

# RELAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COM A QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA MICROBACIA PRODUTORA DE ARROZ IRRIGADO

Iria Sartor Araujo<sup>(1)</sup>; Denilson Dortzbach<sup>(2)</sup>; Éverton Blainski<sup>(3)</sup> & Ivan Luiz Zilli Bacic<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisadora, Dra., Epagri- CIRAM. Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Florianópolis, SC. E-mail [iriaaraujo@epagri.sc.gov.br](mailto:iriaaraujo@epagri.sc.gov.br); <sup>(2)</sup> Pesquisador, Epagri- CIRAM. E-mail [denilson@epagri.sc.gov.br](mailto:denilson@epagri.sc.gov.br);

<sup>(3)</sup> Pesquisador, Epagri- CIRAM. E-mail [evertonblainski@epagri.sc.gov.br](mailto:evertonblainski@epagri.sc.gov.br); <sup>(4)</sup> Pesquisador, Epagri- CIRAM. E-mail [bacic@epagri.sc.gov.br](mailto:bacic@epagri.sc.gov.br)

**ABSTRACT:** River pollution caused by soil management and fertilizer use is a problem in the state of Santa Catarina. Pre-germinated rice production in paddy fields is the main economic activity in the Ribeirão Gustavo watershed, located in the municipality of Massaranduba. The aim of this study is to evaluate the physico-chemical and microbiological water quality parameters in the Ribeirão Gustavo stream and relate them to current land uses and occupancy. Five sampling points were selected in the hydrologic network. The samples were collected fortnightly from July 2009 to October 2010. The parameters analyzed were: nitrate, orthophosphate, turbidity, fecal coliforms and dissolved oxygen. Ribeirão Gustavo's river mouth had the highest nutrient concentrations, *Escherichia coli* and turbidity in July and August. This is the time of paddy field soil preparation and water drainage from rice fields to the hydrological network. The correlations between the water quality parameters and the percentage of forest and rice were significant, showing that water quality in the watershed Ribeirão Gustavo is greatly influenced by human actions, such as the presence of complex domestic and agricultural production.

**Key-words:** hydrologic network, pollution, agriculture

## INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina apresenta uma economia diversificada com distribuição equilibrada entre os principais setores produtivos. Dentre os principais problemas ambientais, relacionados as atividades agrícolas, encontrados em Santa Catarina, podemos destacar o desmatamento, a diminuição das matas ciliares e de proteção de nascentes, a erosão, o assoreamento dos rios e a poluição dos corpos de água causada pelo uso indiscriminado de fertilizantes e de agrotóxicos, além da emissão de dejetos animais.

Essa situação acaba provocando a diminuição da quantidade e da qualidade da água, ganhando especial destaque, em função não somente do impacto sócio-econômico e ambiental, mas também dos elevados custos de recuperação.

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".

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. O arroz é cultivado em sistema pré-germinado, em 23 mil hectares, envolvendo 2 mil propriedades predominantemente de base familiar, com produção aproximada de 180 mil toneladas (IBGE, 2006).

Uma característica peculiar dessa sub-bacia é a realização, em algumas oportunidades, de dois ciclos da cultura em cada ano agrícola. Isto constitui uma característica muito particular para avaliar mais adequadamente o comprometimento dos recursos hídricos em função do desenvolvimento da cultura do arroz irrigado.

Para Deschamps *et al.* (2003), os diversos componentes físico-químicos na água representam riscos distintos quando alterados pela rizicultura. 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 monitoramento de parâmetros de qualidade da água é uma ferramenta para determinar a intensidade das alterações ambientais causadas pelas ações antrópicas.

A análise do uso e ocupação quantifica a utilização da terra com a agricultura e com os complexos domésticos em uma microbacia, possibilitando a correlação com a qualidade da água nos diferentes pontos de coleta.

