



**XXI SNPTee
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO -7

GRUPO DE ESTUDO DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS- GPL

PROJETO DE P&D DAS EMPRESAS DO SISTEMA ELETROBRAS SOBRE EMISSÕES LÍQUIDAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM RESERVATÓRIOS

Jorge M. Damázio(*)
CEPEL

Silviani Froelich
ELETRONORTE

André C. Cimleris
FURNAS

Flavia E. C. Farias
CHESF

Maria L. Milazzo
ELETROBRAS

Maria Elvira P. Maceira
CEPEL

Mauro Negrini
CEPEL

Alexandre M. Medeiros
CEPEL

Luciana R. L. da Paz
CEPEL

RESUMO

No atual estado da arte faltam bases científicas sólidas sobre emissões de gases de efeito estufa (GEE) em hidroelétricas para apoiar definições estratégicas de políticas energéticas, legislações e regulamentações. O artigo descreve o Projeto de P&D “Emissões de Gases de Efeito Estufa em Reservatórios de Centrais Hidrelétricas” encaminhado junto a ANEEL pelas empresas Eletrobras. Os objetivos do projeto incluem o estabelecimento de diretrizes para monitoramento, análise de dados e modelagem, definição de boas práticas de gerenciamento relativas a emissões de GEE em hidrelétricas, e execução de campanhas de campo em 11 hidroelétricas (existentes ou planejadas).

PALAVRAS-CHAVE

Gases de Efeito Estufa, Metodologias para Medições, Gestão Ambiental de Reservatórios, Usinas Hidroelétricas

1.0 - INTRODUÇÃO

A exploração em bases sustentáveis do potencial hidroelétrico brasileiro é um tema de grande relevância para as definições da política energética do país. Com efeito, a hidroeletricidade é uma tecnologia de geração de energia elétrica renovável bem estabelecida e socialmente desejável, sendo uma excelente alternativa para promover políticas energéticas sustentáveis capazes de enfrentar o dilema de reduzir as emissões de gases de efeito de estufa e simultaneamente atender o crescimento da demanda de energia no país.

A hidroeletricidade goza de diversas vantagens sobre as outras fontes de energia elétrica incluindo o alto nível de confiabilidade, tecnologia comprovada, alta eficiência, custos de operação e manutenção baixos e possibilidade de fácil ajuste a alterações de carga. Como muitas usinas hidroelétricas são construídas com reservatório, além da energia produzida, diversos benefícios adicionais são obtidos pela sociedade nas áreas de abastecimento de água, controle de enchentes, transporte fluvial e recreação.

Podem existir algumas desvantagens para o desenvolvimento de hidroelétricas, basicamente relacionadas com possíveis implicações negativas ambientais e sociais oriundas do barramento de rios. No que se refere às emissões de gases de efeito estufa (GEE), a partir da última década do século passado, medições de emissões de GEE feitas em reservatórios de hidroelétricas indicaram que o papel destas no total das emissões globais antropogênicas de GEE pode não ser desprezível. Alguns estudos identificam os reservatórios de hidroelétricas como sistemas aquáticos artificiais potencialmente fontes de GEE (1) e (2). No final dos anos 90 a revisão ampla promovida pela Comissão Mundial de Barragens (CMB) acerca da eficácia da contribuição para o desenvolvimento das grandes barragens incluiu nos seus temas o papel destas no aumento do efeito de estufa. Um relatório preparado para o CMB (3) incluído no relatório final da CMB provocou muito debate por todo o mundo.

