

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

Larissa de Melo Silva

**POTENCIAL DA *PÍSTIA STRATIOTES* NA FITORREMEDIAÇÃO DE EFLUENTE
DA PISCICULTURA**

Pombal – PB

2018

LARISSA DE MELO SILVA

**POTENCIAL DA *PÍSTIA STRATIOTES* NA FITORREMEDIAÇÃO DE EFLUENTE
DA PISCICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC),
apresentado como requisito para Conclusão do
Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental
do CCTA/UFCG.

Orientador: Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Andréa Brandão M.

de Oliveira

Pombal/PB

2018

S586p

Silva, Larissa de Melo.

Potencial da *Pistia stratiotes* na fitorremediação de efluente da piscicultura / Larissa de Melo Silva. – Pombal, 2018.

32 f. : il. color

Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca, Profa. Dra. Andréa Brandão M. de Oliveira".

Referências.

1. Piscicultura. 2. Tratamento de Efluente. 3. Planta Aquática - Recuperação. 4. Mitigação de Impacto. I. Fonseca, Sthelio Braga da. II. Oliveira, Andréa Brandão M. de. III. Título.

CDU 639.2/.3(043)

Larissa de Melo Silva

**POTENCIAL DA *PÍSTIA STRATIOTES* NA FITORREMEDIAÇÃO DE EFLUENTE
DA PISCICULTURA**

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sthelio Braga da Fonseca
Orientador – UFCG/*Campus* de Pombal-PB

Prof. Dr. José Cleidimário Araújo Leite
Examinador Interno – UFCG/*Campus* de Pombal-PB

Msc. Ítala Zimaria do Nascimento Medeiros
Examinadora Externa – Escola Menino Jesus/Pombal-PB

Pombal-PB

Julho-2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ter me sustentado, me dado forças e me permitir chegar até aqui.

À minha mãe, Lêila Maria de Melo Silva, por todo apoio, ajuda, por tudo que tem feito por mim, por ser meu porto seguro, sem ela eu não teria conseguido.

Ao meu pai, Sinval Costa da Silva, por todo incentivo, apoio e ajuda durante todo o tempo, sem ele a realização desse sonho não seria possível.

À minha família, aos meus irmãos, Lorena de Melo, Sávio de Melo e Sírio de Melo, por terem sempre me apoiado. Michelâneo Almeida, por toda ajuda que me deu.

A Fábio Roberto Nunes, por todo amor, carinho, incentivo e apoio incondicional que foram fundamentais para mim.

À minha avó, Cleosite Estelita de Melo, por todo carinho, conselhos e apoio que sempre me fortaleceu. A Seu Sebastião José Raimundo que sempre me apoiou na minha caminhada.

Aos meus Orientadores, Dr. Sthelio Braga da Fonseca e Dr^a. Andréa Brandão Mendes de Oliveira, por todos os ensinamentos, dedicação, esforço e paciência.

A todo o pessoal do Laboratório (LAAg), a meu grande amigo Afrânio Jacinto da Silva, por todo o carinho, risadas e companheirismo, Amanda Ferreira, Márcia Makaline Rodrigues, por todo apoio e ajuda, e em especial a Luiz Fernando de Oliveira Coelho, que foi indispensável no meu experimento, por todos os ensinamentos, orientações e paciência.

À Banca Examinadora, por ter aceitado o convite e por sua importante contribuição a este trabalho.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram para que eu pudesse chegar até aqui.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Coleta e acondicionamento do efluente.....	17
Figura 2 - Aquários com efluente oriundo de um cultivo de tilápia tratado com diferentes densidades de <i>p. stratiotes</i>	17
Figura 3 - Efluente eutrofizado oriundo de um cultivo de tilápia e distribuição da <i>Pístia Stratiotes</i> no início do experimento.	21
Figura 4 - Distribuição da <i>Pístia Stratiotes</i> em função das diferentes áreas de cobertura (%) após 8 dias de ensaio.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Condições de lançamento de efluentes em corpos hídricos superficiais conforme Resolução do Conama n.430/2011.	15
Tabela 2 - Relação entre tratamentos, área coberta e peso das <i>Pístias</i> para tratamento de efluente da piscicultura.	18
Tabela 3 - Temperatura (°C) ambiente média do local do experimento.....	20
Tabela 4 - Ganho de peso (g) da <i>Pístia Stratiotes</i> em diferentes % de cobertura nos dois intervalos de tempo.	23
Tabela 5 - Variáveis Físico-químicas do tratamento de efluente da piscicultura com diferentes % de <i>Pístia Stratiotes</i>	24
Tabela 6 - Variáveis Físico-químicos do tratamento de efluente da piscicultura com diferentes % de <i>Pístia Stratiotes</i>	25
Tabela 7 - Variáveis Físico-químicas do tratamento de efluente da piscicultura com diferentes % de <i>Pístia Stratiotes</i>	27
Tabela 8 - Variáveis Químicas da composição da <i>Pístia Stratiotes</i> para diferentes % de cobertura.....	28
Tabela 9 - Variáveis Químicas da <i>Pístia Stratiotes</i> com diferentes % de cobertura.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

CE - Condutividade Elétrica

OD - Oxigênio Dissolvido

pH - Potencial Hidrogeniônico

SDT- Sólidos Totais Dissolvidos

RESUMO

Neste trabalho teve-se como objetivo avaliar a eficiência da planta *Pistia Stratiotes* na fitorremediação de água residual da piscicultura. O efluente foi submetido a quatro níveis de cobertura com *P. stratiotes* (0, 33, 66 e 100%) com três repetições. As plantas foram estocadas em 12 aquários (29 x 33 cm), os quais foram providos com água residual oriunda de um viveiro de produção de tilápia. Os parâmetros avaliados foram: pH, oxigênio dissolvido (OD), cor, temperatura, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (SDT), nitrogênio e fósforo. Após 8 dias de experimento, as plantas entraram em processo de decomposição, o que gerou um aumento da condutividade elétrica da água e dos sólidos totais dissolvidos em função da densidade de estocagem da *P. stratiotes*. Concluiu-se que a *pístia* não teve efeito fitorremediador na água residual da piscicultura.