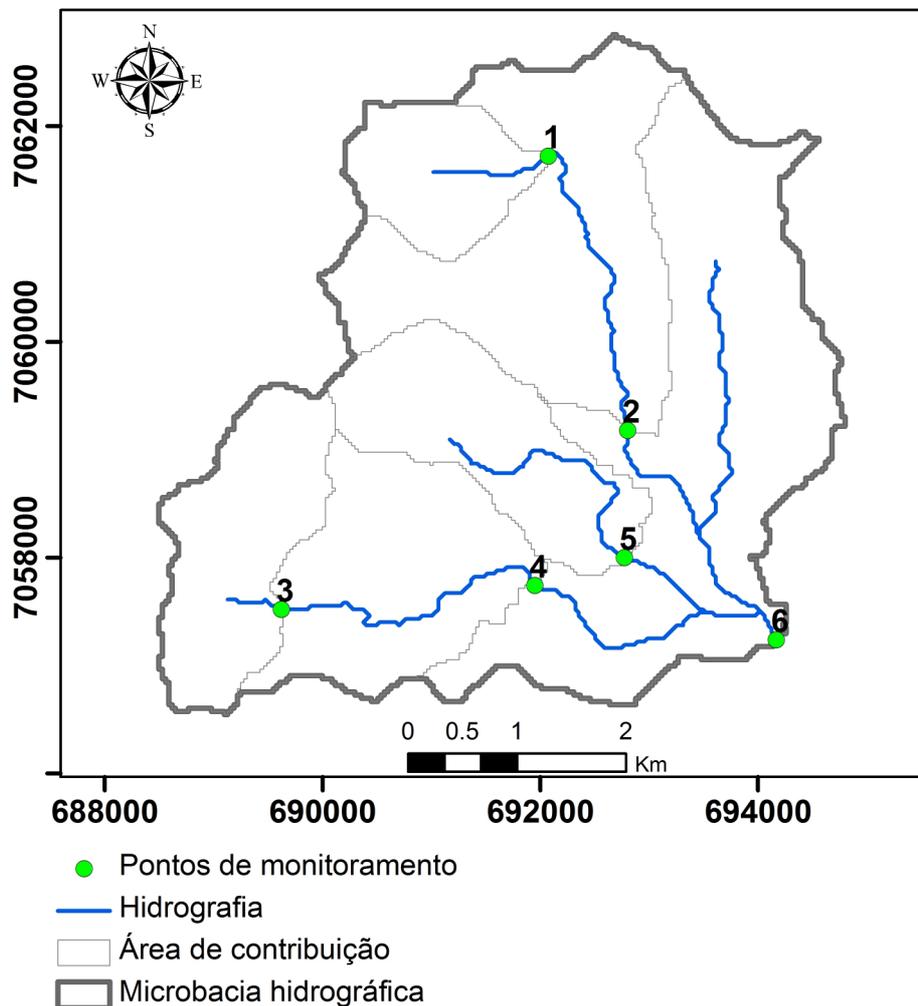
O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água na rede hídrica da microbacia Ribeirão Gustavo e estabelecer uma relação com o uso e ocupação da área estudada.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente estudo foi dividida em três etapas principais. A primeira etapa constituiu-se na escolha dos pontos para monitoramento da água ao longo da

Microbacia Ribeirão Gustavo. Através de mapas e visitas ao local foi identificado o rio principal (Ribeirão Gustavo) e para este estudo foram considerados 2 rios contribuintes (Ribeirão Irma e Ribeirão Voelz).

Foram escolhidos 06 pontos para coleta de água (Figura 1) correspondendo aos seguintes locais: (P1) Nascente do Ribeirão Gustavo; (P2) Ribeirão Gustavo Médio; (P3) Ribeirão Irma Alto; (P4) Ribeirão Irma Médio; (P5) Ribeirão Voelz Médio; (P6) Foz do Ribeirão Gustavo.



**Figura 1** - Pontos de coleta de água na rede hídrica da Microbacia 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 outubro de 2010. Neste trabalho são apresentados os resultados referentes às primeiras 32 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: nitrato ( $N-NO_3$ ), ortofostato ( $P-PO_4$ ), turbidez, coliformes fecais (*Escherichia coli*) e oxigênio dissolvido (OD).

As medições de OD foram realizadas no momento da coleta das amostras. As demais análises foram feitas no laboratório de análise de água da Epagri, localizado na Estação Experimental de Itajaí. As análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nas amostras obedeceram aos procedimentos previstos no Standard Methods (APHA, 1998).

A terceira etapa do estudo consistiu na determinação do uso e ocupação da Microbacia Ribeirão Gustavo. A área de estudo foi dividida em 5 áreas de contribuição, homogêneas, com base na variabilidade espacial de uso e ocupação, mapeamento de solo e declividade do terreno. Cada ponto de coleta (P1 a P5) foi considerado um exutório, além da foz do Ribeirão Gustavo (P6), o qual foi base para gerar os dados de uso e ocupação de toda a microbacia de estudo.

As informações de uso do solo foram obtidas por meio de imagens de satélite QUICKBIRD, datadas de 2005. O mapa de declividade do terreno foi obtido a partir do modelo digital de elevação da Shuttle Radar Topographic Mission 2000.

A integração dessas informações foi realizada por meio do software ArcSWAT, utilizando a área de 100 ha como valor de referência para delimitação 05 das áreas de contribuição.

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas da água, e as informações de uso e ocupação, foram trabalhados através do software *Statistica 7.0*, calculando médias, desvio padrão, medianas e quartis, análise de variância (ANOVA) e correlações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste estudo correspondem aos primeiros 16 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.

