

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM SISTEMA DE
RECIRCULAÇÃO SEM LIBERAÇÃO DE EFLUENTES**

Elaborado por: Raquel Cavadas Tavares Mesquita

Porto Alegre

2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM SISTEMA DE
RECIRCULAÇÃO SEM LIBERAÇÃO DE EFLUENTES**

Elaborado por: Raquel Cavadas Tavares Mesquita

Orientador: Danilo Pedro Streit Jr.

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Medicina Veterinária

Porto Alegre

2010

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho á minha mãe, pela força e presença constantes; ao meu pai, por exigir que eu sempre supere meus limites; ao meu marido Marcelo, por me amar e torcer sempre pelas minhas vitórias; aos meus sogros, por tornar minha vida mais fácil; e aos meus amigos e colegas Catarina Marcon, Ingrid Stein, Lídia Linck, Luiz de Oliveira, Natália Noll e Renata Scaf, por fazer dessa jornada muito mais divertida.

RESUMO

Atualmente, a aqüicultura vem sofrendo pressões governamentais e do próprio consumidor para reduzir os impactos ambientais causados pela produção. Sendo assim, nosso principal objetivo é otimizar a produção, minimizando os possíveis problemas relacionados ao meio ambiente. Tem-se pesquisado sistemas de produção que consigam reduzir o consumo da água e a liberação de efluentes sem reduzir os índices produtivos. Sistemas de produção fechados, que possibilitam uma grande economia de água são usuais em diversos países como Israel e Japão, onde a aqüicultura é bastante desenvolvida. No Brasil, pesquisas com este sistema são recentes e sua utilização ainda é limitada. O objetivo do trabalho foi comparar o desempenho de juvenis de tilápias do Nilo em um sistema de recirculação com filtro biológico, sem troca de água, com um sistema convencional, com renovação de 40 % do volume do tanque diariamente. O sistema com recirculação apresentou valores superiores ($P < 0,05$) em relação ao convencional para oxigênio dissolvido (4,66 x 4,23 mg/L), pH (6,59 x 6,21), alcalinidade (64,58 x 21,08 mg/L de CaCO_3) e ganho de peso (315,2 x 293,12 g). A concentração de amônia foi maior no sistema convencional (4,94 x 1,54 mg/L de NAT). A taxa de crescimento específico foi 2,25 e 2,13 %/dia e o fator de conversão alimentar foi 1,14 e 1,22 nos sistemas com recirculação e convencional, respectivamente. Dessa forma, o sistema de recirculação é vantajoso, pois os níveis de produtividade são maiores, sem liberação de efluentes, além de utilizar menor volume de água quando comparado ao sistema convencional.

Palavras chaves: recirculação; efluentes; tilápia

ABSTRACT

Currently, aquaculture has been facing pressure from the government and consumers themselves to reduce the environmental impacts caused by production. Thus, our main goal is to optimize production while minimizing the possible problems related to the environment. Research has focused on production systems that can reduce water consumption and effluent release without reducing the production index. Closed production systems, which offer great savings in water are common in several countries like Israel and Japan, where aquaculture is well developed. In Brazil, research on this system are recent and their use is still limited. The objective was to compare the performance of juvenile tilapia in a recirculation system with biological filter, no exchange of water with a conventional system with renewal of 40% of the tank volume daily. The recirculating system showed greater ($P < 0.05$) compared to the conventional dissolved oxygen (4.66 x 4.23 mg / L), pH (6.59 x 6.21), alkalinity (64.58 x 21.08 mg / L CaCO₃) and weight gain (315.2 x 293.12 g). The ammonia concentration was higher in the conventional system (4.94 x 1.54 mg / L NAT). The specific growth rate was 2.25 and 2.13% / day and feed conversion factor was 1.14 and 1.22 in recirculation systems and conventional, respectively. Thus, the recirculation system is advantageous because productivity levels are higher, without the release of effluents, in addition to using less volume of water when compared to conventional systems.

