

# Monitoramento da qualidade da água no sistema integrado piscicultura-suinocultura em propriedades do Oeste Catarinense

Julio Cesar Pascale Palhares<sup>1</sup> e Arlei Coldebella<sup>2</sup>

**Resumo** – Resíduos orgânicos estão presentes em grande quantidade nas regiões Meio-Oeste e Oeste Catarinense. A piscicultura integrada pode atuar como auxiliadora no manejo ambiental desses resíduos desde que a integração não seja um fator de depreciação da qualidade dos recursos hídricos. O objetivo deste estudo foi monitorar os parâmetros de qualidade da água de viveiros manejados em sistema integrado piscicultura-suinocultura. As maiores frequências em desacordo com os padrões legais foram observadas para o oxigênio dissolvido e pH. No verão, as médias de sólidos totais dissolvidos (STD) e demanda química de oxigênio (DQO) foram maiores, e para todos os outros parâmetros as médias foram maiores no inverno. Os resultados permitiram concluir que as águas dos viveiros apresentaram reduzido potencial de impacto aos recursos hídricos.

**Termos para indexação:** dejetos de suínos, impacto ambiental, legislação.

## Water quality monitoring in fish/pig integrated system on farms of Western Santa Catarina State, Brazil

**Abstract** – Organic wastes are present in large quantities in the Midwest and West of Santa Catarina State. The fish/pig integrated system can act as an environmental management since it does not mean a factor of depreciation of water quality. The aim of this study was to monitor the parameters of water quality in fish/pig integrated system. Dissolved oxygen and pH did not have concentrations in agreement with legal standards. In the summer, total dissolved solids and chemical oxygen demand were higher, and for all the other parameters, concentrations were higher during the winter. Results showed that water quality had low potential impact on water sources.

**Key words:** pig manure, environmental impact, legislation.

### Introdução

A utilização de resíduos orgânicos da propriedade rural com reciclagem na piscicultura apresenta baixo custo de produção, proporcionando novas condições de vida à família rural, gerando empregos e prevenindo o êxodo rural (Liu & Cai, 1998).

Resíduos orgânicos estão presentes em grande quantidade nas regiões do Meio-Oeste e Oeste Catarinense, com concentrações de suínos, aves de corte e bovinos de leite. O uso mais comum atualmente para os resíduos dessas produções é como fertilizante, e essa prática provoca elevado risco ambiental por ser realizada de forma incorreta, sem considerar a capacidade de suporte dos solos e das bacias hidrográficas.

O modelo de piscicultura praticado no Estado de Santa Catarina, em específico nas regiões citadas, é de caráter singular. A criação de peixes

baseada exclusivamente no uso de dejetos animais produz carne com alto valor proteico e baixo custo, sem comprometer o ambiente se os dejetos forem utilizados criteriosamente (Matos et al., 2004).

Historicamente, o sistema tem sido questionado quanto ao potencial impacto que pode causar nos recursos hídricos superficiais. Esses questionamentos tornaram-se mais intensos nos últimos anos, tendo como origem a exigência da adequação legal das propriedades e o aumento da preocupação ambiental da sociedade.

As tendências de crescimento para as produções pecuárias trarão como consequência grande disponibilidade e concentração territorial de dejetos de suínos e de outros animais. A piscicultura integrada poderá atuar como auxiliadora no manejo ambiental das produções, fomentando a diversificação produtiva, considerando as questões

ambientais dessa integração a fim de não continuar a ser contestada quanto à sua viabilidade ambiental.

O objetivo deste estudo foi monitorar os parâmetros de qualidade da água de viveiros manejados em sistema integrado piscicultura-suinocultura.

### Material e métodos

As quatro propriedades onde ocorreu o monitoramento estão localizadas na comunidade de Linha Pinhal, onde passa o Rio Pinhal, no município de Concórdia, região Oeste de Santa Catarina. A escolha por essa localidade deu-se a partir da indicação de extensionistas da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). As propriedades selecionadas desenvolviam o sistema integrado havia alguns anos (Figura 1), recebendo assistência técnica da Epagri no manejo da produção.

Aceito para publicação em 22/12/11.

