

Impacto Ambiental da Cultura do Arroz Irrigado com Uso de Índice de Qualidade de Água (IQA)

Luís Gonzaga de Toledo ¹
Francisco C. Deschamps ²
Gilberto Nicolella ³
José Alberto Noldin ²
Domingos Sávio Eberhardt ²

O monitoramento de parâmetros de qualidade da água em microbacias hidrográficas constitui-se em ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pela ação humana ou do próprio ambiente. Isto porque a maior parte das ações desenvolvidas sobre o ambiente acabam se refletindo na qualidade dos cursos de água das microbacias. Como estas ações são de natureza distinta, nem sempre é possível isolar a influência destes fatores daqueles diretamente relacionados com a atividade agrícola. As fontes difusas de poluição, especialmente a agricultura, têm sido objeto de atenção em muitos países devido à dificuldade de se estabelecer procedimentos de avaliação de impactos ambientais e de se adotar padrões aceitáveis, como outrora ocorreu com as fontes pontuais. Cabe lembrar que cada bacia ou microbacia hidrográfica possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como indicador padrão para qualquer sistema hídrico. Neste sentido, é importante o desenvolvimento de trabalhos de campo para a obtenção de indicadores de qualidade de água que reflitam as intervenções humanas, como o uso agrícola, urbano e industrial.

Pelo seu sistema de manejo e cultivo, especula-se que a cultura do arroz irrigado degrade a qualidade da água dos rios no Estado de Santa Catarina. O manejo inadequado da água de irrigação da lavoura, especialmente nas etapas de preparo do solo ou quando da aplicação dos agroquímicos, pode provocar alterações na qualidade da água à jusante destes agroecossistemas.

Na busca de indicadores de qualidade de água várias técnicas têm sido utilizadas, sendo a mais empregada o IQA (Índice de Qualidade da Água) desenvolvido pela *National Sanitation Foundation Institution* e usado em países como EUA, Brasil e Inglaterra. Estes índices contemplam um grau de subjetividade, pois dependem da escolha das variáveis que constituirão os indicadores principais das alterações da qualidade da água. Índices baseados em técnicas estatísticas favorecem a determinação dos indicadores mais característicos do corpo d'água em estudo, embora não permitam generalizações para outros corpos d'água. Por outro lado, como instrumento de avaliação ao longo do tempo ou do espaço, estes índices permitem

¹ Ecólogo, MSc – Embrapa Meio Ambiente. Caixa Postal 69, Jaguariúna, SP - CEP 13820-000.

² Agrônomo, PhD – Epagri/Estação Experimental de Itajaí, Caixa Postal 277, Itajaí, SC - CEP 88301-970.

³ Estatístico, PhD – Embrapa Meio Ambiente.

acompanhar as alterações ocorridas no eixo hidrográfico. Um dos métodos usados na formulação de índices de qualidade de água baseia-se na técnica multivariada da análise fatorial (Haase & Possoli, 1993), escolhido no presente trabalho. Esta técnica permite selecionar as variáveis mais representativas do corpo hídrico, favorecendo a definição de indicadores mais sensíveis, tanto para adoção de um programa de monitoramento como para avaliação das alterações ocorridas nos recursos hídricos.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o possível impacto da cultura do arroz irrigado sobre a qualidade das águas do Rio Camboriú (Camboriú/SC), através do estabelecimento de um índice de qualidade de água (IQA). A bacia do Rio Camboriú tem aproximadamente 119,9km² e 950 hectares (7,92%) são cultivados com arroz irrigado. A importância deste trabalho nesta bacia está relacionado ao fato de o Rio Camboriú servir como única fonte de abastecimento de água para as populações dos municípios de Camboriú e Balneário Camboriú e ainda ter sua foz na praia de Balneário Camboriú.

