

CARTA DE SÃO PAULO

Recursos hídricos no Sudeste: segurança, soluções, impactos e riscos

Sob os auspícios da Academia Brasileira de Ciências e da Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 15 cientistas brasileiros de várias áreas - engenharia, ecologia, biologia aquática, climatologia, hidrologia e mudanças climáticas - especializados em recursos hídricos, reuniram-se nos dias 20 e 21 de novembro de 2014.

O encontro realizou-se no Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e focalizou a apresentação de informações científicas, a análise de bases de dados e a discussão de soluções e alternativas para a crise hídrica no Sudeste do Brasil, além de considerar outros aspectos de relevância para a conservação e uso sustentável dos recursos hídricos como, por exemplo, sua biodiversidade, governança e a relevância dos serviços ambientais prestados pelos ecossistemas. O debate, bastante aprofundado, originou diversas constatações e recomendações.

Constatou-se que:

- **Há uma ameaça real à segurança hídrica no Sudeste**

São fortíssimos os indícios de que há uma mudança climática em curso, evidenciada pelas análises de séries históricas de dados climáticos e hidrológicos e projeções de modelos climáticos, com consequências na reservação de água e em todo o planejamento da gestão dos recursos hídricos. Estas mudanças climáticas não são apenas pontuais. Há indicações e fatos que apontam para sua possível continuidade, configurando uma ameaça à segurança hídrica da população da região Sudeste, especialmente da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), do interior de Minas Gerais e do Estado do Rio de Janeiro, de modo que todos devem estar preparados para eventos climáticos, cada vez mais extremos.

Os dados apresentados mostram que os sistemas produtores de água - principalmente na Região da Macrometrópole Paulista - não dispõem de capacidade suficiente para garantir as vazões necessárias ao atendimento da demanda atual e projetada, em especial de abastecimento público. Os sistemas de abastecimento foram projetados para dar garantia de 95% no suprimento de água. Esta garantia mostrou-se frágil face à severidade dos recentes eventos extremos de seca, indicando a necessidade de melhoria da segurança hídrica, especialmente em face de situações climáticas desfavoráveis.

Em médio e longo prazo esta situação se complica ainda mais, uma vez que as demandas tendem ainda a crescer. É evidente a necessidade de obras para aumentar a capacidade de reservação e distribuição dos sistemas, obras estas que levarão um tempo considerável para serem concluídas.

Este risco aumentado de escassez hídrica já está afetando a saúde pública, as economias local e regional, a produção de energia e de alimentos, a segurança coletiva das populações urbanas e rurais, ampliando de modo significativo a vulnerabilidade destas populações, os conflitos pelo uso da água e, portanto, o risco socioeconômico. Os impactos já identificados na produção de alimentos podem ter reflexo direto na economia brasileira, e é fundamental que haja uma reflexão sobre a mudança do modelo produtivo. Existem opções de produção de alimentos mais equilibradas e com importante economia de água, diminuindo a deficiência hídrica e reduzindo as perdas na agricultura por seca.

- **Ar, água e solo poluídos comprometem os usos múltiplos dos recursos hídricos**

A crise hídrica, influenciada pelas alterações climáticas e hidrológicas, é agravada pelas mudanças no uso do solo, pela urbanização intensa, pelo desmatamento em regiões de mananciais e, principalmente, pela falta de saneamento básico e tratamento de esgotos, aumentando a vulnerabilidade da biota terrestre e aquática e das populações humanas.

A poluição das bacias hídricas é outro fator que agrava a escassez de água disponível nas cidades e acarreta problemas de saúde pública, com aumento de doenças diretamente relacionadas com a qualidade

da água (doenças diarreicas agudas, parasitoses, doenças transmitidas por vetores aquáticos, doenças virais, doenças relacionadas a contaminantes químicos, tais como metais pesados, pesticidas, dioxinas).