(*) Av. Horácio Macedo, n° 354 – sala 220 – CEP 21.941-911 Rio de Janeiro, RJ, – Brasil
Tel: (+55 21) 2598-6086 – Fax: (+55 21) 2598-6482 – Email: damazio@cepel.br

Razoável incerteza envolve a quantificação de emissões de GEE de lagos artificiais. As metodologias internacionalmente aceitas para estimação de inventários nacionais de emissões e remoções antropogênicas de GEE no caso da avaliação de emissões de CH₄ de terras inundadas (4) fornecem apenas bases para desenvolvimentos metodológicos futuros, refletindo a limitação da informação científica disponível no tema. O relatório do encontro de 2009 em São Paulo da força de trabalho do IPCC (IPCC/NGGIP Task Force) identificou fatores que dificultam a estimação de fluxos antropogênicos em ambientes de terras alagadas (e reservatórios), ressaltando-se a variabilidade climática anual e o fato de que esses ambientes afetam e são afetados pelo uso da terra nas suas vizinhanças. Na revisão de literatura executada pelo Oak Ridge Laboratory (5) concluiu-se que apesar de ser possível argumentar que as evidências empíricas obtidas por medições em reservatórios claramente indicam que as emissões brutas de GEE de reservatórios não são nulas, é menos claro se existe uma emissão líquida positiva já que poucos estudos mediram ou estimaram conjuntamente emissões e remoções ou avaliaram emissões e remoções para o período anterior ao enchimento do reservatório. Estudos recentes têm mostrado que reservatórios podem atuar também como sumidouros de carbono.

O Corpo Executivo do Acordo das Nações Unidas para Mudanças Climáticas (Executive Board of UNFCCC), ao mesmo tempo em que aponta as incertezas científicas ainda cercando o assunto e o fato que estas incertezas provavelmente não serão resolvidas no curto prazo, considera, para a determinação da elegibilidade de reservatórios de hidroelétricas à projetos de CDM, o uso de limites em termos de densidade de potência (W/m²) tais que projetos hidroelétricos com densidades de potência até 4 W/m² não podem se beneficiar de projetos de CDM, e que, por outro lado, permite que as emissões de projetos com densidade de potência maior que 10 W/m² sejam desconsideradas. Os projetos com densidades no intervalo entre 4 e 10 W/m² são penalizados com um fator de emissão de 90 g CO₂eq/ kWh (6). Por outro lado, o mesmo Corpo Executivo ressaltou que esta diretiva não evita que projetos com reservatórios proponham novas metodologias para serem considerados pelo Painel de Metodologias.

No estado da arte atual há uma falta de bases científicas firmes em relação à emissões de gases de efeito estufa em reservatórios de hidroelétricas que possam vir a apoiar e serem consideradas em políticas energéticas, legislação e regulação. Neste sentido, as empresas do Sistema Eletrobras, ELETRONORTE, FURNAS e CHESF, em coordenação com o Ministério das Minas e Energia, e contando com a coordenação técnica do CEPEL, encaminharam junto a ANEEL o Projeto de P&D “Emissões de Gases de Efeito Estufa em Reservatórios de Centrais Hidrelétricas” cujos objetivos incluem o estabelecimento de diretrizes para monitoramento, análise de dados, modelagem, definição de boas práticas de gerenciamento relativas a emissões de gases de efeito estufa em reservatórios de hidroelétricas, e execução de campanhas de campo em 11 hidroelétricas (existentes ou planejadas). Estas campanhas objetivam a coleta de evidências, a serem armazenadas em banco de dados, representativas dos biomas brasileiros. Participam deste projeto oito instituições de pesquisas. Em alinhamento a essas atividades das empresas do Sistema Eletrobras, o governo brasileiro, através do Ministério das Minas e Energia, propôs o estabelecimento de um grupo de trabalho no âmbito do Acordo de Cooperação Internacional em Hidroeletricidade da Agência Internacional de Energia¹ visando estender as campanhas para a escala global. Na criação deste grupo de trabalho aderiram ao mesmo, além do Brasil, Finlândia, Noruega, Japão e Estados Unidos da América.

Este artigo descreve em maiores detalhes os objetivos e metodologia adotada no projeto de P&D ANEEL das empresas Eletrobras.

