

UTILIZAÇÃO DA PRÉ-FILTRAÇÃO E FILTRAÇÃO LENTA NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA PISCICULTURA

J. E. S. PATERNIANI¹ & C. H. ZUPPI DA CONCEIÇÃO²

1. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Faculdade de Engenharia Agrícola.

2. CREUPI / FPE. Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal.

Aceito para publicação em: 12/06/2002.

RESUMO

A filtração lenta consiste em um sistema de tratamento de água bastante viável para as condições brasileiras, principalmente em regiões rurais afastadas dos grandes centros urbanos, por ser um sistema de concepção e operação simples e que exige pouco investimento para sua implantação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de um sistema de filtração lenta precedido de uma pré-filtração, utilizando materiais de fácil obtenção no mercado, como pedregulho e areia comumente usados na construção civil e mantas não tecidas, na adequação da água para produção de peixes. Essa eficiência foi avaliada através da análise de alguns parâmetros físicos químicos e biológicos de interesse para piscicultura bem como da variação da biomassa de dois lotes de alevinos desenvolvidos em água bruta e água tratada respectivamente. Os resultados da pesquisa apontam para a viabilidade técnica e econômica do uso da filtração lenta no tratamento de água para produção aquícola proporcionando um melhor desenvolvimento de peixes, devido a água de boa qualidade, e um melhor controle e produção destes.

Palavras-chave: pré-filtração, filtração lenta, piscicultura.

ABSTRACT

PRE FILTRATION AND SLOW SAND FILTRATION ON BREEDING FISH WATER TREATMENT.

The slow sand filtration is a water treatment system viable for Brazilian's conditions. This system has been in use on areas that are far from of the urban centers, and its used to because is very simple and cheaper than the other systems. The objective of this research is evaluate the efficiency of the slow filtration system combined with an pre filtration by the use of material that is easily to buy like gravel and sand used on civil construction and non-woven fabrics. This system's efficiency was evaluated by biological, chemical and physical parameters analysis used on Breeding fish. The results showed the technical and economical viability of the use of slow sand filtration on water treatment for the Agricultural practices, mostly on the fish developing due the good water .

Key Words: filtration system, breeding fish, water quality.

INTRODUÇÃO

Há muitos séculos, sem mesmo possuir grandes conhecimentos, o ser humano já sabia distinguir uma água esteticamente limpa de outra que se apresentasse turva, com gosto e odor. PATERNIANI (1986). A filtração como processo de tratamento de água, foi, provavelmente criada pelo homem, como resultado da observação da limpeza da água subterrânea, atribuída à passagem da mesma pelos solos naturais, tendo-se notícia que, desde o século XVI, a filtração, como método de clarificação da água, já se encontrava difundida.

As águas utilizadas pelos piscicultores pertencentes ao meio rural, na quase totalidade dos casos, não sofrem nenhum tipo de tratamento. Viabilizar um sistema que proporcione o tratamento da água em propriedades agrícolas, implicará diretamente na melhoria da qualidade e produção de alevinos. Segundo DELBIN e PATERNIANI (1998) a qualidade da água, um item de elevada importância para a produção de peixes, é fundamental ao crescimento, reprodução e sobrevivência das espécies. Nos últimos anos, o Brasil vivenciou acelerado ritmo de crescimento na produção aquícola, com um crescimento de 109% em cinco anos.

A filtração lenta é um processo de tratamento, que através da passagem da água por um meio granular, geralmente areia, possibilita a melhoria de suas características químicas, físicas e biológicas, a ponto de torná-la mais adequada para a reprodução de peixes e outros usos.

Os primeiros filtros possuíam leitos de pedras porosas e eram especialmente domésticos. O primeiro a construir filtros de areia foi John Gibbs em 1804 em Paisley (Escócia) . Mas foi somente em 1828 que os filtros de areia foram usados, pela primeira vez para abastecimento público, construído por James Simpson para abastecer Londres, segundo COSTA (1980) e HESPANHOL (1969).

Nesses filtros pretendia-se somente a redução da turbidez pelos mecanismos físicos de retenção de partículas.

