



MONITORAMENTO E DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOS QUEIMADOS, CONCÓRDIA, SC.

Alexandre Matthiensen^{1}; Magda Mulinari¹; Marilete Feruck²;
Elena Tessmann² & Cláudio Rocha de Miranda¹*

Resumo – A qualidade das águas de superfície depende de fatores naturais de sua bacia de drenagem, bem como das intervenções antrópicas nela presentes, e varia de acordo com a sazonalidade local, condições climáticas e o regime de cheias e estiagens. Foi realizado o diagnóstico da qualidade da água do Rio dos Queimados, um curso d'água que passa por um importante polo produtor de alimento na região centro-oeste de SC, durante o período de 12 meses. Foram mensurados parâmetros físico-químicos e microbiológicos, e estimados índices ambientais de classificação qualitativa. Os resultados apontam para concentrações elevadas em parâmetros como nutrientes (concentrações de N-nitrato, N-nitrito e fósforo total), sólidos totais e coliformes fecais (*E. coli*) em grande parte do rio, em praticamente todo o período do ano. O IQA mostra os trechos mais preocupantes, e o IET-P classifica a maior parte de seu curso em “supereutrófico” e “hipereutrófico”. De acordo com os resultados desse diagnóstico, o grau de degradação do Rio dos Queimados é extremamente preocupante, evidenciando potenciais conflitos socioeconômicos e ambientais na área da microbacia do Rio dos Queimados.

Palavras-Chave – qualidade de água, monitoramento e diagnóstico, Santa Catarina.

MONITORING AND DIAGNOSIS OF WATER QUALITY OF QUEIMADOS RIVER, CONCÓRDIA, SC.

Abstract – The surface water quality depends on natural factors of its drainage basin as well as human interventions in it, and varies according to the local seasonality, weather conditions and the regime of floods and droughts. A diagnosis of water quality of the Queimados River, a stream passing through an important pole of food producer in the Midwest region of SC was carried out for 12-month period. We measured physical, chemical and microbiological parameters, and classified the aquatic environment according to quality indexes. The results show high concentrations in parameters such as nutrients (N-nitrate, N-nitrite and total phosphorus), total solids and fecal coliform (*E. coli*) in the major part of the river course in virtually the entire period of the year. The Water Quality Index shows the most worrying river sections, and the Trophic State Index based on phosphorus concentration classifies most of its course as "supereutrophic" and "hypertrophic". According to the results the degree of degradation of Queimados River is extremely worrying, showing potential socioeconomic and environmental conflicts on Queimados River Basin.

Keywords – water quality, monitoring and diagnosis, Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água pode ser definida como a variação de um conjunto de parâmetros intrínsecos que, por legislação, limita seu uso. Essa qualidade pode ser extremamente variável, tanto no tempo quanto no espaço, e requer monitoramentos de rotina para que possam ser detectados suas alterações e seus padrões de variação. A composição das águas de superfície depende de fatores

¹ Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

² Universidade do Contestado, Concórdia, SC.

*Autor correspondente: alexandre.matthiensen@embrapa.br



naturais de sua bacia de drenagem (geológicos, hidrológicos, topográficos e biológicos) e varia de acordo com a sazonalidade local, condições climáticas e o regime de cheias e estiagens. Além dessas variações naturais, as intervenções antrópicas também possuem impacto significativo na qualidade da água. A eutrofização dos corpos d'água superficiais é resultado do enriquecimento das águas com nutrientes de várias origens, principalmente de esgotos domésticos e efluentes industriais e agroindustriais, além da lixiviação de solos agriculturáveis. Práticas irresponsáveis de manejos do solo, como na aplicação demasiada de dejetos animais e agroquímicos, resultam na deterioração dos ecossistemas, incluindo a contaminação de aquíferos subterrâneos. A poluição orgânica bruta também pode levar a distúrbios no balanço de oxigênio da água e, muitas vezes, é acompanhada de contaminação severa por patógenos.