Palavras-chave: Tratamento de efluente, mitigação de impacto, planta aquática, recuperação.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the efficiency of the *Pistia Stratiotes* plant in the phytoremediation of residual water from fish farming. The effluent was submitted to four levels of coverage with *P. stratiotes* (0, 33, 66 and 100%) with three replicates. The plants were stored in 12 aquariums (29 x 33 cm), which were provided with residual water from a nursery producing tilapia. The parameters evaluated were: pH, dissolved oxygen (OD), color, temperature, electrical conductivity (EC), total dissolved solids (SDT), nitrogen and phosphorus. After 8 days of experiment, the plants entered a decomposition process, which generated an increase in the electrical conductivity of the water and the total solids dissolved as a function of the storage density of *P. stratiotes*. It was concluded that the *pístia* had no phytoremediation effect on the residual water of the fish culture.

Key words: Effluent treatment, impact mitigation, aquatic plant, recovery.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 A piscicultura	12
3.2 Leis que amparam os Recursos Hídricos	13
3.3 <i>Pístia Stratiotes</i>	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Parâmetros analisados no efluente	18
4.1.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	18
4.1.2 Oxigênio Dissolvido	18
4.1.3 Cor.....	18
4.1.4 Temperatura	19
4.1.5 Condutividade elétrica.....	19
4.1.6 Sólidos Dissolvidos Totais (STD)	19
4.1.7 Nitrogênio	19
4.1.8 Fósforo	19
4.2 Parâmetros analisados na Planta	19
4.2.1 Clorofila (Clorofila Total, Clorofila A e B)	19
4.2.2 Nitrogênio	20
4.2.3 Fósforo	20
4.3 Temperatura ambiente	20
4.4 Análises dos dados	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÃO	29
7. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma importante atividade que consiste no cultivo de organismos de vida aquática, como peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, répteis, e plantas aquática. Fiamoncini (2014) cita que aproximadamente 1,25 milhões de toneladas de pescado são produzidos no Brasil, em que 38% são de cultivados, gerando um Produto Interno Bruto(PIB) pesqueiro de R\$ 5 bilhões, a mesma além de ser fonte de alimento, gera 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos.

Devido a essa expansão da atividade, a aquicultura vem adequando-se ao modelo de sustentabilidade para que dessa forma o seu crescimento seja viável as atuais condições ambientais. A manutenção de uma água de qualidade é um dos aspectos fundamentais para o bom desenvolvimento da piscicultura. Entretanto, ao longo do ciclo produtivo, a água recebe uma carga nutricional elevada (oriunda da adubação/fertilização, restos de rações, excretas dos animais) os quais, muitas vezes, são lançados nos ambientes aquáticos, onde poderão gerar problemas para os corpos de água receptor. Para mitigar esses problemas faz-se necessário o tratamento dos efluentes da aquicultura (MOHEDANO, 2004).

No Brasil, dispõe-se de leis que amparam os Recursos Hídricos, instituídas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, e pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que por sua vez estipula as concentrações adequadas para lançamento em corpos hídricos. Os sistemas convencionais de tratamento de água possuem muitas etapas e um custo elevado, para se empregar apenas na remoção de nutrientes, por isso se faz necessário o desenvolvimento de alternativas de tratamento ou de tecnologias que viabilizem essa remoção de forma eficaz e com um baixo custo.

A *Pistia Stratiotes* é uma macrófita aquática, possui vários nomes populares entre eles, alface d'água. As macrófitas no geral são plantas que assimilam e incorporam substâncias da água (POMPÊO, 1996). Devido a *pístia* ter demonstrado eficiência em relação à remoção de nutrientes em alguns efluentes, e não ter sido avaliada quanto a densidade da *Pístia* para uma melhor eficiência. Objetivou-se determinar os efeitos de diferentes densidades de estocagem de *Pistia stratiotes* sob a fitorremediação de efluentes da piscicultura.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar o Potencial da *Pístia* na fitorremediação de efluente da piscicultura.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o teor de Nitrogênio e Fósforo na água;
- Avaliar o teor de Nitrogênio e Fósforo na planta;
- Determinar os parâmetros físico-químicos da água;
- Determinar a composição da planta;
- Determinar a densidade ideal para melhor remoção de nutrientes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A piscicultura

A agricultura vem crescendo cada vez mais no Brasil, embora seja uma atividade com um alto consumo de água, a mesma vem se adequando ao modelo de sustentabilidade para que dessa forma o seu crescimento seja viável as atuais condições ambientais (MOHEDANO, 2004).

A qualidade da água a ser utilizada na atividade de piscicultura é essencial, porém, a mesma gera efluentes com um nível alto de concentração de sólidos suspensos, compostos nitrogenados e fosfatados, comprometendo assim a qualidade do corpo de água receptor, pois elevadas concentrações destes compostos podem ter várias consequências ecológicas, inclusive afetando drasticamente a dinâmica do oxigênio e a produção primária, tornando assim inadequada para diversos setores como: a geração de energia, o abastecimento, lazer entre outros (MOHEDANO, 2004).

Na piscicultura os peixes são alimentados por ração em viveiros, no qual apenas 25% é assimilada, o que gera o acúmulo de matéria orgânica nos tanques de cultivo, pois a decomposição da ração libera nutrientes que produzem cerca de 2,6 kg de fitoplâncton para cada kg de peixe (MOHEDANO, 2004). Para Mohedano

(2004), o impacto ambiental mais relevante da aquicultura ocorre durante a drenagem da despesca, quando os sedimentos acumulados e os nutrientes são liberados, pois isso implica em um forte aumento da carga de poluentes, quando se aproxima da porção final (30% restante do volume inicial).

