

## **REMOÇÃO DA CARGA ORGÂNICA ORIUNDA DE UM SISTEMA DE RIZIPSICULTURA PELA BRACHIARIA DE BREJO** *(Brachiaria subquadripara)*

*Giovanni de Oliveira Garcia*

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, D. Sc., Professor Adjunto I do Departamento de Eng. Rural – CCAUFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Espírito Santo, Alto Universitário, Caixa Postal 16, CEP: 29.500-000, Alegre-ES.  
E-mail: giovanni@cca.ufes.br

*George H. Venturin*

Graduando de Eng. Florestal – CCAUFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Espírito Santo, Alto Universitário, Caixa Postal 16, CEP: 29.500-000, Alegre-ES. E-mail: georgefloresta@yahoo.com.br

*Roberto Avelino Cecílio*

Eng. Agrícola, D. Sc., Professor Adjunto I do Departamento de Eng. Florestal – CCAUFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Espírito Santo, Alto Universitário, Caixa Postal 16, CEP: 29.500-000, Alegre-ES.  
E-mail: rcecilio@yahoo.com.br. *Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq.*

*Aline Azevedo Nazário*

Agronomia – CCAUFES – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Espírito Santo, Alto Universitário, Caixa Postal 16, CEP: 29.500-000, Alegre-ES. E-mail: [aline\\_nazario@yahoo.com.br](mailto:aline_nazario@yahoo.com.br)

**Resumo** - Sistemas alagados contendo macrófitas aquáticas tornam-se uma alternativa de tratamento para efluentes oriundos de atividades agrícolas com a remoção e absorção bem como a retenção de materiais sólidos. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de remoção da carga orgânica pela espécie *Brachiaria subquadripara* em um sistema de rizipsicultura de uma propriedade rural localizada na sub-bacia do córrego Jaqueira, no município de Alegre, no estado do Espírito Santo. A remoção da carga orgânica presente na água oriunda do sistema de rizipsicultura foi avaliada coletando-se em quatro pontos ao longo do leito cultivado com a macrófitas amostras de água que foram levadas ao laboratório para a determinação de coliformes fecais e totais, pH, temperatura, turbidez, condutividade, sólidos sedimentáveis e sólidos totais. Os resultados dos parâmetros das análises de água encontrados nos pontos de monitoramento evidenciam a potencialidade da macrófitas *Brachiaria subquadripara* na remoção da carga orgânica em sistemas produtivos ecológicos de piscicultura e outras atividades agrícolas que geram efluentes poluentes.

**Palavras-chave:** Águas residuárias, piscicultura, macrófitas.

## **ELIMINACIÓN DE CARGA ORGÁNICA PROCEDENTE DE UN SISTEMA DE RIZIPSICULTURA EL PANTANO DE BRACHIARIA** *(Brachiaria subquadripara)*

**Resumen** - inundado contengan macrófitas acuáticas convertirse en una alternativa de tratamiento para los efluentes de las actividades agrícolas con la eliminación y la absorción y retención de materiales sólidos. En este contexto, este estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia de eliminación de carga orgánica de las especies *Brachiaria subquadripara* en un sistema de rizipsicultura una propiedad rural ubicada en la sub-cuenca del arroyo Jaqueira, municipio de Alegre, estado de Espirito Santo. La eliminación de carga orgánica en el agua provenía de este sistema de recogida de rizipsicultura se evaluó en cuatro puntos a lo largo de la cama cultivada con macrófitas muestras de agua que fue llevado al laboratorio para la determinación de coliformes totales y fecales, pH, temperatura, turbiedad, conductividad, sólidos totales y sólidos sedimentáveis. Los resultados de los parámetros del análisis de agua se encuentran en los puntos de control muestran el potencial de las macrófitas *Brachiaria subquadripara* en la eliminación de la carga orgánica en los sistemas de producción de la agricultura ecológica y otras actividades agrícolas que generan efluentes contaminantes.

**Palabras clave:** aguas residuales, peces, macrófitas.

## **ORGANIC LOAD REMOVAL OF THE ORIGINATING FROM FISHFARMING SYSTEM FOR MOOR BRACHIARIA (*Brachiaria subquadripara*)**

**Abstract** - Flooded systems containing aquatic macrophytes becomes a alternative treatment for waste originating from of agricultural activities with the removal and absorption as well as the retention of solid materials. In that context, the present work had as objective evaluates the efficiency removal of the organic load for species *Brachiaria subquadripara* in a system of fishfarming of located rural property in sub-basin of the stream Jaqueira, in the municipal district of Alegre, in Spirit Saint State. The removal of the organic load in water originating from of the fishfarming system was evaluated being collected in four points along the bed cultivated with the macrophytes samples of water that they were taken to laboratory for the determination of fecal and total coliformes, pH, temperature, turbidity, conductivity, silted solids and total. The results of parameters of analyses of water found in the monitoring points evidence the potentiality of the macrophytes *Brachiaria subquadripara* in the removal of organic load in ecological productive systems of fish farming and other agricultural activities that generate pollutant efluentes.