Geograficamente o município de Concórdia localiza-se na mesorregião Oeste Catarinense, e situa-se na bacia do Rio Jacutinga e Contíguos, que é caracterizada por atividades agropecuárias e industriais, com intenso processo de urbanização e crescimento populacional, principais responsáveis pelo aumento da demanda e comprometimento da qualidade da água, especialmente da água superficial. Tem como principais fontes de contaminação o setor agropecuário e as águas residuais das indústrias locais e das cidades da região. A região é um polo produtor de alimentos, destacando olerícolas, frutícolas, avicultura, suinocultura e bovinocultura de leite. Devido à característica topográfica acidentada da região, a utilização de máquinas e equipamentos para a prática de culturas agrícolas é prejudicada. Um sistema de integração agroindustrial funde as atividades agropecuárias com a indústria de transformação. O desenvolvimento da avicultura e da suinocultura é responsável pela região ser uma das maiores produtoras de proteína animal do Brasil (Leite & Leão, 2009). Em função da elevada produção animal local, comumente é adicionado dejetos animais às áreas destinadas ao cultivo, com o objetivo de proporcionar ao solo maior quantidade de nutrientes. Ainda, a microbacia do Rio dos Queimados caracteriza-se por encostas íngremes, existência de vários lajeados afluentes ao longo de seu curso, com zona rural permeada por florestas e culturas agropecuárias, e consequentes conflitos de usos múltiplos pelo recurso água. Como a topografia local é acidentada, as áreas mais ocupadas normalmente estão situadas às margens dos rios. A necessidade de implantação da rede de coleta e tratamento de esgoto na região é primordial, pois atualmente cerca de 90% dos esgotos domiciliares, hospitalar e industriais são direcionados a sumidouros ou lançados nas redes de águas pluviais sem qualquer tratamento, e deságuam diretamente no rio.

Embora a poluição hídrica seja sempre lembrada como uns dos principais problemas ambientais da região do Alto Uruguai Catarinense, dados disponíveis para comprovar cientificamente tal afirmação são escassos, haja vista inexistência de ações sistematizadas de monitoramento da qualidade da água nos diversos rios da região. Obter dados consistentes que representem com segurança a qualidade da água de um determinado rio é um grande desafio, pois necessita o emprego da metodologia adequada em um processo de acompanhamento de longo prazo. Visando suprir essa lacuna o projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água (TSGA), resultado de uma parceria entre a Embrapa, Epagri e UFSC, e patrocinado pela Petrobrás Ambiental, auxiliou a estruturação de uma rede de instituições com o objetivo de diagnosticar a qualidade da água dos rios da região do Alto Uruguai Catarinense. A primeira ação da rede foi o diagnóstico da qualidade da água do Rio dos Queimados, em Concórdia, pois se trata de um rio que sofre uma pressão ambiental muito intensa por localizar-se numa área densamente povoada e com diversas fontes potenciais de poluição. Este tipo de ação visa à formação e manutenção de uma rede de interesse comum na qualidade de água da região do Alto Uruguai Catarinense, fortalecendo o conhecimento ambiental e estimulando a governança local. A geração de informações confiáveis é essencial ao processo decisório para a gestão sustentável dos recursos hídricos da bacia.

MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia do Rio dos Queimados tem uma área de drenagem de aproximadamente 90 km², com nascente na comunidade de Linha São José e foz desaguando no Rio Uruguai, que serve como fronteira entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O curso d'água principal possui 32 km de extensão e 19 tributários, que atravessam os perímetros urbano e rural do município de Concórdia (Leite & Leão, 2009). As principais fontes de poluição são de origem orgânica e inorgânica, de caráter pontual e difuso, principalmente provenientes de efluentes domiciliares e agroindustriais, postos de combustíveis, lavagem e lubrificação, abatedouros e atividades pecuárias, com destaque para suinocultura e avicultura. Segundo Zanette (2003) o Rio dos Queimados tem seu estado de conservação considerado grave, com situação aparente de extremamente poluído, sendo considerado, seu curso principal e tributários, de Classe 3 (BRASIL, 2005).

Foram realizadas coletas mensais de amostras de água superficial, aquisição de dados de parâmetros físico-químicos *in situ* e análise físico-químicas e microbiológicas das amostras em laboratório durante 12 meses, de abril de 2014 a março de 2015. As coletas das amostras de água foram realizadas com amostrador em PVC (Klock & Mattei, 2014) em 07 pontos pré-estabelecidos (P1 a P7) na microbacia do Rio dos Queimados, da nascente até sua foz (Figura 1). Os locais de amostragens foram definidos buscando representatividade, e tendo como base atividades consideradas relevantes ao longo do curso do rio.

