

QUALIDADE DAS ÁGUAS EM UMA BACIA AGRÍCOLA: SUBSÍDIOS AO PROGRAMA DE MONITORAMENTO

Evelyn Zucco¹, Adilson Pinheiro², Petrick Anderson Soares³ e Francisco Carlos Deschamps⁴

Resumo: *O uso e a ocupação do solo exercem influência sobre o aporte de nutrientes e sedimentos nos corpos de água, podendo alterar a sua qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água superficial em uma bacia agrícola, bem como as frequências de atendimento e de superação dos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação. A avaliação dos parâmetros foi realizada pelo emprego do índice de qualidade das águas de Bascarón – IQAb. Foram usados dados de qualidade das águas, coletados em seis pontos distribuídos espacialmente ao longo da bacia e analisados os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, tradicionalmente adotados no monitoramento para a caracterização da poluição agrícola. O índice IQAb permitiu de observar que alguns parâmetros utilizados não representam a evolução da qualidade das águas, dificultando sua aplicação no sistema de gestão. Pela análise da frequência de atendimento ao padrão de qualidade foi verificada uma contribuição uniforme das concentrações de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, demonstrando um uso do solo mais homogêneo e distribuído ao longo da bacia. As concentrações de alguns parâmetros de qualidade da água, como fósforo total, amônia e coliformes termotolerantes, apresentaram-se fora dos padrões aceitáveis para a classe de qualidade da água, segundo a resolução CONAMA n° 357/2005. Apesar de ser uma bacia agrícola, os valores elevados destes parâmetros evidenciam uma poluição de origem pontual, como águas residuárias domésticas e de criação de animais.*

Palavras-chave: Bacia rural. Qualidade da água. Monitoramento ambiental.

1 Introdução

A qualidade da água apresenta-se cada vez mais comprometida como resultado das atividades humanas (QUILBÉ et al., 2006). A conversão de sistemas naturais em sistemas urbanos e/ou agrícolas envolve uma série de ações que afetam o equilíbrio do ecossistema. A agricultura tem sido apontada como importante fonte de poluição difusa das águas superficiais, por serem lançados, no ambiente, resíduos que podem converter-se em poluição do solo e da água (GONÇALVES; RHEINHEIMER; PELLEGRINI, 2005). A chamada poluição difusa em áreas rurais é devida, em grande parte, ao escoamento superficial em solos agrícolas e ao fluxo de retorno da irrigação, podendo estar associada a sedimentos e nutrientes (nitrogênio e fósforo) e a pesticidas (MANSOR; FILHO; ROSTON, 2006).

O uso e a ocupação do solo implicam comportamentos distintos nos atributos do solo e da água (PINTO et al., 2009). Geralmente, o aporte de nutrientes, como o fósforo, é maior em áreas agrícolas do que em áreas urbanas, devido às fontes de poluição difusa (MACLEOD; HAYGARTH, 2003; PIONKE; GBUREK; SHARPLEY, 2000; CARPENTER et al., 1998). O monitoramento do fósforo, em várias bacias, resulta em valores acima do limite estabelecido pela legislação ambiental, enquanto a presença de nitrogênio é geralmente inferior aos padrões estabelecidos (MANSOR; FILHO; ROSTON, 2006).

O monitoramento da qualidade das águas no Brasil é baseado na resolução n° 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), a qual não leva em consideração estas peculiaridades das áreas agrícolas e não faz menção à poluição de origem difusa. As fontes difusas de poluição, especialmente a

¹ E-mail: evelynzucco@gmail.com

² E-mail: pinheiro@furb.br

FURB - Universidade Regional de Blumenau. CAMPUS II - Complexo Tecnológico. Rua São Paulo, 3250 – Itoupava Seca. CEP 89.030-000 - BLUMENAU - SC, Brasil

³ E-mail: petrickps@gmail.com

⁴ E-mail: xicodsc@hotmail.com

agricultura, têm sido objeto de atenção em muitos países devido à dificuldade de se estabelecerem procedimentos de avaliação de impactos ambientais e de adotar padrões aceitáveis (SIMS; SIMARD; JOERN, 1998; PARRY, 1998). A quantificação das contribuições difusas de nutrientes a partir de áreas agrícolas possibilita a efetiva aplicação das normas e resoluções nos processos de tomada de decisão em gestão e licenciamento ambiental, e no estabelecimento de políticas públicas em recursos hídricos (MANSOR, 2005).

