

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM UMA MICROBACIA PRODUTORA DE ARROZ (MASSARANDUBA, SC)

Iria Sartor Araujo¹; Denilson Dortzbach²; Everton Blainski³ & Ivan Luiz Zilli Bacic⁴

RESUMO --- A poluição dos rios, causada pelo manejo do solo e pelo uso de fertilizantes, é um problema no estado de Santa Catarina. A área de estudo, a Microbacia Ribeirão Gustavo, localizada no município de Massaranduba, tem como principal atividade a rizicultura irrigada, em sistema pré-germinado. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água na microbacia. Foram selecionados 3 pontos de coleta no rio principal. As coletas foram feitas quinzenalmente, de julho de 2009 a abril de 2011. Os parâmetros analisados foram: coliformes fecais (*Escherichia coli*), turbidez, nitrato (N-NO₃), fósforo total (PT), e demanda química de oxigênio (DQO). A Foz do Ribeirão Gustavo apresentou as maiores concentrações de *E. coli* e turbidez no período de julho e agosto, devido ao preparo do solo e à emissão de água drenagem das quadras de arroz para a rede hídrica. A qualidade da água na microbacia Ribeirão Gustavo é influenciada pelas ações antrópicas, como a presença de complexos domésticos e produção agrícola.

ABSTRACT --- Pollution of rivers, caused by soil management and the use of fertilizers is a problem in the state of Santa Catarina. The area of study Ribeirão Gustavo Watershed located in Massaranduba city has whose main activity is the irrigated rice production in the pre-germinated. The aim of this study was to evaluate the physico-chemical and microbiological water in the watershed. Three sampling points were selected in the main river. The collections were made fortnightly from July 2009 to April 2011. The parameters analyzed were: faecal coliforms (*Escherichia coli*), turbidity, nitrate (NO₃-N), total phosphorus (TP) and chemical oxygen demand (BOD). Mouth Ribeirão Gustavo had the highest concentrations of *E. coli* and turbidity during July and August due to soil preparation and issue of water drainage from rice fields to the water network. Water quality in the watershed Ribeirão Gustavo is influenced by human actions, such as the presence of complex domestic and agricultural production.

Palavras-chave: hidrografia, poluição, agricultura.

¹ Pesquisadora, Dr. Eng. Agrônoma da Epagri, Ciram. Rod. Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, 88034-901, Caixa Postal 502, Fpolis, SC. E-mail: iriaaraujo@epagri.sc.gov.br

² Pesquisador, Msc. Eng. Agrônomo da Epagri, Ciram. E-mail: denilson@epagri.sc.gov.br

³ Pesquisador, Dr. Eng. Agrônomo da Epagri, Ciram. E-mail: evertonblainski@epagri.sc.gov.br

⁴ Pesquisador, Dr. Eng. Agrônomo da Epagri, Ciram. E-mail: bacic@epagri.sc.gov.br

INTRODUÇÃO

A produção nacional de arroz em casca, no ano de 2008, somou mais de 12 milhões de toneladas e o estado de Santa Catarina contribuiu com 8,4% deste total, sendo o segundo maior produtor nacional desse cereal (IBGE, 2009).

A cultura do arroz irrigado no estado envolve cerca de 9.577 propriedades rurais com módulo de produção médio de 13,6 ha por produtor (EPAGRI, 1998). O sistema pré-germinado é utilizado na totalidade dessas propriedades, que ocupam cerca de 150.473 hectares, distribuídos principalmente na faixa litorânea ao longo do Vale do Itajaí (CEPA, 2011).

No Alto Vale do Itajaí encontram-se as áreas onde os produtores alcançam rendimentos próximos à 15 t/ha em um único cultivo, em lavouras comerciais. As condições edafoclimáticas das regiões do Litoral Norte não permitem tão altos rendimentos em um único cultivo, entretanto, permitem que se faça o cultivo do rebrote, ou cultivo da soca do arroz e, com isso os produtores podem alcançar rendimentos de 10 a 12 t/ha em uma única safra. Os rendimentos da segunda colheita variam entre 2 a 5 t/ha. Neste sistema são cultivados aproximadamente 30 mil hectares (EPAGRI, 2011).

Segundo Eberhardt e Noldin (2005), o cultivo do arroz irrigado, geralmente é realizado em áreas vulneráveis, muitas alocadas em APP's, próximo a mananciais, fato que proporciona maior risco de contaminação dos rios pelos agroquímicos.

Para Deschamps *et al.* (2003), os diversos componentes físico-químicos na água representam riscos distintos quando alterados pela atividade agrícola. O mesmo autor enfoca que, para garantir a sustentabilidade, devem-se minimizar os efeitos adversos ao ambiente provocados pela drenagem inicial, bem como se devem buscar estratégias de controle dos produtos químicos utilizados pela agricultura.

O presente estudo é parte integrante do projeto financiado pelo CNPq “Estudo de alternativas para a recuperação dos recursos hídricos na Microbacia Hidrográfica Ribeirão Gustavo no município de Massaranduba/SC”.