**Key words:** Wastewater, fish farming, macrophytes.

### **INTRODUÇÃO**

As mudanças econômicas e tecnológicas somadas ao descompasso quanto ao uso racional dos recursos naturais e do meio ambiente mostram a necessidade de um compromisso ambiental incorporado a uma nova ideologia, que tem a visão de que o homem pode interagir com o meio ambiente, sem lhe causar grande impacto. Essa visão faz alavancar a necessidade de se ter, nos sistemas produtivos, sistemas voltados para a agregação de valor aos produtos, melhorando a sua qualidade e respeitando o equilíbrio natural. (ALMEIDA et al., 2002).

A rizipiscicultura é um sistema de produção caracterizado pelo cultivo consorciado de arroz em áreas alagadas e a criação de peixes. Essa prática apresenta como benefício a redução do uso de máquinas, diminuindo assim o impacto ao ambiente e proporcionando o aumento de renda por área, além de promover a reciclagem da matéria orgânica, eliminação de sementes de plantas invasoras e contribuindo, também, para a redução de larvas de insetos e caramujos (SATO, 2002).

A demanda crescente por recursos tem levado a exploração de novas opções para controle e tratamento de efluentes. Neste contexto tem sido observado um crescente uso de ambientes naturais no tratamento de efluentes. O desenvolvimento da tecnologia de sistemas naturais de tratamento de efluentes tem incorporado, como alternativa, o uso das denominadas 'terras úmidas', ou 'áreas inundáveis', ou 'áreas alagáveis' (wetlands), sistemas que são capazes de remover sedimentos, nutrientes e cargas orgânicas poluidoras superficiais ou subterrâneas.

Por definição, áreas alagadas ou terras úmidas são terras onde a superfície freática da água subterrânea está perto da superfície do solo por período suficiente para manter condições de solo saturado, ao longo do ano e com vegetação característica associada (CAMPOS, 2002).

Segundo Esteves (1988), áreas alagáveis compreendem um grande número de ambientes naturais, que oferecem excelentes condições para o crescimento de macrófitas aquáticas. Entre estes ambientes podem ser citados: pântanos, brejos, banhados, turfeiras, margens de rios, riachos, regiões litorâneas de lagos e lagoas, lagos muito rasos, manguezais, etc.

Existem, porém, restrições legais para o uso de terras úmidas naturais como componentes funcionais de sistemas de tratamento de água residual. Do ponto de vista regulatório, as áreas alagáveis naturais são usualmente consideradas corpo d'água receptor, conseqüentemente, lançamentos em áreas alagáveis, em muitos casos, devem estar de acordo com os padrões exigidos pela legislação pertinente, a qual geralmente estipula tratamento secundário ou avançado. Além disso, não é incomum observar-se alterações na qualidade do solo e água superficial e subterrânea, com conseqüente impacto no ecossistema natural (BRASIL et al., 2003).

A *Brachiaria* de brejo (*Brachiaria subquadripara*) é uma planta forrageira perene originária da África Tropical que foi introduzida recentemente em locais úmidos e tornou-se séria infestante de lavouras cultivadas com arroz irrigado e em beiras de canais (SOUZA e LORENZI, 2005). Dessa forma, a necessidade de garantir a qualidade e a quantidade da água torna essencial à implantação de ações de monitoramento, pesquisa e gerenciamento, possibilitando transferência de base científica para desenvolver programas de manejo (COSTA et al., 2004).

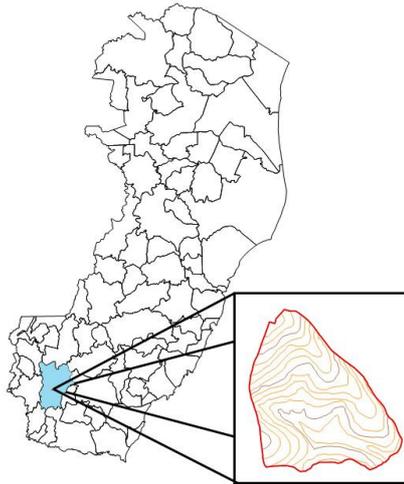
O sistema de terras úmidas construídas tem apresentado de certa forma boa eficiência, verificando-se uma dependência do tipo de sistema (superficial ou subsuperficial), do tipo do substrato utilizado, da vegetação e carga aplicada. Nos sistemas tratando águas residuárias domésticas foram observadas as seguintes faixas de desempenhos: remoção de DBO de 60 a 96%; sólidos suspensos (SS) de 53 a 95%, nitrato (N-NH<sub>3</sub>) de 6 a 94%, N total - 60%, P de 10 a 90%, e altas reduções de

coliformes fecais, de 93 a 100% (MARQUES, 1999; REED et al., 1995; PERSYN et al., 1998).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características químicas das águas superficiais em áreas alagadas, colonizadas por *Brachiaria* do brejo, usada para tratamento de efluente oriundo de um sistema de rizipiscicultura bem como avaliar a eficiência do sistema de tratamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no ano agrícola 2007/2008 durante os meses de dezembro a abril, na propriedade rural “Sítio Agroecológico Jaqueira”, localizado na sub-bacia córrego Jaqueira, no município de Alegre, no estado do Espírito Santo, conforme ilustra na Figura 1.



