

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

SUZETE APARICIO

SISTEMA FECHADO DE CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (SFCA) PARA CONDUÇÃO
DE EXPERIMENTO EM PSCICULTURA

BENJAMIN CONSTANT
2013

SUZETE APARICIO

SISTEMA FECHADO DE CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (SFCA) PARA CONDUÇÃO
DE EXPERIMENTO EM PISCULTURA

Relatório Final apresentado ao Programa Institucional de
Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade
Federal do Amazonas.

Orientadora: Prof.^a Msc. Ana Carolina Souza Sampaio

BENJAMIN CONSTANT
2013

RESUMO

O Amazonas possui cerca de 2% de toda água doce do planeta, distribuídas em imensos reservatórios naturais, que aliados às elevadas temperaturas observadas ao longo do ano, o tornam um estado com maior número de vantagens comparativas ao crescimento do cultivo de organismos aquáticos (aquicultura). No entanto, essa atividade tem sido intensamente fiscalizada pelos órgãos ambientais devido ao potencial poluidor dos recursos hídricos. Na piscicultura esse potencial poluidor está relacionado à descarga de matéria orgânica, oriunda da parcela de ração não aproveitada e da excreção dos peixes. A implantação de sistemas fechados de circulação de água (SFCA) ou sistemas de recirculação de água (SRA) têm se tornado a alternativa mais indicada para minimizar o índice de poluição. A partir dessa problemática, foi implantado um SFCA nas dependências do Campus do Instituto de Natureza e Cultura/UFAM em Benjamin Constant (Amazonas), com materiais de baixo custo, não descartando a segurança satisfatória da eficiência na remoção de carga orgânica, para fins de condução de experimento em piscicultura e fortalecimento da linha de pesquisa em piscicultura. Esse sistema conta com uma bateria de 06 bacias circulares, com capacidade para sessenta litros cada. Para o dimensionamento da infraestrutura física foi considerado a quantidade de ração a ser ofertada diariamente e a biomassa de organismos cultivados, determinados a partir da estimativa de consumo de oxigênio(g), quantidade de sólidos totais(g) e aporte de amônia (g) no sistema. O SFCA montado neste projeto conta com os seguintes componentes: 1- unidades de cultivo ou UE's; 2- filtros mecânico e biológico; 3- sistema de aeração/oxigenação; e 4- sistema de drenagem/abastecimento. O filtro mecânico instalado é do tipo tambor, composto por 50 litros de pedra brita e 18 litros de areia, previamente lavadas e alocadas dentro da caixa de polietileno, esse filtro é utilizado na remoção de sólido, sendo que areia e pedra brita são indicadas para concentração e remoção de sólidos. O filtro biológico é o ambiente onde ocorre o processo de conversão da amônia em nitrito e depois em nitrato. Para isso é necessário que o biofiltro conte com a presença de substratos que permitam a fixação de bactérias, por isso foi utilizado como substrato, 30m de eletroduto flexível corrugado, cortado em seções de 20 mm, associado a manto de conchas calcárias. A presença das conchas potencializará a capacidade de transformação da amônia, em função do aumento da área de fixação para as bactérias. O sistema encontra-se em fase de teste, após finalizadas as instalações, inundou-se os filtros, mantendo-os nesta condição, por um período mínimo de 15 dias, visando a fixação das bactérias de interesse. Na segunda etapa do projeto, serão avaliados os parâmetros físico-químicos da água durante o cultivo de juvenis de tambaqui, a eficiência dos sistemas e se procedera a indicação do intervalo de manutenção do sistema. O sistema instalado tem sua eficiência restrita a uso com fins experimentais. Faz-se necessária a avaliação do potencial de remoção de sólidos do filtro mecânico e funcionamento geral do sistema para assegurar a eficiência do mesmo.

