

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM**

CURSO DE AGRONOMIA

THIAGO CARDOSO GUIMARÃES

**TÍTULO: CONTROLE ALTERNATIVO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS
INFESTANTES DE RESERVÁTORIOS**

ERECHIM

2021

THIAGO CARDOSO GUIMARÃES

**TÍTULO: CONTROLE ALTERNATIVO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS
INFESTANTES DE RESERVÁTORIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Altemir José Mossi

ERECHIM

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Guimarães, Thiago Cardoso
CONTROLE ALTERNATIVO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS
INFESTANTES DE RESERVÁTORIOS / Thiago Cardoso Guimarães.
-- 2021.
23 f.:il.

Orientador: Doutor em Ecologia Altemir Mossi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim, RS, 2021.

I. Mossi, Altemir, orient. II. Universidade Federal
da Fronteira Sul. III. Título.

THIAGO CARDOSO GUIMARÃES

**TÍTULO: CONTROLE ALTERNATIVO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS
INFESTANTES DE RESERVÁTORIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação na
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia).

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 11/10/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Altemir José Mossi – UFFS
Orientador

Ma. Aline Frumi Camargo
Avaliadora

Prof.^a Dra. Helen Treichel - UFFS
Avaliadora

Dedico este trabalho aos meus pais, que
me deram a oportunidade de concluir
meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por todo o zelo e dedicação que sempre despenderam comigo. Para um adolescente meio sem rumo olhando pelo retrovisor, creio que minha evolução é notável tanto como acadêmico quanto como pessoa, tive boa parte do meu caráter moldado a adversidade que foi essa mudança cultural e do meu cotidiano. Sendo natural da grande São Paulo nos desencontros da vida acabei me encontrando a 880 km, em um lugar até então desconhecido e creio ter feito uma boa escolha, assim espero, quando daqui há alguns anos retirar esse trabalho da gaveta empoeirado e me lembrar dessa fase de minha vida. Meu muito obrigado aos envolvidos!

Transforma-se o sadismo do menino e do adolescente no gosto de mandar dar surra, de mandar arrancar dente de negro ladrão de cana, de mandar brigar na sua presença capoeiras, galos e canários – tantas vezes manifestos pelo senhor de engenho quando homem feito; no gosto de mando violento ou perverso que explodia nele ou no filho bacharel quando no exercício de posição elevada, política ou de administração pública; ou no simples e puro gosto de mando, característico de todo brasileiro nascido ou criado em casa-grande de engenho. (Freyre, 1980, pp. 113-114)).

RESUMO

O crescimento excessivo e acelerado das macrófitas aquáticas junto com o grande prejuízo que essas infestantes causam em reservatórios instigou diversos pesquisadores a discutir formas de controle destas plantas. Tendo em vista que os métodos tradicionais de controle ou causam problemas de logística (mecânico) ou problemas ambientais (químico) e a partir destas lacunas o potencial de um bioherbicida se insere como alternativa para controle de macrófitas aquáticas. A prospecção foi feita a partir de coletas sistêmicas das espécies *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia herzogii* após essa coleta os tecidos foram desinfestados e acondicionados, onde foram repicados em meio de cultura e crescidos durante um período de 14 dias. Microrganismos com potencial foram divididos em unidades amostrais e a partir destes organismos foi produzido um bioherbicida em potencial onde sua avaliação foi feita com um delineamento inteiramente casualizado dividido em 3 repetições para cada tratamento com uma testemunha, sendo realizado avaliações visuais com base na metodologia proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas daninhas. Os biocompostos não apresentaram danos visíveis em *E. crassipes* portanto seus dados não estão expostos, os nas demais espécies observaram-se danos aos 15 dias após aplicações, e após este DAT os danos aumentaram, os microrganismos denominados GAO e GAGR2 tiveram mais êxito ocasionando danos de até 40% em algumas repetições. E na análise de massa fresca este mesmo padrão se repetiu com os tratamentos GAO onde houve uma diminuição de cerca de 18% no PV (peso vivo) assim confirmando a eficácia do tratamento de *Trichoderma+Verticillum* para um possível controle das espécies *E. crassipes* e *P. stratiotes*.