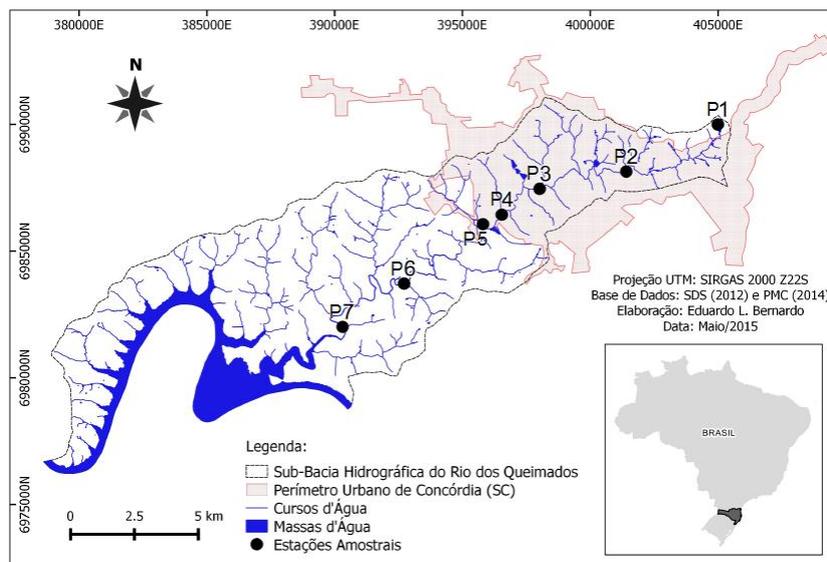


Figura 1. Mapa destacando o Estado de Santa Catarina, e bacia hidrográfica do Rio dos Queimados, no município de Concórdia, com os 07 locais de amostragens: P1-Nascente; P2-Parque de Exposições; P3-Foz do Lajeado Curtume; P4-Ponte da Gruta; P5-Pós ETE; P6-Linha Sta. Catarina; P7-Foz do Rio dos Queimados.

Foram mensurados *in situ* a temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, sólidos dissolvidos totais e condutividade elétrica (medidor multiparâmetro Hachi, Hi9829). Em laboratório foi analisado a turbidez (turbidímetro, pela técnica de determinação nefelométrica), as concentrações de nitrato, nitrito e fósforo total (APHA, 2005), e estimativa de coliformes totais e fecais (*E.coli*), pelo método rápido de contagem de colônias em placas (Petrifilm 3MTM), segundo Swanson *et al.* (2001).

O Índice de Qualidade de Água (IQA) e Índice do Estado Trófico (IET) com base nas concentrações de fósforo total foram calculados de acordo com CETESB (2008). Para o IQA foram usado 8 dos 9 parâmetros recomendados (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, SDT, N-



nitrato, fósforo total, *E.coli*), e os pesos de cada parâmetro foram proporcionalmente redistribuídos. Apesar do uso da metodologia da CETESB, adota-se um quadro classificatório dos valores de IQA mais restritivo para a Região Sul, de acordo com a Agência Nacional de Águas (<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da água variou de mínimas de 15°C, em maio e julho de 2014, até máximas de 26,5°C, em dezembro de 2014. O pH da água durante praticamente todo o período amostral variou entre 6,0 e 8,0. Apenas em 3 eventos ficou acima desses valores (8,8 e 8,7 em P1 em maio e outubro de 2014, respectivamente, e 8,97 em junho 2014 em P4) (dados não mostrados).

A condutividade da água é a medida de sua capacidade de conduzir corrente elétrica, sendo esta dependente do número e do tipo de espécies iônicas presentes. Há uma relação empírica entre condutividade e a concentração de sólidos dissolvidos totais (SDT) (Metcalf & Eddy, 1991). SDT é a quantidade total de substâncias dissolvidas na água e, na prática, estima-se um parâmetro em função do outro. Os valores de SDT atingiram um máximo de 440 mg/L em P5 em maio de 2014, e foram sempre mais elevado nesta estação (Figura 2), que se situa após uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de um bairro residencial e da planta da agroindústria local. Apesar dos valores encontrados não serem ambientalmente danosos, é preocupante que sua concentração aumente, em relação aos demais locais de amostragens, exatamente após o deságue do efluente tratado de uma ETE.

