A temática de trabalho principal foi sobre modelagem hidrodinâmica e dispersão de poluentes em rios do estuário amazônico usando ferramentas de modelagem e simulação numérica do CFX-Ansys. Como produto, foram elaboradas uma série de simulações do escoamento hidrodinâmico no Rio Matapi, um rio estuarino onde está localizado o Distrito Industrial de Santana – AP (rio estudado desde o período da bolsa DCR/CNPq). Foram analisados diversos cenários de dispersão de poluentes, por exemplo, combustível, onde os efeitos de marés são relevantes e sua variação sazonal sob influência do Rio Amazonas e antrópica. Foi o 1º resultado de pesquisa envolvendo o CFX-Ansys no estado do Amapá.

10. Considerações Finais

É muito difícil elencar os fatos mais relevantes de uma carreira longa. É sempre um risco calculado tentar filtrar tais destaques porque, em algumas situações inusitadas, podem surgir contribuições e impactos significativos para a ciência e tecnologia regional. Isto é, o ambiente de trabalho acadêmico permite o surgimento de contribuições incríveis, que acabam gerando ganhos qualitativos inestimáveis para o setor, mesmo que esta resposta dure muito tempo e este processo seja muito lento. No entanto, resolvi resumir neste tópico as que considerei mais importantes como missão de professor-pesquisador na Amazônia na minha área de atuação em CT&I:

1) O papel de docente em uma Universidade Federal (IFES) tem sido uma das mais interessantes experiências, pela minha atuação científico-acadêmica, e que me permitiu participar de amplas atividades de ensino, pesquisa e extensão, em separado ou simultaneamente, a partir de minha atuação em diferentes projetos de pesquisa. Neste contexto, sinto que consegui atingir certa plenitude da profissão, desvendando o universo da educação e da CT&I na Amazônia, com ênfase no estado do Amapá. Complementarmente, ter trabalhado como pesquisador da área de Engenharia Ambiental no IEPA por 9 anos, me permitiu adquirir conhecimento básico sobre as demandas deste setor que normalmente eram advindas do poder executivo estadual (SEMA, CAESA, SETEC). Por exemplo, quando ainda trabalhava no IEPA, tive a oportunidade de ser o idealizador e fundador do Núcleo de Hidrometeorologia e Energias Renováveis (NHMET), um órgão vinculado à SETEC/IEPA de suma importância estratégica para o estado do Amapá. E atualmente tornou-se ainda mais importante (mudanças climáticas). Tal experiência me aproximou bastante da área de geociências, especialmente da meteorologia/ oceanografia. Ambas as áreas são fascinantes e apresentam muita afinidade com minha área de pesquisa nas engenharias (recursos hídricos ou engenharia costeira). E, portanto, tenho mantido atuantes grupos de pesquisa (em especial com a meteorologia da UFPA e mais recentemente com a oceanografia) os quais estão sempre me auxiliando em diferentes abordagens de temas multidisciplinares. Destaquei vários artigos científicos gerados a partir destas três áreas, fortalecendo parcerias antigas e novas, além de continuar integrando temas não diretamente vinculados à engenharia civil, sanitária e ambiental. Todavia, as áreas de hidrologia, hidrodinâmica, águas

pluviais, saneamento básico, saneamento ambiental, energias renováveis, têm sido muito importantes para a área de docência nas ciências ambientais, biodiversidade e de engenharia civil).

2) Formação de recursos humanos na Amazônia (ciências ambientais, interdisciplinar e engenharia civil): sempre acreditei na tese de que para desenvolver a Amazônia é preciso fazer como ocorre na Antártida, isto é, com a "Ciência à frente". Mas minha atuação no ensino de graduação, além de manter esta linha de trabalho original, a formação de recursos humanos vem ocorrendo desde a década de 1990, ainda no setor privado, de Pirassununga até a FAMAP, FAMA, PUC-MG etc, culminando na formação de discentes na UNIFAP. Daquele ponto de partida em diante tenho formado discentes em nível de graduação, incluindo uma discente da Engenharia Química quando ainda era professor substituto da UFSCar e pós-graduação, onde em um cálculo aproximado são cerca de 190 discentes ao longo da carreira. Isso tem sido relevante para o Amapá. Muitos dos meus discentes, que passaram pelas disciplinas em sala de aula até orientações concluídas, vários ocupam cargos elevados no município, no estado e na União: professores, pesquisadores, técnicos, consultores, diretores, vereadores, ministério público, analistas etc.

