

Eixo Temático ET-03-043 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

UTILIZAÇÃO DE MACRÓFITAS PARA O TRATAMENTO DA ÁGUA DE PISCICULTURA

Elaine Costa Almeida Barbosa¹, Sara Almeida Figueiredo²,
Riuzuani Michelle B. Pedrosa Lopes³, Gláucio de Sales Barbosa⁴

¹Geógrafa. Aluna da Pós graduação em Energias Alternativas e Renováveis CEAR/UFPB/Professora da Faculdade Internacional da Paraíba.

²Engenheira Ambiental. Aluna da Pós-Graduação em Energias Alternativas e Renováveis CEAR/UFPB.

³Professora/Doutora/Orientadora da Pós-Graduação em Energias Alternativas e Renováveis CEAR/UFPB.

⁴Professor da Faculdade Internacional da Paraíba - FPB.

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar experimento feito, utilizando o efluente residuário da piscicultura como proposta de avaliar a eficácia das espécies de macroalgas mencionadas como alternativa para o tratamento deste efluente. Para tanto foi realizadas análises físico-químicas e microbiológicas para comparação entre a água bruta do tanque de piscicultura e a água e após tratamento com os três tipos de macrofitas. Desta forma buscou-se fomentar a possibilidade de reciclagem dessa água para uso nos próprios viveiros, reduzindo assim os impactos e a demanda por recursos hídricos dessa atividade, e integrando a ela os conceitos da ecologia industrial.

Palavras-chave: Desenvolvimento; Sustentabilidade; Mitigação.

INTRODUÇÃO

O cultivo de macrófitas aquáticas para o tratamento de efluentes vem se desenvolvendo consideravelmente como uma tecnologia limpa, incluída no conceito de ecologia industrial. Esse conceito trata de trazer para os processos industriais a eficiência observada nos sistemas naturais, onde tudo é reaproveitado em um ciclo fechado (COLE et al., 2014). A piscicultura, apesar de não estar incluída na categoria dos processos industriais, trata-se de uma atividade desenvolvida pelo ser humano, com alta taxa de geração de produtos e resíduos, e à qual os conceitos da ecologia industrial podem ser aplicados.

Essa atividade se estabeleceu no Brasil a partir da década de 1920 (PEREIRA et al., 2015) e desde então enfrenta desafios quanto ao tratamento e destinação dos seus efluentes. Para que possam se desenvolver bem, os peixes necessitam de uma água limpa e com boa disponibilidade de oxigênio, entretanto, diferentemente do que ocorre nos rios, onde há um fluxo constante da água, em uma cultura fechada de peixes, todos os dejetos, além dos restos de ração não consumidos, se acumulam nos viveiros, gerando um ambiente poluído e podendo levar à eutrofização e à morte dos próprios peixes. Dessa forma, são necessárias trocas constantes da água de cultivo.

Com isso, surge um segundo problema relacionado à piscicultura. Uma vez que essa água efluente dos viveiros apresenta altas taxas de resíduos orgânicos e nutrientes, o seu descarte direto representa um impacto negativo ao meio ambiente podendo acarretar a degradação dos corpos d'água que a recebem (SILVA et al., 2014). Dessa forma, é necessário que ela passe por um processo de tratamento antes do seu descarte, o que pode elevar os custos da atividade.

Entretanto, como já mencionado, as macrófitas aquáticas, ou macroalgas, tem se mostrado uma alternativa eficiente e ecológica para o tratamento de água a baixos custos. O seu desenvolvimento ocorre naturalmente em corpos d'água superficiais ricos em matéria orgânica e

nutrientes, como parte do processo de eutrofização. Em grandes quantidades elas podem representar risco ao ecossistema aquático, por reduzirem a entrada de luz e a disponibilidade de oxigênio. Entretanto, com um crescimento controlado, atuam como um mecanismo de limpeza natural da água, extraindo os poluentes e nutrientes dissolvidos nela.

