

Potencial do bambu (*Bambusa vulgaris*) no tratamento de efluentes domésticos

Thiago Alves da Silva¹, Erlângela Rocha Viga², Raquel Rodrigues de Souza¹, Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva^{3*}

¹Discente da Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, ²Discente da Universidade Federal do Acre, Curso de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil, ³Professora da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil.

*berenice.silva@ufac.br

Recebido em: 10/08/2021

Aceito em: 15/11/2021

Publicado em: 30/12/2021

RESUMO

A água é um recurso natural fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, no entanto com a crescente poluição de cursos hídricos através do lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, esse recurso tem se tornado cada vez mais escasso na condição adequada para consumo. No Acre, grande parte dos domicílios não conta com coleta e tratamento de esgoto, fazendo com que resíduos contaminantes presentes nesses efluentes sejam descartados de forma indevida, contaminando solos e outros cursos d'água. Mediante a esse cenário, pesquisas de cunho tecnológico e sustentável vêm sendo desenvolvidas com a finalidade de tratar esgotos *in loco*. Esse estudo viabilizou o uso de Bambu (*Bambusa vulgaris*) em sistema de hidroponia controlado para tratamento de efluentes domésticos. Esse método utiliza o vegetal como filtro para tratar a água, estocar contaminantes em seus compartimentos (raiz, rizoma, caule e folhas) ou ainda para imobilizar os contaminantes em quelantes naturais e precipitados. O experimento contou com dois tratamentos (testemunha e tratamento com bambu). Foram utilizados 50 módulos de tratamento, distantes 20 cm um do outro, contendo uma muda em cada módulo. Após sete dias da instalação do experimento, foram coletadas as amostras de cada tanque (com e sem tratamento) para análises laboratoriais. Parâmetros como oxigênio dissolvido (OD), valores da contagem de microrganismos pelo Número Mais Provável (NMP) e quantificação de metais e nutrientes foram avaliados para caracterização do esgoto doméstico. O sistema de tratamento com fitorremediação mostrou-se eficiente na remoção ou precipitação de poluentes do esgoto doméstico, tais como o alumínio. O valor médio geral OD no efluente do sistema tratado com bambu foi maior em relação ao tratamento testemunha, enquanto NMP foi menor no efluente tratado com bambu comparado ao sem tratamento, apontando que a espécie *Bambusa vulgaris* é eficiente na redução de microrganismos em esgoto contaminado.

Palavras-chave: Fitorremediação. Esgoto. Alumínio.

Potential of bamboo (*Bambusa vulgaris*) in the treatment of domestic effluents

ABSTRACT

Water is a fundamental natural resource for the survival of living beings. However, with the pollution increase of watercourses through the release of untreated domestic effluents, this resource has become increasingly scarce in an adequate condition for consumption. In Acre state, most households do not have a sewage harvest system, and no treatment, which means that contaminating residues present in these effluents are improperly disposed of in soils and other watercourses. Considering this scenario,

technological and sustainable research has been developed to treat sewage *in loco*. This study enabled the use of Bamboo (*Bambusa vulgaris*) in a controlled hydroponics system to treat domestic effluents. This method uses the plants as a filter to treat water and store contaminants inside their compartments (roots, rhizomes, stems, and leaves) or by immobilizing contaminants in natural and precipitated chelators. The experiment had two treatments (control and bamboo treatment). Fifty treatment modules were used, 20 cm apart from each other, containing a bamboo seedling in each module. Seven days after the installation of the experiment, the samples were collected from each tank (with and without treatment) for laboratory analysis. Parameters such as dissolved oxygen (DO), microorganism count values by the Most Probable Number (MPN), and quantification of metals and nutrients were evaluated for the characterization of domestic sewage. The phytoremediation treatment system proved to be efficient in removing or precipitating pollutants of domestic sewage, such as aluminum. The general average value of DO in the effluent of the system treated with bamboo was higher concerning the control treatment, while NPM was lower in the treated effluent compared to non-treated, indicating that the species *Bambusa vulgaris* has the potential to reduce microorganisms in contaminated sewage.

Keywords: Phytoremediation. Sewage. Aluminum.

INTRODUÇÃO

A falta de tratamento de esgotos domésticos é considerada um dos grandes problemas ambientais das cidades. O descarte final dos efluentes urbanos é, geralmente, conduzido a um corpo de água maior. A consequência desse lançamento direto ocasiona problemas, como maus odores e contaminação de águas (ALMEIDA et al., 2014).