KEY WORDS: recirculation; effluent, tilapia

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tanque com filtro biológico.....	12
Figura 2 - Tanque submetido à sifonagem diária.....	12
Figura 3 - Esquema do filtro biológico utilizado no experimento de recirculação com tilápias do Nilo.....	14
Figura 4 - ciclo do Nitrogênio.....	19
Gráfico 1 - Destino da água potável consumida no mundo.....	10
Gráfico 2 - Comparação entre médias dos pesos de tilápia do Nilo em sistema convencional e sistema de recirculação, durante 56 dias.....	17
Gráfico 3 - Comparação entre o Fator de conversão alimentar de tilápis do Nilo em sistema convencional e sistema de recirculação, durante 56 dias.....	17
Gráfico 4 - Comparação entre taxa de crescimento de tilápia do Nilo em sistema de recirculação e sistema convencional, durante 56 dia.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média dos parâmetros de qualidade de água, nos sistemas fechado e convencional verificados no experimento com tilápia do Nilo.....	16
--	----

SUMÁRIO

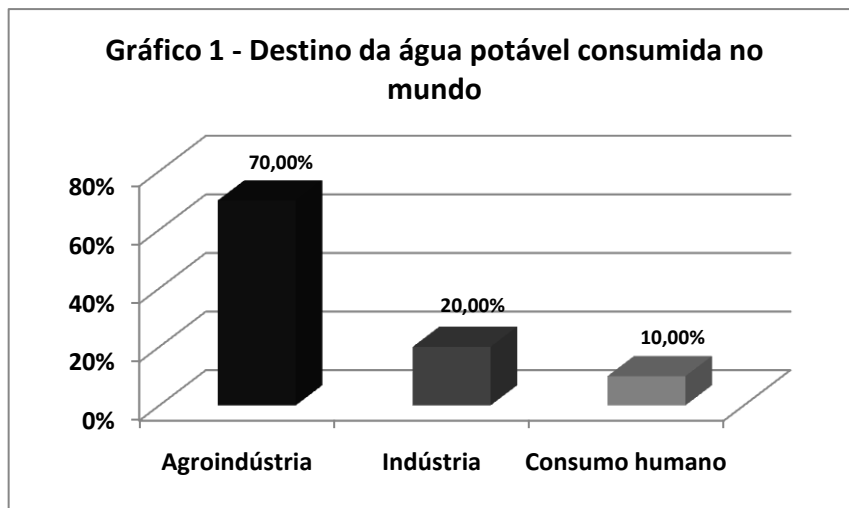
LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1	Local do experimento.....	12
2.2	Animais experimentais.....	12
2.3	Tanques experimentais.....	12
2.4	Tanque de recirculação.....	13
2.5	Parâmetros físico-químicos da água de cultivo.....	14
2.6	Manejo alimentar e parâmetros de desempenho zootécnico.....	14
2.7	Análise Estatística.....	15
3	RESULTADOS.....	16
4	DISCUSSÃO.....	18
4.1	Parâmetros de qualidade de água.....	18
4.1.1	pH.....	18
4.1.2	Oxigênio Dissolvido (OD).....	18
4.1.3	Alcalinidade.....	18
4.1.4	Nitrogênio amoniacal total (NAT).....	19
4.2	Índices zootécnicos.....	19
	REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

Dos elementos necessários para a vida, a água é o mais importante, seja pelas necessidades óbvias, como hidratação e higiene pessoal, assim como somos dependentes desse elemento na agroindústria e na produção animal. Segundo Pádua (2003) para cada tonelada de grãos produzidos é necessário mil toneladas de água, e para cada tonelada de peixes abatidos, são utilizados dez milhões de litros de água. Tiago e Giancesella (2003) afirmam que 70% da água disponível são destinados à agroindústria, 20% à indústria e menos de 10% ao consumo humano (higiene e abastecimento) como mostra a Gráfico 1.



Na aqüicultura essa problemática parece ser ainda maior. Além de haver a utilização de quantidades de água quase inaceitáveis para atualidade, ainda têm a questão da liberação de efluentes. Segundo Departamento de Aqüicultura/UFMG. (1995), para cada quilograma de ração lançada produz-se 25-50 gramas de amônia; 200-300 gramas de sólido em suspensão; 100-200 gramas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (D.B.O); 5-15 gramas de fosfato e 30-60 gramas de nitrato. Dessa maneira, o principal desafio da moderna aqüicultura é produzir utilizando o mínimo de água possível, liberar pouco ou nenhum efluente e manter bons índices zootécnicos.

