

ESTADO TRÓFICO DA ÁGUA DO RIO DOS QUEIMADOS – SC¹

Cheila C. Andrioni²
Clarice L. Herpich Sandre³
Joni Stolberg⁴

RESUMO: A crescente eutrofização dos ambientes aquáticos causada pelos despejos domésticos, agrícolas e industriais produz alterações na qualidade da água de rios, lagos e reservatórios limitando seus usos. O conhecimento e a identificação de relações de causa e efeitos para os impactos sobre a qualidade da água podem oferecer informações importantes para uma gestão ambiental integrada. Neste sentido este trabalho teve como objetivo avaliar o estado trófico da água do Rio dos Queimados, localizado no município de Concórdia – SC. Para isso foram coletadas amostras de água em cinco diferentes pontos do rio durante o período de um ano e determinados os parâmetros fósforo total, clorofila a, pH, turbidez e oxigênio dissolvido. O estado trófico foi avaliado com o índice de Carlson modificado. Os valores médios encontrados para os parâmetros oxigênio dissolvido (4,45 mg/L), fósforo total (1,48 mg/L) e turbidez (26,98 UNT) demonstraram que as águas do ponto 3, situado após a área urbana do município, são as mais impactadas. Segundo o índice de estado trófico para fósforo total, a partir deste ponto o ambiente é hipertrófico. Isso representa que as águas do rio estão afetadas significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes proveniente de esgotos e efluentes. Em relação aos pontos 1 e 2, localizados antes da área urbana, o estado trófico foi avaliado como eutrófico. Os resultados obtidos apontam para uma urgente necessidade da implementação de ações de saneamento ambiental na bacia visando melhorar a qualidade das águas do rio como prevenção do bem estar e saúde da população.

Palavras Chaves: Índice de estado trófico. Eutrofização. Fósforo total.

ABSTRACT: The increasing eutrofization of aquatic environments caused by domestic, agricultural and industrial sewage, produces changes in water quality of rivers, lakes and reservoirs limiting its uses. Knowledge and identification of cause and effect relationships to the impacts on water quality can provide important information for an integrated environmental management. In this direction, this work was to evaluate the trophic state of water of Rio dos Queimados, located in Concórdia - SC. For this, water samples were collected at five different points of the river, during the period of one year and the total parameters of phosphorus, chlorophylla, pH, turbidity and dissolved oxygen were determined. The average values found for the parameters of dissolved oxygen (4.45 mg / L), total phosphorus (1.48 mg / L) and turbidity (26.98 UNT) showed that the waters of Section 3, located after the urban area of city, are the most impact. According to the trophic state index for total phosphorus, from this point, the environment is hypertrophic. This represents that the waters of the river are significantly affected by high concentrations of organic matter and nutrients from sewage and effluents. Regarding points 1 and 2, located before the urban area, the trophic state was assessed as eutrophic. The obtained results point to an urgent need for implementation of environmental sanitation actions in the basin in order to improve the water quality of the river as to prevent the population welfare and health.

Key Words: Trophic state index. Eutrofization. Total phosphorus

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país dotado de grande diversidade climática, geomorfológica e biológica, apresentando uma ampla rede hidrográfica que responde por 53% da produção de águas doces do continente sul-americano e 12% do total mundial. (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 1999).

Existe uma crescente preocupação com o rápido processo de degradação dos ambientes aquáticos, em virtude principalmente do intenso desenvolvimento urbano e industrial registrados nos últimos anos, que tem acelerado e comprometido os processos tróficos naturais nesses sistemas.

As discussões acerca da importância dos fatores naturais para a existência e continuidade das sociedades humanas evoluíram para consolidação de metas e práticas ambientais baseadas no conceito de desenvolvimento sustentável.

Tendo em vista esse conceito a Política Nacional de Recursos Hídricos estabeleceu os objetivos e instrumentos regulatórios e econômicos que norteiam a gestão hídrica brasileira. Dentre os instrumentos situa-se aqueles diretamente relacionados ao sistema de gestão da qualidade hídrica, como a resolução CONAMA 357/05, a qual permitiu o estabelecimento de objetivos de qualidades para as águas superficiais de território brasileiro. (BRASIL, 2005).

A implementação de um programa de monitoramento propicia o conhecimento e a identificação de relações causa-efeito entre os usos e atividades humanas e seus impactos sobre a qualidade da água, tornando-se um dos componentes mais importantes para uma gestão ambiental integrada. (MAGALHÃES, 2000).

Os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo que requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. (CETESB, 2009).