O monitoramento foi realizado durante o período de agosto de 1999 a março de 2001. Foram estabelecidos dois locais de coleta representativos da cabeceira (ponto 50 e 50b), três de lavoura (pontos 47, 48 e 50a) e três de foz (pontos 45, 46 e 51), distribuídos ao longo da microbacia. O ponto 50 representa uma nascente sem qualquer interferência humana e o ponto 45 situa-se mais à jusante da bacia, situado na cidade de Camboriú. As amostras de água foram coletadas quinzenalmente, quando se procedia as análises de oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (COND), nitrato (NO₃), amônia (NH₄), nitrito (NO₂), ferro total (Fe), fósforo total (P) e dissolvido (PO₄), turbidez (TURB), pH, coliformes fecais (CF) e totais (CT), dureza (DUR), alcalinidade (ALC), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e temperatura (TEMP). Os procedimentos analíticos foram realizados segundo a *American Public Health Association* (1992).

Utilizou-se a técnica estatística de análise fatorial na definição deste índice de qualidade de água. Neste trabalho foi utilizado o método de Bartlett para a criação dos fatores de escala, que minimiza a variância do erro, sendo os escores preditos pelo modelo:

$$\hat{F} = XU^{-2}B(BU^{-2}B)^{-1}$$

onde:

X = vetor das variáveis observadas;

U⁻² = matriz diagonal das variâncias únicas;

B = matriz das cargas fatoriais.

Para efeito de análise fatorial foram selecionados os vetores com dados completos, sendo descartados valores discrepantes.

Após a determinação das cargas fatoriais, determinou-se os escores fatoriais pelo método de Bartlett em cada ponto de coleta, que constitui-se no IQA pelo uso da equação abaixo:

$$\begin{aligned} \text{IQA} = & 0,12165.P + 0,09602.Fe + 0,20878.TURB - \\ & 0,00553.pH - 0,07053.COND + 0,24166.NO_2 + \\ & 0,1335.NO_3 + 0,06218.NH_4 + 0,16888.PO_4 - \\ & 0,07281.OD + 0,10578.CT + 0,06462.CF - \\ & 0,09356.ALC - 0,10834.DUR - 0,00234.K - \\ & 0,06398.Ca - 0,0651.Mg + 0,10256.TEMP \end{aligned}$$

É possível observar pelos escores individuais das variáveis, que o cálculo do IQA foi influenciado, em ordem de importância, pelo NO₂, TURB, PO₄, NO₃ e P. A distribuição do IQA médio para os 8 locais de coleta, conforme a sua posição dos mesmos na cabeceira, lavoura e foz da microbacia, são apresentados na Figura 1. Estes valores médios apresentam desvios elevados, notando-se que os valores de cabeceiras apresentam-se constantemente menores em relação aos demais pontos. Para facilidade de compreensão, quanto mais negativo os valores de IQA, melhor a qualidade da água. Por outro lado, os valores de IQA médios entre lavoura e foz não se mostraram diferentes. Na Figura 2, é apresentada a distribuição do IQA ao longo do período de monitoramento. Nota-se que os valores obtidos nos pontos de foz e lavoura apresentam oscilações que acompanham as variações observadas nos pontos de cabeceira. O valor discrepante de IQA médio observado no ponto de lavoura na coleta de 11/09/2000, é resultado de altos valores registrados para turbidez, P, Fe, NO₃, K, NH₄ e PO₄ em um dos pontos componente da média (Figura 2). Dos parâmetros que compuseram o IQA, a turbidez foi um dos que se destacou como indicador. A turbidez da água tem sua origem, na erosão natural e nas atividades humanas, principalmente de urbanização que ocorrem em toda a área da bacia, inclusive nas porções à montante das lavouras de arroz, resultando na ocorrência de valores elevados ao longo de todos os pontos de coleta. Considerando que a turbidez representa o aumento na carga de sólidos em suspensão, possíveis efeitos da cultura do arroz podem estar associados a drenagem das quadras de arroz durante a etapa de preparo do solo. No caso desta microbacia, isto ocorre, principalmente em outubro e novembro.

É possível observar no presente trabalho que a adoção do IQA obtido a partir da análise fatorial, permitiu acompanhar a evolução da qualidade da água na microbacia do Rio Camboriú, tanto numa dimensão de espaço como de tempo. Desta forma, a adoção deste índice demonstrou ser uma importante ferramenta na identificação dos parâmetros que mais afetam a qualidade da água. Os dados de IQA evidenciam um gradiente de degradação da qualidade da água da cabeceira para a foz do rio Camboriú. Observa-se ainda que as diferenças no IQA dos pontos de lavoura e foz não foram significativas, evidenciando que a interferência da cultura do arroz não é superior ao somatório das demais atividades que interferem na qualidade das águas na bacia do Rio Camboriú.