Uma maneira de realizar o monitoramento nestas áreas é utilizar um conjunto de parâmetros que possam gerar indicadores da qualidade da água em uma única avaliação. Neste sentido, os índices de qualidade da água (IQA) têm sido propostos, com o objetivo de acompanhar, através de informações resumidas, a evolução espacial e temporal dos recursos hídricos na bacia hidrográfica (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

A utilização de índices de qualidade da água permite adaptações distintas de acordo com a base de dados disponível e a aplicação desejada. Esta flexibilidade gera críticas como observado por Souza e Libânio (2008), que questionam o uso do IQA e de outros índices ambientais para avaliar as características de água bruta destinada ao tratamento, devido à ausência de alguns parâmetros importantes. Deve ser considerado que a metodologia adotada afeta os resultados apresentados pelo IQA. Toledo e Nicolella (2002) relataram que o oxigênio dissolvido, o fósforo total, a amônia e a condutividade foram os que mais influenciaram o valor do IQA em águas superficiais de áreas rurais. Para a área urbana, Pinheiro, Zucco e Soares (2009) concluíram que as maiores variações no índice eram devidas a coliformes, turbidez e nitrogênio amoniacal, sugerindo estes com maior representatividade na avaliação.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade das águas superficiais em uma bacia agrícola. São discutidos os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos tradicionalmente adotados no monitoramento para caracterização da poluição gerada pelas atividades agrícolas. Esses parâmetros são analisados em termos individuais ou em conjunto, através do uso de um índice de qualidade das águas de Bascarón (IQAb). Também são avaliadas as frequências de atendimento e de superação dos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação.

2 Metodologia

2.1 Área de estudo

A área de estudo é a bacia do ribeirão Concórdia, localizada no município de Lontras, Santa Catarina, com área de drenagem de 30,74 km². Este ribeirão é tributário do rio Lontras que, por sua vez, deságua no rio Itajaí-Açu. Os principais usos do solo na bacia são mata nativa (47,61%), pastagem (20,35%) e milho (9,29%). As propriedades rurais são de pequeno e médio porte, destinadas à agricultura familiar (EPAGRI, 2005).

A bacia está inserida entre as 7 monitoradas pelo Projeto de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRAPEM/MICROBACIAS) e pela “Rede de pesquisa em bacias representativas e experimentais no Bioma da Mata Atlântica, na região sul do Brasil”, denominada projeto MATASUL (GOLDENFUM et al., 2008).

Os dados utilizados para o estudo são provenientes do monitoramento realizado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, através do Projeto PRAPEM/ MICROBACIAS. O período foi do ano de 2004 a 2008, com frequência de coletas de amostras de água mensal. Essas coletas foram realizadas em 6 pontos amostrais, distribuídos ao longo da bacia. As áreas de drenagem dos pontos amostrais variam de 3,46 a 29,89 km². Três pontos estão situados em pequenas áreas de drenagem, representando as contribuições de áreas mais protegidas. A Figura 1 apresenta a área de estudo e os pontos de monitoramento, denominados de CP1, CP2, CP3, CP4, CP5 e CP6.

Foram analisados o pH, coliformes totais e termotolerantes, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, alcalinidade, fosfato, nitrito, nitrato, dureza, nitrogênio amoniacal e condutividade. As análises dos parâmetros de qualidade das águas foram realizadas no laboratório da EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí. A temperatura, o pH, a condutividade e o oxigênio dissolvido foram realizados no momento da coleta das amostras utilizando-se medidores específicos.

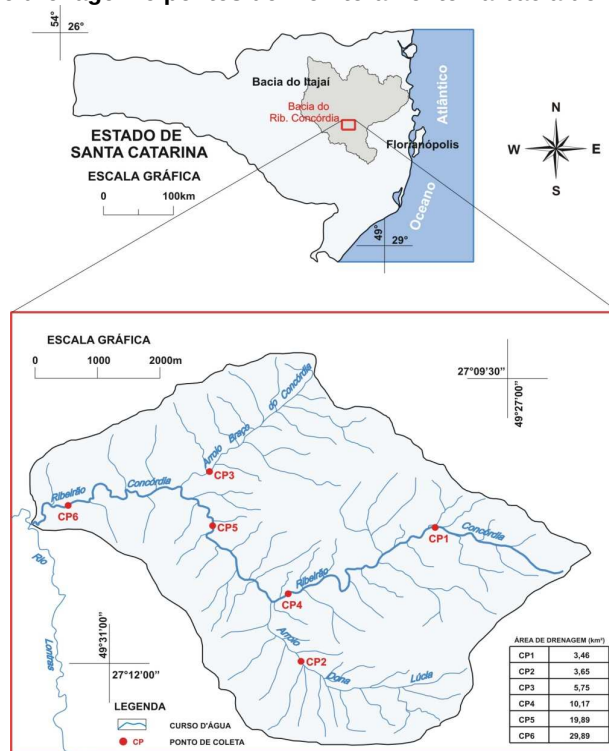
Para a determinação das concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, fosfato e fósforo, a metodologia foi baseada nos métodos de análise do Standard Methods for the

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.14, n.3, p.88-97, jan./jun. 2012

Examination of Water and Wastewater – 20^a edição (APHA, 1995). As análises microbiológicas foram realizadas através do método de cartelas com reativo “Colilert”. A determinação da dureza e da alcalinidade foi

realizada segundo a norma da CETESB – L5.102 e L5.124. A medida da turbidez foi realizada através do turbidímetro da “Hach” modelo 2100 P.

