

**IV-019 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES NA SUB-BACIA DO ARROIO ANDRÉAS, RS, UTILIZANDO VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS**

**Pâmela Vargas<sup>(1)</sup>**

Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Tel: (51) 98924308 – e-mail: [pamelavargas@mx2.unisc.br](mailto:pamelavargas@mx2.unisc.br)

**Dionei Minuzzi Delevati<sup>(2)</sup>**

Coord. do Curso de Engenharia Ambiental - Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Tel: (51) 37173782 – e-mail: [dionei@unisc.br](mailto:dionei@unisc.br)

**Adilson B. Costa<sup>(3)</sup>**

Pesquisador, Departamento de Biologia e Farmácia - Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Tel: (51) 37177519 – e-mail: [adilson@unisc.br](mailto:adilson@unisc.br)

**Eduardo A. Lobo<sup>(4)</sup>**

Pesquisador, Departamento de Biologia e Farmácia/Orientador – Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

**Endereço<sup>(4)</sup>:** Tel: (51) 37177519 – e-mail: [lobo@unisc.br](mailto:lobo@unisc.br)

**RESUMO**

A UNISC em parceria com a empresa Universal Leaf Tabacos e a Fundación Altadis (organização sem fins lucrativos, pertencente ao Grupo Imperial Tobacco) assinaram, em 2011, um contrato para a execução do projeto “Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) na sub-bacia do arroio Andréas, Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil”, denominado Projeto “Protetor das Águas”, a ser desenvolvido pela UNISC num período de cinco anos (2011- 2017). O projeto visa proteger as nascentes e áreas ripárias da referida sub-bacia, visando garantir a preservação dos recursos hídricos mediante o pagamento aos agricultores de pequenas propriedades pelo fornecimento de serviços ambientais de proteção das nascentes e áreas ripárias que se situam em suas propriedades. Neste contexto, a presente pesquisa objetivou avaliar qualidade da água das nascentes destas áreas de preservação, utilizando programas de monitoramento ambiental (físico, químico e microbiológico). Desta forma, foram selecionadas 20 estações amostrais localizadas nas nascentes da sub-bacia, onde foram realizadas excursões científicas mensais durante o período de setembro de 2014 a fevereiro de 2015, considerando como parâmetros de avaliação ambiental as seguintes variáveis: temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio após cinco dias, nitrato, nitrogênio amoniacal, fosfato, sólidos totais dissolvidos e coliformes termotolerantes. A avaliação da qualidade da água foi feita utilizando o Índice de Qualidade da Água (IQA), e a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água em função dos usos aos quais se destinam. Os resultados da aplicação da IQA indicaram que 51,7% das 119 amostras coletadas classificaram-se como tendo um nível “Bom”, valor que coincide com o percentual de amostras enquadradas nas classes 1 e 2 da resolução do CONAMA, 58,8%, indicando que estes pontos amostrais caracterizam-se como águas de boa qualidade, apropriadas para o consumo humano, após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário. Com relação a pontos amostrais críticos por apresentar uma qualidade da água fora dos padrões desejados, os resultados da aplicação da IQA indicaram que 42,9% destes apresentaram uma qualidade “Regular” ou “Ruim”, valor que coincide com o percentual de amostras enquadradas nas classes 3 e 4 da resolução do CONAMA, 41,2%, indicando que estes pontos amostrais apresentam usos bem mais restritivos. O projeto “Protetor das Águas” se estende até 2017, sendo que até o final do mesmo espera-se que a qualidade da água destas nascentes e áreas ripárias atinja, no máximo, as classes de uso 1 e 2 do CONAMA, ou o nível “Bom” do IQA, a fim de garantir água de boa qualidade para usos múltiplos por parte da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia Hidrográfica do Arroio Andreas, RS, Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), preservação de nascentes, monitoramento ambiental, Índice de qualidade da Água (IQA), CONAMA 357/2005.

## INTRODUÇÃO

Água tem como composição molecular dois elementos químicos, Hidrogênio e Oxigênio, representados pela fórmula  $H_2O$ , sendo uma substância incolor, inodora e insípida distribuídas em suas três fases: sólida, líquida e gasosa. A água é tida como principal constituinte dos seres vivos, tendo vasta importância para o homem, sendo a mesma necessária para a sobrevivência seja de forma direta ou indireta; porém, mais de um bilhão de pessoas não possuem acesso e disponibilidade à água tratada MACHADO (2004).

