



## Avaliação da qualidade da água e dos parâmetros do efluente gerado em policultivos de carpas, jundiás e tilápias-do-nilo em diferentes proporções

**Adalberto Pandolfo<sup>1</sup>, Aline Pimentel Gomes<sup>2</sup>, Ritielli Berticelli<sup>3</sup>, Janaina Brum Gularate Borges<sup>4</sup>, Natália Hauenstein Eckert<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Universidade de Passo Fundo (adalbertopandolfo@hotmail.com); <sup>2</sup> Universidade de Passo Fundo (alinegomes1977@hotmail.com); <sup>3</sup> Universidade de Passo Fundo (ritiberticelli@yahoo.com.br); <sup>4</sup> Universidade de Passo Fundo (jbkularte@hotmail.com); <sup>5</sup> Universidade de Passo Fundo (nataliahe.arq@gmail.com)

**Resumo:** A produção de peixes em tanques de cultivo já é praticada a mais de cinco décadas no Rio Grande do Sul, e o sistema comumente utilizado é o policultivo de carpas, que consiste na consorciação de diferentes espécies de carpas visando melhorar o rendimento de cada uma e consequentemente obter uma produtividade maior. Porém, o policultivo de carpas atualmente utilizado possui baixo nível tecnológico, a produção obtida é considerada pequena e, além disso, ocorre a liberação de água eutrofizada nos corpos naturais d'água ocasionando um desequilíbrio no ambiente aquático natural. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água e os parâmetros do efluente gerado no policultivo tradicional de carpas e nos policultivos com substituição parcial de 25, 50 e 75 % das carpas por jundiás e tilápias-do-Nilo. Foram medidos: temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, alcalinidade total, dureza, transparência da água, fósforo total, total de N amoniacal, DBO, DQO e SST. Concluiu-se que a substituição de 25% das carpas por jundiás e tilápias-do-Nilo apresenta parâmetros de efluente com melhor qualidade.

Palavras-chave: Policultivo de peixes, Água de piscicultura, Efluente de piscicultura.

Área Temática: Tema 1 – Águas residuárias.

## Evaluation of water quality and effluent parameters generated in polycultures of carps, catfishes and nile tilapia in different proportions

**Abstract:** The production of fish in farm ponds is already practiced for over five decades in Rio Grande do Sul, and the system used is carp polyculture, which consists of intercropping different species of carp to improve the performance of each one and therefore achieve greater productivity. However, carp polyculture currently used has a low level of technology, the production obtained is considered small and the release of eutrophic water in natural bodies causes an imbalance in natural aquatic environment. The objective of this study is to evaluate the water quality and the effluent parameters generated in the traditional carp polyculture and in the polyculture with partial substitution of 25, 50 and 75% of carp by catfish and Nile tilapia. Water temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, total alkalinity, hardness, water transparency, total phosphorus, total ammonia nitrogen, BOD, COD and TSS were measured. It was concluded that substitution of 25% of carp by catfish and Nile tilapia presents better effluent parameters quality.

Key words: Polyculture of fish, Water of fish farms, Effluent of fish farms.

Theme Area: Theme 1 - residual waters .



## 1 Introdução

A população mundial vem crescendo de maneira acelerada, gerando assim a necessidade de produção de alimentos de qualidade e em quantidade capaz de suprir a crescente demanda, necessitando desta forma investimento em pesquisa, como por exemplo, de cultivos alternativos para a produção de alimentos.

As regiões norte e noroeste do estado do Rio Grande do Sul apresentam importantes bacias hidrográficas. O modelo de cultivo mais difundido atualmente nessas regiões é o policultivo de carpas, sendo a espécie principal a carpa húngara (*Cyprinus carpio*) e as complementares, as carpas chinesas, Capim (*Ctenopharyngodon idella*), Cabeça-Grande (*Aristichthys nobilis*) e Prateada (*Hipophthalmichthys molitrix*) em percentuais variados de acordo com o mercado e disponibilidade de alimento. Como resultado, este modelo de cultivo, além de propiciar uma produção na ordem de 1,3 t/ha/ano, acaba gerando uma grande quantidade de efluentes altamente carregados em partículas de solo e com grande quantidade de nutrientes.