Palavras-chave: bioherbicida; controle e macrófitas aquáticas, *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia herzogii*.

ABSTRACT

The excessive and accelerated growth of aquatic macrophytes along with the great damage that these weeds cause in reservoirs has instigated several researchers to discuss ways to control these plants. Considering that the traditional methods of control either cause logistical problems (mechanical) or environmental problems (chemical) and from these gaps the potential of a bioherbicide is inserted as an alternative for the control of aquatic macrophytes. The prospection was made from systemic collections of the species *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* and *Salvinia herzogii* after this collection the tissues were disinfected and conditioned, where they were repotted in culture medium and grown during a period of 14 days. Potential microorganisms were divided into sample units and from these organisms a potential bioherbicide was produced where its evaluation was made with an entirely randomized design divided into 3 repetitions for each treatment with a control, being performed visual evaluations based on the methodology proposed by the Brazilian Weed Science Society. The biocompounds did not show visible damage in *E. crassipes* so its data are not exposed, the other species showed damage at 15 days after application, and after this DAT the damage increased, the microorganisms called GAO and GAGR2 were more successful causing damage up to 40% in some repetitions. And in the analysis of fresh mass this same pattern was repeated with the GAO treatments where there was a decrease of about 18% in PV (live weight) thus confirming the effectiveness of the treatment of *Trichoderma* + *Verticillum* for a possible control of the species *E. crassipes* and *P. stratiotes*.

Keywords: bioherbicides; control and aquatic macrophytes, *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* and *Salvinia herzogii*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	CONTROLE BIOLÓGICO.....	12
1.1.1	Princípio de uso.....	12
2	MÁTERIAIS E MÉTODOS.....	13
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
5	REFERENCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2015 o Brasil enfrentou uma crise energética sem precedentes, mesmo se comparada ao racionamento de 2001. A falta de investimento no setor, aumento do consumo de energia elétrica e falta de chuva culminaram na crise (Thomas, 2017).

O impacto econômico e social causado pela diminuição da força de trabalho de usinas hidrelétricas é bastante agravado quando as condicionantes para um bom funcionamento não estão de acordo aos padrões de funcionamento, um destes condicionantes é o controle ou ausência de plantas aquáticas infestantes sendo que quando este contingente excede o limiar de dano econômico é necessário o controle desta população. A simples presença das macrófitas já gera danos ações impactantes como maior quantidade de matéria orgânica, absorção de nutrientes, proliferação nas partes rasas e obstrução de turbinas (Andrade, 2017).

O controle mecânico, através de corte e remoção, tem se tornado mais efetivo com o desenvolvimento de novos equipamentos, continua, entretanto, caro, trabalhoso e sendo um processo sem fim, como o da manutenção de um gramado (Agostinho, 2018). A utilização de químicos acaba se tornando inviável devido aos colaterais provenientes de sua utilização no ecossistema, e em contrapartida os meios de controle biológicos utiliza organismos vivos que possuem menor impacto ambiental e também possuem menos restrições ambientais de órgãos de fiscalização assim melhorando a logística de controle (Pompêo, 2008).

Neste sentido, os bioherbicidas possuem o potencial de a partir de compostos orgânicos conseguir controlar espécies indesejadas ao interesse econômico, e além disso preencher as lacunas que os herbicidas possuem na questão ambiental, ou seja, degradando menos o meio e tendo eficácia no controle não em uma erradicação (Oliveira, 2020).

O seguinte artigo tem em seu âmago, o objetivo de produzir um bioherbicida em potencial para controlar *P.stratiotes*, *E. crassipes* e *S. herzogii*, logo criar alternativas para conseguir diminuir o uso do controle químico devido seu impacto ambiental e do mecânico que exige um alto custo de mão de obra.

1.1 CONTROLE BIOLÓGICO

Uma quantidade adequada de macrófitas contribui para a manutenção de um ecossistema aquático saudável. Poucos estudos têm como objetivo determinar a biomassa adequada de macrófitas aquáticas para manutenção do ecossistema aquático saudável (Hussner et al. 2017). O conceito de controle deve ser levado sempre em consideração o que é contraintuitivo quando se pensa em como resolver um problema com infestantes.