A eficiência da filtração lenta na remoção de bactérias, foi comprovada em 1892 nas cidades de Hamburgo e Altona na Alemanha, que captavam águas do Rio Elba. Em Hamburgo o tratamento consistia apenas de sedimentação, enquanto que em Altona possuía filtros lentos de areia. Com a contaminação do Rio Elba, houve uma epidemia de cólera causando a morte de 7582 pessoas em Hamburgo e, em Altona somente 328 pessoas morreram, sendo que a maioria dos casos se deu por contato.(HUISMAN, 1982). MBWETTE e GRAHAM (1987) descrevem que em 1980, no Reino Unido, cerca de 27,6 % do total de água tratada utiliza a filtração lenta como processo único de filtração ou em combinação com filtros rápidos, no entanto em outra regiões particulares da Inglaterra mais de 70 % da água tratada, está envolvida com a filtração lenta como processo secundário de tratamento.

Esse processo de tratamento de águas, apresenta algumas vantagens sobre outras tecnologias, destacando-se principalmente a não necessidade do emprego de produtos químicos, nem a exigência de equipamentos sofisticados para controle do processo, a não necessidade de operadores qualificados, além de ser de simples construção e de produzir pouco lodo.

Essas vantagens aliadas ao uso de materiais alternativos e, de mão de obra simples, podem reduzir os custos iniciais de implantação, operação e manutenção desse sistema, possibilitando um processo de tratamento de água bastante eficiente e acessível.

Pesquisas desenvolvidas na Escola de Engenharia de São Carlos-USP, por DI BERNARDO (1993), apontam a filtração lenta, como um sistema de tratamento econômico e eficiente e, portanto bastante adequado às condições brasileiras.

As vantagens da filtração lenta podem diminuir drasticamente em algumas épocas do ano, quando piora a qualidade da água bruta, acarretando valores relativamente altos de turbidez, causando, portanto uma redução substancial na duração das carreiras de filtração, além do efluente produzido resultar com qualidade inferior. A necessidade de se encontrar uma técnica que atenuasse os efeitos das variações sazonais da qualidade da água bruta no desempenho dos filtros, além de propiciar condições para se conseguir realizar a limpeza mais rapidamente, levou alguns pesquisadores a investigar o uso de mantas sintéticas não tecidas no topo da camada de areia, destacando-se os trabalhos de MBWETTE e GRAHAN (1987), e DI BERNARDO (1993).

A aplicação da manta sintética não tecida no topo da camada de areia, concentra todo processo de purificação na própria manta e, uma vez terminada a carreira de filtração, essa manta é facilmente retirada do filtro e lavada, removendo a Schmutzdecke nela desenvolvida. Limpa, a manta é então colocada de volta no filtro. As pesquisas realizadas pelos autores acima, demonstraram que o uso de mantas no topo da camada de areia dos filtros lentos, além de facilitar o trabalho de limpeza contribuem para um aumento da carreira de filtração. O pré-tratamento com pré-filtros de pedregulhos, também vem sendo recomendado por diversos pesquisadores no sentido de atenuar os picos de cor e turbidez do afluente ao filtro lento.

Recentemente, FERRAZ (2001), demonstrou ser possível substituir a camada suporte de pedregulho por uma camada de manta não tecida, bem como utilizar como meio filtrante areia grossa de construção passada por peneira de 1,0 mm de abertura, sem prejuízo da qualidade do efluente filtrado. Essas modificações proporcionam ao filtro uma maior altura para o desenvolvimento da perda de carga, prolongando a duração da carreira de filtração além de reduzir o custo do sistema pelo uso de areia comum de construção.

A presente pesquisa teve como objetivo, avaliar o desempenho da filtração lenta, com utilização de mantas não tecidas, no topo da camada de areia, e também a utilização de materiais alternativos da construção civil, como forma de elaborar um sistema de tratamento de água, viável para a piscicultura.

MATERIAL E MÉTODOS.

A instalação piloto contendo um pré-filtro e um filtro lento, para os ensaios experimentais, cujo esquema é apresentado na Figura 1, foi montada nas dependências do Campo Experimental da Faculdade de Agronomia do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – SP e recebia água bruta bombeada de um açude natural.

O pré-filtro de fluxo ascendente era constituído por um reservatório de água de uso doméstico de plástico com capacidade de 3000 litros, sendo usado com meio filtrante pedregulhos de granulometria variando de 2,38mm a 38,10 mm, distribuídos em seis camadas. O filtro lento foi construído em alvenaria medindo 4,0 m de largura, 4,2 m de comprimento e 1,8 m de altura. Revestido internamente por impermeabilizante, dotado de um sistema de drenagem constituído por tubos de PVC de 3” perfurados.

