

QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA MIRIM

Paulo Carteri Coradi¹
Orlando Pereira-Ramirez²
Ronaldo Fia¹
Antonio Teixeira de Matos¹

RESUMO

O presente trabalho foi realizado no estado de Rio Grande do Sul e teve por objetivo avaliar a qualidade das águas dos principais afluentes da Lagoa Mirim entre os anos de 1996 e 1998, utilizando-se o Índice de Qualidade de Água de Bascarán (IQA_b). Como resultados finais, verificou-se que a qualidade hídrica dos afluentes da Lagoa Mirim avaliados foi, no geral, aceitável, tendo como poluente mais impactante em relação à qualidade das águas o fósforo. Além disso, o índice refletiu a realidade ambiental verificada na região, onde é realizada a agricultura intensiva e o lançamento de grande parte dos efluentes domésticos e industriais sem prévio tratamento nos mananciais.

Palavras-chave: Índice de Qualidade de Água, Bascarán, monitoramento, rios

ABSTRACT

Superficial Water Quality of the watershed of the Mirim lake. This study was conducted in the state of Rio Grande of Sul, and had as its objective to evaluate the water quality of the principal tributaries of the Mirim Lake between the years 1996 and 1998, using the Quality Water Index of Bascarán (IQA_b). As final results, it was found that the quality of the water of the tributaries of the Mirim Lake was in general acceptable with and the most impressive pollutant regarding the water quality was phosphorus. Moreover, the index reflected the environmental reality found in the region, which has intensive agriculture, and the release of most household and industrial waste without prior treatment in the springs.

Key words: Water Quality Index, Bascarán, monitoring, rivers

1 Dpto. de Engenharia Agrícola, UFV. E-mails: paulocoradi@yahoo.com.br; ronaldo.fia@ufv.br; antonio.matos@pq.cnpq.br

2 Dpto. de Engenharia Agrícola, UFPEL. E-mail: pereira.ramirez@terra.com.br

INTRODUÇÃO

Uma das formas de se avaliar os impactos causados pela interferência humana em sistemas aquáticos, possibilitando seu manejo de forma mais adequada e, até mesmo, a sua remediação, é a caracterização da qualidade da água, por meio de índices de qualidade, os denominados “Índices de Qualidade de Água” (IQA). Em geral, o IQA é um número adimensional que exprime a qualidade da água para os diversos usos. Esse número é obtido da agregação de dados físicos, químicos e bacteriológicos, por meio de metodologias específicas.

A utilização de IQAs tem como objetivo a simplificação de uma série de variáveis em valores únicos. Dessa forma, esses índices são bastante úteis para transmitir informação a respeito da qualidade da água ao público em geral, podendo dar boa idéia da tendência de evolução da qualidade ao longo do tempo e do espaço, sendo importante ferramenta para o gerenciamento de bacias hidrográficas.

O primeiro Índice de Qualidade de Água surgiu em 1970 e foi desenvolvido pela Fundação Nacional de Saúde dos Estados Unidos (NSF). A partir desse índice, em 1998, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) fez uma adaptação do IQA para as condições brasileiras. Outros IQAs com os Índices de Prati, Dinius, McDuffie e Horton também têm sido utilizados no Brasil, entretanto, em menor escala (Brasil, 2005).

Outro importante índice é o Índice de Qualidade da Água de Bascarán (IQA_b), que proporciona um valor global de qualidade da água, incorporando valores individuais de uma série de variáveis (Bascarán apud Rizzi, 2001). O IQA_b, diferente de outros índices, é bastante flexível, pois permite a introdução ou exclusão de variáveis de acordo com as necessidades ou limitações para obtenção de dados, sendo possível definir um índice básico com um número reduzido de variáveis e outro completo com maior número de variáveis (Rizzi, 2001).