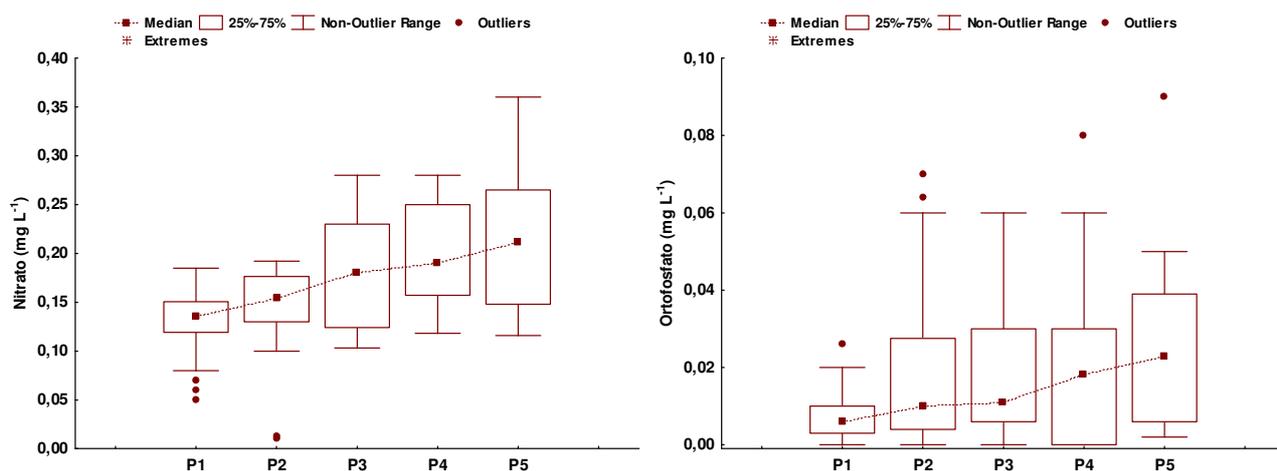
Para fins de comparação com a legislação vigente levaremos em conta a Portaria número 24 (Santa Catarina, 1979), a qual enquadra em classes os cursos d’água do Estado de Santa Catarina. Esta portaria resolve que todos os rios que não sejam mencionados nominalmente na mesma como Classe 1 ou 3 serão considerados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

### Avaliação da qualidade da água (P1 a P5)

Durante o período de monitoramento os valores medianos de OD permaneceram sempre elevados (faixa entre 8,5 e 9,1) em todos os pontos de coleta, inclusive naqueles localizados mais a jusante, os quais recebem a maior quantidade de poluição de origem difusa. Este alto valor de OD deve estar vinculado à capacidade de aeração do talvegue, pela diferença acentuada de cota entre as nascentes e a foz do Ribeirão Gustavo.

A Figura 2 mostra a variação da concentração de nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e ortofosfato ( $\text{mg L}^{-1}$ ) nos 05 pontos de coleta, durante todo o período de monitoramento ( $n=32$ ).



**Figura 2** - Distribuição dos valores de nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e ortofosfato ( $\text{mg L}^{-1}$ ) nos pontos de coleta da microbacia Ribeirão Gustavo

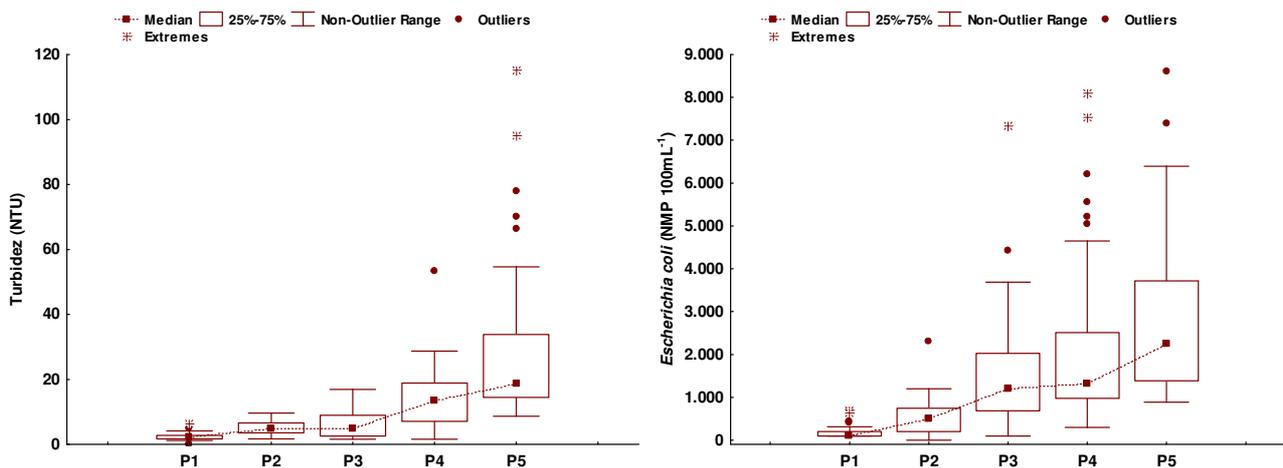
Houve variação nos valores de nitrato ao se comparar os pontos de coleta. O menor valor mediano foi encontrado Nascente do Ribeirão Gustavo ( $0,14 \text{ mg L}^{-1}$ ) e o maior valor foi encontrado no Ribeirão Voelz Médio ( $0,21 \text{ mg L}^{-1}$ ).