Devido aos derivados de produtos metabólicos, da decomposição da matéria orgânica e da lixiviação, os efluentes da piscicultura apresentam altas concentrações de nutrientes sólidos e solúveis, dissolvidos na água ou acumulados sobre o sedimento. Há um aumento na concentração de amônia na água devido aplicação de fertilizantes nitrogenados amoniacais (sulfato de amônia, nitrato de amônia e os fosfatos monoamônicos e diamônicos – MAP e DAP) e uréia (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

Segundo Macedo e Sipaúba-tavares (2010), o principal resíduo nitrogenado excretado pelos peixes é a amônia, e tem papel importante no aumento da decomposição microbiana de resíduos orgânicos (restos de alimentos, fezes e adubos orgânicos), provenientes do metabolismo protéico. Em função do pH, a maioria das formas de nitrogênio é convertida em moléculas de amônia ou íons de amônio, onde a amônia é produzida pela conversão biológica do nitrogênio orgânico no interior do viveiro. Em ambientes aeróbios, ocorre o processo de nitrificação, ou seja, a conversão da amônia para nitrato, que sofre redução por desnitrificação, onde ocorre a volatilização do nitrogênio pelo processo microbiano, resultando na conversão do nitrato a gás e liberado para o ambiente.

Diante disto, se faz necessário um tratamento que seja eficiente na remoção dos nutrientes causados pela piscicultura, porém, que não seja o tratamento tradicional feito pelas estações de tratamento de água, já que esses possuem um custo alto e etapas desnecessárias para tal efluente, ou seja, um tratamento eficiente, de baixo custo, ambientalmente sustentável e que atenda às exigências das Leis que regem os Recursos Hídricos, para lançamentos de efluentes em corpos receptores.

3.2 Leis que amparam os Recursos Hídricos

As leis no Brasil são instituídas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A Lei de n. 9.433, criada dia 08 de janeiro de 1997

“Art. 21. Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, dentre outros:

I - Nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;

II - Nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluyente.”

Resolução CONAMA n. 430 de 13/05/2011

Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA

Art. 5º *Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.*

Art. 7º *O órgão ambiental competente deverá, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 16 desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas para enquadramento do corpo receptor.*

Art. 12. *O lançamento de efluentes em corpos de água, com exceção daqueles enquadrados na classe especial, não poderá exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência ou volume disponível, além de atender outras exigências aplicáveis.*

Art. 16. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam às condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

I - Condições de lançamento de efluentes:

Tabela 1. Condições de lançamento de efluentes em corpos hídricos superficiais conforme Resolução do Conama n.430/2011.

Parâmetro	Condição de Lançamento de Efluentes
pH	Entre 5 e 9
Temperatura	Inferior a 40 °C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3 °C na zona de mistura.
Materiais sedimentáveis	Até 1 mL L ⁻¹ em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação deve estar virtualmente ausentes, ou seja, praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão.
Regime de lançamento	Vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente.
Óleos e graxas	Óleos Minerais: até 20 mg.L ⁻¹ Óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg.L ⁻¹
Materiais flutuantes	Ausência
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Remoção mínima de 60% de DBO, sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Fonte: BRASIL (2011)

Art. 18. O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

3.3 *Pístia Stratiotes*

A *Pístia Stratiotes* é uma planta aquática que possui muitos nomes populares entre eles, alface d'água, repolho d'água, erva de Santa Luzia, flor d'água, Mururê entre outros. É uma espécie herbácea da família Araceae originária da América Tropical (POTT e POTT, 2002), aquática flutuante livre, de 15 a 20 cm de altura e possui maior ocorrência nas regiões tropical e subtropical. É uma espécie que não suporta baixas temperaturas e possui folhas aveludadas no formato de rosetas com raízes pendentes (AMORIM, 2009).

Macrófitas são plantas visíveis a olho nu, enraizadas ou flutuantes. As macrófitas flutuantes se mostram mais eficientes na remoção de nutrientes por retirarem os nutrientes direto da coluna d'água em relação às enraizadas que retiram do sedimento (MOHEDANO, 2004).

Moresco (2016) cita que devido a sua alta capacidade de reprodução de crescimento acelerado e de forma vegetativa, a *pístia* geralmente é responsável pela formação de grossos tapetes de plantas sobre a superfície aquática, muito encontrada na região do Pantanal.

Segundo Souza e Vasconcelos (2016), o tratamento com a macrófita *Pístia Stratiotes* se mostrou eficiente na absorção de nutrientes, podendo ser recomendada como medida mitigadora para evitar poluição e/ou eutrofização dos sistemas aquáticos.

Henry e Camargo (2008), citam que o tratamento com macrófitas aquáticas pode reduzir os impactos sobre o ecossistema.

Segundo Martelo e Borrero (2012), muitas macrófitas aquáticas flutuantes possuem a capacidade de armazenar e absorver uma grande carga de nutrientes em efluentes.

Guimarães (2008), relata que, para a sustentabilidade da aquicultura, o tratamento desenvolvido com plantas se mostra uma opção bastante viável para esta atividade.

Pott e Pott (2002) afirmam que a *Pístia Stratiotes* além de despoluir (Joyce, 1990), serve também como fixadora de ovos de peixe na desova e de algas que servem de alimentos a outras espécies (BERG, 1986).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Águas (LAAg) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

A água residual utilizada foi oriunda da fazenda JWN, localizada na cidade de Coremas-PB. Nesta, foram coletados 96 litros de água residual de um viveiro semi escavado (Figura 1), no qual havia finalizado um cultivo de tilápia (± 900 gramas). O efluente foi distribuído em 12 aquários com 29 cm de largura e 33 cm de comprimento (Figura 2), o que conferiu uma coluna de água inicial média de 11,5 cm. Os aquários foram providos de aeração constante.