Muitos IQAs foram desenvolvidos e têm sido utilizados em todo mundo para várias formas de avaliação. A escolha do índice a ser usado dependerá das fontes poluidoras existentes no local e do uso pretendido para o curso d'água em questão, além da possibilidade de realização das análises das variáveis utilizadas. Vale ressaltar que todos os índices apresentam um grau de subjetividade, pois seus resultados dependerão da escolha das variáveis que constituirão os indicadores das alterações da qualidade das águas em determinada situação.

A Lagoa Mirim é um grande lago localizado na fronteira entre o Brasil e o Uruguai. Ocupa 3.994 km², dos quais um terço está localizado em território uruguaio

e dois terços em território brasileiro. O lago e os complexos de áreas úmidas ao seu redor constituem uma das principais bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul, compreendendo uma grande diversidade de flora e fauna, incluindo grande proporção das espécies endêmicas da região e muitas espécies de aves migratórias (ALM, 2008).

Apesar da reconhecida importância do sistema hidrológico da Lagoa Mirim, nas últimas décadas, a região tem vivido uma expansão do cultivo de arroz que invade os habitats da vida silvestre e também expansão de florestas plantadas (*pinus* e *eucaliptus*). Essas atividades geram impacto significativo – apesar de não existirem estudos sistemáticos – nos ecossistemas da bacia. Uma abordagem integrada com relação à conservação e ao desenvolvimento é, portanto, essencial para manter ecossistemas saudáveis e proteger a biodiversidade (Steinke et al., 2008).

Apesar da forte pressão que o ecossistema da Lagoa Mirim tem sido exposto, pouca informação encontra-se disponível sobre impactos no meio físico, como, por exemplo, qualidade das águas superficiais.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das águas dos principais afluentes da Lagoa Mirim no Rio Grande do Sul entre os anos de 1996 e 1998, utilizando-se o Índice de Qualidade de Água de Bascarán (IQA_b).

MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia da Lagoa Mirim compreende um espaço geográfico que vai do sudeste do estado do Rio Grande do Sul até o norte do Uruguai, entre as coordenadas geográficas de 31° 30' a 34° 35' de latitude Sul e 53° 31' a 55° 15' de longitude Oeste, correspondendo a uma superfície de 62.250 km². Da área total, 47% da mesma está em território brasileiro e 53% em território Uruguaio (Figura 1).

Foram selecionados 6 pontos amostrais na foz de diferentes corpos d'água afluentes à Lagoa Mirim. Os corpos hídricos avaliados foram: Arroio Chasqueiro, Rio Jaguarão, Rio Piratini, Rio Santa Isabel, Arroio Chuí, Reserva do Taim (Figura 2). Nesses pontos foram coletadas duas amostras mensais entre os anos de 1996 e 1998. A forma de amostragem foi do tipo manual, com utilização de recipientes plásticos com volume de dois litros.

Foram determinadas as seguintes variáveis: oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO); sólidos dissolvidos totais (SDT); pH; fósforo total (P); nitrogênio amoniacal (N_{Am}), nitrato (NO₃⁻), Alcalinidade, cloretos (Cl⁻), gás carbônico livre (CO₂) e temperatura da água. As análises foram realizadas seguindo a metodologia apresentada em APHA, AWWA e WEF (1998).

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Controle de Poluição do DCTA, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, na Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no Rio Grande do Sul.

Devido à ausência de dados na maioria das coletas, os valores de IQA_b calculados neste trabalho não levaram em consideração a contaminação microbiológica, sendo utilizados apenas as variáveis monitoradas durante toda a campanha amostral.