2.0 - ANTECEDENTES

As investigações sobre o tema emissões de gases de efeito estufa em reservatórios de hidroelétricas no Brasil tiveram início em 1992, quando a COPPE/UFRJ e a USP/São Carlos, iniciaram estudos, com apoio da Eletrobras e do MCT, visando a estimar o fluxo de gases de efeito estufa nos reservatórios de Balbina, Tucuruí e Samuel, localizados na região amazônica. Nesses estudos, de caráter experimental e de desenvolvimento metodológico pioneiro, foram medidas as emissões provenientes da coluna da água para a atmosfera. Posteriormente, em 1997, Furnas Centrais Elétricas e Serra da Mesa Energia S.A. contrataram a COPPE/UFRJ com o objetivo de medir as emissões de gases CO₂ e CH₄ no reservatório de Serra da Mesa, recém inundado à época. Em 1998, um estudo semelhante foi desenvolvido no reservatório de Itaipu, a partir de uma demanda da Itaipu Binacional visando a determinar suas emissões brutas.

Em 1998, a COPPE/UFRJ, com o apoio da Eletrobras e do MCT, iniciou outro estudo envolvendo sete diferentes reservatórios (Miranda, Três Marias, Segredo, Xingo, Barra Bonita, Samuel e Tucuruí), distribuídos em diferentes biomas e latitudes no país. Esses estudos incorporaram os resultados anteriores e apresentaram importantes conclusões, a saber:

- grande variabilidade na intensidade das emissões, comparando-se os diferentes reservatórios (possivelmente devido às diferenças nos parâmetros: temperatura, profundidade de amostragem, regime diferenciado de ventos, insolação, condições de qualidade da água e o regime de operação do reservatório)

¹ IEA Hydropower Implementing Agreement on Hydropower Programmes and Technologies Annex on “Managing the Carbon Balance in Freshwater Reservoirs”

- baixa correlação entre as emissões e a idade do reservatório, indicando que tais emissões estariam associadas tanto à quantidade de matéria orgânica vegetal afogada (biomassa terrestre inundada), quanto à matéria orgânica proveniente de outras fontes originadas da bacia de drenagem e

- dificuldade de se distinguir entre emissões antrópicas decorrentes do alagamento produzido pelos reservatórios e emissões naturais pré-existentes aos reservatórios.

Esse estudo fez parte dos Relatórios de Referência para o 1º Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa destinado a compor a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. No entanto, em função das constatações relatadas acima, os resultados numéricos do estudo não foram contabilizados no Inventário, indicando a necessidade de intensificar as pesquisas na área.

Com o intuito de diferenciar as emissões antrópicas e, sobretudo, promover avanços significativos na compreensão do balanço do carbono em reservatórios de geração de energia, em 2003 foi iniciado o Projeto Balanço de Carbono em Reservatórios de Furnas Centrais Elétricas S.A. O projeto foi concebido e executado numa perspectiva integrada e multi-institucional, e teve a participação da COPPE/UFRJ, INPE, Instituto Internacional de Ecologia e UFJF. O projeto estudou 8 reservatórios, sete deles localizados no Cerrado e um na mata atlântica, respeitando a sazonalidade climática e a variabilidade espacial.

A partir do relatório final do projeto de Furnas, alguns pontos foram identificados como passíveis de aprimoramento:

Em relação à contribuição alóctone, os resultados trouxeram evidências da estreita conexão entre os ambientes aquático e terrestre, além da fragilidade do Cerrado a alterações no uso do solo. A importância da contribuição alóctone no ciclo do carbono em reservatórios é indiscutível, no entanto ainda pouco conhecida. Esta conexão precisa ser igualmente avaliada em outros ambientes do território brasileiro, na Amazônia, na Caatinga e Floresta Subtropical. Adicionalmente, deve-se empreender um esforço maior para utilizar o acervo de imagens de satélite do INPE visando representar o uso do solo atual das bacias contribuintes dos reservatórios a serem estudados.

Em relação às forçantes físicas, o relatório aponta que as alterações na física do meio provocadas por alterações do clima são críticas para a dinâmica dos fluxos de matéria ou energia e conseqüentemente a diversos processos metabólicos no meio. Neste sentido a qualidade da identificação das funções resposta dos reservatórios depende do horizonte abrangido pelas séries temporais de medições, tornando recomendável a continuidade do monitoramento e estudos nos reservatórios analisados no projeto de Furnas.

