Novas tecnologias para o monitoramento e estudo de reservatórios hidrelétricos e grandes lagos

Organizadores
Enner Herenio Alcântara
Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo
José Luiz Stech

arêntese editora

Novas Tecnologias para o Monitoramento e Estudo de Reservatórios Hidrelétricos e Grandes Lagos

Organizadores

Enner Herenio Alcântara
Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo
José Luiz Stech

São José dos Campos, SP

Parêntese editora
2011
www.parentese.com.br

Novas Tecnologias para o Monitoramento e Estudo de Reservatórios Hidrelétricos e Grandes Lagos
Copyright © 2011 Parêntese Editora.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 5988 de 14/12/73. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônico, mecânico, fotográfico, gravação ou quaisquer outros.

Todo o esforço foi feito para fornecer a mais completa e adequada informação, contudo a(s) editora(s) e o(s) autor(es) não assumem responsabilidade pelos resultados e usos da informação fornecida. Recomendamos aos leitores testar a informação bem como tomar todos os cuidados necessários (como o backup), antes da efetiva utilização. Este livro **não** contém CD-ROM, disquete ou qualquer outra mídia.

Design e Criação	Revisão	Edição e Produção Editorial
feira livre design	***Marcio Friedl***	***Parêntese Editora***

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N936 Novas tecnologias para o monitoramento e estudo de reservatórios hidrelétricos e grandes lagos / organizadores Enner Herenio Alcântara, Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo, José Luiz Stech. – Rio de Janeiro : Parêntese, 2011.

328 p. : il. ; 24 cm.

Inclui bibliografia e caderno ilustrado.

ISBN 978-85-60507-10-8

1. Hidrologia. 2. Água - Reservatórios. 3. Usinas hidrelétricas - Emissão de metano. 4. Água - Controle de temperatura - Tecnologia. 5. Efeito estufa (Atmosfera). 6. Mudanças climáticas. I. Alcântara, Enner Herenio. II. Novo, Evlyn Márcia Leão de Moraes. III. Stech, José Luiz.

CDU 556.1 CDD 551.48

Índices para catálogo sistemático:

1. Hidrologia 556
2. Ciclo hidrológico : Propriedades : Condições : Equilíbrio hídrico global 556.1

(Bibliotecária responsável: Sabrina Leal Araujo – CRB 10/1507)

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 5988 de 14/12/73. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônico, mecânico, fotográfico, gravação ou quaisquer outros. Todo o esforço foi feito para fornecer a mais completa e adequada informação, contudo a(s) editora(s) e o(s) autor(es) não assume(m) responsabilidade pelos resultados e usos da informação fornecida. Recomendamos aos leitores testar a informação bem como tomar todos os cuidados necessários (como o backup), antes da efetiva utilização. Este livro **não** contém CD-ROM, disquete ou qualquer outra mídia nem oferece qualquer tipo de suporte técnico.

Erratas e atualizações: Sempre nos esforçamos para entregar a você leitor um livro livre de erros, gramaticais, técnicos e/ou de conteúdo, porém nem sempre isto é conseguido, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou mesmo quando alguns deslizes constam na versão original de alguns livros que traduzimos. Sendo assim, criamos em nosso site a seção Erratas, onde, se algum erro for encontrado em nossos livros, este será relatado com a devida correção.

Avisos e Renúncia de Direitos: Este livro é vendido como está, sem garantia de qualquer tipo, seja expressa ou implícita.

Marcas Registradas: Todos os termos mencionados e reconhecidos como Marca Registrada e/ou comercial são de responsabilidade total de seus proprietários. A editora informa não estar associada a nenhum produto e/ou fornecedor apresentado no livro. No decorrer da obra, imagens, nomes de produtos e fabricantes podem ter sido utilizados e desde já a editora informa que o uso é apenas informativo, ilustrativo e/ou educativo, não visando lucro, favorecimento ou desmerecimento do produto/fabricante.

Parêntese Editora & Parceira do Autor

www.parentese.com.br / parentese@parentese.com.br

Twitter: parentese

PREFÁCIO

Há quase consenso de que o dióxido de carbono e o metano produzido por atividades antrópicas são os responsáveis pelo aumento da temperatura global e consequente mudança do clima planetário[1]. A mudança do clima faz com que o registro histórico de muitos fenômenos naturais – vazões fluviais, por exemplo – seja pouco útil para definir cenários probabilísticos para o futuro. Isso porque a mudança faz com que a estacionariedade dos processos estocásticos subjacentes aos fenômenos naturais deixe de ser uma hipótese razoável. Nesse transiente, cenários futuros só podem ser elaborados com o apoio de modelos gerais de circulação da atmosfera. Mas há grande variação entre as previsões produzidas por diferentes modelos.