Segundo ROCHA (2008), o monitoramento ambiental em bacias hidrográficas procura analisar aspectos relevantes que permitam caracterizar as mudanças que ocorrem no uso e ocupação do solo, tornando possível avaliar os efeitos das atividades humanas sobre os ecossistemas. A importância do monitoramento da qualidade dos recursos hídricos em uma bacia reside no fato de que, a partir das informações coletadas, pode-se inferir sobre a condição ambiental da bacia hidrográfica como um todo.

Embora a água seja um recurso renovável, a sua disponibilidade no ambiente tem data de limitação e está diretamente relacionada com a sua qualidade. Segundo BRAGA (2005), a qualidade da água em uma bacia hidrográfica é influenciada por diversos fatores e, dentre eles o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo, o uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica. Porém, há práticas onde ocorrem erosão das margens das bacias hidrográficas e a retirada da cobertura vegetal (mata ciliar), alterações por compostos orgânicos como dejetos de animais ou inorgânicos como fertilizantes e agrotóxicos além do descarte incorreto de efluentes industriais sem tratamento; causam a alteração da composição e da qualidade da água do rio.

O presente projeto visa avaliar a eficiência da implantação de áreas de preservação de nascentes da sub-bacia do arroio Andréas, RS, através do pagamento de Serviços Ambientais (PSA), utilizando programas de monitoramento ambiental (físico, químico e biológico), fazendo avaliações mensais da qualidade da água de áreas de preservação de 20 nascentes localizadas ao longo da sub-bacia. Buscando assim a preservação dos recursos hídricos, mediante o pagamento aos agricultores de propriedades rurais pelo fornecimento de serviços ambientais de proteção das nascentes situadas em suas terras.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo foram selecionadas 20 estações amostrais nas nascentes que deságuam na Bacia Hidrográfica do Arroio Andréas, RS, Brasil, onde são realizadas mensalmente as coletas para análises físicas, químicas e microbiológicas, a localização dos referidos pontos de amostragem e a identificação dos pontos de amostragem encontram-se na Figura 1.

As amostras foram coletadas na superfície utilizando-se frascos de vidro e/ou polietileno, de 300 a 1000 ml, acondicionadas em caixa de isopor contendo gelo e analisadas no dia seguinte à coleta. As técnicas utilizadas na coleta das amostras para determinações físicas e químicas encontram-se descritas em American Public Health Association (2005).

### PRIMEIRA ETAPA: ESTUDO A CAMPO (ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS)

Foram realizadas excursões científicas mensais durante o período de setembro de 2014 a fevereiro de 2015, nas 20 estações de amostragens nas nascentes distribuídas ao longo da Bacia Hidrográfica do Arroio Andréas, para medição de variáveis físicas, químicas e microbiológicas. Foram consideradas como parâmetros de avaliação ambiental as seguintes variáveis: temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio após cinco dias, nitrato, nitrogênio amoniacal, fosfato, sólidos totais dissolvidos e coliformes termotolerantes, alcalinidade, condutividade elétrica, fluoreto, nitrito, fósforo, saturação de oxigênio dissolvido.

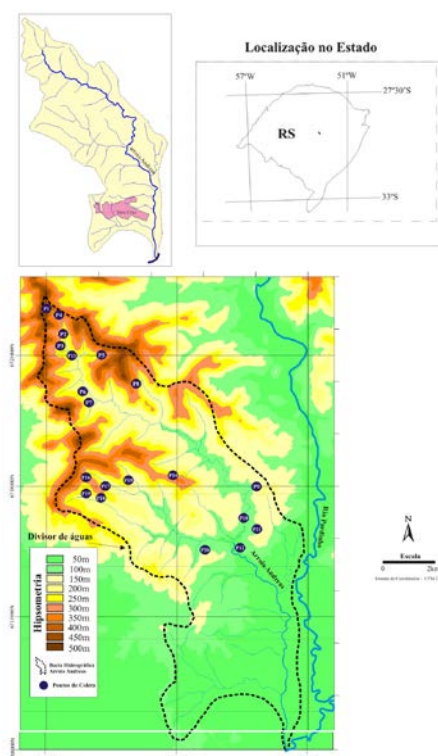
### SEGUNDA ETAPA: APLICAÇÃO NO LABORATÓRIO (CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM)

A partir do levantamento dos resultados obtidos em laboratório das análises físico-químicas os 20 pontos de amostragem foram classificados quanto à qualidade da água segundo a portaria 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), considerando as seguintes variáveis para classificação: coliformes

termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, fosfato total, oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais dissolvidos e turbidez. Permitindo assim a classificação dos pontos como sendo Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, sendo a água de Classe 4 destinada apenas para navegação e harmonia paisagística.