Esse projeto de pesquisa pretende complementar os trabalhos desenvolvidos pela Epagri na região do litoral norte de Santa Catarina, coletando e analisando informações que permitam propor alternativas para a recuperação dos recursos hídricos na microbacia hidrográfica Ribeirão Gustavo, localizada no município de Massaranduba, litoral norte de Santa Catarina.

O município de Massaranduba tem uma área de 373 Km², com população de 14.668 habitantes, sendo que 48% residem na zona rural (IBGE, 2010). Existem 397 estabelecimentos agrícolas que produzem arroz irrigado, utilizando uma área aproximada de 4.472 ha, alcançando rendimento médio de 7.000 kg ha⁻¹ (CEPA, 2011).

A área de estudo, a Microbacia Ribeirão Gustavo está inserida na Sub-Bacia Rio Putanga. A principal atividade no meio rural na sub-bacia é a rizicultura irrigada, seguida pela cultura da banana nas áreas de encostas. Uma característica peculiar dessa sub-bacia é a realização de dois ciclos da cultura em cada ano agrícola (soca). Isto constitui uma característica muito particular para avaliar mais adequadamente o comprometimento dos recursos hídricos em função do desenvolvimento da cultura do arroz irrigado.

O monitoramento de parâmetros de qualidade da água constitui-se ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pelas ações antrópicas. No estado de Santa Catarina o uso simultâneo da água em diferentes atividades econômicas gera conflitos, principalmente entre a demanda para fins agrícolas e a necessidade de água potável para consumo humano.

O objetivo deste trabalho foi efetuar a análise espaço-temporal da qualidade físico-química e microbiológica da água em 03 pontos na rede hídrica da microbacia Ribeirão.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente estudo foi dividida em duas etapas principais. A primeira etapa constituiu-se na escolha dos pontos para monitoramento da água ao longo da Microbacia Ribeirão Gustavo, que possui área aproximada de 2.900 ha. Através de mapas e visitas ao local foi identificado o rio principal.

Foram escolhidos 03 pontos para coleta de água (Figura 1) correspondendo aos seguintes locais: (1) Nascente do Ribeirão Gustavo; (2) Ribeirão Gustavo Intermediário; (3) Foz do Ribeirão Gustavo.

Na segunda etapa foi efetuada a definição das metodologias a serem utilizadas, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos a serem analisados, e os procedimentos das respectivas coletas.

As coletas foram feitas quinzenalmente, de julho de 2009 a abril de 2011. Neste trabalho são apresentados os resultados referentes às primeiras 43 campanhas de amostragem. São previstas um total de 60 campanhas para todo o período de execução do projeto.

Os parâmetros analisados nas amostras coletadas são os seguintes: coliformes fecais (*Escherichia coli*), turbidez, nitrato ($N-NO_3$), fósforo total (PT) e demanda química de oxigênio (DQO).

As análises foram feitas no laboratório de análise de água da Epagri, localizado na Estação Experimental de Itajaí e obedeceram aos procedimentos previstos no Standart Methods (APHA, 1998).

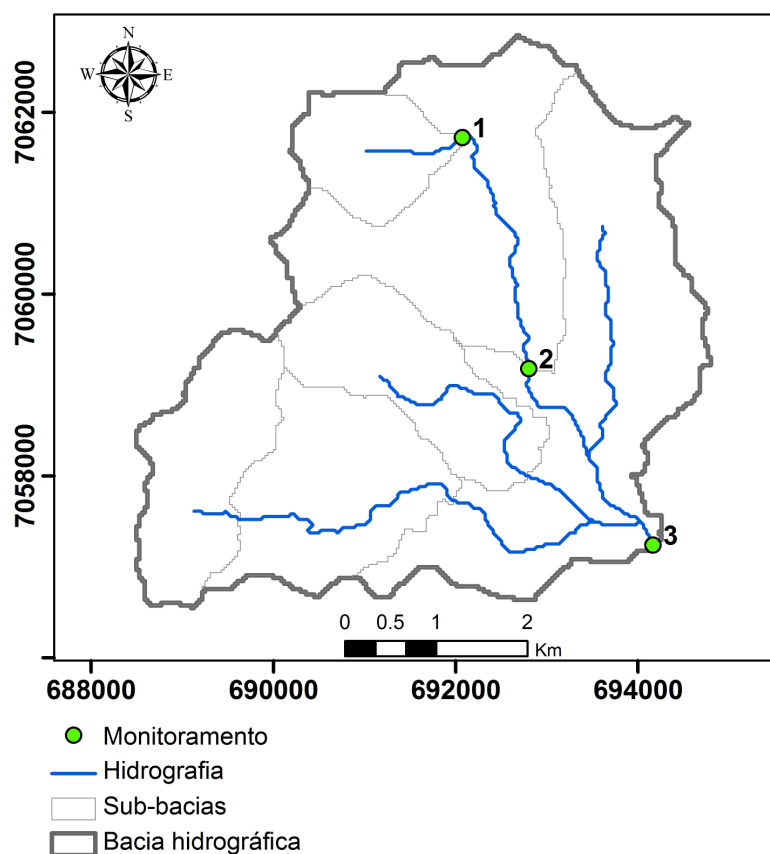


Figura 1 - Pontos de coleta de água na rede hídrica da Microbacia Ribeirão Gustavo.

