

Análise de coliformes fecais na água de policultivo de peixes integrados à suinocultura

Osmar Tomazelli Júnior⁽¹⁾; Jorge de Matos Casaca⁽²⁾ e Renato Dittrich⁽³⁾

Resumo – Como a suinocultura está presente na maioria das pequenas propriedades rurais do Oeste Catarinense, criou-se um cenário favorável para a produção de peixes em policultivo com fertilização através de dejetos de suínos. Embora reconhecido por especialistas que este sistema de cultivo vem colaborar com a melhoria da qualidade ambiental, o produtor rural tem enfrentado críticas de que a piscicultura integrada à suinocultura estaria promovendo a contaminação dos riachos que recebem seus efluentes. O objetivo deste trabalho foi estudar a qualidade da água dos efluentes produzidos pela piscicultura com ênfase em indicadores de contaminação fecal. Durante dois anos foram monitorados 26 viveiros nos três modelos de aporte de dejetos: horizontal, vertical e variável, de um total de 161 viveiros no município de Chapecó. A concentração de coliformes fecais de até 1.000NMP/100ml nos efluentes ocorreu em 69,9%; 77,8% e 86,5% das 396 amostras analisadas nos modelos vertical, horizontal e variável, respectivamente. A concentração de até 4.000NMP/100ml ocorreu em pelo menos 88,5% das amostras analisadas, para os três modelos de aporte de dejetos. A legislação ambiental de Santa Catarina estabelece para os corpos receptores de efluentes o índice-limite de 1.000NMP/100ml de coliformes fecais em 80% ou mais de, pelo menos, cinco amostras mensais para águas de classe II e 4.000NMP/100ml para águas de classe III. Assim, a qualidade da água dos efluentes da piscicultura integrada à suinocultura analisada neste estudo está dentro dos limites tolerados segundo a legislação ambiental para os corpos receptores de classes II e III.

Termos para indexação: piscicultura, qualidade de água, efluente.

Fecal coliform analysis in water of fish polyculture integrated with piggery wastes

Abstract – As pig raising is present in the majority farms of the West region of Santa Catarina State, Brazil, a favorable scenario was created for fish production in polyculture with fertilization through piggery wastes. Although recognized by specialists that this system comes to assist in the improvement of environmental quality, the rural producer has been facing critics that this system would be promoting the contamination of streams that receive its effluents. The purpose of this work was to study the water quality of the effluents produced by the manured ponds with emphasis to indicators of fecal contamination. For two years 26 ponds were monitored in three different models for pig waste receptions: horizontal, vertical and variable, of a total of 161 ponds in the municipality of Chapecó. In the effluents of the fish raising ponds, horizontal, vertical and variable models, the concentration of fecal coliform up to 1,000NMP/100ml was 69,9%; 77,8% and 86,5% respectively, in 396 samples analyzed. The concentration up to 4,000NMP/100ml occurred in at least 88,5% of the analyzed samples, for the three models for waste receptions. The environment legislation in Santa Catarina State establishes for the effluents receptive streams the index limit up to 1,000NMP/100ml of fecal coliform in 80% or more than at least five monthly samples for water of class II and 4,000NMP/100ml for water of class III. Therefore, the water quality from the polyculture integrated with pig raising effluents analyzed in this study is within the tolerated limits according to the environment legislation for the receptive streams in class II and III.

Index terms: fish raising, water quality, effluent.

⁽¹⁾Oceanógrafo, especialista em Aqüicultura, Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (049) 328-4277, e-mail: osmartj@epagri.rct-sc.br.

⁽²⁾Méd. vet., especialista em Aqüicultura, Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, e-mail: jmcasaca@epagri.rct-sc.br.

⁽³⁾Eng. agr., M.Sc., Univali/Centro de Ciências da Saúde, C.P. 360, 88302-200 Itajaí, SC, fone: (047) 341-7693, e-mail: dittrich@brturbo.com.

Introdução

A Região Oeste de Santa Catarina tem seu desenvolvimento socioeconômico baseado na produção agropecuária, destacando-se a avicultura e a suinocultura, entre outras. O rebanho de suínos no Estado é de cerca de 3,6 milhões de cabeças, sendo que em torno de 80% concentram-se na Região Oeste (Síntese..., 1999).