Nos seus habitats naturais, plantas e animais estão em um complexo ecossistema equilibrado por diversos processos. Cada espécie possui seus inimigos naturais, como insetos, ácaros e patógenos, trabalhando na manutenção deste equilíbrio, impedindo que uma espécie domine outra (Van Klinken, RD e Edwards, OR 2002; Cordeau et al., 2016). Mesmo que um dos condicionantes de dano sejam de fato erradicados o equilíbrio daquele ecossistema será gravemente alterado ocasionando em problemas sobressalentes.

Para um agente de controle biológico ser bem sucedido ele deve atender diversos requisitos, ou seja, poder manter sua população em apenas um ou um número limitado de hospedeiros, não podendo sobreviver em plantas não alvo, desaparecendo da área se não houver hospedeiro disponível (Van Klinken, RD e Edwards, OR 2002). E esse mecanismo extremamente complexo e inteligente faz com que os resíduos sejam muito menos abrasivos para o ecossistema preenchendo as lacunas do químico que tem nessas características seus pontos negativos.

1.1.1 Princípio de uso

O controle biológico é uma opção de manejo de plantas daninhas, rentável e segura comparada a herbicidas e métodos mecânicos, podendo ser integrado com outras práticas (Zimmermann et al., 2004 van Wilgen e De Lange, 2011). Esse meio como qualquer outra ferramenta de utilização comercial necessita ter um viés econômico, logo o meio de controle não apenas precisa ser eficaz no controle, mas também possuir um valor equivalente com o ganho destinado a ação e também não ocasionar um efeito dominó gerando outros problemas.

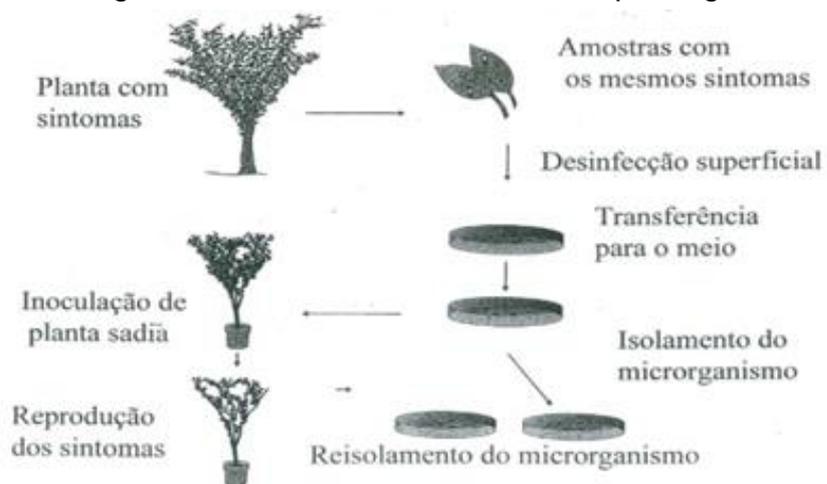
2 MATERIAIS E MÉTODOS

Prospecção dos Micro-organismos Fitopatogênicos: foram realizadas coletas sistemáticas na região devido a ocorrência de plantas aquáticas infectadas, as infestantes foram coletadas com a padronização a partir de sintomas visuais de infecção por fitopatógenos. As espécies *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia herzogii* ocorreu a sua coleta e identificação.

Após a obtenção o transporte foi feito até o laboratório de Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul de Erechim, onde realizou-se o isolamento dos micro-organismos com potencial patógeno.

O isolamento dos micro-organismos fitopatogênicos: realizou-se utilizando as coletas de plantas com danos visuais, com base no postulado de Koch (Figura 1). A assepsia dos tecidos conduziu-se com álcool 70% por cerca de 1 minuto após esse período foi utilizado o hipoclorito de sódio 2% de cloro ativo v/v até 3 minutos em seguida dupla lavagem com água destilada e autoclavada (Araújo et al., 2000). Depois da desinfecção os tecidos foram alocados em placas de Petri contendo meio de cultura e incubados a 28°C por 7 dias.

Figura 1 – Postulado de Koch em fitopatologia.