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

O Orto-P apresentou uma grande dispersão dos valores em todos os pontos de coleta, porém as concentrações foram sempre baixas, inferiores a  $0,10 \text{ mg L}^{-1}$ . A nascente do Ribeirão Gustavo (P1) apresentou a menor concentração mediana ( $0,006 \text{ mg L}^{-1}$ ), o ponto com maior concentração mediana ( $0,023 \text{ mg L}^{-1}$ ) foi o P5 - Ribeirão Voelz Médio. Ocorreram picos de concentração no P4 ( $0,08 \text{ mg L}^{-1}$ ) e no P5 ( $0,09 \text{ mg L}^{-1}$ ).

As baixas concentrações de  $\text{P-PO}_4$  encontrados nos pontos de coleta corroboram com o estudo de Molozzi et al. (2006), que avaliaram a qualidade da água de irrigação e drenagem nos diferentes estádios de desenvolvimento do arroz pré-germinado e encontraram concentração de fosfato na água de irrigação de  $0,06 \text{ mg L}^{-1}$  e entre  $0,16$  e  $0,36 \text{ mg L}^{-1}$  na água de drenagem da quadras de arroz.

A variação da turbidez (NTU) e de *Escherichia coli* (NMP  $100 \text{ mL}^{-1}$ ) nos 5 pontos de coleta são observados na Figura 3.



**Figura 3** - Distribuição dos valores de turbidez (NTU) e *E. coli* (NMP 100 mL<sup>-1</sup>) nos pontos de coleta da microbacia Ribeirão Gustavo

Os valores mais elevados de turbidez ocorreram no P4 (Ribeirão Irma Médio) e no P5 (Ribeirão Voelz Médio), porém sempre 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, com exceção da coleta realizada no dia 04 de agosto de 2009, na qual o valor de turbidez alcançou 115 NTU, que coincidiu com o período de preparo no solo nas quadras de arroz.

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.

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.

Os valores medianos de *E. coli* no P1 foi de 100 NMP 100 mL<sup>-1</sup> e no P2 foi de 490 NMP 100 mL<sup>-1</sup>, ou seja, dentro dos padrões exigidos pela legislação. Para os pontos P3, P4 e P5 a mediana foi superior a 1000 NMP 100 mL<sup>-1</sup> e os valores máximos encontrados durante o monitoramento ocorreram no P4 (8.090 NMP 100 mL<sup>-1</sup>) e no P5 (8.600 NMP 100 mL<sup>-1</sup>), muito acima do permitido, como mostra a Figura 3.

### Qualidade da água na Foz do Ribeirão Gustavo (P6)

A Figura 4 apresenta as médias mensais dos parâmetros estudados na Foz do Ribeirão Gustavo (P6), o qual recebe toda a contribuição dos afluentes monitorados (P1 a P5). Verifica-se que as concentrações mais elevadas ocorreram entre os meses de julho e agosto, 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.

O preparo do solo implica na movimentação através de maquinário e utilização de lâmina d'água constante para facilitar o nivelamento das quadras, este manejo provoca a perda de sólidos e nutrientes na água de drenagem, o que favorece a contaminação da rede hídrica.

As concentrações de nitrato são inferiores ao limite de 10 mg L<sup>-1</sup> (CONAMA 357/2005), porém a distribuição dos dados mostra que em julho de 2009 e julho de 2010 ocorreram as maiores concentrações (0,26 mg L<sup>-1</sup> e 0,24 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente) comparando-se com os outros meses monitorados.

A mesma tendência ocorre para o ortofosfato, que apresentou a maior concentração em julho de 2009 (0,07 mg L<sup>-1</sup>) e em julho de 2010 (0,045 mg L<sup>-1</sup>).

A turbidez na foz do Ribeirão Gustavo apresentou-se dentro dos limites do CONAMA 357/2005 para rios de Classe 2 e 3 (100 NTU) durante todos os meses monitorados, com exceção de julho e agosto, nos quais ocorreram picos, alcançando 178 NTU em julho de 2009 e 138 NTU em julho de 2010, coincidindo com o período de maior movimentação de máquinas e preparo do solo.