O excesso de poluição impede a utilização da água e suas causas são relativamente bem conhecidas pelos gestores e pelas organizações que controlam e monitoram a qualidade da água, do ar e do solo. Em essência, temos limitada quantidade de água devido ao pouco cuidado com a qualidade.

Esta crise não afeta somente as populações humanas. Ela atinge os serviços dos ecossistemas, a biodiversidade aquática e compromete a sustentabilidade de rios, represas, lagos, áreas alagadas e águas subterrâneas, seja pela escassez de água ou pelo excesso de poluição. Episódios de infestações com espécies exóticas e aumento de toxicidade nos ecossistemas aquáticos, com comprometimento dos usos múltiplos dos recursos hídricos e consequente aumento de riscos à saúde pública têm sido recorrentes na RMSP, nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Constatou-se também que, a menos que ocorram no mínimo 25% acima da média de chuvas previstas para este verão, a atual escassez não será minorada. Esta constatação torna-se mais expressiva quando se constata que as obras necessárias para aumentar a capacidade de reserva dependem de um longo tempo para serem implementadas, não constituindo, portanto, uma solução emergencial para a atual crise. Assim, recomendamos às autoridades municipais, estaduais e federais as seguintes ações:

- **Modificações imediatas no sistema de governança de recursos hídricos**

Temos um sistema fragmentado, em que muito se discute sobre "quem manda" no uso dos recursos hídricos e pouco se decide sobre o que fazer, muito menos sobre quem tem a responsabilidade de realizar o que quer que tenha sido decidido. O resultado é muita discussão e pouca ação. Quando todos são responsáveis, ninguém é responsável. Portanto, há necessidade de modificações abrangentes no sistema de governança dos recursos hídricos, uma vez que esta gestão não evoluiu satisfatoriamente para enfrentar a crise hídrica de forma interdisciplinar e sistêmica, bem como para assegurar o adequado controle quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos, de forma integrada e indissociável.

Para enfrentar o principal problema, que é o abastecimento público, é absolutamente necessário e imprescindível modernizar e dinamizar os sistemas de gestão, evoluindo para o que tem sido denominado mais modernamente de governança da água para designar o conjunto de ações e níveis capaz de lidar com toda a complexidade e especificidades que requer o controle, proteção e uso sustentável dos recursos hídricos. Essa modernização deve garantir condições para a articulação e visão sistêmica de todos os órgãos responsáveis pela gestão, a compatibilização da demanda com a disponibilidade hídrica existente, possibilitando a solução de conflitos, estabelecendo mecanismos para resolver conflitos de uso (inclusive concessões e outorgas existentes), garantindo a proteção dos mananciais. Enfim, é fundamental criar estrutura para lidar com situações de emergência, dada a vulnerabilidade crescente das populações humanas e dos ecossistemas.

As alterações devem ser implantadas de forma a promover mudança da gestão setorial, de resposta e em nível local, para uma gestão preditiva, integrada e em nível de ecossistema (bacia hidrográfica), levando em conta os processos ecológicos, econômicos e sociais. A água deve ser reconhecida e gerenciada como bem social, de domínio público, devendo ser assegurado a todos, indistintamente, o acesso equitativo aos recursos hídricos, com segurança e qualidade.

Como se faz nos países avançados - Austrália e Oeste norte americano, por exemplo -, é preciso utilizar mecanismos econômicos para que, numa situação de crise, a água seja destinada prioritariamente para consumo humano (como determina a Lei 9433/97), com a devida compensação financeira para os setores da economia que, temporariamente, fiquem sem acesso pleno aos corpos hídricos (irrigação, por exemplo).

- **Implementação de planos de contingência**

Dada a magnitude da atual crise hídrica e as graves consequências em todas as áreas e atividades da sociedade é urgente a imediata estruturação e implementação de plano de contingência e emergência, contemplando medidas e ações emergenciais equitativas, isto é, que atinjam todos os usuários da maneira

mais uniforme possível. Deve ser assegurado ao público o direito de livre acesso à informação veraz, integral e atualizada.

