



Desenvolvimento de um sistema de captação de gás metano em reservatório localizado no município de Capitão Poço-PA

Development of a system for capturing methane gas in a reservoir located in the municipality of Capitão Poço-PA

Sérgio Vinicius da Costa Oliveira Filho¹

Ramiro Celso Pereira Mendes²

Marcelo José Raiol Souza³

Yasmin Coelho Ribeiro da Silva⁴

Raisa Rodrigues Neves⁵

Resumo: Este estudo teve como objetivo desenvolver um sistema de captação de gás metano em um reservatório de piscicultura no município de Capitão Poço-PA, construído obedecendo a condições análogas as do acionamento de reservatórios hidrelétricos. Para tanto, foram desenvolvidas as seguintes atividades: levantamento bibliográfico acerca da geração e emissão de gás metano em reservatórios; visitas *in loco* e registros fotográficos para caracterização da área de estudo e ratificação das teorias levantadas; construção de equipamento de captação de gás metano; e teste do referido dispositivo. Foi verificado que os reservatórios hidrelétricos são fontes de emissão e geração de gás metano, assim como o reservatório de piscicultura estudado, comprovado pelos testes realizados. Para a captação do gás metano foi construído um equipamento, com base no método do fluxo ebulitivo, constituído por um tronco de cone acoplado a um bastão de PVC, uma mangueira e um saco plástico. Nos testes realizados foi comprovada a eficácia do dispositivo, sendo que nas menores profundidades (0,58m e 0,92 m) obteve-se o enchimento do volume total do saco plástico utilizado para o armazenamento dos gases, e nas maiores profundidades (1,8m e 2,1m) o enchimento parcial.

Palavras-chaves: Gás metano; Reservatórios hidrelétricos; Reservatórios de piscicultura.

¹ UEPA – Universidade do Estado do Pará

² UEPA – Universidade do Estado do Pará

³ UEPA – Universidade do Estado do Pará

⁴ UFPA – Universidade Federal do Pará

⁵ UFPA – Universidade Federal do Pará

Abstract: The objective of this study was to develop a system for capturing methane gas in a reservoir of fish farming in the municipality of Capitão Poço-Pa, built according to conditions analogous to the activation of hydroelectric reservoirs. For this purpose, the following activities were carried out: a bibliographic survey about the generation and emission of methane gas in reservoirs; visits and photographic records to characterize the study area; construction of methane gas collection equipment and testing of said device. It was verified that the hydroelectric reservoirs are a source of methane gas emission and generation, as well as the studied fish tank, as evidenced by the tests performed. For the capture of the methane gas an equipment was built, based on the boiling flow method, consisting of a cone trunk coupled to a PVC stick, a hose and a plastic bag. In the tests carried out, the efficiency of the device was proved, and at the lowest depths (0.58m and 0.92m) the total volume of the plastic bag used for gas storage was filled, and at the greatest depths (1.8m and 2.1m) the partial filling.

Keywords: Methane gas; Hydroelectric reservoirs; Fish tanks.

1. Introdução

Atualmente, a geração de energia elétrica a partir das Usinas Hidrelétricas - UHE corresponde a 64% da matriz nacional, conforme Balanço Energético Nacional do ano de 2016 (EPE, 2016) e de acordo com o Plano Nacional de Energia 2030 (MME, 2007), o potencial hidrelétrico brasileiro a aproveitar está em torno de 126.000 MW, sendo que desse total, mais de 70% estão nas bacias do Amazonas e do Tocantins/Araguaia (ANEEL, 2008), localizadas na região Amazônica.

Apesar das UHE serem consideradas uma forma de geração de energia renovável e limpa, a construção desses empreendimentos ocasiona impactos sociais e ambientais negativos, como deslocamento de populações, problemas de saúde pela propagação de doenças de veiculação hídrica, diminuição da biodiversidade local, alteração na qualidade dos recursos hídricos, entre outros.