E segundo o Índice de Qualidade da Água (IQA), utilizando o modelo de qualidade desenvolvido por Moretto *et al.* (2012), considerando as seguintes variáveis: oxigênio dissolvido, pH, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, turbidez, nitrato, sólidos totais dissolvidos, coliformes termotolerantes e temperatura, através do software IQADATA, permitindo estabelecer critérios para classificação das águas em cinco categoriais: Excelente, Bom, Regular, Ruim e Muito Ruim, a partir de notas de desempenhos atribuídas aos pontos de amostragem através do software, a tabela 1 descreve a classificação dos pontos de amostragem de acordo com a nota obtida.

**Figura1. Mapa da localização dos 20 pontos de amostragem na Sub-bacia do Arroio Andréas, RS.**



Este modelo de IQA utiliza a fórmula multiplicativa do tipo:  $IQA = \prod q_i^{w_i}$ , onde:  $\prod$  símbolo de produto;  $q_i$ : qualidade relativa do i-ésimo parâmetro;  $w_i$ : peso relativo do i-ésimo parâmetro;  $i$ : número de ordem do parâmetro (1 a 9). Os parâmetros aplicados na obtenção deste IQA e os pesos respectivos são apresentados na tabela 1. O modelo de IQA foi aplicado utilizando o software IQADdata 2010, desenvolvido pela Universidade de Santa Cruz do Sul (POSSELT & COSTA, 2010).

**Tabela 1. Parâmetros e pesos relativos do IQA**

<b>Variáveis</b>	<b>Pesos relativos (wi)</b>
Oxigênio dissolvido	0,2
Coliformes	0,23
Ph	0,05
Demanda bioquímica de oxigênio	0,08
Fósforo total	0,16
Nitrato	0,07
Turbidez	0,12
Temperatura	0,03
Sólidos totais dissolvidos	0,06

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação da qualidade da água utilizando a Resolução 357/2005 do CONAMA, nos 20 pontos de coleta distribuídos ao longo da Sub-bacia do Arroio Andréas, RS, no período compreendido entre setembro de 2014 a fevereiro de 2015, apresentam-se na tabela 3.

Tendo como base as Classes de uso da água segundo a Resolução CONAMA 357/2005 (Tab. 4), verificou-se que 13.4% dos pontos de coleta enquadraram-se como “Classe 1”, 45.4% como “Classe 2”, 37.8% como “Classe 3” e 3.4% como “Classe 4” (Fig. 2).

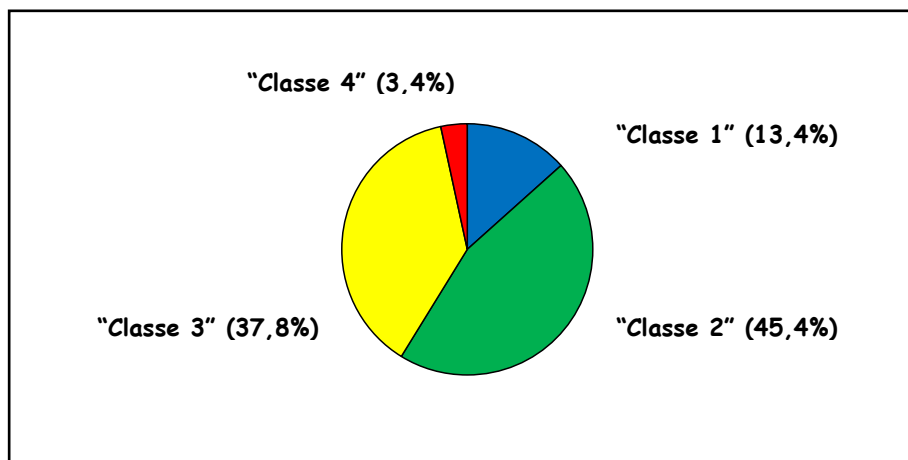
Os pontos amostrais classificados como pertencendo à Classe de Uso 1 do CONAMA (13.4%), caracterizam-se como águas de boa qualidade, apropriadas para o consumo humano, após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato primário (balneabilidade), dentre as suas principais características (BRASIL, 2005). Por sua vez, os pontos amostrais enquadrados como pertencendo à Classe de Uso 2 do CONAMA (45.4%), correspondem também a águas de boa qualidade, sendo que a principal diferença com a Classe de Uso 1 do CONAMA, é que neste caso a água pode ser usada para fins de consumo humano, entretanto após tratamento convencional (BRASIL, 2005).