Figura 1 - Área de drenagem e pontos de monitoramento na bacia do ribeirão Concórdia



2.2 Índice de qualidade das águas

A avaliação do conjunto de parâmetros físicos, químicos e biológicos foi realizada pelo emprego do índice de Qualidade das Águas de Bascarón – IQAb (RIZZI, 2001). Este é um modelo que permite a flexibilização quanto ao número de parâmetros empregados. O valor do IQAb varia de 0 a 100 e corresponde a uma escala qualitativa de caracterização que vai desde o aspecto péssimo ao excelente. Ele foi aplicado à bacia do Itajaí por Pinheiro e Locatelli (2006), com os dados de monitoramento da água bruta tratada pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Neste trabalho, o índice foi aplicado para as concentrações médias anuais.

O Índice de Qualidade das Águas de Bascarón é expresso por:

$$IQAb = K \frac{\sum C_i P_i}{\sum P_i} \quad (1)$$

onde: Ci é o valor percentual correspondente ao parâmetro; Pi é o peso correspondente a cada parâmetro e K é uma constante de ajuste em função do aspecto visual das águas, atribuída conforme uma escala que varia de 1,0 a 0,25, águas sem contaminação e águas negras, respectivamente (LOCATELLI, 2003).

2.3 Frequência de atendimento ao padrão de qualidade

A resolução n° 02 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (SANTA CATARINA, 2008) enquadrar os cursos de água do estado de Santa Catarina e, por consequência, da bacia do ribeirão Concórdia, enquadrando-o na classe 2, da nascente até a sua foz. A resolução n° 357 do CONAMA (BRASIL, 2005) estabelece limites individuais de concentração de cada substância para cada classe de uso preponderante. Os valores correspondentes à Classe 2 estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores limites de parâmetros de qualidade de água para rios de classe 2, de acordo com resolução nº357 do CONAMA (BRASIL, 2005).

Parâmetros	Padrões	Unidade
Coliformes termotolerantes	1.000	NMP/100mL
Fósforo total	0,1	mg/L P
Nitrito	1,0	mg/L N
Nitrato	10,0	mg/L N
Nitrogênio amoniacal	3,7 para $\text{pH} \leq 7,5$	mg/L N
	2,0 para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$	
	1,0 para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$	
	0,5 para $\text{pH} > 8,5$	
Turbidez	Até 100	UNT
Oxigênio dissolvido	Não inferior a 5	mg/L O ₂

As concentrações obtidas no monitoramento da qualidade das águas dos rios foram comparadas com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo de água da classe 2. Essas comparações foram realizadas em relação à concentração mediana, média, máxima e mínima durante o período compreendido entre 2004 e 2008. Cada comparação é expressa pela relação entre o valor estatístico da série em cada ponto amostral e o padrão de qualidade da classe 2. O valor da relação igual a 1 indica que o valor é igual ao padrão da classe 2; se menor, indica que o valor atende à resolução

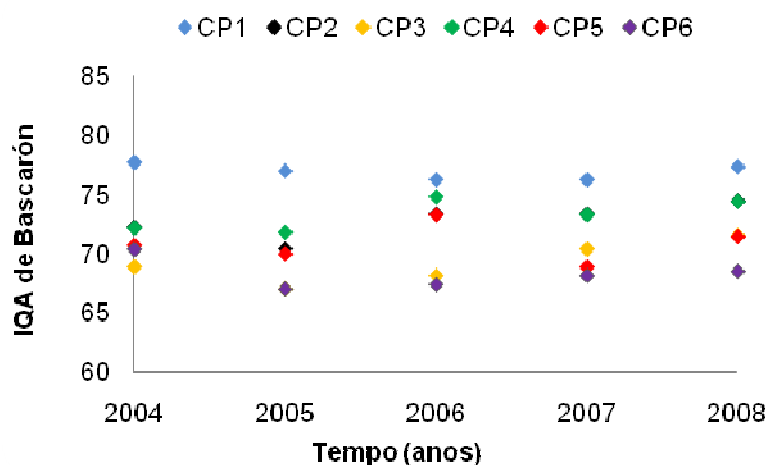
e, se maior, representa a situação fora do limite aceitável.