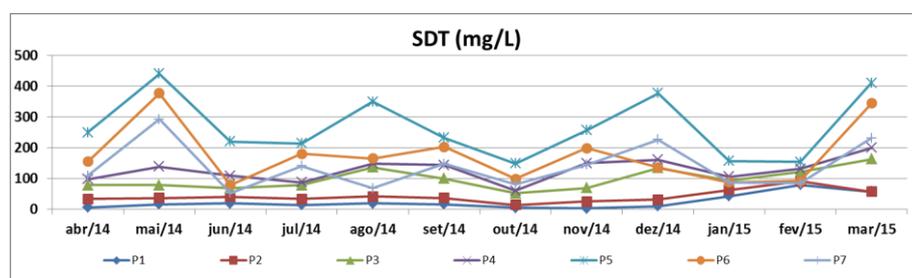


Figura 2. Concentrações de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) nos 07 pontos de coleta durante o período do estudo.

As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) em águas naturais são responsáveis pela existência das populações e comunidades de organismos, bem como por fornecer o potencial para a oxidação da matéria orgânica e demais compostos presentes. Junto com os demais parâmetros, os níveis de oxigênio na água dão uma boa estimativa da qualidade do ambiente. As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) oscilaram entre 4,0 e 9,5 mg/L na maior parte do período estudado, e na maioria dos locais de amostragem (Figura 3). A média geral foi levemente mais elevada nos meses de janeiro e fevereiro de 2015, onde as concentrações medidas em todas as estações de coleta ficaram acima de 7,7 mg/L. Ao longo do ano, o ponto de coleta que apresentou valores mais baixos, incluindo duas mensurações com valores zero (em agosto e dezembro de 2014) foi o P3. Este local de coleta é caracterizado pelo encontro do Lajeado Curtume, um afluente que passa por um bairro urbano em expansão, com o Rio dos Queimados, no centro da cidade.

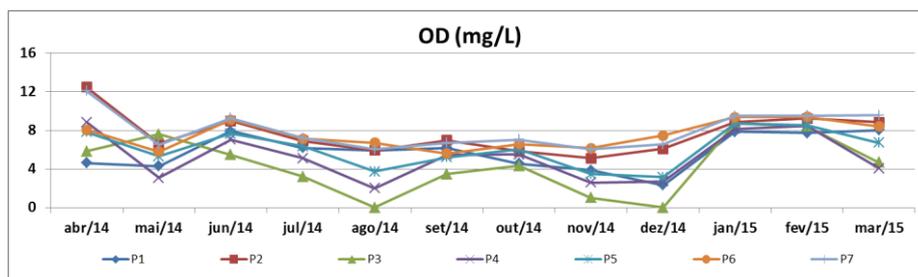


Figura 3. Concentrações de oxigênio dissolvido (OD) nos 07 pontos de coleta durante o período do estudo.

O nitrato é um nutriente importante para a produtividade dos corpos d'água. Quando presente em águas naturais em grandes quantidades, normalmente é originário de fertilizantes ou de resíduos animais ou humanos. Seu principal problema em grandes concentrações no ambiente é o estímulo ao crescimento de microrganismos, acelerando toda a teia trófica e podendo resultar em eutrofização severa, com conseqüente depleção de oxigênio dissolvido na água e, dessa forma, causar problemas aos organismos aquáticos. Já o nitrito, por sua vez, é uma espécie intermediária no processo que converte amônia a nitrato. Se há oxigênio na água, normalmente os nitritos presentes são rapidamente oxidados para formas ambientais menos nocivas. Os nitritos só se acumularão no ambiente se houver uma entrada muito grande de resíduos nitrogenosos no sistema, e o oxigênio dissolvido presente não for suficiente para realizar a sua decomposição.