Os períodos aproximados de manejo nas lavouras de produção de arroz irrigado na microbacia Ribeirão Gustavo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Manejo das quadras de arroz irrigado na microbacia Ribeirão Gustavo

Meses	Manejo ⁽¹⁾	Período ⁽²⁾
Julho e Agosto	Preparo/semeadura	P1
Setembro	Adubação (NPK) + herbicidas	P2
Outubro	Aplicação de uréia	P3
Novembro e Dezembro	Aplicação de fungicidas	P4
Janeiro e Fevereiro	Colheita Safra	P5
Março e Abril	Soca	P6
Maio	Colheita Soca / Inserção marrecos	P7
Junho	Pousio e Marrecos	P8

⁽¹⁾ Inseticidas são utilizados, conforme necessidade, durante o desenvolvimento da cultura

⁽²⁾ Os períodos foram determinados através de informações dos produtores locais

A Figura 2 mostra a distribuição de chuva acumulada mensal, durante o período monitorado. Os dados de precipitação horária foram obtidos através de uma estação agrometeorológica telemétrica instalada na Microbacia Ribeirão Gustavo.

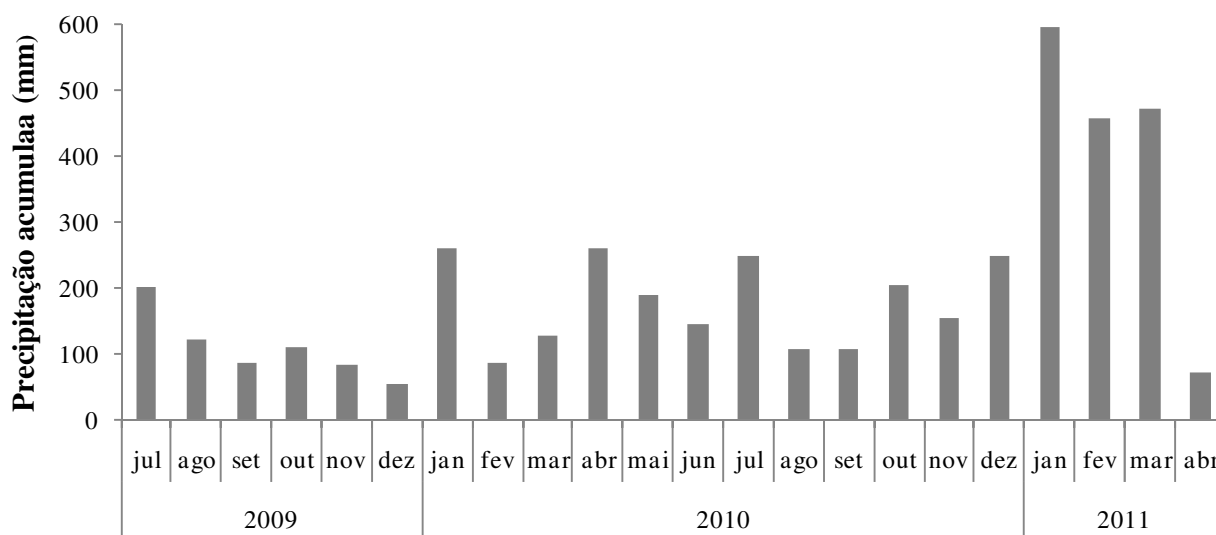


Figura 2 - Precipitação acumulada mensal para todo o período de monitoramento

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas da água nos 3 pontos de coletas e nos 8 períodos de manejo foram trabalhados através do software Statistica 7.0, calculando análise de variância (ANOVA) e comparação entre médias (teste de Tukey a 5% de nível de significância).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste estudo correspondem aos primeiros 22 meses de monitoramento da água, de um total de 3 anos, conforme previsto no projeto financiado pelo CNPq “Estudo de alternativas para a recuperação dos recursos hídricos na Microbacia Hidrográfica Ribeirão Gustavo no município de Massaranduba/SC”, que está em execução.

Para fins de comparação com a legislação vigente levaremos em conta a Portaria número 24 (Santa Catarina, 1979), a qual enquadra em classes os cursos d’água do Estado de Santa Catarina. Esta portaria resolve que todos os rios que não sejam mencionados nominalmente na mesma como Classe 1 ou 3 serão considerados de Classe 2, entre eles enquadram-se o Ribeirão Gustavo e seus afluentes.