**Figura1-** Localização da propriedade rural Sítio Agroecológico Jaqueira, no município de Alegre, no estado do Espírito Santo

Para o monitoramento da qualidade da água e da remoção da carga orgânica oriunda do sistema de rizipiscicultura, conforme ilustrados na Figura 2 foram instalados quatro pontos de coleta: Ponto1 (localizado na nascente); Ponto2 (localizado na saída do açude de

piscicultura); Ponto3 (localizado no interior da área com macrófita *brachiaria* de brejo) e Ponto 4 (localizado na saída de um vertedouro localizado a jusante do ponto 3), ilustrados na Figura 2.

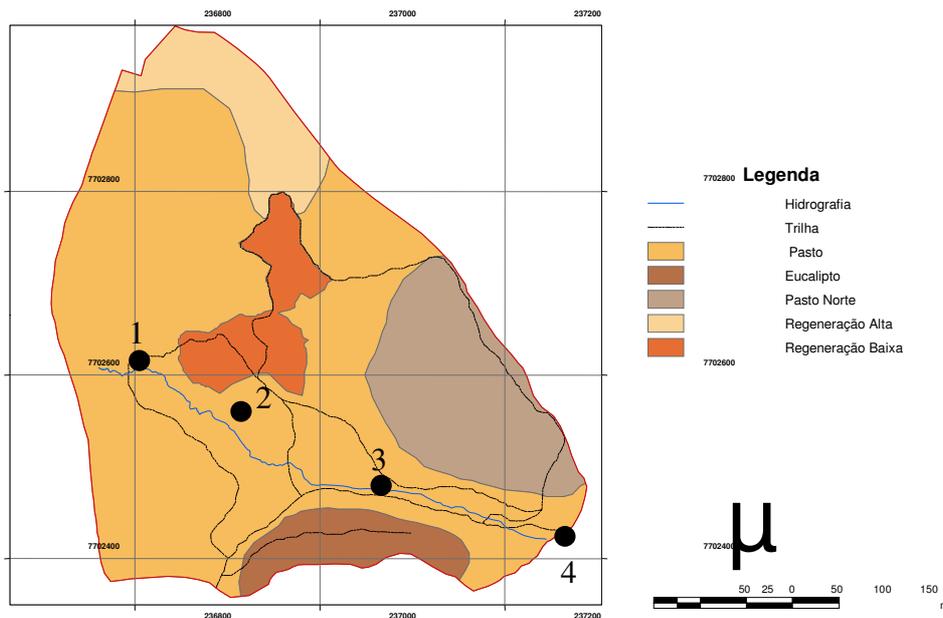


Figura 2 - Sub-bacia do córrego Jaqueira no município de Alegre, no estado do Espírito Santo.

A amostragem da água nos pontos de coleta foi feita manualmente, durante os meses de dezembro a abril, sendo realizada uma coleta por mês. Em decorrência do intenso período de precipitação não foi possível coletar amostras de água nos pontos durante o mês de janeiro.

Para a coleta da água foi utilizado recipiente de plástico (Pet's) com volume de 2 litros esterilizados e identificados com a numeração do respectivo ponto de amostragem, conforme ilustrado na Figura 3.



Recipientes plásticos (Pet's) de 2 litros utilizados para a coleta de amostras da água na sub-bacia do córrego Jaqueira e identificados com a numeração do respectivo ponto de amostragem.

As amostras de água foram coletadas no período da manhã e após coletadas foram acondicionadas em caixas de isopor contendo gelo e levadas ao laboratório para a determinação de coliformes fecais e totais, pH, temperatura, turbidez, condutividade, sólidos sedimentáveis e sólidos totais.

As metodologias utilizadas para a determinação dos parâmetros acima citados foram feitas conformes descritos pela Apha (1995). A determinação dos coliformes fecais e totais foi o sistema de auto-análise utilizando-se a adição de substrato comercial que contém enzimas específicas para interação com grupos de bactérias específicas para em um período de 24 horas detectar a presença ou quantificar a amostra de água. O pH foi determinado utilizando o phagômetro, assim como a temperatura foi determinada utilizando-se termômetro digital com leitura em graus Celsius. A turbidez foi determinada em um aparelho específico denominado de turbidímetro. Para a determinação dos sólidos sedimentáveis e totais foram utilizados o cone de Imhof com tempo de sedimentação de uma hora para o volume de um litro da amostra

procedendo-se a leitura do volume de sedimentos acumulados no fundo do cone. Os dados obtidos, após tabulados, foram analisados por meio de uma estatística descritiva e os resultados interpretados qualitativamente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observando a Figura 5, a qual apresenta os valores de coliformes fecais presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento, verifica-se que na nascente a ausência de bactérias do grupo coliforme para todos os meses analisados determina que a água utilizada para consumo humano na propriedade é bacteriologicamente potável, não apresentando riscos a saúde. Na saída do açude os valores de coliformes tiveram sua maior elevação devido às fezes dos peixes no sistema de rizipiscicultura. No leito com as macrófitas os valores de coliformes totais apresentaram uma redução de 66,6% seguida mesmo valor no vertedouro.