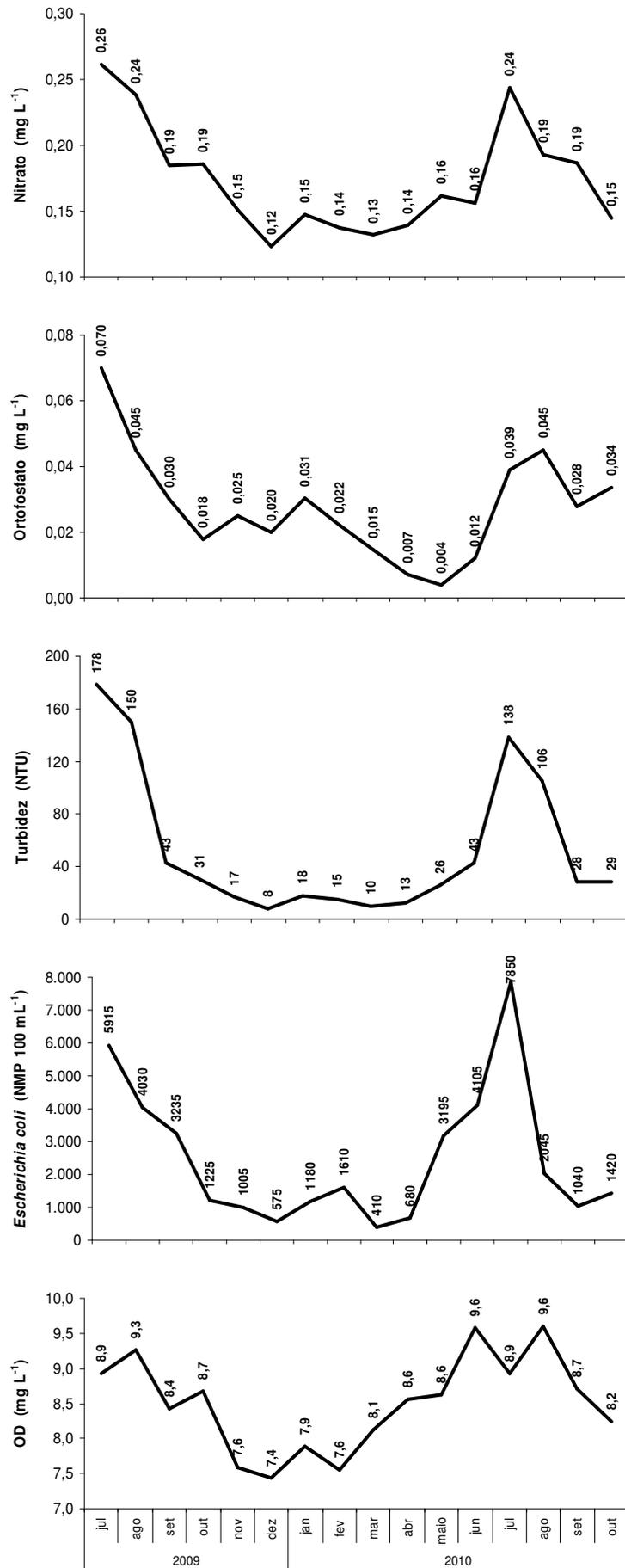


Figura 4 – Valores médios mensais de nitrato, orfostato, turbidez, *E. coli* e OD na Foz do Ribeirão Gustavo

A Figura 4 mostra também os valores médios mensais de *E. coli* encontrados durante o período monitorado. Os maiores valores ocorreram em julho de 2009 (5915 NMP 100 mL<sup>-1</sup>) e em julho de 2010 (7850 NMP 100 mL<sup>-1</sup>).

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 julho) pode contribuir para a elevação da contaminação microbiológica da água.

Somente em 3 meses distintos ocorreram valores médios de *E. coli* inferiores ao limite imposto pela legislação (1000 NMP 100 mL<sup>-1</sup>), que foram os seguintes: 575 NMP 100 mL<sup>-1</sup> em dezembro de 2009; 410 NMP 100 mL<sup>-1</sup> em março de 2010 e 680 NMP 100 mL<sup>-1</sup> em abril de 2010.

O oxigênio dissolvido foi mais elevado nos meses em que houve preparo do solo e que coincide com o inverno. Isto se deve à oxigenação da rede hídrica através da intensa utilização de água nas quadras de arroz e conseqüente emissão da água de drenagem nos rios, provocando maior turbulência e aeração por meio físico. Além disso, no inverno, devido às baixas temperaturas, observam-se maiores concentrações de oxigênio dissolvido na água.

Durante os meses mais quentes (entre dezembro e fevereiro) ocorreram as menores concentrações de OD, as quais coincidem com as maiores temperaturas, condição que reduz as taxas de oxigenação da massa líquida. Além disso, o arroz está em fase reprodutiva/maturação, necessitando somente a manutenção da lâmina nas quadras, não ocorrendo a drenagem da água e reduzindo a emissão de efluentes provenientes da produção.

De forma geral a contaminação da rede hídrica da microbacia Ribeirão Gustavo se caracteriza por ser difusa, situação muito comum em áreas rurais. 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.

#### Uso e ocupação da Microbacia Ribeirão Gustavo e correlação com qualidade da água

A área total da microbacia Ribeirão Gustavo é de 2690,3 ha (Área 6). A microbacia apresenta predomínio de florestas (64,3%) e de lavouras de arroz (16,9%), as demais classes de uso perfazem 18,8 % (Tabela 1).