Palavras-chave: piscicultura, biofiltro, sistema fechado, capacidade de remoção.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	05
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	06
1.1 A piscicultura como atividade poluidora.....	06
1.2 Sistemas de recirculação de água e uso de biofiltros.....	07
1.3 Características da espécie.....	08
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1 Dimensionamento e Implantação do sistema fechado de circulação de água	10
2.2 Avaliação da eficiência do sistema fechado sobre as variáveis físicas e químicas da água.....	11
3. RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	12
3.1 Dimensionamento e Implantação do sistema fechado de circulação de água (SFCA).....	12
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	15
REFERENCIAS.....	16
CRONOGRAMA.....	19

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Fluxo de drenagem das unidades experimentais para o FM (Filtro mecânico) e FB (filtro biológico), por gravidade.....	10
FIGURA 2. Instalações para implantação do sistema fechado de circulação. A. vista lateral B. Vista frontal C. vista interna.....	12
FIGURA 3. Esquema da distribuição dos elementos filtrantes (pedra brita e areia), no filtro mecânico utilizado neste trabalho.....	13

INTRODUÇÃO

O Amazonas possui cerca de 2% de toda água doce do planeta, distribuídas em imensos reservatórios naturais, que aliados às elevadas temperaturas observadas ao longo do ano, o tornam um estado com maior número de vantagens comparativas ao crescimento do cultivo de organismos aquáticos (aquicultura). No entanto, essa atividade tem sido intensamente fiscalizada pelos órgãos ambientais devido ao potencial poluidor dos recursos hídricos, que apesar de abundantes nesta região, já apresentam sérios impactos como resultado da ação/ocupação antrópica.

O potencial poluidor da piscicultura está relacionado á descarga de matéria orgânica oriunda da parcela de ração não aproveitada e da excreção dos peixes cultivados (MOREIRA, 2001). A necessidade do desenvolvimento de sistemas de cultivo eficientes e que promovam o aproveitamento ou tratamento dos efluentes da piscicultura, tem sido discutida com mais frequência nos fóruns técnicos e científicos do setor.

A implantação de sistemas fechados de circulação de água (SFCA) ou sistemas de recirculação de água (SRA) têm se tornado a alternativa mais indicada para a piscicultura, especialmente a nível experimental, onde são utilizados unidades de cultivo de pequeno volume e taxa de renovação constante.

Segundo Kubtza (2006) o uso de SRA e SFCA é mais comum em laboratórios de pesquisa, no cultivo e manutenção de peixes ornamentais e em grandes aquários públicos e privados em todo o mundo. Este sistema contém seis componentes básicos: 1-tanques de cultivo; 2- decantadores e filtros mecânicos; 3- biofiltros; 4- Sistema de aeração e oxigenação; 5- sistema de bombas e tubulação de drenagem e retorno e 6- Unidades de quarentena.

Os biofiltros constituem os componentes mais importantes, pois são utilizados para diminuir as concentrações de amônia por meio da sua oxidação a nitrato pelas bactérias nitrificantes (HAGOPIAN & RILEY, 1998). Para que a nitrificação ocorra de maneira eficiente, é necessário levar em conta: o tipo de substrato, concentração de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, alcalinidade, turbulência, salinidade da água (CHEN et al, 2006), área superficial específica do substrato e homogeneidade do fluxo de água no biofiltro (LEKANG & KLEPPE, 2000).

Este projeto visou implantar um SFCA feito a partir de materiais de baixo custo e que assegurem satisfatória eficiência na remoção de carga orgânica, para fins de condução de experimentos e fortalecimento da linha de pesquisa em piscicultura no Instituto Natureza e Cultura/UFAM. No entanto devido à demora na aquisição de materiais indispensáveis na pesquisa, não foi possível completa-la no período estabelecido, sendo assim foi enviado uma nova proposta visando sua completude no PIBIC edital 2013.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 A piscicultura como atividade poluidora

A água é um recurso essencial para a vida e compõe a maior parte dos organismos vivos. Sua importância está no fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem sua ação direta ou indireta (ESTEVES, 1998). Apesar desta fundamental importância, devido à grande disponibilidade de água em diversas regiões do planeta, imaginava-se que se tratava de um recurso infinito, e, portanto, não havia a preocupação com a conservação (SCHOR, 2005).