Estudos científicos afirmam que esses impactos não se restringem somente a fase de instalação, tendo em vista que os reservatórios das UHE brasileiras construídas em regiões de floresta densa, como a Amazônia, produzem grandes quantidades de gás metano - CH₄, um dos mais potentes Gases do Efeito Estufa - GEE, refutando assim o paradigma que a energia advinda de hidrelétricas é uma energia limpa. Para Santos *et al* (2008) a situação mais extrema referente à emissão de GEE foi registrada na Hidrelétrica de Balbina, onde as emissões calculadas foram maiores do que uma termelétrica a carvão que gera a mesma energia.

Na região amazônica há grandes quantidades de CH₄ nos sedimentos de corpos hídricos, liberado para a atmosfera de forma natural quando a vegetação entra em decomposição ou através de reservatórios de barragens que foram acionadas sem a devida supressão da vegetação local, nos quais o CH₄ emitido é resultante da decomposição da vegetação aquática que inclui basicamente, a vegetação preexistente que foi inundada, macrófitas e a vegetação que cresce na zona de deplecionamento.

No entanto, se o CH₄ for capturado e queimado, poderá produzir energia renovável em grandes quantidades, pois, de acordo com Sirvinskas (2012), dependendo da hidrelétrica o aproveitamento desse potencial pode aumentar em até 60% a capacidade instalada (MW) da UHE, levando-se em conta os estoques de metano acumulados no fundo desses reservatórios.

Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada em escala piloto e teve como objetivo desenvolver um sistema de captação de gás metano em um reservatório no município de Capitão Poço-PA, utilizado para fins de piscicultura, especificamente, verificar o potencial de geração e emissão de gás metano em reservatórios, desenvolver um projeto de captação de gás metano e testar o referido dispositivo. Vale ressaltar, que o reservatório estudado foi construído obedecendo a condições análogas as do acionamento de reservatórios hidrelétricos, como o barramento do corpo hídrico sem a devida supressão vegetal, ocasionando alterações significativas em suas características.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área selecionada para o estudo compreende o reservatório de piscicultura localizado na Fazenda Rancho Alagoas, município de Capitão Poço/PA, localizado nas coordenadas geográficas 1°45'0.17" S e 47° 0'52.66" O (Figura 1).

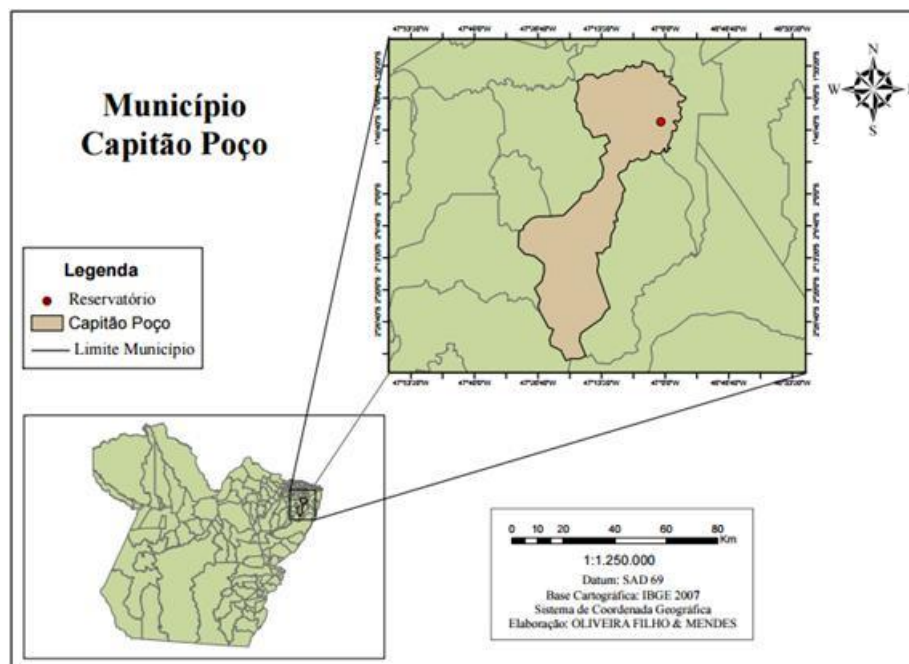


Figura 1: Localização da área de estudo.