**Tabela 1 - Classes de uso da Microbacia Ribeirão Gustavo**

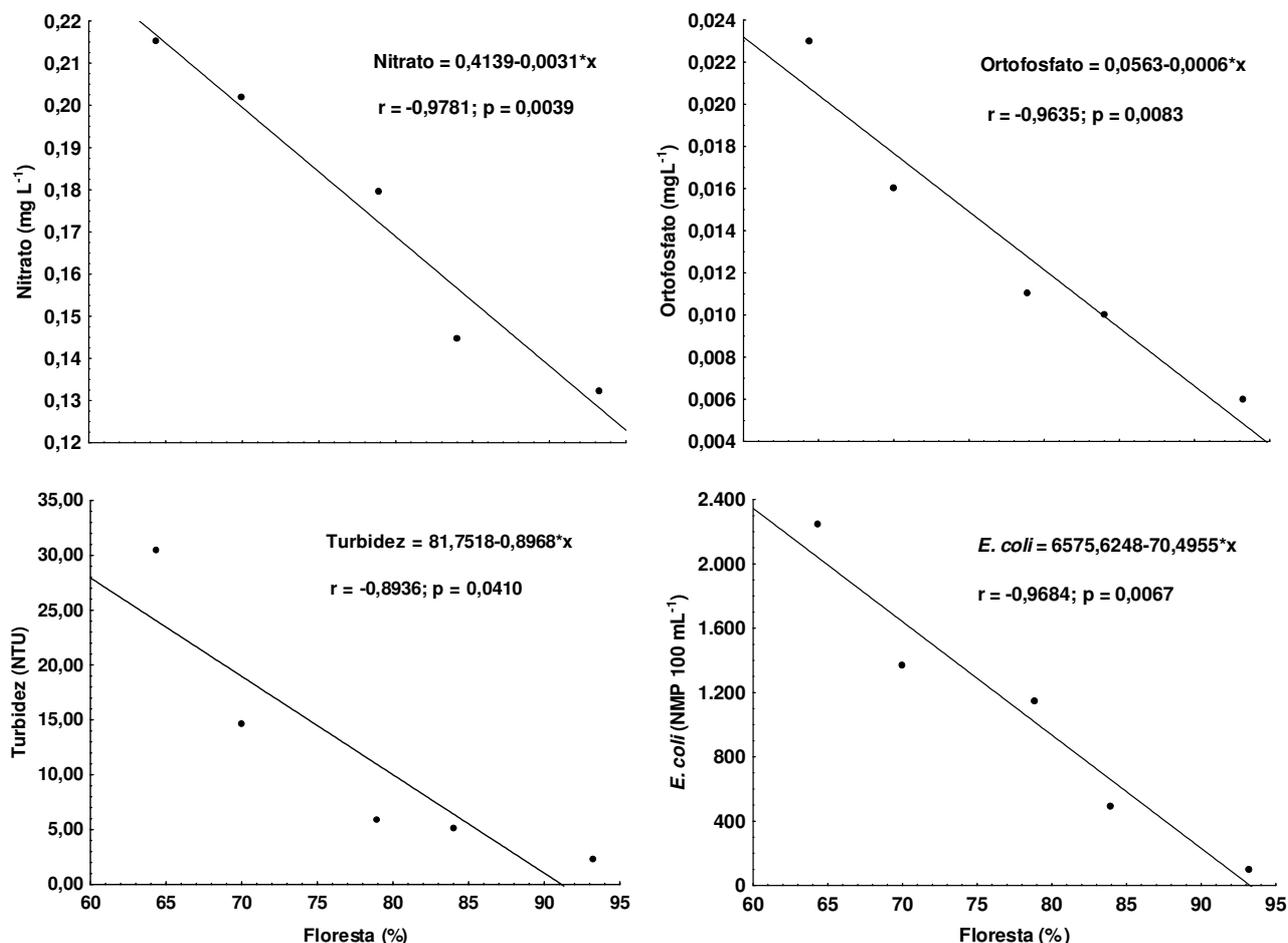
Classes de Uso	Área (ha)	%
Arroz Irrigado	453,9	16,9
Banana	64,2	2,4
Complexo Doméstico	106,0	3,9
Floresta	1730,3	64,3
Pastagem	204,3	7,6
Reflorestamento	100,3	3,7
Sistema Agroflorestal	31,3	1,2
<b>Total</b>	<b>2690,3</b>	<b>100</b>

A Tabela 2 mostra as classes de uso para cada uma das 5 áreas de contribuição estudadas. Estes dados foram utilizados para efetuar as correlações entre os valores médios dos parâmetros de qualidade de água (de P1 a P5) e as porcentagens de floresta e de lavouras de arroz de cada área de contribuição correspondente.

**Tabela 2 – Porcentagem de uso para cada área de contribuição estudada**

Classes de Uso	Áreas de Contribuição				
	1	2	3	4	5
	-----% da Área total-----				
Arroz	0,0	0,9	0,0	7,1	17,1
Banana	0,0	0,1	5,8	4,3	3,6
Complexo Doméstico	0,4	1,9	1,7	3,4	5,4
Floresta	93,3	84,0	78,9	70,0	64,4
Pastagem	3,4	6,9	10,6	12,1	6,0
Reflorestamento	2,3	4,0	3,0	2,6	1,4
Sistema Agroflorestal	0,7	2,2	0,0	0,4	2,0

As correlações entre os parâmetros de qualidade da água (nitrato, fosfato, turbidez, *E. coli*) e as porcentagens de floresta existente em cada uma das 05 áreas de contribuição estudadas pode ser verificado na Figura 5.