No entanto, o aumento da população tem gerado grandes consequências a esse recurso, e diante desse aumento torna-se evidente a busca por tecnologias de produção de alimentos, de maneira ambientalmente sustentável. Um exemplo é a Europa, onde tem aumentado a demanda por carnes brancas em substituição à carne vermelha, fato que tem determinado a conversão de estabelecimentos originalmente construídos para animais terrestres em criatórios de peixes (OZÓRIO et al, 2004).

Neste contexto, a piscicultura vem ganhando força, tanto no cenário nacional quanto internacional, objetivando o atendimento de dois principais propósitos, quais sejam a segurança alimentar e a geração de renda (JUNGERI & CALIARI, 2009). O Plano Mais Pesca e Aquicultura, lançado na criação do Ministério da Pesca em 2009, prevê que a produção de pescado deverá ter um aumento em torno de 40%, ou seja, a quantidade produzida deve passar de um milhão, produção atual, para uma produção futura de 1,4 milhões por ano (CORSO, 2010).

O aumento da produção exigirá dos empreendimentos de piscicultura, a implantação de mecanismos de tratamento e controle de efluentes, que possam garantir o atendimento aos padrões estabelecidos na legislação ambiental vigente. No Brasil, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) aprovou a Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. No artigo 3, diz que os efluentes de qualquer fonte poluidora, somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores, após devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências estabelecidas.

De acordo com Cyrino (2010), efluentes são quaisquer resíduos orgânicos ou inorgânicos de quaisquer atividades agrícolas, urbanas ou industriais, descartados no ambiente, tratados ou não. O tratamento destes efluentes se faz necessário, com o intuito de diminuir a matéria orgânica, até atingir níveis aceitáveis, para que posteriormente a água utilizada no processo seja devolvida ao meio ambiente, sem prejudicá-lo ou reaproveitada no próprio processo (OLIVATTO, 2009).

Está suficientemente bem provado, que a piscicultura e as práticas de alimentação e nutrição dos peixes confinados têm impacto ambiental mais ou menos severo, conforme a intensidade do regime de produção, entretanto, o impacto da piscicultura é quase desprezível em comparação ao impacto ambiental de efluentes domésticos e industriais. As sobras alimentares e fezes são os principais poluentes encontrados nos efluentes da piscicultura (CYRINO, 2010).

1.2 Sistemas de recirculação de água e uso de biofiltros

Para que seja possível conciliar o aumento da produção com um cultivo sustentável, é necessário o desenvolvimento de sistemas de cultivo eficientes, que melhorem o aproveitamento da água e mitiguem possíveis impactos. Dentre esses sistemas destaca-se a recirculação (CORSO, 2010; PEDREIRA et al, 2009).

Os sistemas fechados com recirculação de água são sistemas internos que permitem reduzir os custos com água e energia, pois mantem constante a temperatura, repõe quantidades mínimas do oxigênio consumido e promove desnitrificação, além de reduzir significativamente a poluição dos meios fluviais e marítimos, através da limpeza e reutilização da água (VALENTI & MALLASEN, 2002; OZÓRIO et al, 2004 apud PEDREIRA et al, 2009).

A biofiltração tem se caracterizado como um dos principais processos empregados no tratamento de resíduos metabólicos de peixes, em sistemas de recirculação de água, na aquicultura intensiva (JUNGERI & CALIARI, 2009), uma vez que o excesso de nutrientes pode causar a eutrofização.

Segundo Macedo (2010), a eutrofização pode acontecer de forma natural ou artificial (cultural ou antrópica), podendo ter diferentes origens. Esteves (1998) caracteriza eutrofização como o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos com aumento da produtividade natural nestes ambientes.

A eutrofização aquática tem aumentado consideravelmente devido a crescente industrialização e urbanização, e a uso cada vez maior de fertilizantes na agricultura (OLIVEIRA, 2010). Contudo, varias atividades podem comprometer a integridade dos ecossistemas aquáticos, a exemplo temos as descargas de efluentes oriundos da aquicultura que raramente recebem tratamento.