Os sistemas fechados, ou de recirculação são usuais em diversos países em que a aqüicultura é bastante desenvolvida, tais como Israel e Japão (Kubtza, 2006). Acredita-se que

os custos de implantação e o difícil manejo sanitário sejam as principais razões para que as pesquisas sobre esse assunto sejam ainda limitadas no Brasil.

Pensando no uso racional da água e na manutenção da produtividade, o trabalho teve como objetivo comparar o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criados em sistema convencional de renovação de 40% de água diariamente, com um sistema fechado de recirculação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O Experimento foi desenvolvido no Laboratório de Aquicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em Porto Alegre, pelo grupo de pesquisa *Aquam* durante 56 dias (de 19 de Dezembro de 2008 até 13 de fevereiro de 2009).

2.2 Animais experimentais

Foram utilizados 100 juvenis de tilápia do Nilo (peso inicial \pm DP) revertidos sexualmente. Cada animal foi identificado com um *microship* introduzido na cavidade abdominal, após ser anestesiado com solução de Eugenol (50 mg/L). Em seguida distribuí-se aleatoriamente em dois grupos de 50 peixes e submetidos aos tratamentos com e sem emissão de efluentes, dessa forma, cada indivíduo foi considerado uma unidade experimental.

2.3 Tanques experimentais

Foram utilizados dois tanques de fibrocimento com volume útil de 800 litros cada. O tratamento convencional recebeu renovação diária de 40% do volume de água. Já o tratamento com recirculação foi equipado com um sistema de filtro biológico como ilustrado na figura 2, sendo necessária somente a reposição da água perdida por evaporação e da água utilizada na retro-lavagem.



Figura 1 - Tanque com filtro biológico

Fonte: Porto, 2008



Figura 2 - Tanque submetido à sifonagem diária.

Fonte: Porto, 2008

2.4 Tanque de recirculação

O tanque de recirculação possuía uma tubulação associada a uma bomba hidráulica e um *stand-pipe*, para manter o nível de água no tanque caso houvesse um vazamento em algum ponto do sistema. A oxigenação da água era proporcionada por duas colunas de aeração (*packed column aerator*) de cano PVC com 1,10m de altura de 0,20m de diâmetro, preenchidas por plástico específico para este tipo de uso (*pall-rings*).

O filtro foi construído com uma bombona plástica de 50L, preenchida com grânulos de polietileno de baixa densidade (PEBD) que flutuavam na água ($d= 0,91$) e serviam como meio filtrante para a formação de biofilme (colônia de bactérias nitrificantes, principalmente dos gêneros *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*). Internamente ao filtro foi instalada uma calha de acrílico, para concentrar os sólidos sedimentados no interior do filtro durante sua retro-lavagem. A existência desta calha reduziu o volume útil do filtro para 48L, com uma vazão final instalada de 40L/min. Para um filtro de $I_S= 0,3$, $TVC_{NAT}= 245g\ NAT/m^3\ dia$ e $P_{NAT}= 12g/dia$, foram necessários 34L de meio granular flutuante (*beads*) como preenchimento. O filtro biológico possuía fluxo ascendente, com uma entrada em sua parte inferior e uma saída em sua porção superior. Desta forma a água saída do fundo do tanque repleta de sedimentos, passava pelo filtro, sofria nitrificação e voltava para o tanque limpa e com reduzido teor de amônia. Havia ainda uma saída inferior para o escoamento do efluente da retro-lavagem do filtro que devia ocorrer de forma periódica. Todas as saídas e entradas do filtro foram protegidas por uma tela de malha menor que as dimensões dos *beads*, de forma a impedir sua saída do filtro.

A instalação hidráulica foi montada com encanamentos e conexões de PVC comuns (32 mm de diâmetro) de uso para água fria predial. O bombeamento necessário ao funcionamento do sistema de recirculação foi dado por uma bomba hidráulica elétrica de ½ hp, funcionando em tensão de 120V. Esta bomba tinha capacidade máxima de fornecimento de uma vazão de 40L/min e recalque hidráulico de 50 m como demonstrado na figura 4. Foi feito um sistema de *by-pass* paralelo ao filtro, de forma que a vazão para as colunas de aeração não precisasse ser interrompida durante a retro-lavagem ou manutenções do filtro.

