



REVISÃO SISTEMÁTICA: Análise do potencial da *Pistia stratiotes* (alface d'água) para fitorremediação de ambientes aquáticos contaminados com arsênio.

Anna Claudia Aparecida dos Santos
Andreza Gonçalves Nascimento
Bianca Fernandes Base
Hagatha A. Lourenço
Bezerra
Orientador: Dr.
Alexandre de Jesus
Barros

RESUMO

Remover elementos tóxicos do meio ambiente do qual seres vivos têm contato e possuem a possibilidade de sofrer com danos graves é uma das principais razões para que se desenvolvam tecnologias adequadas e com baixo custo, com a finalidade de absorver e neutralizar a ação de compostos tóxicos da água, por exemplo a fitorremediação que funciona como um "filtro" verde que se usa a espécie selecionada de planta do tipo macrófita e tem ganhado cada vez mais atenção do meio científico pela sua fácil implantação.

Após a revisão sistemática dos autores consultados e suas respectivas literaturas, obteve-se que fitorremediadoras do tipo *Pistia Stratiotes* foram submetidas a cinco concentrações de arsênio (0,0, 5,0, 10,0 15,0, e 20,0 μm) durante sete dias em seu meio aquoso de cultivo com uma solução nutritiva de água mineral, com o objetivo de avaliar o potencial de absorção da planta em contato com o contaminante. De modo geral, os trabalhos usados para a pesquisa, de terminam que o potencial de absorção da planta variou com as diferentes concentrações, e que a partir dos fatores de translocação foi possível observar que a macrófita possui boa absorção nas concentrações de 10,0 e 15,0 μm de arsênio. Concluindo pelas literaturas que a *Pistia Stratiotes* tem maior sucesso fitorremediador quando submetida às concentrações específicas do contaminante e que o fator de exposição da planta interfere na sua absorção, assim como as concentrações aplicadas interferem no crescimento e mudanças visuais sofridas pelo vegetal.

Palavras-chave: *Pistia Stratiotes*, Fitorremediação, Arsênio, tóxico.

ABSTRACT

To remove toxic elements from the environment in which living beings have contact and have the possibility of suffering serious damage is one of the main reasons for the development of appropriate and low cost technologies, with the purpose of absorbing and neutralizing the action of toxic compounds in water, for example, the phytoremediation that works as a green "filter" that uses the selected species of macrophyte type plant and has been gaining more and more attention from the scientific community for its easy implementation.

After the systematic review of the consulted authors and their respective literatures, it was obtained that *Pistia Stratiotes* type phytoremediators were submitted to five concentrations of arsenic (0.0, 5.0, 10.0 15.0, and 20.0 μm) during seven days in its aqueous medium of culture with a nutritive solution of mineral water, with the objective of evaluating the absorption potential of the plant in contact with the contaminant. In general, the works used for the research, concluded that the absorption potential of the plant varied with the different concentrations, and that from the translocation factors it was possible to observe that the macrophyte possessed good absorption in the concentrations of 10.0 and 15.0 μm of arsenic. Concluding by the literatures that *Pistia Stratiotes* has greater phytoremediation success when submitted to specific concentrations of the contaminant and that the exposure factor of the plant interferes in its absorption, as well as the applied concentrations interfere in the growth and visual changes suffered by the plant.

Keywords: *Pistia Stratiotes*, Phytoremediation, Arsenic, toxic.

1 INTRODUÇÃO

Como é notório, a cidade de São Paulo se depara com grandes problemas de saneamento e efluentes poluídos, logo, diante deste cenário é de demasiada importância a divulgação de novos sistemas de tratamento, mais viáveis e efetivos. O foco deste trabalho gira em torno de um meio divergente no tratamento da água, popularmente conhecido como *Wetland*. Partindo da premissa de Infraestrutura Verde, esse sistema já vem sendo adotado em diversos países como, por exemplo, Berlim e Alemanha (PINHEIRO, B. M. 2017). Ele consiste no uso de macrófitas em sistemas que retiram os poluentes presentes nos corpos d'água (BARRETO, B. A. 2011).

Macrófitas são plantas que apresentam boa capacidade de absorção de variados contaminantes e têm uma rápida multiplicação, favorecendo a fitorremediação numa maior parte do meio, para um bom resultado deve-se analisar bem o contaminante que desejasse extrair. Para este trabalho, foi considerado resultados positivos de outras análises como base, resultados estes que nos mostraram dados consideráveis de uma boa absorção de arsênio pela planta. (FREITAS et al., 2015).