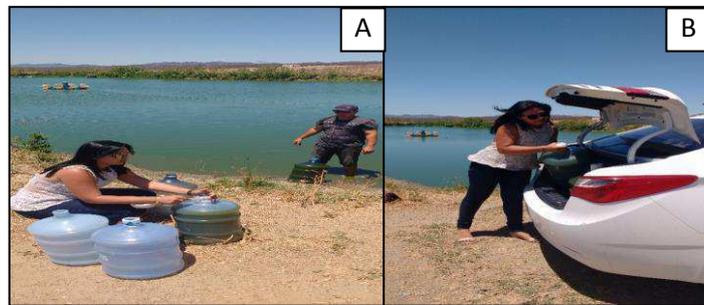


Figura 1: Coleta do efluente (A) e acondicionamento no veículo de transporte (B)



Figura 2: Aquários com efluente oriundo de um cultivo de tilápia tratado com diferentes densidades de *p. stratiotes*.

A *Pístia* utilizada para desenvolvimento desta pesquisa foi coletada nas intermediações do Rio Piranhas, localizado na cidade de Pombal-PB. As plantas foram transportadas para o Laboratório de Águas do CCTA/UFCG e mantidas em quarentena por cinco dias em uma caixa de fibra de vidro. Posteriormente, as raízes das *pístias* foram cortadas para padronização do comprimento das mesmas,

pesadas em balança de bancada da marca Balmak ELC-6/15/30 e distribuídas aleatoriamente nos aquários conforme Tabela 2.

Tabela 2: Relação entre tratamentos, área coberta e peso das Pístias para tratamento de efluente da piscicultura.

Tratamento	Área coberta (%)	Peso (g)
1	0	0
2	33	120
3	66	240
4	100	360

4.1 Parâmetros analisados no efluente

Para determinar a eficiência da Pístia como fitorremediador do efluente da piscicultura, foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, oxigênio dissolvido (OD), cor, temperatura, condutividade elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (SDT), nitrogênio e fósforo.

4.1.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa e foi medido pelo aparelho phmetro MPA-210 da MS TECNOPOM. As medições foram realizadas duas vezes por dia, às 08 h e 17 h.

4.1.2 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é um dos parâmetros essenciais, pois pode indicar a presença de organismos nos corpos d'água, além de ser crucial para a vida na água (SANTOS, 2017). O OD foi medido uma vez ao dia, às 09h da manhã, utilizando o oxímetro DO-5519 da Lutron.

4.1.3 Cor

A cor indica a presença de substâncias dissolvidas na água como metais, matéria em decomposição entre outros. A mesma foi verificada por meio do medidor de cor Lovibond da PCchequitHazen, três vezes, no primeiro, oitavo e décimo segundo dia do experimento.

4.1.4 Temperatura

A temperatura é uma medida de intensidade de calor, que influencia nas propriedades da água como viscosidade, oxigênio dissolvido, densidade. Ela foi medida por meio do termômetro digital da marca Incontem, uma vez por dia, às 09 h.

4.1.5 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade que a água tem de conduzir corrente elétrica, e foi medida no primeiro, sétimo e décimo primeiro dia do experimento com auxílio de condutivímetro TEC-4MP da marca Tecnal.

4.1.6 Sólidos Dissolvidos Totais (STD)

Os sólidos dissolvidos totais são todas as substâncias orgânicas e inorgânicas presentes num líquido, e foram analisados pelo condutivímetro TEC-4MP da Tecnal configurado para STD, no primeiro, oitavo e décimo segundo dia do experimento.

4.1.7 Nitrogênio

O Nitrogênio pode ser encontrado na forma de nitrito, nitrato, amônia e molecular. O qual foi analisado pela metodologia de micro-Kjeldahl (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008), no primeiro e décimo dia do experimento.

4.1.8 Fósforo

O Fósforo é encontrado na forma de fósforo orgânico, ortofosfato e polifosfato. O mesmo foi determinado na forma de ortofosfato pela metodologia do boletim técnico de Análises de Solo, Plantas e outros materiais (TEDESCO et al., 1995) no primeiro e nono dia do experimento.

4.2 Parâmetros analisados na Planta

4.2.1 Clorofila (Clorofila Total, Clorofila A e B)

As clorofilas são pigmentos verdes, responsáveis pela fotossíntese, através da absorção de luz solar, e foram mensuradas pela metodologia de LICHTENTHALER, H. (1987), no primeiro e décimo primeiro dia do experimento.

4.2.2 Nitrogênio

O Nitrogênio ou azoto é encontrado na forma de gás como (N_2), e foi obtido através da metodologia da EMBRAPA (2009), no primeiro e décimo segundo dia do experimento.

4.2.3 Fósforo

O Fósforo é um elemento de origem mineral (P), que reage facilmente com os demais, e foi medido pela metodologia da Embrapa (EMBRAPA, 2009), no primeiro e décimo segundo dia do experimento.

4.3 Temperatura ambiente

A temperatura é uma medida de intensidade de calor, e foi medida por meio do termômetro digital da marca Incontem, uma vez por dia, às 09 h (Tabela 3).

Tabela 3: Temperatura ($^{\circ}C$) ambiente média do local do experimento.