Na aquicultura de recirculação são utilizados filtros biológicos para o tratamento do efluente, antes que este retorne aos tanques, e tem como finalidade a transformação de nitrogênio amoniacal em nitrato, pois a amônia e o nitrito são tóxicos para os peixes (OLIVEIRA, 2010; PEDREIRA et al, 2009).

Segundo Kubitzka (2006) o sistema de recirculação ainda é pouco utilizado, devido ao alto custo, por isso, deve ser focado em espécies de bom valor de mercado e conduzido de forma a aperfeiçoar o uso das instalações e a produção. Os substratos mais utilizados nos filtros são: areia, cascalho, esferas ou cilindros de plástico e flocos de isopor.

Este sistema consiste, basicamente, na passagem da água por um filtro biológico, no qual se desenvolvem bactérias responsáveis pelo metabolismo dos compostos nitrogenados. A oxidação biológica desses compostos a nitrato é denominado nitrificação (PEREIRA & MERCANTE, 2005). A amônia ocorre como resultado da decomposição aeróbia e anaeróbia da matéria orgânica (ESTEVES, 1998). Na piscicultura o nitrogênio amoniacal tende a se acumular na água de cultivo, devido a excreção dos organismos aquáticos e da degradação da ração não consumida (OLIVEIRA, 2010).

Os diversos sistemas utilizados vêm apresentando diferentes desempenhos e características operacionais, o que torna difícil selecionar o melhor material e realizar estudos devido ao grande número de parâmetros que devem ser medidos e controlados (COLT et al., 2006). Outro aspecto relacionado ao uso de SFCA refere-se ao alto custo de implantação destes, uma vez que já estão disponíveis no mercado equipamentos específicos para filtração, esterilização, bombeamento e aeração dos efluentes, durante o processo de tratamento.

1.3 Características da espécie

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, (CUVIER, 1818) pertence a classe Osteichthyes, subclasse Actinopterygii, ordem Characiformes, família Characidae e subfamília Serrasalminae. Nativo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, sendo o segundo maior peixe de escamas da região (ZANIBONI FILHO, 1997 apud MACEDO, 2010). No ambiente natural alimenta-se, na época das inundações, de uma grande variedade de frutos e sementes de árvores e arbustos. Na vazante, o plâncton torna-se o principal alimento, por isso, ele é considerado um eficiente filtrador (PEDREIRA, 2001; CAMARGO et al, 1998).

O tambaqui apresenta fácil adaptação à criação em cativeiro, responde bem à reprodução induzida, é rústico ao manejo, fácil aceitação de ração e apresenta rápido crescimento (ARAÚJO-LIMA E GOULDING 1997 apud PEDREIRA, 2001; SANTOS et al, 2010). Sua carne possui como qualidade primordial a consistência, bem como o sabor de muito apreciado pelos consumidores (SANTOS et al, 2010).

Em relação à qualidade de água, o tambaqui é uma espécie rústica que se adapta bem as condições tropicais observadas na Amazônia. Quando exposto à hipóxia, apresenta como adaptação o desenvolvimento do lábio inferior, que serve para capturar o oxigênio presente na lamina superficial da coluna d'água (ESTEVES, 1998). Por esta razão tolera concentrações de oxigênio 1,0 mg/L.

O tambaqui apresenta crescimento lento em temperaturas abaixo de 22°C, podendo morrer quando submetido a temperaturas inferiores a 16°C (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994). De modo geral Kubitz (1999) indica que as espécies tropicais apresentam ótimo crescimento em temperaturas entre 28°C a 32 °C.

Segundo Ismiño – Orbe et al (2003), o principal produto nitrogenado excretado pelo tambaqui é a amônia (93,7%), enquanto que a ureia contribui com 6,3%. Estes autores apresentam um modelo de regressão linear que demonstra a relação entre a amônia total excretada, a massa do peixe e a temperatura da água.

Paula Silva (sd) observou hiperventilação e tremores em tambaqui expostos a nitrito (0,9; 2,7; 3,6 mmol. L⁻¹). A mesma autora informa que o nitrito altera os tecidos e a resposta do sistema imunológico, além disso, converte hemoglobina em metahemoglobina, impedindo a transferência de oxigênio aos tecidos.