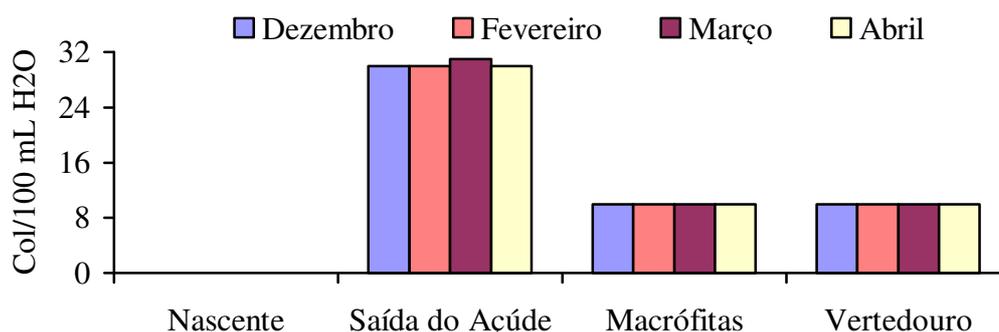


Figura 5 - Valores de coliformes fecais, presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-bacia do córrego Jaqueira, no município de Alegre, no ES.

Comparando os valores de coliformes fecais ao longo dos meses observa-se que os mesmos não apresentaram diferenças, tal fato deve-se a vazão constante de efluente liberado no sistema de rizicultura. Essa evidência vem corroborar experiências realizadas por Rivera et al. (1995), Sousa et al. (2001), Meira et al. (2001) e Souza et al. (2004), que constataram a influência da presença de

macrófitas na redução de coliformes. Mesmo observada essa redução de coliformes, a análise de variância confirmou que não há diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre o wetland vegetado e o não vegetado.

Na Figura 6 são demonstrados os valores de coliformes totais durante o transcurso da água na sub-bacia córrego Jaqueira durante os períodos avaliados.

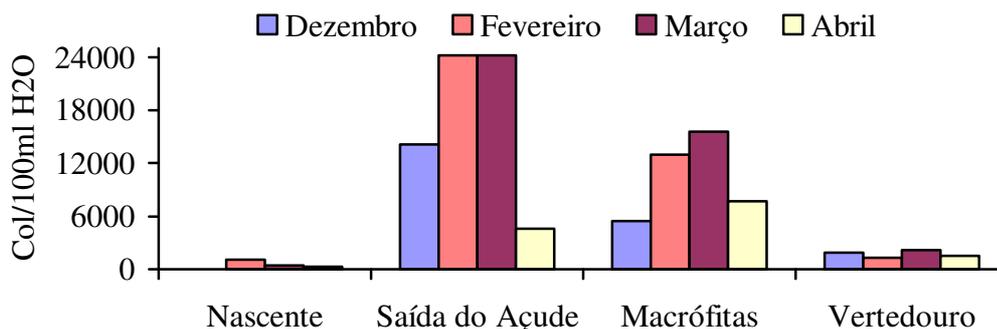


Figura 6 - Valores de coliformes totais, presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-bacia do córrego Jaqueira, no município de Alegre, no ES.

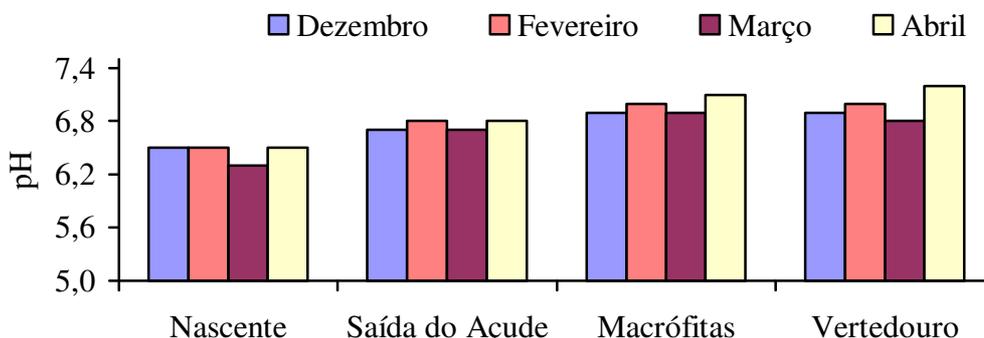
Os coliformes totais reúnem um grande número de bactérias, entre elas a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal. O problema é que outras bactérias dos gêneros Citrobacter, Eiterobacter e Klebsiella, igualmente identificadas pelas técnicas laboratoriais como coliformes totais, podem existir no solo e nos vegetais, assim não é possível afirmar categoricamente que uma amostra de água com resultado positivo para coliformes totais tenha entrado em contato com fezes humanas, somente um estudo específico para identificação dessas bactérias poderia ser conclusivo, dessa forma as amostras coletadas na nascente apresentaram pequeno valor de coliformes totais.

Na saída do açúde os valores de coliformes totais tiveram em média sua maior elevação devido ao sistema de rizicultura. Por outro lado no leito cultivado com as macrófitas verificou-se de uma redução dos valores de

coliformes totais, permanecendo essa redução no vertedouro.