Dias	0	1- 8	9-12
Temp. $^{\circ}C$	23,7	26,8 \pm 0,65	27,0 \pm 0,08

4.4 Análises dos Dados

O experimento foi composto por quatro tratamentos (níveis de cobertura) e três repetições. Os dados foram analisados pela Análise de Variância (ANOVA) a 5% de probabilidade em Delineamento Inteiramente Casualizado. A ANOVA foi precedida pelos testes de Cochran e Kolmogorov-Smirnov para determinar a homogeneidade e normalidade dos dados. Atendidos esses pressupostos, deu-se prosseguimento a ANOVA. Quando necessário, adotou-se o teste de Tukey a 5% para detecção das diferenças entre os tratamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efluente apresentou uma coloração verde intensa (Figura 3), o que sugere um ambiente eutrofizado, o qual pode ter sido gerado pelo acúmulo de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo dos peixes.

As plantas utilizadas neste estudo apresentavam-se visivelmente vigorosas e com aspecto normal (Figura 3). Porém, ao longo do estudo, as plantas começaram a se decompor (Tabela 4), tornando a cor das mesmas amareladas (Figura 4).

Os resultados encontrados para o OD, CE, STD (Tabela 5), corroboram com esse quadro de decomposição. Já o efluente mostrou-se visivelmente mais claro diante dos tratamentos, evidenciado também pelos valores obtidos na Cor (Tabela 5).

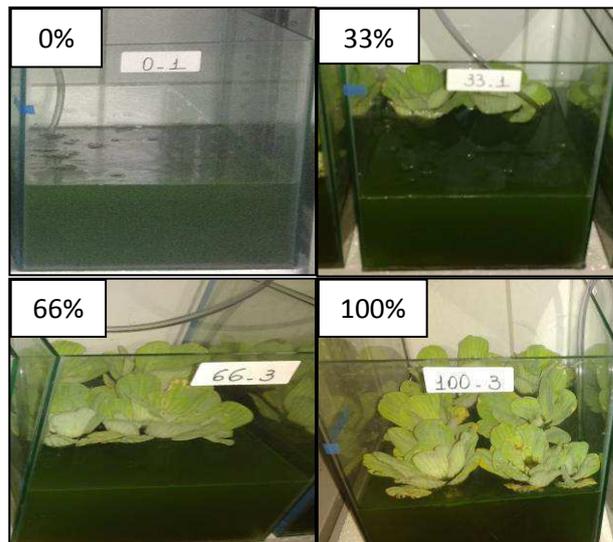


Figura 3: Efluente eutrofizado oriundo de um cultivo de tilápia e distribuição da *Pistia Stratiotes* no início do experimento.



Figura 4: Distribuição da *Pistia Stratiotes* em função das diferentes áreas de cobertura (%) após 8 dias de ensaio.

O peso das plantas foi avaliado em dois intervalos de tempo (8 e 12 dias), onde foram comparados com seu peso inicial (Tabela 4). No período de 8 dias foi detectada diferença significativa entre o nível de 100% de cobertura e demais níveis, no qual o primeiro apresentou as maiores perdas. Já os níveis de 33 e 66% foram iguais entre si.

Com 12 dias, a redução da massa da planta continuou ocorrendo progressivamente, o que evidencia que ao longo do experimento não houve ganho de peso, mas sim perda de biomassa da planta, ocasionado pela decomposição da *Pistia Stratiotes*, sendo seus nutrientes parcialmente disponibilizados para a água, o que pode ter ocorrido devido ao corte da raiz da planta, em questão da padronização do seu tamanho que era muito grande, sendo a mesma desproporcional ao tamanho do aquário.

Aos doze dias, a decomposição da *pistia* se diferenciou em todos os percentuais de cobertura, sendo a maior decomposição verificada em 100%. Vasconcelos et al. (2017) citam que a mortalidade da *Pistia Stratiotes* ocorreu em seu experimento, sem motivos identificados.

Tabela. 4: Ganho de peso (g) da *Pístia Stratiotes* em diferentes % de cobertura nos dois intervalos de tempo.

% Cobertura	Peso Inicial (g)	Ganho peso aos 8 dias		Ganho peso aos 12 dias	
		(g)	(%)	(g)	(%)
33	120	-28,66±6,11b*	-23,9±5,1b	-47,33±3,06a	-39,4±6,7a
66	240	-60,00±6,93b	-25,0±2,9b	-101,33±8,33b	-42,2±2,5b
100	360	-102,66±22,24a	-28,5±6,3a	-174,66±9,17c	-48,5±7,0c
CV (%)**	-	22,22	18,46b	14,53	12,50

*Médias seguidas do Desvio Padrão com letras diferentes diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **Coeficiente de Variação

O oxigênio dissolvido (OD) no tempo zero foi de 7,7 mg/L (Tabela 5). Após oito dias de tratamento com a *P. stratiotes*, o OD reduziu numericamente em todos os tratamentos em relação ao início do estudo. Neste mesmo tempo, observou-se uma tendência de redução dos valores de OD com a inclusão da *P. stratiotes*, sendo essa diferença significativa ao comparar o tratamento zero com os tratamentos 33 e 66%. Já aos doze dias, não foi detectado diferença significativa entre os níveis de OD para as diferentes áreas de cobertura (%).

A redução no OD ao longo do tempo pode estar relacionada com a decomposição das plantas, as quais consumiram o OD para oxidar a matéria orgânica. Segundo Rocha e Zanella (2016), a redução na concentração de oxigênio dissolvido em efluentes deve-se ao processo de decomposição/oxidação da matéria orgânica presente na mesma.

A condutividade elétrica inicialmente foi de 564 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Tabela 5). Aos oito dias de experimento, todos os tratamentos apresentaram um aumento nessa variável. O aumento da CE foi significativo ao comparar o nível zero de cobertura com 66 e 100%. O mesmo ocorreu ao comparar os níveis de 33 e 100%, onde quanto maior o nível de cobertura, maior a CE.

Tabela.5: Variáveis Físico-químicas do tratamento de efluente da piscicultura com diferentes % de *Pistia Stratiotes*.