Como camada suporte foi utilizada uma manta não tecida de polipropileno com as seguintes características: porosidade 95%, superfície específica 2530 m³/m², espessura 3mm, gramatura 400 g/m², sobre uma camada de pedregulho de 20 cm de espessura e como meio filtrante, areia grossa de construção civil, peneirada a fim de retirar grãos maiores que 1 mm. No topo da camada de areia foram instaladas duas camadas de mantas não tecidas com as mesmas característica daquela usada na camada suporte. A espessura total do meio filtrante era de 60 cm, propiciando uma carga hidráulica disponível de 1,0m.

O filtro lento foi operado com taxas de filtração de 2 m³/m².dia e 4 m³/m².dia e os seguintes parâmetros qualitativos foram monitorados: Turbidez, Cor aparente e Coliformes totais, além do aumento da perda de carga e duração da carreira de filtração.

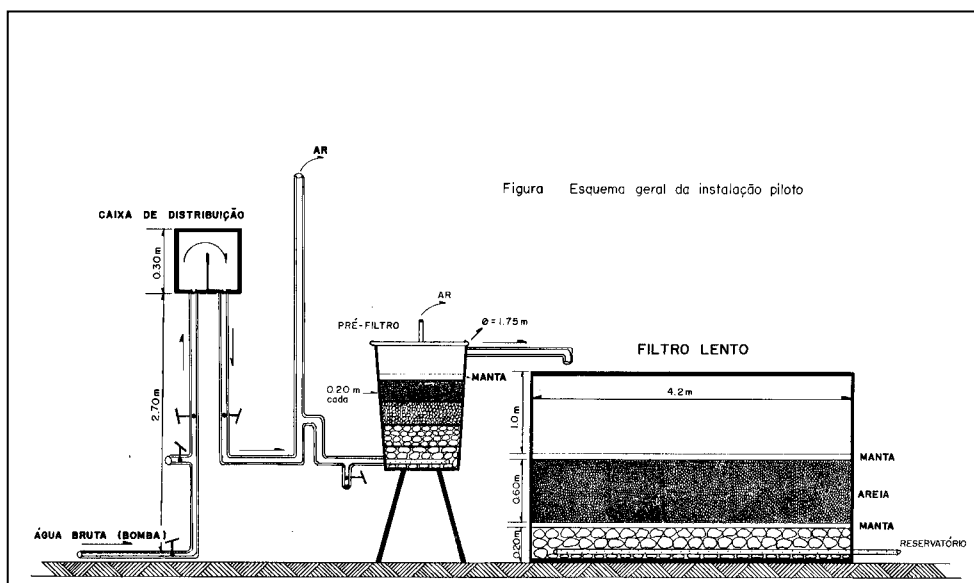


Figura 1. esquema da instalação experimental

A fim de avaliar a influência do tratamento de água no desenvolvimento da produção aquícola, dois tanques foram preparados para receber dois lotes iguais de alevinos de pacu (*piaractus mesopotamicus*) com mesmos pesos e comprimentos. O primeiro tanque recebeu água diretamente do açude e o segundo recebeu o efluente tratado pelo pré-filtro e filtro lento. Ao final do ensaio as biomassas dos peixes de cada tanque foram comparadas em peso e comprimento.

RESULTADOS

As Figuras 2, 3 e 4 mostram os resultados de eficiência de remoção de turbidez, cor aparente e coliformes totais, respectivamente para as duas taxas de filtração empregadas no filtro lento ($2 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ e $4 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$). Nestes gráficos são apresentados os valores médios obtidos para os parâmetros avaliados, durante os ensaios.