A eutrofização de corpos d'água é o processo que resulta em um aumento de nutrientes essenciais para o fitoplâncton e plantas aquáticas superiores, principalmente nitrogênio, fósforo, potássio, carbono e ferro. Como desencadeadores da eutrofização natural podem-se citar os nutrientes trazidos pelas chuvas e águas superficiais que erodem e lavam a superfície terrestre. O problema, no entanto, é a eutrofização artificial, também chamada de eutrofização acelerada ou antrópica.

Quando controlada, para fins de piscicultura, a reprodução das condições eutróficas pode ser desejável, pois permite a multiplicação de algas que servem de alimento para os microcrustáceos, que por sua vez constituem o alimento das larvas da maioria dos peixes. Nas últimas décadas, entretanto, a eutrofização natural tem sido agravada pela eutrofização artificial decorrente do lançamento, nos corpos d'água, dos efluentes destas pisciculturas.

O aumento de produção de matéria orgânica vegetal e animal em decorrência da eutrofização artificial têm como consequência direta o aumento da quantidade de detritos orgânicos (restos de matéria orgânica morta). A decomposição desses detritos por microorganismos consome quantidade expressiva de oxigênio. Nessas condições surgem outros gases resultantes da atividade de bactérias anaeróbias, entre os quais o gás sulfídrico e o metano. São gases venenosos para a maioria dos organismos aquáticos, especialmente para os peixes, dessa forma os peixes e outros organismos morrem por asfixia.

É necessário o desenvolvimento de sistemas de produção de peixes que produzam efluentes de melhor qualidade, tanto no tocante a sólidos em suspensão, quanto em relação à quantidade de nutrientes (em especial fósforo e nitrogênio). Estes novos sistemas de produção devem evitar ou diminuir a níveis toleráveis o assoreamento e a eutrofização dos corpos receptores e, consequentemente, de suas bacias hidrográficas.

O objetivo deste artigo é avaliar a qualidade da água e os parâmetros do efluente gerado em policultivos de carpas, jundiás e tilápias-do-Nilo em diferentes proporções.

## 2 Policultivo de peixes

Policultivo é o sistema de cultivo em que se utiliza mais de uma espécie de peixe ao mesmo tempo em um mesmo viveiro. O principal objetivo é o de aproveitar melhor os nutrientes existentes no viveiro sem que as espécies competam entre si.

O policultivo de carpas é um dos sistemas de cultivo mais utilizados no mundo. Neste cultivo todas as espécies de carpas têm importante papel para o aproveitamento do alimento natural produzido no viveiro. As carpas-capim consomem as plantas macrófitas e as suas fezes contribuem para a adubação do tanque. A carpa húngara é importante, pois revolve o fundo, liberando nutrientes para a água, que por sua vez contribuem para o desenvolvimento



de plâncton, que também serve de alimento para a carpa prateada e para a cabeça-grande (Figura 1). A carpa prateada tem papel vital no controle das algas. Por isso, todas as espécies são importantes para o maior aproveitamento do viveiro.

Figura 1 – Carpas utilizadas no Policultivo Tradicional. Esquerda superior: Carpa Húngara; Inferior: Carpa-capim; Direita Superior: Carpa Prateada; Inferior: Carpa Cabeça-Grande



O policultivo de peixes evoluiu muito desde a década de 1950 com a introdução das carpas herbívoras e plantófagas originárias da China (HORVÁTH & TAMÁS, 1984). Desse modo, o policultivo de diferentes espécies de carpas promoveu um grande acréscimo de produtividade por ocupar nichos tróficos vagos.

Souza & Barcellos (1998) afirmam que o policultivo pode elevar a produção do reservatório por utilizar totalmente a cadeia alimentar, diminuindo o custo em ração. Neste sistema, as espécies de peixes utilizadas ocupam todas as camadas do tanque: superior, média e inferior, e o hábito alimentar de cada espécie é diferente, evitando que haja competição por alimento.

Segundo Horváth & Tamás (1984), com o melhor aproveitamento dos diferentes níveis tróficos, criam-se novas fontes alimentares a serem aproveitadas. Lutz (2003) afirma que há um sinergismo entre as espécies, ou seja, muitas espécies têm um desempenho melhorado na presença de outras. Segundo os autores, o policultivo vem recebendo atenção em razão da possibilidade de aumento de eficiência nos sistemas de produção aquícola e por reduzir os impactos ambientais do excesso de nutrientes presentes nos efluentes da piscicultura.