<sup>1</sup> Zootecnista, Dr., Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luís, km 234, C.P. 339, 13560-970 São Carlos, SP, fone: (16) 3411-5615, e-mail: palhares@cppse.embrapa.br.

<sup>2</sup> Méd.-vet., Dr., Embrapa Suínos e Aves, C.P. 21, 89700-000 Concórdia, SC, fone: (49) 3441-0400, e-mail: arlei@cnpas.embrapa.br.



Figura 1. Propriedade rural com viveiro de cultivo integrado

O monitoramento ocorreu entre agosto de 2003 e março de 2006, e as coletas de água foram realizadas com periodicidade mensal. Os viveiros apresentaram os dois tipos de integração: vertical (os animais excretam diretamente no viveiro) e horizontal (as excretas são adicionadas pelo produtor) (Figura 2). O número de animais lotados nas instalações sobre os viveiros ou a carga de dejetos aportada neles foi calculada com base na recomendação da Epagri (60 suínos/ha no verão e 30 suínos/ha no inverno).

Em todos os viveiros foram estipulados dois pontos de coleta: ao lado da entrada de água e próximo ao local de aplicação dos dejetos<sup>3</sup>. As coletas foram realizadas a 20cm de profundidade, utilizando-se um coletor com capacidade de amostragem de 500ml. A entrada de água nos viveiros foi constante, sendo interrompida somente na falta de água para o abastecimento. Todos os viveiros foram caracterizados por não haver descarte diário de efluente, ocorrendo esse somente no momento da despesca.



Figura 2. Sistema horizontal de cultivo integrado

Na propriedade 1, dois viveiros foram monitorados. O viveiro maior possuía entrada única de água que provinha de nascente localizada a 200m do viveiro. A nascente estava localizada em região de mata preservada. A saída de água era feita pela mesma lateral da entrada de água do viveiro. O viveiro menor também era alimentado por uma única nascente localizada no lado superior do viveiro, estando a saída em lado oposto. O sistema de integração era horizontal. No viveiro maior havia dois pontos de aplicação de dejetos: um próximo à entrada de água e outro no lado oposto a ela. No menor, somente um ponto, próximo à saída de água. As cargas de dejetos de suínos aplicadas nos viveiros variaram de 20 a 50kg de dejetos por ponto. A frequência de aplicação também foi variável, ocorrendo desde a forma diária até a quinzenal.

Em ambos os viveiros, o ponto 1 (P1) estava localizado próximo à entrada de água, e o ponto 2 (P2), no lado oposto. Em janeiro de 2004 foi instalado aerador de pás no centro do viveiro maior. Não houve uma frequência diária de uso do aerador, sendo acionado de acordo com a percepção do produtor. De acordo com relatos, o produtor ligava o equipamento quando notava que os peixes vinham à superfície para respirar. Durante a época de estiagem, como não havia entrada de água no viveiro, o aerador passou a ser acionado com maior frequência.

Na propriedade 2, o sistema de integração era vertical. O viveiro era abastecido por várias nascentes, localizadas em área florestada e outras no interior do próprio viveiro. A saída de água estava localizada ao lado das instalações dos animais. O P1 foi localizado no lado oposto à instalação dos animais e próximo a uma das nascentes, e o P2, ao lado das instalações dos animais.

Na propriedade 3, somente um viveiro foi monitorado. A integração ocorria em sistema vertical. A fonte de abastecimento estava localizada em uma área de pastagem, e entre esta e o viveiro havia uma estrada comunitária. ▶

<sup>3</sup> Esses pontos de coleta foram estabelecidos com base em estudos de monitoramento da água em pisciculturas. Entende-se o lado de entrada da água como o ponto de melhor qualidade, e onde havia a distribuição dos dejetos, o de pior qualidade.

A condução da água se dava sob a estrada. A saída de água estava localizada no meio do viveiro. O P1 foi localizado ao lado da entrada de água, e o P2, ao lado da instalação dos animais. O viveiro também recebia cargas de dejetos de bovinos sem controle das quantidades aportadas.