O planejamento para a gestão e enfrentamento de eventos extremos (períodos de secas e enchentes) e falhas no sistema deve ser permanente, abrangente e prever um conjunto de ações para cada estado hidrológico e as respectivas responsabilidades, a fim de reduzir os impactos.

Em particular, a seca de 2014 revelou a necessidade de se ter um "plano B" para São Paulo. É preciso dotar a região metropolitana de infraestrutura para trazer água de algum manancial "reserva", que não seja usualmente utilizado para abastecimento público.

- **Uma drástica redução do consumo de água e outras medidas emergenciais para 2015**

A estiagem de 2013/2014 foi de tal magnitude que comprometeu os níveis de armazenamento dos principais sistemas produtores de água da região. A probabilidade de que estes sistemas se recuperem ao longo de 2015 é muito baixa e não é razoável confiar apenas na "generosidade" da hidrologia ao longo deste ano. Todos anseiam por tal "generosidade", entretanto, é impositivo simular a ocorrência de cenários hidrológicos críticos e se preparar com antecedência para enfrentá-los.

Assim, é necessária a promoção de um conjunto de ações emergenciais para enfrentar a crise em 2015. É urgente e fundamental a adoção das medidas necessárias pelo Poder Público e órgãos gestores para a imediata redução do consumo de água (na indústria, agricultura e no abastecimento público), de forma compatível com a gravidade, a ordem de prioridade e extensão da crise hídrica, a fim de não acarretar colapso nos sistemas produtores de água.

O controle do uso de água e incentivos ampliados para redução da demanda, com acréscimos tarifários em casos de aumento de consumo, são fundamentais. Não basta premiar quem reduz o consumo. É preciso também punir quem aumenta o consumo, como foi feito no racionamento de energia de 2001, ou mesmo impor quotas, como foi feito em Barcelona.

Também devem ser incentivados, desenvolvidos e adotados tecnologias e equipamentos que propiciem o uso racional da água na indústria, na agricultura (processos menos dependentes de água, reutilização, reuso) e nos serviços de saneamento (controle de perdas, poupadores domésticos e não domésticos, reuso).

É necessária a mobilização urgente da população para obter resultados significativos na redução do consumo, acompanhada de processos e mecanismos de comunicação de massa que apresentem de forma clara a necessidade das ações adotadas e busque construir a parceria da população para o alcance das metas estabelecidas.

A promoção de um conjunto de ações emergenciais para enfrentar a crise em 2015 deve envolver, também, reforçar, apoiar e dar todas as condições para a participação ativa e mobilização dos comitês de bacias hidrográficas; a implantação de sistemas de reuso de água; a coleta e armazenamento de água de chuva; projetos de proteção de mananciais - devido ao importante papel da vegetação na recarga dos aquíferos e na manutenção de água de excelente qualidade -, com intenso reflorestamento de bacias hidrográficas, proteção e ampliação de florestas ripárias e proteção de áreas alagadas.

É preciso evitar, ainda, que os previsíveis temporais de verão desmobilizem a sociedade para a necessidade de economizar água, pelo menos enquanto o volume afluyente não tiver magnitude suficiente para recuperar os reservatórios.

- **Investimento imediato em medidas de longo prazo**

A perspectiva de recorrência de eventos extremos - como secas prolongadas alternadas com enchentes - e a insuficiência das estruturas hidráulicas existentes para atendimentos da crescente demanda por recursos hídricos na Região da Macrometrópole Paulista (tendência de mais 60m³/s até 2035), exigem visão de longo alcance, para reduzir o risco de vulnerabilidade social, econômica e ambiental.

Para enfrentar essas condições, faz-se urgente a implementação de novas fontes de suprimento hídrico e do aumento da capacidade de armazenamento de água bruta, em especial na RMSP e na Bacia do Piracicaba, sem prejuízo da adoção de outras importantes medidas, tais como o controle de perdas nos

sistemas de abastecimento, a promoção do uso racional e ações de controle operacional sobre a demanda, a adoção de mecanismos efetivos para respeito aos limites da capacidade de suporte, levando-se em consideração as condições para uso e ocupação do solo e o desenvolvimento das tecnologias de reuso de água.