Segundo Souza et. (2004) o mecanismo de redução de coliformes fecais e totais ocorre devido à combinação de fatores físicos, químicos e biológicos. Os fatores físicos incluem: mecanismo de filtração através da densidade das plantas, fixação de biofilme no substrato e nas macrófitas e sedimentação propriamente dita. Já os fatores químicos envolvem oxidação, efeito biocida resultante do material excretado por algumas macrófitas e adsorção da matéria orgânica. Finalmente, o mecanismo biológico, segundo Rivera et al.(1995), inclui produção e efusão de substâncias químicas no ambiente que impedem o desenvolvimento de outros organismos (antibiose), predação por nematóides e parasitas, ataque por lises de bactérias e morte natural.

A Figura 7 apresenta os valores de pH obtidos nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento.



**Figura 7** – Valores de pH, presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-bacia do córrego Jaqueira, no município de Alegre, no ES.

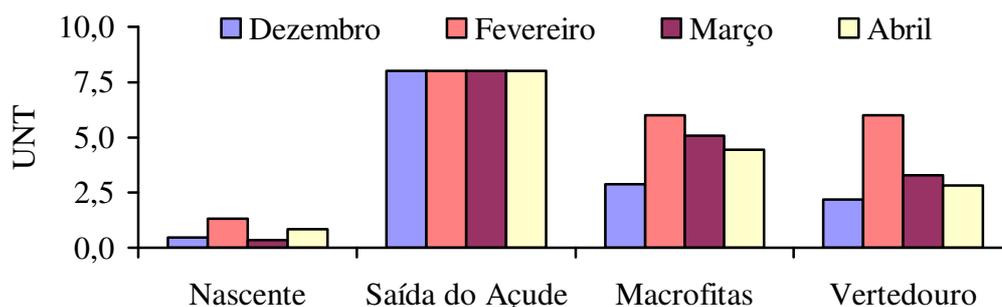
Observando a Figura 7, constata-se que, em todos os pontos de coleta, houve pouca variação dos valores do pH durante o período analisado, por outro lado, ao longo do percurso observa-se um aumento nos valores, decorrente do sistema de rizicultura resultando assim no aumento da concentração dos íons de  $H^+$  no meio líquido.

A ligeira instabilidade observada nos valores de pH, talvez, esteja relacionada à própria adaptação dos microrganismos após a saída do açude. No entanto, os valores de pH no leito cultivado com as macrófitas foram muito próximos aos da faixa ideal de digestão anaeróbia (6,8 a 7,2) (Valentim, 2003), principal processo de degradação que ocorre nos sistemas alagados.

O pH influencia o crescimento de macrófitas (Brix, 1997) e muitas transformações bioquímicas, visto que afeta o equilíbrio das formas de ácidos orgânicos e bases

ionizadas e não ionizadas, além de controlar a solubilidade de muitos gases e sólidos (Hussar, 2001). Em ambientes onde o pH varia de 4,0 a 9,5, propiciam-se condições ideais para a sobrevivência das bactérias responsáveis pela degradação orgânica; as bactérias desnitrificantes adaptam-se melhor em ambientes com pH entre 7,0 e 7,5, enquanto as nitrificantes adaptam-se em pH variando de 7,2 a 8,0 (Von Sperling, 1997).

Observa-se na Figura 8 que os valores referentes a análise de turbidez na nascente ao longo do período analisado estão de acordo com o limite máximo de 5,0 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez) em água potável estabelecido pela Portaria nº 1.469/2000 do Ministério da Saúde o que garante a qualidade da água consumida na propriedade.



**Figura 8** - Valores de turbidez (UNT), presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-bacia do córrego Jaqueira, no município de Alegre, no ES.

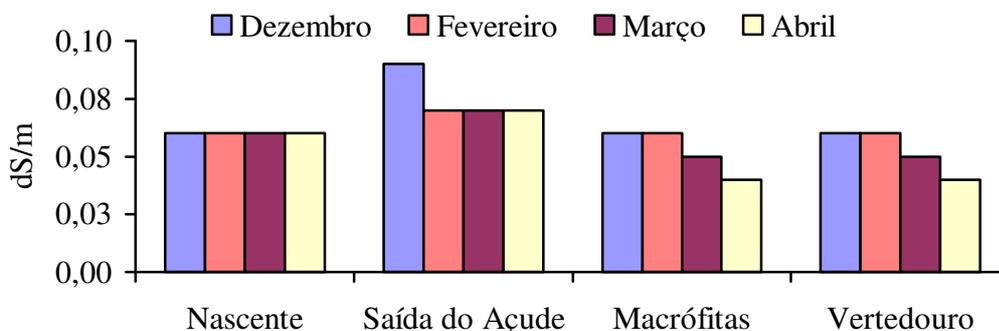
Na saída do açude a turbidez apresentou uma igualdade e maximização dos valores ao longo dos meses de amostragem. Esse fato pode ser decorrente do revolvimento do fundo pelos peixes no sistema utilizado para a rizicultura. No leito cultivado com as macrófitas seguido o vertedouro os valores da turbidez diminuíram ao longo do percurso dentro de cada período analisado.