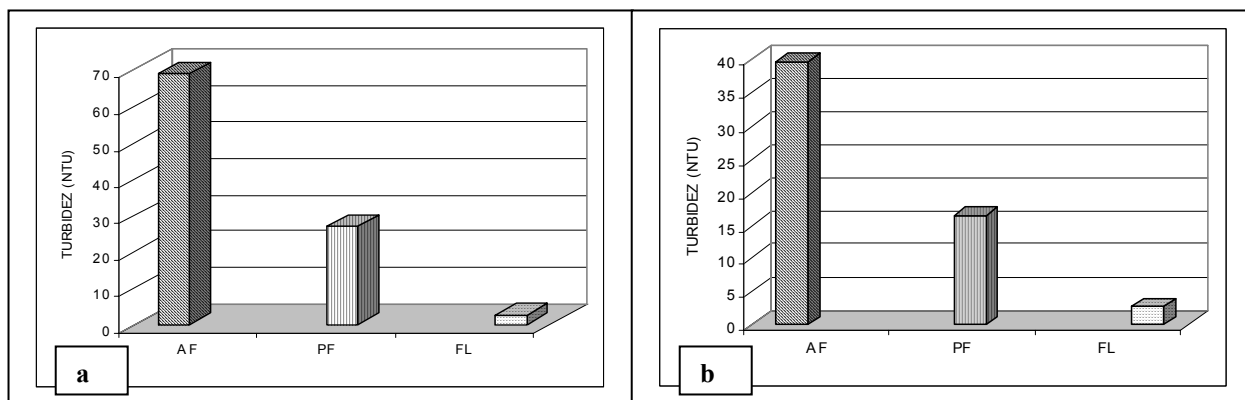


Figura 2. Valores médios de turbidez (NTU) na água bruta (AF) e efluentes do pré-filtro (PF) e filtro lento (FL), para taxa de filtração de $2 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ (a) e taxa de filtração de $4 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ (b)

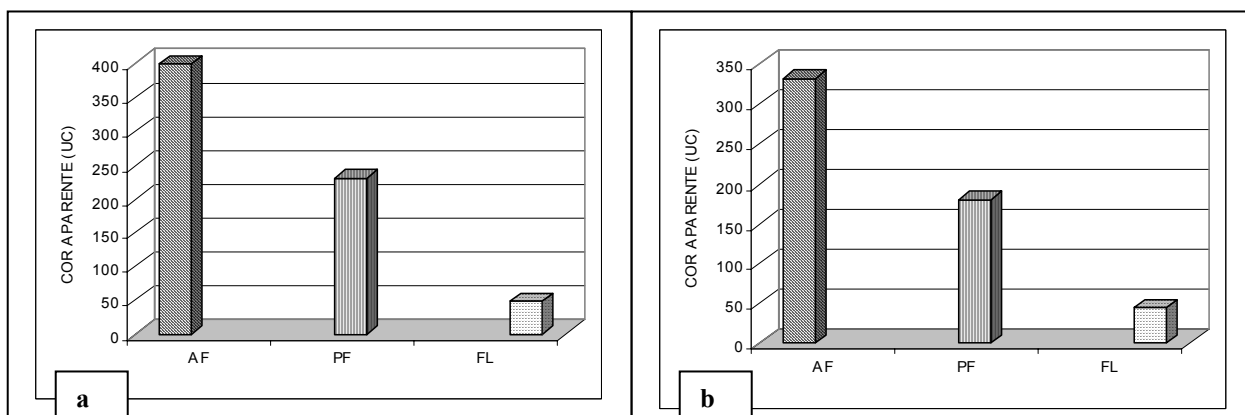


Figura 3. Valores médios de cor aparente (UC) na água bruta (AF) e efluentes do pré-filtro (PF) e filtro lento (FL), para taxa de filtração de $2 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ (a) e taxa de filtração de $4 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ (b)