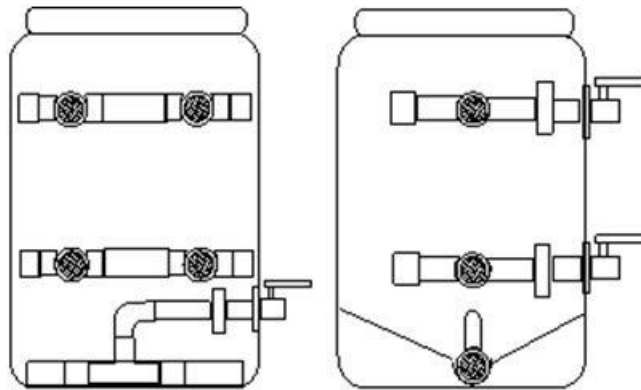


Figura 3 - Esquema do filtro biológico utilizado no experimento de recirculação com tilápias do Nilo.

Fonte: Porto,2008

2.5 Parâmetros físico-químicos da água de cultivo

Temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram monitorados diariamente (às 8 h) em cada tanque através de um oxímetro e pHmetro (YSI 55). Semanalmente foram coletadas amostras para quantificar a concentração de nitrogênio amoniacal total ($N-NH_3 + NH_4$) (por destilação de acordo com standard methods,2005) e alcalinidade (de acordo com standard methods,2005) da água.

2.6 Manejo alimentar e parâmetros de desempenho zootécnico

Os peixes foram alimentados com uma ração contendo 28% de PB, fornecida na proporção de 5% da biomassa contida em cada tanque, fracionada em três alimentações diárias e ajustada a partir de biometrias realizadas quinzenalmente.

Ao final de 30 dias experimentais foi determinado o ganho de peso (peso final – peso inicial), sobrevivência (número de animais vivos ao final do experimento/total de animais x 100) e conversão alimentar (ração consumida/ganho de peso). A taxa de crescimento específico (TCE) dos peixes expressa em $\% \text{ dia}^{-1}$ foi determinada de acordo com a fórmula sugerida por Bagenal & Tesch (1978).

$$TCE(\%d^{-1}) = \left(\frac{\ln W_f - \ln W_i}{t} \right) * 100$$

Onde: W_f = peso final dos peixes; W_i = peso inicial dos peixes; t = tempo em dias.

2.7 Análises Estatísticas

Os valores de desempenho dos animais nos dois tratamentos foram avaliados através do teste de Tukey HSD (α 0,05). Todos os testes foram conduzidos após serem confirmadas a homocedasticidade das variâncias e a normalidade da distribuição dos dados (Teste de kolmogorov-Sminov). Os parâmetros físico-químicos de qualidade da água foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis. Todas as análises foram realizadas utilizando o software STATISTICA® versão 7.0.

3 RESULTADOS

O sistema fechado apresentou valores superiores ($P < 0,05$) em relação ao convencional para oxigênio dissolvido (4,66 mg/L e 4,23 mg/L), pH (6,59 e 6,21) e alcalinidade (64,58 mg/L e 21,08 mg/L de CaCO_3). A concentração de nitrogênio amoniacal total (NAT) foi maior no sistema convencional (4,94 mg/L e 1,54 mg/L) como pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1 - Média dos parâmetros de qualidade de água, nos sistemas fechado e convencional verificados no experimento com tilápia do Nilo.

	SISTEMA FECHADO	SISTEMA CONVENCIONAL
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	4,66 ^a	4,23 ^b
pH	6,59 ^a	6,21 ^b
ALCALINIDADE	64,58 ^a	21,08 ^b
NITROGÊNIO AMONIAICAL TOTAL	4,94 ^a	1,54 ^b

O ganho de peso foi maior ($p < 0,05$) no sistema com recirculação quando comparado com o convencional (315,2 g e 293,12 g). A taxa de crescimento específico foi 2,25 % e 2,13 %/dia e o fator de conversão alimentar foi 1,14 e 1,22 nos sistemas com recirculação e convencional, respectivamente como ilustra o gráfico 2, 3 e 4 respectivamente.