2.2 Desenvolvimento

Para concepção da pesquisa foram realizadas as seguintes atividades: levantamento bibliográfico acerca da geração e emissão de gás metano em reservatórios; visitas *in loco* e registros fotográficos para caracterização da área de estudo, construção de equipamento do captação de gás metano e teste do referido dispositivo.

Foi percorrido o entorno da área em estudo para averiguar a existência de matéria orgânica depositada de forma natural no reservatório e, por meio de uma canoa, foram realizados alguns percursos sobre o lago para medir a sua profundidade e verificar a existência de gás metano, tomando como base o método de mistura da água para criação de um regime turbulento, proposto por Fearnside (2008). Consiste, essencialmente, no revolvimento da matéria orgânica que se encontra sob o reservatório, com um bastão de madeira, provocando uma agitação e conseqüentemente mudança de pressão na camada mais inferior do lago, com o objetivo de desprender o CH₄ e liberá-lo em forma de bolhas até a lâmina d'água.

Posteriormente, foi construído o equipamento mecânico para captação de gás metano. O teste do referido dispositivo foi realizado em quatro pontos do reservatório, selecionados de acordo com a densidade de vegetação alagada; o tipo de ambiente do reservatório; a profundidade; a presença de vegetação semi-afogada; os locais que não apresentavam “tocos” de árvores próximos uns dos outros, para facilitar a locomoção do equipamento; e as áreas que não possuíam muita correnteza, evitando assim os possíveis erros na captação do gás.

Assim, com o equipamento submerso para a liberação das bolhas com os gases, foi provocado um choque mecânico nos sedimentos (biomassa) delimitados pelo tronco de cone utilizando-se um bastão acoplado neste, a fim de que bolhas automaticamente se desprendessem dos sedimentos e fossem transportadas até um saco plástico, por meio de uma mangueira.

2.3 Descrição do reservatório de piscicultura

Após vistorias *in loco*, foi verificado que a vegetação das margens do reservatório encontrava-se preservada; que a calha do corpo hídrico foi fechada por meio de barragem, obedecendo a condições análogas as do acionamento de reservatórios hidrelétricos, provocando uma mudança de sistema lótico do lago para um sistema lântico; e a presença de uma grande quantidade de “tocos” de árvores submersas e outros tipos de vegetação, indicando que não houve a supressão vegetal da área antes do barramento do reservatório, conforme pode ser observado na Figura 2.

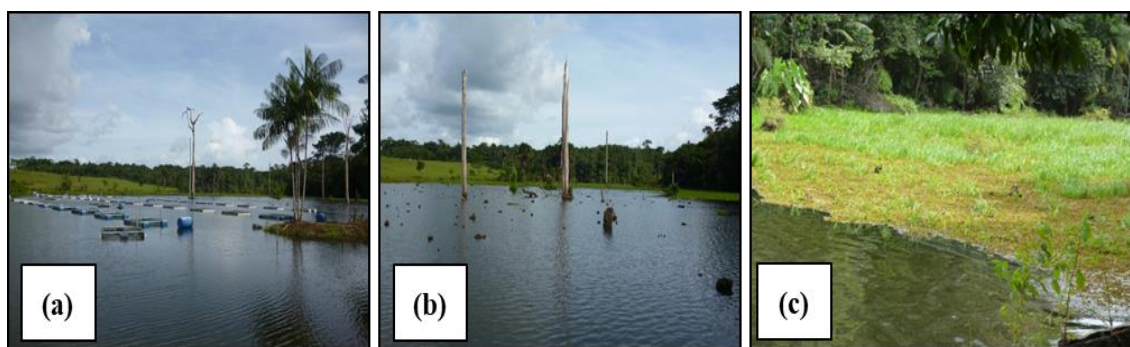


Figura 2: Reservatório estudado: (a) – Gaiolas de piscicultura, (b) – Vegetação submersa e (c) – Crescimento de macrófitas.

É importante ressaltar, que as águas lânticas condicionam uma alta capacidade para solubilização de compostos orgânicos, baixo teor de sais dissolvidos, alta densidade de viscosidade, alta densidade da água e capacidade de sedimentação, favorecendo o surgimento de macrófitas, intensificando o processo de geração de GEE.