Dentre as espécies existentes de macrófitas aquáticas, a *Eichhornia crassipes*, ou aguapé, é uma das mais comuns, sendo originária da região amazônica. Seu uso tem sido testado com eficiência no tratamento de efluentes industriais e agropecuários, sendo também recomendado para sistemas de piscicultura (SILVA et al., 2014). A *Pistia stratiotes*, ou alface d'água é outra espécie abundante no Brasil apontada como tendo potencial para uso como agente purificador de águas de viveiros (PEREIRA et al., 2015). A macrófita *Lemna sp* ou Lentilha d'água é uma planta aquática pequena, que flutua na superfície da água, possuindo algumas peças reduzidas (raízes, folhas). Apresenta grande sensibilidade a muitas substâncias que atingem o ambiente aquático, principalmente aos herbicidas. É de fácil cultivo, manejo e reprodução sendo entre todas as espécies da família Lemnaceae a mais usada em testes de toxicidade e a resposta da planta avaliada pelas alterações na taxa de crescimento (STODOLA,1967).

OBJETIVO

Este trabalho tem como proposta avaliar a eficácia das espécies de macroalgas mencionadas como alternativa para o tratamento de efluentes da piscicultura e a possibilidade de reciclagem dessa água para uso nos próprios viveiros, reduzindo assim os impactos e a demanda por recursos hídricos dessa atividade, e integrando a ela os conceitos da ecologia industrial.

METODOLOGIA

Caracterizações da área de estudo

A pesquisa foi realizada no Sítio Ipiranga, no município de Conde – PB na viveiricultura Engecampo. O empreendimento fica às margens da PB 018 na granja Arcanjo Gabriel, tendo está uma área de 1,5 há sendo uma área de topografia plana, sem dificuldades de acesso.

A pesquisa utilizou o método experimental e descritivo para a avaliação da pesquisa.

Para a avaliação da qualidade da água foram usados três tanques de alvenaria que fazem parte do complexo de criação, no entanto estes tanques foram destacados e rotulados. Os tanques possuem a dimensão de 2mx1mx1m.

Foram coletadas amostras de águas em diferentes estágios:

- ✓ Tanque 00, Água do tanque da piscicultura sem tratamento;
- ✓ Tanque 01, utilizando o tratamento com a macrófita *Eichhornia crassipes* ou *Aguapé* (Fig. 1);
- ✓ Tanque 02, utilizando o tratamento com a *Pistia stratiotes*, ou alface d'água (Fig.2).
- ✓ Tanque 03, utilizando o tratamento com a *Lemna sp* ou Lentilha d'água (Fig.3).

Figura 1: Tanque 01 - macrófita *Eichhornia crassipes* ou *Aguapé*

Figura 1: Tanque 01 - macrofita *Eichhornia crassipes* ou Aguapé



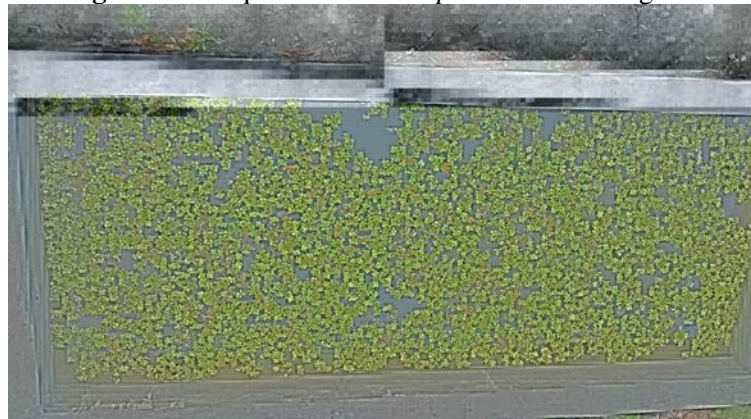
Fonte: Autores, 2017.

Figura 2: Tanque 02 - *Pistia stratiotes*, ou alface d'água



Fonte: Autores, 2017.