A fitorremediação está entre as principais metodologias atualmente disponíveis para a remediação de solos contaminados e consiste no uso de plantas para remover, imobilizar ou tornar inofensivos ao ecossistema, contaminantes orgânicos e inorgânicos presentes no solo e na água. As plantas se adaptam a ambientes extremamente diversos, de forma que muitas espécies possuem a capacidade de interagir simbioticamente com outros organismos. Essa interação é determinante para a adaptação em ambientes como solos salinos, ácidos, pobres e ricos em nutrientes ou excessivamente contaminados com metais. (SILVA, et al 2018). A macrófita Alface d'água foi citada como uma das macrófitas eficientes na despoluição de reservatórios aquáticos contaminados. (Rodrigues, A.C. D.; et al, 2016).

A relevância deste assunto se dá pelos níveis de contaminação de corpos d'água com elementos e compostos químicos tóxicos em decorrência da deposição ou derrame, seja de forma proposital ou acidental, tem se destacado entre os impactos ambientais, os resíduos de atividades agrícolas, industriais, domésticas têm tornado rios, lagos e córregos mais contaminados. (PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS VOLUME III. et al, 2021)

De acordo com os autores das literaturas, determinou-se que para a análise deste trabalho foi utilizado o método de espectroscopia de emissão em plasma, que consiste na propriedade dos átomos ou íons em estado gasoso em admitir radiações com comprimento de onda quando excitados na região do UV-Vis.

2 MÉTODO

Estudo de revisão sistemática da literatura, para a análise, foram consultadas as bases de dados SciELO e Google Scholar e selecionados artigos científicos publicados em inglês e português buscando ensaios clínicos publicados nos últimos dez anos (2011 a 2021).

Os descritores utilizados para a pesquisa de artigos nas bases foram os seguintes: Análise de Arsênio, Fitorremediação *Pistia stratiotes*, Análise do teor de Arsênio e seus equivalentes em língua inglesa. Com a busca identificou-se o número de 8457 artigos, dentre os quais foram selecionados 12 de acordo com o objetivo deste estudo. O critério de escolha a princípio, foi selecionar os artigos que se relacionavam diretamente com o tratamento alternativo de fitorremediação utilizando a alface d'água (*Pistia stratiotes*), esses foram indicados entre os primeiros 30 artigos, dessa forma, optou-se por a escolha de doze estudos concluídos cujo contaminante trabalhado fosse o Arsênio. Analisou-se então o título e após, o resumo e os métodos.

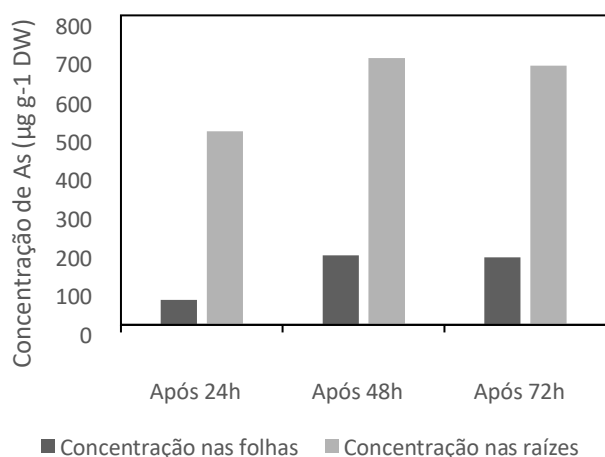
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Fator de absorção com relação a concentração de As

Com base nas análises feitas foi possível relacionar a concentração do contaminante com o potencial de absorção da *Pistia stratiotes*. Foi observado que houve uma maior absorção na concentração de 10 µM (CAMPOS, FERNANDA VITAL DE, 2014) e 15 µM (RIBEIRO, PATRÍCIA C. 2019), e em concentrações mais elevadas a absorção não foi tão eficaz.

3.2 Tempo de exposição da planta

O tempo do qual a planta fica exposta no sistema pode influenciar no potencial de absorção, como foi relatado por (RIBEIRO, 2019), 24h não é o suficiente para uma obtenção adequada dos resultados, mas com 48h ou mais já podemos ter uma melhor eficiência no processo como podemos observar no gráfico a seguir:

Gráfico 1: Concentração absorvida de As

(RIBEIRO, PATRÍCIA C. 2019)

Visto que os valores nas folhas não diferem muito com o passar dos dias, uma vez que a absorção fica mais localizada nas raízes. Nesse caso, a planta estava sujeita a apenas uma concentração, já em outros estudos com outros teores de arsênio, como por exemplo 0,0; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 1,5 mg L⁻¹ essa exposição pode se prolongar (FARNESE, FS, OLIVEIRA et al, 2014) podendo variar até 7 dias, já que temos comportamentos variados devido as divergências dos valores de concentração. (FARNESE, FS, OLIVEIRA, JÁ et al, 2014).