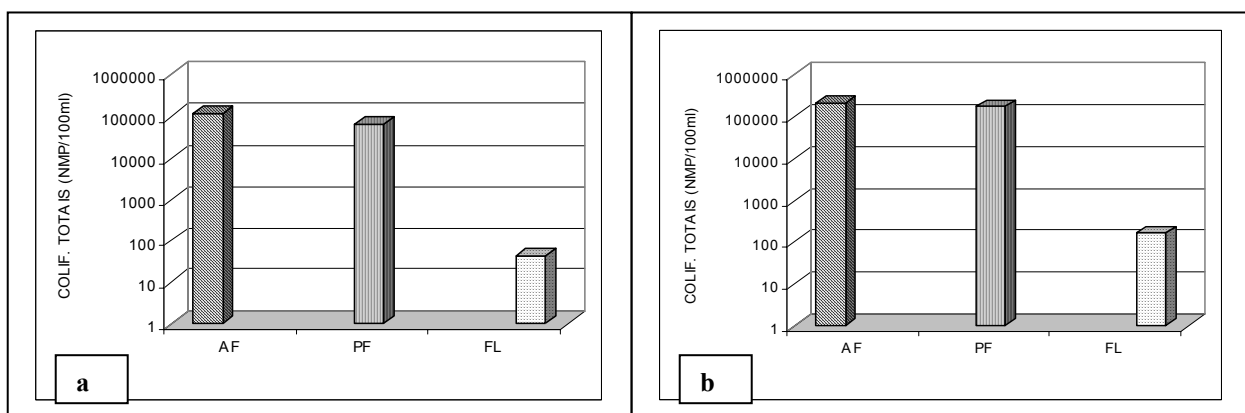


Figura 4. Valores médios de coliformes totais (NMP/100 ml) na água bruta (AF) e efluentes do pré-filtro (PF) e filtro lento (FL), para taxa de filtração de $2 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ (a) e taxa de filtração de $4 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ (b).

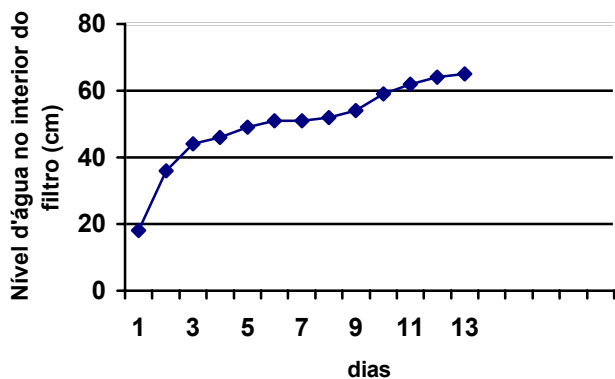


Figura 5. Evolução da perda de carga durante a carreira de filtração - Taxa de filtração=2 m³/m².dia

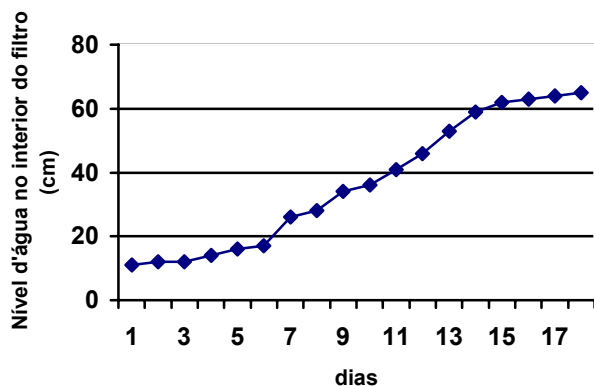


Figura 6. Evolução da perda de carga durante a carreira de filtração - Taxa de filtração=4 m³/m².dia

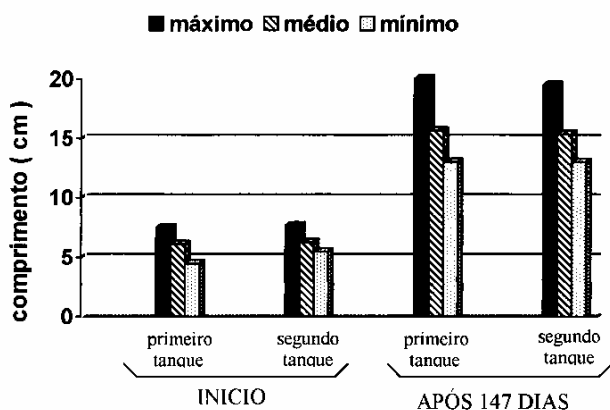


Figura 7. Variação da biomassa em comprimento de pacu (*piaractus mesopotamicus*) ao longo dos ensaios no Primeiro tanque (água tratada) e no Segundo tanque (água bruta).

É possível, no entanto notar uma grande eficiência do sistema na redução dos valores dos parâmetros avaliados.

A turbidez foi reduzida em média 54% pelo pré-filtro em relação a água bruta e 96% pelo filtro lento em relação a

água bruta para a taxa de filtração de 2 m³/m².dia no filtro lento. Para a taxa de 4 m³/m².dia, a redução média da turbidez obtida em relação a água bruta foi de 62% no pré-filtro e 93% no filtro lento. Embora a qualidade da água bruta, avaliada pela turbidez tenha sido ligeiramente inferior no ensaio com a taxa de filtração no filtro lento de 4 m³/m².dia a eficiência de redução deste parâmetro de controle não foi significativamente afetada pela variação da taxa de filtração.