Já os pontos amostrais enquadrados como pertencendo à Classe de Uso 3 do CONAMA (37.8%), apresentam usos bem mais restritivos do que a Classe 2, limitando-se ao consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, recreação de contato secundário e dessedentação de animais, dentre as suas principais características. Desta forma, usos mais nobres como consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas e recreação de contato primário (balneabilidade), não são permitidos (BRASIL, 2005). Por último, os pontos amostrais enquadrados como pertencendo à Classe de Uso 4 do CONAMA (3.4%), correspondem à classe de pior qualidade, destinada apenas à navegação e harmonia paisagística (BRASIL, 2005).

**Tabela 3. Classes de uso da água segundo a Resolução CONAMA 357/2005, nos pontos de coleta 1 a 20 distribuídos ao longo da Sub-bacia do Arroio Andréas, RS, no período compreendido entre setembro de 2014 a fevereiro de 2015 (ND: Não Determinado).**

		set/14	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15
P1	Classe	3	2	3	2	1	2
P2	Classe	3	2	3	3	2	2
P3	Classe	3	3	3	3	2	3
P4	Classe	3	3	2	2	2	2
P5	Classe	4	3	3	3	2	3
P6	Classe	4	3	4	3	3	3
P7	Classe	3	3	3	2	1	2
P8	Classe	3	3	3	3	2	ND
P9	Classe	2	1	1	1	1	2
P10	Classe	2	1	1	2	1	2
P11	Classe	2	1	1	2	1	2
P12	Classe	3	3	3	2	3	3
P13	Classe	4	2	2	2	2	2
P14	Classe	3	3	2	2	1	2
P15	Classe	2	2	3	2	1	2
P16	Classe	3	2	2	2	3	3
P17	Classe	2	2	3	2	1	2
P18	Classe	2	2	2	2	1	3
P19	Classe	3	2	2	3	2	3
P20	Classe	2	2	2	3	2	2
<b>Legenda Resolução CONAMA/2005</b>		Classe especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	

**Figura 2. Classes de uso da água segundo a Resolução CONAMA 357/2005, para os 20 pontos de coleta distribuídos ao longo da Sub-bacia do Arroio Andréas, RS, no período compreendido entre setembro de 2014 a fevereiro de 2015, totalizando 119 amostras.**



De forma geral, em relação à resolução CONAMA 357/2005, verificou-se que das 119 amostras coletadas, 41,2% foram enquadradas nas Classes de uso 3 e 4, que correspondem a pontos críticos por apresentar uma qualidade da água fora dos padrões desejados, isto é, classes de uso 1 e 2.

Por sua vez, os resultados da avaliação da qualidade da água utilizando o IQA, nos 20 pontos de coleta distribuídos ao longo da Sub-bacia do Arroio Andréas, RS, no período compreendido entre setembro de 2014 a fevereiro de 2015, apresentam-se na tabela 4. Tendo como base este enquadramento (Tab. 4), verificou-se que 57,1% dos pontos de coleta enquadraram-se como "Bom", 39,5% como "Regular" e 3,4% como "Ruim" (Fig. 3).

De forma geral, em relação ao IQA, verificou-se que das 119 amostras coletadas, 42,9% apresentaram uma qualidade "Regular" ou "Ruim", que correspondem a pontos críticos por apresentar uma qualidade da água fora dos padrões desejados, isto é, nível "Bom".