Figura 3: Tanque 03 - *Lemna sp* ou Lentilha d'água



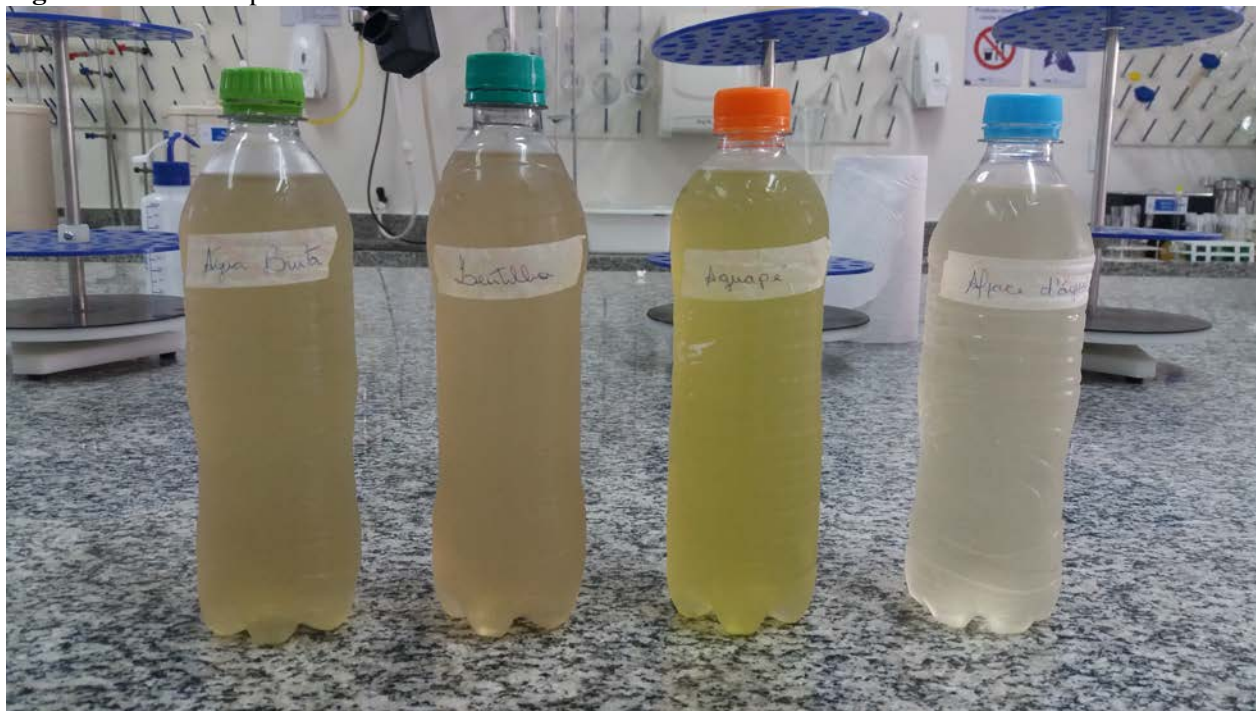
Fonte: Autores, 2017.

Os tanques foram protegidos contra folhas que advenham a cair e contra predadores naturais dos peixes, como: aves, insetos e outros. Esta proteção é feita através de telas microfuradas resistente, estas telas permitem transpassar quase que totalmente a incidência de luz e radiação solar, durante todo o dia.

As coletas nos tanques foram realizadas no turno da manhã seguindo preceitos técnicos que orienta o Manual Prático de Análise de Água da FUNASA e do Standard Methods (APHA, 2005).

As análises foram realizadas com a água bruta retirada diretamente do tanque 00, e dos tanques 01, 02 e 03 depois de uma semana com a interferência das macrófitas (Fig.4).

Figura 4: Amostras para análises no laboratório da FPB.



Fonte: Autores, 2017.

Foi efetuada análise físico-química na mensuração dos parâmetros de Temperatura, Turbidez, pH, Dureza Total, CO₂ livre, como também microbiológico com a análises para Coliformes termotolerantes. Estas análises foram realizadas no laboratório da FPB - Faculdade Internacional da Paraíba.

