



CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TOCANTINZINHO (GO, BRASIL)

M. Goulart

T. S. Elias; J. F. Pereira; M. O. Campos; R. S. Peixoto

BBM Consultoria Ambiental Ltda., Avenida Prudente de Morais, nº 621, sala 807, Cidade Jardim, 30350 - 143, Belo Horizonte, Brasil. email: michael.bbm@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos continentais têm grande significado ecológico, econômico e social. Nas últimas décadas estes ambientes têm sido alterados em função de impactos oriundos de ações antrópicas tais como, mineração, construção de represas, eutrofização artificial, canalização e retificação, dentre outros. Os rios integram tudo que acontece nas áreas de entorno e suas características ambientais (parâmetros físicos e químicos e especialmente as comunidades biológicas) fornecem informações sobre as consequências das ações do homem (Callisto *et al.*, 2001).

A amostragem de variáveis físicas e químicas fornece somente uma fotografia momentânea do que pode ser uma situação altamente dinâmica (Whitfield, 2001; Goulart & Callisto, 2003). Por outro lado, as comunidades biológicas refletem a integridade ecológica total dos ecossistemas (p.ex., integridade física, química e biológica), integrando os efeitos dos diferentes agentes impactantes e fornecendo uma medida agregada dos impactos (Barbour *et al.*, 1999). A bacia hidrográfica do rio Tocantinzinho situa - se na região de cabeceiras do rio Tocantins sendo uma de suas principais formadoras.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi realizar a caracterização limnológica e avaliar a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Tocantinzinho a partir da análise de parâmetros físico - químicos e bacteriológicos, e das comunidades fitoplanctônicas, zooplanctônicas e zoobentônicas.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas nos períodos de seca (outubro) de 2007 e chuvas (janeiro) de 2008 em 9 estações amostrais, sendo: P01-rio Tocantinzinho (UTM 22L 0818230; 8425724), P02-córrego Toconhão (UTM 22L 0819336;

8423552-afuente da margem esquerda), P03-córrego do Gatinho (UTM 22L 0823524; 8420122-afuente da margem esquerda), P04-rio Tocantinzinho (23L 0184872; 8419552-à jusante da confluência com o rio São Miguel), P05-rio dos Couros (22L 0841129; 8414590-afuente da margem direita), P06-córrego Cachoeirinha (22L 0841608; 8410397-afuente da margem esquerda), P07-córrego Piçarrão (23L 0216663; 8417656-afuente da margem direita), P08-rio Tocantinzinho (23L 0229693; 8403422-região de cabeceiras), P09-ribeirão das Brancas (23L 0227882; 8377702-afuente da margem esquerda).

As amostras de água para as análises físico - químicas foram coletadas com garrafa de Van Dorn com 5 litros de capacidade, transferidas para frascos de polietileno, fixadas ou preservadas in natura. Para a análise bacteriológica as amostras foram coletadas na sub - superfície através da imersão de frascos de vidro esterilizados e refrigeradas a 4 °C. A análise das amostras, bem como os métodos de coleta e preservação, seguiu literatura especializada (p.ex., APHA, 2005). Os resultados destas análises foram comparados aos limites máximos permitidos de acordo com o enquadramento em classes de qualidade da água da Resolução CONAMA nº 357/2005. Como a bacia hidrográfica do rio Tocantinzinho ainda não foi objeto de enquadramento, é considerada de Classe 2, conforme o Art. 42. da referida resolução.

As coletas de fitoplâncton e zooplâncton foram realizadas com redes de nylon (30 x 70 cm), com abertura de malha de 20 µm e 35 µm, respectivamente. As amostras quantitativas foram obtidas através da filtragem de 100 litros de água e para as amostras qualitativas, foram executados dez arrastos horizontais de aproximadamente 10,0 metros de extensão. No laboratório, as amostras foram concentradas em câmaras de sedimentação de volume conhecido (Uthermöhl, 1958), obtendo - se um volume concentrado final de 10 mL (APHA, 2005). A contagem dos indivíduos foi realizada em transectos horizontais e verticais em câmara de Sedgwick - Rafter, com capacidade para 1 mL e um microscópio óptico com aumento de 10x, 20x, 40x e 100x. A identificação

dos organismos fitoplanctônicos foi realizada de acordo com Prescott *et al.*, (1975) e Sant'ana (1984) dentre outros, e dos zooplantctônicos de acordo com Koste (1978) e Loureiro (1997), dentre outros.