No Rio dos Queimados as concentrações de nitrato apresentaram-se elevadas principalmente em P5, P6 e P7, sendo o mês de maio de 2014 com os maiores valores (17,1; 15,6 e 15,0 mg/L, respectivamente) (Figura 4a). Em P5 as concentrações ficaram acima de 10mg/L em várias outras ocasiões ao longo do período estudado. Esse parâmetro se apresenta muito acima dos níveis até então observados no Rio dos Queimados após a ETE local, e suas concentrações continuam relativamente elevadas até a foz do rio, quando este deságua no Rio Uruguai.

Em relação às concentrações de nitrito, o cenário é mais preocupante em P6, que apresentou valores de 2,8 mg/L em maio de 2014, e este ponto de amostragem também teve concentrações acima de 1,0 mg/L, que é limite para rios de Classe 3 (BRASIL, 2005), em mais 3 ocasiões (agosto e setembro de 2014 e março de 2015) (Figura 4b). Como as concentrações de OD foram menores em P3 e P4, poderia se esperar que os níveis mais elevados fossem observados nesses pontos, se a contaminação por esse nutriente fosse difusa ao longo do rio. Assim, pode-se supor que os elevados níveis de nitrito surgem na água do Rio dos Queimados após os locais de amostragem em P5 e P6.

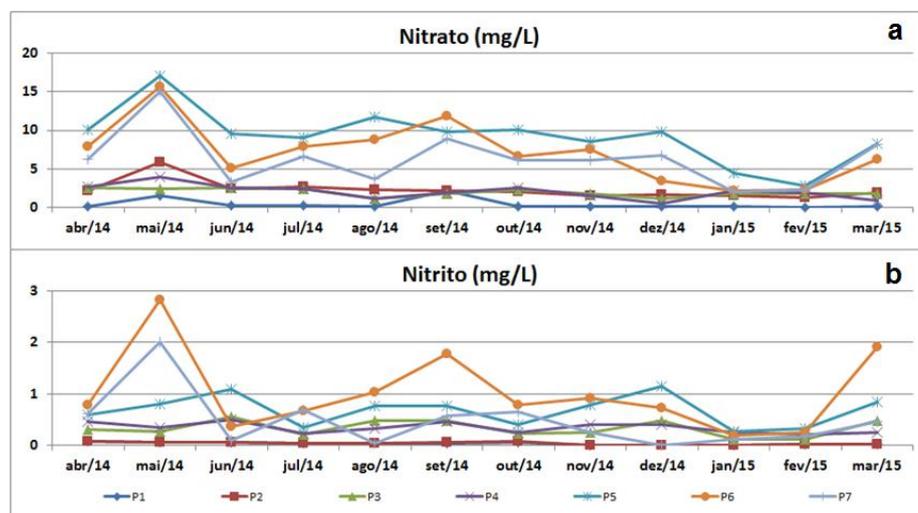


Figura 4. Concentrações de N-nitrato (a) e N-nitrito (b) nos 07 pontos de coleta durante o período do estudo.

O fósforo é um elemento limitante do crescimento de microalgas no ambiente natural. Sua contribuição provém de lixiviação de solos naturais, porém é fortemente adensada nos corpos d'água pelos efluentes residenciais e industriais, além do escoamento superficial de áreas agrícolas onde práticas de cultivo incorporam fósforo de fertilizantes naturais, como os dejetos animais. Para ambientes lóticos de Classe 3, a Resolução CONAMA 357 estipula o limite de 0,15 mg/L de fósforo total. As concentrações de fósforo total observadas no Rio dos Queimados ficaram, excetuando-se as estações de coleta P1 e P2, bem acima dos valores limites preconizados para águas naturais. A estação P5 apresentou valor máximo de 3,78 mg/L no mês de dezembro de 2014 (Figura 5), e apresentou uma média anual de 1,5 mg/L (10x acima do limite em rios de classe 3), sendo que, juntamente com as estações P4 e P7, em nenhum mês do período estudado esteve abaixo do limite da Resolução CONAMA 357 para rios dessa classe.