Fonte: http://fitopatologia-lfn424.blogspot.com.br/2012_08_01_archive.html

A purificação das colônias foi realizada por estrias de esgotamento em repicagens sucessivas ou semeadura em diluição, em placas de Petri com o mesmo meio de cultura, até a obtenção de culturas puras. Os fungos isolados foram

inoculados em plantas sadias das espécies coletadas, em estufa, e após isolados novamente. Foram liofilizadas e armazenadas em freezer até o momento da sua utilização.

Produção Microbiana em fermentação submersa: os micro-organismos isolados foram crescidos em fermentação submersa através do uso de frascos agitados, contendo 125 mL de meio de cultura. A formulação do meio de cultura foi realizada com as seguintes proporções: 10 g/L de glicose (C₆H₁₂O₆); 7,5 g/L de extrato de levedura; 10 g/L de peptona; 2 g/L de sulfato de amônio (NH₄)₂SO₄; 0,5 g/L de sulfato de magnésio (MgSO₄.7H₂O); 1 g/L de sulfato ferroso (FeSO₄.7H₂O) e 1 g/L de sulfato de manganês (MnSO₄.H₂O).

Os meios de cultura líquidos foram esterilizados em autoclave a 121°C por 30 minutos. Após atingirem a temperatura ambiente, os micro-organismos foram inoculados utilizando água destilada estéril, vertida posteriormente sobre a colônia microbiana na placa de Petri, com o auxílio de uma lâmina microscópica esterilizada.

As fermentações foram realizadas a 28°C em shaker, agitados a 120 rpm, permanecendo por 7 dias nessas condições. Após, foram submetidas à centrifugação a 4.000 rpm durante 10 minutos. Para avaliação de massa seca foi retirado uma amostra do tubo cônico para placas de Petri e secas em estufa secagem a 100°C, por um período de 48 horas.

O centrifugado foi separado em dois extratos, para o screening nas plantas, o sobrenadante e o precipitado.

Screening do potencial bioherbicida: o screening inicial identificou as culturas puras com capacidade de inibição do desenvolvimento de plântulas diante dos micro-organismos isolados. As macrófitas aquáticas (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia herzogii*) foram multiplicadas em açudes existentes junto ao Campus da Universidade Federal da Fronteira Sul - Erechim. Os micro-organismos fitopatogênicos utilizados foram os previamente isolados e mantidos no Laboratório de Microbiologia da UFFS – Campus Erechim.

Preparo das unidades amostrais: para o experimento os espécimes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia herzogii*) foram transferidos recipientes com um volume de água de 12 Litros por unidade amostral. Foi utilizada água do açude e cada uma das caixas receberá 4 gramas de NPK na formulação 4-18-8.

As unidades amostrais foram mantidas, em uma estufa com controle de intempéries. As plantas foram utilizadas de acordo a disponibilidade de *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia herzogii*.

Delineamento experimental do screening: o delineamento utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 3 repetições para cada tratamento, com testemunha. O bioherbicida aplicado nas plantas foi produzido a partir dos diferentes microrganismos isolados no laboratório, sendo cada um deles considerados como tratamentos, foram feitas aplicações com borrifadores de jardim.

A avaliação dos experimentos: a análise da fitointoxicação foi com base na metodologia proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas daninhas – SBCPD (1995), sendo realizadas avaliações visuais, aos 1, 5, 15 e 21 dias após tratamento (DAT). Essas análises objetivaram avaliar a fitointoxicação e/ou controle, utilizar-se-á para tanto de uma escala percentual em que 0% representa nenhum controle e 100%, controle total sobre as plantas em estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos 12 fungos puros, a partir destes foi realizado um *screening* inicial sendo utilizados 6 microrganismos na produção de bioherbicidas.

Os biocompostos foram aplicados nas plantas *E. crassipes* e *P. stratiotes*, porém nenhum dos microrganismos testados acarretou em danos para as plantas de *E. crassipes*, portanto seus dados não estão expostos, percebeu-se que nas avaliações iniciais, ou seja, nos dias 1 e 5 após aplicação não ocorreram danos visíveis nas plantas utilizadas, sendo observados somente após o 15º dia como estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Porcentagem de danos ocasionados por bioherbicida produzido a partir de microrganismos em plantas de *Pistia stratiotes*.