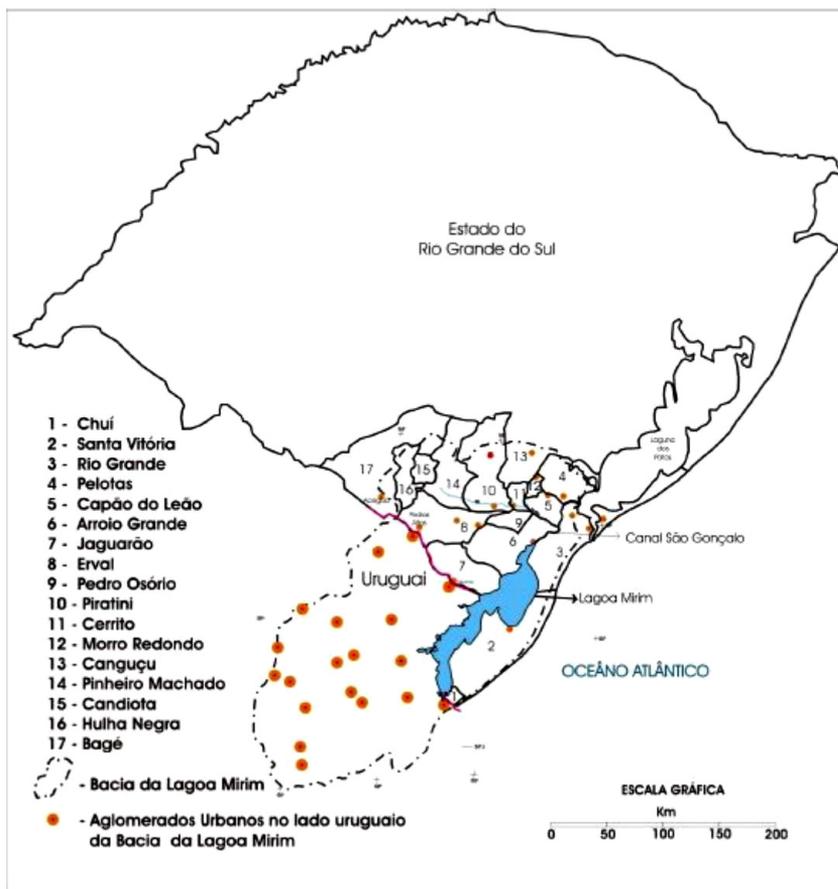


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica da Lagoa Mirim – RS (adaptado de Machado, 2007).

A partir das variáveis determinadas, fez-se a média mensal dos resultados e calculou-se o Índice de Qualidade de Água de Bascarán (IQA_b) (Bascarán apud Rizzi, 2001), adaptando-o às variáveis avaliadas. O IQA_b foi calculado utilizando-se a equação 1:

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

em que:

C_i = valor percentual correspondente à variável (tabelado);

P_i = peso correspondente a cada variável (tabelado);

K = constante de ajuste em função do aspecto visual das águas (1,00 para águas claras; 0,75 para águas com ligeira cor, espuma e turbidez não natural; 0,50 para águas contaminadas e com forte odor; 0,25 para águas que apresentam fermentações e odores).