Em relação ao pH, valores recomendados para criação de peixes tropicais oscilam entre 6 e 7, não sendo observadas indicações específicas para o tambaqui. Contudo sabe-se que o tambaqui na Amazônia, habita águas acidas, com baixas concentrações de sais dissolvidos, como por exemplo, o rio Uatumã (SILVA et al, 2007); águas acidas não tem impacto negativo no tambaqui selvagem e de modo geral na piscicultura se procede a calagem para corrigir a acidez.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Dimensionamento e Implantação do sistema fechado de circulação de água

O SFCA foi implantado nas dependências do Campus do Instituto de Natureza e Cultura em Benjamin Constant (Amazonas) e conta com uma bateria de 06 bacias circulares, com capacidade para sessenta litros cada. As bacias representam as unidades experimentais (UE), e foram instaladas lado a lado, sobre plataforma de madeira, a uma altura de um metro (01m) do nível do chão. Todas foram fechadas com tela plástica tipo sombrite.

Foi implantado um sistema fechado de circulação de água com uma única linha de tratamento, e para o dimensionamento da infraestrutura física (volume dos tanques, potencia da bomba, área do substrato no biofiltro e vazão do sistema), consideramos a quantidade de ração a ser ofertada diariamente e a biomassa de organismos cultivados, determinados a partir da estimativa de consumo de oxigênio(g), quantidade de sólidos totais(g) e aporte de amônia (g) no sistema (KUBITZA, 2006).

Sobre as caixas, foram distribuídos pontos de energia elétrica para conexão de bombas aeradoras e todas as UE's contam com sistema de abastecimento e drenagem individuais. O abastecimento provém de duas caixas de água suspensas, com capacidade de 100L cada, instaladas a 2,5 m do solo, abastecidas por meio do bombeamento de água da represa que abastece a universidade.

A drenagem dos tanques é direcionada coletivamente através de tubulações de PVC 16 mm (1/2') para um filtro mecânico, seguido de filtro biológico, ambos feitos com caixa circular de polietileno, com capacidade para 100 litros (figura 1).

Figura 1-Fluxo de drenagem das unidades experimentais para o FM (Filtro mecânico) e FB (filtro biológico), por gravidade



O filtro mecânico é composto por uma camada de pedra brita (50 litros), sobre a qual está assentado um balde plástico de 20 litros, preenchido com 18 litros de areia. O balde conta com aberturas no fundo e é forrado com tecido de algodão visando minimizar a perda da areia. O efluente entra no filtro na parte superior do tanque, e sob a camada de pedra brita se instalou uma tubulação que direciona a água para o filtro biológico.

O filtro biológico conta com substrato formado por seções transversais com 20 mm de comprimento, confeccionadas a partir de 30 metros de eletroduto flexível corrugado de ½ polegada, popularmente conhecido como conduíte plástico. Além disso, foram colocadas 3 conchas calcárias de borda estriada, como substrato para fixação bacteriana.

A água tratada nos filtros é conduzida por gravidade para um reservatório de 100 litros, no qual foi instalada uma bomba submersa para condução até a caixa suspensa, de onde é feito o abastecimento das unidades de cultivo por recirculação.

2.2 Avaliação da eficiência do sistema fechado sobre as variáveis físicas e químicas da água

Para a avaliação da eficiência do sistema de filtração sobre as variáveis limnológicas do efluente das unidades experimentais (UE), será desenvolvida a segunda etapa deste projeto, por meio da renovação do projeto de pesquisa no ano de 2013/2014. Serão utilizados juvenis de tambaqui, adquiridos comercialmente, e estocados nas unidades experimentais instaladas.

O monitoramento do funcionamento dos filtros se dará por meio do acompanhamento das seguintes variáveis: oxigênio, pH, temperatura, gás carbônico, alcalinidade, sólidos suspensos, nitrito, nitrato e amônia total.