Além de exercer todas as ações necessárias à viabilidade técnica, financeira e administrativo-legal que asseguram a disponibilidade e a oferta de água para o atendimento da demanda com segurança, a gestão deve atuar regulatoriamente no estabelecimento dos valores máximos aceitáveis para a demanda.

- **Projetos de saneamento básico e tratamento de esgotos em nível nacional, estadual e municipal**

É fundamental e estratégico para o país implantar projetos de saneamento básico, tratamento de esgotos e medir a eficiência desses processos. Um dos grandes problemas que atravança o desenvolvimento sustentável do Brasil é a falta de saneamento básico e de tratamento de esgotos em grande parte dos municípios. Não basta, no entanto, construir redes de coleta de esgoto e as correspondentes estações de tratamento: é preciso que o sistema seja corretamente operado e que seja regularmente mantido, o que em geral não ocorre. É preciso destinar os recursos públicos para a subvenção de resultados (n metros cúbicos de esgotos efetivamente tratados) e não para a inauguração de obras, que demoram a serem concluídas e, quando prontas, funcionam precariamente por apenas alguns anos.

Esse problema crônico referente a saneamento básico e tratamento de esgotos tem reflexos altamente negativos na economia e na saúde pública. Está diretamente relacionado com a perda da qualidade da água de nossos mananciais, o que aumenta o risco e a vulnerabilidade das populações humanas e compromete ainda mais os efeitos da escassez hídrica.

Os dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde e pelo IBGE (PNAD) deixam claro que avançamos muito mais na implantação de redes elétricas e de telefonia do que na implantação de redes coletoras de esgotos (diferença de mais de 30%); e mesmo nos municípios onde essa rede coletora atinge índices que, potencialmente, podem ser considerados satisfatórios, verifica-se que o efetivo tratamento dos efluentes se dá de forma muito precária tendo, portanto, um efeito bastante reduzido na diminuição do impacto que o lançamento desses efluentes tem sobre os recursos hídricos.

Por outro lado, já está suficientemente comprovado que para cada real investido em saneamento básico se economiza pelo menos quatro reais em custos dos sistemas públicos de saúde, sem ainda considerar todos os demais ganhos socioeconômicos e ambientais. Dessa forma, são prementes ações que considerem o saneamento como investimento e não como despesa.

- **Monitoramento de quantidade e qualidade da água**

A implantação de sistemas de monitoramento da quantidade e da qualidade da água, com integração de bancos de dados climáticos, hidrológicos, ecológicos e biológicos, com acompanhamento do grau de ecotoxicidade, tem caráter estratégico para o Brasil - com reflexos regionais amplos.

O monitoramento deverá, dentre outras medidas, possibilitar a integração dos diversos sistemas de informações, com a disponibilização pública e gratuita dos dados e informações, inclusive no tocante ao monitoramento de séries históricas, com a definição de lacunas científicas.

Além do monitoramento quantitativo, emerge a necessidade de aprimoramento da metodologia de controle para a garantia da saúde pública e da qualidade ambiental, tais como monitoramento dos poluentes orgânicos persistentes (POPs), da toxicidade, com a previsão de ações correspondentes e respectivos responsáveis.

Somente através da integração e análise desses dados de forma multidisciplinar é que a eficiência de medidas preventivas e mitigadoras poderá ser atingida. É preciso fazer com que as informações sejam de mais fácil acesso para os estudiosos e para o público em geral.

- **Proteção, conservação e recuperação da biodiversidade**

Para preservar serviços ecossistêmicos, proteger, conservar e recuperar a biodiversidade é fundamental. Deve ser dada prioridade ao tratamento e recuperação de áreas e águas poluídas, como a Represa Billings na RMSP, nas bacias críticas como a do Alto Tietê e do Piracicaba e outros cursos d'água em regiões com notória criticidade no balanço hídrico, aumentando a oferta de serviços e mantendo a sustentabilidade de rios, lagos, represas e áreas alagadas.