3.3 Mudanças visuais

Foi investigada a relação entre concentração e as mudanças visuais na planta, tais como escurecimento das folhas e redução no crescimento da planta. (FARNESE, FS, OLIVEIRA, et al, 2014).

Essas interferências ocorrem devido a interferências que o metal pode provocar na planta. Dentre essas alterações temos a alteração de macro e micronutrientes que comprometem diretamente o crescimento vegetal. (Rodrigues, A. C. D.; et al, 2016)

3.4 Fator de translocação

A absorção de arsênio ficou localizada prioritariamente nas raízes da planta, com um baixo índice de translocação para as folhas. (RIBEIRO, PATRÍCIA C. 2019).

Segundo Rodrigues, A. C. D.; et al (2016), isso pode ser explicado analisando as características celulares da raiz. Pois a parede celular dessa estrutura tem carga negativa, e acaba atraindo cátions di e polivalentes (sendo esta uma característica dos metais pesados). Esse fator faz com que surja uma afinidade entre os dois pontos, o que explicaria uma maior absorção nessa área da planta comparada com as demais regiões.

Este pode ser considerado um mecanismo de defesa da planta (FARNESE, FS, 2011), pois quanto mais ela absorve metal, mais negativa fica a parede celular, filtrando esse íon e impedindo que ele alcance camadas mais internas da estrutura. (Rodrigues, A. C. D.; Santos, A. M et al, 2016).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão dos artigos científicos possibilitou sistematizar informações específicas quanto ao potencial da *Pistia Stratiotes* em absorver o Arsênio em determinadas

concentrações e também os fatores que modificam o estado da planta.

Da mesma forma, permitiu compilar dados sobre a presença de Arsênio na macrófita que foi capaz de acumular concentrações elevadas, mas específicas de As. Concentrações variadas de As na solução nutritiva, promoveram alterações significativas nos mecanismos de defesa da planta. Quando exposta à concentração de 5 µM de As a *Pistia S.* apresentou baixa redução no crescimento. Entretanto em maiores concentrações, principalmente, a de 20 µM de As, ficou explícita a elevada toxicidade.

De maneira geral, o uso de *P. Stratiotes* em programas de fitorremediação de As, deve ser limitado a regiões que este contaminante se encontre em concentrações próximas a 5 µM. Entretanto é imprescindível que sejam feitos estudos adicionais que valiam as respostas antioxidantes destas plantas em longo prazo.

5 REFERÊNCIAS

- BARRETO, Adriana. **Reflexões sobre áreas urbanas de disposição final de resíduos sólidos e suas posteriores reutilizações.** 2011, 123 f. Tese (mestrado em Engenharia Urbana) – Curso de Engenharia Urbana – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- CAMPOS, Fernanda. Respostas do metabolismo antioxidativo de *Pistia stratiotes* L. submetida ao arsenito. 2014. 49 f. Tese (pós-graduação em Fisiologia Vegetal) – Curso de Fisiologia Vegetal – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.
- CAMPOS, M. L.; GUILHERME, L. R. G.; ANTUNES, A. S.; BORGES, K. S. C. Teor de arsênio e adsorção competitiva arsênio/fosfato e arsênio/sulfato em solos de Minas Gerais, Brasil v.43,

n.6, p.985-991, jun. 2013.

FARNESE, F. Avaliação do potencial de *Pistia stratiotes* L. (alface d'água) para a bioindicação e fitorremediação de ambientes aquáticos contaminados com arsênio. *Revista Brasileira de Biologia*, Viçosa, n. 74, p. 103-112, 2014.

FREITAS, F. B.A.; PINTO, F. G. H. S.; SANTOS, A. G. D.; MARTINS, D. F. F. – Determinação da potencialidade de utilização da *Pistia stratiotes* como agente fitorremediador de Ambientes Naturais – 2015.

PINHEIRO, M.; SOUZA, E.; STUDART, T.; CAMPO, J. Segurança hídrica do reservatório Castanhão – CE: Aplicação da matriz de sistematização institucional, 2017, v. 22, p. 877 – 887, set/out. 2017.