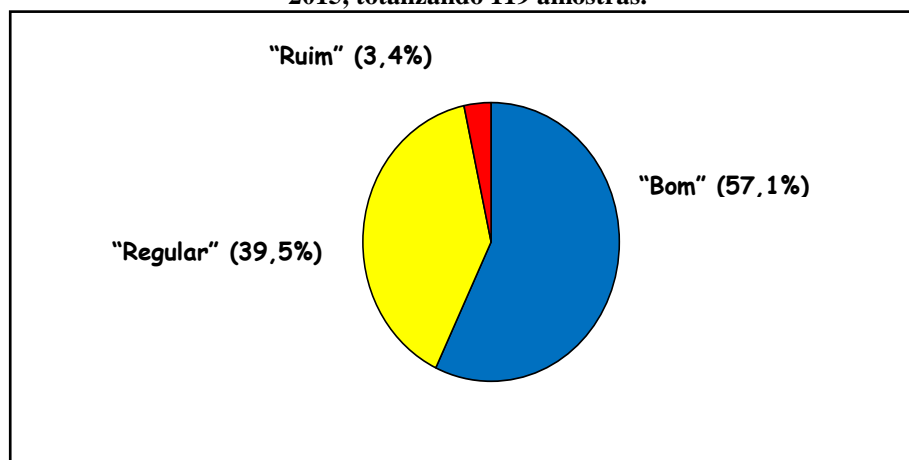
**Tabela 4. A classificação da água segundo o IQA, nos pontos de coleta 1 a 20 distribuídos ao longo da Sub-bacia do Arroio Andréas, RS, no período compreendido entre setembro de 2014 a fevereiro de 2015 (ND: Não determinado).**

	set/14	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15
P1	72,89	75,65	69,73	78,75	71,96	75,79
P2	68,74	78,05	72,16	48,86	74,82	78,18
P3	63,33	40,5	72,28	60,3	70,12	66,83
P4	69,03	80,81	79,98	77,99	68,6	71,4
P5	59,15	71,55	75,99	73,37	59,15	69,56
P6	38,8	43,77	54,44	69,83	68,38	74,12
P7	60,74	67,79	73,42	73,38	68,85	73,59
P8	52,83	63,71	72,14	60,1	80,65	ND
P9	77,2	80,47	81,83	77,97	78,57	80,38
P10	71,59	75,75	76,41	66,31	72,37	71,15
P11	78,91	71,86	80,7	69,22	78,18	78,76
P12	51,85	63,61	55,39	66,33	54,43	57,59
P13	59,94	68,98	72,2	72,81	63,55	73,98
P14	71,63	72,96	73,63	66,17	71	66,72
P15	74,69	74,6	61,33	64,32	76,67	77,58
P16	71,11	77,63	78,87	70,84	56,67	57,05
P17	70,51	72,2	69	76,19	71,22	72,74
P18	68,59	79,02	80,54	68,37	71,52	72,91
P19	75,7	77,74	79,62	60,21	72,85	75,39
P20	70,02	73,9	81,25	66,17	63,42	63,82
Classificação IQA	Excelente	Bom	Regular	Ruim/Muito ruim		

No período transcorrido entre setembro de 2014 a fevereiro de 2015, os resultados da aplicação do IQA indicaram que 51,7% das 119 amostras coletadas foram classificadas como tendo um nível “bom”, valor que coincide com o percentual de amostras enquadradas nas classes de usos 1 e 2 pelo CONAMA, 58,8%. Com relação a pontos amostrais críticos por apresentar uma qualidade da água fora dos padrões desejados, os resultados da aplicação do IQA indicaram que 42,9% das 119 amostras coletadas foram classificadas como tendo um nível “Regular” ou “Ruim”, valor que coincide com o percentual de amostras enquadradas nas classes de usos 3 e 4 pelo CONAMA, 41,2%, indicando que estes pontos amostrais apresentam usos bem mais restritivos.

Comparando os resultados do IQA com a Resolução CONAMA 357/2005, verificou-se que houve pequenas diferenças quanto aos percentuais que separam pontos de coleta adequados para usos nobres da água (nível “bom” ou classes de usos do CONAMA 1 e 2) de pontos de coleta críticos (níveis “Regular ou Ruim”, ou Classes de usos do CONAMA 3 e 4), 7,1% e 1,7%, respectivamente.

**Figura 3. Classificação da água segundo o IQA, para os 20 pontos de coleta distribuídos ao longo da Sub-bacia do Arroio Andréas, RS, no período compreendido entre setembro de 2014 a fevereiro de 2015, totalizando 119 amostras.**



Estas diferenças, contudo, poderiam ser explicadas considerando que quando se aplica a resolução CONAMA num ponto de coleta qualquer, o valor da variável que apresenta o pior desempenho será a responsável pelo enquadramento final desse ponto de coleta, enquanto que o IQA é calculado pelo produtório ponderado da qualidade da água correspondente a cada parâmetro avaliado, a partir dos pesos da importância das nove variáveis utilizadas na formulação do índice. O IQA é, portanto, um índice holístico que caracteriza a condição geral de um ponto de amostragem, a partir da interação das nove variáveis que compõem o mesmo, e representa problemas de contaminação orgânica e eutrofização da água.

