

POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DA LEMNA MINOR PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES SUÍNO E PRODUÇÃO DE BIOMASSA.

Larissa Oliveira Ramalho, Francisco Rafael Martins Soto y Giovanni Fatobene.

Cita:

Larissa Oliveira Ramalho, Francisco Rafael Martins Soto y Giovanni Fatobene (2025). *POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DA LEMNA MINOR PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES SUÍNO E PRODUÇÃO DE BIOMASSA*. *Revista Inovação Social*, 7 (1), 62-74.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/revista.inovacao.social/8>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/p0tA/s3o>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.



POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DA *LEMNA MINOR* PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES SUÍNO E PRODUÇÃO DE BIOMASSA

POTENTIAL FOR THE USE OF *LEMNA MINOR* FOR THE TREATMENT OF SWINE EFFLUENTS AND BIOMASS PRODUCTION

Larissa Oliveira Ramalho¹, Francisco Rafael Martins Soto², Giovanni Fatobene³

¹(Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Brasil); ²(Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Brasil); ³(Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Brasil).

DOI: 10.5281/zenodo.15635379

Resumo

A utilização de macrófitas como a *Lemna minor* no tratamento de efluentes permite reciclar nutrientes e produzir biomassa. Este trabalho teve por objetivo geral avaliar a utilização da *Lemna minor* no tratamento do Efluente Suíno (ES) e a produção de biomassa desta macrófita. Foram construídos dois sistemas experimentais com três repetições cada um, sendo: a) tratado (*Lemna minor* e ES), b) controle (somente ES). A *Lemna minor* e o ES foram obtidos de uma granja de suínos tecnificada de ciclo completo. Foram avaliados os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, Sólidos Totais (ST), Nitrogênio Total (NT) e Fósforo Total (PT). Foram também investigados os parâmetros microbiológicos: pesquisa de Coliformes Totais (CT) e Coliformes Termotolerantes (TT). As coletas das amostras para análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram realizadas no dia zero (introdução do ES), dia 30 (após a eutrofização natural) e dia 60 (após a introdução da *Lemna minor*). Foi possível observar a redução nos níveis de NT e PT apresentando eficiência de respectivamente 96,18% e 86,75%. Os níveis de ST para ambos os grupos sofreram aumento assim como os valores para o pH, em que foi possível constatar alcalinidade. Os parâmetros microbiológicos de CT e TT no grupo controle e tratado apresentaram redução, comprovando a eficiência dos sistemas e um produto final seguro do ponto de vista sanitário. Foi possível constatar um aumento de 207,35g na biomassa da *Lemna minor*, tal resultado indica um produto com valor nutricional para matéria prima, rações de peixes ou produção de biodiesel.

Palavras-Chave: Macrófitas, Suinocultura, Biorremediação.

Abstract

The use of macrophytes as *Lemna minor* on effluent treatment allows to recycle nutrients and produce biomass. This study aimed to evaluate the use of *Lemna minor* in the treatment of swine effluent (SE) and the biomass production of this macrophyte. Two experimental systems were constructed with three repetitions each: a) treated (*Lemna minor* and SE), b) control (only SE). *Lemna minor* and SE were



obtained from a full cycle technized swine farm. The following physicochemical parameters were evaluated: pH, total solids (TS), total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP). Microbiological parameters were also investigated: total coliforms (TS) and thermotolerant coliforms (TT). Sample collection for analysis of physicochemical and microbiological parameters were performed on day zero (SE introduction), 30th day (after natural eutrophication) and 60th day (after *Lemna minor* introduction). It was possible to observe the reduction in TN and TP levels showing efficiency of respectively 96.18% and 86.75%. The TS levels for both groups increased, as well as the pH values, where it was possible to verify alkalinity. The

microbiological parameters of TC and TT in the control and treated groups showed reduction, proving the systems efficiency and a sanitary safe product. It was observed an increase of 207.35 g in *Lemna minor* biomass, this result indicates a product with nutritional value for raw material, fish feed or biodiesel production.

Keywords: Macrophytes, Swine farming, Bioremediation.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, a urbanização e o aumento da renda nos países em desenvolvimento estão estimulando um aumento no consumo dos produtos de origem animal, principalmente de carne suína (Mondéjar-Jiménez *et. al*, 2022). A modernização da suinocultura, os avanços tecnológicos no sistema produtivo fizeram com que muitos produtores menos competitivos fossem excluídos do mercado e, os que sobraram, acabaram adotando um sistema de confinamento altamente especializado, com a criação de um número maior de animais em áreas cada vez menores (Urbinati; Oliveira, 2013). Um dos principais problemas causados por esse sistema de criação intensiva é o volume de Efluente Suíno (ES) produzido diariamente. Em média, um suíno produz 5,80 Kg de dejetos (fezes e urina) por dia (Beli *et. al*, 2010).