3 Resultados

3.1 Índice de qualidade das águas

O índice de qualidade das águas de Bascarón é composto pela contribuição de cada parâmetro de qualidade das águas, os quais podem, individualmente, ser classificados em diferentes níveis, conforme é apresentado por Locatelli (2003). Os valores obtidos pelo índice são apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Evolução do IQAb nas seções de monitoramento



Os valores resultantes da aplicação do IQAb para as concentrações médias anuais dos parâmetros variaram entre 67,04 e 77,78. Esses valores correspondem às águas que apresentam aspecto considerado agradável (65 a 74) e bom (75 a 84). O menor valor foi determinado para o ponto CP3, com área de drenagem de 5,75 km² e,

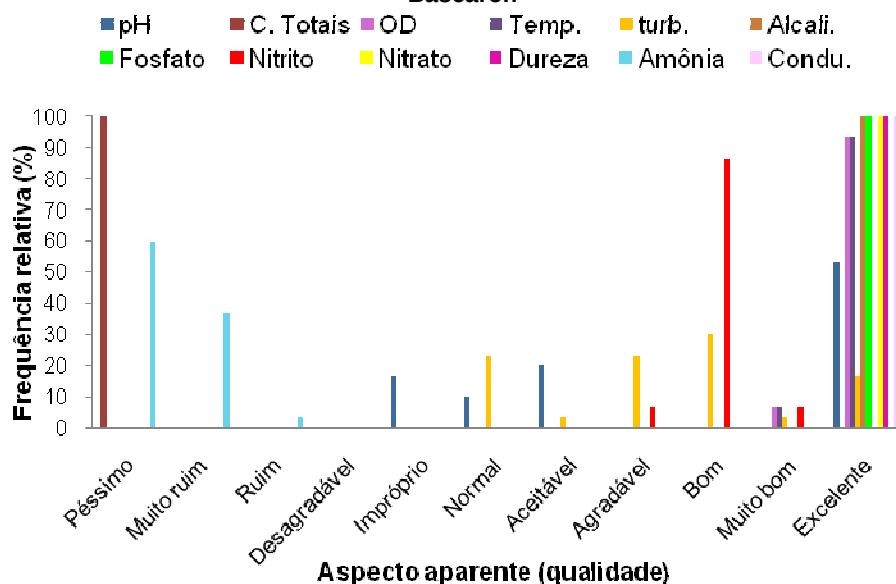
no ponto CP6, com área de drenagem de 29,89 km², no ano de 2005. O maior valor foi determinado para o ponto CP1, com área de 3,46 km², no ano de 2004. Observa-se que o valor do IQA não está relacionado com a área de drenagem da bacia contribuinte ou, em outros termos, que a qualidade da água se apresenta homogênea nessa bacia. Além

disso, nota-se, que ao longo do tempo, a qualidade da água não sofreu alteração expressiva. Portanto, não têm sido constatadas alterações na qualidade das águas devido às ações realizadas na bacia, como, aquelas do Projeto de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural, desenvolvido pela Secretaria de Estado da Agricultura.

A execução deste Projeto de Recuperação Ambiental implica na modificação do estado dos corpos hídricos, descritos pelos parâmetros de qualidade das águas. Dessa maneira, a estabilização dos resultados do IQA permite levar ao entendimento de que os parâmetros

monitorados não conseguem avaliar com clareza tais modificações. Este comportamento pode estar associado à sensibilidade e à representatividade dos parâmetros de qualidade da água. Enquanto alguns parâmetros são específicos de uma substância, outros são gerais, dificultando a análise conjunta pela aplicação do índice de qualidade da água. Para tentar compreender os resultados, foi realizada uma análise da frequência da contribuição de cada parâmetro na composição do índice de qualidade de Bascarón. Na Figura 3 são apresentadas as distribuições de frequência dos aspectos de qualidade fornecidos por cada parâmetro.

Figura 3 - Frequência relativa dos parâmetros na aplicação do Índice de Qualidade das águas de Bascarón



Observa-se que os parâmetros alcalinidade, fosfato, nitrato, dureza e condutividade representam, em 100% das amostras, aspecto de qualidade excelente. Ainda na faixa de aspecto excelente, tem-se o oxigênio dissolvido e a temperatura com frequência da ordem de 93%. Em oposição, os coliformes totais representam, em 100% das análises, aspecto de qualidade péssimo.

Apesar de ser um importante parâmetro na avaliação de qualidade da água, o oxigênio dissolvido não apresentou variações significativas. Em 93% das amostras, ele apresentou aspecto qualitativo excelente, com valores de 7,5 mg/L. O restante das amostras (7%) ficaram com valores de 7 mg/L, representando aspecto qualitativo muito bom. Vale lembrar que o oxigênio dissolvido é indispensável aos

organismos aeróbios e indica a capacidade de autodepuração de um corpo de água. A presença de compostos orgânicos biodegradáveis promove o consumo do oxigênio nas reações de oxidação bioquímica. Por outro lado, as condições de escoamento fluvial podem influenciar na transferência de oxigênio da atmosfera para o corpo hídrico em caso de déficit. Os processos de consumo e de produção de oxigênio na massa líquida são complexos.