Além disso, os GEE são gerados nos sedimentos do reservatório e inicialmente ficam dissolvidos na água intersticial, sendo que o metano e o nitrogênio gasosos, menos solúveis que o gás carbônico, são agregados em bolhas. Para Rosa (2006) estas bolhas crescem até um ponto

que não conseguem ficar presas no interior do sedimento e, então, se soltam e migram para a superfície da água, sendo que a medida que se desce pela coluna d'água, a pressão aumenta e a temperatura diminui, ambos os efeitos, segundo Fearnside (2008) agem para aumentar a concentração de CH_4 em um reservatório.

Tendo como foco de estudo a captação de metano em forma de bolhas, o processo de verificação da existência desse gás no reservatório foi realizado segundo o Princípio da Lei de Henry, que enuncia que a solubilidade de um gás em um líquido depende da pressão do gás, ou seja, quanto maior a pressão exercida pelo gás, maior o número de choques e maior a penetração do mesmo no líquido. A temperatura do líquido também influencia, assim, quanto maior for o grau de agitação das partículas do líquido, menor será a capacidade desse líquido dissolver o gás, ou seja, quanto maior for a temperatura do líquido, mais fácil às moléculas gasosas entrarem e saírem deste. Com a agitação a temperatura aumenta e a pressão é diminuída no líquido, liberando dessa forma as bolhas com gases.

Dessa forma, após o revolvimento da biomassa no fundo do reservatório estudado, foi verificada a existência de CH_4 por meio da emissão de bolhas com GEE na superfície do mesmo (Figura 3).

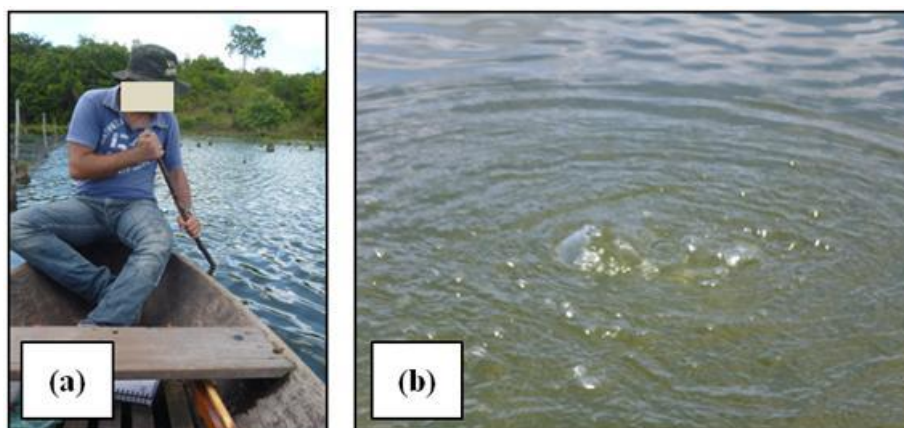


Figura 3: Verificação da existência de CH_4 no reservatório estudado: (a) – Revolvimento da biomassa do fundo do lago e (b) – Emissão de gases por bolhas.

3. Resultados e Discussões

3.1 Projeto de captação de gás metano

Para concepção do equipamento foi considerado o método do fluxo ebulitivo, em que a emissão do metano ocorre através de bolhas que se formam no substrato, sendo que a liberação destas bolhas, cujo conteúdo de gás pode variar entre 70 a 90% de metano, ocorre quando há superação da pressão hidrostática ocasionando seu rápido transporte pela coluna d'água (SANTOS, 2002).

O equipamento projetado para captação de CH_4 é composto por um bastão de PVC, utilizado como propulsor mecânico para o revolvimento da biomassa no fundo do lago; um tronco de cone para reter as bolhas com os gases liberados; uma mangueira para o transporte dos gases do tronco de cone até o saco plástico; e um saco plástico para o armazenamento dos gases.

Na Figura 4 é apresentada o projeto do sistema de captação de gás metano e na Tabela 1 são identificadas as dimensões deste, sendo que o volume do tronco de cone projetado é de $0,133\text{m}^3$.