Devido às altas concentrações de matéria orgânica, sólidos suspensos, nutrientes e eventuais patógenos nas águas residuárias da suinocultura, a disposição do ES de forma indiscriminada no solo ou corpos receptores pode ocasionar problemas ambientais e sanitários, ligados à depleção de oxigênio dissolvido, eutrofização, aumento de nitrato nas águas superficiais e subterrâneas, toxicidade por amônia a peixes e problemas de saúde em virtude da presença de microrganismos (Brito *et. al*, 2022).

As tecnologias e sistemas de tratamento do ES são baseadas em processos físicos, químicos e biológicos, contribuindo para a produção de um ES de melhor qualidade, em relação a redução de diversos indicadores de poluição, como por exemplo, a demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais, nitrogênio, fósforo, coliformes totais e termotolerantes (Souza Oliveira *et. al*, 2023).



Os sistemas de tratamento do ES que têm apresentado resultados satisfatórios são aqueles que associam a separação da fase sólida da fase líquida, biodigestão anaeróbia, decantação e lagoas de estabilização (Mou *et. al*, 2023).

Particularmente, nas lagoas de estabilização, o uso de plantas macrófitas para promover a depuração biológica do ES e a produção de biomassa parecem ser um caminho promissor. A utilização de macrófitas no tratamento de efluentes tem se destacado, pois além da capacidade de remover os nutrientes da água residuária, permite reciclar os nutrientes por meio de uma variedade de produtos de valor agregado obtidos a partir da biomassa produzida (Souza Oliveira *et. al*, 2023).

A *Lemna minor* é uma macrófita que promove uma remoção significativa nos poluentes dos corpos d'água (amônia, íon amônio, fosfato, DBO, DQO, sólidos suspensos, coliformes e metais pesados), através de uma série de processos tais como: assimilação de nutrientes pelas plantas, atividade bacteriana e processos físico-químicos que incluem sedimentação, absorção e precipitação (Devlamynck *et. al*, 2021). A biomassa da *Lemna minor* é rica em proteínas, permitindo sua utilização para alimentação animal, trazendo benefícios econômicos que podem suprir os gastos para implantação e manutenção do sistema de tratamento de efluentes (Iatrou *et. al*, 2018).

Com base nesse cenário, este trabalho teve por objetivo avaliar a utilização da *Lemna minor* no tratamento do ES em relação aos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e a produção de biomassa desta macrófita.

2 METODOLOGIA

Os sistemas experimentais foram contruídos com três repetições cada um, sendo: a) tratado (*Lemna minor* e ES), b) controle (somente ES).

Os sistemas foram constituídos por reservatórios experimentais a base de polivinil propileno com capacidade para 20L, no qual foi adicionada a *Lemna minor* e o ES, que foram otimizados anteriormente por Silva *et. al*, (2018). O ES foi coletado por meio de pipetas, em meio nível, evitando coletar parte sedimentada do fundo dos leitos. A *Lemna minor* e o ES foram obtidos de uma granja de suínos tecnificada de ciclo completo. O ES foi originário da biodigestão anaeróbia e decantação.

Antes da introdução da *Lemna minor* no grupo tratado, o ES teve um tempo de detenção hidráulica de 30 dias (Silva *et. al*, 2018), onde foi submetido a um processo de



eutrofização natural. Foram avaliados os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, sólidos totais (ST), nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT), com uma coleta das amostras no dia zero (introdução do ES), dia 30 (após a eutrofização natural) e dia 60 (após a introdução da *Lemna minor*).

O pH foi determinado com a utilização de um pHmetro da marca PHTEK, modelo PHS-3B. As análises de sólidos totais, foram realizadas por meio de gravimetria. Primeiramente os cadinhos foram lavados, secos e pesados em balança analítica, obtendo-se o peso inicial (P1). Foram adicionados 25mL das amostras em duplicata nos béqueres e levados para estufa a 105 °C por 24 horas ou até secarem. Após estarem secos, os cadinhos foram transferidos para um dessecador e após frios, pesados obtendo-se o peso final (P2). Para o cálculo dos sólidos totais foi seguida a equação 1: $T=(P1-P2)/0,025L$.