- **Reconhecimento público e conscientização social da amplitude da crise**

O sistema público de governança de recursos hídricos necessita da participação e mobilização da sociedade para resolver conflitos, reduzir o consumo e apoiar ações de controle e gerenciamento integrado. É preciso reconhecer a importância deste apoio e compartilhamento para atender as demandas sociais, econômicas e ambientais da crise. É necessário reconhecer publicamente e divulgar amplamente que a crise hídrica não é somente de abastecimento público. Este é um dos componentes estratégicos da crise.

A situação crítica afeta a saúde pública, a produção de energia, a produção de alimentos e biocombustível, a geração de empregos, os serviços ecossistêmicos e a economia como um todo. Particularmente no Estado de São Paulo, já estão ocorrendo reflexos altamente negativos na hidrovia do Tietê-Paraná, na produção industrial, na agricultura e no abastecimento de municípios do interior, causando preocupação e instabilidade social, com episódios recorrentes das manifestações em determinadas regiões mais afetadas. Esta instabilidade social tende a se agravar com a continuidade da crise.

- **Ações de divulgação e informação de amplo espectro**

As medidas emergenciais, os planos de longo prazo e a gravidade da crise necessitam da implantação de ações de divulgação e informação de amplo espectro, atingindo toda a sociedade - o setor público, o setor privado, as associações de classe e os diferentes usuários. Somente a transparência e a mobilização podem evitar uma maior instabilidade social, que corre o risco de acontecer se o abastecimento público continuar sendo drasticamente afetado, como indicamos dados científicos e as informações existentes.

A imprevisibilidade e incertezas associadas ao cenário de mudanças climáticas tornam prementes ações continuadas de divulgação, visando o entendimento de que a água é um bem social e finito. Sendo assim, seu uso sustentável depende de decisões fortemente embasadas em conhecimento científico, multidisciplinar, além de mudança de cultura em relação à sua utilização.

- **Capacitação de gestores com visão sistêmica e interdisciplinar**

A educação e capacitação de gestores, no sentido de adquirirem e desenvolverem uma visão sistêmica e interdisciplinar e uma abordagem integrada na governança é outra medida de curto, médio e longo prazo que será fundamental e efetiva nas alterações necessárias da governança hídrica.

O grupo de estudos da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e seus colaboradores, abaixo assinados, colocam-se à disposição para esclarecimentos, aprofundamento da informação aqui apresentada e colaboração na elaboração das ações em todos os níveis. Contribuíram ainda para a elaboração deste documento a promotora de justiça do Grupo de Atuação Especial de Defesa do Meio Ambiente (Gaema) do Ministério Público do Estado de São Paulo (MPSP) Alexandra Faccioli Martins; o promotor de justiça Ivan Carneiro Castanheiro, também do Gaema, do Núcleo XII de Piracicaba; e a parecerista do Ministério Público para as áreas de ecologia e meio ambiente Silvia Regina Gobbo, ecóloga doutorada em zoologia e docente da Universidade Metodista de Piracicaba.

São Paulo, 11 de dezembro de 2014.

Carlos Eduardo de Mattos Bicudo

Doutor em ciências biológicas pela Universidade de São Paulo (USP), é pesquisador do Instituto de Botânica de São Paulo. Recebeu a Medalha de Mérito em Botânica Graziela Maciel Barroso pelos relevantes serviços prestados ao desenvolvimento da fitologia no Brasil. É membro da Academia Brasileira de Ciências (ABC).

Carlos Afonso Nobre

Doutor em meteorologia pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT/EUA). Pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cedido ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Preside os Conselhos Diretores da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Rede CLIMA) e do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Recebeu a Von Humboldt Medal da European Geophysical Union e a Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico do Brasil. É membro titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC).