O policultivo usual de carpas é composto de 70% de carpa húngara e 30% de carpas plantófagas/herbívoras, porém esses percentuais podem se alterar de acordo com a disponibilidade de algas no tanque. A carpa comum tende a ser a espécie usada em maior proporção nos policultivos, porque se alimenta de bentos e espécies de zooplâncton maior, bem como de insetos, invertebrados, sementes e plantas aquáticas. No policultivo as necessidades protéicas são supridas por fontes naturais (bentos e plâncton) e as necessidades energéticas por uma suplementação de grãos com alto teor de amido (HORVÁTH & TAMÁS, 1984).

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é um peixe onívoro com leve tendência carnívora (GOMES et al., 2000), mas também se alimenta de plâncton maior e bentos, tendo uma alta preferência por proteína de origem animal, faz no policultivo, papel de predador para controle na reprodução natural da carpa húngara (Figura 2).



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Figura 2 – Figura ilustrativa de exemplares de Jundiá (*Rhamdia quelen*)



Em relação à utilização da espécie em sistemas de cultivo, este peixe já vem sendo estudado por vários grupos de pesquisadores no Brasil e em outros países latino-americanos, pois apresenta excelentes características zootécnicas, como a docilidade, a rusticidade e qualidade de carne, atraindo cada vez mais os piscicultores, principalmente para o cultivo em áreas nas quais é endêmico.

Segundo Barcellos et al. (2003), o jundiá é uma espécie apropriada para a produção em regiões onde o clima temperado e subtropical é o predominante. Em culturas intensivas, no sistema de monocultivo em gaiolas, apresenta alta sobrevivência (90% a 100%) e peso final de  $63,74 \pm 3,69$  g após três meses de cultivo aproximadamente.

Conforme Warken (2009), as principais espécies de peixes usadas na composição dos policultivos em Santa Catarina, são: carpa comum, carpa prateada, carpa cabeça grande, carpa capim, tilápia nilótica, pacu, cascudo, bagre africano, bagre americano, tambaqui. O jundiá também vem sendo utilizado no policultivo integrado, substituindo o bagre africano.

No sistema de policultivo as carpas responsáveis por filtrar a água são as carpas prateada e cabeça-grande. A utilização da tilápia juntamente com as carpas prateadas e cabeça-grande, ou no lugar destas, baseia-se no fato de que as tilápias também são filtradoras e apresentam rápido ganho em peso na época mais quente e tem boa aceitação no mercado (Figura 3).

A consociação de tilápias-do-Nilo com carpas é comum em sistemas semi-intensivos de produção com base em fertilização, pois a combinação de tilápia-do-Nilo, carpa comum e carpa prateada maximiza a utilização do alimento natural disponível (ABDELGHANY & AHMAD, 2002).

Outros autores também já utilizaram tilápias-do-Nilo em policultivos com carpas em sistemas semi-intensivos, como Milstein et al. (1995), que verificaram os efeitos combinados da fertilização química, adubação orgânica e suplementação artificial na performance dos peixes, obtendo melhores rendimentos nas situações em que todas as variáveis foram aplicadas.

Figura 3 – Figura ilustrativa de exemplar de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)





A alimentação da carpa capim é feita a base de forragem verde e macrofitas que se desenvolvem na água do rio, é uma espécie eficiente no controle da eutrofização causada por poluição industrial e fertilizantes químicos usados na agricultura, que provocam o crescimento de plantas aquáticas difíceis de serem controladas de forma mecânica ou química (HORVÁTH & TAMÁS, 1994). Os seus excrementos contêm abundância de detritos que auxiliam na fertilização do tanque e consequentemente estimulam a produção de fitoplâncton, zooplâncton e bentos (SOUZA & BARCELLOS, 1998). A taxa de sobrevivência desta espécie neste sistema de cultivo é, segundo Jena et al. (2002) e Zoccarato et al. (1995), de 90% a 100%.

De acordo com Kestemont (1995), o crescimento e o rendimento de cada espécie tende a ser mais alto nos policultivos do que nos monocultivos, em virtude das interações positivas das espécies.

Segundo estudo de Jena et al. (2002), um policultivo com carpas pode atingir produtividade em torno de 7 t/ha/ano em sistemas de múltiplas colheitas para densidade de estocagem utilizada de 10.000 alevinos por hectare. Neste sistema de cultivo de carpas foram obtidos índices de conversão alimentar que variam de 1,47 até 3,16 kg de alimento consumido por quilograma de peixe produzido. Porém índices obtidos por Abdelghany & Ahmad (2002) foram menores, variando de 0,46 a 1,37 kg de alimento por quilograma de peixe produzido, demonstrando com isto que bons índices podem ser alcançados em policultivos baseados em fertilização e suplementados com alimento inerte.