Gráfico 2 - Comparação entre médias dos pesos de tilápia do Nilo em sistema convencional e sistema de recirculação, durante 56 dias

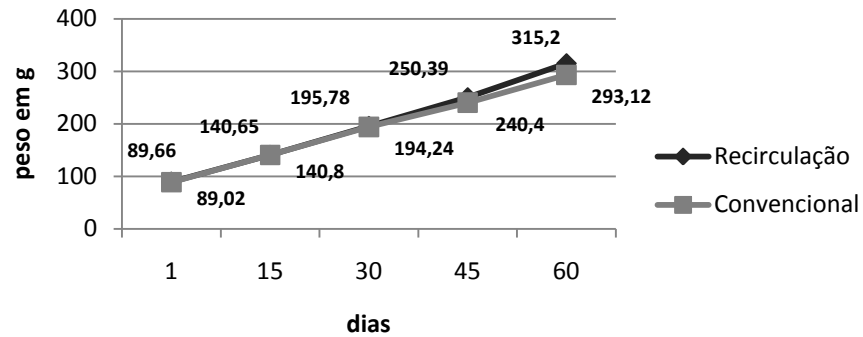


Gráfico 3 - Comparação entre o Fator de conversão alimentar de tilápis do Nilo em sistema convencional e sistema de recirculação, durante 56 dias.

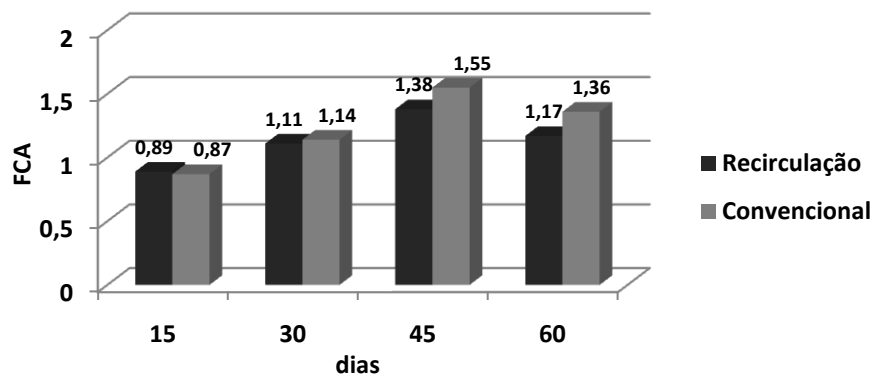
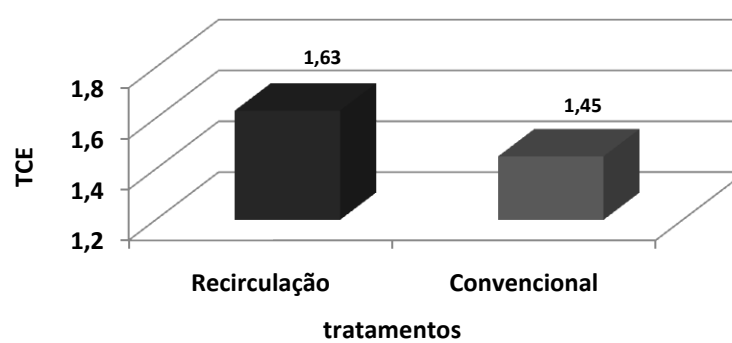


Gráfico 4 - Comparação entre taxa de crescimento de tilápia do Nilo em sistema de recirculação e sistema convencional, durante 56 dias



4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no trabalho foram bastante satisfatórios. Os índices de qualidade de água foram significativamente melhores no tanque com o filtro biológico quando comparados aos do tanque que sofreu renovação de 40% de água diariamente. Dessa forma, os resultados de desempenho zootécnicos também foram superiores dos animais do tratamento fechado do que os animais do tratamento convencional.

4.1 Parâmetros de qualidade de água

Os valores de maior relevância para qualidade da água são o pH, o Oxigênio dissolvido, a alcalinidade e Nitrogênio amoniacal total (NAT) que se mantiveram dentro dos padrões para a espécie (ARANA, 2004), como encontrado na literatura (CORRÊIA, 2009)

4.1.1 pH

O os valores de pH da água indicam se essa possui reação ácida ou básica (KUBITZA, 1998). De forma resumida, valores de pH de 6,0 a 9,0 são bons para produção de peixes (BALDISSEROTTO, 2009), já valores abaixo ou acima desta faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução e, em última instância, causar a morte dos animais. Os valores de pH podem variar durante o dia, diminuindo em função do aumento na concentração de gás carbônico (CO₂) na água. O processo de nitrificação consome H, diminuindo assim o pH do ambiente.