Diante disso, este projeto tem como objetivo avaliar o estado trófico da água do Rio dos Queimados, Concórdia – SC, e assim contribuir com informações para subsidiar as tomadas de decisão nos na gestão de recursos hídricos da região.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia do Rio dos Queimados está situada no município de Concórdia – SC (27° 14' 03'', latitude sul e 52° 14' 40'', longitude oeste). A bacia abrange uma área de 90,2 km² e o curso de água principal possui uma extensão total de 32 km. A nascente do rio está localizada na Linha São José, no próprio município, passa através do perímetro urbano e deságua no Rio Uruguai, atualmente área alagada pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá (UHE – Itá). Quanto ao solo, as classes encontradas na bacia hidrográfica do Rio dos Queimados são Cambissolos (66,31%) e Nitossolos (31,82%). As principais fontes poluidoras identificadas têm caráter pontual e difuso e são provenientes de curtumes, efluentes domiciliares, postos de combustíveis, lavagem e lubrificação, suinocultura, abatedouros, efluentes agroindustriais e atividades pecuárias. (LEITE; LEÃO, 2009).

Para este trabalho, amostras de água do rio foram coletadas em cinco diferentes pontos, sendo dois destes pontos localizados antes da área urbana do município e três deles após (figura 1). As

amostragens foram realizadas nos meses de março, agosto, setembro e novembro de 2008 e março de 2009.

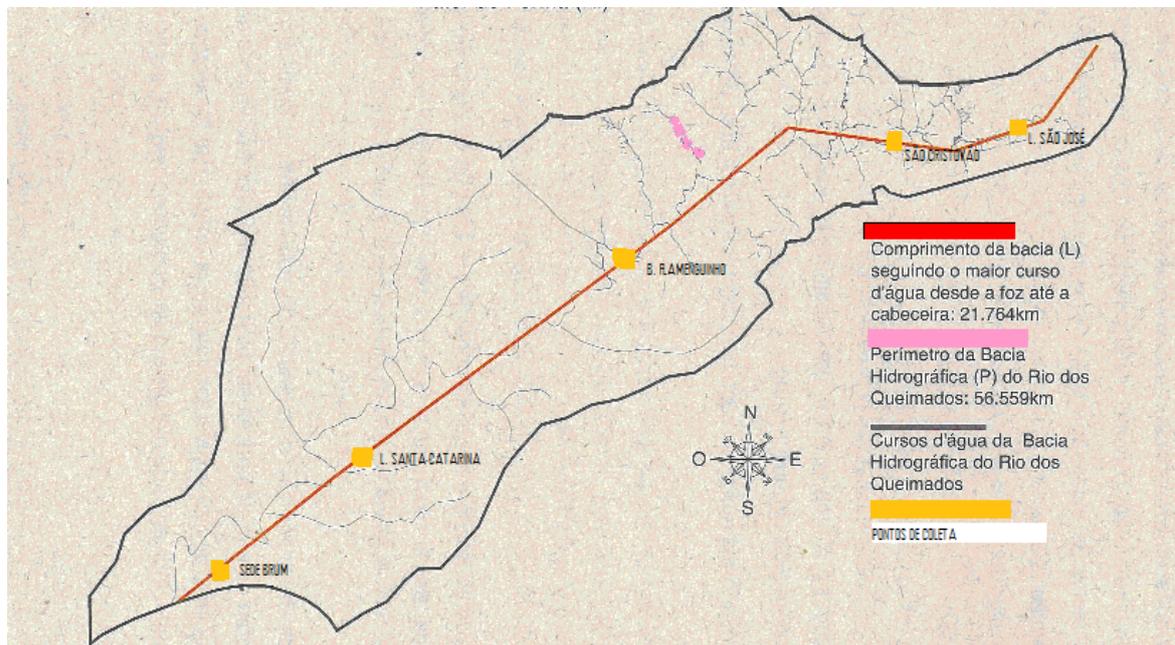


Figura 1 – Rede de drenagem da bacia do Rio dos Queimados, Concórdia – SC, e localização dos pontos de coleta da água.

Para avaliar a concentração de fósforo total (Pt) e clorofila *a* (Cla) foram amostrados cinco litros de água, acondicionados em recipientes e transportados até o Laboratório de Análise Ambiental da UnC, onde foram realizadas as análises conforme metodologias referenciadas. (APHA, 1998).

