

A COPPE observada a meia distância

Jerson Kelman

O início

Meu pai ficou decepcionado quando anunciei que havia decidido ser programador de computadores da COPPE. A alternativa seria um estágio sofisticado no extinto Banco Halles que possivelmente me catapultaria para uma vistosa posição executiva. Atraente, sem dúvida, mas eu estava interessado no desafio que o professor Rui Carlos Vieira da Silva havia me proposto: programar em Fortran rotinas para cálculo de escoamento a superfície livre, utilizadas para modelar o comportamento de rios e canais. Não me recordo como o professor Rui chegou a mim. Talvez tenha sido porque na época eram poucos os que sabiam desenvolver programas em Fortran para o computador IBM 1130, com 8K de memória. Ainda hoje sou muito agradecido a ele, não apenas pelo convite inicial, mas também pelo apoio que sempre me deu ao longo de décadas de permanência na COPPE.

Havia três razões para aceitar com entusiasmo o convite do professor Rui. Primeira, no ano anterior havia me apaixonado pela mecânica dos fluidos, graças às aulas do professor Jaurès Feghali, da Escola de Engenharia. Segunda, a tarefa combinava bem com o que estava voluntariamente estudando para melhor atuar como monitor da disciplina "cálculo numérico", ensinada para alunos do segundo ano pelo professor Raymundo de Oliveira. Terceira, a COPPE pagava bem.

Juntando o meu salário com o de professora primária da Celeste (na época, também aluna de Psicologia da UFRJ) foi possível casarmos. O ano era 1970. Eu estava no quarto ano da Escola de Engenharia da UFRJ e tinha 22 anos. Dois filhos, cinco netos e 43 anos depois, continuamos unidos e compartilhamos, dentre muitas outras coisas, a afiliação à UFRJ. Eu na COPPE e ela na Faculdade de Educação.

A COPPE ainda estava na infância. Mas graças à iniciativa e excepcional competência do professor Alberto Luiz Coimbra, já se percebia que seria um dos principais centros de pós graduação do país, comparável às melhores universidades do mundo. Isso também me atraía. O professor Coimbra era o nosso líder maior. Vejo-o como um empreendedor determinado que, com sacrifício pessoal, venceu enormes obstáculos, particularmente os burocráticos, para a criação e o desenvolvimento bem sucedido da COPPE.

Durante esses primeiros anos, usei uma sala vizinha à ocupada pelo professor Fernando Lobo Carneiro, então coordenador do Programa de Engenharia Civil. Foi uma sorte porque muito aprendi com ele, pela força do exemplo, apesar de nunca ter sido seu aluno.

São duas as equações diferenciais que conjuntamente descrevem o a variação no tempo e espaço do escoamento em rios e canais. Uma baseada na equação da continuidade e outra na equação da conservação da quantidade de movimento (segunda lei de Newton). São conhecidas como "equações de Saint-Venant" em honra ao engenheiro francês que primeiro que as derivou, em 1871. As equações são elegantes, mas de difícil utilização na vida real porque assumem que o escoamento seja unidimensional, quando de fato é tridimensional, porque utilizam parâmetros que dependem de algumas características físicas - geometria e rugosidade de cada

seção transversal, por exemplo - que podem ser até conhecidas no caso de canais, mas não no caso de rios, e porque as equações não admitem solução analítica, sendo necessário recorrer a métodos numéricos.

Para condições muito especiais, as equações de Saint-Venant podem ser simplificadas, resultando em algumas equações frequentemente encontradas em manuais práticos, como é o caso do "escoamento uniforme", em que é possível estabelecer uma relação biunívoca entre profundidade e velocidade. Porém, esse caso particular só é aplicável quando a vazão de entrada na seção de montante não varia com o tempo, todas as seções transversais têm idêntica geometria, o canal é longo e retilíneo, a declividade de fundo é pequena e constante, e não há fluxos laterais ao longo do percurso. Nessas condições, repito muito especiais, a linha d'água fica paralela ao fundo do canal. Porém, mesmo quando as condições não são perfeitamente satisfeitas, é comum utilizar o conceito de escoamento uniforme para dimensionar canais ou prever as características do escoamento. Nesses casos dá-se a resposta exata para o problema aproximado, o que não necessariamente é mal.

