

ESTRATÉGIA AMBIENTAL EM AGRICULTURA DE BAMBU MITIGANDO OS EFEITOS DE EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Patrícia Pereira Ribeiro Keller – patriciakeller@saneago.com.br

Gestora da Gerência de Proteção Ambiental e Qualidade do Produto – SANEAGO

Mestra em Engenharia do Meio Ambiente (UFG), MBA Sistema de Abastecimento de Água (IPOG),
Farmacêutica-Bioquímica (UFG), Técnica em Saneamento (ETFGO)

Endereço: SANEAGO – Av. Fued José Sebba, 1245. Jardim Goiás - Goiânia-GO. CEP 74805-100

Maura Francisca da Silva – maura@saneago.com.br

Gestora da Superintendência de Tecnologia e Suporte Operacional - SANEAGO

Mestra em Engenharia do Meio Ambiente (UFG). Bióloga (Universidade Católica de Goiás).

Marco Antônio de Melo – marcoam@saneago.com.br

Desenhista na Gerência de Proteção Ambiental e Qualidade do Produto – SANEAGO

Gestão Ambiental (FacLions). Técnico em Edificações (ETFGO).

Jacqueline – jacqueline@saneago.com.br

Técnica Industrial na Gerência de Proteção Ambiental e Qualidade do Produto – SANEAGO

Geografia (UFG). Técnica em Saneamento (CEFET).

Dagmar Souza Vaz – dagmar@saneago.com.br

Técnica Industrial na Gerência de Proteção Ambiental e Qualidade do Produto – SANEAGO

Ciências Biológicas (Uni-Anhanguera). Especialista em Gestão e Qualidade Ambiental (UFG). Técnica em Saneamento (CEFET).

Resumo: Os efluentes tratados das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) são geralmente dispostos em rios e córregos e mesmo após o tratamento e atendimento à legislação ambiental ainda contém substâncias que podem causar danos ao ambiente aquático e fauna com ele relacionados. Tal problema é agravado no período das secas, quando, muitas vezes, há uma diminuição da vazão ou até mesmo a intermitência do corpo receptor. Assim, a fim de mitigar os efeitos de efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto, promover e alinhar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) do Pacto Global da ONU e a sustentabilidade empresarial através das práticas Ambiental, Social e Governança (ESG), realizou-se um estudo com o efluente tratado disposto em agricultura de bambu em sistema de fertirrigação com taxa máxima à capacidade de evapotranspiração, com o objetivo de que as plantas absorveriam nutrientes e matéria orgânica, não havendo necessidade de disposição no corpo receptor

Palavras-chave: efluente, bambu, ODS, ESG, fertirrigação



ENVIRONMENTAL STRATEGY IN BAMBOO AGRICULTURE MITIGATING THE EFFLUENTS OF EFFLUENTS FROM SEWAGE TREATMENT PLANTS

Abstract: *This Treated effluents from Sewage Treatment Stations (ETE) are generally disposed of in rivers and streams and even after treatment and compliance with environmental legislation, they still contain substances that can cause damage to the aquatic environment and related fauna. This problem is aggravated during the dry season, when there is often a decrease in flow or even intermittency of the receiving body. Thus, in order to mitigate the effects of effluents from Sewage Treatment Plants, promote and align the Sustainable Development Goals (SDGs) of the UN Global Compact and corporate sustainability through Environmental, Social and Governance (ESG) practices, carried out A study was carried out with the treated effluent disposed of in bamboo agriculture in a fertigation system with a maximum rate of evapotranspiration capacity, with the objective that the plants would absorb nutrients and organic matter, with no need for disposal in the receiving body.*