Da série nitrogenada, o nitrito influenciou fortemente os valores do IQA. O nitrato ocorreu dentro dos padrões estabelecidos pelo Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) para rios da classe II, entretanto o nitrito apresentou valores médios superiores ao estabelecido pelo Conama, o que indica um grau de atenção maior no monitoramento deste parâmetro. A ocorrência de nitrito em águas naturais origina-se de processos redutores, que ocorrem naturalmente em áreas sujeitas ao alagamento, como no caso das lavouras de arroz irrigado.

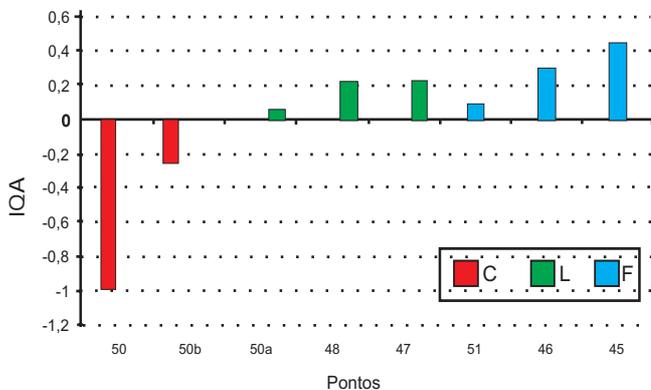


Figura 1. Valores médios do IQA nos pontos de coletas na Bacia do Rio Camboriú.

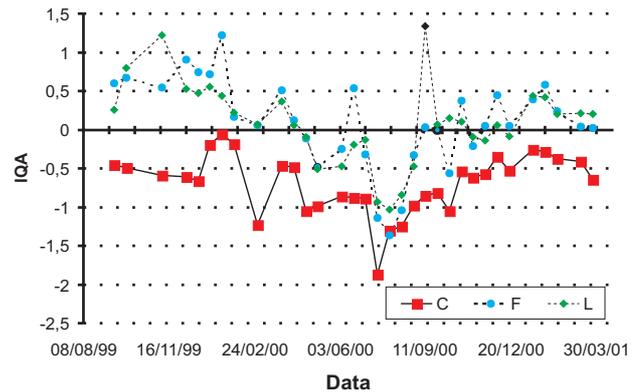


Figura 2. Distribuição dos valores do IQA no período de monitoramento, em função da posição dos pontos de coleta na bacia do Rio Camboriú.

Referências Bibliográficas

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18.ed. Baltimore: Victor Graphics, 1992. 1 CD-ROM.

HAASE, J.; POSSOLI, S. Estudo da utilização da técnica de análise fatorial na elaboração de um índice de qualidade de água: comparação entre dois regimes hidrológicos diferentes, RS. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.6, p.245-255, 1993.

Agradecemos a Embrapa/Prodetab e a Fundagro (Conv. Fundagro/Prodetab 77-1/98) pelo apoio financeiro e administrativo para a execução deste trabalho.

Comunicado Técnico, 8

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Meio Ambiente
 Endereço: Rodovia SP-340 - Km 127,5
 Tanquinho Velho - Caixa Postal 69
 Cep.13820-000 - Jaguariúna, SP
 Fone: (19) 3867-8700
 Fax: (19) 3867-8740
 E-mail: sac@cnpma.embrapa.br

1ª edição
 1ª impressão (2002): 400 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: *Geraldo Stachetti Rodrigues*
Secretário-Executivo: *Nilce Chaves Gattaz*
Secretária: *Maria Cristina Tordin*
Membros: *Roberto Cesnik, Wagner Bettiol, Shirlei Scramin, Júlio F. de Queiroz, Aldemir Chaim, Heloisa F. Filizola, Flávio Dynia*

Expediente

Supervisor editorial: *Nilce Chaves Gattaz*
Revisão de texto: *Maria Cristina Tordin*
Tratamento das ilustrações: *Silvana C. Teixeira*
Editoração eletrônica: *Silvana C. Teixeira*