Tempo (dias)	% Cobertura	O.D. ¹ (mg/L)	C.E. ² (µs/cm)	Cor (u.c.)	STD ³ (PPM)
Zero	-	7,7	564	1310	282,1
8	0	7,16±0,29a**	612,30±9,64c	2,50±66,53a	323,00±0,3d
	33	5,77±0,72b	638,59±11,75b	2,15±45,83b	351,40±3,35c
	66	5,58±0,28b	691,43±21,98a	1,99±12,53b	388,33±5,81b
	100	5,84±0,66ab	729,81±39,02 ^a	1,89±27,62b	436,57±16,46a
CV(%)*	-	8,71	3,54	5,60	2,75
12	0	6,24±0,45 ^a	643,67±5,58d	2,37±35,09a	341,37±5,52d
	33	5,75±0,39 ^a	721,06±15,34c	2,11±28,16b	391,60±11,96c
	66	4,72±0,95 ^a	827,06±16,25b	2,02±15,50b	460,30±12,15b
	100	5,19±0,88 ^a	947,54±43,18 ^a	2,04±10,97b	526,07±23,93a
CV(%)	-	12,97	3,12	3,25	3,48

¹Oxigênio dissolvido; ²Condutividade Elétrica; ³Sólidos Totais Dissolvidos. *Médias seguidas do Desvio Padrão com letras diferentes, diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **Coeficiente de Variação.

Aos 12 dias a CE permaneceu se elevando em todos os percentuais de cobertura, logo todos as áreas de cobertura (%) apresentaram diferença significativa entre si, sendo as maiores condutividades obtidas nas maiores densidades de estocagem da *Pistia Stratiotes*. Este fato pode estar associado à decomposição da planta que propiciou um aumento de partículas sólidas suspensas, bem como o aumento de sais elevando a condutividade. De acordo com Nogueira, Costa e Pereira (2015), o aumento da condutividade elétrica está associado ao processo de mineralização da matéria orgânica, decorrente do decréscimo na concentração de OD pelo consumo deste no processo de respiratório da comunidade hídrica.

A cor aparente no tempo zero foi de 1.310 u.c. (Tabela 5), com 8 dias de experimento os valores apresentaram uma brusca redução em todos os tratamentos (0,0; 33; 66; 100% de cobertura), o que pode ter sido ocasionado pela decantação das partículas presentes no efluente. Aos 8 e 12 dias, os tratamentos com área de cobertura vegetal (%) se mostraram estatisticamente iguais, sendo diferente apenas do tratamento com 0% de pistia. Isso pode ter ocorrido pela adsorção das partículas sólidas suspensas e dissolvidas pela planta através da decomposição, o que

permitiu a mudança de cor do efluente nos tratamentos com cobertura vegetal. De acordo com Dias, Nascimento e Meneses (2016), as macrófitas aquáticas são eficientes no clareamento da cor de efluente.

Os Sólidos Totais Dissolvidos no tempo zero foi de 282,1 ppm (Tabela 5). Após oito dias de tratamento da água com pístia observou-se um aumento significativo nesta variável. O mesmo foi observado para 12 dias. Este comportamento deve-se as partículas sólidas suspensas decorrentes da decomposição da *Pístia Stratiotes*.

No início do experimento, o pH da água pela manhã foi de 7,4 (Tabela 6). Nos oito primeiros dias de tratamento com a pístia, o pH apresentou uma variação no início do dia, onde os tratamentos 0% e 33% se mostraram iguais entre si e apenas o 0% diferente significativamente do 66% e 100%. Tais resultados evidenciam uma menor alcalinização do pH da manhã relacionado com o aumento da densidade de estocagem da pístia. Por outro lado, este comportamento não foi verificado no período da tarde. Nenhum efeito significativo foi observado ao avaliar a densidade da pístia em função da variação do pH no período da manhã aos doze dias.

Tabela.6: Variáveis Físico-químicas do tratamento do efluente da piscicultura com diferentes % de *Pístia Stratiotes*.

Tempo (dias)	% Cobertura	pH Manhã	pH Tarde	Temperatura (°C)	Perda de água (cm)
Zero	-	7,4	-	23,7	0,0
1-8	0	7,95±0,05a*	7,88±0,07a	24,13±0,23b	0,95±0,06c
	33	7,85±0,02ab	7,67±0,15a	24,87±0,23 ^a	0,74±0,02b
	66	7,81±0,03b	7,73±0,03a	24,60±0,35ab	0,68±0,05a
	100	7,79±0,06b	7,75±0,04a	24,87±0,13 ^a	0,48±0,14a
CV (%)**	-	0,56	1,11	1,00	0,77
9-12	0	8,21±0,12 ^a	8,04±0,07a	25,37±0,25 ^a	1,66±0,12b
	33	8,20±0,09 ^a	7,98±0,13a	25,43±0,15 ^a	1,33±0,07a
	66	8,21±0,09 ^a	7,80±0,1a	25,33±0,23 ^a	1,29±0,08a
	100	8,09±0,15 ^a	7,77±0,32a	25,50±0,1 ^a	1,22±0,09a
CV (%)	-	1,41	2,32	0,76	0,90

*Médias seguidas do Desvio Padrão com letras diferentes diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. pH Manhã e pH Tarde equivale a determinação deste parâmetro as 08 e 17 horas, respectivamente. **Coeficiente de Variação

No pH da tarde, no período de 8 e 12 dias, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Boyd (2013) cita que os vegetais sequestram dióxido de carbono durante o dia para a fotossíntese e liberam durante a noite. Em decorrência do processo de respiração, onde o dióxido de carbono provoca reação ácida na água, fazendo com que o pH diminua, logo, nas primeiras horas da manhã, aumentando ao máximo durante à tarde e diminuindo à noite. Apesar disso, não houve grandes diferenças entre os valores de pH da manhã e tarde, o que pode estar relacionado a um possível efeito tampão da água. Apesar disso, os valores obtidos no pH estão dentro do valor exigido na Resolução do CONAMA n. 430/2011 para lançamentos de efluentes em corpos hídricos que é de 5 a 9.