O problema surge quando as condições reais divergem significativamente das hipóteses subjacentes ao escoamento uniforme e, ainda assim, alguém teima em utilizar equações não adequadas para as circunstâncias. Lembro-me que muitos anos depois de ter dado os primeiros passos no assunto, quando era diretor técnico da SERLA, fiquei estupefato ao constatar que milhares de metros cúbicos haviam inutilmente sido escavados do fundo de um rio bem perto do desemboque na Baía de Guanabara porque o tosco projetista havia suposto que o aumento da declividade do fundo resultaria em maior velocidade de escoamento, ignorando o efeito da condição de fronteira de jusante, causada pela indomável maré.

Passei de programador a aluno da COPPE em 1972, logo depois da graduação em engenharia civil, especialização em hidráulica. Desenvolvi uma tese de mestrado baseada numa solução aproximada para as equações de Saint-Venant, que resultou em minha primeira publicação técnica, em coautoria com o meu orientador, o professor Rafael Quimpo¹. Em 1973, pouco depois de concluir o mestrado, consegui uma bolsa do CNPq para fazer o doutorado em hidrologia e recursos hídricos em Colorado State University. Além de querer aprofundar os estudos, tinha ânsia de escapar do ambiente opressor da época, orquestrado pelos ditames e abusos da ditadura.

Nos EUA dediquei-me à modelagem estocástica de fenômenos hidrológicos. Num rápido retorno ao Brasil, em 1974, para o nascimento do Rafael, meu segundo filho (hoje M.Sc. e D.Sc. pela COPPE), dei o meu primeiro curso sobre modelagem numérica em hidráulica. Os alunos tinham que simular matematicamente, em duas dimensões, qual seria o escoamento da Lagoa Rodrigo de Freitas para três alternativas de localização de um conjunto de bombas que à época se imaginava como solução para a renovação das águas e término da mortandade de peixes. Um dos alunos era o Paulo Canedo, depois professor da COPPE e amigo da vida inteira.

¹ Considerações Sobre a Solução Linearizada das Equações de Saint-Venant com Influxo Lateral . In: VI Congresso Latino Americano de Hidráulica. Colômbia: IAHR, 1974. 12 p.

A COPPE e o Setor Elétrico

Quando voltei em definitivo em 1976, após obter o título de Ph.D., o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica - Cepel, que havia sido recém criado na Ilha do Fundão, atraía recém doutores para o desenvolvimento de pesquisas de interesse do Setor Elétrico. Tratava-se de uma oportunidade excepcional que decidi não desperdiçar. No Cepel tive a felicidade de trabalhar com um conjunto de pesquisadores altamente capacitados. Desenvolvemos um conjunto de modelos matemáticos e sistemas computacionais, muitos dos quais estão em uso ainda hoje. Coube-me cuidar principalmente, mas não exclusivamente, da modelagem hidrológica. Concentrei-me no estudo estocástico das vazões afluentes às usinas hidroelétricas. Para o planejamento e operação do sistema interligado nacional, o relevante era produzir séries sintéticas de vazões médias que poderiam afluir aos aproveitamentos hidroelétricos, dotadas das mesmas propriedades estatísticas da série histórica². Para o dimensionamento de vertedores, o relevante era caracterizar probabilisticamente as vazões máximas anuais³. Orientei diversas teses de mestrado e algumas de doutorado⁴ sobre ambos temas e escrevi artigos técnicos, quase sempre em parceria com os alunos. Anos mais tarde resolvi disponibilizar esse material num site da internet⁵.

A caracterização probabilística das vazões máximas é o tema de meu primeiro livro⁶, escrito em 1987 nas viagens de trem entre minha casa e o escritório da Pacific Gas and Electricity - PG&E, onde passava um ano sabático. Durante esse ano, desenvolvi juntamente com o professor Jerry Stedinger, da Universidade de Cornell, que também passava uma temporada na PG&E, um novo algoritmo para otimização da operação de reservatórios⁷.