4.1.2 Oxigênio Dissolvido (OD)

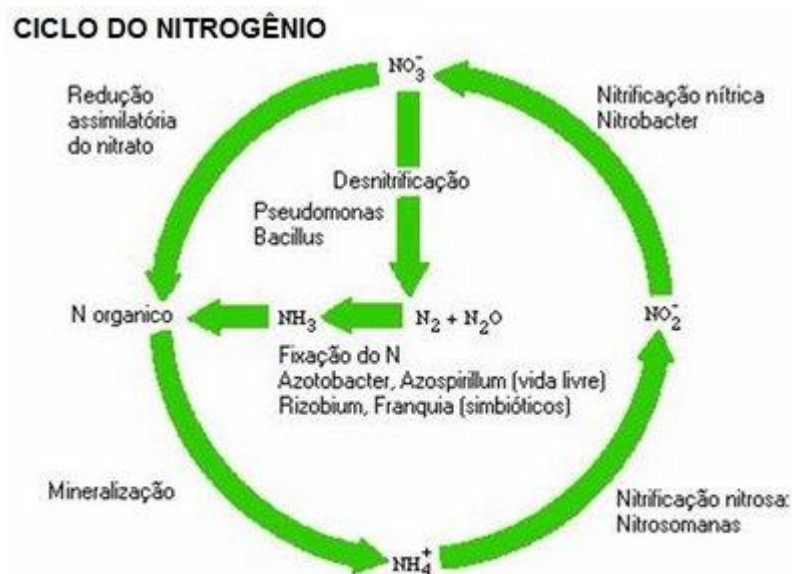
O oxigênio dissolvido (OD) é um dos parâmetros mais importantes da aquicultura, sendo sua baixa concentração limitante para produção de peixes. Bactérias aeróbicas e outros organismos do tanque também são dependentes desse elemento. Cada espécie apresenta um nível ótimo de OD para manter seu conforto e produtividade, mas de maneira geral, preconiza-se um nível mínimo de 4 mg/L (MOREIRA et. al, 2001). Existem várias maneiras de manter um bom nível de OD, desde controlar a densidade populacional do tanque, adição de aeradores artificiais, até quedas de água. O sistema fechado apresenta uma maior movimentação da água do tanque e conseqüentemente, maior concentração de Oxigênio dissolvido.

4.1.3 Alcalinidade

A alcalinidade se refere à concentração de sais na água (MOREIRA et. al. 2001). O processo de nitrificação e o metabolismo dos peixes produzem ácidos que diminuem a capacidade de tamponamento da água, sendo necessário suplementar a alcalinidade perdida com carbonato de cálcio. Da mesma forma, o oxigênio dissolvido é consumido pela ação das bactérias nitrificantes e este também tem que ser suplementado durante a produção. Valor contrário ao encontrado na literatura (KUBITZA, 1998). A água do laboratório de Aquicultura da UFRGS apresenta uma alta alcalinidade e como o sistema convencional sofria revoação diária de 40% de água, esse se manteve maior do que o sistema fechado que atingiu o equilíbrio com o tempo.

4.1.4 Nitrogênio amoniacal total (NAT)

A amônia é um metabólito proveniente da excreção nitrogenada dos peixes e outros organismos aquáticos e da decomposição microbiana de resíduos orgânicos (KUBITZA, 1998) sendo assim bastante tóxico para os peixes. Por isso é importante que se faça a sifonagem para promover a eliminação de sólidos sedimentados e de amônia excedente, em sistemas abertos. Já em sistemas de recirculação com filtro biológico, as bactérias são responsáveis por retirar a amônia do sistema. Por isso foram observados resultados menores de NAT no tratamento fechado, comparado com o tratamento convencional.