Determinação Do Fósforo Total

O fósforo total foi determinado usando-se o método colorimétrico. A abertura da amostra (10 mL) foi feita com ácido sulfúrico e ácido nítrico concentrado (1:5) a quente. Após a secagem e resfriamento, o resíduo foi redissolvido em água destilada e neutralizado com NaOH 1,0 M. A solução neutralizada foi transferida para um balão e adicionados 10 mL do reagente molibdato/vanadato, sendo o volume final ajustado para 50 mL. O ortofosfato formado durante a digestão ácida reage na presença de molibdato de amônia e vanádio para dar um composto colorido, que após 10 minutos, teve sua absorvância determinada em um comprimento de onda de 400 nm. A concentração de fósforo total (Pt) foi obtida de uma curva padrão previamente preparada nas mesmas condições das amostras. (APHA, 1998).

Determinação Da Clorofila *a*

A extração da clorofila foi feita logo após a coleta da água através da filtração das amostras de água, com auxílio de uma bomba de vácuo utilizando filtro de fibra de vidro de 24 mm de diâmetro. O volume correspondeu a cinco litros ou até que o filtro fosse colmatado. Após isso, o filtro com a

clorofila foi dobrado ao meio por duas vezes e colocados em um recipiente com sílica gel e mantido sob refrigeração por no máximo 72h. O filtro foi macerado na presença 3mL de solução com 90% de acetona e o extrato foi centrifugado. Em seguida a amostra foi levada para um espectrofotômetro para leitura da sua absorvância nos comprimentos de onda de 750 e 664 nm. Na seqüência a amostra foi acidificada com 0,1 mL de ácido clorídrico e novamente foi realizada a leitura da absorvância em dois comprimentos de onda, 750 e 665 nm. (APHA, 1998).

A absorvância encontrada para o extrato no comprimento de onda de 750 nm antes e depois da acidificação foi subtraída das absorvâncias a 664 e 665 nm, respectivamente. Através deste procedimento, a determinação da quantidade de clorofila *a* (Cla) na amostra foi calculada com a expressão:

$$\text{Cla (ug/L)} = [26,7 \times (A_{664} - A_{665}) \times V_1] / (V_2 \times L)$$

Sendo:

V_1 = volume final do extrato (em litros);

V_2 = volume da amostra que foi filtrada (em m³);

L = caminho ótico da cubeta (em cm);

A_{664} = absorvância obtida para o extrato antes da acidificação;

A_{665} = absorvância obtida após a acidificação do extrato.

Avaliação do Estado trófico

O estado trófico das águas do Rio dos Queimados foi avaliado usando-se o índice proposto por Carlson e Toledo. (CETESB, 2009; MANSOR, 2005). Para o cálculo do índice foram determinadas as médias geométricas das concentrações de fósforo total (Pt) e clorofila *a* (Cla) obtidas em cada ponto durante o período e aplicadas nas respectivas equações:

$$\text{IET (Pt)} = 10 \cdot \{ 6 - [(0,42 - 0,36 \cdot \ln \text{Pt}) / \ln 2] \} - 20$$

$$\text{IET (Cla)} = 10 \cdot \{ 6 - [(-0,7 - 0,6 \cdot \ln \text{Cla}) / \ln 2] \} - 20$$

Sendo:

Pt = média da concentração de fósforo total medida à superfície da água (ug/L);

Cla = média da concentração de clorofila *a* medida à superfície da água (ug/L);

A determinação de um índice geral para cada ponto foi feita através de uma média aritmética:

$$\text{IET} = [\text{IET (Pt)} + \text{IET (Cla)}] / 2$$

Os dados de precipitação utilizados na discussão dos resultados foram obtidos da estação meteorológica da Embrapa Suínos e Aves, localizada na BR 153, km 110, Vila Tamanduá, Concórdia, SC, Brasil (27° 18' 46" S; 51° 59' 16" O).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 estão apresentados os pontos de amostragem e os respectivos dados das suas coordenadas geográficas. O ponto 1 foi selecionado próximo a região de nascente do Rio dos Queimados e esta localizado em área cuja margens foram isoladas por cerca de arame. Esta ação faz parte do trabalho de recuperação da mata ciliar do rio que é realizado por uma organização ambiental do município de Concórdia.

O ponto 2 está situado dentro do perímetro urbano municipal, sendo que o lançamento de esgotos domésticos foi observado nos arredores. No bairro Flamenguinho está localizado o terceiro ponto de coleta selecionado. Este bairro recebe as águas do rio após sua passagem através da região central do município e esta a jusante do local de despejo de efluentes oriundos das lagoas de tratamento de uma grande agroindústria.