A grande quantidade de esgoto lançada nos corpos hídricos sem passar por algum tipo de tratamento é, atualmente alarmante. A forma mais comum de tratar efluentes domésticos no Brasil fica restrito às estações de tratamento de esgoto (ETE). Estas unidades realizam a captação dos efluentes das cidades e tratam neste único local (GALVÃO, 2009).

Neste sentido, ressalta-se a importância de pesquisas que promovam alternativas ecológicas e sustentáveis para tratamento de efluentes domésticos, realizados *in loco*, de forma que os contaminantes presentes na água destes esgotos possam não ser devolvidos de volta à natureza, evitando contaminação de águas fluviais.

O uso de plantas para tratamento de efluentes domésticos representa uma tecnologia emergente, de baixos custos e eficiente, e vem se revelando uma ótima alternativa aos sistemas convencionais (ALMEIDA et al., 2010). As plantas apresentam um excelente papel no tratamento de esgotos, através da retirada de matéria orgânica, nutrientes e metais, além de ser o meio de suporte para o crescimento de biofilmes (ZANELLA, 2008).

A fitorremediação é uma “tecnologia verde” de baixo custo para limpeza de solos e águas residuais poluídos com diversos tipos de contaminantes (GRATÃO et al., 2005). No caso do bambu, alguns estudos avaliaram o seu potencial de uso para

fitorremediação (BARROS, 2007; QUEGE et al., 2011; ASAMOAHA et al., 2012; ALMEIDA, 2013; BIAN et al., 2020). No entanto, embora se tenha conhecimento sobre a capacidade dos bambus purificarem águas provenientes de esgotos, faltam informações que quantifiquem o papel desempenhado por uma gama de espécies dentro desse grande grupo de plantas que podem ser potencialmente utilizadas nesse processo. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar o potencial da espécie *Bambusa vulgaris*, no tratamento de efluentes domésticos urbanos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Campus Sede, da Universidade Federal do Acre - UFAC, em Rio Branco, Acre, no ano de 2020. O modelo de tratamento analisado constituiu-se de uma réplica de um sistema de hidroponia confeccionado com garrafas pet recicladas que foram conectadas por mangueiras de silicone.

Dois tanques (50 L) de plástico foram utilizadas para o processo de bombeamento da água de esgoto coletada, sendo uma para o tratamento de fitorremediação e outra para o tratamento testemunha, além de uma mini bomba automática para bombear água contaminada para dentro do sistema. O efluente doméstico foi captado diretamente da rede de esgoto a céu aberto do bairro Tucumã, Rio Branco, Acre. O tratamento com as plantas foi classificado como primário, definido como um processo predominantemente biológico (VON SPERLING, 1998).

A aplicação do esgoto no sistema experimental foi realizada manualmente em dois tanques alocadas na base do experimento. Em seguida, o bombeamento do esgoto bruto foi realizado por meio de uma bomba, posicionada no interior de um dos tanques, para que a água do esgoto fosse distribuída para toda unidade experimental. Os módulos de tratamento eram em número de 50, distantes 20 cm uns dos outros. As mudas de bambu (*Bambusa vulgaris* var. *vittata*) foram produzidas e coletadas no viveiro da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre - FUNTAC.

Foram transplantadas mudas nos 50 módulos de tratamento, uma por módulo, com exceção do módulo que fazia distribuição da água de esgoto para os demais. Após 7 dias da instalação do experimento, as amostras de esgoto foram coletadas de cada um dos tanques (com e sem tratamento). As amostras de esgoto, testemunha e tratado com bambu, foram caracterizadas através de análises físicas e biológicas na UTAL (UFAC)

de acordo com protocolos de Macedo (2001), enquanto as análises químicas foram realizadas em laboratório particular (LABRAS). Os resultados foram utilizados para o cálculo da eficiência na remoção de atributos do esgoto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a caracterização do esgoto doméstico que foi utilizado no tratamento sem bambu (testemunha) e no tratamento com bambus. Observa-se que esses parâmetros não foram modificados ou foram pouco afetados com o tratamento.

Tabela 1- Parâmetros físicos do efluente doméstico sem tratamento (testemunha) e com tratamento utilizando bambus.

Parâmetros	Tratamentos	
	Testemunha	Com Bambus
pH	6,67	6,4
Condutividade	72,1	72,8
Temperatura	26°	26°

A tabela 2 mostra os valores de oxigênio dissolvido (OD) em mg/L e os resultados das análises microbiológicas baseadas na contagem de microrganismos pelo número mais provável (NMP/ml).