A temperatura da água no início do experimento foi de 23,7 °C (Tabela 6). Houve um aumento neste parâmetro ao longo dos primeiros oito dias, em especial ao avaliar os níveis de zero x 33% e zero x 100%. Isso pode estar relacionado com o aumento da temperatura ambiente (Tabela 3), a qual interage diretamente com a água, elevando assim sua temperatura. No período de 1 - 8 dias de tratamento da água pôde-se evidenciar uma maior temperatura nas águas que receberam a pístia. Este fato deve-se ao efeito de cobertura da pístia, o qual minimizou a troca de calor com a atmosfera, preservando o calor da água.

Ente 9 - 12 dias, não foi detectada variação na temperatura entre as densidades de estocagem da pístia. Este fato pode estar relacionado com a perda de massa da planta, a qual minimizou a área coberta, aumentando assim a interferência do calor do ambiente sobre a temperatura da água.

Os dados da perda de água (Tabela 6) corroboram estas informações, os tratamentos com maiores densidades de pístia geraram menores perdas de água para a atmosfera. Além disso, a maior perda de água para a atmosfera ocorreu entre 9 e 12 dias, o que comprova a menor proteção da pístia como isolante térmico mediante sua degradação.

Os valores obtidos em relação a perda de água (Tabela 6) no período de 1-8 dias, sugerem que existe uma relação inversa entre % de cobertura e perda de água. No período de 9 - 12 dias o tratamento sem cobertura vegetal perdeu mais água em relação aos tratamentos com cobertura, os quais se mostraram mais eficientes como proteção contra a evaporação da água. Além disso, não houve diferença significativa entre os tratamentos com cobertura vegetal (33, 66 e 100%), os quais geraram menor perda de água para atmosfera. Portanto, observa-se que o

tratamento com 0% de cobertura vegetal apresentou uma evaporação mais intensa. Além disso, pôde-se perceber que as perdas por evaporação foram superiores às perdas por evapotranspiração.

Em relação aos níveis de fósforo, pode-se evidenciar um aumento destes na água ao longo do experimento (Tabela 7), em especial ao se comparar o nível de 100% de cobertura com zero e 33%. Já os níveis de nitrogênio não foram significativamente afetados ao longo de 12 dias de ensaio. O aumento do fósforo pode ter sido ocasionado pela decomposição precoce da planta, que por consequência devolveu ao efluente parte do fósforo que possivelmente tivesse sido retirado, bem como o fósforo constituinte da própria planta.

Tabela.7: Variáveis Químicas do tratamento de efluente da piscicultura com diferentes % de *Pistia Stratiotes*.

Tempo (dias)	% Cobertura	Fósforo (mg L ⁻¹)	Nitrogênio (mg/L)
Zero	-	0,27	12,25
12	0	0,52±0,08b*	9,33±5,1,01 ^a
	33	0,58±0,07b	12,25±3,03 ^a
	66	0,67±0,08ab	12,25±3,03 ^a
	100	0,80±0,02 ^a	11,66±5,63 ^a
CV (%)**	-	10,49	31,40

*Médias seguidas do Desvio Padrão com letras diferentes, diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **Coeficiente de Variação

O Nitrogênio também apresentou um aumento contínuo diante dos tratamentos (Tabela 7), entretanto os mesmos não diferiram significativamente, mas assume o mesmo comportamento do fósforo com maiores concentrações de nitrogênio nos tratamentos com cobertura vegetal, reafirmando a provável ocorrência da devolução dos nutrientes feita pela planta devido a sua decomposição.

Os efluentes provenientes da aquicultura são ricos em nutrientes, entre eles estão o fósforo e o nitrogênio. Segundo Macedo e Sipaúba-Tavares (2010), o principal resíduo nitrogenado excretado pelos peixes é a amônia. Em ambientes aeróbios, ocorre o processo de nitrificação, ou seja, a conversão da amônia para nitrato, que sofre redução por desnitrificação, no qual ocorre a volatilização do nitrogênio pelo processo microbiano, resultando na conversão do nitrato a gás e

liberado para o ambiente.

Os dados de clorofila (A, B e Total) ao término do ensaio (12 dias) não foram afetados significativamente pela área de cobertura com a *pístia* (Tabela 8). Entretanto, pode-se perceber uma redução matemática nos dados ao comparar o tempo zero com 12 dias.

Tabela 8: Variável Química da composição da *Pistia Stratiotes* para diferentes % de cobertura.

Tempo (dias)	% Cobertura	Clorofila A (mg/L)	Clorofila B (mg/L)	Clorofila Total (mg/g)
Zero	-	3,6±0,57	1,23±0,34	4,83±0,22
	0	-	-	-
	33	2,13±0,42 ^a *	0,73±0,70 ^a	2,87±0,70 ^a
	66	2,07±0,96 ^a	0,56±0,25 ^a	2,63±1,19 ^a
12	100	2,74±1,02 ^a	0,89±0,25 ^a	3,63±1,26 ^a
CV (%)**	-	39,08	62,40	35,54

*Médias seguidas do Desvio Padrão com letras diferentes, diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **Coeficiente de Variação

Tais resultados (Tabela 8) podem estar relacionados com a mortalidade das *pístias*, as quais se tornaram amareladas. A clorofila são pigmentos que dão coloração verde a alguns vegetais e têm o papel de absorver luz para que a planta realize a fotossíntese, produzindo seu próprio alimento. Pôde-se notar uma redução numérica nos valores de clorofila, afetando o processo de fotossíntese e comprometendo a vida da planta, o que ocasionou o amarelamento das folhas pela decomposição da planta.