Pontos	Descrição	Coordenadas geográficas (UTM)	
1	Linha São José (próximo à área de nascente)	27° 13' 53,41'' S	51° 57' 31,18'' O
2	Bairro São Cristóvão	27° 13' 37,31'' S	51° 57' 31,18'' O
3	Bairro Flamenguinho	27° 14' 44,67'' S	52° 03' 03,94'' O
4	Linha Santa Catarina	27° 15' 36,43'' S	52° 05' 41,86'' O
5	Sede Brum (antes do reservatório da UHE - Itá)	27° 17' 02,66'' S	52° 06' 29,62'' O

Quadro 1 – Pontos de coleta de água do Rio dos Queimados com a respectiva descrição e as coordenadas geográficas.

O ponto 4 se localiza em uma área rural onde há criação de animais e lavouras nas proximidades com a presença precária de mata ciliar. Em oposição a isso, o ponto 5 fica próximo da foz do rio e uma das margens pertence à área do Parque Estadual Fritz Plaumann, com um mata ciliar bem robusta. Neste ponto as normas sobre mata ciliar (Lei 4.771/65) são obedecidas e nem mesmo o acesso de animais para dessedentação foi observado.

Os resultados médios para os parâmetros estudados nas águas do Rio dos Queimados estão apresentados no quadro 2.

Parâmetros	Pontos de coleta				
	1	2	3	4	5
pH	7,1	7,46	7,33	7,47	7,47
Turbidez (UNT)	8,19	13,42	26,98	10,61	8,07
OD (mg/L)	7,7	8,9	4,45	6,03	6,89
Temperatura da água (°C)	21,54	20,94	23,18	20,48	19,24
Fósforo total (mg/L)	0,43	0,42	1,48	1,47	1,32
Clorofila a (ug/L)	4,55	5,86	5,169	1,74	4,37

Quadro 2 – Parâmetros investigados para água do Rio dos Queimados e seus resultados médios por ponto de coleta.

Os valores médios de pH se mantiveram próximos da neutralidade em todos os pontos amostrados, sendo que no ponto 1 as maiores variações foram observadas (mínimo de 6,57 e máximo de 7,82; gráfico 1).

Para a turbidez podemos observar que a maior média esta no ponto 3 localizado após a área urbano do município. Também neste ponto estão os menores valores para OD. Este ponto de coleta representa a água que passou pela sede municipal de uma cidade que não possui tratamento dos esgotos domésticos e com isso o rio passou a ser o destino dos dejetos humanos da população urbana. Neste local, o oxigênio dissolvido na água é consumido pelos processo microbiológicos de degradação da matéria orgânica presente nos esgotos. Nos pontos 4 e 5 as águas são novamente reoxigenadas devido às muitas corredeiras presentes no rio, entretanto, não recuperam as concentrações iniciais da região de nascente (gráfico 3).

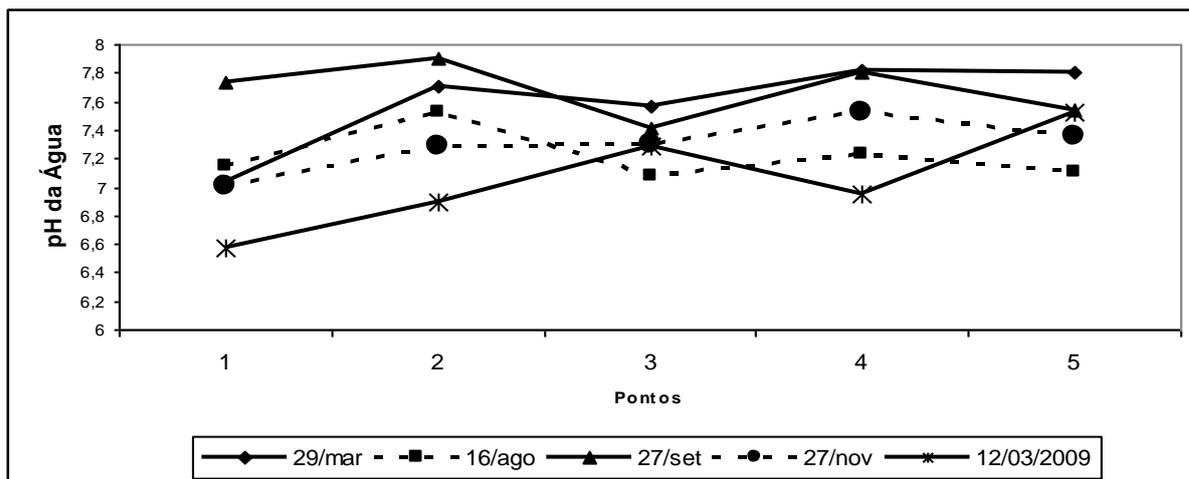


Gráfico 1: Valores de pH para os cinco pontos de coleta do Rio dos Queimados, Concórdia – SC.