Entre as razões para essa grande variabilidade de previsões, destaca-se a maneira de modelar o efeito do aumento do vapor de água na atmosfera causado pelo aumento da temperatura. Como o vapor de água é o principal gás de efeito estufa, à primeira vista haveria um *feedback* positivo. Porém, o aumento de concentração de vapor de água também causa aumento de nebulosidade. E as nuvens causam simultaneamente um efeito na direção de incremento ainda maior de temperatura (aprisionamento das ondas longas oriundas da Terra) e um efeito na direção contrária (reflexão das ondas curtas oriundas do Sol).

O setor energético e o de transportes são constantemente apontados, em escala mundial, como os principais vilões da mudança climática, devido à queima de combustíveis fósseis. No Brasil, como as usinas hidrelétricas são responsáveis por mais de 80% da energia elétrica consumida pelos brasileiros, deveríamos ser festejados e reconhecidos pela comunidade internacional como um país que produz eletricidade de forma renovável. Isso porque a água que funciona como "combustível" das turbinas é continuamente reposta pelo ciclo hidrológico, que por sua vez, depende da energia solar. Entretanto, essa aparente vantagem da hidroeletricidade tem sido colocada sob suspeição devido à decomposição anaeróbica de material orgânico depositado no fundo dos reservatórios das usinas hidrelétricas, que causaria emissão de metano.

Esse é um fenômeno que ocorre naturalmente em áreas alagadas e pantanosas no mundo todo. A emissão de metano ocorre por borbulhamento, difusão na superfície do lago e descompressão do escoamento depois de passar pelas turbinas. Sobre isso não há dúvida. Todavia, há ainda pouco conhecimento sobre quanto gás é emitido e como essa quantidade é afetada pelo passar do tempo, após o enchimento do reservatório, e pela ocorrência de eventos meteorológicos, por exemplo, a passagem de frentes frias (tema abordado no Capítulo 4).

Algumas "ONGs ideológicas", contrárias à construção de usinas hidrelétricas, têm adotado um discurso pseudocientífico sobre o assunto. Atuam politicamente como se

[1] Trata-se de uma visão dominante, mas não unânime, porque há alguns cientistas que atribuem o aquecimento a outras causas.

estivessem revelando inquestionáveis verdades, cientificamente comprovadas. Não estão.

Só a pesquisa irá determinar quanto efetivamente de metano é liberado pelos reservatórios para a atmosfera. No estágio atual, não há uma relação bem estabelecida e universalmente aceita da taxa de produção e liberação de metano com a taxa de renovação da água, a geometria do reservatório e as características da cobertura vegetal da área alagada. Na realidade, não há sequer consenso em relação à mensuração da emissão e extrapolação de dados de um local para outro. Assim, não surpreende que ainda seja difícil separar o que seria a emissão de gases causada pela ação antrópica em questão (construção do reservatório) de duas outras fontes de emissão: (a) a emissão natural existente em área densamente vegetada e periodicamente inundada, como é o caso da planície amazônica; (b) a emissão antrópica causada pelo lançamento de esgoto *in natura* por municípios lindeiros aos reservatórios.

Para esclarecer essas e outras questões, é preciso reforçar a produção científica sobre a dinâmica dos reservatórios. Não apenas para melhor quantificar a emissão de metano, mas também para compreender em que circunstâncias os reservatórios são fonte ou sumidouro de gases que contribuem para o efeito estufa; para compreender a distribuição temporal e espacial da temperatura da água e o correspondente efeito sobre a evaporação e os processos biológicos e físicos; para compreender como as diferenças de temperatura entre o ar e a água controlam os fluxos de calor e umidade, que são determinantes do ciclo hidrológico; para compreender como os nutrientes oriundos de atividades urbanas ou agrícolas impactam a qualidade da água; para compreender a importância das frentes frias nas trocas de gases de efeito estufa entre os reservatórios tropicais e a atmosfera; para compreender os processos naturais (por exemplo, incidência de fitoplâncton) e induzidos pelo homem (como a ocupação da várzea do Amazonas por gado); e para compreender como ocorre o escoamento da água nos reservatórios em diferentes profundidades.

A melhor forma de entender esses assuntos é alimentando modelos matemáticos com informações obtidas tanto por medições *in situ* quanto por sensoriamento remoto. É a maneira indicada para se realizar a análise estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos de modo sinóptico e em diferentes escalas temporais e espaciais.

Nesse contexto, este livro lida com todos esses assuntos. E com muitos outros. Trata-se de relevante contribuição para o avanço do conhecimento científico e, indiretamente, para o processo decisório sobre a utilização de nossos recursos naturais.

Jerson Kelman é professor da COPPE-UFRJ, presidente da Light, ex-presidente da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), da Agência Nacional de Águas (ANA) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).