Keywords: *efluente, bamboo, ODS, ESG, fertigation*

1. INTRODUÇÃO

A disposição final do efluente tratado depende das condições ambientais, restrições econômicas e legislações. Tais preceitos culminam com o efluente sendo disposto em um corpo receptor, sendo fundamental a capacidade de autodepuração e levando em consideração a vazão de entrada, OD/DBO, saturação e curva de depleção, temperatura; ou sendo utilizado como fonte para reuso, principalmente no período de estiagem nos mananciais superficiais intermitentes; ou sendo disposto no solo, que é um sistema natural com capacidade de remoção. Como alternativa de pós-tratamento do esgoto doméstico, a Santaella e colaboradores (2006) realizaram uma pesquisa em pequenas comunidades sobre a aplicação de esgoto no solo por infiltração rápida em plantação de feijão e concluiu que há necessidade de proteção do lençol freático através de impermeabilização. Segundo Andrade e colaboradores (2021), o reuso de efluente tratado em culturas de milho pode minimizar o uso de água dos mananciais superficiais no processo de irrigação na agricultura trazendo benefícios principalmente no período de crise hídrica. No tocante ao serviço de esgotamento sanitário, no município de Poço Branco do Rio Grande do Norte, Silva (2023) o efluente tratado disposto no corpo receptor deve atender a legislação CONAMA nº 430/2011 considerando classe, vazões, usos e capacidade de autodepuração para evitar o impacto ambiental e garantir que esta disposição não seja uma fonte de poluição; assim, é necessário fazer o controle a montante e a jusante do ponto de lançamento do efluente tratado. Segundo o Diagnóstico SNIS-AE (2020) da Secretaria Nacional de Saneamento - SNS do Ministério do Desenvolvimento Regional, na época, a disposição do efluente tratado no solo é um tipo de tratamento complementar que deve ser considerado em situações em que o corpo receptor não possui capacidade de diluição da carga orgânica remanescente.



Na Política de Reuso de Efluente Sanitário do Ministério das Cidades há um compromisso com a economia circular e a otimização dos recursos naturais em prol da redução da poluição e no atendimento a Lei nº 14.026/2020. Na avaliação de Leite (2021) o saneamento básico do Brasil apresenta índices negativos alarmantes ao considerar que 79,8% do esgoto é efetivamente coletado e que apenas 50,8% são tratados. Assim, o novo marco legal do saneamento denota repercussões significativas que articula todo o arcabouço jurídico para fins de qualidade de vida. No caso do efluente tratado em disposição no solo, tem-se a fertirrigação que é uma técnica utilizada no processo de irrigação, sendo aplicado no solo os nutrientes necessários para acelerar seu ciclo no ambiente (COELHO et al., 2010). No uso do efluente tratado na fertirrigação viabiliza-se nutrientes e matéria orgânica junto às raízes das plantas. A disposição das plantas de forma uniforme e irrigação constante são diretrizes para se obter resultados satisfatórios nesse sistema. O manejo na fertirrigação utilizando efluente tratado é necessário no que se refere a garantir a segurança hídrica subterrânea. O monitoramento do lençol freático é importante a fim de verificar se há potencial risco ou impacto ambiental pela aplicação do efluente tratado em agricultura de bambu. Os dados obtidos no monitoramento são subsídios para tomada de decisão no uso da técnica de fertirrigação. A fertirrigação utilizada em agricultura é benéfica e agrega qualidade na produção. Em estudo dentre as diversas variedades de culturas no Brasil, o livro “Bamboo – the gift of the gods (Lopez, 2003) lista que existem 1.675 espécies de bambu, que apesar de suas particularidades, é de senso comum que o seu ciclo de vida cumpre sua função na cadeia de produtividade, é um material muito versátil, ecológico e utilizado em construções e artesanatos. Sua resistência a tração deve-se pela distribuição das fibras no sentido ao eixo do colmo podendo chegar a 115,84 Mpa. Também, observa-se resistência a flexão e ao cisalhamento. O manejo do bambu é fundamental para qualidade produtiva, sendo que o bambu é utilizado para tratar a lixiviação do solo. O acúmulo da decomposição da serapilheira no bambuzal é importante na fertilização do solo antes da mudança de cultura da área de plantio. Dessa forma, a presente pesquisa visa, em atendimento aos requisitos legais do efluente tratado, sem impactar o corpo receptor no que tange a qualidade dos serviços prestados, utilizar a técnica de fertirrigação com efluente tratado de Estação de Tratamento de Esgoto em agricultura de bambu.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi a ETE Abadia de Goiás da Saneago, 16°44'53.34"S/49°25'46.78"O, localizada no município de Abadia de Goiás do Estado de Goiás no Brasil, que é constituída por uma lagoa facultativa e uma lagoa de maturação, conforme Figura 1. Para a execução e implementação das etapas do projeto utilizou-se recursos próprios da Saneago.

O monitoramento do efluente tratado é realizado mensalmente na ETE, na saída da lagoa de maturação, e o monitoramento dos poços perfurados na agricultura de bambu é monitorado bimestralmente conforme Resolução CONAMA nº 396/2008. O Laboratório de Esgoto da Saneago que realiza o monitoramento possui Certificado de Acreditação concedido pelo CGCRE, segundo os requisitos estabelecidos na ABNT NBR ISSO/IEC 17025:2017 para o seguinte escopo: determinação quantitativa de coliformes totais e *Escherichia coli*, cor aparente, condutividade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fluoreto, turbidez, oxigênio dissolvido, pH, temperatura e determinação da aparência por método de observação visual, e o processo de amostragem em corpos receptores e efluentes.