Essa redução pode estar associada ao sistema radicular da Brachiaria, atuando como um filtro retendo os particulados sólidos em suspensão na água. Colaborando com esses resultados Henry-Silva & Camargo (2008) observaram que a turbidez do efluente de carcinicultura reduziu após o efluente atravessar os sistemas com as macrófitas aquáticas. A eficiência dos sistemas cultivados

com macrófitas na capacidade de retenção de material particulado é importante, pois os diversos efluentes geralmente são ricos em material orgânico, que pode provocar alterações nos ambientes aquáticos (Iwana, 1991; Henry-Silva et al, 2006).

A Figura 9 apresenta aos valores de condutividade elétrica da água, presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-

bacia do córrego Jaqueira. Com exceção do ponto localizado na nascente que permaneceu constante, os valores da salinidade da água nos demais pontos, diminuíram ao longo do período avaliado. Por outro lado, observa-se ao longo dos pontos de coleta, exceto na nascente, os valores da salinidade diminuíram, indicando assim uma diminuição da concentração de sais solúveis na água.



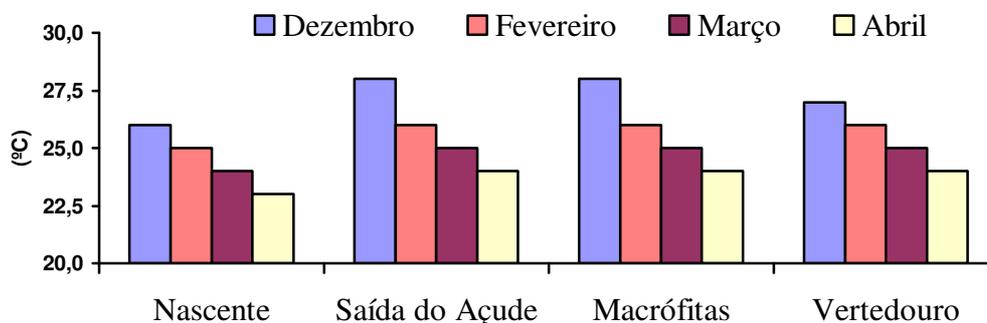
**Figura 9** - Valores da condutividade elétrica da água nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-bacia do córrego Jaqueira, no município de Alegre, no ES.

Observando os valores da salinidade da água na nascente e comparando com as diretrizes estabelecidas por Ayers & Westcot (1999) para avaliar a qualidade da água para a irrigação, nota-se que a mesma não apresenta restrição ao uso. Por outro lado, a água na saída do açude já apresenta ligeira e moderada restrição ao uso, podendo, sobretudo, ocasionar efeitos a longo prazo sobre a produção das culturas se utilizadas sem critérios técnicos definidos para tal finalidade. Os valores da salinidade da água no leito cultivado com as macrófitas e no vertedouro, assim como na nascente, estão classificados com nenhuma restrição ao uso.

A diminuição da concentração de sais solúveis a partir do leito cultivado com as macrófitas, vem corroborar com o trabalho realizado por Freitas (2006) que verificou em sistemas alagados construídos e cultivados com taboa,

alternanthera, tifton e um sistema misto (construído pelas três espécies) reduziu os valores da salinidade do efluente oriundo da suinocultura.

Na Figura 10 os valores referentes da temperatura da água nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-bacia do córrego Jaqueira. No ponto localizado na nascente observa-se os menores valores de temperatura da água, devido ao fato da mesma ser totalmente vedada sendo pouco influenciada pela incidência solar. Nos pontos localizados na saída do açude, no leito cultivado com a macrófita e no vertedouro ocorreu uma pequena variação e a elevação da temperatura em 1 ou 2 °C estando as alterações relacionadas às estações sazonais e a incidência de luz solar neste período.

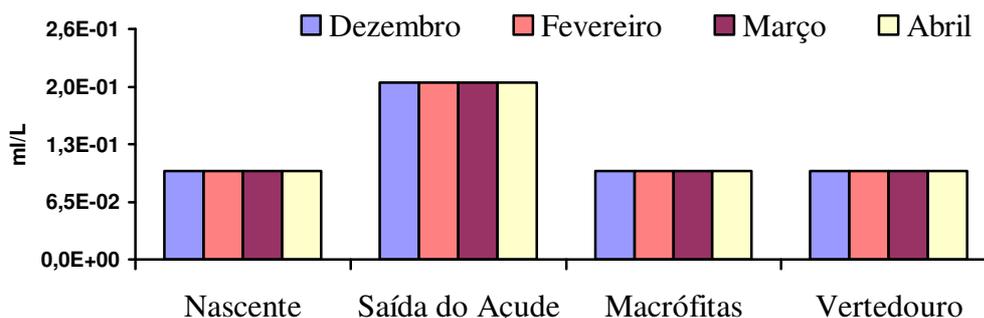


**Figura 10** - Valores de temperatura (°C), presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-bacia do córrego Jaqueira, no município de Alegre, no ES.