Durante os anos em que fui pesquisador do Cepel, atuei também como professor da COPPE. No início desse período, ainda em 1977, nós - professores da COPPE-UFRJ, CEHPAR-UFPR, IPH-UFRS e CTH-USP - sentíamos embaraço porque só nos encontrávamos em eventos técnicos organizados no exterior para discussão de temas relevantes nos EUA ou na Europa. Por isso decidimos fundar a Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, num evento realizado no Bloco A do Centro de Tecnologia. Nosso objetivo era publicar uma revista técnica e organizar um simpósio a cada dois anos. Passados 36 anos, a ABRH corresponde fielmente às expectativas

² Modelos Estocásticos no Gerenciamento dos Recursos Hídricos . In: Flávio Terra Barth. Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos. São Paulo, 1987, p. 325-424

³ Statistical Approach to Floods . In: UMPHREY, Ian B. Macneill And Gary J. (Org.). Advances in the Statistical Sciences - Stochastic Hydrology. Londres, 1987, v. IV, p. 193-225.

⁴ Hidrologia Estocástica e Operação de Reservatórios, Ailton de Mesquita Vieira, 1997; Geração de Padrões Sintéticos de Flutuações Temporais e Espaciais das Precipitações Durante Tempestades, Fernanda da Serra Costa, 1996; Modelagem Analítica da Operação Cronológica de Reservatórios no Despacho Probabilístico de Geração, Maria Elvira Pinheiro Maceira, 1994; Condições de Controlabilidade de Sistemas de Reservatórios para Controle de Cheias e seu Uso na Operação de Sistemas com Múltiplos Usos, Jorge Machado Damázio, 1988.

⁵ www.kelman.com.br

⁶ Cheias e Aproveitamentos Hidrelétricos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH; Revista Brasileira de Engenharia - RBE, 1987. 175 p.

⁷ Kelman, J.; Stedinger, J. R.; Cooper, I. A.; Hsu, Y. Sampling Stochastic Dynamic Programming Applied to Reservoir Operation. In: Water Resources Research, v. 26, n. 3, p. 447-454, March, 1990.

dos fundadores e continua contribuindo para o avanço do conhecimento sob a liderança de uma diretoria formada por pesquisadores mais jovens, um deles o Rafael.

Horário integral e dedicação exclusiva: ainda são necessários?

Como docente da COPPE lecionei probabilidade e estatística, modelagem hidrológica e otimização. A despeito de ser um dos raros professores em tempo parcial (20 horas), eu era muito procurado para orientação de teses, tanto de mestrado quanto de doutorado. Não atribuo esse fenômeno às minhas qualidades, nem tampouco a meus defeitos, e sim à conexão Cepel. Explico melhor: devido à inserção do Cepel no Setor Elétrico, os temas de tese por mim propostos tinham maior probabilidade de aplicação no mundo real. Por essa razão orientei a pesquisa de muitos profissionais notáveis, que deram e dão significativas contribuições ao Setor.

Horário integral e dedicação exclusiva sempre foram "cláusulas quase pétreas" na COPPE. Digo "quase" porque ocorreram algumas exceções (eu próprio!). Em meus primeiros anos na COPPE, antes de me juntar ao Cepel, entendia que sem 40 horas e dedicação exclusiva seria impossível desenvolver a pesquisa de alta qualidade, que veio a ser marca registrada da COPPE. Derivava essa convicção do que havia observado como aluno de Escola de Engenharia da UFRJ, sucessora da famosa Escola Politécnica da Universidade do Brasil. Lá muito aprendi com notáveis engenheiros, capazes de conceber, projetar e executar importantes obras, mas pouco familiarizados com a pesquisa científica e tecnológica. A principal preocupação da maioria deles era ensinar "como fazer". Pouca atenção era dada a questões como "por que fazer assim?" ou "como fazer melhor?". Eram profissionais bem sucedidos que destinavam algumas horas por semana ao ensino pelo gosto da atividade e/ou pelo prestígio associado à docência.