Em áreas agrícolas, devido ao uso de fertilizantes, o fósforo e o nitrogênio são os que mais preocupam, pois, quando aplicados acima da capacidade de absorção da cultura e fora da região de alcance das raízes, podem causar degradação das águas subterrâneas e eutrofização de corpos de águas superficiais (NETTO, 2007). Apesar

da importância desses parâmetros na avaliação dessas áreas, os resultados apresentados nesta bacia não demonstraram variações no período de monitoramento, com exceção do composto nitrogenado amônio, cuja qualidade se distribui entre o aspecto péssimo (frequência de 60%) e o ruim (3%). O fosfato mostrou-se constante, com 100% no aspecto excelente, não tendo variabilidade espacial nem temporal. Para o nitrito, 87% das amostras apresentaram valor de 0,010 mg/L, representando um aspecto de qualidade bom pela aplicação da metodologia do IQAb. O nitrato representou aspecto de qualidade excelente em 100% das amostras.

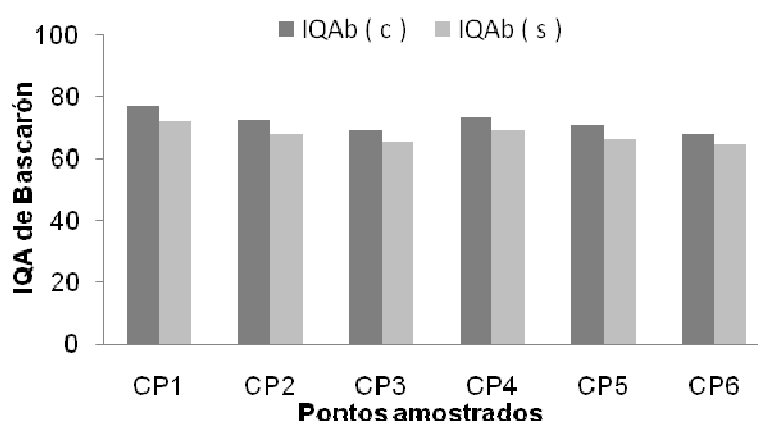
O pH está compreendido desde o aspecto impróprio (17%) até o excelente (53%), enquanto a turbidez varia de aspecto normal (23%) a excelente (17%). O cálculo do índice de qualidade, com parâmetros que não sofrem variação temporal e/ou espacial, dificulta a análise da evolução na qualidade das águas. Seria mais adequado o uso de parâmetros que apresentam elevada sensibilidade, podendo representar reduzidas variações nas características físicas, químicas ou microbiológicas da água ao longo do monitoramento. Dentro deste contexto, Pinheiro, Zucco e Soares (2009),

avaliando a aplicação de índices em bacias urbanas, observaram maior variação nos parâmetros coliformes totais, turbidez e nitrogênio amoniacal, sugerindo maior representatividade destes parâmetros no índice.

Os parâmetros que apresentaram maiores variações no monitoramento neste trabalho foram o pH, a turbidez e o nitrogênio amoniacal. Em consequência foi realizada nova aplicação do IQAb apenas com eles.

A Figura 4 apresenta os resultados da aplicação do índice com todos os parâmetros IQAb(c) e apenas com os que apresentaram variações IQAb(s). Observa-se diferença entre cada ponto amostrado, sugerindo que estes parâmetros selecionados IQAb(s) representam melhor as alterações do corpo de água do que o índice realizado com todos os parâmetros IQAb(c), como também foi observado por Pinheiro, Zucco e Soares, 2009. Constatando também, que uma análise prévia dos parâmetros a serem monitorados é necessária, pois nem sempre a utilização de um grande conjunto de parâmetros é necessária para se avaliar o estado da água. Esta análise foi realizada através da média dos parâmetros no período estudado.

Figura 4 - Índice de Qualidade das águas de Bascarón com todos os parâmetros (c) e selecionados (s)