Tratamentos	Dias após aplicação	
	15 dias	21 dias
GAO	15	30
GABU	10	20
GALE2	40	25
ERG1.2	10	20
TEST	5	10
GAGR2	5	5
GAER3	3	5
ERG1.2	15	8
GAER3	10	10
GAGR2	20	35
GAO	50	40
GABU	20	20
TEST	0	0
GALE2	2	15

GAER3	5	10
TEST	0	0
GABU	25	20
GAGR2	20	40
GALE2	10	15
ERG1.2	5	30
GAO	15	25

A partir dos resultados observados na tabela pode-se perceber que os biofertilizantes começaram a causar danos somente aos 15 dias após aplicação, e com o passar dos dias os danos aumentaram, todos os biofertilizantes causaram algum tipo de injúria, porém os microrganismos denominados GAO e GAGR2 tiveram mais êxito ocasionando danos de até 40% em algumas repetições. Na figura 3 é possível observar os danos ocasionados em uma das repetições pelo microrganismo denominado GAO.

Figura 3 - Dano causado pelo microrganismo GAO em *P. stratiotes*. x Testemunha sem aplicação de biofertilizante utilizada como controle.



Fonte: Thiago Cardoso, 2021.

Foram isolados microrganismos durante todo o período da pesquisa, dentre estes foi feito mais uma seleção para verificar quais possuem potencial bioherbicida. Neste segundo teste, o biocomposto foi aplicado na forma bruta, ou seja, com a utilização de pincel devido a consistência dos mesmos.

Na tabela 2 estão apresentados os danos ocasionados pelos microrganismos nas macrófitas *Pistia stratiotes* e *Salvinia herzogii*. Pelo fato de que nenhum biocomposto ocasionou danos visíveis em *E. crassipes* os dados das avaliações de fitotoxicidade obtidos para esta planta não foram apresentados.

Tabela 2 – Porcentagem de danos ocasionados pela aplicação de bioherbicida em macrófitas aquáticas.

Tratamentos	Dias após aplicação			
	15 dias		21 dias	
	<i>P. stratiotes</i>	<i>S. herzogii</i>	<i>P. stratiotes</i>	<i>S. herzogii</i>
ERG1.2	0	0	0	0
AG5.1	0	0	10	0
AF1	0	0	0	6
SALV	0	10	5	6
AG3	3	5	0	0
TEST	0	0	0	0
AF1	2	15	10	20
TEST	0	0	0	0
AG3	5	5	0	0
AG5.1	3	5	0	0
ERG1.2	5	5	0	0
SALV	4	2	0	0
SALV	3	10	10	15
AG3	0	5	0	0
AG5.1	10	10	0	0
TEST	0	0	0	0

AF1	0	5	0	5
ERG1.2	3	15	0	0

A partir dos resultados observados na tabela pode-se perceber que os biocompostos começaram a causar danos somente aos 15 dias após aplicação, e com o passar dos dias os danos aumentaram, todos os biocompostos causaram algum tipo de injúria, porém os microrganismos de nominados GAO e GAGR2 tiveram mais êxito ocasionando danos de até 40% em algumas repetições. Na figura 3 é possível observar os danos ocasionados em uma das repetições pelo microrganismo denominado GAO. Portanto este *screening* inicial foi de grande valia pelo fato de diversos microrganismos apresentarem resultados positivos na macrófita em estudo.

Foram isolados microrganismos durante todo o período da pesquisa, dentre estes foi feito mais uma seleção para verificar quais possuem potencial bioherbicida. Neste segundo teste, o biocomposto foi aplicado na forma bruta, ou seja, com a utilização de pincel devido a consistência dos mesmos.

Os biocompostos foram aplicados nas plantas *E. crassipes* e *P. stratiotes*, porém nenhum dos microrganismos testados acarretou em danos para as plantas de *E. crassipes*, portanto seus dados não estão expostos, percebeu-se que nas avaliações iniciais, ou seja, nos dias 1 e 5 após aplicação não ocorreram danos visíveis nas plantas utilizadas, sendo observados somente após o 15º dia como estão apresentados na tabela 1.