Com relação a cor aparente nota-se que as reduções médias obtidas pelo pré-filtro e pelo filtro lento com a taxa de filtração no filtro lento de 2 m³/m².dia foram 47% e 90%, respectivamente. Com a taxa de filtração no filtro lento elevada para 4 m³/m².dia as reduções médias da cor aparente obtidas pelo pré-filtro e pelo filtro lento foram 48% e 87%, respectivamente. Analogamente a turbidez, a redução média da cor aparente não sofreu consequências da alteração da taxa de filtração no filtro lento.

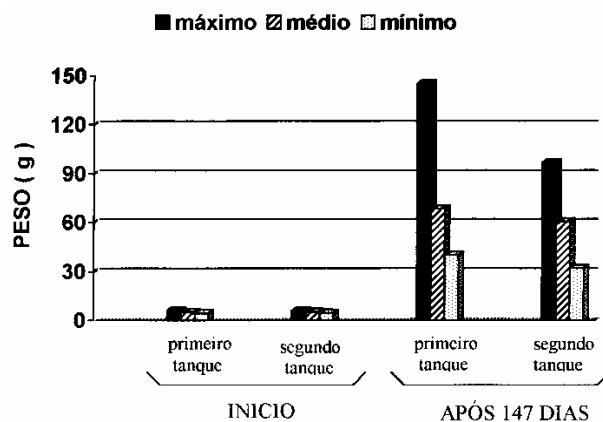


Figura 8. Variação da biomassa em peso de pacu (*piaractus mesopotamicus*) ao longo dos ensaios no Primeiro tanque (água tratada) e no Segundo tanque (água bruta)

Quanto à remoção média de coliformes totais o filtro lento se mostrou bem mais eficiente que o pré-filtro, tanto para a taxa de filtração de 2 m³/m².dia quanto para a de 4 m³/m².dia. As reduções médias de coliformes obtidas pelo pré-filtro e pelo filtro lento para as taxas de filtração de 2 m³/m².dia e 4 m³/m².dia foram 50% e 2%, respectivamente, indicando uma baixa eficiência, principalmente para a taxa de filtração mais alta (4 m³/m².dia). Já as reduções de coliformes totais obtidas pelo filtro lento tanto para a taxa de filtração de 2 m³/m².dia quanto para a taxa de 4 m³/m².dia foram de 99,9%. Esses índices de redução correspondem àqueles observados na literatura e indicam grande eficiência da filtração lenta na redução de microrganismos.

As Figuras 5 e 6 mostram a evolução da perda de carga ao longo dos ensaios com taxas de filtração de 2m³/m².dia e 4 m³/m².dia, respectivamente. Observa-se que as carreiras de filtração duraram cerca de 18 dias para o ensaio com taxa de 2 m³/m².dia e cerca de 14 dias para o ensaio com taxa de 4 m³/m².dia. Nota-se que as carreira de filtração foram relativamente curtas, principalmente para a taxa de filtração de 4 m³/m².dia, indicando que seria recomendável que o filtro tivesse uma altura maior do que os 50 cm disponíveis, a fim de

se obter carreiras de filtrações com durações mais longas, reduzindo a frequência das operações de limpeza.

A Tabela 1 e as Figuras 7 e 8 mostram a variação da biomassa dos dois lotes de alevinos de pacu (*piaractus mesopotamicus*), ao longo dos ensaios. Após 147 dias o lote dos peixes que se desenvolveu no segundo tanque, abastecido com água tratada, apresentou comprimento e peso superior ao lote que se desenvolveu no primeiro tanque, abastecido com água bruta oriunda diretamente do açude, demonstrando a

influência benéfica do tratamento da água no desenvolvimento dos alevinos. Atribui-se essa influência ao fato de que a água tratada apresentava melhores condições de oxigenação uma vez que a quantidade de impurezas de origem orgânica era reduzida no tratamento da água. Além disso, constatou-se que o sistema de filtração impedia o fluxo de peixes competidores de outras espécies do açude para o tanque, permitindo um controle mais eficaz na produção.