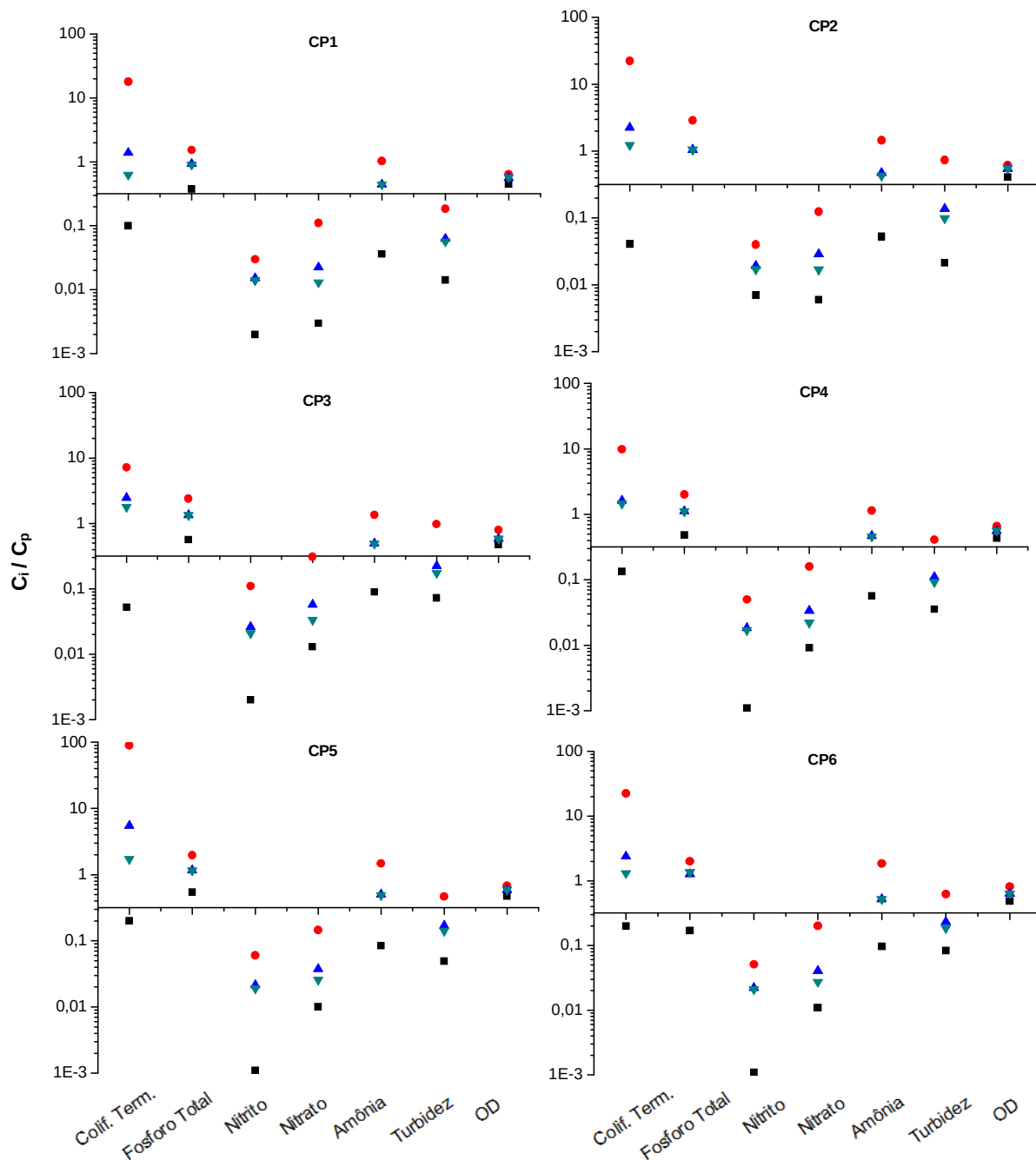
3.2 Frequência de atendimento ao padrão de qualidade

Na Figura 5 são apresentadas as relações entre concentração dos parâmetros medidos (C_i) e o padrão da resolução n° 357 do CONAMA (BRASIL, 2005) (C_p), para todos os pontos de monitoramento.

As relações foram estabelecidas para os valores mínimos, máximos, médios e

medianos da série histórica. Valores superiores a 1 indicam que o padrão da classe 2 é superado. Nesta Figura 5, o eixo y foi colocado na escala logarítmica, visto que, para alguns parâmetros, a relação entre o padrão e o valor estatístico considerado, colocado em termos de potência de 10, varia entre -3 e +3.

Figura 5 - Relação entre concentração dos parâmetros medidos (C_i) e o padrão da resolução n°357 do CONAMA (BRASIL, 2005) (C_p). Em ■ são apresentados os valores Mínimos, em ▲ a Média, em ▼ a Mediana e em ● os valores Máximos.



Para rios de classe 2, os valores de pH devem estar compreendidos entre 6,0 e 9,0. A análise de todos os valores de pH mostra que, cerca de 7% deles se encontrara fora do limite estabelecido pela resolução.

Através da análise da mediana, verifica-se que somente o ponto 1, para todos os parâmetros, encontra-se dentro dos padrões para rios de classe 2. O maior valor

da relação foi para o fósforo total de 0,90. Para os demais pontos, somente os parâmetros fósforo total e coliformes termotolerantes ficaram fora dos limites estabelecidos pela resolução.

Todas as concentrações dos parâmetros nitrito, nitrato e oxigênio dissolvido e os valores da turbidez, em todos os pontos, ficaram abaixo do padrão

estabelecido para rios de classe 2. Nota-se que a turbidez no índice de qualidade de Bascarón indicava aspecto normal a excelente, enquanto os parâmetros nitrato e oxigênio dissolvido encontram-se na faixa de aspecto de qualidade excelente. Isto indica que o índice de qualidade não leva em consideração o padrão de qualidade estabelecido pela resolução nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005).