PINTO, L. E. S.; CÂMARA, M. Y. F.; RIBEIRO, Patrícia. Evaluation of arsenic tolerance in *Pistia stratiotes* L. (ARACEAE): Photosynthetic and respiratory metabolism. 2019. 61 f. Tese de graduação – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

6. ANEXOS


RIBEIRO, Patrícia. Evaluation of arsenic tolerance in *Pistia stratiotes* L. (ARACEAE): Photosynthetic and respiratory metabolism. 2019. 61 f. Tese de graduação – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

RODRIGUES, D.; SANTOS, M.; SANTOS, S.; PEREIRA, C.; SOBRINHO, A. Mecanismos de respostas das plantas à poluição por metais pesados: Possibilidade de uso de macrófitas para remediação de ambientes aquáticos contaminados. *Revista virtual de Química, Seropédica*, v. 8, 262- 276, jan. 2016.

RODRIGUES, A. C.D. – Potencial da Alface d'água (*Pistia stratiotes*) para descontaminação de águas contaminadas por Zn e Cd – Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, P.; HANSTED, F.; TONELLO, P.; GOUVEIA, D.; Fitorremediação de Solos Contaminados com Metais: Panorama Atual e Perspectivas de uso de Espécies Florestais. *Revista virtual de Química, Sorocaba*, v 11, Fev. 2019.

ZUFFO, Alan; AGUILERA, Jorge. **Pesquisas agrárias e ambientais**: Volume III. Mato Grosso: Pantanal Editora, 2021.

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO ANÁLISE DO TEOR DE As III PRESENTE NO AQUÁRIO DE CULTIVO			
Código DTCCQ-ANO-	Área/Curso Técnico em Química	Data de Emissão 05/04/2021	Última Revisão 06/04/2021	Versão N° 01

1. OBJETIVOS

- Determinar quantitativamente o teor de arsênio presente em solução aquosa de um aquário de cultivo após o período de absorção da *Pistia stratiotes* (Alface d'água).
- Descrever e executar adequadamente os procedimentos para o preparo da amostra aquosa contaminada com As para análise no espectrofotômetro de emissão em plasma.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta IT se aplica unicamente ao Laboratório de Análises Físico-Químicas, Qualitativas e Quantitativas (LAFQ) ao Laboratório de Análises Instrumentais (LAI).

3. EMISSÃO, REVISÃO E APROVAÇÃO

Esta IT foi:

Emitida por: Anna Claudia A. Dos Santos Matos, Andreza Gonçalves Nascimento, Bianca Fernandes Base e Hagatha Alice L. Bezerra

Revisada por: Prof. Alexandre de Jesus Barros

Aprovada por: Prof.^a Thaís Taciano dos Santos – Coordenadora do Curso Técnico em Química

4. HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES

Versão	Data	Alteração(ões) efetuada(s)
01	05/04/2021	Emissão do documento

5. INTRODUÇÃO

As características físicas e químicas da água podem influenciar diretamente no crescimento, na saúde, na reprodução e sobrevivência das mais variadas espécies aquáticas. É de grande necessidade que a concentração de metais não supere os limites expedidos pelas autoridades de saúde, considerando que animais como o peixe, são muito consumidos como fonte rica em proteínas (Pereira, 2011)

O arsênio se trata de um elemento químico altamente tóxico ao homem, animais e natureza, ele pode ser encontrado no meio ambiente como intemperismo de rochas a atividade vulcânica, aerossóis de água do mar e volatilização microbiana. É necessário a plena compreensão do comportamento químico deste elemento, pois em altas concentrações pode provocar problemas ambientais graves, contaminando tanto o solo quanto corpos d'água. (Ciência Rural. Et Al, jun, 2013)

Como é notória, a cidade de São Paulo se depara com grandes problemas de saneamento e efluentes poluídos, logo, diante deste cenário é de demasiada importância a divulgação de novos sistemas de tratamento, mais viáveis e efetivos. O foco deste trabalho gira em torno de um meio divergente no tratamento da água, popularmente conhecido como Wetland. Partindo da premissa de Infraestrutura Verde, esse sistema já vem sendo adotado em diversos países como, por exemplo, em Berlim e

Alemanha (PINHEIRO, B. M. 2017). Ele consiste no uso de macrófitas em sistemas que retiram os poluentes presentes nos corpos d'água (BARRETO, B. A. 2011).

5.1. Cuidados a se tomar nesse experimento O

uso de EPI é obrigatório.

Deve ter cuidado ao manusear os reagentes e vidrarias.