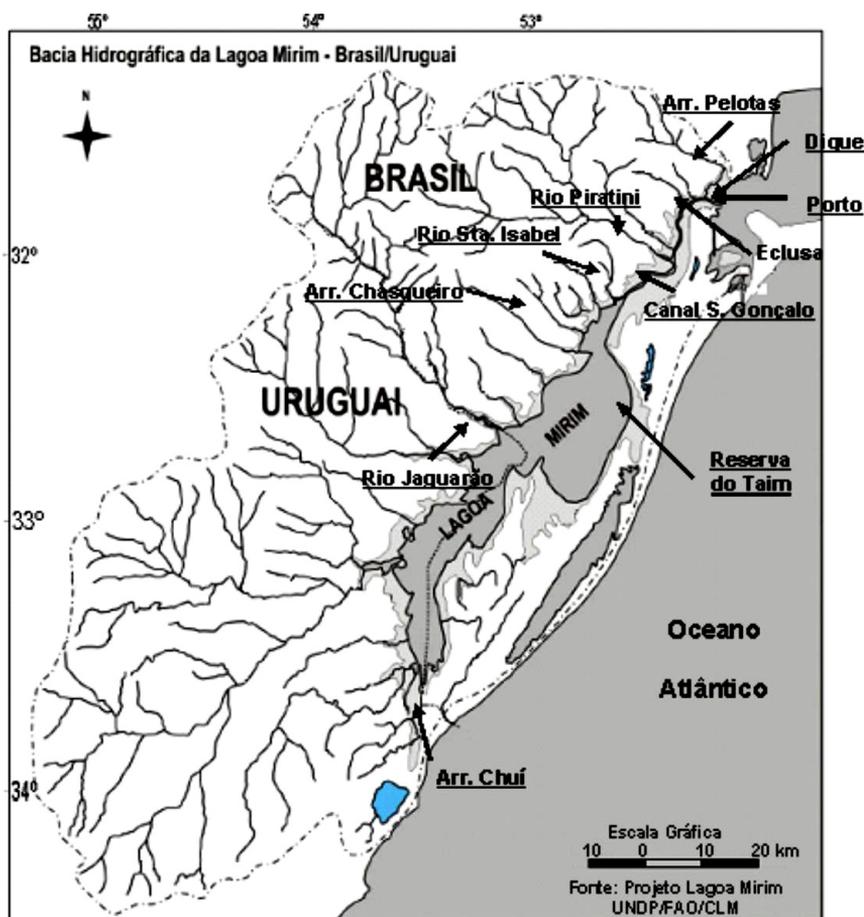


Figura 2. Localização dos principais corpos hídricos avaliados – RS (adaptado de Machado, 2007).

O valor de IQA_b varia de zero a 100 e corresponde a uma escala qualitativa de caracterização que varia deste o aspecto péssimo ao excelente (Quadro 1).

Quadro 1. Aspecto aparente de qualidade em função do valor de IQA_b calculado.

Aspecto aparente	Valor do IQA_b	Aspecto aparente	Valor do IQA_b
Péssimo	0	Aceitável	60
Muito ruim	10	Agradável	70
Ruim	20	Bom	80
Desagradável	30	Muito bom	90
Impróprio	40	Excelente	100
Normal	50		

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 2, são apresentados os resultados das análises físicas e químicas realizadas nas amostras coletadas ao longo dos três anos de monitoramento nos cursos d'água que deságuam na Lagoa Mirim.

A temperatura da água refletiu as variações correspondentes às estações ao longo do ano em que ocorreram as amostragens, variando entre 9,0 °C no inverno e 29,0 °C no verão.

Os valores médios de alcalinidade encontrados em grande parte dos corpos d'água avaliados foram inferiores a 50 mg L⁻¹ de CaCO₃, caracterizando essas águas como águas “moles” ou “brandas”. No entanto, o Arroio Chuí apresentou valor médio de alcalinidade, durante os três anos de monitoramento, igual a 110 mg L⁻¹ de CaCO₃, o que o caracteriza como um curso d'água com dureza moderada (Macêdo, 2004). Esse fato se deve, provavelmente, à contaminação das águas, via escoamento superficial ocorrente em áreas submetidas à correção de acidez de solo em áreas de exploração agrícola na bacia hidrográfica de Lagoa Mirim, onde há intensivo plantio de arroz inundado (Irga, 2007). O calcário disponibiliza carbonatos e bicarbonatos, os quais estão diretamente relacionados à presença de alcalinidade nas águas. Além disso, o lançamento de esgotos tende a aumentar os valores de alcalinidade no curso d'água, como observado por Ceretta (2004).

Quadro 2. Resultados das análises físicas e químicas de amostras de corpos d'água da bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, durante os três anos de monitoramento.