Não há dúvida que a receita da COPPE - horário integral e dedicação exclusiva - deu muito certo. Porém, passados 50 anos, e em sintonia com o espírito investigativo, convém avaliar se seria possível fazer melhor. Minha experiência de ter sido simultaneamente pesquisador do Cepel e professor da COPPE indica que há benefício em permitir que alguns docentes possam manter um pé na academia e outro na indústria: ajuda a melhor sintonizar a pesquisa da COPPE com as necessidades do mundo real. Porém, o segundo pé deve se apoiar em atividade voltada para a inovação científica ou tecnológica, realizada numa entidade "tecnicamente atraente", pública ou privada. Melhor ainda se essa entidade for também "geograficamente atraente", como é o caso do Cepel, do Cenpes e dos novos institutos de pesquisa que estão se instalando na Cidade Universitária.

Tratei de um tema correlato num recente discurso que fiz em comemoração aos quinze anos da Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel, da qual fui o segundo diretor-geral, no período de 2005 a 2008. Disse aos meus antigos comandados que tendo passado da condição regulador para a de regulado, primeiro como presidente da Light no período 2010-2012, e mais recentemente como interventor da Enersul, havia adquirido outra perspectiva de como deveria ser exercida a regulação. Como quase todos especialistas em regulação entram ainda jovens na Agência, depois de passar por difícil concurso, e não têm experiência de trabalho no setor regulado, recomendei que lhes fosse permitido passar um ano sabático em alguma empresa do setor elétrico, para que pudessem observar o panorama visto "do outro lado da ponte". Analogamente, na COPPE muitos docentes também entram na atividade acadêmica sem terem tido a oportunidade de atuar em alguma empresa carente de tecnologia, pública ou privada.

Mutatis mutandis, os docentes da COPPE deveriam ser incentivados a passar o ano sabático não apenas em universidades renomadas, mas também em empresas igualmente renomadas.

A COPPE e a contenção de enchentes

No início dos anos 90, o professor Paulo Canedo foi convocado pelo recém eleito governador Brizola para implementar um ambicioso projeto de combate às inundações na Baixada Fluminense com financiamento do Banco Mundial, o Programa Reconstrução Rio. Canedo foi nomeado vice-presidente (posteriormente presidente) da SERLA e eu diretor técnico. Foram cinco anos de intensa atividade em que muito aprendemos em termos de administração pública, gestão de projetos e trato com comunidades carentes. Entre os muitos episódios que poderia contar, menciono a resistência da comunidade de Nilópolis à construção do reservatório de contenção de enchentes no campo de provas do Exército localizado em Gericinó, à montante de Nilópolis. Nas reuniões que mantínhamos com a comunidade, fomos acusados de gastar dinheiro inutilmente numa área desabitada, invés de fazer obras onde as pessoas moravam. Foi preciso esperar a primeira grande chuva para que a população, surpreendida pelo não extravasamento do rio graças à retenção do excesso de água na barragem recém concluída, concluísse que estávamos certos.

Fatos como esse mostram a importância de uma visão integrada da bacia hidrográfica na formulação de soluções para o problema das enchentes⁸, que se tornou a marca registrada da atuação do Laboratório de Hidrologia da COPPE, criado e liderado pelo professor Canedo. Desde então o Laboratório tem contribuído para a realização de planos de longo prazo, que têm sido objeto da discussão em encontros técnicos⁹ e de diversas teses.

A COPPE e o gerenciamento de recursos hídricos

Graças ao Programa Reconstrução Rio, eu comecei a atuar como consultor do Banco Mundial em apoio a um bem sucedido programa de gerenciamento de recursos hídricos no Ceará, conduzido pelo governador Tasso Jereissati. No início de 1999 a ideia era disseminar o bom exemplo pelos dez estados do Nordeste. A estratégia era atrelar um programa de capacitação institucional a um plano de obras para construção dos canais e adutoras capazes de conduzir a água armazenada nos açudes para as cidades.