Fonte: Microorganismos e os ciclos biogeoquímicos
Aroldo Correa da Fonseca e Edilsa Rosa Silva

Figura 4 - ciclo do Nitrogênio

4.2 Índices zootécnicos

Os índices zootécnicos mais relevantes são o ganho de peso, a taxa de crescimento específico e a taxa de conversão alimentar. O fato, de esses parâmetros terem sido melhores no sistema fechado pode ser entendido quando percebemos que o filtro biológico é responsável pelo equilíbrio que o sistema atinge após os primeiros trinta dias de funcionamento, com a formação de uma colônia de bactérias nitrificantes de tamanho suficiente para manter o sistema com baixos índices de amônia. Além disso, o fato de não retirarmos água do sistema, e conseqüentemente não termos que repor o volume perdido mantém o sistema em equilíbrio e elimina um manejo estressante para os peixes. Quando os valores de pH, temperatura e alcalinidade são mantidos estáveis, e em faixa boa para produção, animais ectotérmicos, como os peixes, conseguem manter bons índices produtivos, tanto de crescimento, quanto de engorda. Sinais semelhantes foram encontrados por CORRÊIA et.al., 2009.

Sendo assim, o sistema fechado se mostrou muito vantajoso. Pois melhora os índices zootécnicos, mantém boa qualidade da água, reduz o consumo da água, sem liberar efluentes.

5 REFERÊNCIAS

TIAGO, Glaucio G., GIANESELLA, Sônia F. O USO DA ÁGUA PELA AQUICULTURA: ESTRATÉGIAS E FERRAMENTAS DE IMPLEMENTAÇÃO E GESTÃO. **Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1-7, 2003.

KUBTZA, Fernando. SISTEMAS DE RECIRCULAÇÃO: SISTEMAS FECHADOS COM TRATAMENTO E REUSO DA ÁGUA. **Panorama da Aquicultura**, São Paulo, v. 16, n. 95, p. 15-22, 2006.

PÁDUA H. B. de. A ÁGUA E A POLUIÇÃO GERADA PELA AQUICULTURA. **Caderno de doutrina ambiental**, 2003.

SEGINER Ido, MOZES Noam, LAHAV Ori. A DESIGN STUDY ON THE OPTIMAL WATER REFRESHMENT RATE IN RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS. **Aquacultural Engineering**, Israel, v. 38, p. 171-180, 2008.

OTOSHI Clete A., ARCE Steve M., MOSS Shuan M. GROWTH AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROODSTOCK SHRIMP REARED IN A BIOSECURE RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM VERSUS A FLOW-THROUGH POND. **Aquacultural Engineering**, USA, v. 29, p. 93-107, 2003.

KUBTZA, Fernando. QUALIDADE DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DE PEIXES: PARTE I. **Panorama da Aquicultura**, São Paulo, v. 8, n. 45, 36-41, 1998.

HALACHMI Ilan, SIMON Yitzchak, GUETTA Rami, HLLERMAN Eric M. A NOVEL COMPUTER SIMULATION MODEL FOR DESIGN AND MANAGEMENT OF RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS. **Aquacultural Engineering**. Israel, v. 32, p. 443-464, 2005.

PIEDRAHITA Raul H. REDUCING THE POTENTIAL ENVIRONMENTAL IMPACT OF TANK AQUACULTURE EFFLUENTS THROUGH INTENSIFICATION AND RECIRCULATION. **Aquaculture**. California, v. 226, p. 35-44, 2003.

EDING E. H., KANSTRA A., VERRETH J. A. J., HUISMAN E. A., KLAPWIJK A. DESIGN AND OPERATION OF NITRIFYING TRICKLING FILTERS IN RECIRCULATING AQUACULTURE: A REVIEW. **Aquacultural Engineering**. Holanda, v. 34, p.234-260, 2006.

CORRÊIA Viviani, NETO João R., VEIVERBEG Cátia A., BERGAMIN Giovane T., PEDRON Fábio de A., FERREIRA Cristiano C., EMANUELLI Tatiana, RIBEIRO Cristiane P. CRESCIMENTO DE JUNDIÁ E CARPA HÚNGARA CRIADOS EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA. **Ciencia Rural**. Santa Maria, v. 39, n. 5, p, 1533-1539, 2009.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de Peixes Aplicada à Piscicultura**. 2. Ed. Santa Maria: ufsm, 2009.

MOREIRA, H. L. M., VARGAS L., RIBEIRO R. P., ZIMMERMANN S. **Fundamentos da Moderna Aquicultura**. Canoas: 2001.