Copo hídrico		T (°C)	AT	Cl	P	NO ₃ ⁻	N _{AM} (mg L ⁻¹)	CO ₂	OD	DBO	SDT
Arroio Chasqueiro	Max	29,4	23,1	38,5	19,3	2,4	0,5	28,0	10,4	3,8	304,0
	Min	11,9	10,7	4,9	0,1	0,3	0,0	0,7	6,4	0,6	45,0
	Med	20,1	14,2	8,3	1,4	1,0	0,1	4,2	8,3	1,9	154,3
	DP	4,6	2,2	5,5	3,5	0,6	0,2	4,3	0,9	0,7	69,1
Rio Jaguarão	Max	28,1	55,6	37,3	12,3	1,9	0,8	11,1	10,4	4,1	283,0
	Min	10,9	18,9	2,8	0,1	0,2	0,0	2,2	5,4	1,3	70,0
	Med	19,9	35,1	9,1	1,2	0,9	0,2	5,9	7,6	2,4	162,0
	DP	4,8	9,5	5,8	2,5	0,5	0,3	2,0	1,1	0,7	54,8
Rio Santa Isabel	Max	26,5	43,3	21,4	17,5	2,5	1,0	6,5	10,8	6,1	248,0
	Min	10,1	20,5	5,6	0,1	0,0	0,0	0,9	6,3	0,0	57,0
	Med	19,4	32,5	15,2	1,3	0,7	0,2	3,6	8,4	2,1	153,3
	DP	4,4	4,9	4,2	3,2	0,6	0,3	1,2	1,0	1,1	49,8
Rio Piratini	Max	29,0	37,8	36,7	28,5	1,5	0,7	8,1	10,9	4,4	231,5
	Min	10,7	14,1	4,3	0,1	0,0	0,0	1,5	6,7	0,0	59,0
	Med	20,3	24,9	7,4	1,6	0,5	0,1	4,8	8,2	2,0	137,5
	DP	5,0	6,5	5,4	5,1	0,4	0,2	1,5	1,0	1,0	54,2
Arroio Chuí	Max	26,6	263,0	110,6	12,5	1,6	0,7	13,9	10,7	5,8	640,0
	Min	9,0	36,3	21,6	0,1	0,0	0,0	2,4	6,2	0,0	143,0
	Med	18,8	110,0	58,0	1,8	0,6	0,1	8,4	8,0	2,9	304,2
	DP	5,1	59,3	23,8	3,2	0,4	0,2	2,9	1,2	1,2	129,8
Taim	Max	27,3	69,5	59,0	6,0	2,6	0,7	4,7	12,7	7,6	307,0
	Min	9,9	24,2	10,8	0,1	0,0	0,0	0,4	6,9	0,0	85,5
	Med	19,0	38,5	23,8	0,9	0,5	0,1	2,6	8,9	2,6	165,5
	DP	5,0	9,8	12,4	1,5	0,5	0,2	0,9	1,2	1,3	56,9

Max – máximo; Min – mínimo; Med – média e DP – Desvio-padrão.

A presença de cloreto (Cl⁻) foi maior nas amostras coletadas no Arroio Chuí. No entanto, os valores máximos ficaram abaixo dos limites recomendados pela Organização Mundial de Saúde para ingestão humana que é de 250 mg L⁻¹ (Brasil, 2005). Em meio natural, o cloreto é oriundo da dissolução de minerais ou mesmo da intrusão de água marinha. O cloreto, porém, pode também ser proveniente dos despejos de efluentes domésticos e industriais, ou mesmo de águas utilizadas na irrigação de lavouras (Von Sperling, 2005). Elevadas concentrações de Cl⁻ podem inibir o crescimento das plantas aquáticas e causar a eliminação de microrganismos.

As concentrações de NO_3^- e N_{AM} foram baixas, principalmente para a segunda forma de nitrogênio. Assim, pode-se considerar que os cursos d'água avaliados apresentam boa capacidade de reaeração das águas. Elevadas concentrações de nitrogênio associadas às de fósforo podem vir a causar desenvolvimento exagerado do fito e zooplâncton, levando ao processo de eutrofização.

A concentração de fósforo nas amostras foi elevada o que pode tornar esses cursos d'água eutrofizados, pois o fósforo é essencial para o crescimento de organismos e pode ser o nutriente que limita a produtividade primária de um corpo d'água. Dessa forma, esse elemento tem sido apontado como o principal fator responsável pela eutrofização dos sistemas aquáticos (Esteves, 1998).