Figura 1 – ETE Abadia de Goiás com área do projeto com bambuzal e lagoas de tratamento



A empresa Saneago, participante do Pacto Global da Organização das Nações Unidas – ONU desde fevereiro de 2021, tem como parceria de projeto a Rede Bambu Goiás, sediada na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás – UFG, que tem desenvolvido pesquisas diversas com a cultura do bambu. Assim, a Saneago é pioneira no Estado de Goiás com a pesquisa da fertirrigação com efluente tratado em agricultura de bambu e confirma sua viabilidade e segurança ambiental na execução do cronograma da pesquisa, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Cronograma da pesquisa de disposição de efluente tratado em agricultura de bambu em 2023

Etapas	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Controle de Qualidade do Efluente Tratado												
Solicitação de Licenciamento Ambiental												
Perfuração de Poços de Monitoramento												
Apresentação do Projeto para Prefeitura de Abadia de Goiás												
Levantamento Topográfico												



Etapas	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Fornecimento e plantio de mudas de bambu												
Aquisição de material necessário para irrigação												
Energização e instalação da bomba de recalque												
Acompanhamento técnico por meio da Rede Bambu de Goiás - UFG												
Acompanhamento técnico e coroamento das mudas												
Implantação da tubulação de irrigação												
Aquisição de Roçadeira												
Aquisição de material para a execução de cerca.												
Execução do cercamento da área dos Bambus												
Controle de Qualidade dos poços de monitoramento												

Legenda:  executado  em andamento

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na execução da pesquisa da fertirrigação com efluente tratado em agricultura de bambu inicialmente realizou-se o planejamento técnico operacional do espaço físico, da mão de obra qualificada, da estrutura necessária para a agricultura do bambu, da estrutura necessária para instalar e operacionalizar a fertirrigação, da manutenção da cultura e do sistema, da operação e manejo, do monitoramento e controle, da análise crítica dos dados.

Assim, após todas as instalações realizadas, a etapa mais complicada é manter o sistema com o manejo e o controle adequado, alinhados a rotina operacional da ETE. Assim, realizou-se treinamentos e disponibilizou-se as ferramentas necessárias os operadores e que influenciam diretamente a qualidade dos dados obtidos.

Observa-se na Figura 2 os pontos de monitoramento nos poços. Na primeira coleta realizada no segundo semestre de 2023 evidenciou-se que o ponto P3 encontra-se com alta concentração de coliformes totais e *Escherichia coli*; sugestivo de contaminação da lagoa facultativa via solo. Porém, nas demais coletas verificar-se-á se há procedência dessa possível contaminação cruzada com a agricultura de bambu.



Figura 2 – Pontos de monitoramento dos poços da agricultura de bambu (P1, P2, P3)



Várias ações foram realizadas na área de 3.398 m² da agricultura de bambu em atendimento às tratativas necessárias para a obtenção do licenciamento ambiental. Em março de 2023 houve a energização e instalação da bomba para fertirrigação; em maio e dezembro de 2023 foram realizados os monitoramentos nos poços subterrâneos para controle; em maio de 2023 foram instaladas as tubulações para a fertirrigação; em setembro de 2023 foi realizado levantamento topográfico para implantação de cerca no perímetro da agricultura de bambu; em outubro de 2023 o cercamento da área agricultável foi instalado.

O manejo na agricultura de bambu está sendo realizado de forma a garantir seu desenvolvimento e outras espécies de vegetação estão sendo removidas para manutenção da área limpa e evitar competição entre espécies.

É sabido que o bambu tem no seu ciclo de vida inicial o crescimento de sua raiz adventícia do seu sistema radicular, que se desenvolve a partir de nós que são encontrados nos rizomas e nas bases dos colmos. Só então a partir desse desenvolvimento completo radicular é que a parte aérea do bambu tem o seu crescimento acentuado podendo chegar a até 30 metros de altura.



A fertirrigação aplicada na agricultura do bambu da ETE Abadia de Goiás não é contínua; assim, instalou-se um sistema de automação no local para atender a vazão do efluente tratado disposto no solo junto a muda de bambu, sendo esta vazão inferior a capacidade de escoamento no solo a fim de evitar a lixiviação para represa vizinha que está localizada em cota inferior ao bambuzal.

Os dados obtidos no segundo semestre de 2023 estão em fase de análise crítica, porém já se evidencia a necessidade de implementação de uma cultura controle de bambu para análise comparativa com a cultura de bambu fertirrigada.