Devido à disponibilidade de fertilizantes orgânicos oriundos da suinocultura, à facilidade de distribuição em viveiros de piscicultura, à pouca exigência de mão-de-obra, à inexistência de comércio para esse resíduo *in natura* e à boa qualidade destes como fertilizantes para a piscicultura, além de poder ser usado na adubação orgânica de lavouras e pastagens, criou-se um cenário favorável ao desenvolvimento da piscicultura integrada à suinocultura no Estado de Santa Catarina.

Um dos sistemas mais desenvolvidos da engenharia ecológica é a criação de peixes em policultivo. As relações tróficas, bem como a ecologia das espécies, são bem conhecidas, utilizadas, estimuladas e controladas, obtendo-se um ganho ótimo na despesa. O viveiro de piscicultura é um *habitat* para o peixe, um lugar para o desenvolvimento de alimento natural, para a decomposição da matéria orgânica e para a reciclagem dos nutrientes (Folke & Kautsky, 1992).

A aplicação de dejetos de suínos nos viveiros de piscicultura permite aumentar a produção do alimento natural para os peixes. Quando corretamente adubados e povoados com a quantidade ideal de peixes de hábitos alimentares diferentes (policultivo), consomem o alimento natural (comunidade planctônica) e bactérias que se de-

envolvem sobre as partículas orgânicas, removendo nutrientes que de outra forma seriam poluentes em potencial (Schroeder, 1978).

A produtividade deste sistema de cultivo varia de 4.000 a 6.000kg de peixe/ha/ano. O custo de produção está em torno de R\$ 0,40/kg de peixe produzido, e o preço médio de venda é de R\$ 1,30/kg de peixe vivo comercializado (Casaca & Tomazelli, 2002).

As principais vantagens para o piscicultor são o efetivo aumento de sua renda e a possibilidade de reciclar dejetos de alto poder de poluição, contribuindo para a melhoria do ambiente e produzindo pescado em boas condições sanitárias.

Uma característica importante da piscicultura integrada à suinocultura é a incapacidade de utilizar dejetos de suinoculturas intensivas (Kestemont, 1995). Não se caracteriza, portanto, como uma solução para a utilização de grandes quantidades de dejetos, mas como uma atividade que utiliza uma pequena parcela destes resíduos como um insumo à fertilização dos viveiros.

Embora reconhecido por especialistas que este sistema de cultivo colabora com a melhoria da qualidade ambiental (Kestemont 1995; Mara & Cairncross, 1990), há críticas de que em algumas regiões do Estado o sistema estaria promovendo a poluição dos mananciais hídricos, principalmente com coliformes de origem fecal. A preservação do meio ambiente e a obtenção de bons índices de produtividade são os desafios enfrentados pelos piscicultores. O conhecimento e o controle da qualidade da água tornam-se indispensáveis para que esta atividade obtenha o licenciamento ambiental, dando continuidade ao seu desenvolvimento.

O objetivo deste trabalho foi estudar a qualidade da água em viveiros de cultivo de peixes integrado à suinocultura, dando ênfase a indicadores de contaminação fecal, e compará-los, quando possível, com a legislação ambiental vigente.

Material e métodos

A população pesquisada foi de 161 viveiros de policultivo de peixes integrados à suinocultura, localizados no município de Chapecó. Desta população foi extraída uma amostra cujo tamanho foi definido, *a priori*, em 31 viveiros. A variável dimensionadora foi a área de cada viveiro, a qual foi submetida à análise de conglomerados ("cluster analysis") para dividi-la em estratos com variância mínima. De cada estrato foi obtida uma amostra de tamanho n_i diretamente proporcional ao produto do tamanho do estrato pelo seu desvio padrão. A soma das amostras por estrato resultou na amostra deste trabalho. Dos 31 viveiros sorteados, foram utilizados 26 até o final do trabalho. Assim sendo, a fração amostral final foi de 16,14%.