**Figura 5** – Correlações entre parâmetros de qualidade de água e porcentagem de floresta nas 5 áreas de contribuição

As correlações foram significativas ( $\alpha = 0,05$ ) e negativas para todos os parâmetros avaliados, mostrando que as áreas de contribuição que possuem maior porcentagem de floresta apresentam nível inferior de contaminação da água, se comparada às demais.

Portanto, a qualidade da água na microbacia Ribeirão Gustavo é muito influenciada pelas ações antrópicas, como a presença de complexos domésticos e produção agrícola.

A correlação que foi mais significativa ocorreu entre a concentração de nitrato e a porcentagem de floresta, a qual apresentou valor “p” igual a 0,0039 e valor “r” de -0,9781.

Segundo Prado e Novo (2007) existe uma alta correlação entre a distribuição espacial das atividades humanas, o estado de conservação da cobertura vegetal na bacia hidrográfica e o nível de degradação dos recursos hídricos. Uma das conclusões do estudo foi que quando ocorre um processo gradativo de expansão das fronteiras agrícolas e urbanas, há um comprometimento dos remanescentes de vegetação natural e a geração de uma carga maior de poluentes (poluição pontual e difusa) que terão como destino os corpos d’água.

Na área de contribuição 1, onde ocorre 93,3% de floresta, as concentrações médias de todos os parâmetros estudados foram inferiores àqueles encontrados nas outras áreas, apresentando valores de 0,13 mg L<sup>-1</sup> de nitrato; 0,01 mg L<sup>-1</sup> de ortofosfato, 2,34 NTU de turbidez e 100 NMP 100 mL<sup>-1</sup> de *E. coli*.

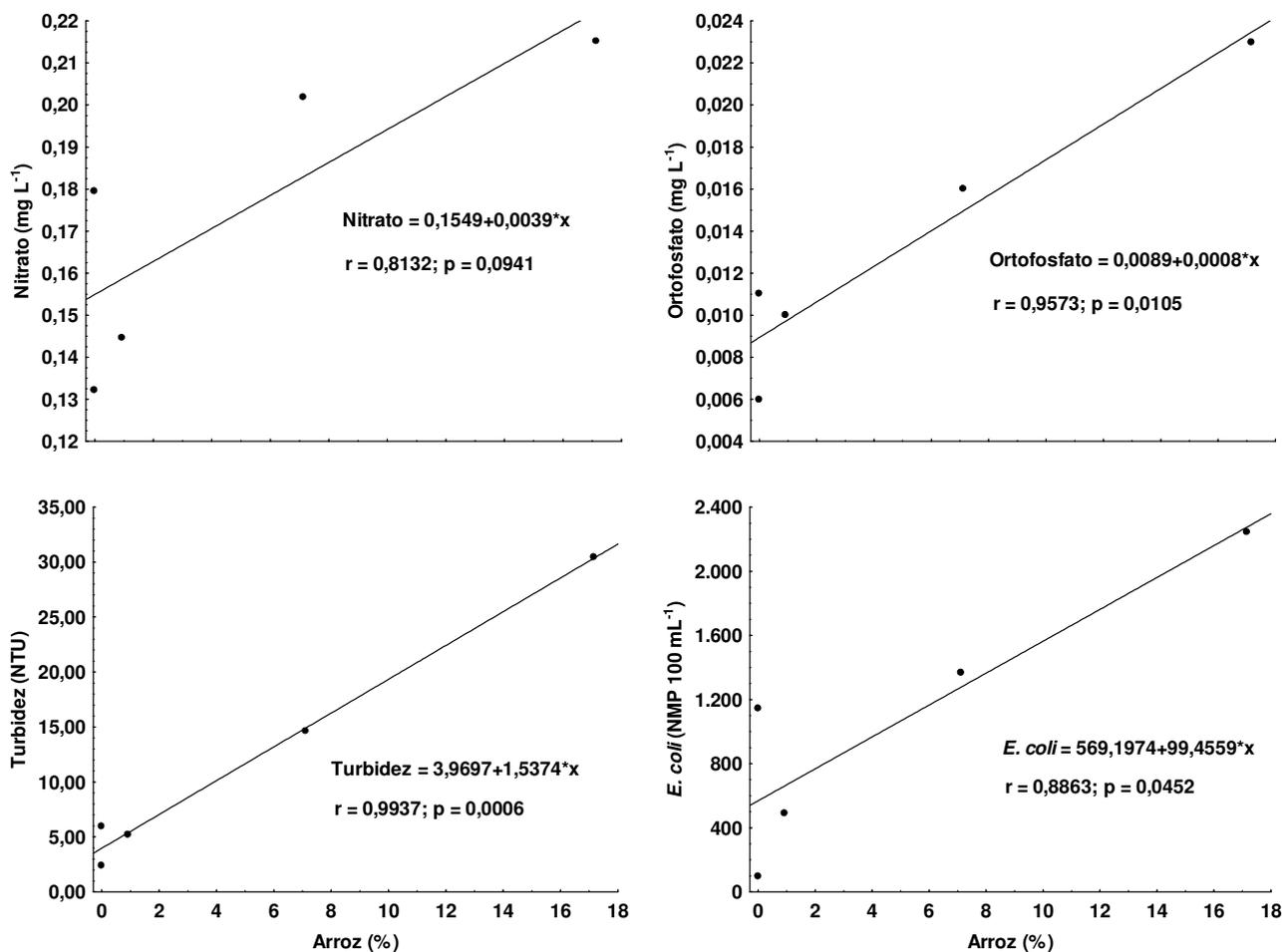
A Figura 6 apresenta as correlações entre os parâmetros de qualidade da água e a porcentagem de arroz nas áreas de contribuição de estudo.