Em todos os corpos d'água, os valores médios de DBO foram inferiores a $3,0 \text{ mg L}^{-1}$, sendo o maior valor médio encontrado no arroio Chuí. Os valores de DBO indicam a extensão da poluição orgânica em sistemas aquáticos, os quais afetam negativamente a qualidade das águas.

As reduzidas quantidades de matéria orgânica biodegradável refletida pelas concentrações de DBO apresentadas pelos cursos d'água favoreceram a manutenção dos valores de oxigênio dissolvido elevados. A concentração de oxigênio dissolvido nas amostras coletas pode ser considerada satisfatória para manutenção de vida aeróbia, sendo o menor valor encontrado de $5,4 \text{ mg L}^{-1}$ no Rio Jaguarão, o qual também apresentou a menor concentração média desta variável.

As menores concentrações de matéria orgânica biodegradável também mantiveram os valores de dióxido de carbono abaixo de 10 mg L^{-1} , o que pode ser considerado normal para cursos d'água superficiais. Com pouca matéria orgânica, não há decomposição microbiana ou essa se encontra em reduzida escala, emitindo menores quantidades de CO_2 no meio líquido.

A presença de sólidos dissolvidos na água indicam a presença sais, ácidos minerais e outros contaminantes similares despejados nos cursos d'água. Elevadas concentrações de sólidos dissolvidos aumentam a demanda química e bioquímica de oxigênio nas águas, o que leva à depleção do oxigênio dissolvido no meio, além disso, os sólidos dissolvidos podem refletir a carga de poluentes lançadas no curso d'água. As concentrações de sólidos dissolvidos ficaram em torno de 150 mg L^{-1} , exceto para o Arroio Chuí, o qual apresentou valores duas vezes superiores aqueles encontrados nos demais cursos d'água avaliados neste trabalho.

Dentre as variáveis avaliadas nas amostragens realizadas nos cursos d'água e que estão apresentadas na Resolução CONAMA nº 357/2005 para caracterização da condição de corpos d'água, a DBO apresentou valores superiores a $5,0 \text{ mg L}^{-1}$ no Rio Santa Isabel, Arroio Chuí e Taim, entre janeiro e abril de 1996, o que confere a esses cursos d'água, neste período, a condição Classe 3. No entanto, os valores

médios foram inferiores a $5,0 \text{ mg L}^{-1}$. Outra variável que ultrapassou o limite estabelecido pela referida resolução para rios em condição Classe 2 em todas as amostragens foi o fósforo, que apresentou valores iguais ou superiores ao limite de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ para ambientes lóticos.

O Arroio Chuí em uma amostragem apresentou valor de sólidos dissolvidos totais superior a 500 mg L^{-1} , ultrapassando o limite para condição Classe 2 nos corpo d'água.

Na Figura 3, estão apresentados os valores de IQA_b obtidos com a análise das amostras coletadas nos cursos d'água. Pode-se verificar que não houve amostragem no mês de junho de 1998.