Segundo Valenti (2002), entre os principais impactos ambientais causados pela piscicultura é a liberação de efluentes ricos em nutrientes, principalmente nitrogênio (N) e fósforo (P), causando a eutrofização nos corpos d'água naturais.

A principal fonte de nitrogênio e fósforo em um tanque de piscicultura é a proveniente da alimentação dos peixes (ração) e da adubação realizada no tanque, porém, em geral, apenas 25% a 30% do nitrogênio e do fósforo aplicado é recuperado na forma de biomassa (BOYD & TUCKER, 1998).

Devido a esta baixa utilização de P e N na dieta, estes nutrientes podem acabar como resíduos metabólicos. Aliado a isto, no processo de despresa final, no momento da drenagem do tanque e no movimento da rede de despresa, ocorre o revolvimento do sedimento e consequentemente a eliminação de um efluente com uma alta carga de nutrientes (BUTZ 1988).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, na resolução n º 357, estabelece que para os rios e seus afluentes, o nível de P máximo permitido é 0,15 mg L-1 com níveis de oxigênio dissolvido (OD) superior a 5,0 mg L-1. Assim, o nível de P em efluentes da aquicultura deve permanecer dentro do nível máximo permitido P em corpos hídricos receptores.

Uma possível solução para este problema é o uso de sistemas de cultivo que utilizam mais eficientemente os nutrientes da água na cadeia alimentar, como acontece em policultivo (KESTEMONT, 1995).

### 3 Medoologia

Este estudo foi realizado durante os meses de novembro de 2009 a maio de 2010 em Passo Fundo, RS. Foram realizadas aferições para verificação da qualidade da água dos tanques. A temperatura da água e concentrações de oxigênio dissolvido foram medidos duas vezes ao dia a uma profundidade de 30 cm, com medidor de. Ao mesmo tempo, pH (Bernauer medidor de pH), o total de N amoniacal (teste colorimétrico, precisão de 0,1 mg L-1) e a transparência da água (disco de Secchi) também foram avaliadas a alcalinidade total e dureza foram medidos com testes colorimétricos (precisão de 0,2 mg CaCO<sub>3</sub> L-1 para ambos os



testes).

Para a aferição dos parâmetros do efluente, a alimentação foi suspensa um dia antes da colheita. Inicialmente, 70% do total de água do tanque foi drenada lentamente durante a noite. Na parte da manhã, os peixes foram capturados por meio de rede de arrasto, e após a drenagem final do tanque, aqueles que permaneceram na lama foram coletados manualmente. Neste trabalho, o efluente é definido como a água que é intencionalmente descartada quando o tanque é drenado para a colheita final.

Durante o processo de drenagem, foram coletadas três amostras de cada tanque após a passagem da rede de despensa. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foi determinada utilizando o padrão de DBO 5 dias, aferiu-se a amônia total, utilizando o método de fenol; mediu-se o ortofosfato e o fósforo total, por método colorimétrico. Os sólidos totais em suspensão (SST) foram medidos a partir do peso do resíduo filtrado em fibra de vidro 1mm. - A demanda química de oxigênio (DQO) foi medida através do método de oxidação do dicromato (Boyd, 1979). Todos os procedimentos de amostragem de efluentes, a preservação e a determinação analítica foram feitas de acordo com o Standard Methods determinados pela American Public Health Association (1992).

#### 4 Resultados

Na Tabela 1 são apresentados os resultados dos parâmetros de qualidade da água onde observa-se que existem diferenças significativas na temperatura da água entre a manhã e a tarde.

Houve diferença significativa nos níveis de oxigênio dissolvido aferido no período da manhã e o aferido no período da tarde, já o pH apresentou valores próximos nos policultivos. Não houve diferenças entre os tratamentos na transparência da água medida com o disco de Secchi, enquanto a alcalinidade foi significativamente menor no Policultivo Tradicional (nível de significância  $<0,05$ ). Da mesma forma, a dureza total no tratamento controle foi menor. Os valores totais de amônia-N foram sempre inferiores a 0,5 mg/L em todos os tanques.