A metodologia de amostragem do zoobentos variou de acordo com a profundidade e o fluxo de correnteza das estações amostrais, sendo utilizados uma draga Petit Ponar (390 cm²) e um amostrador tipo Surber (900 cm²) com malha de 250 µm. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e fixadas com formol a 10%. No laboratório, foram lavadas em peneiras granulométricas de 2,0 mm, 1,0 mm, 0,5 mm e 0,25 mm, fixadas com álcool a 70 % e triadas em bandejas translúcidas (>1,0 mm) e em um microscópio estereoscópio com aumento de 7 a 225x (< 1,0 cm). A identificação dos organismos foi realizada até o nível de família, com base em chaves de identificação de autores como: Pérez (1988) e Merritt & Cummins (1996), dentre outros.

RESULTADOS

Parâmetros físico - químicos e bacteriológicos

De maneira geral, os ecossistemas estudados apresentaram boa qualidade da água, com pH variando de ligeiramente ácido a alcalino, elevadas concentrações de oxigênio dissolvido, variando entre 6,2 mg/L (P04, seca) e 13,1 mg/L (P06, seca), baixa condutividade elétrica (<75 µS/cm) e, reduzidos valores de turbidez (<70 NTU) e alcalinidade, que variou de 9,0 mg CaCO₃/L (P07, seca) a 41,9 mg CaCO₃/L (P04, seca), não sendo detectados ainda compostos organoclorados e organofosforados.

Com relação aos valores de DQO, houve grande variação entre os pontos, sendo observada uma tendência de aumento no período de chuvas, provavelmente em função do carreamento de material alóctone para o leito do rio, comum durante este período.

Dos metais analisados, quase todos se mantiveram abaixo do limite máximo permitido, na maioria dos pontos amostrados. O ferro e o alumínio, no entanto, apresentaram comportamento inverso estando acima dos limites em praticamente todos os pontos, tanto na estação chuvosa quanto seca, no caso do ferro e na estação seca, no caso do alumínio. Os valores encontrados para ambos sugerem que na bacia hidrográfica do rio Tocantinzinho, estes metais podem ter origem geoquímica e não antrópica.

Com relação aos nutrientes da água, as concentrações de fósforo estiveram abaixo do limite máximo permitido (LMP) de 0,1 mg/L em quase todos os pontos durante o período de seca. Entretanto, as concentrações deste elemento no período de chuvas apresentaram - se acima do LMP, provavelmente em função do carreamento de matéria orgânica para os cursos d'água. Já com relação ao grupo dos nitrogênios, todas as formas analisadas apresentaram valores abaixo dos limites em ambos os períodos de amostragem.

No que se refere à qualidade sanitária das águas amostradas, nas estações de chuva e seca, verifica - se que as concentrações de coliformes totais e coliformes termotolerantes apresentaram valores abaixo do limite para águas de Classe 2 em quase todos os pontos, assim como as concentrações de

Escherichia coli que também se mantiveram relativamente baixas em ambos os períodos.

Comunidade Fitoplanctônica

Foram identificados 230 táxons nas amostras quali e quantitativas, distribuídos nas seguintes classes: Zygnemphyceae (87), Bacillariophyceae (53), Chlorophyceae (47), Cyanophyceae (24), Euglenophyceae (11), Chrysophyceae (02), Dinophyceae (02), Xanthophyceae (02), Cryptophyceae (01), e Fitoflagelado NI (01).

A classe Bacillariophyceae (e algumas desmídias filamentosas) apresenta maior número de espécies em ambientes lóticos. Provavelmente isso ocorre em função da presença de estruturas especializadas para fixação ao substrato, além de uma carapaça constituída de sílica que as tornam mais pesadas, facilitando a permanência destes organismos em ambientes de águas mais correntes (Reynolds, 1996; Silveira, 2004). Já as desmídias em geral, são consideradas metafíticas, características de ambientes lênticos, com águas claras e grande desenvolvimento de macrófitas.