Na propriedade 4, dois viveiros foram monitorados, ambos sendo manejados em sistema horizontal. As nascentes que abasteciam os viveiros estavam localizadas em áreas de pastagem com constante presença de animais. Em ambos os viveiros o P1 se localizava ao lado da entrada de água, e o P2, no lado oposto, onde também ocorria a carga diária de dejetos em quantidade média de 20kg.

Os produtores não dispunham de informações exatas sobre o número de peixes presentes em cada viveiro monitorado. Considerando as recomendações da Epagri e o relato dos produtores, a densidade aproximada era de 1 peixe/m<sup>2</sup>.

Todos os viveiros eram manejados em sistema de policultivo, sendo as espécies presentes: carpa comum (*Cyprinus carpio*), carpa-prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), carpa-cabeça-grande (*Aristichthys nobilis*), carpa-capim (*Ctenopharyngodon idellus*) e tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*).

Os seguintes parâmetros de qualidade da água foram analisados:

a) Análises realizadas *in loco*: oxigênio dissolvido (OD, em mg/L), com oxímetro Modelo YSI 516; pH, com peagômetro; temperatura da água (°C), com oxímetro Modelo YSI 516; condutividade elétrica (µsm/L), com condutímetro.

b) Análises realizadas no laboratório: nitrato (mg/L de N), ortofosfato (mg/L), demanda química de oxigênio (DQO, mg/L) e sólidos totais dissolvidos (STD, mg/L).

Após a coleta, as amostras eram acondicionadas em garrafas plásticas de 2L de capacidade e analisadas conforme metodologia proposta pela APHA (1992). Para a quantificação das populações de coliformes totais, fecais e *Escherichia coli* foi utilizado o kit Petrifilm, obtendo-se resultados em

unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/ml).

Na avaliação do potencial impacto causado pelos sistemas integrados aos recursos hídricos foi considerada a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conama (Brasil, 2005). De acordo com os levantamentos realizados pela Fundação de Meio Ambiente do município de Concórdia (Fundema), o Rio Pinhal é classificado como Classe II: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; e à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.

Na análise estatística, primeiramente foram calculados os coeficientes de correlação de Spearman entre as medidas realizadas nos dois pontos de coleta, com o intuito de verificar a existência de associação entre essas duas medições. Posteriormente, calculou-se a média de cada variável para cada data de coleta e viveiro e então se efetuou o cálculo dos coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis avaliadas, para verificar a associação entre elas. A análise da variância foi realizada sobre as médias dos dois pontos de coleta, considerando os efeitos viveiro e época do ano. Algumas variáveis foram transformadas, segundo a transformação Box-Cox, com o intuito de atender as pressuposições da análise da variância. As análises estatísticas foram realizadas com o programa SAS (2003).

## Resultados e discussão

Na comparação dos resultados de qualidade da água com os padrões do Conama, os que apresentaram valores em desacordo com a legislação para despejo em corpos de água Classe II foram: oxigênio dissolvido, pH e coliformes (Tabela 1). O desacordo verificado indica a necessidade de se promoverem mudanças relacionadas à diminuição do aporte de matéria orgânica, o que melhoraria os valores desses parâmetros. Porém, essa diminuição do aporte poderia significar redução na produção dos viveiros.

Tabela 1. Porcentagem das amostras de qualidade da água que se mantiveram em desacordo com o referencial legal (Resolução Conama 357/05) para rios Classe II

Parâmetro	Porcentagem na amostra
Oxigênio dissolvido - P1	24,3
Oxigênio dissolvido - P2	26,2
pH - P1	9,7
pH - P2	10,7
Coliformes termotolerantes - P1	1,0

A adequação de todos os outros parâmetros aos padrões do Conama estão de acordo com os resultados de Amaral Jr. et al. (2003), que, avaliando viveiros em sistema de integração na densidade de 60 suínos/ha, concluíram que a aplicação dos dejetos não condicionou a impactos ambientais negativos no corpo de água receptor. Pilarski et al. (2004) verificaram que em sistemas de criação de peixes com elevada carga de matéria orgânica o nitrato geralmente apresenta valores baixos em virtude de o sistema ser predominantemente orgânico.