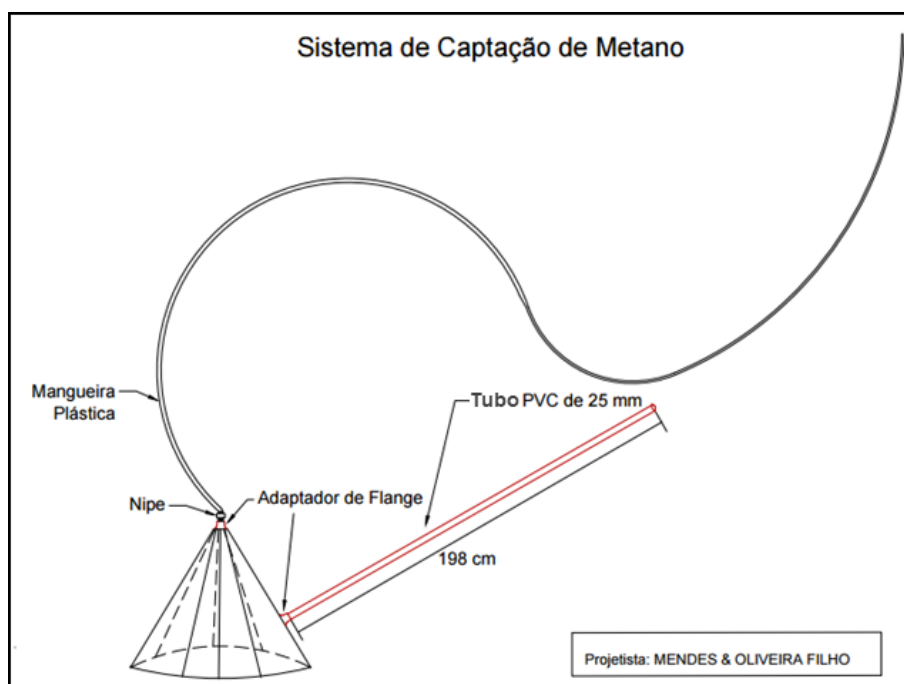


Figura 4: Projeto de captação de gás metano.

Tabela 1: Especificações das medidas do sistema projetado.

Dimensões	Valores
Geratriz do tronco de cone	71cm
Altura do tronco de cone	65cm
Diâmetro da base do tronco de cone	85cm
Diâmetro superior do tronco de cone	6,5cm
Diâmetro lateral do tronco de cone	13cm

Para a construção do protótipo, foram utilizados os seguintes materiais: uma chapa de zinco (devido a excelente resistência, principalmente a corrosão atmosférica e também a sua vida útil prolongada), dois adaptadores de flange, rebites de repuxo de alumínio, massa adesiva plástica destinada à vedação, uma mangueira plástica de 5m, um nipe para acoplar a mangueira no cone, dois tubos de PVC e sacos plásticos, conforme pode ser observado na Figura 5.



Figura 5: Sistema de captação de gás metano construído.

A definição do cone para captação do gás metano teve como base o método da Amostragem do Fluxo Através do Funil utilizado por Santos (2002) para captação de CH_4 , empregado para estimar as taxas de troca de CH_4 em ambientes aquáticos. Além disso, o formato do tronco de cone facilita o escoamento das bolhas pela parede até a saída em seu topo, impossibilitando o escape das bolhas no momento em que for iniciado o revolvimento dos sedimentos que estiverem em seu interior quando este for submerso até chegar ao fundo. Para ter-se uma perda mínima, as emendas das geratrizes foram fechadas hermeticamente.

No entanto, o método dessa pesquisa diverge do realizado por Santos (2002), uma vez que, na Amostragem do Fluxo Através do Funil são utilizados funis que capturam espontaneamente as bolhas ascendentes, enquanto que no método empregado é provocado um choque mecânico nos sedimentos para a liberação dos gases.

Para a realização dos testes foram selecionados quatro pontos, com profundidades de 1,80 m, 0,58 m, 0,92 m e 2,10 m, conforme apresentado na Figura 6.