De maneira geral, foram registrados elevados valores de riqueza e pouca variação em número de espécies. Altos valores de densidade foram registrados apenas nos pontos P02 (chuvas) e P07 (seca), com 3.672,00 ind/L e 3.438,00 ind/L respectivamente.

As cianobactérias são freqüentemente associadas com condições eutróficas, e seu crescimento rápido pode acarretar conseqüências negativas para a qualidade das águas e saúde pública em função do potencial de toxicidade. No entanto, as densidades destes organismos se mantiveram muito baixas tanto na estação de seca, quanto no período de chuvas, representando menos de 20% da densidade das comunidades fitoplanctônicas em ambos os períodos de coleta.

A avaliação do índice de Pielou (J) apontou valores altos de equitabilidade, entre 0,6 e 0,8, principalmente na estação chuvosa e menor valor apenas em P03 e P08 (0,4) na estação seca. O índice de diversidade de Shannon - Wiener apresentou padrão semelhante com o registro de elevados valores principalmente na estação chuvosa.

Os pontos estudados apresentaram alta riqueza específica associada a baixos valores de densidade, apresentando comunidades típicas de ambientes lóticos, com forte influência das comunidades de algas perifíticas e bentônicas. Os táxons inventariados são, em sua maioria, de ambientes limpos a moderadamente poluídos.

Comunidade zooplanctônica

A comunidade zooplanctônica apresentou 101 táxons, sendo Rotifera (50), Protozoa (36), Copepoda (8), Cladocera (2), Acarina (1), Chironomidae (1), Gastrotricha (1), Nematoda (1) e Ostracoda (1). Dentre os grupos mais diversificados, Rotifera e Protozoa, os gêneros *Lecane* (Rotifera) e *Arcella* (Protozoa) foram aqueles que mais se destacaram contribuindo com 21 e 17 táxons, respectivamente. Os táxons mais abundantes foram os rotíferos *Anuraeopsis* sp. e *Bdeloidea* NI no período de seca, e *Arcella vulgaris* no período de chuva.

A riqueza taxonômica apresentou grande variação entre os pontos amostrais variando entre 10 táxons no ponto P01 (seca) e 50 no ponto P06 (chuvas). Em todos os ambientes amostrados Protozoa ou Rotifera foram os grupos que mais

contribuíram em termos de riqueza, independentemente do período amostrado.

A densidade total foi mais elevada no período de chuvas (média de 12.268 ind./m³) do que no de seca (média de 7.117 ind./m³). O aumento da precipitação pluvial certamente ocasionou uma maior entrada de material alóctone nos cursos d'água, tendo por conseqüência uma maior oferta de alimento para a comunidade zooplancônica.

Os valores obtidos para o índice de Shannon - Wiener nos ambientes estudados sugerem condições de impacto moderado para a comunidade zooplancônica. Não obstante, os ambientes amostrados apresentaram um índice de equitabilidade de Pielou (J') próximos a um, o que demonstra que não existiu uma forte dominância de um ou poucos táxons nas comunidades zooplancônicas dos ambientes estudados.

Comunidade zoobentônica

A comunidade zoobentônica amostrada apresentou um total de 43 táxons, sendo dominantes os insetos aquáticos, com 32 famílias distribuídas em 9 ordens. Quanto à riqueza taxonômica, no período de seca 42 táxons foram registrados, enquanto que no período chuvoso houve o registro de 27 táxons. Os maiores valores foram registrados no P02, no P09 e no P07.

Com relação à densidade total, 51.553,0 ind/m² foram registrados na seca e 20.880,0 ind/m² foram registrados no período de chuvas. Os grupos mais abundantes no período de seca foram Chironomidae, com 11,16%, Elmidae, com 8,43%, Leptoceridae, com 7,52%, e Leptophlebiidae com 5,3%. Já no período de chuvas estes grupos foram representados, principalmente, por Chironomidae (29,5%) e Oligochaeta (7,33%).