**Tabela 1 – Valores médios ( $\pm$  EPM) dos parâmetros de qualidade da água nos diferentes tratamentos**

| Parâmetros Qualidade de Água        | Tradicional      | P25              | P50               | P75              |
|-------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Temperatura Água (8:00 h, °C)       | $22,90 \pm 0,40$ | $23,2 \pm 0,30$  | $23,2 \pm 0,30$   | $23,10 \pm 0,10$ |
| Temperatura Água (16:00h, °C)       | $22,5 \pm 0,80$  | $25,6 \pm 0,80$  | $25,20 \pm 0,70$  | $25,40 \pm 0,60$ |
| Oxigênio Dissolvido (8:00h, mg/L)   | $3,51 \pm 0,23$  | $4,34 \pm 0,27$  | $3,81 \pm 0,33$   | $4,01 \pm 0,32$  |
| Oxigênio Dissolvido (16:00, mg/L)   | $5,01 \pm 0,61$  | $6,09 \pm 0,63$  | $5,33 \pm 0,71$   | $6,30 \pm 0,55$  |
| pH                                  | $6,81 \pm 0,14$  | $6,81 \pm 0,09$  | $6,84 \pm 0,14$   | $7,11 \pm 0,21$  |
| Condutividade Elétrica (mOsm/ L)    | $135,5 \pm 4,10$ | $119,1 \pm 6,10$ | $103,10 \pm 5,90$ | $123,10 \pm 5,0$ |
| Alcalinidade                        | $46,30 \pm 3,10$ | $65,30 \pm 2,70$ | $64,20 \pm 4,60$  | $63,0 \pm 3,50$  |
| Dureza Total                        | $26,3 \pm 3,90$  | $48,0 \pm 4,0$   | $41,90 \pm 5,70$  | $43,0 \pm 4,0$   |
| Transparência (disco de Secchi, cm) | $32,80 \pm 6,50$ | $36,90 \pm 4,30$ | $41,60 \pm 4,80$  | $39,3 \pm 4,10$  |

Policultivo Tradicional - controle, policultivo convencional I

P25 – policultivo com 25% de substituição da carpa húngara por jundiás e das carpas filtradoras por tilápias-do-Nilo

P50 – policultivo com 50% de substituição da carpa húngara por jundiás e das carpas filtradoras por tilápias-do-Nilo

P75 – policultivo com 75% de substituição da carpa húngara por jundiás e das carpas filtradoras por tilápias-do-Nilo

Os níveis de fósforo total (P), nitrogênio total (N), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a demanda química de oxigênio (DQO), os sólidos suspensos totais (SST) e o



oxigênio dissolvido são apresentados na Tabela 2, onde letras diferentes indicam que houve diferenças significativas entre tratamentos.

Tabela 2 – Valores médios ( $\pm$  EPM) medidos para efluentes nos diferentes tratamentos

| Parâmetros do Efluente                        | Tratamentos                |                           |                           |                           |
|---|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|   | Tradicional                | P25                       | P50                       | P75                       |
| Fósforo Total (mg/ L)                         | <b>B</b> $0,09 \pm 0,02$   | <b>B</b> $0,11 \pm 0,03$  | <b>A</b> $0,55 \pm 0,08$  | <b>A</b> $0,37 \pm 0,08$  |
| Nitrogênio Total (mg/ L)                      | $4,70 \pm 0,94$            | $4,36 \pm 0,55$           | $5,09 \pm 0,51$           | $5,05 \pm 1,07$           |
| Demandas Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mg/ L) | $61,0 \pm 5,0$             | $64,0 \pm 6,20$           | $69,0 \pm 4,20$           | $69,50 \pm 9,90$          |
| Demandas Química de Oxigênio (mg/L)           | $289,70 \pm 123,90$        | $308,3 \pm 114,3$         | $259,30 \pm 81,90$        | $220,10 \pm 110,10$       |
| Sólidos Totais em Suspensão (mg/ L)           | <b>A</b> $95,87 \pm 18,41$ | <b>B</b> $24,78 \pm 9,84$ | <b>B</b> $19,13 \pm 7,08$ | <b>B</b> $15,95 \pm 5,33$ |
| Oxigênio Dissolvido (mg/ L)                   | $5,10 \pm 0,40$            | $5,80 \pm 0,10$           | $4,90 \pm 0,40$           | $5,0 \pm 0,80$            |

Os níveis médios de P no efluente descarregado a partir de tratamentos P50 e P75 foram maiores (nível de significância  $< 0,0001$ ) que os teores de P medidos nas descargas de efluentes do policultivo tradicional e do P25.