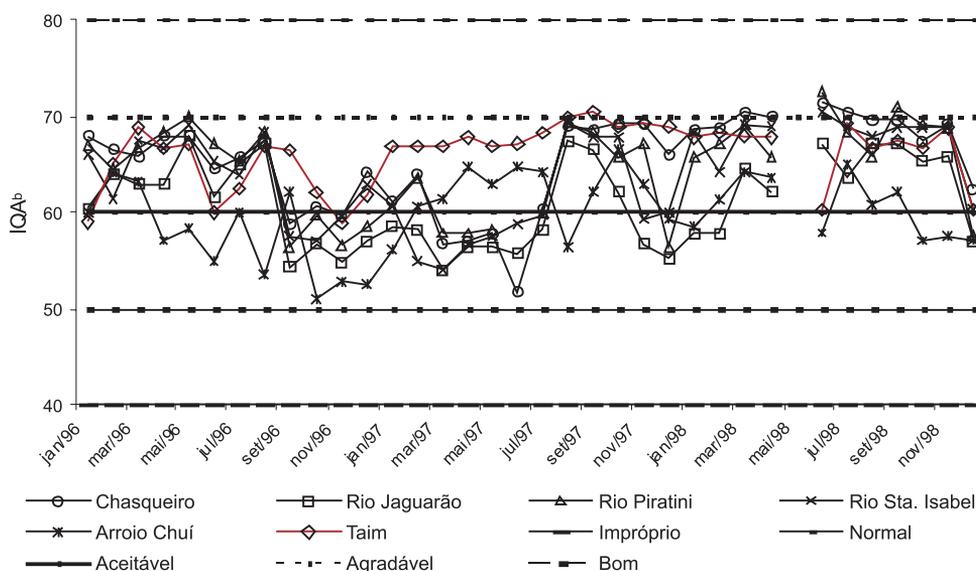


Figura 3. Valores de IQA_b obtidos na avaliação de alguns corpos d'água que deságuam na Lagoa Mirim.

Os resultados obtidos para os seis cursos d'água amostrados variaram ao longo dos três anos de acompanhamento. No entanto, de forma geral, apresentaram as mesmas tendências. Os valores de IQA_b variaram entre 50 e 71, sendo os menores valores alcançados entre os meses de setembro de 1996 e junho de 2007.

Os menores valores de IQA_b foram influenciados em maior parte pelo decréscimo nas concentrações de oxigênio dissolvido, em consequência dos aumentos nos valores de DBO obtidos no mesmo período. Nos meses em que se observou redução nos índices de qualidade de água, verificou-se também redução no índice pluviométrico na região e, conseqüentemente, redução nas vazões (Brum et al., 2005). O aumento dos valores de IQA_b durante o período de ocorrência das chuvas pode ser atribuído,

provavelmente, ao efeito diluição que ocorreu em função do aumento da vazão dos cursos d'água e a conseqüente redução na concentração de contaminantes, tal como observado por Molina et al. (2006). Fato contrário foi observado por Silva et al. (2006), o qual encontrou menores valores de oxigênio dissolvido nos meses chuvosos comparados aos demais meses. Os autores justificaram o fato devido ao aumento dos sólidos em suspensão e da turbidez, além do aumento da matéria orgânica, gerando acréscimo da matéria orgânica ao ecossistema aquático que, para sua decomposição microbiana, consome grande parte ou a totalidade do oxigênio dissolvido. E também a baixa taxa de fotossintética do fitoplâncton, associada à redução da transparência do meio aquático.

Diante dos resultados, pode-se considerar que os cursos d'água avaliados apresentaram características satisfatórias quanto à qualidade das águas. Dos corpos d'água avaliados, destacam-se o Rio Piratini e o Rio Jaguarão, ambos com disponibilidade hídrica de 113 e 86 m³ s⁻¹, respectivamente. O aporte de material orgânico nesses cursos d'água ocorre por dois motivos principais: efluentes urbanos dos municípios de Piratini (15.382 habitantes), Pedro Osório (8.107 habitantes) e Cerrito (6.925 habitantes) no primeiro e do município de Jaguarão no segundo (28.949 habitantes), e o carreamento de material originado das áreas agrícolas. Nessas duas bacias, cerca de 98 e 95% do uso consultivo das águas superficiais é decorrente da irrigação, principalmente da cultura do arroz (Rio Grande do Sul, 2008).

A entrada de material originado das áreas agrícolas e de fontes urbanas contribui para o aumento na carga de fósforo e amônia e promove decréscimo na concentração de OD, devido ao consumo desse elemento nos processos respiratórios da comunidade hídrica, principalmente se for material orgânico biodegradável. No entanto, apesar do aumento da concentração de nutrientes nos corpos d'água e decréscimo nas concentrações de OD, não foi verificado o aumento nos valores de DBO.

A disponibilidade hídrica dos demais cursos d'água avaliados é inferior a 10 m³ s⁻¹ e a população contribuinte também é menor. No entanto, a demanda hídrica para irrigação é elevada como aquelas apresentadas pelos Rios Piratini e Jaguarão, o que pode reduzir ainda mais a qualidade das águas desses cursos d'água.