3) Produção Científica, publiquei até o presente momento 131 artigos em periódicos nacionais e internacionais, além de organização e autoria de livros (7), entre outras produções bibliográficas. Dentre os principais destaques, é possível citar as publicações em periódicos internacionais qualis A1/A2: Nature Geoscience (2013), Frontiers in Ecology and the Environment (2024), Freshwater Biology (2023, 2013), Nature Ecology and Evolution (2023), Land Use Policy (2021), Marine Pollution Bulletin (2021), Science of the Total Environment (2018), Hydrological Processes (2018); Limnology and Oceanography Letters (2017), Hydrology (2024), Climate (2024), Water (Suiça) (2021), PeerJ (2024), entre outras.

4) Extensão: o **Projeto Tedplan**, iniciado em 2018 e **Projeto Tedplan 2** iniciado em 2023 têm sido excelentes projetos para aproximar a técnica, a visão científica da pesquisa e a difusão de conhecimento científico e tecnológico e a participação social. Estes dois projetos têm como objetivo a implementação da política pública mais relevante do saneamento básico, isto é, o desenvolvimento e a produção dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB). Essas experiências têm sido incríveis e até o momento oportunizou um contato direto com a população urbana e rural de pelo menos 11 municípios do estado do Amapá

com menos de 50 mil habitantes. Nestes termos, conversamos e trabalhamos juntos e diretamente com os 11 municípios, principalmente prefeitos, vereadores, promotores públicos, secretários municipais, sociedade civil, setores de ONGs, autoridades em geral, organizações civis, entre outros. Em uma estimativa grosseira nosso público-alvo 11 municípios integram ≈ 145.000 pessoas diretamente beneficiadas nas fases Tedplan I e II. Isto é, representa a implantação da Política Municipal de Saneamento Básico de 11 municípios do estado: Amapá, Cutias, Itaubal, Mazagão, Laranjal do Jari, Vitória do Jari (Fase I) e Oiapoque, Calçoene, Ferreira Gomes, Pedra Branca do Amapari e Tartarugalzinho, e em fase de aprovação e adesão (Fase II) e Porto Grande (seria a Fase III, a partir de 2025 provavelmente). Essa experiência tem sido uma das mais enriquecedora de minha carreira acadêmica.

5) Experiência Profissional como Engenheiro Coordenador do Meio Físico nos Estudos de Impactos Ambientais das Usinas Hidrelétricas de Ferreira Gomes e Cachoeira Caldeirão no rio Araguari (Executados pela Empresa Ecotumucumaque, 2008 - 2010). Estas experiências e aprendizados obtidos nesta consultoria foram notáveis e motivadoras. Tanto que, até os dias atuais, resultados atualizados continuam sendo estudados, servindo de base de análises de estudos de impactos ambientais (orientações de mestrado e doutorado em andamento). Por exemplo, até a atualidade oriento discentes de pós-graduação que pesquisam potenciais efeitos de impactos ambientais decorrente da construção de hidrelétricas no Rio Araguari – Amapá. Estes estudos de caso têm sido muito importantes para a minha pesquisa e área de formação profissional atual. Mas não somente isso, foi decisivo para fundamentar várias disciplinas da área de ciências ambientais e engenharia ambiental. Portanto, apresentou reflexos significativos até hoje, tanto no ensino, quanto pesquisa e extensão, em especial em nível de pós-graduação.

6) Inauguração do "Museu Sacaca - MS", uma das experiências mais significativas de minha carreira. No início eu não achava que seria algo tão impactante do ponto de vista da popularização da ciência. Mas, atualmente, o MS é considerado um dos monumentos histórico-culturais, científicos, tecnológicos e extensionista mais visitados e admirados do povo amapaense (mesmo nível da Fortaleza de Macapá, Monumentos e Praças da Linha do Equador, Curiaú e Bioparque). Tem-se conhecimento de que visitantes de outros estados do Brasil e estrangeiros do mundo todo o tem visitado. O MS é hoje conhecido como um ícone cultural da Amazônia, um legado permanente que provavelmente permanecerá vivo na memória

do povo brasileiro. Apesar de só compreender a real importância do MS nos últimos anos, no presente momento compreendo a envergadura e a importância deste monumento para nossa história científica. E de fato, tem sido muito significativo fazer parte deste processo histórico. Desde o planejamento, o modelo conceitual (museografia) de sua construção e finalmente a inauguração, um dos meus últimos atos administrativos como Diretor-Presidente do IEPA em 2002. Quando visito o MS, seja com familiares, ou visitantes curiosos, eu o reconheço como um monumento icônico cultural e científico do povo amapaense.