As análises de Turbidez das águas dos tanques deu-se por meio do equipamento denominado Turbidímetro em forma de análise direta; a aferição de Temperatura foi feita no momento da coleta da água usando um Termômetro de Mercúrio; a análise de Potencial Hidrogeniônico (pH) foi realizada por meio do pHmetro na forma de análise direta; as análises de Dureza Total, CO₂ livre por meio de titulação volumétrica e as análises microbiológicas por metodologia do Número Mais Provável por mL da mostra- NPM/100mL, conforme orientação do Manual Prático de Análise de Água da FUNASA que segue os parâmetros da APHA (APHA, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sendo o efluente da piscicultura e seu reuso o objeto de pesquisa para avaliar o tratamento feitos pelas macrófitas, foi fundamental o acompanhamento de todo o processo seu desenvolvimento no ambiente de tanque, assim como o tempo de uma semana para o tratamento da água. Todos esses fatores influenciaram na qualidade do efluente utilizado no experimento e, por conseguinte em sua composição química.

As vantagens da utilização das macrófitas além de propiciar um qualidade para reuso está também propiciar uma ágil, simples e com custo mais simples possível para os criadores de peixe.

Através das análises físico-químicas realizadas como Temperatura, Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez, Dureza Total, CO₂ livre e Coliforme Termotolerantes, mostraram um interessante indício que houve uma relativa alteração nos parâmetros da água analisada, conforme descrito nos valores dos resultados a seguir:

Temperatura

A interferência da temperatura é muito importante para a sobrevivência dos peixes, onde ele se ajustam conforme a temperatura existente nos viveiros, onde os peixes de águas tropicais geralmente vivem bem com temperaturas entre 20 – 28°C, eles se alimentam bem, mas abaixo desse percentual o apetite descrece rapidamente e acima de 32°C ocorre mortalidades (SILVA; FERREIRA; LOGATO, 2017).

Tabela 1- Temperatura

Águas	Temperatura °C
Tanque 00 (Água Bruta)	23,4
Tanque 01 <i>Eichhornia crassipes</i> ou Aguapé	24,5
Tanque 02 <i>Pistia stratiotes</i> , ou alface d'água	24
Tanque 03 <i>Lemna sp</i> ou Lentilha d'água	24

Fonte: Autores, 2017.

Neste parâmetro (Tab.1) não houve modificações relevantes nem alteração em sua composição físico-química.

pH

A faixa de pH contida entre 5,0 e 9,0 é onde estão inseridas as águas naturais, menores valores são possíveis em situações anômalas. O solo onde está água percola, pode impor a este valores baixos de Potencial Hidrogeniônico (pH), a considerar-se a lixiviação obtida no solo, proporcionando-lhe um valor de acidez de 5,0 (BOYD, 2013).

As análises realizaram-se no pHmêtro com o equipamento calibrado e o com a precisão de 99,9%.

Os resultados das análises de Potencial Hidrogeniônico (pH) que mensura o padrão de acidez, neutralidade e/ou alcalinidade na água.

As amostras dos tanques tiveram os seguintes resultados, conforme tabela 2.

Tabela 2- Potencial Hidrogeniônico

Águas	Potencial Hidrogeniônico (pH)
Tanque 00 (Água Bruta)	7,49
Tanque 01 <i>Eichhornia crassipes</i> ou Aguapé	6,76
Tanque 02 <i>Pistia stratiotes</i> , ou alface d'água	6,42
Tanque 03 <i>Lemna sp</i> ou Lentilha d'água	6,70

Fonte: Autores, 2017.

Em comparação com a água bruta após a utilização tanto a amostra do tanque 01 como do tanque 02 e do tanque 03 mostrou que as plantas deixam a água mais ácida, mesmo assim conforme os parâmetros piscicultura este valor vai de 6 a 9, desta forma os as plantas consegue manter os parâmetros ideais.