O oxigênio dissolvido (OD) indica o grau de aeração da água, sendo um excelente indicativo da qualidade da água (CETESB 2021). A presença de oxigênio dissolvido é de importância vital para os seres aquáticos aeróbios. A introdução de OD no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico. Quanto maior sua concentração, melhor a qualidade da água. O OD é o critério mais importante nas determinações das condições sanitárias das águas superficiais. Avalia o efeito de despejos oxidáveis (de origem orgânica) no recurso hídrico e serve como indicador das condições de vida na água e para avaliar o processo de auto purificação (CETESB, 2021).

O valor mínimo OD para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05(2) é de 5,0 mg/L, mas existe uma variação na tolerância de espécie para espécie. As carpas, por exemplo, conseguem suportar concentrações de

OD de 3,0 mg/L, sendo que a carpa comum chega até mesmo a sobreviver por até 6 meses em águas frias e em OD menores que 2,0 mg/L (anoxia).

Tabela 2 - Valores oxigênio dissolvido (OD) em mg/L e valores da contagem de microrganismos pelo Número Mais Provável (NMP/ml) nos tratamentos testemunha (sem bambus) e com bambus.

Parâmetros	Tratamentos	
	Testemunha	Com Bambus
OD (mg/L)	2,35	3,05
NMP/ml	110,0	13,0

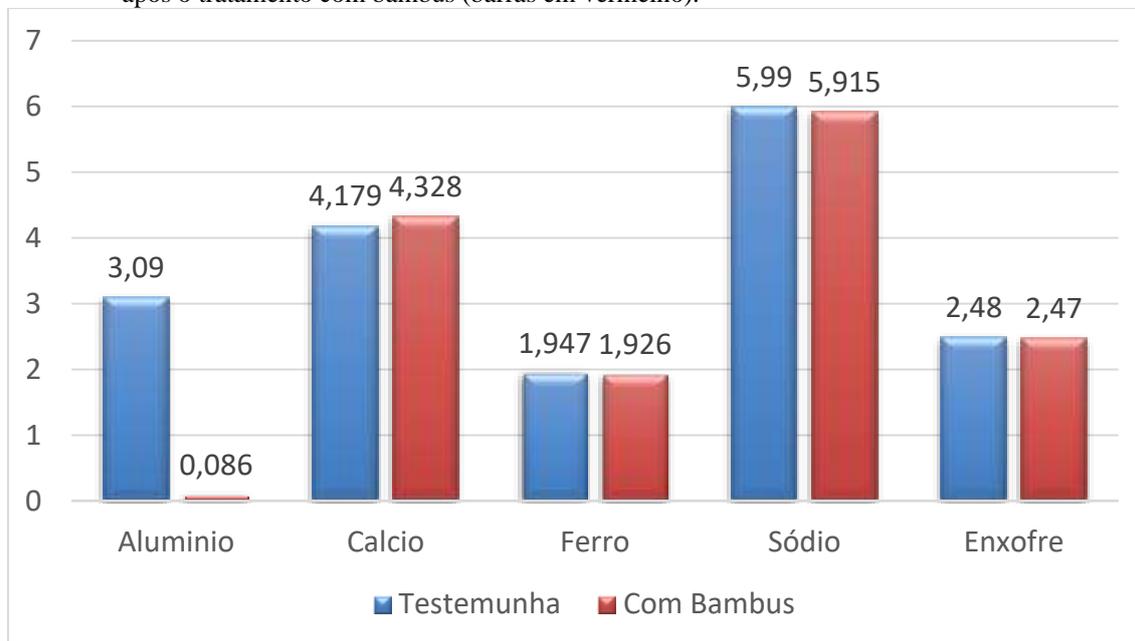
A figura 1 mostra os valores de nutrientes e metais presentes na água de esgoto sem tratamento e com o tratamento utilizando bambus. Observa-se que o tratamento com bambu se mostra eficiente na remoção ou precipitação do alumínio na água de esgoto. O alumínio foi encontrado em valores elevados 3,09 mg/L nas águas residuais do Parque Tucumã (Rio Branco Acre) e de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) a concentração máxima estabelecida para o alumínio em água potável é de 0,2 mg/L, limite este também estabelecido pela lei brasileira (Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de agosto). Outros metais como cádmio, chumbo e níquel não foram encontrados em quantidades significativas nos efluentes domésticos do parque Tucumã.

Nota-se que o tratamento com bambu utilizado no estudo reduziu significativamente a quantidade do alumínio nas águas residuais (redução de 3,09 para 0,086 mg/L). Algumas espécies de bambu já foram utilizadas em estudos de fitorremediação, tais como *Guadua angustifolia* e *Phyllostachys bambusoides* (BARROS, 2007; QUEGE et al. 2011); *Bambusa vulgaris* var. *vittata* (ASAMOA et al., 2012) e *Phyllostachys praecox* (BIAN et al., 2020). No caso da espécie *B. vulgaris* objeto de nosso estudo, sabe-se que essa é capaz de absorver cádmio, chumbo e níquel (ASAMOA et al., 2012). No entanto, não havia sido observado o potencial do bambu na remoção ou precipitação de alumínio nos efluentes domésticos.