Tenha atenção ao realizar os procedimentos a fim de que não haja alterações imprevisíveis no procedimento, alterando o resultado final.

6. DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO

6.1 Materiais e Reagentes

Os materiais e reagentes necessários para o experimento estão descritos na Tabela 1 e correspondem à necessidade do grupo.

Tabela 1: Materiais e reagentes necessários para a análise

Unidades/Quantidades	Descrição do Material ou Reagente
q.s.p.	Mudas de <i>Pistia stratiotes</i>
q.s.p.	Água mineral
q.s.p.	Arsenito de sódio
q.s.p.	mistura nitro-perclórica 2:1
q.s.p.	Água desmineralizada
q.s.p.	Água deionizada
4	Recipientes de polietileno
1	Estufa
1	Aquário médio
1	Espectrofotômetro
3	Béquer (1000 ml)
1	Pipeta volumétrica 15 ml
1	Espátula
6	Baguetas
5	Béqueres

6.2 Procedimento

- 1 - Coletar 04 mudas de Alface d'água.
- 2 – Deixar as mudas em solução nutritiva, em água mineral com sua composição conhecida.
- 3 – Após 24h, transfira as plantas para recipientes de polietileno.
- 4 – Adicionar Arsenito de sódio (NaAsO_2) nas seguintes concentrações: 0, 5, 10, 20 μM . Cada muda deve receber uma concentração.
- 5 – Deixar a planta exposta ao meio por 5 dias.

Parte 02 – Preparo das amostras

- 1 – Coletar as plantas e lava-las com água deionizada
- 2 – Inserir as mudas em béqueres e colocá-las na estufa a 80°C.

3 – Retirar as amostras da estufa, e realizar a mineração úmida com 3 mL de uma misturanitroperclórica 2:1, na temperatura de 100-120°C

Parte 2 - Inserção da amostra no equipamento analítico

- 1 -Coletar com uma pipeta volumétrica 10 ml de água deionizada e inserir o mesmo volume em cada uma das amostras.
- 2 – Inserir as amostras no espectrofotômetro de emissão em plasma 3- Realizar para cada análise uma triplicata dos resultados.

6.3 Acondicionamento/Tratamento de Resíduos

Os resíduos devem ser colocados em um béquer de vidro, onde possam ser devidamente tratados. Várias tecnologias têm sido propostas para o tratamento de rejeitos contendo arsênio, mas nem todas têm sido aplicadas industrialmente e nem sempre geram compostos estáveis a longo prazo. A USEPA no seu documento final para BDAT ('Best Demonstrated Available Technology') considera que a precipitação química, e em particular a precipitação de arseniato férrico, só ou em combinação com outros métodos de precipitação, é a melhor tecnologia para o tratamento de efluentes contendo arsênio.

Descartar separadamente do lixo comum. O material descartado, assim como aquele recolhido em derrames deve ser enviado para aterros sanitários/industriais, ou se possível, encaminhado para reciclagem. As poeiras e gases devem ser tratados antes de serem emitidos por sistema de exaustão. OBS.: A opção de descarte deve seguir sempre a orientação do setor de meio ambiente da empresa e a legislação pertinente.

7. REFERÊNCIA

CAMPOS, M. L.; GUILHERME, L. R. G.; ANTUNES, A. S.; BORGES, K. S. C. Teor de arsênio e adsorção competitiva arsênio/fosfato e arsênio/sulfato em solos de Minas Gerais, Brasil v.43, n.6, p.985-991, jun. 2013

Espectrofotometria: análise da concentração de soluções. 2018. Disponível em: <[Espectrofotometria: Análise da concentração de soluções \(kasvi.com.br\)](http://kasvi.com.br)>. Acesso em: 05 de abril de 2021.

Prosa rural - Fitorremediação: o uso de plantas para descontaminação ambiental. 2010. Disponível em: <[Prosa Rural - Fitorremediação: o uso de plantas para descontaminação ambiental - Portal Embrapa](#)>. Acesso em: 06 de abril de 2021.

PEREIRA, Luciano; WINDMOLLER, Cláudia; SILVA, José; NETO, Waldomiro. Solubilização alcalina de peixes e otimização multivariada para determinação de chumbo e manganês usando espectrometria de absorção atômica com forno de grafite. Química Nova, São Paulo, vol. 34, nº 7, 1167-1172,2011.

SOUZA, V.; CARAGEORGOS, T. **Descarte de rejeitos contendo arsênio**. In: **Jornada de iniciação científica**, 07. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1999.