As coletas de água foram realizadas mensalmente a partir de janeiro/97 até julho/00, coletando-se em cada período uma amostra simples para o cultivo e para o efluente. As coletas dentro do viveiro foram realizadas entre o ponto de aporte de matéria orgânica e a saída de água do viveiro, a 2m da margem e a 30cm de profundidade. Foi utilizada uma garrafa coletora tipo Van-Dorn com 3,2L de capacidade. As coletas no efluente gerado foram realizadas a jusante, imediatamente no ponto de saída da água pela tubulação de drenagem do viveiro. No momento das coletas de água era contado o número de suínos utilizados para fertilizar os vi-

veiros e anotados seus pesos. As variáveis analisadas foram coliformes totais e fecais, pela técnica de tubos múltiplos, segundo Standard Methods 18ª edição. A vazão dos viveiros foi medida utilizando balde de 15L e cronômetro e a do corpo receptor, através de vertedor retangular (Chiossi, 1975).

Os resultados foram comparados com os parâmetros constantes na Tabela 1, de acordo com a legislação vigente.

As análises das variáveis foram realizadas dividindo-se os 26 viveiros em aporte vertical (Figura 1), horizontal e variável, respectivamente com 18, 4 e 4 unidades. O aporte foi considerado vertical quando as baias dos suínos estavam construídas sobre o viveiro, horizontal quando os dejetos eram canalizados diretamente a partir da canaleta das baias e variável quando os dejetos eram transportados e espalhados manualmente.

Resultados e discussão

As concentrações de coliformes fecais e totais foram analisadas em um total de 396 ensaios, tanto no cultivo como no efluente dos viveiros de policultivo (Tabela 2).

Os microrganismos do grupo dos coliformes são bons indicadores de contaminação fecal. Os coliformes fecais indicam a ocorrência de uma microflora variada, na qual predomina a *Escherichia coli*, tendo seu *habitat* exclusivo no trato intestinal de animais de sangue quente.

A legislação ambiental vigente no Estado de Santa Catarina estabelece a concentração máxima de coliformes totais e fecais para o corpo receptor, ou seja, rios e riachos que recebem água proveniente dos cultivos (Tabela 1), não havendo citação para os efluentes. A Organização Mundial da Saúde – OMS – sugere que, enquanto não forem estabelecidas normas bacteriológicas definitivas de qualidade de água para a piscicultura, seja utilizada uma concentração de até 1.000 coliformes fecais/100ml como referência, sendo epidemiologicamente segura e tecnicamente viável (Mara & Cairncross, 1990).

A concentração de coliformes fecais nos efluentes liberados pelos viveiros de piscicultura amostrados (Tabela 2) está bem próxima do exigido pela legislação para rios de classe II (Figura 2) nos modelos vertical e horizontal, e o modelo variável está em conformidade com a mesma. Para águas de rios e riachos de classe III, as orientações encontram-se na norma bacteriológica estabelecida pela legislação ambiental (Figura 3).

A quantidade de suínos por hectare de área alagada recomendada para a região é de 60 suínos/ha (Tomazelli & Casaca, 1998). Devido às diferenças de solo, qualidade de água e manejo entre as proprieda-

Tabela 1. Valores máximos e mínimos permitidos para coliformes totais e fecais para o corpo receptor

| Variável | Classe de água | Legislação | Ponto referencial |
|-------------------|----------------|----------------------------------|-------------------|
| Coliformes totais | II | < 5.000NMP/100 ml ⁽¹⁾ | Corpo receptor |
| | III | < 20.000NMP/100ml | Corpo receptor |
| Coliformes fecais | II | < 1.000NMP/100ml | Corpo receptor |
| | III | < 4.000NMP/100ml | Corpo receptor |

⁽¹⁾NMP = número mais provável.

Fonte: Decreto nº 14.250/81: Concentração para 80% ou mais de pelo menos cinco amostras colhidas num período de até cinco meses consecutivos.



Figura 1. Visão parcial de um viveiro de policultivo com aporte de dejetos no modelo vertical

des, esta indicação pode variar. Estes suínos são da fase final de engorda com peso inicial de 20kg e final de 100kg, com fornecimento de dejetos aos viveiros de 35kg de matéria seca/ha/dia.

Verificou-se através de observações que, ao longo dos anos, esta recomendação não causa problemas como acúmulo de matéria orgânica no fundo do viveiro durante o inverno e não provoca desoxigenação da água durante o verão. Na prática, um número fixo de suínos entre inverno e verão possui um significado valioso, que é a economia de mão-de-obra e instalações. Pode haver perda de produção no verão por não estar sendo utilizada a carga máxima neste período, mas, por outro lado, diminuem-se os riscos de mortalidade dos peixes.