Com relação à resolução do CONAMA 357, o limite superior de P em efluentes lançados nos corpos receptores, foi de 0,15 mg/L, somente o policultivo tradicional e o P25 apresentaram valores de P menores do que o permitido pela legislação.

Os sólidos em suspensão verificados no efluente do Policultivo Tradicional foram superiores aos encontrados em P25, P50 e P75 (nível de significância  $< 0,0001$ ). Todos os policultivos testados apresentaram valores semelhantes no N total, DBO, DQO, OD em seus efluentes, dentro dos valores esperados para piscicultura.

## 5 Considerações finais

O policultivo com a substituição parcial das carpas por jundiás e tilápias-do-Nilo é uma alternativa adequada para a piscicultura no RS, obtendo um aumento significativo na produtividade de biomassa.

O P25 apresentou a melhor taxa de oxigênio dissolvido, concluindo-se que houve interação positiva entre as espécies e o meio ambiente aquático. Não houve diferença significativa no pH, condutividade elétrica e na transparência da água.

O policultivo P25 apresentou a melhor qualidade de água durante o período de cultivo e o efluente com parâmetros de sólidos totais em suspensão e fósforo total dentro do estabelecido pela resolução do CONAMA 357.

Em face dos resultados obtidos, sugere-se a utilização do Policultivo com 25% de substituição das carpas por jundiás e tilápias-do-Nilo, por este sistema apresentar um rendimento de biomassa ótimo e um efluente com padrões aceitáveis.

## Referências

ABDELGHANY, A.E.; AHMAD, M.H. Effects of feeding rates on growth and production of Nile tilapia, common carp and silver carp polycultured in fertilized ponds. *Aquaculture Research*, Stirling, v.33, p.415-423, 2002.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

BARCELLOS, L.J.G.; KREUTZ, L.C.; RODRIGUES, L.B.; FIOREZE, I.; QUEVEDO, R.M.; CERICATO, L.; CONRAD, J.; FAGUNDES, M.; SOSO, A.; LACERDA, L.A.; TERRA, S. Hematological and biochemical characteristics of male jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard Pimelodidae): changes after harvest acute stress. **Aquaculture Research**, Stirling, v.34, n.14, p.1465-1469, 2003.

BOYD, C.E., **Water quality management for pond fish culture**. Elsevier Scientific Publishing. New York, USA. 1979.

BOYD, C.E., TUCKER, C.S., **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA. 1998, 700 p.

BUTZ, I., 1988. **Situation of fish-farm effluents in Austria**. Monistettuja Julkaisuja 74, 4-12.

GOMES, L. C.; GOLOMBIESKI, J.I.; REGINA, A.; GOMES, C.; BALDISSEROTO, B.; Biology of *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, p.179-185, 2000.

HORVÁTH, L.; TAMÁS, G. **Special methods in pond fish husbandry** Budapest: Akadémiai Kiadó, 1984. 148p.

JENA, J.K.; AYYAPPAN, S.; ARAVINDAKSHAN, P.K. Comparative evaluation of production performance in varied cropping patterns of carp polyculture systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v.207, p.49-64, 2002.

KESTMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. **Aquaculture**, Amsterdam, v.129, p.347-372, 1995.

LUTZ, C.G. Polyculture: principles, practices, problems, and promise. **Aquaculture Magazine**, San Diego, v.March/April, p.1-5, 2003.

MILSTEIN, A.; ALKON, A. KARPLUS, I.; KOCHBA, M.; AVNIMELECH, Y. Combined effects of fertilization rate, manuring and feed pellet application on fish performance and water quality in polyculture ponds. **Aquaculture Research**, Stirling, v.26, p.55-65, 1995.

SOUZA, S.M.G.; BARCELLOS, L.J.G. **Piscicultura: Recria e Engorda**. Porto Alegre: SENAR-RS, 1998. 188p.

VALENTI, W. C., 2002. Aquicultura sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. **Anais**...p.111-118

WARKEN, J.A.; **Policultivo de Peixes Integrados: O modelo do Oeste de Santa Catarina**. Sul Brasil Rural, 8º Edição, 2009.

ZOCCARATO, I.; BENATTI, G.; CALVI, S.L.; BIANCHINI, M.L. Use of pig manure as fertilizer with or without supplement feed in pond carp production in Northern Italy. **Aquaculture**, Amsterdam, v.129, p.387-390, 1995.