Porém, os rios da microbacia estudada são utilizados para a irrigação do arroz, os quais, segunda a resolução CONAMA 357 (2005), podem ser enquadrados como Classe 3 (irrigação de cereais).

Para os cálculos de médias mensais de cada parâmetro estudado foram suprimidos os dados referentes à coleta efetuada no dia 13/12/10 (Tabela 2), quando ocorreu inundação (chuva acumulada de 48 mm em 24 horas) e as concentrações foram muito elevadas, alcançando valores muito acima da média encontrada. Caso essa data fosse considerada, a média do mês de dezembro de 2010 ficaria superestimada.

Tabela 2 - Caracterização da qualidade da água no dia 13/12/10, para os três pontos de coleta

Parâmetros	Nascente	Intermediário	Foz
<i>E. coli</i> (NMP 100 mL ⁻¹)	17.650	30.585	43.520
Turbidez (NTU)	61	94	127
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,04	0,04	0,06
PT (mg L ⁻¹)	0,18	0,21	0,25
DQO (mg L ⁻¹)	35	38	47

A Figura 3 mostra médias mensais de *E. coli* para a nascente, ponto intermediário e foz do Ribeirão Gustavo, para todo o período de monitoramento.

Conforme a resolução CONAMA 357 (2005), para coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

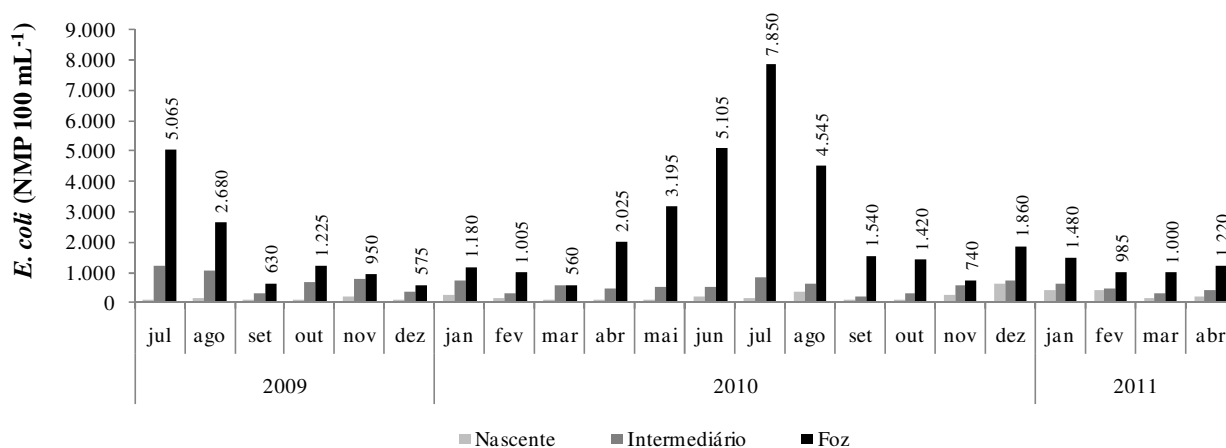


Figura 3 - Médias mensais de *E. coli* (NMP 100 mL⁻¹) nos três pontos de coleta

Na nascente do Ribeirão Gustavo as maiores concentrações de *E. coli* ocorreram entre os meses de dezembro de 2010 e fevereiro de 2011, apresentando valores entre 410 e 610 NMP 100 mL⁻¹, coincidindo com os meses de maior chuva acumulada durante o período monitorado (Figura 2).

A maioria dos valores médios mensais de *E. coli* encontrados na Foz do Ribeirão Gustavo estão acima do valor de 1000 NMP 100 mL⁻¹. Os maiores valores ocorreram em julho de 2009 (5.065 NMP 100 mL⁻¹) e no ano de 2010 ocorreu em junho (5.105 NMP 100 mL⁻¹) e em julho (7.850 NMP 100 mL⁻¹).

Os coliformes fecais podem ter origem de dejetos animais e do esgoto doméstico, portanto a prática comum, na região estudada, de utilizar marrecos nas quadras de arroz durante o período de pousio (maio a junho) pode contribuir para a elevação da contaminação microbiológica da água.

Em 6 meses distintos ocorreram, na foz do Ribeirão Gustavo, valores médios de *E. coli* inferiores ao limite imposto pela legislação (1.000 NMP 100 mL⁻¹), sendo que as menores concentrações médias foram de 575 NMP 100 mL⁻¹ em dezembro de 2009 e de 560 NMP 100 mL⁻¹ em março de 2010.

Os valores médios de turbidez (NTU), para cada mês monitorado, nos três pontos de coletas são apresentados na Figura 4.

No ponto intermediário de coleta o valor mais elevado de turbidez ocorreu no mês de janeiro de 2011, alcançando o valor médio de 69 NTU, muito acima da turbidez encontrada nos outros meses, isto se deve, provavelmente, à precipitação acumulada nesse mês, que foi de 595 mm (Figura 2).