Para a amônia, as concentrações mínimas, médias e medianas estão abaixo do padrão e fora do limite aceitável apenas para as concentrações máximas. Isso ocorre em todos os pontos monitorados. No caso do fósforo total, as concentrações mínimas apresentam relações inferiores a 1 e, com exceção do ponto CP1, as médias, as medianas e as concentrações máximas apresentam valores superiores a 1. O ponto CP1 atende ao padrão em termos do valor médio e mediano.

Em todos os pontos, as concentrações médias de coliformes termotolerantes estão acima do padrão de qualidade do corpo de água de classe 2. Isso também é verdadeiro, quando analisado em termos da mediana, exceto para o ponto CP1. As concentrações mínimas de coliformes termotolerantes apresentam relações com valores inferiores a 1.

Os parâmetros fósforo total, amônia e coliformes termotolerantes podem estar relacionados preferencialmente à poluição de origem pontual, como o lançamento de águas residuárias domésticas e às atividades de criação de animais. Na bacia do ribeirão Concórdia, habitam cerca de 600 pessoas e existem cerca de 3100 aves, 2500 suínos, 9000 bovinos, 700 equinos e 200 ovinos (EPAGRI, 2005). Essa população de animais e humanos gera cerca de 850 kg/d de nitrogênio e 275 kg/d de fósforo (LUBITZ, 2009). As cargas de coliformes termotolerantes também são elevadas, ante as deficiências dos sistemas individuais de tratamentos das águas residuárias domésticas e das áreas de criação de animais.

As atividades urbanas e a agricultura são as principais fontes de fósforo e nitrogênio para os ecossistemas aquáticos (CARPENTER et al., 1998). A amonificação do nitrogênio orgânico, derivado da matéria orgânica do solo, indica poluição recente no corpo de água. Juntamente com os elevados valores de fósforo e coliformes

termotolerantes observados, indicam a contaminação por águas residuárias domésticas e também de criação de animais.

Deve ser ressaltado que a qualidade das águas é similar em quase todos os pontos monitorados. Da mesma forma, o uso e ocupação do solo é relativamente homogêneo, de modo que as cargas poluidoras de origem doméstica são bem distribuídas ao longo da bacia. Esses dois aspectos evidenciam que, mesmo em uma bacia com atividades essencialmente agrícolas, as fontes de poluição mais relevantes são as de origem pontual. A poluição de origem difusa é originada principalmente pelo escoamento superficial da água, gerada durante a ocorrência de chuvas intensas e/ou prolongadas.

4 Conclusão

Em bacias agrícolas tem sido demonstrado que a origem principal da poluição é difusa. No entanto, a análise das séries temporais de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de qualidade das águas da bacia do ribeirão Concórdia, que apresenta uso e ocupação do solo agrícola, demonstra a importância das fontes de poluição de origem pontual neste espaço geográfico. Foram observadas elevadas concentrações de fósforo total e coliformes termotolerantes.

Usando diferentes valores de concentrações características como mínimo, máximo, média e mediana, verifica-se que as concentrações de alguns parâmetros de qualidade da água, como amônia, fósforo total e coliformes termotolerantes, encontram-se fora dos padrões aceitáveis para a classe 2 de qualidade de águas superficiais, segundo a resolução nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), com exceção dos valores máximos observados para a amônia.

Destaca-se que um sistema de gestão de recursos hídricos deve priorizar a utilização de parâmetros de qualidade de águas que sejam eficientes, e que isso nem sempre é conseguido com a utilização de um grande número de variáveis. Um estudo prévio pode indicar os parâmetros mais significativos para a área que será monitorada, de modo a reduzir os custos e a obtenção de informações relevantes para as tomadas de decisão.

5 Water quality in an agricultural basin as a product of the monitoring programme

Abstract: Land use and human settlements influence the transport of nutrients and sediment to water bodies, changing their quality. This paper evaluates the quality of surface water in an agricultural basin, together with the frequency with which legally-specified water quality standards are attained and surpassed. Measures of quality were evaluated using the Bascarón index of water quality IQAb. Water quality data were collected at six spatially-distributed sites along the basin and the physical, chemical and microbiological parameters commonly used to assess agricultural pollution were analyzed. The IQAb index showed that some of the parameters used do not measure the evolution of water quality, making it difficult to use them in water quality management. Analysis of the frequency with which water quality standards were met showed a uniform contribution of physical, chemical and microbiological concentrations, giving evidence of greater homogeneity in land use along the basin's length. Concentrations of some water quality parameters, such as total phosphorus, ammonia and heat-tolerant coliforms were found to exceed acceptable standards for the water quality class, as set out in CONAMA n°357/2005. Although the basin is agricultural, the high values found for these parameters give evidence of point pollution, such as that from domestic waste-water or livestock-rearing.