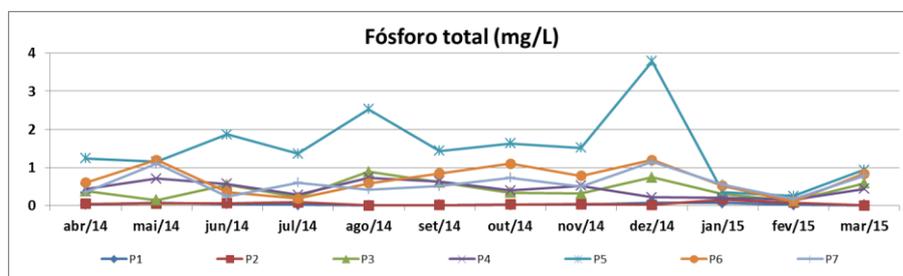


Figura 5. Concentrações de fósforo total nos 07 pontos de coleta durante o período do estudo.

Coliformes é um grande grupo de bactérias que ocorrem normalmente no ambiente. Sua presença na água pode indicar a presença de bactérias potencialmente causadoras de doenças. Coliformes fecais, como a *Escherichia coli*, são bactérias específicas do trato intestinal de animais de sangue quente e, portanto, sua presença na água indica contaminação por esgoto doméstico ou dejetos animais. Sua presença na água pode causar doenças gastrointestinais, e podem ser tratados usando desinfecção em sistemas de tratamento, como a cloração, por exemplo. As estimativas das concentrações para coliformes totais (dados não mostrados) e *E.coli* (Figura 6) observadas para o período apresentaram valores mais elevados em P3 e P4 (médias de 1.300 e 760 NMP/100mL para coliformes totais e 280 e 260 NMP/100mL para *E.coli*, respectivamente), o que pode representar a contribuição da deficiência do tratamento do esgotamento sanitário residencial da cidade de Concórdia. A nascente (P1) apresentou os menores índices de contaminação microbológica, e cabe ressaltar que os valores de *E.coli* foram reduzidos, em média, em 65% após P5 (ETE) e continuaram com reduções significativas em P6 e P7 (85% e 92%, em média, respectivamente).

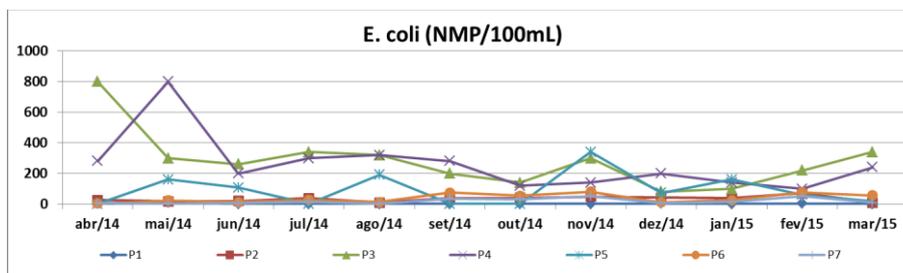


Figura 6. Concentrações de *Escherichia coli* nos 07 pontos de coleta durante o período do estudo.

Indicadores ambientais são números que possibilitam a atribuição de um valor qualitativo ao ambiente. Eles traduzem um grande número de informações complexas em parâmetros mais simples de interpretar, onde o sistema de atribuição de cores facilita a interpretação visual dos



dados, podendo servir como ferramenta em processos decisórios de políticas públicas (Matthiensen, 2014). A tabela 1 apresenta a classificação do IQA do Rio dos Queimados durante o período estudado. Uma das principais vantagens do IQA é a facilidade de comunicação com o público leigo, pois transforma dados ambientais complexos de parâmetros de um corpo d'água em uma interface agradável. É possível observar diferentes classificações de qualidade em função dos diferentes trechos do rio. Nos primeiros pontos de coleta (P1 e P2) o IQA geral pode ser considerado “bom”. Nos pontos de coleta subsequentes há uma queda na classificação geral, sendo predominante um IQA “médio”, com meses esporádicos em que a classificação atinge qualidade “ruim”. Nos últimos dois pontos de coleta (P6 e P7) o IQA aparenta uma melhora, com aumento do número de classificações “boas” ao longo do ano, sugerindo o papel da depuração ambiental natural em direção à foz.

Tabela 1. Classificação do Índice de Qualidade de Águas do Rio dos Queimados nos 07 pontos de coleta durante o período de estudo, e quadro classificatório.