A baixa taxa de circulação da água nos viveiros também pode ter levado aos adequados valores observados. A reposição da água só era feita para manter o nível dos viveiros, o que conferia elevado tempo de retenção hídrica. Para Pillay (1997), quando o tempo de retenção hídrica do viveiro é alto, a maior parte dos resíduos é mineralizada e transformada em produtos orgânicos, conseqüentemente, os efluentes não são de alto impacto ambiental e a possibilidade de estes depreciarem a qualidade da água dos corpos receptores é reduzida.

A Tabela 2 demonstra correlações entre os parâmetros de qualidade da água. O oxigênio apresentou correlações negativas com a DQO e a temperatura, pois elevadas temperaturas aceleram o processo de degradação dos dejetos,

o que consome oxigênio dissolvido, elevando as concentrações de DQO. A DQO também apresentou relação positiva com a condutividade elétrica, comum de ocorrer em ambientes onde há o aporte de matéria orgânica, degradação desta e liberação de íons na coluna de água. A relação positiva com o nitrato é comum em viveiros, pois há uma predominância do processo de nitrificação, facilitando a síntese desse elemento.

As médias em função da época do ano (Tabela 3) apresentaram os

comportamentos esperados para os parâmetros de sólidos totais dissolvidos, OD, DQO, temperatura e pH. Como a recomendação técnica é utilizar menores quantidades de dejetos durante o inverno, e os produtores têm esse conhecimento, o menor aporte de matéria orgânica determina menores concentrações de sólidos e DQO, e maiores concentrações de oxigênio.

A Figura 3 demonstra elevada correlação entre os resultados das análises em cada ponto de coleta. Somente para os parâmetros

microbiológicos essa correlação se manteve abaixo de 70%. As altas correlações justificam que em monitoramentos futuros o delineamento da amostragem possa ser diferente, com o uso de somente um ponto de coleta no viveiro. Sugere-se que o delineamento seja feito pela localização de um ponto de coleta entre o local onde ocorre o abastecimento de água e o aporte de dejetos, ou seja, num ponto médio na zona de mistura das águas. Esse resultado também é importante para ações de transferência

da tecnologia para os produtores, indicando que eles façam o monitoramento da qualidade da água em somente um ponto do viveiro, o que lhes demandará menor tempo e menos recursos, facilitando, assim, a internalização dessa prática pelo produtor.

Durante todo o período de estudo, somente em um viveiro foi realizada a despesca total. Nos outros viveiros, somente foram realizadas despescas parciais. A despesca é entendida como o momento no qual os efluentes são dispostos no corpo receptor (Rio Pinhal).

Portanto, a caracterização do efluente aumenta a assertiva de sua adequação ou não ao padrão hídrico.

Na primeira despesca realizada do ciclo produtivo, amostras de água foram coletadas no início e no final do manejo. O oxigênio no início, no P1, foi de 2,65mg/L, e no P2, de 2,42mg/L. Ao final, foi de 3,06mg/L no P1 e 3,51mg/L no P2. Na segunda despesca, o manejo foi realizado em dois dias. As amostras de água foram coletadas no início e no final da despesca no primeiro e no segundo dia, mas somente em um ponto no meio do viveiro. No primeiro dia, o oxigênio no início foi de 5,81mg/L, e 5,80mg/L no final. No segundo dia, o oxigênio no início foi de 9,73mg/L e 0,06mg/L no final. ►

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Spearman entre os parâmetros avaliados