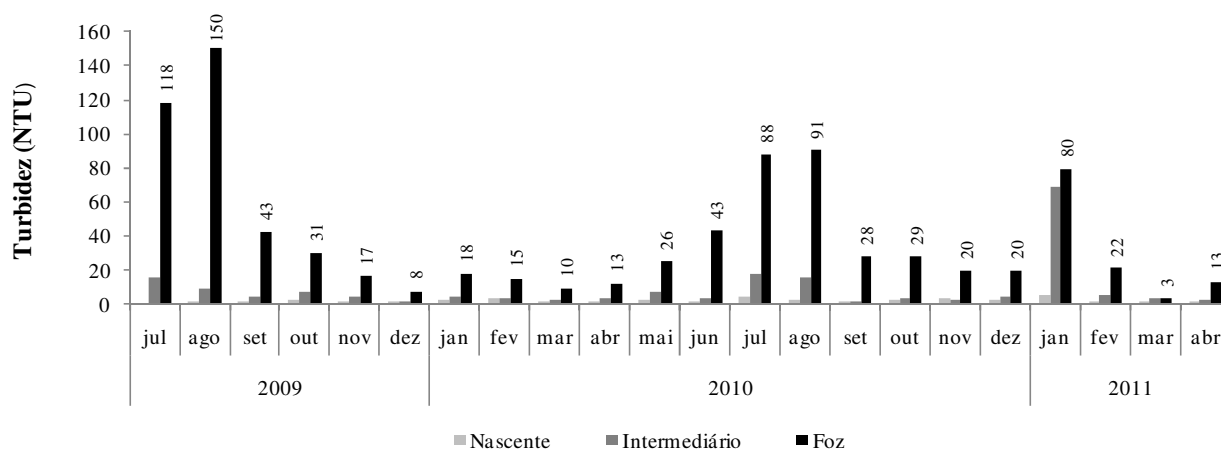


Figura 4 - Médias mensais de Turbidez (NTU) nos três pontos de coleta

Os valores mais elevados de turbidez ocorreram na foz do Ribeirão Gustavo Médio, porém, para a maioria dos meses, estiveram abaixo do valor permitido pela Resolução 357/05 do CONAMA para as águas de Classe 3, destinadas ao cultivo de cereais e para Classe 2, que é de 100 NTU. Ocorreram valores mais elevados de turbidez, na foz, no mês de julho (118 NTU) e agosto (150 NTU) do ano de 2009, coincidindo com o período de maior movimentação de máquinas e preparo do solo (Figura 4).

Molozzi *et al.* (2006) encontraram valores de turbidez de 118 NTU na água e drenagem das quadras de arroz durante o preparo do solo e entre 15 e 30 NTU durante os outros estádios de desenvolvimento do arroz.

Deschamps *et al.* (2001) e Macedo *et al.* (2001) relatam que o manejo inadequado da água de irrigação na fase de preparo do solo para o plantio de sementes pré-germinadas contribui para as perdas de solo e conseqüente aumento da turbidez. Os autores enfatizam ainda que as perdas de sedimentos variam com a textura do solo e, com o tempo podem causar empobrecimento do solo e assoreamento dos recursos hídricos.

Houve variação nos valores médios de nitrato (mg L^{-1}) ao se comparar os pontos de coleta (Figura 5). O maior valor foi encontrado na foz do Ribeirão Gustavo no mês de agosto de 2009 ($0,238 \text{ mg L}^{-1}$) e no mês de outubro de 2009 ($0,236 \text{ mg L}^{-1}$) quando ocorre a adubação nitrogenada (aplicação de uréia).

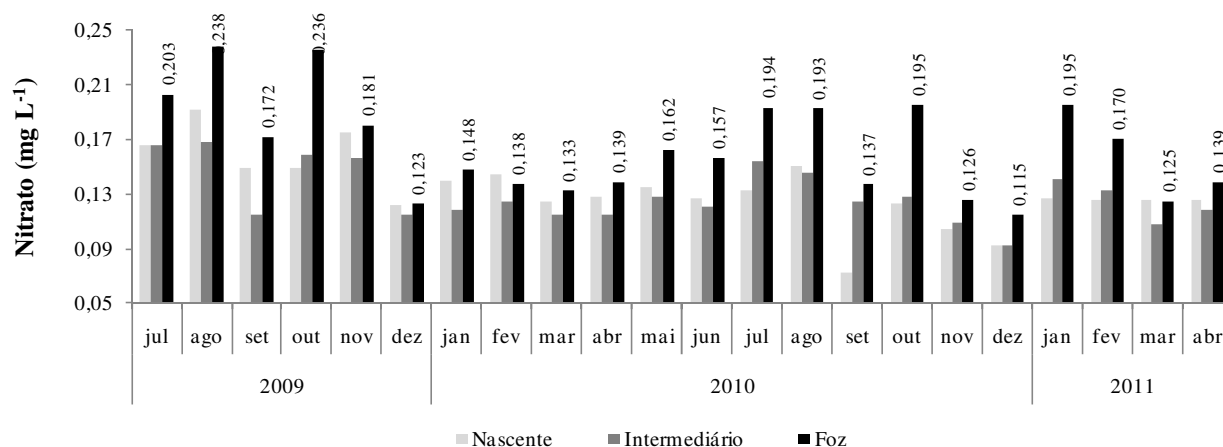


Figura 5 - Médias mensais de Nitrato (mg L^{-1}) nos três pontos de coleta

O valor máximo de concentração de nitrogênio, medido como nitrato, recomendado pelo CONAMA 357 (2005) para rios de Classe 2 é de 10 mg L^{-1} , ou seja, muito superior a encontrada nas amostragens realizadas.