7) Conhecer diferentes países, em suas distintas condições culturais e científicas serviram como potencialidades e oportunidades para eu estabelecer parcerias, realizar cursos, pós-doutorado, e trabalhos conjuntos atuais e futuros: EUA, Itália, Japão, Peru, Cuba, Chile.

8) Ser Bolsista Produtividade do PQ-CNPq na área de Engenharia Sanitária e Ambiental – Ciências Ambientais. Tenho mantido esta modalidade de bolsa desde 2009 - bolsista PQ-2/CNPq, sendo um privilégio e honra incrível receber esta honraria. Esta bolsa me manteve conectado com diversos outros projetos de pesquisa, avaliando-os como consultor *ad hoc* do CNPq, além de poder orientar e auxiliar discentes com o financiamento de pequeno porte de vários planos de IC, Mestrado e Doutorado na UNIFAP (taxa de bancada desde agosto de 2023).

9) Ter recebido várias honrarias e prêmios (honrarias, destaques, reconhecimentos etc.), desde o início da minha carreira, iniciado na menção de **distinção e louvor** na defesa de mestrado na EESC-USP, em 1993. Desde então, essas distinções têm feito parte de minha carreira, muito em função do esforço entre orientador e orientandos nas diversas áreas que orientei.

10) Oportunidades de ter Experiências internacionais em projetos de pesquisa: Trocas I e II (Biogeoquímica e Hidrodinâmica Estuarina do Baixo Rio Amazonas), PPTEAM (Paleonclimatologia, Hidrossedimentometria e Qualidade da Água na Bacia do Rio Amazonas), Pós-Doc na Universidade de Miami – EUA (Hidrologia e estudos de lagos utilizando isótopos estáveis), CARBS 2.0 (Ciclos do Carbono – Ênfase na Amazônia). Recentemente, faço parte como pesquisador colaborador de pelo menos mais três novos projetos de pesquisa aprovados pelo CNPq (ProAmazônia). Todos envolvem pesquisadores nacionais internacionais, provavelmente resultando em futuras pesquisas e recursos para apoiar o desenvolvimento e formação de novos discentes em áreas estratégicas para a Amazônia: os novos projetos

aprovados são os seguintes: ARMO (Foz do Rio Amazonas – Coordenação da UFPA), CAPESSA (Centro Avançado de Pesquisas Climáticas e Socioambientais para a Sustentabilidade da Amazônia – Coordenação da IFPA) e CAPACREAM (Centro de Pesquisa em Biodiversidade Amazônica), os quais deverão iniciar a partir de março de 2025.

11) Consultorias e Projetos de PD&I eventuais na área de hidrodinâmica, hidrossedimentos e qualidade da água (Eletronorte – Barragem de Tucuruí – Vazão Residual e Aproveitamento de Águas Residuais para geração Hidrocinética de Usina Hidrelétrica de Tucuruí-PA; Barragem de Rejeitos de Mina de Exploração Industrial de Ouro; Hidrodinâmica e Hidrologia Fluvial para Construção da Ponte no Rio Jari etc.).