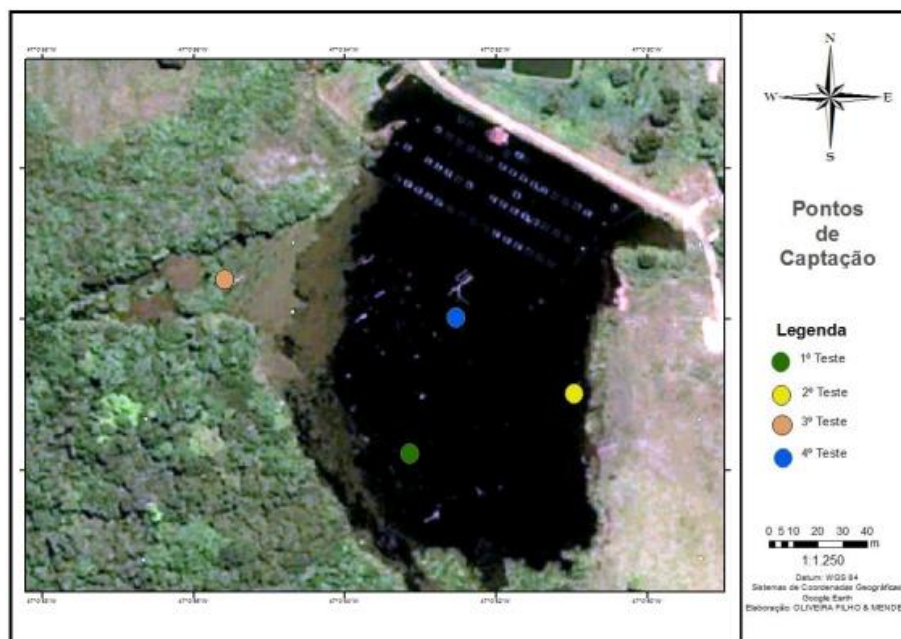


Figura 6: Pontos selecionados para os testes. Fonte: Autores (2017).

Primeiramente o tronco de cone do protótipo foi totalmente submerso, em seguida foi realizado o revolvimento mecânico da biomassa submersa através do tubo acoplado ao tronco de cone, provocando o choque mecânico nos sedimentos delimitados dentro do equipamento sob a água, promovendo assim a liberação das bolhas com gases. Já para o fluxo e armazenamento dos gases foram utilizados uma mangueira e um saco plástico.

Após os testes, foi comprovado que o equipamento criado foi capaz captar e armazenar os gases liberados (Figura 7), inclusive o CH_4 . No entanto, somente em dois dos testes, realizados nas menores profundidades (0,58 m e 0,92 m), obteve-se o enchimento do volume total do saco plástico, nos outros dois (1,8 m e 2,1 m) obteve-se o enchimento parcial.

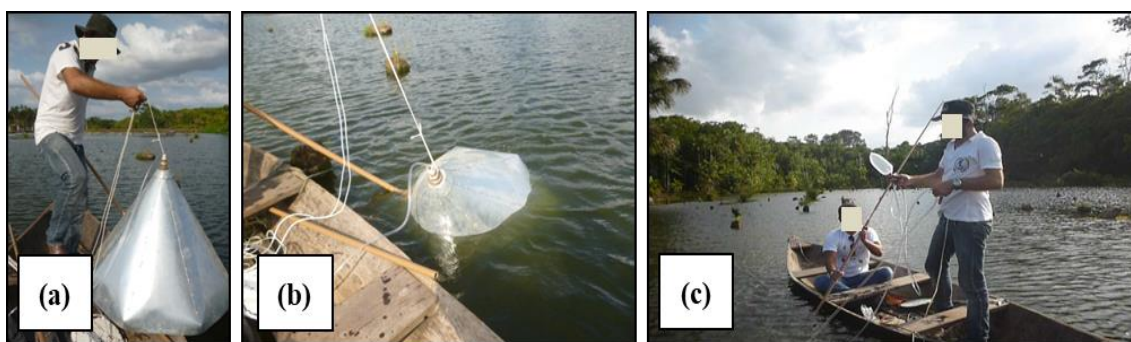


Figura 7: Teste do protótipo de captação de gás metano: (a) – Início do teste, (b) – Submersão do dispositivo e (c) – Enchimento dos sacos plásticos.