Carlos Tucci

Engenheiro civil, doutorado em recursos hídricos pela Universidade do Estado do Colorado, nos Estados Unidos. É professor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da Universidade Feevale (RS). Recebeu o Prêmio Internacional de Hidrologia da Associação Internacional de Ciências Hidrológicas (IAHS, na sigla em inglês) da Unesco.

Danny Dalberson

Engenheiro civil e hidráulico, com mestrado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). É sócio-diretor da empresa Engecorps e professor de construções hidráulicas e gestão ambiental de obras hidráulicas da USP.

Eduardo Assad

Engenheiro agrícola, com doutorado em hidrologia e matemática pela Universidade Montpellier e especialização em sensoriamento remoto no Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES), ambos na França. É professor do curso de mestrado em agronegócio da Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Francisco Barbosa

Doutor em ecologia e recursos naturais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e pós-doutorado em ecofisiologia de algas pelo Instituto de Ecologia de Água Doce (Inglaterra). É professor e coordenador do curso de especialização em Gerenciamento Municipal de Recursos Hídricos do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Jerson Kelman

Engenheiro civil, com doutorado em hidrologia e recursos hídricos pela Universidade do Estado do Colorado (EUA). Foi diretor-geral da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e diretor-presidente da Agência Nacional de Águas (ANA). É professor do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe/UFRJ).

José Galizia Tundisi

Mestre em oceanografia pela Universidade de Southampton (Reino Unido) e doutor em botânica pela USP. É professor aposentado da Universidade de São Paulo (USP), professor titular da Universidade Feevale e atua na pós-graduação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). É presidente da Associação Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IIEGA) e pesquisador do Instituto Internacional de Ecologia (IIE). É membro titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e coordenador do seu Grupo de Estudos sobre Recursos Hídricos.

José Marengo

Mestre em engenharia de recursos da água e da terra pela Universidade Nacional Agrária em Lima, no Peru, e doutor em meteorologia pela Universidade de Wisconsin-Madison (EUA). É pesquisador do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden/MCTI). É membro do comitê científico do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) e da Academia Brasileira Ciências (ABC).

Luiz Pinguelli Rosa

Engenheiro nuclear, com doutorado em física pela PUC-Rio. Foi presidente da Eletrobras. Atua como secretário executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. Participa do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). É diretor e professor titular do Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ. É membro titular da Academia Brasileira Ciências (ABC).

Marcelo Seluchi

Doutor em ciências meteorológicas pela Universidade de Buenos Aires (UBA). É chefe da Divisão de Operações do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden/MCTI).

Monica Porto

Doutora em engenharia civil pela Universidade de São Paulo (USP). É diretora-presidente da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) e professora titular da Universidade de São Paulo (USP).

Nelson Luiz Rodrigues Nucci

Doutorado em engenharia hidráulica e sanitária pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). Foi superintendente de Planejamento da Sanesp e superintendente de Planejamento de Saneamento e Recursos Hídricos na Emplasa. É diretor da JNS Engenharia, Consultoria e Gerenciamento Ltda.

Sandra Azevedo

Bióloga, com doutorado em ecologia e recursos naturais pela Universidade Federal de São Carlos (Ufscar). É membro do comitê gestor do Instituto Nacional para Pesquisa Translacional de Saúde e Ambiente na região Amazônica (INPeTAm) e diretora do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IBCCF/UFRJ).

Sérgio Ayrimoraes Soares

Engenheiro civil, com mestrado em tecnologia ambiental pela Universidade de Brasília (UnB). É especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA), onde atua como superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos.

Virginia Ciminelli

Engenheira química, metalúrgica e de minas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e doutora em processamento mineral pela Universidade do Estado da Pennsylvania (EUA). É professora do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da UFMG. Coordena o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Recursos Minerais, Água e Biodiversidade (INCT/Acqua). É membro da Academia Brasileira de Ciências (ABC).