12) Interação e convívio familiar na área de educação: todos os meus familiares (esposa e filhos) atualmente estão trabalhando e/ou estudando (ou realizando pesquisa) na UNIFAP. A esposa Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha (é Professora Titular nas Ciências Ambientais e também é Pesquisadora da Área de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Regional); minha filha Amanda Albuquerque Cunha está cursando o bacharelado em Arquitetura e Urbanismo e atualmente é Bolsista IC - CNPq com uma docente do curso de Geografia na área de interação entre áreas de proteção ambiental, como o Bioparque, e urbanização; meu filho Alexandre Albuquerque Cunha está cursando Licenciatura em História, e é também Bolsista IC – CNPq, pesquisando o tema na área de dinâmica socioambiental e conservação da Lagoa dos Índios, o uso e ocupação da terra em locais históricos e patrimônio imaterial oficialmente não reconhecidos – cultura quilombola, ribeirinha etc. Esse cenário familiar tem sido um privilégio e uma oportunidade de compartilharmos juntos distintos temas de ciências e experiências de diferentes áreas. Significa mais convívio familiar e mais compartilhamento de novos aprendizados e lições. Assim, agradeço a Deus todos os dias, e aos meus familiares, ter a oportunidade de sempre poder compartilhar estas experiências e visões nos nossos cotidianos diários. A família sempre foi o meu amparo principal na carreira, tanto a família Cunha quanto a família Albuquerque. Sem eles, o sucesso que eventualmente tenha tido não faria sentido ou até mesmo acontecido. Em especial tenho de reconhecer o apoio dos meus filhos Amanda e Alexandre e a sagrada e contínua ajuda de minha esposa nestes últimos 30 e poucos anos de convívio. Sempre lado a lado, desde a graduação, enfrentando todos os desafios que se apresentavam, às vezes, intransponíveis. Uma companheira e tanto. Obrigado Helenilza por ter sido esse amparo, meu conforto e

minha guia durante toda minha trajetória acadêmica. Foi tanta dedicação, amor e carinho, que nem sei se conseguiria agradecer, pois esse memorial foi construído à quatro mãos. Seria impossível finalizar sem o seu apoio magistral.

Referências Citadas no Memorial

FENÔMENOS DE TRANSPORTE

BIRD, R. B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. **Fenômenos de Transporte**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

CUNHA, A. C. **Modelação numérica da interface ar-água em processos de absorção e dessorção de gases em tanques cilíndricos**. Tese de Doutorado da Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP. 1998.

CUNHA, A. C. **Transferência de gases em sistemas líquidos altamente agitados induzidos por helices tipo turbina em tanques cilíndricos**. Dissertação de Mestrado da Escola de Engenharia de FSão Carlos – EESC/USP. 1993.

CUNHA, A.C.; CUNHA, H. F. A. *et al*; **Educação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego do Lazzarini**. Monografia do Curso de Especialização em Educação Ambiental pela Universidade de São Paulo, USP, Brasil.1997.

CUSSLER, E. L. **Diffusion**: mass transfer in fluid systems. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P. **Fundamentos de Transferência de Calor e Massa**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

WELTY, J. R.; WICKS, C. E.; WILSON, R. E. **Fundamentos de Transferência de Momentum, Calor e Massa**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

CÁLCULO DE REATORES

FROMENT, G. F.; BISCHOFF, K. B. **Chemical Reactor Analysis and Design**. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2010.

LEVENSPIEL, O. **Engenharia das Reações Químicas**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

SCHMIDT, L. D. **The engineering of Chemical Reactions**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2005.

TERMODINÂMICA

CALLEN, H. B. **Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics**. 2. ed. New York: Wiley, 1985.

SANDLER, S. I. **Chemical, Biochemical, and Engineering Thermodynamics**. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2006.

SMITH, J. M.; VAN NESS, H. C.; ABBOTT, M. M. **Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS

AUSTIN, G. T. **Shreve's Chemical Process Industries**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1984.

COULSON, J. M.; RICHARDSON, J. F. **Chemical Engineering**. Vol. 6: chemical engineering design. 4. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1999.

FOUST, A. S. *et al*. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1982.

HOLLEMAN, A. F.; WIEGEL, E. **Fundamentos da Química Industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

PERRY, R. H.; GREEN, D. W. **Perry's Chemical Engineers' Handbook**. 8. ed. New York: McGraw-Hill, 2008.

SHREVE, R. N.; BRINK JR., J. A. **Indústrias de Processos Químicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

REFERÊNCIAS RELEVANTES CITADAS EM TRABALHOS DE PÓS-GRADUAÇÃO

ABRANTES, A. O.; PONTES, L. A.; SILVA, M. M. Importância, Influência e Evolução da Utilização da Bentonita em Fluidos de Perfuração de Poços de Petróleo. **Anais** do Congresso de Engenharia de Petróleo, 123-134. 2022.

BARROSO, L. C.; BARROSO, M. M. A.; CAMPOS FILHO, F. F.; CARVALHO, M. L. B.; MAIA, M. L. **Cálculo Numérico** (com aplicações). 2. ed. Belo Horizonte: ABRAS LTDA, 1987.