Diagnosticou-se ainda a necessidade de incorporar nas análises os seguintes avanços tecnológicos:

- Representação hidrodinâmica dos reservatórios através do uso de modelos numéricos;
- Aumento da amostragem temporal e espacial por armadilhas de sedimentação e testemunhos de sedimentos;
- Aumento da amostragem temporal e espacial das medidas dos componentes do metabolismo planctônico;
- Realização de experimentos para a determinação das taxas de produção de metano, CO₂ e N₂O, bem como medidas de oxidação de metano. Tais informações são importantes para determinar a potencialidade de emissão de gases de efeito estufa através da interface sedimento-água;
- Uso de imagens hiper-espectrais para estudos da qualidade da água dos reservatórios;
- Aprimoramento dos sistemas autônomos de coletas de dados passando a coleta de uma taxa horária para um intervalo de 10 minutos.
- Estabelecimento de critérios e desenvolvimento de modelos matemáticos para estimativa de emissões líquidas, ou seja, sobre os descontos que se deve efetuar para considerar as emissões de GEE que ocorreriam se o reservatório não existisse. Ressalta-se que no projeto de Furnas não foram avaliados os balanços do carbono antes da formação dos reservatórios, avaliação importante para a estimativa das emissões líquidas destes reservatórios.

3.0 - OBJETIVOS

O projeto foi elaborado com seis objetivos:

1- Estabelecer diretrizes para métodos de amostragem (espacial e temporal), de coleta e preservação de amostras, análises físico-químicas e biológicas, análises dos dados e avaliações dos resultados em estudos de emissões de gases de efeito estufa em reservatórios de hidroelétricas, levando em conta os diferentes tipos, tamanhos, idades e localizações de reservatórios no Brasil;

2 - Realizar campanhas de campo para coleta de dados e instalar equipamentos para a medição contínua em um conjunto de 8 reservatórios (Tucuruí e Balbina na Região Norte; Serra da Mesa na Região Centro-Oeste; Xingó na Região Nordeste; Três Marias e Funil na Região Sudeste; e Segredo e Itaipu na Região Sul) e 3 sítios de futuros reservatórios hidrelétricos (Jirau e Belo Monte na Região Norte; e Batalha na Região Centro-Oeste). A incorporação das áreas dos futuros reservatórios de Batalha, Belo Monte e de Jirau visam coleta de dados na fase de pré-enchimento, o que irá possibilitar a quantificação das emissões de gases de efeito estufa anteriores à

existência dos reservatórios. A partir destas medidas será possível a obtenção das estimativas das taxas líquidas de emissão de gases de efeito estufa. Os reservatórios e sítios de futuros reservatórios selecionados (Figura 1) encontram-se distribuídos ao longo de gradientes de latitude e longitude; apresentam exposição diferenciada às entradas de frente fria, (modificações térmicas e dinâmicas provocadas por frentes frias afetam o comportamento hidrodinâmico do corpo d'água alterando as trocas de gases entre o sistema aquático e a atmosfera); estão situados em diferentes bacias: Amazônica (Santo Antonio, Belo Monte e Balbina), São Francisco (Três Marias, Xingó), Tocantins (Serra da Mesa, Tucuruí), Costeira Sudeste (Funil), e Paraná (Batalha, Segredo e Itaipu) e diferentes biomas: Floresta Amazônica (Balbina, Santo Antonio, Belo Monte, Tucuruí); Cerrado (Serra da Mesa, Batalha e Três Marias); Caatinga (Xingó); Mata Atlântica antropizada (Funil, Segredo e Itaipu). Os reservatórios estudados encontram-se numa faixa de idades que varia de 1 a mais de 40 anos, abrangendo diferentes fases de sua vida útil e apresentam características e arranjos construtivos diferenciados quanto ao tamanho, profundidade, grau de desenvolvimento de margens, altura da tomada d'água, tipo de turbina, tipo de vertedouro, etc..