	OD	DQO	T	pH	CE	PO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	CT	CF	Ec
STD	-0,251*	0,223*	0,047 <sup>ns</sup>	0,092 <sup>ns</sup>	0,409**	0,184 <sup>ns</sup>	-0,245**	-0,028 <sup>ns</sup>	-0,071 <sup>ns</sup>	-0,016 <sup>ns</sup>
OD		-0,309**	-0,444**	0,461**	-0,461**	0,095 <sup>ns</sup>	0,215*	-0,005 <sup>ns</sup>	0,012 <sup>ns</sup>	0,097 <sup>ns</sup>
DQO			0,237*	0,022 <sup>ns</sup>	0,413**	-0,027 <sup>ns</sup>	-0,076 <sup>ns</sup>	0,037 <sup>ns</sup>	-0,016 <sup>ns</sup>	-0,065 <sup>ns</sup>
T				0,053 <sup>ns</sup>	0,102 <sup>ns</sup>	-0,136 <sup>ns</sup>	-0,102 <sup>ns</sup>	-0,182 <sup>ns</sup>	-0,132 <sup>ns</sup>	-0,267**
pH					0,041 <sup>ns</sup>	0,178 <sup>ns</sup>	-0,192 <sup>ns</sup>	-0,206*	-0,176 <sup>ns</sup>	-0,068 <sup>ns</sup>
CE						-0,017 <sup>ns</sup>	-0,400**	0,097 <sup>ns</sup>	0,061 <sup>ns</sup>	-0,055 <sup>ns</sup>
PO <sub>4</sub>							-0,335**	0,077 <sup>ns</sup>	0,077 <sup>ns</sup>	0,145 <sup>ns</sup>
NO <sub>3</sub>								0,081 <sup>ns</sup>	0,082 <sup>ns</sup>	0,141 <sup>ns</sup>
CT									0,803**	0,722**
CF										0,305**

Nota: STD = sólidos totais dissolvidos; OD = oxigênio dissolvido; DQO = demanda química de oxigênio; T = temperatura; CE = condutividade elétrica; PO<sub>4</sub> = ortofosfato; NO<sub>3</sub> = nitrato; CT = coliformes totais; CF = coliformes fecais; Ec = *Escherichia coli*.

<sup>ns</sup> = não significativo pelo teste T ( $p > 0,05$ ).

\* = significativo pelo teste T ao nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* = significativo pelo teste T ao nível de 1% ( $p \leq 0,01$ ).

Tabela 3. Médias e erros padrões dos parâmetros avaliados em função da época do ano

Parâmetros	Época do ano		p > F
	Inverno	Verão	
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	96,02 ± 3,53	97,78 ± 4,85	0,7364
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,20 ± 0,34	6,07 ± 0,30	< 0,0001
Demanda química de oxigênio (mg/L)	36,57 ± 3,14	48,99 ± 5,01	0,0519
Temperatura (°C)	16,90 ± 0,32	24,79 ± 0,42	< 0,0001
pH	7,34 ± 0,11	7,30 ± 0,11	0,7987
Condutividade elétrica	0,078 ± 0,005	0,078 ± 0,004	0,4155
Ortofosfato (mg/L)	3,90 ± 0,56	2,04 ± 0,31	0,0026
Nitrato (mg/L de nitrogênio)	1,27 ± 0,14	1,21 ± 0,14	0,6570
Coliformes totais (UFC/ml)	91,18 ± 24,47	69,77 ± 13,41	0,5869
Coliformes fecais (UFC/ml)	54,68 ± 17,54	42,96 ± 7,31	0,9088
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ml)	33,89 ± 9,24	27,28 ± 9,46	0,1377