Para comparação da qualidade de água antes, durante e depois do sistema de filtros, será coletadas amostras de água em cada seção do sistema (entrada do afluente, dentro das unidades de cultivo e saída do efluente). Será elaborado um protocolo de manejo e acompanhamento do SFCA. O protocolo possibilitará o uso do sistema em experimentos posteriores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dimensionamento e Implantação do sistema fechado de circulação de água (SFCA)

O SFCA foi instalado sob estrutura de madeira, com 2,20m de altura, 3,0m de largura, 5,0m de comprimento e cobertura de telhas de zinco, conforme (figura 2).

Figura 2- Instalações para implantação do sistema fechado de circulação A) vista lateral B) Vista frontal C) vista interna

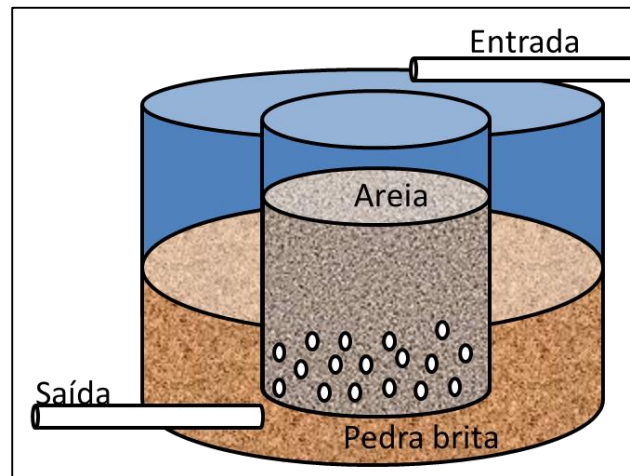


O SFCA montado neste projeto conta com os seguintes componentes: 1- unidades experimentais ou UE's; 2- filtros mecânico e biológico; 3- sistema de aeração/oxigenação; e 4- sistema de drenagem/abastecimento. Corso (2012) e Kubitzka (2006) apontam ainda como componentes básicos do sistema de recirculação os decantadores e a unidade de quarentena.

Neste caso, não foram considerados decantadores no sistema, em função de tratar-se de unidade experimental, com reduzida capacidade de estocagem, e portanto, menor volume de sólidos a ser gerado. A unidade de quarentena não está integrada ao sistema fechado, mas quando adquiridos, os peixes serão mantidos em separado, para observação antes da estocagem nas UE's.

O filtro mecânico instalado é do tipo tambor, composto por 50 litros de pedra brita e 18 litros de areia, previamente lavadas e alocadas dentro da caixa de polietileno, tal como figura 03. Segundo Braz Filho (2000) apud Corso (2010) filtros mecânicos podem ser utilizados para a remoção de sólidos, sendo que areia e pedra brita são indicadas para concentração e remoção de partículas suspensas de 40 a 100 micras. A remoção de partículas menores (sólidos dissolvidos) pode ser feita com uso de fracionadores de espuma.

Figura 03- Esquema da distribuição dos elementos filtrantes (pedra brita e areia), no filtro mecânico utilizado neste trabalho.



O filtro biológico é o ambiente onde ocorre o processo de conversão da amônia em nitrito e depois em nitrato. Para isso é necessário que o biofiltro conte com a presença de substratos que permitam a fixação de bactérias. Segundo Kubitza (2006) diversos tipos de substratos podem ser utilizados, sendo os mais comuns areia, cascalho, brita, esferas, flocos de isopor ou cilindros de plástico.

Neste trabalho, utilizamos como substrato, 30m de eletroduto flexível corrugado de ½”, cortado em seções de 2cm. Estudos de Andrade Netto, et al (2000) mostram que anéis de eletroduto (conduíte cortado) é um bom material para uso em filtros anaeróbicos.

Associado ao eletroduto, também servirão de substratos a pedra brita que compõe o filtro mecânico e manto de conchas calcárias com borda estriada, colocadas no interior do filtro biológico. A presença das conchas potencializará a capacidade de transformação da amônia, em função do aumento da área de fixação para as bactérias. Segundo Kubitza (2006) e Corso (2010), o filtro biológico é capaz de converter de 0,2 a 0,6 g de amônia/dia/m².