Segundo Walter e Back (2009) todo elemento químico é tóxico quando absorvido além da capacidade de assimilação do organismo receptor. No caso do alumínio, a presença de níveis elevados no organismo pode causar efeitos neurotóxicos e interfere na formação dos ossos e sistema reprodutor (ALCÂNTARA, 2014 e referências). Assim, a fitorremediação utilizando o bambu (*B. vulgaris*) mostra ser uma

tecnologia promissora para remoção ou precipitação de metais presentes em águas residuais e que são tóxicos à saúde humana.

Figura 1- Quantificação de metais e nutrientes (mg/L) na água de esgoto testemunha (barras em azul) e após o tratamento com bambus (barras em vermelho).



CONCLUSÃO

Pode-se concluir neste trabalho que o sistema de tratamento com fitorremediação mostra-se eficiente na remoção de poluentes do esgoto doméstico, tais como o alumínio. Ademais, o tratamento do bambu mostrou potencial na redução de microrganismos do esgoto contaminado, sendo também observado que o valor do oxigênio dissolvido no efluente do sistema tratado com bambu foi maior em relação ao tratamento testemunha.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC) por ceder as mudas de bambu para o experimento, bem como à Unidade de Tecnologia de Alimentos da UFAC (UTAL) por auxiliar nas análises da água.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, B. K. **Experimental approaches to study the responses to Al stress in cultivated crops**. 2014. Tese (Doutorado Internacional em Biologia Celular e Molecular Vegetal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

ALMEIDA, R. A.; OLIVEIRA, L. F. C.; KLIEMANN, H. J. Eficiência de espécies vegetais na purificação de esgoto sanitário. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 1, p. 2974-2981, 2014.

ALMEIDA, R. A.; PITALUGA, D. P. S.; REIS, R. P. A. Tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico. **Revista Biociências**, v. 16, n. 1, p. 73-81, 2010.

ALMEIDA, M. V. **Remediação in vitro de poluentes orgânicos persistentes com utilização de plantas e nanopartículas**. 2013. 151 p. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

ASAMOAH, R.; OFORI-SARPONG, G.; AMANKWAH, R. Biosorption of heavy metals from wastewater using *Bambusa vulgaris* (Bamboo). In: UMAT BIENNIAL INTERNATIONAL MINING AND MINERAL CONFERENCE DOI, 2., 2012, Tarkawa, **Anais [...]**, University of Mines and Technology: ReasearhGate, p. 56-61, 2012.

BARROS, A. C. **Estudos sobre o potencial do bambu *Guadua angustifolia* Kunz. Para a fitorremediação dos metais pesados Zinco e Cádmio**. 2007, 30 f. Dissertação. (Mestrado em Química e Biotecnologia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

BIAN, F.; ZHONG, Z; ZHANG, X; YANG, C.; GAI, X. Bamboo – An untapped plant resource for the phytoremediation of heavy metal contaminated soils. **Chemosphere**, v. 246, 2020.

CETESB, 2021. **Mortandade dos peixes e Oxigênio Dissolvido**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/> Acesso em: 01 ago 2021.

GALVAO JUNIOR, A. C. Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Revista Panam Salud Pública**. v. 25, n. 6, p. 548-556, 2009.

GRATAO, P. L.; PRASAD, M. N. V.; CARDOSO, P. F.; LEA, P. J.; AZEVEDO, R. A. Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, 2005.

MACEDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análise**. 2, ed. 2001.

QUEGE, K. E.; ALMEIDA, R. A.; UCKER, F. E. Utilização do bambu no tratamento de esgoto sanitário pelo sistema de alagados construídos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 10, p. 2069-2080, 2011.

VON SPERLING, M. Associação entre a legislação brasileira de qualidade da água (Resolução CONAMA n. 20/86 de 18 de junho de 1986) e a seleção de processos de tratamento de esgotos. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 67, 1998.

ZANELLA, L. **Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte**. 2008. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2008.

WALTER, T. P.; BACK, A. J. Qualidade da água em bacia hidrográfica com mineração de carvão: estudo de caso da bacia do Rio Tonim, município de Criciúma, SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. 18., Campo Grande. **Anais [...]**, Campo Grande: ABRH, 20 p. 2009.