A temperatura da água influencia fortemente no consumo de oxigênio e também na capacidade de carregar oxigênio na água (Golombieski et al., 2003), pois a solubilidade do oxigênio depende do fator temperatura associado a pressão, sendo que com a elevação da temperatura e diminuição da pressão, ocorre redução da solubilidade do oxigênio (Esteves, 1988).

Observa-se na Figura 11 que os valores de sólidos sedimentáveis presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento, não

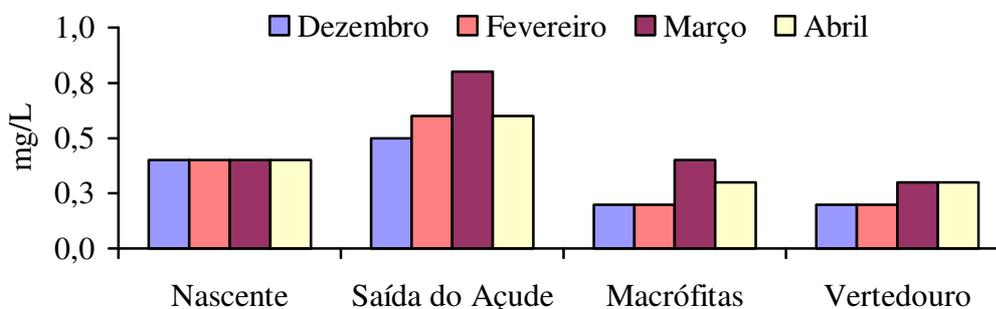
apresentaram variações ao longo de todo o espaço amostral da água. Por outro lado no ponto localizado na saída do açude houve um aumento significativo da concentração de sólidos sedimentáveis. Este fato pode ser devido ao revolvimento do fundo pelos peixes no sistema de rizicultura, no entanto, após a água passar pelo leito cultivado com as macrófitas houve redução e estabilização dos valores de sólidos sedimentáveis, indicando uma retenção dos sólidos sedimentáveis em suspensão na água, sendo um fator positivo a manutenção e uso da mesma.



**Figura 11** - Valores de sólidos sedimentáveis, presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-bacia do córrego Jaqueira, no município de Alegre, no ES.

Observa-se na Figura 12 que a concentração de sólidos totais no ponto localizado na nascente não apresentou diferença no período avaliado. Por outro lado nos demais pontos no mês de março seguido do mês de abril, a

concentração de sólidos totais na água atingiram valores superiores aos demais meses. Este fato pode ser decorrente da maior vazão da sub-bacia o que pode carrear para o corpo hídrico, partículas de solo dentre outros componentes.



**Figura 12** - Valores de sólidos totais, presentes nos quatro pontos de coleta ao longo dos meses de condução do experimento na sub-bacia do córrego Jaqueira, no município de Alegre, no ES.

Dentre os pontos amostrados, o situado na saída do açude apresentou maiores concentrações de sólidos totais, o que pode ser decorrente do revolvimento do fundo, pelos peixes, do sistema de rizicultura. Por outro lado, no leito cultivado com as macrófitas a concentração de sólidos totais diminuiu. Tal fato aponta a interferência da filtragem das águas pela brachiaria do brejo favorecendo a retenção e diminuição, sendo um fator positivo a manutenção e uso da mesma no processo de depuração do curso d'água.

Parte da concentração de sólidos presentes em efluentes é incorporada à massa microbiana desenvolvida no meio (U.S. EPA, 2000), enquanto a outra parte será acumulada no sistema alagado. Tanner & Sukias (1995) reportaram menor acúmulo de sólidos no meio do que o esperado, baseando-se na carga de sólidos afluente ao sistema. Bavor et al. (1989) relataram que a maior parte dos sólidos foi removida na seção inicial do sistema alagado que eles não conseguem avançar em toda a extensão do leito.

Os resultados da eficiência de remoção de sólidos obtidos nesta pesquisa estão de acordo com os obtidos em pequenos sistemas alagados que trataram efluentes domésticos na Austrália (Davison et al., 2004) e na República Checa (Vymazal, 2004) e no Brasil (Brasil, 2005).