No modelo de aporte vertical houve uma variação de dez a 150 suínos/ha com 46,8% das propriedades utilizando até 60 suínos/ha. No modelo de aporte horizontal houve uma variação de dez a 90 suínos/ha com 75,8% das propriedades utilizando até 60 suínos/ha (Figura 4). O número máximo de

Tabela 2. *Frequência das amostras de água analisadas no cultivo e no efluente nos três modelos de aportes de dejetos: vertical, horizontal e variável*

| Concentração de coliformes em NMP/100ml ⁽¹⁾ | Vertical | | Horizontal | | Variável | |
|--|----------|----------|------------|----------|----------|----------|
| | Cultivo | Efluente | Cultivo | Efluente | Cultivo | Efluente |
| Coliformes fecais | | | | | | |
|%..... | | | | | | |
| 0 a 1.000 | 74 | 69,9 | 83,6 | 77,8 | 86,8 | 86,5 |
| 1.000 a 4.000 | 14,7 | 18,7 | 7,5 | 19,0 | 11,3 | 13,5 |
| Acumulado | 88,6 | 88,5 | 91,0 | 96,8 | 98,1 | 100 |
| > 4.000 | 11,4 | 11,5 | 9,0 | 3,2 | 1,9 | - |
| Coliformes totais | | | | | | |
|%..... | | | | | | |
| 0 a 5.000 | 75,2 | 74,8 | 79,1 | 88,9 | 94,3 | 100 |
| 5.000 a 20.000 | 21,5 | 22,4 | 19,4 | 9,5 | 5,7 | - |
| Acumulado | 96,7 | 97,1 | 98,5 | 98,4 | 100 | 100 |
| > 20.000 | 3,3 | 2,9 | 1,5 | 1,6 | - | - |

⁽¹⁾NMP = Número mais provável.

suínos observado para fertilizar os viveiros, 150 suínos/ha, aporta em torno de 70kg de matéria seca/ha/dia de área alagada. É possível aplicar matéria orgânica na taxa de até

100kg/matéria seca/ha/dia em viveiros de piscicultura (Schroeder, 1978).

Não foi observado correlação significativa (R = 0,0429) entre o número de suínos por hectare de área alagada, máximo encontrado de 150 suínos/ha, e a concentração de coliformes fecais na água de cultivo. Isto provavelmente se deve à grande diluição dos dejetos e ao fato de que as bactérias do grupo coliforme competem em meio aeróbico com bactérias mais adaptadas a este meio.

A vazão dos corpos receptores foi, de no mínimo, cinco vezes maior que a vazão dos viveiros de piscicultura. Isto significa dizer que, pelas concentrações encontradas de coliformes fecais, os efluentes da piscicultura integrada não transferirão características ao corpo receptor em desacordo com a legislação ambiental. Em 29,4% das

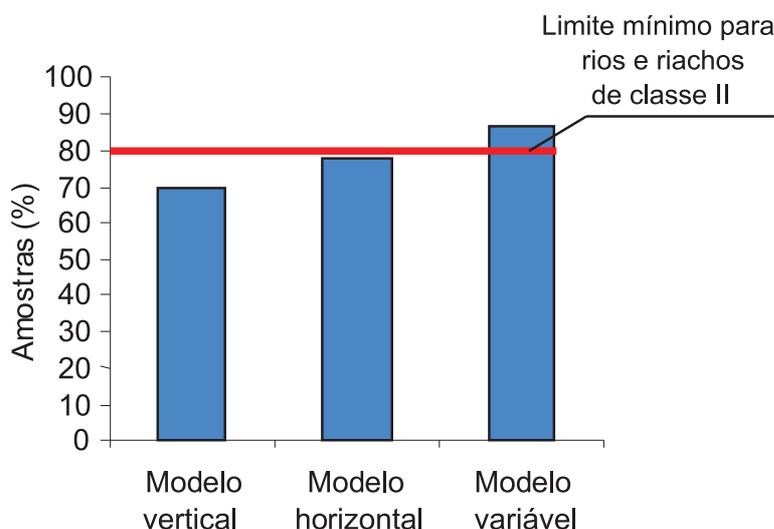


Figura 2. *Frequência das amostras dos efluentes da piscicultura integrada à suinocultura com até 1.000NMP/100ml*