O PT apresentou uma grande variação entre os pontos coletados (Figura 6). A nascente do Ribeirão Gustavo apresentou valores superiores ao ponto intermediário em alguns meses.

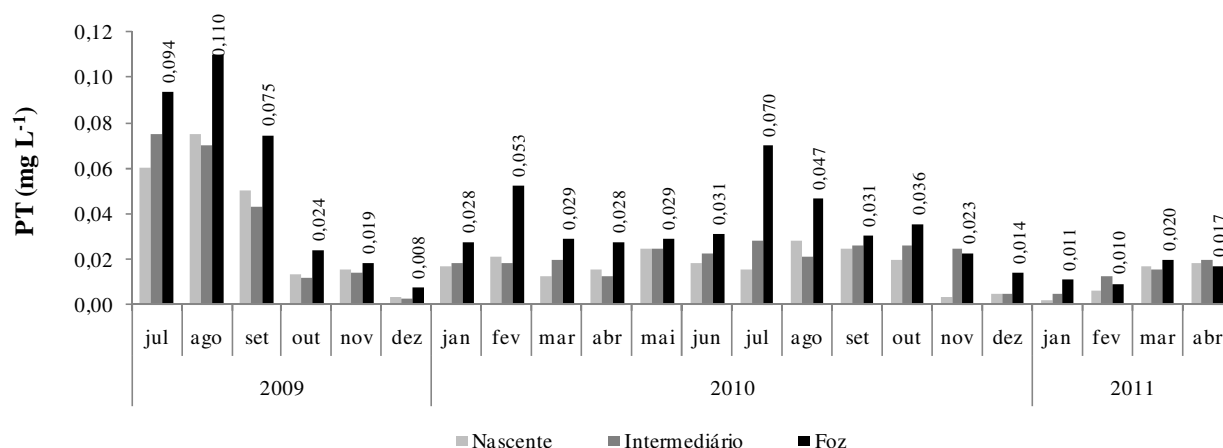


Figura 6 - Médias mensais de PT (mg L^{-1}) nos três pontos de coleta

O ponto com maior concentração de PT foi a foz do Ribeirão Gustavo, e ocorreram picos nos meses de julho e agosto, tanto para 2009 quanto para 2010.

Nesses meses (julho-agosto) a concentração média, na foz, ultrapassou o permitido para ambientes intermediários em rios de Classe 2, em que o máximo deve ser de $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ de fósforo

total (CONAMA 357, 2005). Caso o ambiente seja considerado lótico e os rios sejam tributários de ambientes intermediários o máximo permitido será de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$.

Através da DQO (Figura 7) pode-se verificar que o ponto com maior concentração de matéria orgânica é a foz do Ribeirão Gustavo. Os maiores valores foram encontrados no mês de julho de 2009 ($19,6 \text{ mg L}^{-1}$) e no mês de julho de 2010 ($16,1 \text{ mg L}^{-1}$). Provavelmente, a contribuição difusa de poluição faz com que ocorra maior contaminação por matéria orgânica nos pontos mais a jusante da bacia, os quais acumulam as contribuições de poluentes ao longo da bacia.