Segundo Rosa (2000), na técnica de medida de fluxo ebulitivo por captação espontânea os melhores resultados ocorreram em áreas mais rasas, e assim admitiu-se que há uma relação inversa entre a profundidade e a emissão de gases por bolhas. Com isso, é possível aferir que há uma forte correlação nos resultados entre os dois estudos, pois os resultados mais expressivos para a captação do gás no presente trabalho foram alcançados nos pontos mais rasos do lago.

4. Conclusões

Com base no levantamento realizado foi verificado que os reservatórios hidrelétricos são uma fonte potencial de geração e emissão de GEE, sendo possível ratificar as teorias apresentadas no reservatório de piscicultura, considerando que após o revolvimento da biomassa no fundo do lago com um bastão de madeira, foi observado o surgimento de bolhas com gases na superfície do reservatório.

Em relação ao equipamento de captação de gás metano projetado, constituído por um tronco de cone acoplado a um bastão de PVC, uma mangueira e um saco plástico, destaca-se que o referido dispositivo apresentou um custo relativamente baixo, haja vista não necessitar de energia elétrica para seu funcionamento. Além disso, o equipamento foi planejado para atender as necessidades do presente estudo, como custo baixo e facilidade de manuseio no lago estudado, passando por modificações desde a ideia inicial até a fase de testes.

Após os testes, foi comprovado que o equipamento criado foi capaz captar e armazenar os gases liberados, como o gás metano, sendo que nos dois testes realizados nas menores profundidades (0,58 m e 0,92 m) obteve-se o enchimento do volume total do saco plástico e nos outros dois realizados nas maiores profundidades (1,8 m e 2,1 m) obteve-se o enchimento parcial.

No que se refere à técnica utilizada para captação de CH₄, podemos aferir que há um “ineditismo” na metodologia empregada, pois essa se utiliza de choque mecânico nos sedimentos para a liberação dos gases em forma de bolhas, apresentando uma grande diferença entre esta e a técnica de captação de forma espontânea, uma vez que na captação de forma espontânea a liberação das bolhas é condicionada de forma natural, já a utilizada nesta pesquisa à liberação das bolhas é provocada por uma ação mecânica.

No entanto, o método apresenta limitações, uma vez que não foram determinados os teores de CH₄, apenas verificada sua existência, bem como de outros gases presentes na biomassa do fundo do reservatório estudado, como CO₂ e H₂S.

É importante ressaltar, que outros equipamentos projetados não podem ser descartados como possíveis projetos de captação de metano e que devem ser utilizados como alvo de novas pesquisas e testes, visando o aperfeiçoamento das técnicas.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). 2008. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, Brasília.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). 2016. *Balanço Energético Nacional (BEN) – 2016*, Rio de Janeiro.

FEARNSIDE, P. M. 2008. Hidrelétricas como “fábricas de metano”: O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito Estufa. *Oecologia Brasiliensis*, 12, 100-115, Rio de Janeiro.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). 2007. *Plano Nacional de Energia 2030*, Brasília.

ROSA, L.P. (Org.). 2000. *Emissões de dióxido de carbono de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros: relatório final*, Rio de Janeiro.

ROSA, L.P. (Org.). 2006. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de gases de Efeito Estufa/Emissões de Dióxido de Carbono e Metano pelos Reservatórios Hidrelétricos Brasileiros, Brasília.

SANTOS, E.O; ROSA, L.P; SANTOS, M.A. 2002. Técnicas de Medida e Análise de Gases de Efeito Reservatórios Hidrelétricos Brasileiros. VII Congresso Brasileiro De Meteorologia, Foz do Iguaçu.

SANTOS, M. A.; ROSA, L. P.; MATVIENKO, B.; SANTOS, E. O.; ROCHA, C. H. E. D.; SIKAR, E.; SILVA, M. B.; JUNIOR, A. M. P. B. 2008. Emissão de Gases de Efeito Estufa por Reservatórios de Hidrelétricas. *Oecologia Brasiliensis*, 12, 116 – 129, Rio de Janeiro.

SIRVINSKAS, L.P. 2012. *Manual do Direito Ambiental*, 10ª Ed., São Paulo.