A concentração de NT foi obtida através do Método de Digestão por Persulfato LR (0,5 até 25,0 mg/L N) e um Espectrofotômetro Hach DR/3900 (Smeww, 1995).

O PT foi determinado por meio do Método de Molibdovanadato com Digestão de persulfato ácido¹ HR (1.0 a 100.0 mg/PO₄. 3-) e um Espectrofotômetro Hach DR/3900 (Smeww, 1995). Os cálculos foram realizados comparando o resultado do padrão com o das amostras (Fiskel; Subbarow, 1925).

Os parâmetros microbiológicos foram analisados, pesquisa de CT e TT, utilizando a técnica dos tubos múltiplos (Vanderzant; Splittstosser, 1992; Siva *et. al*, 2007) com uma coleta das amostras no dia zero (introdução do ES), dia 30 (após a eutrofização natural) e dia 60 (após a introdução da *Lemna minor*).

A avaliar da produção de biomassa da *Lemna minor* no grupo tratado foi utilizada a metodologia proposta por Esteves (1998), que se baseia na determinação de sua produtividade pela variação de biomassa. Por este método, a biomassa foi determinada em dois períodos e a produtividade obtida por diferença: $(B2 - B1) / (T2 - T1) = g \text{ PS m}^2 \text{ d}^{-1}$ onde B2 e B1, correspondem aos valores obtidos para a biomassa nos períodos de tempo, T1 e T2, respectivamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados referentes das análises de pH realizadas nos sistemas de cultivo de ES.



Tabela 1 – Resultados das análises de pH no sistema de leitos cultivados de ES.

Leito	pH		
	Dia 0	Dia 30	Dia 60
Grupo tratado			
1	7,96	8,31	9,22
2	7,96	8,88	9,24
3	7,96	9,00	9,28
Média	7,96	8,73	9,25
Grupo controle			
4	7,96	9,09	9,55
5	7,96	9,23	9,47
6	7,96	9,49	9,48
Média	7,96	9,27	9,5

Fonte: Dos autores

Os valores encontrados para o pH do dia 0 estão relacionados a uma amostra padrão (efluente não tratado) utilizado como parâmetro para confronto com demais resultados e análises na progressão do experimento.

Os valores obtidos para o pH neste estudo apresentaram aumento gradativo, iniciando-se em níveis de leve alcalinidade e apresentando nas análises do dia 60 aspecto de alcalinidade, variando de 9,25 para os leitos do grupo tratado e 9,5 para o grupo controle.

Os resultados de pH encontrados para os leitos um, dois e três, mostraram-se com valores de pH mais baixos durante o desenvolvimento do estudo.

Para Mees, (2006) ao realizar as análises de pH para leitos cultivados de efluentes de matadouros e frigoríficos obteve resultados que variaram de 6,9 até 8,5 mostrando que as variações de pH ficaram entre a faixa da neutralidade e leve alcalinidade para a maior parte da pesquisa.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados referentes as análises de NT.



Tabela 2 – Resultados de nitrogênio total (NT) e sua respectiva média, obtidos a partir das análises do ES no sistema de leitos cultivados, grupo controle e grupo tratado.

Leitos	NT (mg/L ⁻¹)		
	Dia 0	Dia 30	Dia 60
Grupo Tratado			
1	514,167	36,426	42,030
2	514,167	44,832	29,421
3	514,167	49,035	47,634
Média	514,167	43,431	39,695
Grupo Controle			
4	514,167	36,426	19,614
5	514,167	42,030	16,812
6	514,167	64,446	22,416
Média	514,167	47,634	19,614

Fonte: Dos autores

Foi possível constatar a redução dos níveis de NT nas amostras, uma vez que os dados referentes ao efluente inicial no dia 0 foram de 514,167 mg/L⁻¹, apresentando dessa forma redução quando tais valores foram comparados com os resultados do dia 30 e dia 60, entretanto, quando analisados individualmente, foi possível constatar uma maior variação nos leitos de controle, apresentando constante diminuição nos valores de NT, chegando a resultados de 19,614 mg/L⁻¹ que correspondem a uma redução de 96,18% nos níveis de NT.