O índice diversidade de Shannon - Wiener apresentou elevados valores, principalmente na estação seca. Os maiores valores em ambos os períodos de amostragem, foram registrados em P03, sendo H'=3,3823 (seca) e H'=3,0504 (chuvas) e em P07, que apresentou um índice de H'=3,3567 no período seco e de H'=2,9845 no chuvoso. Já para o índice de equitabilidade de Pielou (J'), os maiores valores foram registrados nos pontos P08 (J'=0,9220) e P06 (J'=0,8919), no período de seca, e nos pontos P03 (J'=0,8818) e P01 (J'=0,8403) no período de chuvas. O índice BMWP também foi aplicado, classificando a qualidade da água como boa a excelente.

Assim como para as demais comunidades hidrobiológicas a maioria dos táxons registrados habita ambientes limpos e pouco impactados, ocorrendo principalmente em ecossistemas lóticos, apesar do aparecimento de espécies de hábitos lênticos, nas porções de remanso amostradas. As mudanças ocorridas na composição, estrutura e diversidade da comunidade zoobentônica ao longo da bacia do rio Tocantinzinho resultaram provavelmente das influências exercidas pela sazonalidade, tipo de substrato, quantidade e tipo de detritos orgânicos, presença de vegetação aquática e mata ciliar, e morfologia do ecossistema, sendo o tipo de substrato, nesse caso, fator determinante.

CONCLUSÃO

A bacia hidrográfica do rio Tocantinzinho apresentou, de maneira geral, comunidades hidrobiológicas bem estrutu-

radas e boa qualidade da água, sendo observada uma forte influência sazonal nos resultados encontrados. As variações verificadas no período de chuvas foram decorrentes do carreamento superficial de solo e nutrientes oriundos de áreas de pastagem e agricultura (especialmente soja) para os ecossistemas aquáticos, bem como do aumento da velocidade de correnteza.

Comunidades biológicas de ecossistemas aquáticos são formadas por organismos que apresentam adaptações evolutivas a determinadas condições ambientais e apresentam limites de tolerância a diferentes alterações das mesmas (Alba - Tercedor, 1996). Assim a presença de comunidades bem estruturadas, aliada aos resultados encontrados para as características físico - químicas e bacteriológicas demonstra um elevado nível de integridade e qualidade ambiental da bacia.

Agradecimentos

Os autores agradecem à RIALMA Rio das Almas Centrais Elétricas S.A. o financiamento deste projeto.

REFERÊNCIAS

- Alba - Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almeira, v. 2, 203-213.
- APHA. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st (Centenary) ed. APHA, Washington, DC.
- Barbour, M. T.; Gerritsen, J.; Snyder, B. D. & Stribling, J. B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, 2^a ed. EPA 841 - B - 99 - 002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Callisto, M.; Moretti, M. & Goulart, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revta. Bras. Rec. Hid.* 6 (1): 71 - 82.
- CONAMA. 2005. Resolução n^o 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: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 20/03/2008.
- Goulart, M. & Callisto, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudo de impacto ambiental. *Fapam em Revista.* 2: 153-164.
- Koste, W. 1978. Rotatoria die rädertiere mitteleuropas ein bestimmungswerk begr. Von Max Voigt. *Überordnung Monogononta.* Vol 1 - 2. 673p.
- Loureiro, L. M. A. E. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Editora Universa, Brasília. 156p.
- Merritt, R. W. & Cummins, K. W. (Ed.). An introduction to the aquatic insects of North America. 3. ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing, 1996. 862 p.
- Pérez, G. R. 1988. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento da Antioquia. Editorial Presencia Ltda. Bogotá, 217 p.

- Prescott, G. W., Croasdale, H. T. & Vinyard, W. C. 1975. A synopsis of North American desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 1. University of Nebraska press. 275p.
- Reynolds, C. S. 1996. The ecology of Phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press: 535p.
- Sant'anna, J. C. 1984. Chlorococcales (Chlorophyceae) do estado de São Paulo, Brasil. J. Crames: Alemanha. 348 p.
- Silveira, M. P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 68p. Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 36.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton - methodik. Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol, Vol. 9. p. 1 - 38.
- Whitfield, J. 2001. Vital signs. Nature, 411 (28): 989 - 990.