O Fósforo na planta sofreu uma diminuição do valor inicial que foi de 3,62 (g/kg) (Tabela 9), onde os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si com 12 dias de experimento, o que pode ter sido ocasionado pela decomposição da planta que nesse processo se fragmentou e acabou transferindo parte do fósforo da mesma para a água.

Tabela.9: Variáveis Químicas da *Pistia Stratiotes* com diferentes % de cobertura.

Tempo (dias)	% Cobertura	Fósforo (g/kg)	Nitrogênio (%)
Zero	-	3,62	0,27
	0	-	-
12	33	2,87±0,44a*	0,27±1,706 ^a
	66	3,15±101a	0,31±1,70 ^a
	100	2,77±0,22a	0,33±0,0a
CV (%)**	-	22,15	9,31

*Médias seguidas do Desvio Padrão com letras diferentes, diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.**Coeficiente de Variação

O Nitrogênio sofreu um aumento do valor do tempo zero que foi de 0,27% (Tabela 9), quando comparado com os valores dos tratamentos 66 e 100% aos 12 dias. Entretanto todas áreas de cobertura (%) se mostraram iguais estatisticamente, onde acredita-se que isso ocorreu devido a uma leve absorção do nitrogênio pela planta que possivelmente tenha ocorrido durante o experimento apesar da decomposição da *Pístia*.

6. CONCLUSÃO

A *Pistia stratiotes* minimiza as perdas por evaporação e atua como agente termo protetor em ambiente aquático. A *P. stratiotes* não apresentou efeito fitorremediador no tratamento de efluentes da piscicultura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, Sara Regina de. **Avaliação do crescimento do crescimento da macrófita aquática flutuante *Pistia Stratiotes L.* em diferentes concentrações de nitrogênio.** 2009. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Instituto de Biociências, Rio Claro, 2009.

BOYD, Claude E. **Manejo do ciclo do pH para manter a saúde animal. Advocate da Gaa,** Alabama, p.28-30, 2013. Mensal.

BRASIL. Lei Nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. **Institui a PNRH, cria o SNRH,** regulamenta o inciso XIX do art. 21 da CF.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 430, de Maio de 2011.** 8 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 16 abr. 2018.

DIAS, Fernando Silva; NASCIMENTO, João Paulo Alves do; MENESES, Janaina Moreira de. **Aplicação de macrófitas aquáticas para tratamento de efluente doméstico.** Revista Ambiental, João Pessoa, v. 2, p.106-115, 2016.

FIAMONCINI, Julio Cesar. **Aplicativo para Auxílio de Produção Aquicultural Aplicado à Piscicultura.** 2014. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2014.

GUIMARÃES, I.M. **Utilização de ostra e macroalgas como biofiltro para efluentes de cultivo de camarão.** Recife, 2008. 49p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiro e Aquicultura). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

HENRY, G.G.S. e CAMARGO, A.F.M. **Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, p. 181-188, 2008.

LICHTENTHALER, H. K. chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Eds.). **Methods in Enzymology.** London, v.148, p.350-382, 1987.

MARTELO, J. e BORRERO, J.A.L. **Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales; una revisión del estado del arte..** Ingeniería y Ciencia, ing. cienc. V.8, p. 221–243, 2012.

MOHEDANO, Rodrigo de Almeida. **Tratamento de efluente e produção de alimento, em cultivos de tilápias (*Oreochromis niloticus*), através da macrófita**

aquática Lemna valdiviana (Lemnaceae): Uma Contribuição para a Sustentabilidade da Aqüicultura. 2004. 44 f. Tese (Doutorado) - Curso de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – Sc, 2004.

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia H.. **Eutrofização e qualidade da água na piscicultura:** Consequências e recomendações. Boletim Institucional de Pesca, Jaboticabal/sp, p.149-163, 04 nov. 2010. Semanal.

MORESCO, Camila. **Avaliação do potencial da macrófita Pistiastratiotes na exposição de íon Cromo (VI): Biossorção e Tolerância.** 2016. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

NOGUEIRA, Fábio Fernandes; COSTA, Isabella Almeida; PEREIRA, Uendel Alves. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás.**2015. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Goiás, Nerópolis, 2015.

POMPÊO, M. L. M. **Culturas hidropônicas, uma alternativa não uma solução.** Anais Seminário Regional da Ecologia, 8, 73-80, 1996.

POTT, Vali Joana; POTT, Arnildo. **Potencial de Uso de Plantas Aquáticas na Despoluição da Água.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002. 25 p.

ROCHA, André Alves da; ZANELLA, Giordano Brunno. **Avaliação da Qualidade da Água do Rio Santa Rosa Francisco Beltrão - PR.** 2016. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2016.

SOUZA, Antônio Fábio Lopes de; VASCONCELOS, Euclides Queiroz de. **Utilização da macrófita flutuante Pistia Stratiotes no tratamento de efluentes de piscicultura no estado do Amazonas.** Pubvet, Manaus, v. 10, n. 12, p.926-932, dez. 2016.

SANTOS, Isabella Vieira. **Avaliação da qualidade da água do açude Eptácio Pessoa em relação ao nível de água acumulado no período de 2015 e 2016.** 2017. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

SANTOS, Adriana Delfino dos et al. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes:** Editor Técnico Fábio Cesar da Silva. 2. ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica, 2009.** 627 p.

TEDESCO, Marino José et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais:** boletim técnico nº5. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, 1995. 174 p.

VASCONCELOS, Vera Mônica de et al. **Tratamento de efluentes da Aquicultura com Macrófitas Aquáticas**. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2., 2017, Mossoró: Sbeb, 2017. p. 1 - 5.

ZENEBON, Odair; PASCUNET, NeusSadocco; TIGLEA, Paulo. **Métodos Físico-químicos para análises de alimentos**: Instituto Adolfo Lutz. 3. ed. São Paulo: Ial, 2008. 1020 p.2008).