Após as análises feitas a partir do *screening*, as amostras com potencial foram pesadas com auxílio de balança semi-análitica. Com isso, os resultados obtidos através das pesagens foram expressos (Tabela 3). Onde o Tratamento 1 *Trichoderma spp.*, tratamento 2 *Verticillum spp.* Tratamento 3 *Trichoderma+Verticillum* foram aplicados respectivamente nos blocos 1,2 e 3 e no bloco 4 a testemunha foi expressa.

Tabela 3. Resultados obtidos a partir da avaliação das pesagens das plantas macrófitas após a aplicação dos biocompostos.

Tratamento	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Média
Tratamento 1	0,136 ^a	0,186 ^b	0,154 ^c	0,202 ^{ab}	0,1645 ± 0,026
Tratamento 2	0,169 ^b	0,174 ^{ab}	0,212 ^{bc}	0,131 ^b	0,1715 ± 0,029
Tratamento 3	0,134 ^b	0,136 ^a	0,154 ^b	0,164 ^{bc}	0,147 ± 0,013

a, b, c Letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Com as análises feitas, obteve-se os seguintes resultados: o tratamento 1 obteve uma média das suas quatro repetições de 0,1645 g. O tratamento 2 obteve uma média das suas repetições de 0,1715 g, sendo esse, conforme analisado anteriormente, nota-se uma diminuição no peso fresco quando comparado aos demais tratamentos. Porém, mediante aos resultados submetidos ao Teste de Tukey, não apresentou significância. O terceiro e último tratamento apresentou uma média de peso fresco de 0,147 g, sendo este, o tratamento que se observou menor média/peso comparado aos demais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tratamentos ocasionaram injuriás nas plantas alvo, evidenciando o potencial uso dos fungos no controle de macrófitas.

A utilização de *Trichoderma spp.* e *Verticillum spp.* como base para bioherbicida não foram efetivas quando aplicadas separadamente para o controle de *E. crassipes* e *P. stratiotes*.

O tratamento *Trichoderma spp.* + *Verticillum* apresentou um dano visual de até 40% assim como o tratamento de *Trichoderma spp.* porém o tratamento 3 também gerou diminuição na massa fresca da *P. stratiotes*.

5 REFERENCIAS

AGOSTINHO, ANGELO ANTÔNIO; GOMES, LUIZ CARLOS; JULIO JUNIOR, H. F. **Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes**. 2018.

ANDRADE, ANA LÍVIA CANTUÁRIA et al. **Diagnóstico ambiental dos impactos da proliferação de vegetação macrófita no Lago Bolonha na cidade de Belém-PA**. 2017.

DE OLIVEIRA ROBERTO, CARLOS EDUARDO et al. **Os impasses do uso de herbicidas sintéticos e as potencialidades dos bioherbicidas. Os impasses do uso de herbicidas sintéticos e as potencialidades dos bioherbicidas**, p. 1-388–416. 2020.

HUSSNER, Andreas et al. **Management and control methods of invasive alien freshwater aquatic plants: a review**. *Aquatic Botany*, v. 136, p. 112-137, 2017.

ORDEAU, Stéphane et al. **Bioherbicides: Dead in the water? A review of the existing products for integrated weed management**. *Crop protection*, v. 87, p. 44-49, 2016.

POMPÊO, MARCELO. **Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas**. *Oecologia brasiliensis*, v. 12, n. 3, p. 5, 2008.

THOMAZ, RODRIGO ALAN. **Demanda de energia elétrica no Brasil: 1995-2015**. 2017.

VAN KLINKEN, RIEKS DEKKER; EDWARDS, OWAIN RHYS. **Is host-specificity of weed biological control agents likely to evolve rapidly following establishment?** *Ecology Letters*, v. 5, n. 4, p. 590-596, 2002

VAN WILGEN, B. W.; DE LANGE, WILLEM J. **The costs and benefits of biological control of invasive alien plants in South Africa**. *African Entomology*, v. 19, n. 1, p. 504-514, 2011.

ZIMMERMANN, H. G.; MORAN, V. C.; HOFFMANN, J. H. **Biological control in the management of invasive alien plants in South Africa, and the role of the Working for Water Programme: working for water**. *South African Journal of Science*, v. 100, n. 1, p. 34-40, 2004.