IQA	abr/14	mai/14	jun/14	jul/14	ago/14	set/14	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15		
P1	79,26	65,1	92,38	87,83	89,17	83,59	81,08	79,53	67,46	87,99	85,74	92,9		
P2	74,31	73,22	79,94	72,73	77,93	74,04	73,17	72,36	72,99	73,67	74,22	84,55		
P3	57,44	69,52	59,31	49,01	47,76	52,23	56,06	50,85	50,16	64,62	69,42	56,45		
P4	66,53	51,4	51,66	58,51	50,76	52,33	62,66	55,46	58,91	64,54	70,24	59,26		
P5	74,32	53,13	52,12	72,13	45,14	63,53	68,28	47,94	47,27	62,5	69,08	63,69		
P6	70,44	60,01	72,54	68,36	66,53	58,22	62,94	66,79	71,42	68,68	71,97	67,07		
P7	65,53	68,17	76,55	67,92	71,69	65,04	66,67	66,78	67,61	70,22	71,28	69,16		

Variação	Qualidade
90-100	Excelente
70-90	Bom
50-70	Médio
25-50	Ruim
0-25	Muito ruim

Em alguns ambientes aquáticos o fósforo pode ser um nutriente limitante ao crescimento algal. Portanto, o interesse ambiental do fósforo decorre de seu papel crítico nos processos de eutrofização (Matthiensen *et al.*, 2014). Tradicionalmente, as concentrações de fósforo disponível ao ambiente na região do oeste e centro-oeste de SC são preocupantes. Assim, outro índice ambiental relevante, decorrente das elevadas concentrações de fósforo total observadas no ambiente, é o Índice do Estado Trófico com base nas concentrações de fósforo ambiental (IET-P). Na avaliação do IET-P para o Rio dos Queimados, observam-se classificações do estado trófico principalmente entre “oligo” e “mesotrófico” para os trechos iniciais do rio (P1 e P2). A partir do ponto de coleta P3 o IET-P do Rio dos Queimados se altera para as classificações “super” e “hipereutrófico” até a sua foz (Tabela 2), com maior preocupação em P5 e P6. Esses estados tróficos mais inferiores se mantêm ao longo do curso, tornando extremamente preocupante não apenas os trechos denominados “urbanos” (P3, P4 e P5), mas também os trechos rurais pós-cidade, contribuindo negativamente para a qualidade do principal curso da bacia do Rio Uruguai.

Tabela 2. Classificação do Índice de Estado Trófico, com base nos dados de fósforo total, do Rio dos Queimados, nos 07 pontos de coleta durante o período de estudo, e quadro classificatório.

IET (P)	abr/14	mai/14	jun/14	jul/14	ago/14	set/14	out/14	nov/14	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15		
P1	50,86	55,93	53,59	50,23	45,90	46,39	50,45	51,06	56,50	55,86	49,99	46,39		
P2	53,35	54,36	55,21	57,08	45,90	44,74	51,06	52,55	48,66	60,23	56,50	42,30		
P3	64,78	59,72	66,63	61,81	69,21	67,21	64,17	63,77	68,27	63,67	58,72	67,03		
P4	65,51	68,03	66,85	63,30	68,19	67,43	65,01	66,40	61,95	61,46	60,17	65,48		
P5	70,91	70,53	73,07	71,41	74,64	71,70	72,37	71,98	76,73	64,45	62,58	69,45		
P6	67,17	70,75	64,45	61,00	67,06	68,94	70,30	68,53	70,76	66,39	58,35	68,91		
P7	64,50	70,31	62,21	67,19	65,32	66,36	68,18	66,13	70,53	66,72	60,88	68,53		

Classificação	IET
Ultraoligotrófico	IET < 47
Oligotrófico	47 < IET < 52
Mesoligotrófico	52 < IET < 59
Eutrófico	59 < IET < 63
Supereutrófico	63 < IET < 67
Hipereutrófico	IET > 67