3 - Desenvolver modelos para avaliação de emissões líquidas de GEE em reservatórios. Pretende-se desenvolver modelos digitais de superfície de terreno e modelos hidrodinâmicos para apoio do planejamento das campanhas, permitindo compartimentalizar a superfície do reservatório, como por exemplo, áreas suscetíveis a ocorrência de fluxos ebulitivos (bolhas) de metano e as zonas de sedimentação permanente de carbono, para apoiar a localização de armadilhas de sedimentos. Pretende-se também desenvolver modelos para interpolação das medições de emissões ao longo da superfície do lago e subsequente cálculo das emissões totais (FIGURA 2). O projeto envolve também o desenvolvimento de um modelo de simulação dos principais processos físicos, químicos e biológicos que governam os regimes de fluxos de GEE e taxas de sedimentação permanente de carbono na área do reservatório. Este modelo deverá ser calibrado e testado a partir de medições obtidas nas campanhas de campo.

4 - Levantar e definir boas práticas para o gerenciamento relativo às emissões de GEE em reservatórios hidrelétricos;

5 - Promover a divulgação e disseminação dos resultados do estudo e

6 - Capacitar equipes técnicas para a coleta, análise, tratamento e modelagem dos dados referentes às emissões de GEE em reservatórios.

4.0 - METODOLOGIA

No início do projeto será conduzida uma revisão bibliográfica descrevendo a evolução do conhecimento técnico-científico nos últimos dez anos sobre os seguintes temas: quantificação de emissões de GEE em reservatórios de usinas hidroelétricas, aplicações de sensoriamento remoto em estudos de emissões de GEE, aplicações de medições em tempo real em estudos de emissões de GEE, fluxo de gases de efeito estufa na interface sedimento-água em rios, lagos e reservatórios, aspectos limnológicos e de metabolismo planctônico no controle de fluxos de GEE em reservatórios, abordagens micrometeorológicas para a estimativa dos fluxos de GEE entre a superfície e a atmosfera, monitoramento da qualidade ambiental da água em reservatórios, lagos e rios e caracterização de micro-organismos cuja atividade interfere no ciclo do metano em ambientes aquáticos.

O projeto deverá produzir um documento denominado Diretrizes para Análises Quantitativas de Emissões Líquidas de Gases de Efeito Estufa em Reservatórios que servirá como arcabouço de referência para a execução de análises quantitativas de emissões líquidas de GEE de reservatórios, contendo recomendações e procedimentos para a execução de medições no campo, análise de dados e modelagem. Estas diretrizes serão preparadas em dois volumes: Volume 1 – Programas de Medição e Análise de Dados e Volume 2 – Modelagem.

Serão realizadas quatro campanhas de medição nos 8 reservatórios e 3 sítios de futuros reservatórios citados nos objetivos. Nas campanhas estarão presentes equipes da COPPE/UFRJ, do IIEGA, do INPE, da UFJF e da UFPA/USP. Uma equipe do LACEN da Eletronorte participará das campanhas na região Norte, e uma equipe do LEMMA/UFPR participará das medições em Itaipu. A Tabela 1 apresenta o cronograma de execução destas campanhas. A escolha dos pontos de amostragem tomará como referência os pontos de monitoramento de qualidade da água das empresas, devendo esta malha amostral ser ampliada. O número e localização dos pontos amostrais devem representar diferentes massas de água do sistema que potencialmente apresentam diferenças nas emissões de gases, amostrando-se as transições lótico/léntico, de forma a considerar as modificações na velocidade da água, diferenças de densidade e formação de correntes em sub-superfície; as regiões litorâneas, por que são mais rasas e tem maior aporte de matéria orgânica e maior interação entre a coluna de água e o fundo; o corpo central do reservatório em várias posições para capturar o efeito do gradiente de profundidade até a barragem; os principais tributários e nos braços do reservatório e as regiões de jusante da barragem e da proximidade da casa de força. As metodologias e técnicas a serem empregadas nas campanhas de medições terão por base a experiência das equipes, as discussões para a produção do relatório de diretrizes, e incorporarão aperfeiçoamentos, novos equipamentos e métodos de análises frutos do trabalho de Furnas. Descrições mais

detalhadas destas metodologias podem ser encontradas no Relatório Final do Projeto de Furnas. Para a metodologia a ser utilizada pelo LEMMA ver (7). Para a metodologia a ser utilizada pela UFPA, ver (8) e (9).