Entretanto os leitos que receberam a *Lemna minor* apresentaram resultados menos expressivos na diminuição dos níveis de NT alcançando valores de 39,695 mg/L⁻¹, para o dia 60, apresentando reduções de 92,27% de nitrogênio. Os resultados para os leitos de grupo controle podem ser caracterizados pelo alto consumo de nitrogênio a partir do processo de eutrofização induzida iniciada com o estudo, já os resultados do grupo tratado podem estar relacionados com a mortalidade da *Lemna minor* nos leitos, uma vez que tal processo, pode ter ocasionado a liberação do nitrogênio que havia sido assimilado pela biomassa da macrófita, que provocou alterações nos resultados.

Tais resultados são semelhantes aos obtidos por Tonon (2014), em que o esgoto doméstico tratado por *Lemna minor* sofreu reduções de até 81,1% nos níveis de NT.



Na tabela 3 estão apresentados os resultados referentes as análises de PT.

Tabela 3 – Resultados de fósforo total (PT) obtidos a partir das análises do ES no sistema de leitos cultivados.

Leitos	PT (mg/L ⁻¹)		
	Dia 0	Dia 30	Dia 60
Grupo tratado			
1	42,972	8,506	10,219
2	42,972	6,661	9,718
3	42,972	7,636	9,665
Média	42,972	7,601	9,867
Grupo Controle			
4	42,972	10,008	3,236
5	42,972	6,055	5,238
6	42,972	6,055	8,611
Média	42,972	7,372	5,695

Fonte: Dos autores

Ao avaliar os dados referentes ao PT foi possível identificar no decorrer das análises que houve redução desse parâmetro, variando de 42,972 mg/L-1 no dia 0 para 7,372 mg/L-1 nos leitos do grupo controle durante as análises referente ao dia 30 e para 7,601 mg/L-1 nos leitos do grupo tratado.

Todavia, quando analisados os resultados do dia 60 foi possível analisar o aumento dos níveis de PT para os leitos do grupo tratado em que apresentou uma média de 9,867 mg/L-1 (redução de 77,03% nos níveis de PT) assim como os valores de NT esse aumento pode ser consequência da mortalidade de exemplares da *Lemna minor* decorrente de fatores como temperatura elevada, incidência solar, entre outros. Já os valores referentes ao mesmo período para os leitos do grupo controle apresentaram valores médios de 5,695 mg/L-1 (redução de 86,75% nos níveis de PT) tais resultados, assim como nos resultados de NT, ocorreram devido ao processo induzido de eutrofização.

Resultados diferentes dos obtidos por Pena (2014) onde o efluente suíno tratado com *Lemna minor* apresentou eficiência na remoção de 66% da concentração total de fósforo.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados das análises de ST obtidos dos sistemas de cultivo de ES proveniente da biodigestão anaeróbia e decantação.



Tabela 4 – Resultados das análises de sólidos totais (ST) no sistema de leitos cultivados de ES.

Leito	ST (g/L)		
	Dia 0	Dia 30	Dia 60
Grupo Tratado			
1	2,26	2,37	4,73
2	2,26	2,63	4,19
3	2,26	2,50	5,25
Média	2,26	2,50	4,72
Grupo Controle			
4	2,26	2,53	6,00
5	2,26	2,38	4,79
6	2,26	3,15	9,62
Média	2,26	2,68	6,80

Fonte: Dos autores

Os teores de ST apresentaram de forma geral, um aumento no decorrer das análises, entretanto os resultados analisados de forma individual foram possíveis constatar a manutenção parcial dos níveis de ST no dia 30 e seu aumento no dia 60. O resultado obtido pode estar ligado a diminuição da fração líquida nos leitos, uma vez que os mesmos, por estarem expostos a mudanças de temperatura sofreram transpiração, que aumentou a concentração da fração sólida nos leitos.

Os resultados referentes ao ST mais elevados são os dos leitos do grupo controle (leitos quatro, cinco e seis) que apresentaram resultados médios de 6,80 g/L, que quando comparados ao sistema que recebeu a *Lemna minor* encontram-se em concentrações menores.

Como analisado, o grupo controle apresentou um aumento médio de 300,88% nos níveis de ST, enquanto os leitos do grupo tratado os aumentos foram de 208,84%. Sendo assim, apresentou-se resultados diferentes dos obtidos por Tavares, (2004) onde o ES tratado por *Lemna minor* apresentou reduções de até 79,8%, durante o processo de tratamento do efluente.

Na Tabela 5 estão expressos os resultados referentes as análises de CT do ES.



Tabela 5 – Resultados de coliformes totais (CT) obtidos a partir das análises do ES no sistema de Leitos cultivados.