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concentrações ambientais mais baixas de oxigênio dissolvido, assim como as concentrações mais elevadas de coliformes totais e fecais foram medidas nos pontos mais centrais da cidade (P3 e P4). As concentrações de sólidos dissolvidos totais (SDT), fósforo total, nitratos e



nitritos aumentaram após P5 (pós ETE); as concentrações de coliformes totais e fecais diminuem após esta estação. O grande volume de efluente de água tratada pela ETE, somado à variabilidade da vazão do Rio dos Queimados durante o ano pode ser o principal motivo pela influência desta nos parâmetros de qualidade da água. Em relação ao IQA, P1 e P2 (nascente e Parque de Exposições) apresentam classificação “boa”; os demais pontos apresentam classificação “média”, sendo os pontos intermediários (3, 4 e 5) de maior preocupação. Em relação ao IET-P, os pontos 1 e 2 apresentam-se em boas condições; os demais pontos apresentam elevado grau de eutrofização, sendo que os pontos 5 e 6 são classificados como hipereutrófico. No geral, as concentrações de fósforo total, nitrato, nitrito e OD não atendem às especificações para um rio de Classe 3, segundo a Resolução CONAMA n° 357. De acordo com os resultados desse diagnóstico, o grau de degradação do Rio dos Queimados é extremamente preocupante. Os potenciais conflitos socioeconômicos e ambientais na área da microbacia do Rio dos Queimados são evidentes. O presente trabalho visa apresentar à população um retrato atual do principal curso da microbacia do Rio dos Queimados, para que a mesma tenha a oportunidade de participar nas tomadas de decisão pelo poder público e, junto aos órgãos competentes, exigir medidas no que se refere à conservação dos recursos ambientais do município e efetiva fiscalização de seu estado por parte dos órgãos responsáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem todo o apoio do Projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água (TSGA), mediante o patrocínio da Petrobrás Ambiental, para as etapas de planejamento, execução e divulgação dos resultados.

REFERÊNCIAS

- APHA (2005). Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. Eaton, A.D. and Franson, M.A.H. (Eds). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. ISBN 0875530478.
- BRASIL (2005). Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. 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, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.
- CETESB (2008). Índice de qualidade de água, critérios de avaliação da qualidade e dos sedimentos e indicador de controle de fontes. Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. Apêndice B, São Paulo.
- CONAMA (2005). Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente Ministério do Meio Ambiente, 23pp.
- KLOCK, A.L.S. & MATTEI, R.M. (2014). Cap. 3: Coleta e preservação de amostras de água. In: *Monitoramento e Diagnóstico de Qualidade de Água Superficial*. Programa de Capacitação em Gestão da Água, Projeto TSGA – Tecnologias Sociais para a Gestão da Água. Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSC, Florianópolis, SC, pp. 31-44. ISBN: 978859812882-5.
- LEITE, M.A.S. & LEÃO, R. (2009). Diagnóstico e caracterização da sub-bacia do Rio dos Queimados. Consórcio Iambari: Comitê do Rio Jacutinga e Contíguos, Instituto Sadia, 211pp.
- MATTHIENSEN, A. (2014). Cap. 8: Indexação Ambiental. In: *Monitoramento e Diagnóstico de Qualidade de Água Superficial*. Programa de Capacitação em Gestão da Água, Projeto TSGA – Tecnologias Sociais para a Gestão da Água. Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSC, Florianópolis, SC, pp. 107-116. ISBN: 978859812882-5.
- MATTHIENSEN, A.; GALVÃO, J.A. & OETTERER, M. (2014). Phosphates in Aquatic Systems. In: *Handbook of Water Analysis*. Nollert, L.M.L. e De Gelder, L.S.P. (Eds.).CRC Press. Taylor & Francis Group, 3rd Ed., Boca Raton, FL, pp. 327-361. ISBN: 978143988964-0.
- METCALF & EDDY, Inc. (1991) Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. McGraw-Hill International Editions, 3rd ed., New York.
- SWANSON, K.M.J.; PETRAN, R.L.; HANLIN, J.H. (2001). Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 4 ed. Frances Pouch Downes & Keith Ito (Eds.), Washington: American Public Health Association, FDA, pp. 53-62.
- ZANETTE, A.P. (2003). Codificação dos cursos d'água do estado de Santa Catarina. Projeto FATMA/GTZ de Cooperação Técnica Brasil/Alemanha. Florianópolis. CD-ROM e impresso.