O sistema de aeração utilizado é composto por sopradores elétricos e difusores de ar instalados em cada UE, dentro e após o biofiltro. Pereira e Mercante (2005) destacam que a presença de oxigênio na coluna de água do biofiltro e na superfície do substrato (mínimo 4,0 mg/L), são condições fundamentais para o processo de nitrificação, mediado pela ação de dois gêneros de bactérias: *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*.

Durante o processo de oxidação de 1,0 g de amônia a nitrato, são necessárias 4,3g de oxigênio no biofiltro. Além disso, há geração de gás carbônico e íons H⁺ que promovem gradual redução no pH. Kubitza (2006) recomenda que além da remoção do gás carbônico, e reposição do oxigênio, seja adicionado periodicamente calcário ou cal hidratada visando recomposição de pH para níveis entre 7,0 e 8,0.

Neste projeto foram adicionados ao filtro biológico conchas calcárias maceradas e embutidas em sachês feitos a partir de bolsas de tela em malha plástica fina. Esse material será a fonte de cálcio e magnésio, liberados lentamente no sistema. O acompanhamento semanal dos valores de alcalinidade permitirá avaliar a necessidade de acréscimo de calcário adicional.

Após filtração biológica, o sistema redireciona a água tratada, por gravidade, para o próximo tanque, onde foi instalada uma bomba submersa, a 50 cm abaixo do nível do chão. A bomba de recirculação tem capacidade de vazão máxima de 5000 l/hora a uma altura máxima de 4,3 metros, no entanto, a altura de bombeamento utilizada é de aproximadamente 3m.

Considerando-se que durante o cultivo as unidades não contarão com drenagem constante, e o volume a ser renovado diariamente será de no máximo 25% do volume de cada UE, o tempo de residência do efluente no filtro biológico será de no mínimo 24h, antes do bombeamento para as caixas suspensas de abastecimento.

O suprimento de oxigênio dentro das unidades experimentais e no filtro biológico foi feito a partir de bombas aeradoras elétricas, e a distribuição por meio de difusores, do tipo mangueira de silicone e pedras porosas circulares. Além das unidades, receberá oxigenação suplementar a água tratada, antes do bombeamento para as caixas suspensas. Dentro das caixas suspensas, foram colocadas conchas calcárias quebradas em pedaços pequenos, a fim de contribuir com a manutenção de pH neutro.

O sistema encontra-se em fase de teste, e uma vez finalizadas as instalações, se procedeu a inundação dos filtros, mantendo-os nesta condição, por um período mínimo de 15 dias, visando a fixação das bactérias de interesse.

Na segunda etapa do projeto, serão avaliados os parâmetros físicos e químicos da água durante o cultivo de juvenis de tambaqui. Os animais serão estocados na densidade máxima 20g/L, e alimentados diariamente com taxa correspondente a 5% da biomassa. A qualidade de água será avaliada diariamente, bem como a capacidade dos filtros em mantê-la nos níveis adequados à espécie cultivada.

A avaliação da eficiência dos sistemas será feita com base na análise do oxigênio, pH, temperatura, condutividade, amônia total, nitrito e nitrato, verificados em diferentes pontos do sistema de abastecimento e drenagem.

A indicação do intervalo de manutenção do sistema corresponderá ao período a partir do qual este não seja capaz de manter os níveis mínimos de qualidade de água para os peixes cultivados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema instalado tem sua eficiência restrita a uso com fins experimentais. Faz-se necessária a avaliação do potencial de remoção de sólidos do filtro mecânico e funcionamento geral do sistema

para assegurar a eficiência do mesmo. Essa avaliação será realizada na próxima etapa da pesquisa prevista para o ano 2013.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO-LIMA, C., and GOULDING, M. 1997. So fruitful a fish: Ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. Columbia University Press, New York, USA.

BRASIL. Ministerio da Pesca e Aquicultura. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Licenciamento Ambiental: Critérios e procedimentos. Brasília

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 37, de 17 de março de 2005.

CAMARGO, A. C. da S., *et al.* Níveis de Energia Metabolizável para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de Peso Vivo. 1. Composição das Carcaças. R. Bras. Zootec., v.27, n.3, p.409-415, 1998

CHEN, S.L.; LING, J.; BLANCHETON, J.P. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. Aquacultural Engineering, v.34, p.179-197, 2006.