Leitos	CT (NMP/mL)		
	Dia 0	Dia 30	Dia 60
Grupo Tratado			
1	24.000	<3,0	360
2	24.000	<3,0	<3,0
3	24.000	<3,0	920
Média	24.000	<3,0	428
Grupo Controle			
4	24.000	<3,0	2.100
5	24.000	<3,0	<3,0
6	24.000	<3,0	1.500
Média	24.000	<3,0	1201

Fonte: Dos autores

Ao analisar os resultados foi possível constatar a redução no NMP/mL de CT nos leitos, em ambos os sistemas, inclusive nos resultados do dia 30, em que os valores foram os menores encontrados no decorrer do estudo, entretanto, os resultados de coliformes totais voltaram a aumentar nas análises referentes ao dia 60, para os leitos do grupo tratado, tal fato pode ser explicado pela inserção da *Lemna Minor* nos leitos, todavia, os resultados de CT mais elevados nas amostras estão localizados nos leitos de controle (respectivamente quatro e seis), no qual os valores variaram de <3,0 NMP/mL até 2.100 NMP/mL.

Os presentes resultados mostraram-se diferentes dos encontrados por Reis, (2016), em seu sistema de leitos cultivados, com diferentes espécies de macrófitas, foi possível constatar a manutenção dos CT durante o decorrer da pesquisa, entre as macrófitas encontram-se a taboa, que foi possível obter valores médios de 9.432 NMP/mL, o papiro brasileiro com 9.803 NMP/mL e o lírio do brejo com 7.916 NMP/mL.

Na Tabela 6 estão apresentados os dados referentes aos resultados de TT do ES.



Tabela 6 – Resultados de Coliformes Termotolerantes (TT) obtidos a partir das análises do ES no sistema de leitos cultivados, grupo controle e grupo tratado

Leitos	TT (NMP/mL)		
	Dia 0	Dia 30	Dia 60
Grupo Controle			
1	24.000	<3,0	<3,0
2	24.000	<3,0	<3,0
3	24.000	<3,0	<3,0
Média	24.000	<3,0	<3,0
Grupo Tratado			
4	24.000	<3,0	<3,0
5	24.000	<3,0	<3,0
6	24.000	<3,0	<3,0
Média	24.000	<3,0	<3,0

Fonte: Dos autores

Com base nos dados apresentados foi possível constatar a redução e manutenção de tais resultados para TT, em que todos os valores, após o tempo de retenção hidráulica do ES, foram mínimos, apresentaram eliminação quase que completa dos mesmos. Tais resultados atingiram o objetivo sanitário, uma vez que os TT, podem apresentar risco de transmissão de doenças, por serem bactérias potencialmente patogênicas (Jordano *et. al*, 1995).

Apresentados na Tabela 7, estão os valores de biomassa da *Lemna minor*, quando foram inseridas nos leitos cultivados e ao final após a sua remoção.

Tabela 7 – Resultados de biomassa obtidos a partir da pesagem da *Lemna Minor* durante o período amostral.

Leitos	Biomassa (g)	
	Dia 0	Dia 30
1	380,11	389,9
2	313,25	397,69
3	266,32	379,44
Total	959,68 g	1167,03 g

Fonte: Dos autores



Realizou-se a pesagem da *Lemna minor* antes de sua inserção nos leitos cultivados e após 30 dias de sua inserção, foi possível constatar um aumento de 207,35 g em sua massa. Resultado considerado positivo do ponto de aproveitamento de *Lemna minor*, uma vez que a mesma vem sendo utilizada como fonte de alimento na piscicultura e produção de biodiesel (Tavares, 2004; Albuquerque *et. al*, 2019).

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, o sistema de tratamento do efluente suíno baseado no uso da macrófita *Lemna minor* apresentou eficiência no tratamento do ponto de vista físico-químico, em que houve redução de nitrogênio total e fósforo total apresentaram eficiência de respectivamente 96,18% e 86,75%.

Constatou-se o aumento nos níveis de sólidos totais para os grupos controle e tratado, uma vez que a evaporação do efluente nos leitos e mortalidade da *Lemna minor* podem ter influenciado no aumento de tais valores, entretanto os valores para o pH variaram, apresentaram alcalinidade em todos os leitos.