BENNETT, C. O.; MYERS, J. E. **Fenômenos de Transporte**. São Paulo: McGraw-Hill, 1978.

CARNAHAN, B.; LUTHER, H. A.; WILKS, J. O. **Applied numerical methods**. 2. ed. New York: John Wiley and Sons, 1969.

CUNHA, A. C.; BARBOSA Jr., A. R.; SCHULZ, H. E. Absorção e Dessorção de Gases em Corpos de Água com Aplicação à Engenharia Ambiental. In: **Anais** do XVI Congresso Latinoamericano de Hidráulica - AIIH, Santiago. v. 6. 1994.

CUNHA, A. C.; SCHULZ, H. E.; BARBOSA Jr., A. R.; MOMESSO, A. Absorção de Oxigênio e Dessorção de Gases Orgânicos pela Água. In: **Annals** VI Brasilian Congress of Engineering and Thermal Sciences and Latin American Congress of Heat and Mass Transfer - ENCIT, 1996, Florianópolis - SC.

FLETCHER, C. A. J. **Computational techniques for fluid dynamics 1**: fundamental and general techniques. 2. ed. Sidney: Springer-Verlag, 1988.

FLETCHER, C. A. J. **Computational techniques for fluid dynamics 2**: fundamental and general techniques. 2. ed. Sidney: Springer-Verlag, 1988.

FOX, R. W.; McDONALD, A. T.; PRITCHARD, P. J. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

FRANKS, R. G. E. **Modeling and simulation in chemical engineering**. 2. ed. New York: Wiley-Interscience, 1988.

McCRACKEN, D. D.; SALMAN, W. I. **Computing for engineers and scientists with FORTRAN 77**. New York: John Wiley and Sons, 1988.

NYHOFF, L.; LEESTMA, S. **FORTRAN 77 for engineers and scientists**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1988.

OLIVEIRA, J. *et al.* Desenvolvimento de Fluidos Aquosos com Bentonita para Perfuração de Poços de Petróleo Onshore. **Cerâmica**, 67(338), 123-135. 2021.

RANADE, V. V. An efficient computational model for simulating flow in stirred vessels: a case study of Rushton Turbine. **Chemical Engineering Science**, v 52, n. 24, p 4473-4484. 1997b.

RANADE, V. V.; JOSHI, J. B. Flow generated by pithed blades turbines – I Experimental. **Chemical Engineering Communications**. V. 81, p-197-224. 1989a.

RANADE, V. V.; JOSHI, J. B. Flow generated by pithed blades turbines – II Simulation using model k-ε. **Chemical Engineering Communications**. V. 81, p-225-248. 1989b.

RANADE, V. V. **Improve reactors via CFD. Chemical Engineering**. The McGraw Hill Companies, p-96-102. 1996a.

SCHULZ, H. E.; CUNHA, A. C.; MOMESSO, A.; SCHULZ, S. A. G. Verification of Mass Boundary Layer Formulation for Interfacial Mass Tranfer. **Annals** Third International Symposium on Air-Water Gas Transfer, Heidelberg - Alemanha, v. 1, p. 1-10, 1995.

SHIOZER, D. **Mecânica dos Fluidos**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

SILVA, M. *et al*. Utilização de Argila Bentonita em Fluidos de Perfuração de Petróleo. **Revista de Tecnologia de Fluidos**, 11(2), 45-58. 2023.

SISSOM, L. E.; PITTS, D. R. **Fenômenos de transporte**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

WARD, N. D.; KEIL, R. G.; MEDEIROS, P. M.; BRITO, D. C.; CUNHA, A. C.; DITTMAR, T.; YAGER, P. L.; KRUSCHE, A. V.; RICHEY, J. E. Degradation of terrestrially derived macromolecules in the Amazon River. **Nature Geoscience**, v. 6, p. 530-533, 2013.

WARD, N. D.; SAWAKUCHI, H. O.; NEU, V.; LESS, D. F. S.; VALERIO, A. M.; CUNHA, A. C.; KAMPEL, M.; BIANCHI, T. S.; KRUSCHE, A. V.; RICHEY, J. E.; KEIL, R. G. Velocity-amplified microbial respiration rates in the lower Amazon River. **Limnology and Oceanography Letters**, v. 1, p. 1, 2018.