## CONCLUSÃO

Os resultados dos parâmetros das análises de água encontrados nos pontos de monitoramento evidenciam a potencialidade da macrófita *Brachiaria subquadriflora* na remoção da carga orgânica em sistemas produtivos ecológicos de piscicultura bem como de outras atividades agrícolas que geram efluentes poluentes;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.R. et al. **Gestão Ambiental: Planejamento, Avaliação, Implantação, Operação e Verificação**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 2002.
- American Public Health Association – APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>o</sup>. ed. Washington: APHA, 1995.
- AYRES, R.S. Westcot, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de Gheyi, H. R.; de Medeiros, J. F.; Damasceno, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999.
- Bavor, H.J.; Roser, D.J.; Fisher, P.J.; Smalls, I.C. Performance of solidmatrix wetland systems viewed as fixed-film bioreactors. In: D.A. Hammer (ed.) **Constructed Wetlands for Wastewater Treatment**. Chelsea: Lewis Publishers 1989. p.646-656
- Brasil, M.S. **Desempenho de sistema alagado construído para tratamento de esgoto doméstico**. Viçosa: UFV, 2005, 160 p.
- Brasil, M.S.; Matos, A.M.; Fia, R. Eficiência e impactos ambientais do tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa do fruto do cafeeiro em áreas alagadas naturais. **Engenharia na Agricultura**, v.11, n.1-4, 2003.
- Brix, H. Macrophytes play a role in constructed treatment wetlands. **Water Science Technology**, v.35, n.5, pp.11-17, 1997.
- Campos, J.C.; Ferreira, J.A.; Mannarino, C.F.; Silva, H.R.; Borba, S.M.P. Tratamento do chorume do aterro sanitário de Piraf (RJ) utilizando wetland. In: VI Simpósio Italo Brasileiro de Engenharia Sanitária, 2002, Vitória, **Resumos...** Vitória: ABES, 2002. CD-ROM.
- Costa, O.T.F. et al. Susceptibility of the Amazonian fish, *Colossoma macropomum* (Serrasalminae), to short-term exposure to nitrite. **Aquaculture**, v.232, p.627-636, 2004.
- Davison, L.; Headley, T.; Pratt, K. Performance and sustainability of small horizontal flow wetlands. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WASTE STABILISATION PONDS AND INTERNATIONAL CONFERENCE ON WETLAND SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL. 2004, Avignon, **Proceedings...**, Avignon: IWA/Astee, 2004, CD-ROM.
- Esteves, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 1988.
- Freitas, W.S. **Desempenho de sistemas alagados construídos, cultivados com diferentes espécies vegetais, no tratamento de águas residuárias da suinocultura**. Viçosa: UFV, 2006, 159 p.
- GOLOMBIESKI, J.I.; SILVA L.V.F.; BALDISSEROTTO B.; SILVA J.H.S. Transport of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fingerlings at different times, load densities and temperatures. **Aquaculture**, v.216, p.95-102, 2003.
- HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.181-188, 2008.
- Henry-Silva, G.G.; Camargo, A.F.M.; Pezzato, L.E. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.642-647, 2006.
- Hussar, G. J. **Avaliação do desempenho de leitos cultivados no tratamento de águas residuárias de suinocultura**. Campinas:UNICAMP, 2001. 118 p.
- Iwama, K.G. Interactions between aquaculture and the environment. **Critical Reviews in Environmental Control**, v.21, n.2, p.177-216, 1991.
- Marques, D.M. Terras Úmidas Construídas de Fluxo Subsuperficial. In: Campos, J.R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro:ABES, 1999. 409-435.
- Meira, C.M.B.S.; Ceballos, B.S.O.; Souza, J.T.; König, A. Wetlands vegetados no polimento de águas superficiais poluídas: primeiros resultados. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: FITABES, 2001. CD-ROM.
- Persyn, P.A.; Kenimer, A.L.; Weaver, R.W.; Neralla, S.; Brijis, W. **Constructed Wetlands for Treating Domestic Wastewater**. St. Joseph: ASAE, 1998.
- Reed, S.C.; Crites, R.W.; Middlebrooks, E.J. **Natural systems for management and treatment**. New York: McGraw-Hill, Inc. 1995.
- Rivera, F.; Warren A.; Ramirez, E.; Decamp, O.; Bonilla, P.; Gallegos, E.; Calderón, A.; Sánchez, J. T. Removal of pathogens from wastewater by the root zone method (RZM). **Water Science and Technology**, v.32, n.3, p. 211- 218, 1995.
- Sato, G. Rizipsicultura, uma alternativa rentável para o produtor de arroz irrigado. **Agropecuária Catarinense**, v.15, nº 3, p 47-50, 2002.
- SOUZA, J. T.; VAN HAANDEL, A.C.; GUIMARÃES, A.V.A. Post-treatment of anaerobic effluents in constructed wetland systems. **Water Science and Technology**, v.44, n.4, p. 213-219, 2001.
- SOUZA, V.C; Lorenzi, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira**. São Paulo: Nova Odessa, SP, 2005.
- SOUZA, J.T.; Van Haandel, A.C.; Lima, E.P.C.; Henrique, I.N. Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reatores UASB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.9, n.4, p.285-290, 2004.
- TANNER, C.C.; Sukias, J.P. Accumulation of organic solids in gravel-bed constructed wetlands. **Water Science Technology**, v.32, n.3, p.229-239, 1995.
- U.S. Environmental Protection Agency. **Manual Constructed Wetlands for Municipal Wastewater Treatment**. <http://www.epa.gov/ord/nrmrl>, 15 jan. 2008.
- VALENTIM, M.A.A. **Desempenho de leitos cultivados (“construted wetland”) para tratamento de esgoto: contribuições para concepção e operação**. Campinas: UNICAMP, 2003. 210 p.
- VON SPERLING. M. **Lodos ativados**. Belo Horizonte: DESA/UFGM, 1997. 415p.
- VYMAZAL, J. Removal of phosphorus via harvesting of emergent vegetation in constructed wetlands for wastewater treatment. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WASTE STABILISATION PONDS AND INTERNATIONAL CONFERENCE ON WETLAND SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL. 2004, Avignon, **Proceedings...**, Avignon: IWA/Astee, 2004, CD-ROM.