Os parâmetros microbiológicos de coliformes totais e termotolerantes no grupo controle e tratado apresentaram redução, o que comprovou a eficiência dos sistemas e um produto final seguro do ponto de vista sanitário. Foi possível constatar um aumento de 207,35 g na biomassa da *Lemna minor*, tal resultado indicou um produto com valor nutricional de matéria prima para rações de peixes ou para produção de biodiesel.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L; SILVA, T. S; PASTICH, E. A; & SANTOS, S. M. Uso sustentável de macrófitas no tratamento de efluentes: uma revisão sistemática. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 4, n. 4, p. 228-238, 2019.
- BELI, E.; HUSSAR, G.J.; HUSSAR, D.H. Redução de DQO e turbidez de efluente de uma unidade suinícola empregando Reator Anaeróbio Compartimentado (RAC) seguido de filtro biológico e filtro de areia. **Engenharia Ambiental**, v.7, n.1, p. 5-19, 2010.
- BRITO, Soraya Abrantes Pinto; DUARTE, Grazielly Diniz; SOBRAL, Felipe Eduardo Da Silva; CHRISTOFFERSEN, Martin Lindsey. ENVIRONMENTAL IMPACTS OF SWINE FARMING. **Environmental Smoke**, v. 5, n. 3, pág.1-6, 2022.



DEVLAMYNCK, Reindert *et al.* Cultivo de *Lemna minor* para tratamento de dejetos de suínos e fornecimento de micronutrientes para alimentação animal. **Plantas**, v. 10, n. 6, pág. 1124, 2021.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**, 2 Ed., Rio de Janeiro, Interciência, 226p, 1998.

FISKE, C. A.; SUBBAROW, I. The colorimetric determination of phosphorus. **Journal Biology Chemical**, v. 66, p. 375, 1925.

IATROU, E.I.; KORA, E.; ATHANASIOS, S.; STASINAKIS, A. S. Investigation of biomass production, crude protein and starch content in laboratory wastewater treatment systems planted with *Lemna minor* and *Lemna gibba*. **Environmental Technology**, v. 49, p. 45-55, 2018.

JORDANO R; LOPEZ C; RODRIGUEZ V; CORDOBA G; MEDINA L. M; BARRIOS J. Comparison of Petrifilm method to conventional methods for enumerating aerobic bacteria, coliforms, *Escherichia coli* and yeasts and molds in foods. **Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica** 1995; 42:255-9.

MEES, J. B. R. **Uso de aguapé (*Eichhornia crassipes*) em sistema de tratamento de efluente de matadouro e frigorífico e avaliação de sua compostagem**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel (UEOP), 2006.

MONDÉJAR-JIMÉNEZ, Juan Antonio; SÁNCHEZ-CUBO, Francisco; MONDÉJAR-JIMÉNEZ, José. Comportamento do consumidor em relação aos produtos cárneos suínos: uma revisão da literatura e análise de dados. **Alimentos**, v. 11, n. 3, pág. 307, 2022.

MOU, Yiwen *et al.* Efeitos da relação carbono-nitrogênio e salinidade no tratamento de efluentes da digestão de suínos produzindo simultaneamente bioenergia por biofilme de microalgas. **Quimosfera**, pág. 139694, 2023.

PENA, L. M. A. **Depuração de efluente suínico por *Lemna minor* e valorização energética da biomassa por co-digestão anaeróbia**. Tese (Doutorado) – Universidade de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia ISA/UL, 2014.

SILVA, N.; JUNQUEIRA V. C. A.; SIVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, p. 119-129. 2007.

SILVA, R. R.; FAREZIN, E. C.; SOTO, F. R. M. Avaliação microbiológica e físico-química de um sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças. **Revista Agroambiental**, in press, 2018.



SMEWW - STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER.

18 ed. Washington: American Public Health Association, 1992.

SOUSA OLIVEIRA, Adriana Paulo *et al.* Tratamento de águas residuais à base de microalgas para remoção de micropoluentes em efluentes suínos: Desempenho de lagos de algas de alta taxa sob diferentes concentrações de zinco. **Pesquisa de Algas**, v. 102930, 2023.

TAVARES, F. D. A. **Eficiência da Lemna sp no tratamento de efluentes líquidos de suinocultura e sua utilização como fonte alternativa de alimento para tilápias.**

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis (UFSC), 2004.

URBINATI, E.; DUDA, R. M.; OLIVEIRA, R. A. Performance of UASB reactors in two stages under different HRT and OLR treating residual waters of swine farming. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 2, p. 367-378, 2013.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for microbiological examination for foods.** 3 ed. Washington: American Public Health Association, p. 325-367, 1992.