No primeiro semestre de 2024 novos dados do efluente tratado, dos poços de monitoramento e do corpo receptor (montante e jusante) serão compilados e analisado junto ao histórico para definir a tendência evolutiva da qualidade ambiental do corpo receptor na redução da carga orgânica agora disposta na agricultura de bambu.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se que o cronograma da pesquisa está sendo executado, principalmente as etapas de estruturação, e as melhorias operacionais in loco são evidentes. A pesquisa no final de 2023 começou a fase de manejo, monitoramento e controle que será finalizada no primeiro semestre de 2024 para elaboração do primeiro balanço dos dados. Essa pesquisa é de caráter contínuo até a possibilidade de caracterização da massa verde fertirrigada, do lençol freático e do corpo receptor, estimando 5 anos após o plantio das mudas.

Assim, tem-se as variáveis mapeadas, rastreadas, executadas e possíveis de serem viabilizadas e ajustadas conforme a demanda da pesquisa. Essa garantia estratégica de oportunidade de melhoria contínua na pesquisa, utilizando a técnica de fertirrigação com efluente tratado de Estação de Tratamento de Esgoto em agricultura de bambu, irá mitigar os efeitos do efluente tratado no corpo receptor, da qualidade ambiental e promover a geração de matéria prima em ações socioambientais.

Agradecimentos

Agradecimento a Saneamento de Goiás S/A, Saneago, pelo apoio a pesquisa em prol da sustentabilidade empresarial através das práticas do ESG.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

ALMEIDA, Rogério de Araújo. Pesquisa da UFG utiliza bambu em sistema de tratamento de esgoto. UFG, 2017. Disponível em < <https://secom.ufg.br/n/94052-pesquisa-da-ufg-utiliza-bambu-em-sistema-de-tratamento-de-esgoto> >

ANDRADE, Izabelle P.; MONTENEGRO, Abelardo A. de A.; SILVA, José A. A.; FREIRE, Maria B. G.; SANTOS, Thais E. M. Impact of reuse of effluent from sewage treatment on the leachate form soil cultivated with corn. **Scielo Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9 (suppl 1), dez. 2021.

BORGES, Aline. Bambu: a matéria-prima que une Goiás e China. UFG, 2018. Disponível em <<https://ufg.br/n/111841-bambu-a-materia-prima-que-une-goias-e-china>>



BRASIL. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Publicada no Diário Oficial nº 92 em 16 de maio de 2011. **Composição e classificação dos esgotos sanitários.**

COELHO, Eugênio Ferreira; COSTA, Édio Luiz da; BORGES, Ana Lúcia; NETO, Torquato Martins de Andrade; PINTO, José Maria. Fertilização. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.259, nov/dez 2010, p. 58-70.

DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. **Bambus no Brasil: da biologia a tecnologia**. EMBRAPA. Acre, 2017.

LEITE, Moabe Souza. Análise jurídica do novo marco legal do saneamento básico (lei nº 14.026/2020) e a (in)constitucionalidade frente ao direito humano fundamental do acesso à água. 2021.

LEITE, Carlos Henrique Pereira; NETO, José Machado Moita; BEZERRA, Ana Keuly. Novo marco legal do saneamento básico: alterações e perspectivas. **SciELO Brasil. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. outubro, 2022.

NASCIMENTO, Emanuele de Castro. **Avaliação do Ciclo de Vida do Bambu**. UFSC, 2014. Disponível em < file:///C:/Users/m143006/Downloads/ACV-Bambu.pdf>

NETTO, Carmo Gallo. Engenharia usa bambu, areia e pedra em tratamento de esgoto. **Jornal da Unicamp**. Edição 389, março de 2008.

PAIVA, Vinícius. Bambu pode ser utilizado em tratamento de esgoto e construções. UFG, 2017. Disponível em <https://ufg.br/n/93826-bambu-pode-ser-utilizado-em-tratamento-de-esgoto-e-construcoes>

SANTAELLA, Sandra Tédde; LEITÃO, Renato Carrhá; SILVA, Luís Antônio; CUNHA, Cailiny Darle de Menezes Medeiros; MAGALHÃES, Danielle Inácio; ALMEIDA, Érica Carvalho; NETO, José Olavo Fonteles; MAIA, Liana Geisa Conrado; CARVALHO, Marcelo Guerra Pires. **Disposição no solo como alternativa de tratamento de pós-tratamento de esgoto doméstico para pequenas comunidades**. FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Fortaleza – CE, 2006.

SILVA, Edivania de Melo. **Avaliação do Sistema de Esgotamento Sanitário da Zona Urbana de Poço Branco / RN**. Natal – RN. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2023.

SNIS. **Informações para planejar o Esgotamento Sanitário**. Diagnóstico SNIS-AE. Secretaria Nacional do Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília, 2020.