Turbidez

A Turbidez mensura a quantidade de luz que penetra na água, esta pode ser devido ao arraste de materiais variados na água, como: silte, areia, argila e outros minerais. A não incidência de luz nas regiões mais profundas dos tanques podem acarretar no recobrimento dos ovos de microrganismos bentônicos no fundo dos tanques, e com isto atrapalhar o desenvolvimento dos alevinos. Com intuito em nortear a pesquisa realizada, foram feitas análises das amostras no Turbidímetro com o equipamento calibrado conforme os preceitos técnicos exigidos, e os testes foram feitos no laboratório Físico Química da FPB.

Os resultados das análises de Turbidez nos tanques obtiveram os resultados conforme Tabela 3.

Tabela 3- Turbidez

Águas	Turbidez (UNT)
Tanque 00 (Água Bruta)	30
Tanque 01 <i>Eichhornia crassipes</i> ou Aguapé	3,9
Tanque 02 <i>Pistia stratiotes</i> , ou alface d'água	1,76
Tanque 03 <i>Lemna sp</i> ou Lentilha d'água	5,8

Fonte: Autores, 2017.

Segundo os dados obtidos na tabela 3 a amostra do tanque 02 teve o melhor resultado comparado aso demais, cerca de 50% de diminuição comparadas as outras macrófitas e se comparada a amostra do tanque 00 mais de 90% na diminuição da turbidez, neste caso a amostra do tanque 02 foi eficiente. Mesmo assim, a amostras do tanque 01 e a amostra do tanque 03 tiveram um bom resultado se comparado a amostra do tanque 00.

Dureza Total

A Dureza Total pode representar a quantidade de sais como Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) dissolvidos na água, o mesmo pode indicar o teor de condutividade na água, A água que é determinada como macia, demonstra teores reduzidos de sais dissolvidos em sua composição. Já água que é definida como dura representa a predisposição a criação de sais insolúveis (APDA, 2012). Em certas ocasiões água não dilui o sabão, este pode ser um indicativo de Dureza na água.

As amostras dos tanques tiveram os seguintes resultados, conforme tabela 4.

Tabela 4- Dureza Total

Águas	Dureza Total (mg/lCaCO ₃)
Tanque 00 (Água Bruta)	201,16
Tanque 01 <i>Eichhornia crassipes</i> ou Aguapé	145,52
Tanque 02 <i>Pistia stratiotes</i> , ou alface d'água	136,96
Tanque 03 <i>Lemna sp</i> ou Lentilha d'água	154,08

Fonte: Autores, 2017.

Da mesma forma, a amostra do tanque 02 teve um melhor resultado, também as amostras do tanque 01 e 03 mostrou dados expressivos com relação a água bruta. Conforme a portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de CaCO₃ como o valor máximo permitido para uma água potável e neste caso houve uma considerável diminuição neste parâmetro, ou seja, as macrófitas também auxiliam na diminuição da dureza da água.

Tabela 5- CO₂ Livre

Águas	CO ₂ Livre (mg/l)
Tanque 00 (Água Bruta)	36,72
Tanque 01 <i>Eichhornia crassipes</i> ou <i>Aguapé</i>	9,18
Tanque 02 <i>Pistia stratiotes</i> , ou alface d'água	17,34
Tanque 03 <i>Lemna sp</i> ou Lentilha d'água	20,4

Fonte: Autores, 2017.

Da mesma forma, a amostra do tanque 01 teve um melhor resultado já que o gás carbônico livre existente em águas superficiais normalmente está em concentração menor do que 10 mg/l (FUNASA, 2005). Foi a única amostra a ficar dentro dos parâmetros estabelecidos. Mesmo assim, as amostras do tanque 02 e 03 comparados ao tanque 00 tiveram bons resultados.

Coliformes Termotolerantes

Segundo o manual Funasa (2005), a água potável não deve conter microrganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. O que na água da piscicultura estes valores chegam a passar do valor máximo permitido, estes indicadores de contaminação fecal tradicionalmente aceitos pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes, que são bactérias que fermentam a lactose a uma temperatura de 45°C (FUNASA, 2005).