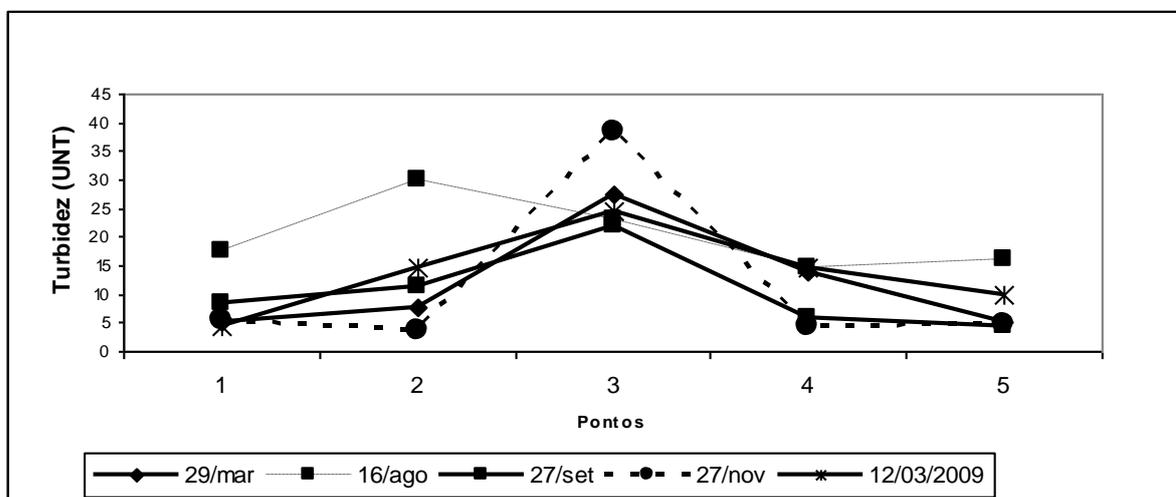


Gráfico 2: Valores de turbidez para os cinco pontos de coleta do Rio dos Queimados, Concórdia – SC.

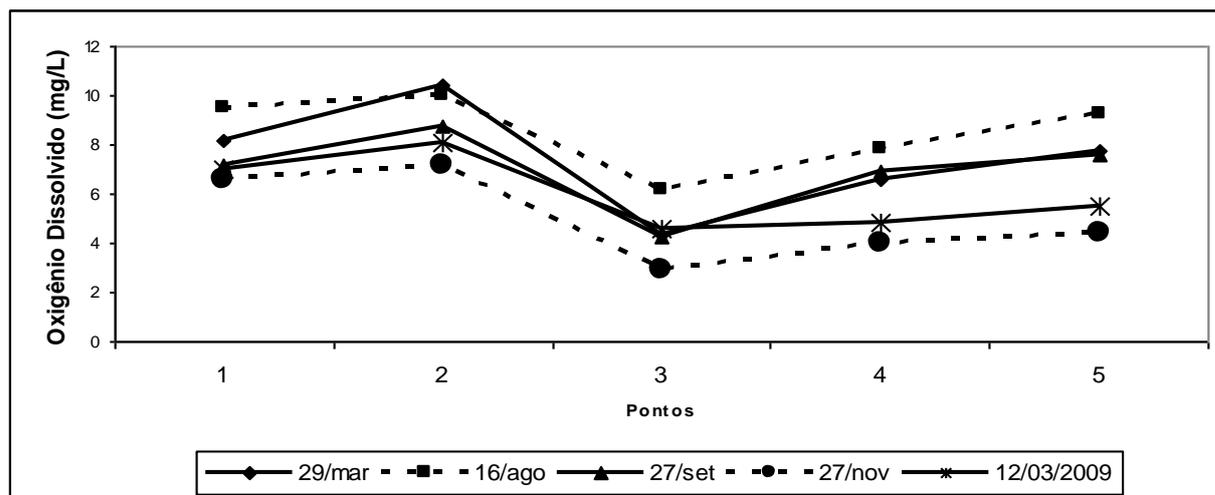


Gráfico 3: Concentrações de oxigênio dissolvido para os cinco pontos de Rio dos Queimados, Concórdia – SC.

Considerando o fósforo total, as concentrações médias aumentam em mais de três vezes entre o ponto 2 e 3. É importante ressaltar que estas concentrações não sofrem redução nos pontos 4 e 5, indicando que novas contribuições devem ocorrer ao longo do rio nas áreas rurais pelos quais ele passa. As concentrações médias de todos os pontos estão acima de qualquer uma das classes de água doce estabelecidas pela legislação vigente. (BRASIL, 2005). As fontes artificiais de fósforo mais importantes são os esgotos domésticos e industriais e material particulado de origem industrial contido na atmosfera. (ESTEVEZ, 1998).