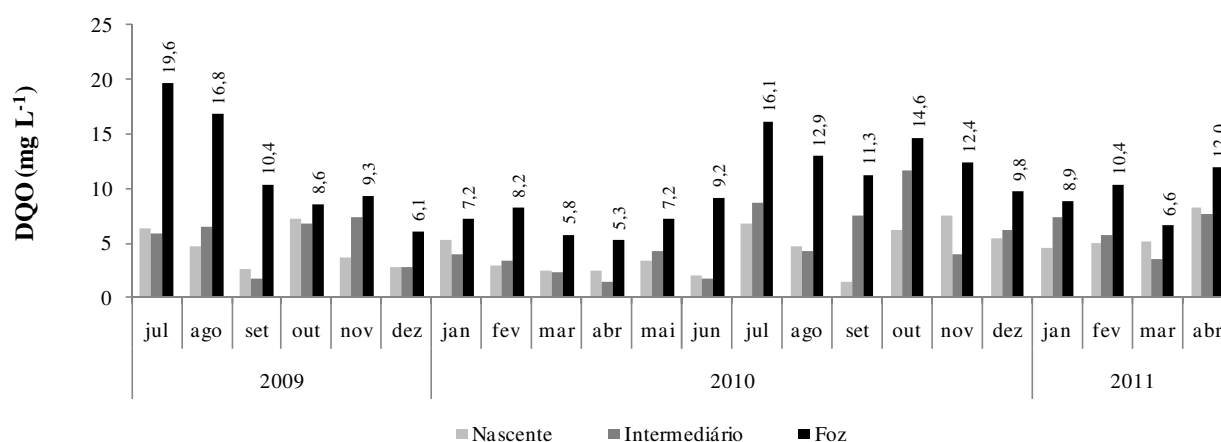


Figura 7 - Médias mensais de DQO (mg L^{-1}) nos três pontos de coleta

A contaminação dos recursos hídricos em microbacias com produção de arroz se deve às perdas de nutrientes através da água da drenagem inicial. Porém, segundo Machado *et al.*, (2006) esta afirmação deve ser analisada com cautela, pois fatores como intensidade de preparo do solo, tempo decorrido entre preparo final do solo e semeadura do arroz, época de aplicação do fertilizante, conteúdo de nutrientes na água fonte de irrigação, textura e composição química do solo influenciam a quantidade de nutrientes perdidos.

Segundo Mansor *et al.* (2006) a poluição difusa é devida, em grande parte, à drenagem pluviométrica de solos agrícolas e ao fluxo de retorno da irrigação, sendo associada aos sedimentos (carreados quando há erosão do solo), aos nutrientes (nitrogênio e fósforo) e aos defensivos agrícolas. A drenagem das precipitações em áreas de pecuária é associada, ainda, aos resíduos da criação animal, aumentando o aporte de nutrientes, matéria orgânica e coliformes.

A Tabela 3 apresenta a comparação entre as médias dos 3 pontos de coletas estudados (nascente, intermediário e foz), para todo o período monitorado (julho 2009 a abril de 2011). Apesar de ocorrer grande variação na concentração dos parâmetros em cada ponto ao longo do ano, houve diferença significativa entre os locais de coleta, apresentando $p < 0,05$.

Tabela 3 - Comparação entre médias dos três pontos de coleta

Ponto de coleta ⁽¹⁾	<i>E. coli</i> (NMP 100 mL ⁻¹)	Turbidez (NTU)	Nitrato (mg L ⁻¹)	PT (mg L ⁻¹)	DQO (mg L ⁻¹)
Nascente	188 b	2,3 b	0,13 b	0,02 b	4,6 b
Intermediário	569 b	7,7 b	0,13 b	0,03 b	5,1 b
Foz	2.151 a	39,8 a	0,16 a	0,04 a	10,4 a
Valor p	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem significativamente (Tukey, p<0,05)

A ANOVA e a comparação de médias mostraram que houve diferença significativa nos valores médios da foz em relação aos outros 2 pontos (nascente e intermediário), para todos os parâmetros estudados.

O valor médio de *E. coli* na foz (2.151 NMP 100 mL⁻¹) foi muito superior ao encontrado nos pontos mais a montante da bacia (188 NMP 100 mL⁻¹ para a nascente e 569 NMP 100 mL⁻¹ para o ponto intermediário).

Na foz do Ribeirão Gustavo ocorre maior influência dos complexos domésticos, que estão localizados nas cotas mais baixas da microbacia, e que podem contribuir diretamente com emissão de esgoto doméstico ou indiretamente através de contaminantes provenientes de extravasamento de fossas sépticas mal instaladas e sem manutenção (limpeza preventiva).

A comparação dos valores médios de todos os parâmetros da foz do Ribeirão Gustavo, para os 8 períodos de manejo é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Comparação entre médias da foz Ribeirão Gustavo, entre os oito períodos de manejo

Períodos de Manejo	Foz do Ribeirão Gustavo ⁽¹⁾				
	<i>E. coli</i> (NMP 100 mL ⁻¹)	Turbidez (NTU)	Nitrato (mg L ⁻¹)	PT (mg L ⁻¹)	DQO (mg L ⁻¹)
P1	5035 a	112 a	0,21 a	0,08 a	16,4 a
P2	1085 b	36 b	0,15 b	0,05 ab	10,8 ab
P3	1323 b	30 b	0,22 a	0,03 ab	11,6 ab
P4	913 b	16 b	0,14 b	0,02 b	9,3 ab
P5	1117 b	27 b	0,15 b	0,03 ab	8,6 ab
P6	1201 b	10 b	0,14 b	0,02 b	7,4 ab
P7	3195 ab	26 b	0,16 ab	0,03 ab	7,2 ab
P8	5105 a	43 ab	0,16 ab	0,03 ab	9,2 ab
Valor p	0,000	0,000	0,000	0,001	0,050

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem significativamente (Tukey, p<0,05)

Verifica-se que as concentrações médias mais elevadas ocorreram no P1, tanto para nutrientes quanto para turbidez e coliformes. Durante este período ocorre o preparo do solo nas quadras de arroz, o que interfere diretamente na qualidade da água da microbacia estudada.