Como observado por Ceretta (2004), cursos d'água que cortam áreas menos povoadas apresentam melhor qualidade das águas. Nesses casos, as fontes pontuais de poluição causam menores danos às águas e as maiores contribuições se dão por meio de fontes difusas de poluição.

Como reflexo da falta de manejo adequado do solo nas áreas rurais, onde se verifica a retirada da cobertura vegetal que protege os solos da erosão laminar, e da

ausência de saneamento básico com o lançamento *in natura* de esgotos nos mananciais, pode-se verificar que o IQA_b médio reflete o elevado conteúdo em partículas e matéria inorgânica que são lançadas nesses cursos d'água.

Diante dos resultados obtidos, verifica-se elevada concentração de fósforo nas águas, além de maiores quantidades de nitrato quando comparadas às de amônio. No entanto, a matéria orgânica, expressa em termos de DBO, apresentou valores reduzidos. Assim, em função dessa combinação de fatores, acredita-se que as maiores formas de contribuição para poluição dos cursos d'água avaliados foram as contribuições de formas inorgânicas de poluição, advindas principalmente da atividade industrial, agrícola e portuária.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que:

- a qualidade hídrica dos afluentes da Lagoa Mirim avaliados foi, no geral, aceitável;
- os rios de maior disponibilidade hídrica ainda são pouco afetados por esgotos domésticos em função da população residente nas cidades ser relativamente pequena, o que proporciona aos rios considerável capacidade depurativa;
- o poluente mais impactante em relação à qualidade das águas foi o fósforo.

REFERÊNCIAS

- ALM – Agência da Lagoa Mirim. Universidade Federal de Pelotas, RS. Disponível em: <<http://alm.ufpel.edu.br>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- APHA [AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION]; AWWA [AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION]; WEF [WATER ENVIRONMENT FEDERATION]. 1998. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington, DC: APHA/AWWA/WEF, [s.n.].
- BRASIL - Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. 2005. **Portaria MS n.º 518/2004**. Brasília: Ministério da Saúde, 28 p.
- BRUM, D. R. et al. 2005. Estudo da variabilidade dos elementos meteorológicos na cidade de pelotas – RS. In: XIV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2005, Pelotas-RS. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2005/arquivos/CE_01181.rtf>. Acesso em: 10 ago. 2008.

- CERETTA, M. C. 2004. **Avaliação dos aspectos da qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena – município de Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, 142p.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. 2005. **Resolução nº 357** - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
- ESTEVES, F. A. 1998. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 602 p.
- IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz. Dados de safra 2006/2007. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20080327154740.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- MACÊDO, J. A. B. 2004. **Águas & Águas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 977 p.
- MACÊDO, J. A. B. 2003. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 450 p.
- MACHADO, G. 2007. Demanda e disponibilidade hídrica no sistema Lagoa Mirim - São Gonçalo – Rio Grande do Sul. **Revista Discente Expressões Geográficas**, (3):61-82.
- _____. 2004. Programa Nacional do Meio Ambiente II – Seleção de Índices e indicadores. Brasília, DF: MMA, [s.n.]. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/indice-agua-volume1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- MOLINA, P. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. 2006. Índice de qualidade de água na microbacia degradada do Córrego Água da Bomba – município de Regente Feijó – SP. In: XXVI CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM – CONIRD, 2006, Goiânia. CD-ROM.
- RIO GRANDE DO SUL. Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/jsp/rhcomdrh.jsp>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- RIZZI, N. E. 2001. Índices de qualidade de água. **Sanare**, 15(15):11-20.
- SILVA, M. G. et al. 2006. Qualidade da água da barragem Jacarecica I: estado trófico. In: I CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2006, Natal. CD-ROM.
- STEINKE, V. A.; SAITO, C. H. 2008. Exportação de carga poluidora para identificação de áreas úmidas sob risco ambiental na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim. **Revista Sociedade e Natureza**, 20:43-67.
- VON SPERLING, M. 2005. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 452 p.