As chuvas registradas antes das datas de coleta (24, 36 e 48 horas) não mostraram influência importante sobre os resultados dos parâmetros estudados nas águas do rio (gráfico 4). Ainda é relevante registrar que para quarta coleta (27/11/08) não houve precipitação nos 14 dias que antecederam a amostragem.

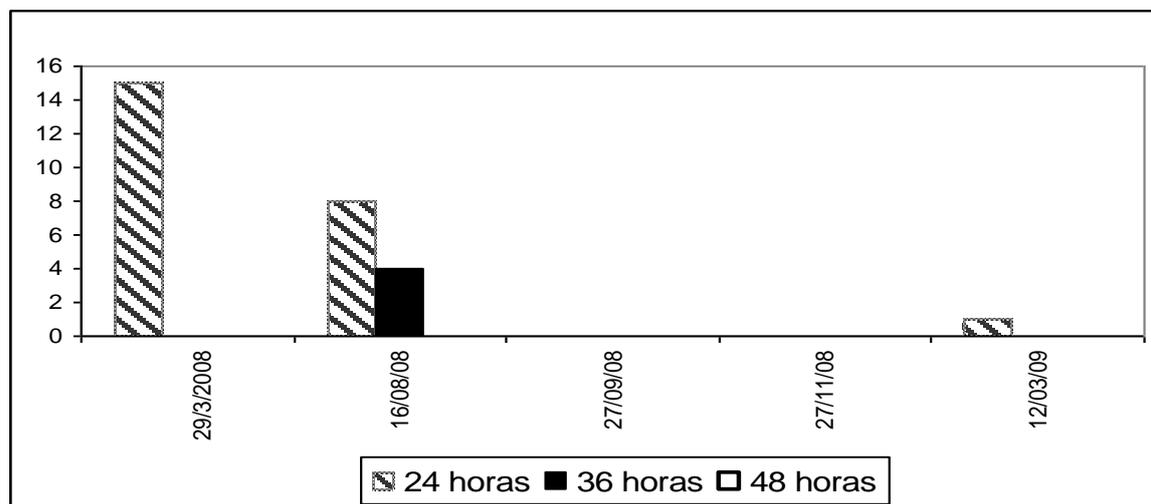


Gráfico 4: Precipitação acumulada para 24, 36 e 48 horas que antecederam as coletas de água no Rio dos Queimados, Concórdia – SC.

A temperatura da água do rio evidenciou dois períodos sazonais distintos, com duas coletas representando a estação de frio (agosto e setembro, média de 18 °C) e três coletas em estação quente (março e novembro de 2008 e março de 2009, média de 25 °C). Esta situação parece não influenciar também os parâmetros estudados no rio (gráfico 5).

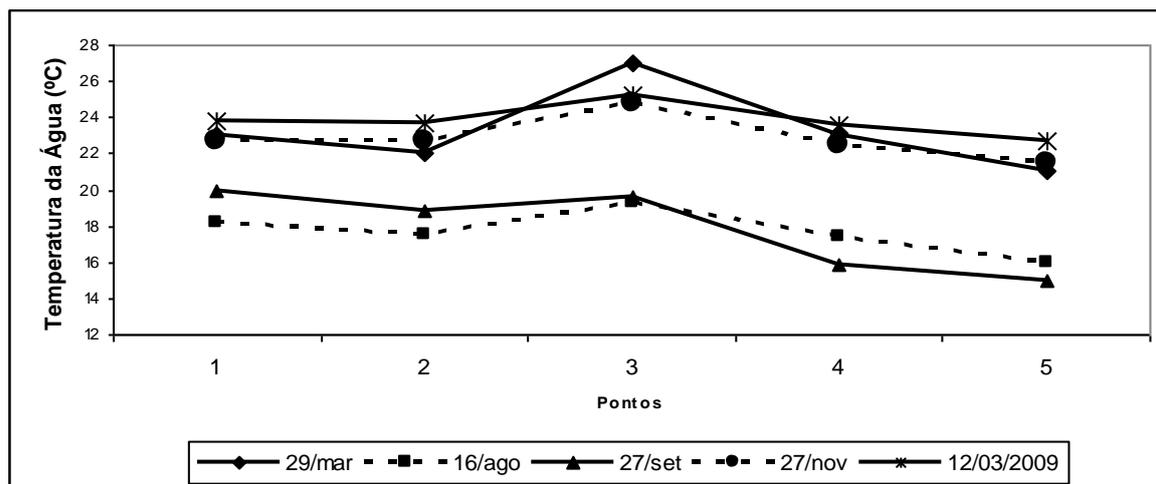


Gráfico 5: Temperatura da água nos cinco pontos de coleta do Rio dos Queimados, Concórdia – SC.