Para *E. coli* não houve diferença significativa entre o P1 e o P8, e estes diferiram de todos os outros períodos. Portanto, as maiores concentrações ocorreram durante o preparo do solo e quando os marrecos estavam presentes na quadra.

Em relação ao nitrato, não houve diferença significativa entre o P1 (preparo do solo) e P3 (aplicação de uréia), os quais correspondem às maiores concentrações médias (0,21 mg L⁻¹ e 0,22 mg L⁻¹, respectivamente).

O preparo do solo implica na movimentação através de maquinário, utilização de lâmina d'água constante para facilitar o nivelamento das quadras. De forma geral este manejo provocou a perda de sólidos e nutrientes na água de drenagem e elevou a concentração de *E. coli*, o que favoreceu a contaminação da rede hídrica.

CONCLUSÃO

-A foz do Ribeirão Gustavo apresentou as maiores concentrações tanto de matéria orgânica quanto de nutrientes, além de contaminação microbiológica, com valores elevados de coliformes fecais (acima de 1.000 NMP 100 mL⁻¹);

-Os meses que apresentaram os maiores valores de N-NO₃, PT, turbidez e *E. coli* foram julho e agosto, que coincidem com o preparo do solo, o qual foi o período de manejo que mais contribuiu para a contaminação da rede hídrica;

-A presença de coliformes, nutrientes e a elevada turbidez na foz do Ribeirão Gustavo mostra a necessidade de controle de emissões, seja de origem sanitária (esgoto doméstico) ou agrícola (água de drenagem das quadras de arroz).

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio financeiro, através do projeto aprovado no Edital MCT/CNPq/CT-AGRONEGÓCIO/CT-HIDRO - Nº 27/2008.

BIBLIOGRAFIA

APHA -AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20 ed. APHA Washington, 937p.

CEPA - Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (2011). *"Levantamento Agropecuário Catarinense, 2002-2003"*. Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Disponível em: < <http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes> >. Acesso em: 13 de abril de 2011.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (2005). *Resolução CONAMA*

Nº357, de Março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05>>
Acesso em: 18 de janeiro de 2011.

DESCHAMPS, F.C.; TOLEDO, L.G. de.; NOLDIN, J.A. (2001) “Índice de qualidade de água (IQA) na avaliação do impacto da cultura do arroz irrigado sobre a qualidade das águas superficiais” in Anais do II Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXIV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Porto Alegre, RS, 2001, pp. 763-767.

DESCHAMPS, F. C., STUKER, H., SILVA, M. C. da, NOLDIN, J. A., EBERHARDT, D. S., LEÃO, J. C. (2003). “Aplicação de um índice de qualidade (IQA) na avaliação da água de áreas cultivadas com arroz irrigado” in Anais do III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Balneário Camboriú, SC, 2003, pp. 706-708.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (1998) *Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina* (CD-Rom).

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (2011) *Histórico da produção de arroz irrigado*. Disponível em: < <http://www.epagri.sc.gov.br> >. Acesso em: 27 de abril de 2011.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009). *Comunicação Social*. Rio de Janeiro, 16 de outubro de 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias>>
Acesso em: 20 de maio de 2011.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). *Censo Demográfico*. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 20 de maio de 2011.

MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E. ; BOHNEN, H.; JAEGER, R. L.; MORAIS, A. P. (2001) “Perdas de solo e nutrientes na água de drenagem durante o preparo do solo para o sistema de cultivo de arroz pré-germinado” in Anais do II Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXIV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Porto Alegre, RS, 2001, pp.247-249.

MACHADO, S.L.O.; MARCHEZAN, E.; RIGHES, A.A.; CARLESSO, R.; VILLA, S.C.C.; CAMARGO, E.R. (2006) “Consumo de água e perdas de nutrientes e de sedimentos na água de drenagem inicial do arroz irrigado”. *Ciência Rural*, 36 (1), pp. 65-71.

MANSOR, M. T. C.; TEIXEIRA FILHO, J.; ROSTON, D. M. (2006) "Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio Jaguari, SP". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10 (3), pp.715–723.

MOLOZZI, J.; PINHEIRO, A.; SILVA, M. R. (2006) "Qualidade da água em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado". *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41 (9), pp.1393-1398.

NOLDIN, J. A., EBERHARDT, D. S. (2005) "A realidade ambiental e a lavoura orizícola brasileira". In Anais do IV Congresso Brasileiro de arroz irrigado e XXV Reunião da cultura do arroz irrigado, Santa Maria, 2005, 2, pp. 612-622.

SANTA CATARINA (1979) *Portaria SEPLANCG Nº 24*, de 19 de setembro de 1979. Disponível em: < http://www.queimadosvivo.org.br/legislacao/portaria_seplancg_24.pdf > Acesso em: 18 de janeiro de 2011.