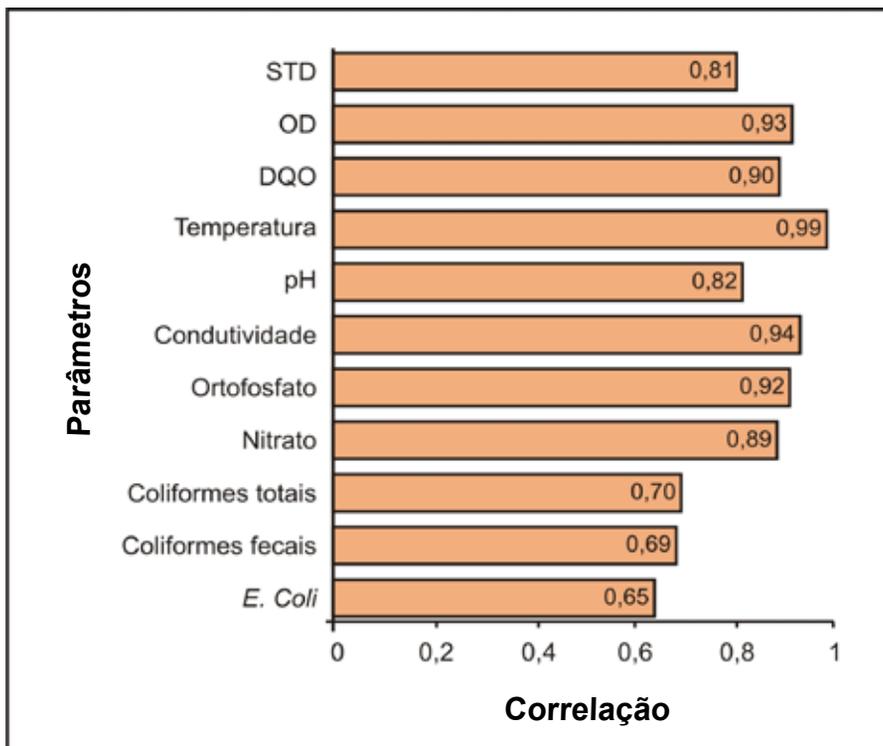


Figura 3. Coeficientes de correlação de Spearman entre os pontos de coleta para os parâmetros avaliados

Matos et al. (2006), avaliando a concentração de oxigênio dissolvido em efluentes de despesca em viveiros com uma densidade de 60 suínos/ha, obtiveram concentrações de 3,8mg/L quando o volume de água no viveiro era de 30%, e 5,3mg/L quando o volume era de 5%. Na densidade de 45 suínos/ha, com 30% do volume a concentração foi de 6,2mg/L, e com 5% foi de 8,6mg/L.

Em todas as despescas, os outros parâmetros considerados pela Resolução Conama mantiveram-se em acordo. Os resultados desta pesquisa corroboram os obtidos por Tomazelli Jr. & Casaca (1996), que, ao estudarem os padrões físico-químicos e microbiológicos dos efluentes provenientes de viveiros de piscicultura integrada, concluíram que os viveiros se enquadraram nos limites estabelecidos pela legislação vigente.

## Conclusões

Os resultados avaliados permitem concluir que os parâmetros de qualidade da água oxigênio dissolvido e pH foram os que apresentaram maior frequência de desacordo com

os padrões legais durante o período de estudo. Portanto, mudanças no manejo da integração são necessárias para adequação desses parâmetros, e entre essas mudanças destacam-se: diminuição do aporte de dejetos nos viveiros, redução da densidade de peixes por m<sup>3</sup> de água, aumento da vazão de abastecimento dos viveiros e utilização de aeradores.

Em estudos que visem à avaliação da qualidade da água de viveiros de integração, as amostras podem ser realizadas em um único ponto do viveiro, localizado entre o ponto de abastecimento e o de aporte de dejetos.

## Literatura citada

1. AMARAL JR., H.; TAMASSAIA, S.J.; SCHAPPO, C.L. Analysis of physico-chemical parameters of integrated cultivation (swine-fish) in Southern Brazil and Northern Italy. **World Aquaculture**, v.4, n.8, p.53-54, 2003.
2. APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and**

**wastewater**. 17.ed. Washington: APHA, 1992. 954p.

3. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 357**, de 18 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 1 abr. 2005.
4. LIU, J.; CAI, Q. Integrated aquaculture in Chinese lakes and paddy fields. **Ecological Engineering**, v.11, p.49-59, 1998.
5. MATOS, A.C.; BOLL, M.G.; TESTOLIN, G. **Piscicultura sustentável integrada com suínos**. Florianópolis: Epagri, 2004. 51p.
6. MATOS, A.C.; BOLL, M.G.; TESTOLIN, G. **Piscicultura sustentável integrada com suínos**. Florianópolis: Epagri, 2006. 70p.
7. PILARSKI, F.; TOMAZELLI JR., O.; CASACA, J. de M. Integrated fish/pig systems: environmental feature and fish quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.267-276, 2004.
8. PILLAY, T.V.R. Economic and social dimensions of aquaculture management. **Aquaculture Economic and Management**, v.1, n.1, p.9-11, 1997.
9. SAS INSTITUTE INC. 2003. System for Microsoft Windows, Release 9.1. North Carolina, 2002-2003.
10. TOMAZELLI JR., O; CASACA, J.M. 1996. Impacto ambiental da piscicultura no Oeste de Santa Catarina. In: SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 3., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 1996. p.122-124. ■