As concentrações de clorofila *a* determinadas para os pontos estudados foram maiores nos períodos quentes do que nos frios (gráfico 6). Efetivamente, a produtividade de algas é favorecida com o aumento da temperatura da água e a disponibilidade de nutrientes, como o fósforo, presente em todos os pontos estudados do Rio dos Queimados.

Elevadas concentrações de clorofila *a* foram encontradas mesmo nos pontos 1 e 2 do rio, nos quais as concentrações de fósforo total obtidas foram menores que nos pontos 3, 4 e 5. Isso poderia ser explicado pela presença de pequenos barramentos observados no próprio leito do rio ou em seus afluentes. Estes barramentos são usados para dessedentação de animais ou criação de peixes, e oferecem ambiente propício a proliferação de algas que poderiam ser levadas depois as águas do rio. Uma concentração de 15 µg/L foi encontrada no mês de novembro, quando chuvas ocorreram na cabeceira do rio Uruguai, aumentando o nível do lago da UHE – Itá e transformando o ponto 5 em um ambiente lântico.

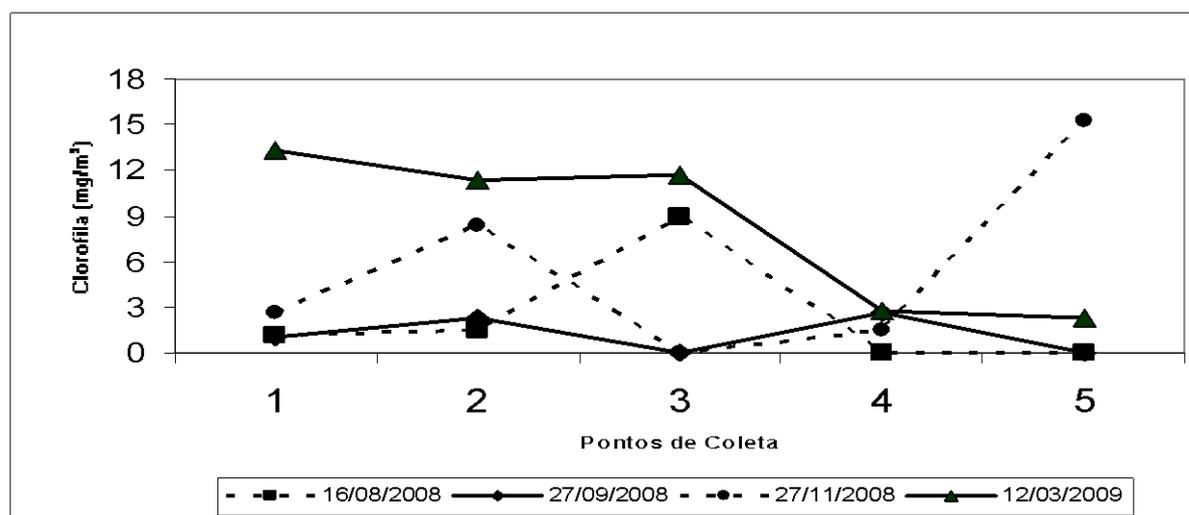


Gráfico 6: Clorofila encontrada nos cinco pontos de coleta do Rio dos Queimados, Concórdia – SC.

Devido ao fato de que algumas coletas de água a concentração de *Chl a* foi igual a zero, um cálculo do índice de estado trófico para este parâmetro ficou inviabilizado. Desta forma, foi calculado apenas o IET (Pt) para os pontos estudados (gráfico 7). Assumindo que o fósforo é um nutriente determinante na proliferação de algas em um corpo hídrico, o IET (Pt) pode ser entendido como uma medida do potencial de eutrofização do ambiente a que estiver relacionado.

Utilizando o índice calculado para classificar as águas do Rio dos Queimados dentro de categorias de estado trófico (CETESB, 2009) por ponto estudado, podemos identificar duas condições muito distintas de trófia para ele (gráfico 7). A primeira, na região de nascente (pontos 1 e 2) foi categorizada como eutrófica. Apesar dos menores valores de turbidez e maiores concentrações de oxigênio dissolvido na água desta região em relação aos demais pontos de coleta, os impactos de atividades antrópicas já oferecem restrições de uso ao corpo hídrico, cujas condições naturais de produtividade foram alteradas.