Um dia, o presidente Fernando Henrique Cardoso chamou o diretor do Banco Mundial no Brasil, para uma conversa sobre o tema “recursos hídricos”. Em decorrência dessa conversa, fui chamado pelo Banco para compor uma equipe encarregada de compilar a experiência internacional e de sugerir como organizar esse setor no Brasil. Dessa iniciativa nasceu a Agência Nacional de Águas - ANA, cuja lei de criação foi aprovada em julho de 2000. Poucos dias depois, estava dando aula na COPPE quando recebi no celular um chamado do presidente FHC, que

⁸ Macrodrenagem no Programa Reconstrução-Rio . In: FLORÊNCIO, J.; PORTO, H. R. & JUNIOR, O. A. dos Santos. (Org.). Saneamento Ambiental na Baixada: Cidadania e Gestão Democrática. Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional, 1995 e Macro Drainage of the Reconstruction - Rio de Janeiro Program. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). Urban Drainage in Specific Climates: Humid Tropics. Paris , 2001, v. I, p. 195-199.

⁹ A Universidade vai a Jacarepaguá e à Baixada. In: ROSA, Luiz Pinguelli; LACERDA, Willy Alvarenga. (Org.). Tormentas Cariocas: Seminário Prevenção e Controle dos Efeitos dos Temporais no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1997, p. 60-64.

confirmava o convite para eu dirigir a nova agência. Mencionei o que fazia no momento e o Presidente disse que sentia saudade do tempo em que também podia dar aulas.

Nos anos de presidente da ANA, e na sequência de diretor geral da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, por convite da então ministra Dilma Rousseff, quase não dei aulas. Simplesmente não era prático morar em Brasília e dar aula no COPPE.

Embora tenha ficado afastado da COPPE durante hiato de tempo, o desafio de instalar e fazer funcionar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SNGRH foi tema de novas teses e de um grande número de artigos e capítulos em livros. Sob o ponto de vista acadêmico, as questões mais interessantes associadas à implementação do SNGRH dizem respeito à alocação de água em situação de carência¹⁰, precificação da água bruta¹¹ e outorga do direito de uso da água¹².

De igual maneira, as questões associadas à regulação do Setor Elétrico deram origem a uma profícua atividade investigativa e acadêmica, descritas no livro que escrevi ao sair da ANEEL¹³.

O futuro

Daqui a cinco anos, quando completar 70 anos, serei compelido a me aposentar da COPPE. Antevejo que vou sair estrebuchando de raiva. Aliás, como os "mais antigos" vivem cada vez mais e com razoável equilíbrio mental, entendo que seria razoável adiar a expulsória para mais tarde, talvez para os 75 anos. Mas isso já é advogar em causa própria...

Já livre dos compromissos com a administração pública que me afastaram da COPPE ao longo de diversos períodos de minha trajetória profissional, pretendo nos próximos anos me dedicar integralmente à instituição, abandonando a posição de observador a meia distância. Tenho a convicção de que daqui a cinco anos terei interesse em continuar lecionando e pesquisando porque a vida é impulsionada pela busca de melhor compreender e melhor fazer e porque daqui a cinco anos, assim como daqui a cinquenta anos, a COPPE será no mínimo capaz de conservar a excelência acadêmica já alcançada. Provavelmente será capaz de avançar ainda mais.

¹⁰ Kelman, J. & Kelman, R. Water Allocation for Economic Production in a Semi-arid Region. *Water Resources Development*, v. 18, n. 3, p. 391-407, 2002.

¹¹ Kelman, J. & Ramos, M. Custo, valor e preço da água utilizada na agricultura. *REGA – Revista de Gestão de Água da América Latina*, vol. 2, n. 2, jul./dez. 2005.

¹² Gerenciamento de Recursos Hídricos: Parte I: Outorga. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória, 1997.

¹³ Desafios do Regulador. Synergia Editora e Centro de Estudos Econômicos do Setor Elétrico, 2009, 291p.

KELMAN, J. **A Coppe observada a meia distância** In: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto Alberto Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia. Coppe – UFRJ 50 anos, São Paulo: Blucher, 2015.