COLT, J.; LAMOUREUX, J.; PATTERSON, R.; ROGERS, G. Reporting standards for biofilter performance studies. Aquacultural Engineering, v.34, p.377-388, 2006.

CORSO, Maira Nesello. Uso de sistemas com recirculação em aquicultura. Porto Alegre, 2012.

CYRINO, José Eurico Possebon, *et al.* A piscicultura e o ambiente- o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. Revista Bras. Zootec., v.39, p.68-87, 2010 (supl. especial)

ESTEVES, F. de A. Fundamentos de limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

HAGOPIAN, D.S.; RILEY, J.G. A closer look at the bacteriology of nitrification. Aquacultural Engineering, v.18, p.223-244, 1998.

ISMIÑO-ORBE, R. A.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. de C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 10, p. 1243-1247, out. 2003

JUNGERI, D. L.; CALLIARI, P. C. Desempenho da biofiltração aerada e da Desinfecção UV no tratamento da água recirculante em tanques de piscicultura. In: IV Jornada de Iniciação Científica do Ifes e II Jornada de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Ifes 21-22/10/2009, Espírito Santo. 2p. 82-83.

KUBITZA, F. Sistemas de recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso da água. Revista Panorama da Aquicultura, maio/junho, pg 15 a 22, 2006.

LEKANG, O.I.; KLEPPE, H. Efficiency of nitrification in trickling filters using different filter media. Aquacultural Engineering, v.21, p.181-199, 2000.

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: Consequências e recomendações. Bol. Inst. Pesca. São Paulo, 36(2): 149 – 163, 2010.

MOREIRA, H.L.M. Fundamentos da Moderna aquicultura. Editora ULBRA, 200 p. 2001.

OLIVATTO, Lucas Matheus. Análise da eficiência de estação de tratamento de efluentes em indústrias de extração de óleo de soja e proposições de novas metodologias de análises de tratamentos. Sorocaba, 2009.

OLIVEIRA, Karina Vogel Vidal de. Caracterização de comunidade microbiana em biofilme associada a filtro biológico para o tratamento de efluente de aquicultura. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e saneamento Ambiental)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

OZORIO, R. O. de A.; AVINIMELECH, Y.; CASTAGNOLLI, N. In: Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, 2004.

PEDREIRA, Marcelo Mattos. Comparação entre sistemas intensivos de criação para larvas de *Colossoma macropomum* e *Brycon orbignyanus* (Teleostei, Characiformes). 2001. 82p. Tese (Doutor em AQUICULTURA)-Centro de Aquicultura – UNESP, Jaboticabal.

PEDREIRA, Marcelo Mattos, *et al.* Biofiltração da água e tipos de substrato em larvicultura do pacamã. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.5, p.511-518, maio 2009.

PEREIRA, L. P. F; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. B. Inst. Pesca. São Paulo, 31 (1): 81-88, 2005

SANTOS, Luciana *et al.* Exigência proteica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. Acta Amazonica, v. 40(3) 2010: 597 – 604

SCHOR, A. R. Riscos e Alternativas para Abastecimento de Água em uma Refinaria de Petróleo - Estudo de Caso: Refinaria Duque de Caxias - REDUC. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UFRJ. Rio de Janeiro, 2006. 106 p.

SILVA, A. M. D. da; GOMES, L. C.; ROUBACH, R. Growth, yield, water and effluent quality in ponds with diferente management during tambaqui juvenile production. Pesq. agropec. bras. Brasilia, v. 42, n. 5, p. 733-740. 2007

VALENTI, Wagner Cotroni; MALLASEN, Margarete. Concentrações de amônia, nitrito e nitrato em larvicultura do camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), realizada em sistema fechado com água salobra natural e artificial. Maringá, v. 24, n. 4, p. 1185-1189, 2002.

ZANIBONI FILHO, E. Limitações e potencialidades do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) na região subtropical brasileira. Boletim do Instituto de Pesca 24(especial)169-172. 1997.