Desta forma utilizando os procedimentos do manual da Funasa (2005), para a técnica de tubos múltiplos, obtivemos os seguintes resultados conforme tabela:

Tabela 6- Coliformes termotolerantes

Águas	Coliformes termotolerantes (NMP/mL)
Tanque 00 (Água Bruta)	>1100
Tanque 01 <i>Eichhornia crassipes</i> ou <i>Aguapé</i>	23
Tanque 02 <i>Pistia stratiotes</i> , ou alface d'água	>1100
Tanque 03 <i>Lemna sp</i> ou Lentilha d'água	460

Fonte: Autores, 2017.

O tanque 00 como esperado chegou ao número máximo, ou seja, >1100 NPM/mL da amostra o que a amostra do tanque 02 não apresentou nenhuma alteração na diminuição destes microrganismos. O tanque 03 apresentou uma considerável diminuição no número de microrganismos. Já o tanque 01 foi excelente, o que mostra uma um tratamento eficiente desta macrófita para o reuso desta água.

CONCLUSÃO

Segundo os resultados obtidos, as amostras do tanque 01 *Eichhornia crassipes* ou *Aguapé* teve os melhores resultados para o tratamento da água de piscicultura, pois dois fatores foram considerados, como a diminuição de CO₂ na água e a diminuição de microrganismo presentes, neste caso, os Coliformes Termotolerantes.

As amostras do tanque 02 *Pistia stratiotes*, ou alface d'água, também teve um importante significado, principalmente na diminuição da turbidez e na dureza total comparadas às os amostras. Em compensação não se mostrou eficiente na diminuição de microrganismos.

Já as amostras do tanque 03 *Lemna sp* ou Lentilha d'água comparada as outras amostras foi a menos significativa, mesmo mostrando um resultado comparado a amostra do tanque 00.

Desta forma o trabalho teve resultados consideráveis, já que a água utilizando as macrófitas pode ser reutilizada como alternativa para o tratamento de efluentes da piscicultura e

confirmando que pode ser reciclada para uso nos próprios viveiros, reduzindo assim os impactos e a demanda por recursos hídricos dessa atividade, e integrando a ela os conceitos da ecologia industrial.

REFERÊNCIAS

- APDA. **Comissão Especializa da Qualidade da Água**. [S.I.]: 2012.
- BOYD, C. E. **Manejo do Ciclo do pH Para Manter a Saúde Animal**. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University. Auburn, Alabama 36849 – USA, 2013.
- COLE, A.J.; NYS, R.; PAUL, N.A. Removing constraints on the biomass production of freshwater macroalgae by manipulating water exchange to manage nutrient flux. **PLoS ONE**, v. 9, n. 7, e101284, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101284>
- FUNASA. **Manual prático de análise de água**. 2ª ed. Brasília, 2013.
- PEREIRA, A.C.C.; RODRIGUES, A.C.D.; ROCHA, M.V.C.; SANTOS, A.M.; SANTOS, F.S.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B. Avaliação do potencial da Alface-d'água (*Pistia stratiotes*) na Biossorção de Pb ao longo do tempo. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, Natal, 2015. Disponível em: <<https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/592.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- SILVA, A.D.R.; SANTOS, R.B.; SOUZA BRUNO, A.M.S.; GENTELINI, A.L.; SILVA, A.H.G.; SOARES, E.C.S. Biofilter efficiency of water hyacinth on limnological variables in irrigation channels used for tambaqui farming. 2014. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000200011>
- SILVA, V.K.; FERREIRA, M.W.; LOGATO, P.V.R. **Qualidade da água na Piscicultura**. Lavras: UFLA, 2017.
- STODOLA, J. **Encyclopedia of water plants**. Neptune City: TFH Publications, 1967.
- STANDARD methods for the examination of water and wastewater. 16th ed. Washington: APHA, 1985.