A segunda situação identificada é aquela após as águas do Rio dos Queimados atravessarem a área urbana do município (pontos 3, 4 e 5). O estado chamado de hipereutrófico é considerado aquele no qual o corpo hídrico está afetado significativamente por grandes quantidades de matéria orgânica e nutrientes, o que compromete severamente seus usos pecuários e outras atividades ribeirinhas. Neste estado de trófia é potencial a floração de algas ou mortandade de peixes.

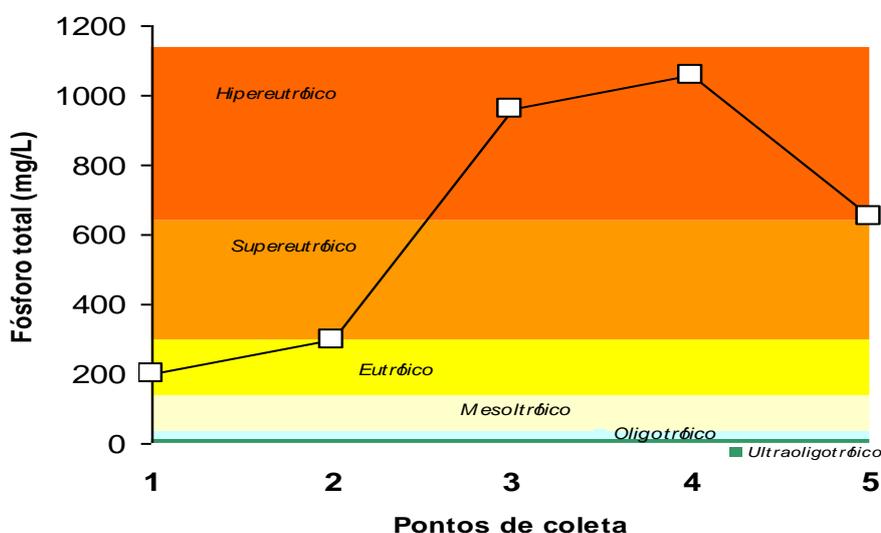


Gráfico 7 – Estado trófico para as águas do rio dos Queimados segundo a concentração de fósforo total determinada nos pontos de coleta (período de março de 2008 a março de 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados neste trabalho permitem concluir que o Rio dos Queimados sofre intenso impacto antrópico sobre suas águas. Apesar das atividades de recuperação em andamento em sua região de nascente, seu estado trófico ainda é restritivo a muitos usos neste ponto. O impacto mais severo acontece por influência da área urbana do município de Concórdia, tornado suas águas inservíveis e mórbidas além de enriquecerem de nutrientes o lago da UHE – Ita, potencializando a proliferação de algas e outras plantas aquáticas.

É urgente que a população do município e o serviço público encontrem solução para a ocupação da bacia, bem como implementem obras de saneamento urbano e rural na perspectiva de recuperar este manancial.

REFERÊNCIAS

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standart Methods for the examination of Water and Wastewater**, 20.ed., Washington, 1998.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 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. DOU, Brasília (Brasil). 2005.

CETESB - GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Companhia de tecnologia de saneamento ambiental. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. São Paulo, 2007. Acesso em 02 fev. 2009.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

LEITE, M. A. S.; LEÃO, R. **Diagnóstico e Caracterização da Sub-Bacia do Rio dos Queimados**. Concórdia: Consórcio Lambari/Comitê de Bacias do Rio Jacutinga e Contíguos, 2009.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. A situação do monitoramento das águas no Brasil: Instituições e Iniciativas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 3, 2000, p. 113-115.

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) Campinas: UNICAMPI, 2005.

REBOUÇAS, A.C; BRAGA, B; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999.

¹ Artigo do Projeto de Pesquisa financiado pelo FAP 2008

² Aluna da 5ª Fase do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Contestado (UnC) – Unidade Universitária de Concórdia, SC. Rua Paraná, 220 centro, Pres. Castelo Branco- SC; CEP 89 745-000. Telefone (49) 3457-1232; e-mail cheila_cca@hotmail.com

³ Aluna da 5ª Fase do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Contestado (UnC) – Unidade Universitária de Concórdia, SC. Bolsista do FAP 2008. Endereço: Rua Ângelo Ari Biezu, 703, bairro Imigrantes Concórdia – SC; CEP 89700-000. Telefone (49) 8803-6172, e-mail clariceher@yahoo.com.br.

⁴ Professor Orientador, Doutor em Química. Endereço Rua Victor Sopelsa, 3000, Bairro Salete, Concórdia- SC. CEP 89700-000. Telefone: (49) 3441-1051; e-mail: joni@uncnet.br.