É importante destacar que o IQA utilizado nesta pesquisa foi modificado por Moretto et al. (2012) visando a sua utilização em sistemas lóticos sul brasileiros, a partir da calibração multivariada dos pesos das variáveis utilizadas na formulação do mesmo, verificando uma concordância significativa entre os novos pesos calibrados e a resolução 357/2005 do CONAMA. Neste contexto, este IQA se constitui numa eficiente ferramenta tecnológica para ser utilizada em programas de monitoramento ambiental em sistemas lóticos sul brasileiros, e, ainda, fornece informações significativas da condição ambiental geral de um ponto de amostragem, complementando os resultados advindo da aplicação da Resolução CONAMA 357/2005.

De forma geral, os resultados da aplicação do IQA mostraram que 51,7% das 119 amostras coletadas foram classificadas como tendo um nível "bom" (classes de usos do CONAMA 1 e 2), indicando que estes pontos amostrais caracterizam-se como águas de boa qualidade, apropriadas para usos múltiplos. Concomitantemente, verificou-se que 42,9% das 119 amostras coletadas foram classificadas pelo IQA como tendo um nível "Regular" ou "Ruim" (classes de uso do CONAMA 3 e 4), indicando que estes pontos amostrais apresentam usos bem mais restritivos. Desta forma, usos mais nobres como consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas e recreação de contato primário (balneabilidade), não são permitidos (BRASIL, 2005). Estes resultados, entretanto, poderiam ser explicados considerando que estas áreas, mesmo protegidas, ainda se encontram sujeitas ao impacto de uma série de atividades antrópicas locais, como por exemplo, o aporte de nutrientes e carga orgânica oriundos de esgoto doméstico e criação de animais, bem como do excesso de fertilizantes e insumos agrícolas utilizados em lavouras.

Estes impactos ambientais podem ser verificados a partir das variáveis que foram responsáveis pela classificação de 42,9% das amostras no nível "Regular" e "Ruim" (classes de uso do CONAMA 3 e 4), sendo elas a demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, fósforo, turbidez, nitrato e coliformes termotolerantes. Desta forma, em função destas variáveis, conclui-se que a contaminação orgânica e a eutrofização da água são os principais problemas ambientais que caracterizaram estes corpos da água.



## CONCLUSÕES

O projeto “Protetor das Águas” se estende até 2017, sendo que até o final do mesmo espera-se que a qualidade da água destas nascentes e áreas ripárias atinja, no máximo, as classes de uso 1 e 2 do CONAMA, ou o nível “Bom” do IQA, a fim de garantir água de boa qualidade para usos múltiplos por parte da população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA- AMERICAN PUBLIC HEALT ASSOCIATION. Standard Methods for the water and Wastewater .21 ed. Washington ,2005.
2. BRAGA, Benedito. Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.
3. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>.
4. IQADATA 2010: sistema para determinação do índice de qualidade da água. Mestrado em Sistemas e Processos Industriais: Posselt e Costa, 2010. Disponível em: <<http://www.unisc.br/ppgsapi>>.
5. MACHADO, C.J.S. Gestão de águas doces, 1 ed. Rio de Janeiro-RJ: editora interciência, 2004. 371p
6. MORETTO, D. L., PANTA, E., COSTA, A. B., LOBO, E. A. Calibration of Water Quality Index (WQI) based on Resolution nº 357/2005 of the Environment National Council (CONAMA) Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, 24(1): 29-42. 2012.
7. POSSELT, E. L., COSTA, A.B. Software IQADData 2010. Registro no INPI nº 10670-2, Programa de Mestrado em Sistema e Processos Industriais PPGSPI, UNISC, 2010. Disponível em <http://www.unisc.br/ppgsapi>.
8. ROCHA, A.L.A., PARRON, L.M., CRUZ.C.J.D. Monitoramento da qualidade de água de nascentes na bacia hidrográfica do Rio Preto, sub-bacia do Médio Rio São Francisco. IX Simpósio Nacional Cerrado / II Simpósio Internacional Savanas Tropicais, 2008.