A equipe da UFJF coletará dados relacionados aos processos metabólicos (produção e respiração bacteriana e fitoplanctônica) utilizando medições de ^{14}C , analisador de fitoplâncton e analisador de gases infravermelho nas amostras coletadas. Esta equipe promoverá também um monitoramento mensal de parâmetros limnológicos nos 8 reservatórios e campanhas adicionais experimentais em 4 reservatórios.

A equipe da COPPE/UFRJ fará estimativas dos fluxos de GEE na interface água-atmosfera, amostrando a montante, a jusante e nos lagos, com funis de captação de bolhas e câmaras de difusão. Serão feitas medições "in loco" de fluxos de gases através de analisador portátil de gases-traços. Para avaliar o aporte de C através das vazões mássicas nos principais tributários, e, através do método analítico, incorporar a matéria orgânica adsorvida e/ou em suspensão, esta equipe identificará os tributários de maior importância e escolherá nestes tributários pontos de medição de concentrações de COD e COP. A carga orgânica será estimada relacionando a afluência da área de drenagem dos pontos amostrados com a afluência da área de drenagem total ao reservatório. Serão feitas medidas de concentração de C a jusante e medidas de saída de C para o sedimento pelo método radiométrico (^{210}Pb) e pelo método da sílica como traçador em armadilhas de sedimentação. Para atingir os objetivos deste projeto, se aumentará o número de armadilhas e de testemunhos, incorporando diferentes porções do reservatório. Do total de matéria orgânica serão destacadas as parcelas fresca e permanente.

As equipes do INPE e do LACEN também farão medições de fluxos de GEE na interface água-atmosfera e na coluna d'água. A equipe do IIEGA focará a estimativa de fluxos de GEE e concentrações de C e nutrientes na interface água-sedimento, coletando sedimentos em locais onde se coletará amostras na coluna d'água e na superfície. Na coluna de sedimentos serão determinadas concentrações de matéria orgânica, C, N, P, íons da água intersticial e metais. A equipe da UFPA/USP coletará amostras para em laboratório isolar, cultivar e caracterizar morfológica e geneticamente arqueias metanogênicas e bactérias metanotróficas por expressão dos genes *mcrA* e *pmoA*.

Será aplicado o método de medição de covariâncias turbulentas em Itaipu onde existe uma estrutura de medição (torre) operada pelo LEMMA. Serão realizadas medições contínuas de fluxos de CO_2 e durante as campanhas, medições de fluxos de CH_4 . Em todos os lagos onde se instalará plataforma SIMA será aplicado o método de transferência de massa instalando um termistor flutuante protegido da radiação solar e medidores de concentração de CO_2 a 0,5 m e 2,00 m de altura sobre a água. O mesmo método será testado na torre em Itaipu.

O INPE instalará e operará uma plataforma SIMA (toróide, onde são instalados sensores, eletrônica de armazenamento, bateria, painel solar e antena de transmissão) em cada um dos reservatórios para monitorar e transmitir via satélite variáveis meteorológicas e limnológicas, incluindo temperaturas do ar e da água em diversas profundidades, em uma escala de tempo de 10 minutos, permitindo relacionar a marcha das emissões ao longo do dia com estas variáveis. O sistema monitorará também, pH e turbidez, O_2 e CO_2 dissolvidos, condutividade, nitrato, amônia, profundidade relativa, pressão atmosférica, radiação solar, direção e intensidade do vento, direção e intensidade da corrente.

O INPE desenvolverá um banco de dados para armazenamento dos dados coletados pelas equipes a ser acessado via internet por todos os pesquisadores cadastrados do projeto. Um espelho deste banco será reproduzido no CEPEL.