Keywords: Rural basin. Water quality. Environmental monitoring.

6 Referências

APHA; AWWA & WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington D.C.: American Public Health Association, 20 ed., 1995.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.

CARPENTER, S.R. et al. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. **Ecological Applications**, v.8, n.3, p. 559-568, 1998.

EPAGRI. Projeto Microbacias2: relatório síntese - monitoramento socioeconômico. 2005. Disponível em: <<http://www.microbacias.sc.gov.br>>. Acesso em: out. 2007.

GOLDENFUM, J. A. et al. Projeto Matasul: Rede de Pesquisa em Bacias Representativas e Experimentais no Bioma Mata Atlântica, na região Sul do Brasil. Relatório parcial 01, 2008.81p. Disponibilidade irrestrita. Chamada pública edital MCT/FINEP/CTHIDRO bacias representativas 04/2005. Convênio FAURGS-UFRGS-MATASUL.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. dos S.; PELLEGRINI, J. B.R.; KIST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v.9, n.3, p.391-399, 2005.

LOCATELLI, N. D. **Uma contribuição à Gestão de Recursos Hídricos na Bacia do Itajaí: Avaliação da Qualidade das Águas**. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau, 70p, 2003.

LUBITZ, E. Avaliação da aplicação do modelo hidrológico SWAT à bacia do ribeirão Concórdia Lontras, SC. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Fundação Universidade Regional de Blumenau, 2009.

MACLEOD C.; HAYGARTH, P. **A review of the significance of non-point source agricultural phosphorus to surface water**. Scope Newsletter, Devon-UK: IGER, n.51, junho, p.1-10, 2003.

MANSOR, M. T. C. **Potencial de poluição de águas superficiais por fontes não pontuais de fósforo na bacia hidrográfica do ribeirão do Pinhal, Limeira –SP**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UNICAMP-Campinas, 2005.

MANSOR, M. T. C.; FILHO, J. T.; 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.

NETTO, A. A. **Estimativa da retenção de água no solo a partir do uso de equipamentos não convencionais, redes neurais artificiais e funções de pedotransferência**. 2007. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PARRY, R. Agriculture phosphorus and water quality: a U.S. Environmental Protection Agency

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.14, n.3, p.88-97, jan./jun. 2012

perspective. **Journal of Environmental Quality**, v.27, p.258-261, 1998.

PINHEIRO, A.; LOCATELLI, N. D. Evoluções espaciais e temporais da qualidade das águas dos mananciais superficiais da Bacia do Itajaí. **Revista brasileira de recursos hídricos**, v.11, n.3, p.71-77, jul./set., 2006.

PINHEIRO, A.; ZUCCO, E.; SOARES, P. A. Considerações sobre aplicação de índices de qualidade das águas em bacias urbanas. In: Anais do XVII Simpósio brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, 2009.

PINTO, D. B. F. et al. Qualidade da água do ribeirão lavrinha na região alto rio grande – MG, Brasil. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.4, p. 1145-1152, jul./ago., 2009.

PIONKE, H. B.; GBUREK, W. J.; SHARPLEY, A. N. Critical source area controls on water quality in an agricultural watershed located in the Chesapeake basin. **Ecological Engineering**, Columbus, v.14, p.325-335, 2000.

QUILBÉ, R. et al. Selecting a calculation method to estimate sediment and nutrient loads in streams: Application to the Beaurivage River (Québec, Canada). **Journal of Hydrology**, p. 1-16, 2006.

RIZZI, N. E. "Índices de Qualidade de Água". **Revista técnica Sanepar**, v.15, n.15, pp.11-20, 2001.

SANTA CATARINA. Secretaria Estadual de Recursos Hídricos. Resolução nº 02 de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências, 2008.

SIMS, J.T.; SIMARD, R.R.; JOERN, B.C. Phosphorus loss in agricultural drainage: historical perspective and current research. **Journal of Environmental Quality**, v.27, p.277- 293, 1998.

SOUZA, M. E. T.; LIBÂNIO, M.. Applying the Delphi Method to Define a Hierarchy to the Characteristics of Raw Water Influent to Conventional Water Treatment Plants. In: Anais do XXXI Congresso Interamericano AIDIS, Santiago – Chile, 7p., Out.,2008.

TOLEDO, L. G. de; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Revista Scientia Agricola**, v.59, n.1, p. 181-186, jan./mar., 2002.

7 Agradecimentos

Agradecemos ao MCT/FINEP/CT-Hidro-CNPq, edital 04/2005 Bacias Representativas, convênio 3490/05 e MCT/FINEP/AÇÃO TRANSVERSAL - Previsão de Clima e Tempo 04/2008, convênio 1406/08, pelo financiamento da pesquisa e à CAPES pelas bolsas de mestrado.