Primeiro Tanque (água tratada) - Início			Primeiro Tanque (água tratada) - após 147 dias		
COMPRIMENTO (cm)			COMPRIMENTO (cm)		
Máximo	Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo
7,50	6,13	4,50	20,0	15,63	13,0
PESO (g)			PESO (g)		
Máximo	Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo
6,10	5,20	4,50	145,0	68,60	40,0
Segundo Tanque (água bruta) - Início			Segundo Tanque (água bruta) - após 147 dias		
COMPRIMENTO (cm)			COMPRIMENTO (cm)		
Máximo	Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo
7,70	6,29	5,50	19,50	15,35	13,0
PESO (g)			PESO (g)		
Máximo	Médio	Mínimo	Máximo	Médio	Mínimo
6,05	5,20	4,60	96,5	60,6	32,0

Tabela 1. Variação da biomassa em comprimento e peso de pacu (*piaractus mesopotamicus*) ao longo dos ensaios no Primeiro tanque (água tratada) e no Segundo tanque (água bruta).

A obtenção de água de melhor qualidade físico-química e bacteriológica para piscicultura impede que a produção seja prejudicada por deficiência respiratória dos peixes provocada por excesso de matéria orgânica em decomposição ou partículas sólidas em suspensão na água e até mesmo pela invasão de peixes de espécies competidoras que eventualmente possam afluir para os tanques de produção pelo sistema de bombeamento. Assim, a adoção de um sistema simples de baixo custo operacional e eficiente na remoção de turbidez, cor e microrganismos da água garantirá melhores condições de produção aquícola.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos conclui-se que:

a) A filtração lenta precedida de pré-filtração empregando materiais alternativos e de simples obtenção (areia de construção civil e mantas não tecidas mostrou-se eficiente para o tratamento de água para piscicultura; b) Com o uso de pré-filtros obteve-se reduções de turbidez, cor aparente e coliformes totais da ordem de 90% ou mais; c) os filtros lentos apresentaram excelente eficiência na remoção de coliformes totais, obtendo-se reduções de 99,9%; d) O aumento da taxa de filtração de 2 para 4 m³/m².dia, no filtro lento não implicou em redução significativa na eficiência do sistema; e) A altura de cerca de 50 cm para a elevação do nível d'água no interior do filtro lento não permitiu carreiras de filtração longas; f) A variação da biomassa de alevinos, medida em peso e comprimento, foi maior no tanque abastecido por água filtrada do que o tanque abastecido diretamente com água bruta.

LITERATURA CITADA

DELBIN, C.T.; PATERNIANI, J.E.S. – Diagnóstico da Rev. Ecosistema Vol. 26, n. 1 jan. – jul. 2001

qualidade da água de viveiros de peixes destinados a pesca no Estado de São Paulo e sul de Minas Gerais – Resultados preliminares. – Anais: I Congresso Sul Americano de Aquicultura, X Simpósio Brasileiro de Aquicultura, V Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarões, II Feira de Tecnologia e produtos para Aquicultura. – paper No. 198, Recife, Pernambuco, novembro, 1998.

COSTA, R. H. (1980)– “Estudos Comparativos da Eficiência de Filtros Lentos de Areia Convencional e de Fluxo Ascendente.” São Carlos, , 169p. Disert. (mest. hidr. san.) Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

DI BERNARDO, L. *Métodos e Técnicas de Tratamento de Água*. ABES. Rio de Janeiro, 1993. 498p.

FERRAZ, C.F. (2001) Redução da Espessura da Camada Suporte através da substituição por Mantas não tecidas na Filtração Lenta de Águas de Abastecimento. Dissertação de mestrado, Fac. Engenharia Civil- UNICAMP.

HESPANHOL, I. (1969) -”Investigação sobre o Comportamento e Aplicabilidade de Filtros Lentos do Brasil.” São Paulo, , 163p. Tese (dout. hig. saúde pública), Faculdade de Higiene e Saúde Pública – USP.

HUISMAN, L. (1982)– “Research and Demonstration Project on Slow Sand Filtration.” Reprinted for the AIDIS Congress Health in Panama. 105p.

MBWETTE, T. S. A. & GRAHAM, N. J. D. *Improving the Efficiency of Slow Sand Filtration with Non-Woven Synthetic Fabrics*. In: *Filtration and Separation*, vol. 24. London, 1987. p.46-50.

PATERNIANI, J. E. S. Utilização de Mantas Sintéticas não Tecidas na Filtração Lenta em Areia de Águas de Abastecimento. São Carlos, 1991. 245p. Tese (dout. hidr. san.)-Escola de Engenharia de São Carlos-USP.