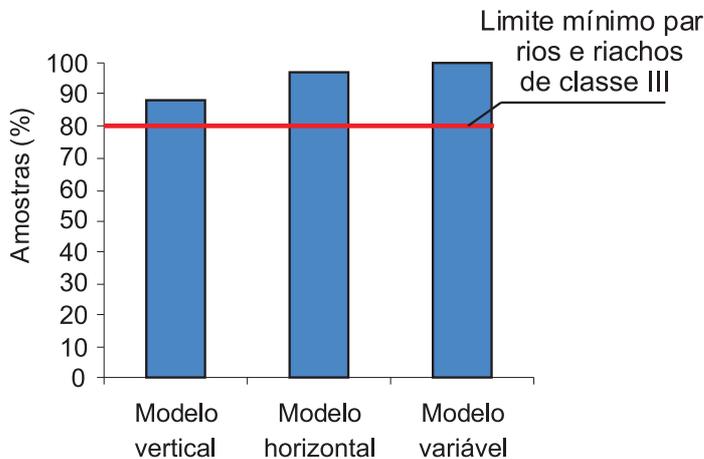


Figura 3. Análise de freqüência das amostras dos efluentes da piscicultura integrada à suinocultura com até 4.000NMP/100ml de coliformes fecais

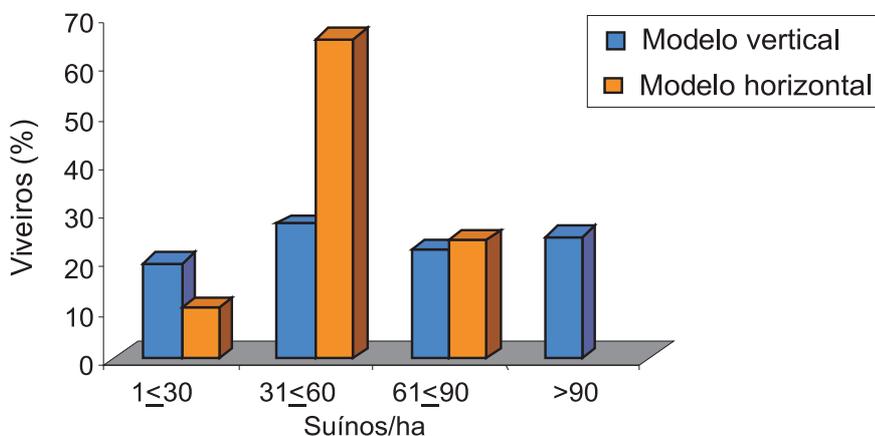


Figura 4. Análise de freqüência do número de suínos/ha utilizados para fertilizar os viveiros de piscicultura

amostragens não houve liberação de efluentes.

Conclusão

As concentrações de coliformes totais e fecais presentes nos efluentes gerados pelo policultivo de peixes integrado à suinocultura estão dentro dos limites tolerados pela legislação ambiental vigente,

conforme Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981, para os corpos receptores de classes II e III.

Literatura citada

1. CASACA, J.M.; TOMAZELLI JUNIOR, O. Custo de produção dos policultivos de peixes integrados à suinocultura no Oeste de Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia, GO. *Anais e resu-*

mos... Goiânia: Associação Brasileira de Aquicultura, 2002. p.44

2. CHIOSSI, N. J. *Geologia aplicada à engenharia*. São Paulo: USP, 1975. 427p.

3. FOLKE, C.; KAUTSKY, N. Aquaculture with its environment: Prospects for Sustainability. *Ocean & Coastal Management*, v. 17, p. 5-24, 1992.

4. KESTEMONT, P. Different systems of carpa production and their impacts on the environment. *Aquaculture*, v. 129, p. 347-372, 1995.

5. MARA, D.; CAIRNCROSS, S. *Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 1990. 211p.

6. SCHROEDER, G.L. Autotrophic and Heterotrophic production of microorganisms in intensely-manured fish ponds and related fish yields. *Aquaculture*, v.14 p. 303, 1978.

7. SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA - 1999. Florianópolis: Instituto Cepa, 1999. 170p.

8. TOMAZELLI JÚNIOR, O.; CASACA, J.M. Avaliação dos efluentes da piscicultura durante a despesca. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.11, n.3, p. 19-22, set. 1998.