Para apoiar a definição de pontos de coleta, interpolações e extrapolações, para cada reservatório a equipe da COPPE desenvolverá e validará um modelo hidrodinâmico, através do Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental (SisBaHiA).

Serão usados modelos ecofisiológicos acoplados a modelos de trocas superfície-vegetação-atmosfera com extensão para GEE. Os modelos serão direcionados para avaliações de emissões líquidas de GEE e para a busca de medidas de mitigação e controle. Para a consideração de emissões em terra, serão usadas informações e modelos construídos a partir de medições existentes na literatura. Nestes modelos as cargas orgânicas difusas, difíceis de serem medidas, serão estimadas estatisticamente usando informações de sensoriamento remoto relacionados ao uso do solo. Dados de taxas de aporte de sedimentos e sedimentação serão obtidos de estudos já realizados no Setor Elétrico.

Ao final do projeto as diretrizes serão consolidadas e com base em simulações dos modelos se elaborará o relatório de boas práticas. Nas campanhas e no desenvolvimento dos modelos, será dada ênfase à capacitação.

5.0 - CONCLUSÃO

Considerando o limitado conhecimento científico atual sobre emissões de gases de efeito estufa (GEE) em reservatórios de hidroelétricas contraditório, e em particular sobre as emissões líquidas, ou seja, sobre os

descontos que se deve efetuar para considerar as emissões de GEE que ocorreriam se o reservatório não existisse, assim como a existência de resultados de campanhas de campo controversos, muitas vezes sem embasamento técnico-científico, o Projeto de P&D “Emissões de Gases de Efeito Estufa em Reservatórios de Centrais Hidrelétricas” das empresas do Sistema Eletrobrás, ELETRONORTE, FURNAS e CHESF, encaminhado junto a ANEEL, busca preencher esta lacuna.



FIGURA 1 – Sítios das campanhas de campo

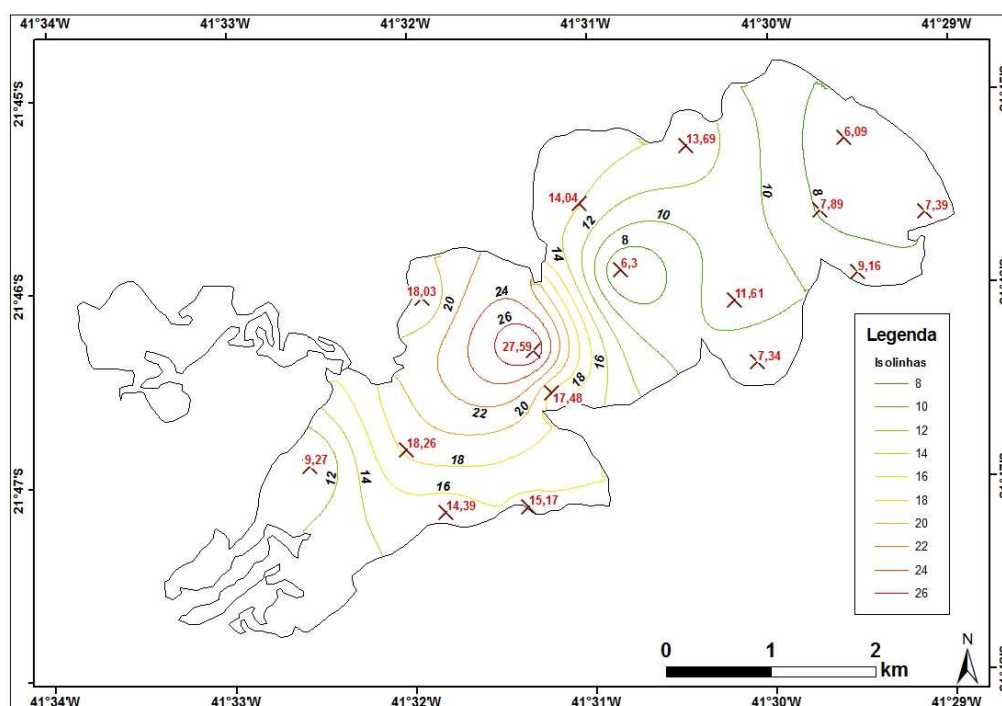


FIGURA 2 – Exemplo de resultado de aplicação de modelo para interpolação (Fonte: (10))