As correlações entre os parâmetros e a porcentagem de lavoura de arroz na microbacia foram significativas e positivas, com exceção do nitrato, que apresentou valor “p” de 0,0941, porém com valor “r” de 0,8132. Todas as correlações com a porcentagem de lavoura de arroz mostraram tendência inversa ao que ocorreu com as correlações com a porcentagem de floresta, como era esperado.

O ortofosfato apresentou menor concentração nas áreas de contribuição onde não havia lavoura de arroz, como nas áreas de contribuição 1 e 3, que estão localizadas nos pontos mais a montante da microbacia.

Em relação à turbidez, o valor mais elevado (30,5 NTU) ocorreu na área de contribuição 5, a qual apresenta a maior porcentagem de área utilizada para a produção de arroz (17,1%), confirmando que este parâmetro é influenciado diretamente por esta atividade agrícola na microbacia Ribeirão Gustavo.

Os coliformes fecais (*E. coli*) foram mais elevados na área de contribuição 5 (2.245 NMP 100 mL<sup>-1</sup>), onde existe a maior área de arroz irrigado e a menor área de floresta, além disso possui as maiores aglomerações humanas, com 5,4% da área utilizada por complexo doméstico (Tabela 2).



**Figura 6** – Correlações entre parâmetros de qualidade de água e porcentagem de arroz nas 5 áreas de contribuição

A contaminação por coliformes fecais é um dos maiores problemas verificados na água da rede hídrica estudada.

A elevada concentração de *E. coli* (em mais de 80% das amostras, nas áreas de contribuição 4 e 5, ocorreram concentrações acima de 1000 NMP 100 mL<sup>-1</sup>), mostra que tanto a atividade agrícola (presença de marrecos durante o pousio da lavoura de arroz), quanto a emissão de efluentes agropecuários ou esgoto doméstico sem tratamento nos rios, podem estar contribuindo para elevar o grau de contaminação.

Além disso, pode ocorrer contaminação por escoamento superficial (durante chuvas intensas) ou transbordamento de fossas sépticas, que podem influenciar a qualidade microbiológica da água na microbacia Ribeirão Gustavo.

## CONCLUSÕES

-Os pontos de coleta mais a jusante da microbacia apresentaram as maiores concentrações de nutrientes, porém sempre inferior ao limite exigido pela legislação vigente, a contaminação por coliformes fecais foi elevada, apresentando valores medianos acima de 1000 NMP 100 mL<sup>-1</sup>;

- Na foz do Ribeirão Gustavo os valores mais elevados de nutrientes, *E. coli* e turbidez ocorreram nos meses de julho e agosto, que coincide com o período de preparo do solo nas quadras de arroz;

- As correlações entre os parâmetros de qualidade da água e as porcentagens de floresta e de arroz foram significativas, mostrando que a qualidade da água na microbacia Ribeirão Gustavo é muito influenciada pelas ações antrópicas, como a presença de complexos domésticos e produção agrícola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA N°357**, de Março de 2005.

DESCHAMPS, F.C.; TOLEDO, L.G. de.; NOLDIN, J.A. 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, pp. 763-767, 2001.

DESCHAMPS, F. C.; STUKER, H.; SILVA, M. C. da, NOLDIN; J. A., EBERHARDT, D. S.; LEÃO, J. C. 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, pp. 706-708. 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário, 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 13 set. 2010.

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

MACEDO, V. R. M.; MARCOLIN, E.; BOHNEN, H.; JAEGER, R. L.; MORAIS, A. P. 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, pp.247-249, 2001.

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

MOLOZZI, J.; PINHEIRO, A.; SILVA, M. R. Qualidade da água em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.9, p.1393-1398, set. 2006.

PRADO, R, B., NOVO, E. M. L. M.. Avaliação espaço-temporal da relação entre o estado trófico do reservatório de barra bonita (SP) e o potencial poluidor de sua bacia hidrográfica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 19 n. 2. pp. 5-18, dez. 2007.

SANTA CATARINA. **Portaria SEPLANCG N° 24**, de 19 de setembro de 1979.