Tabela 1 – Cronograma das Campanhas de Campo

ANO 1

	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN
BATALHA		X			X			X			X	
TRÊS MARIAS				X			X			X		
JIRAU				X			X			X		
SERRA DA MESA					X			X			X	
TUCURUI					X			X			X	
FUNIL						X			X			X
SEGREDO						X			X			X
ITAIPU						X			X			X

ANO 2

	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN
TRÊS MARIAS	X											
JIRAU	X											
SERRA DA MESA			X									
TUCURUI			X									
BALBINA		X			X			X			X	
BELO MONTE		X				X			X		X	
XINGO		X			X			X			X	
FUNIL				X								
SEGREDO				X								
ITAIPU				X								

Acredita-se que com a sua execução, estará disponível um conjunto de informações valiosas obtidas em campanhas de campo em um conjunto de hidroelétricas (existentes ou planejadas) representativas dos diversos biomas brasileiros, seguindo diretrizes e critérios técnico-científicos.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Rudd, J. W. M., R. Harris, Kelly C. A., and H. R. E. (1993). Are hydroelectric reservoirs significant sources of greenhouse gases? *Ambio* 22: 246-248.
- (2) St Louis, V. L., C. A. Kelly, E. Duchemin, J. W. M. Rudd, and D. M. Rosenberg (2000). Reservoir surfaces as sources of greenhouse gases to the atmosphere: A global estimate. *Bioscience* 50: 766-775.
- (3) Rosa, L. P., M. A. Dos Santos, B. Matvienko, E. O. Dos Santos, and E. Sikar.(2004). Greenhouse gas emissions from hydroelectric reservoirs in tropical regions. *Climatic Change* 66: 9-21.
- (4) IPCC (2006), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use, Appendix 3: CH₄ Emissions from Flooded Land: Basis for Future Methodological Development. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- (5) EPRI (2010). The Role of Hydropower Reservoirs in Greenhouse Gas Emissions. EPRI, Palo Alto, CA: 2010. 1017971
- (6) UNFCCC/CCNUCC (2006), EB 23 Report, Annex 5 Thresholds and Criteria For The Eligibility of Hydroelectric Power Plants With Reservoirs As CDM Project Activities. Executive Board of the Clean Development Mechanism, Twenty-Third Meeting.
- (7) Dias, N. L., Duarte, H. F., Maggiotto, S. R., e Grodzki, L. (2007). An attenuated eddy covariance method for latent heat flux measurements. *Water Resources Research*, 43:W04415.
- (8) Baraúna RA, Barbosa MSR, Andrade SS, Ghilardi Junior R, Silva A & Schneider MPC (2007) Diversidade bacteriana do Reservatório da UHE-Tucuruí, Pará. ANAIS 53 CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA
- (9) Dall'agnol LT, Ghilardi Junior R, Schneider MPC & Silva A (2007) Análise estrutural da região V3 de seqüências 16S rDNA de *Prochlorococcus* sp. do Lago da UHE-Tucuruí, Pará. ANAIS 53 CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA.
- (10) Claudio Silva (2010), Interpolação de Dados Geográficos, Seminário de Interpolação, Projeto BALCAR, Laboratório de Estudos de Recursos Energéticos e Ambientais - LEREA, Programa de Planejamento Energético – PPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Jorge Machado Damazio

Nascido no Rio de Janeiro, RJ, em 16 de fevereiro de 1954.

Doutorado COPPE/UFRJ (1988), Mestrado COPPE/UFRJ (1979) e Graduação UFRJ (1977) em Engenharia Civil.

Empresa: CEPEL, desde 1979.

Pesquisador do CEPEL