

UTILIZAÇÃO DO MICROCRUSTÁCEO *CERIODAPHNIA DUBIA* E AS IMPLICAÇÕES NO CÁLCULO DO ÍNDICE DE PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA (IVA) - ESTUDO DE CASO UHE COLÍDER

Letícia Uba da Silveira¹, Ana Paula Franco de Oliveira², Gheysa Moraes Pires³, Marianne S. França Sieciechowicz⁴, Nicole M. Brassac de Arruda⁵, Tânia L. Graf de Miranda⁶, Ingrid Illich⁷, Soraia Giordani⁸ & Geovanni Fedalto⁹

Resumo – O presente estudo avaliou o uso do microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* para o cálculo do Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) no monitoramento da fase rio da Usina Hidrelétrica de Colíder, no Mato Grosso. Foram utilizados dados quali-quantitativos das cinco campanhas semestrais realizadas nos anos de 2011, 2012 e 2013, das dez estações de amostragem localizadas ao longo da bacia do rio Teles Pires, na região do futuro empreendimento. O rio Teles Pires foi classificado de acordo com o IVA, na categoria “regular” na maioria das campanhas realizadas no período em estudo, em todas as estações de monitoramento. Este fato pode ser atribuído às condições impostas pela análise de toxicidade, que é umas das variáveis componentes do IPMCA, influenciada pelo pH e dureza total das amostras. O efeito crônico encontrado na região de estudo evidencia a influência das características naturais da região (elevada concentração de fósforo, pH ácido e baixa dureza), às quais o organismo utilizado para o teste é muito sensível, reforçando a tese de que a aplicabilidade do IVA deve ser revista de acordo com as particularidades de cada região estudada.

Palavras-Chave – Índice de Proteção da Vida Aquática, *Ceriodaphnia dubia*, Rio Teles Pires

USE OF MICROCRUSTACEAN *CERIODAPHNIA DUBIA* FOR THE CALCULATION OF THE AQUATIC LIFE PROTECTION INDEX (IVA) - CASE OF STUDY UHE COLÍDER

Abstract – This study evaluated the use of microcrustacean *Ceriodaphnia dubia* to calculate the *Aquatic Life Protection Index (IVA)* in the river phase monitoring of hydroelectric Colíder in Mato Grosso. Qualitative and quantitative data were used from the five campaigns in the years 2011, 2012 and 2013, and in the ten sampling stations located along the Teles Pires River Basin. The IVA "regular" was obtained in most campaigns in the study period. This fact can be attributed to the conditions imposed by the toxicity, which is one of the component variables IPMCA influenced by pH and total hardness of the samples. The chronic effect found in the study area shows the influence of the natural characteristics of the region (high phosphorus concentration, acidic pH and low hardness) reinforcing the thesis that applicability of IVA should be revised according to the particularities of each region to be studied.

¹ LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento; leticia.silveira@lactec.org.br*

² UP – Universidade Positivo; anapf_oliveira@yahoo.com.br

³ LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento; gheysa.pires@lactec.org.br

⁴ LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento; marianne.franca@lactec.org.br

⁵ LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento; n.brassac@lactec.org.br

⁶ LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento; tania.miranda@lactec.org.br

⁷ LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento; ingrid@lactec.org.br

⁸ COPEL – Companhia Paranaense de Energia; soraia.giordani@copel.com

⁹ COPEL – Companhia Paranaense de Energia; geovanni.fedalto@copel.com

Keywords – Water Life Protection Index, *Ceriodaphnia dubia*, Teles Pires River

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas. Como consequência destas atividades, tem-se observado uma expressiva queda da qualidade da água e perda da biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas (GOULART E CALLISTO, 2003).

Com o intuito de monitorar estes impactos, índices de qualidade da água vêm sendo amplamente utilizados para caracterizar a qualidade dos corpos d'água. Neste contexto, cita-se o Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) o qual tem por objetivo avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora. Este índice se mostra um indicador adequado para a proteção da vida aquática, por incorporar, a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos e seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e oxigênio dissolvido). Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia (ZAGATTO *et al.*,1999).

A avaliação dos efeitos ecotoxicológicos para o enquadramento de corpos hídricos foi uma importante inovação trazida pela Resolução CONAMA 357/05. Os testes de toxicidade além de detectarem e avaliarem a capacidade de um agente tóxico provocar efeito nocivo na biota permitem também que se façam predições sobre riscos de extinção local (CONAMA 430/11).

Os organismos padronizados para realização dos testes ocupam diferentes níveis tróficos, para que haja maior representatividade da comunidade, e a melhor avaliação e caracterização dos efeitos. Dentre estes organismos está a espécie *Ceriodaphnia dubia* (Crustacea, Cladocera) que se caracteriza por ser um microcrustáceo zooplânctônico que atua como consumidor primário na cadeia alimentar aquática se alimentando por filtração de material orgânico particulado, e possui sensibilidade às mais diversas modificações ambientais, podendo ser considerado um ótimo bioindicador de qualidade da água (ABNT NBR 13373:2005).

Estudos realizados na região de estudo vêm mostrando que a aplicação do IVA pode gerar resultados questionáveis, devido a influências das características naturais do ambiente. Neste contexto, o presente trabalho se propôs a discutir a utilização de *Ceriodaphnia dubia* no cálculo do IVA e suas eventuais implicações nos resultados do monitoramento da qualidade da água na região do empreendimento da UHE de Colíder, durante a fase de pré-enchimento (fase rio).

METODOLOGIA

Área de estudo

O empreendimento UHE Colíder, de Concessão da Companhia Paranaense de Energia, está situado no km 680 do Rio Teles Pires, no estado do Mato Grosso (MT), entre os municípios de Itaúba (margem esquerda) e Nova Canaã do Norte (margem direita) (). A potência instalada será de 300 MW, sendo que o reservatório possuirá área total de 171,7 km² e abrangerá áreas dos municípios de Nova Canaã do Norte, Itaúba, Colíder e Cláudia. O comprimento do reservatório entre o barramento e o remanso será de 94 quilômetros e o volume total de 1.525 hm³.

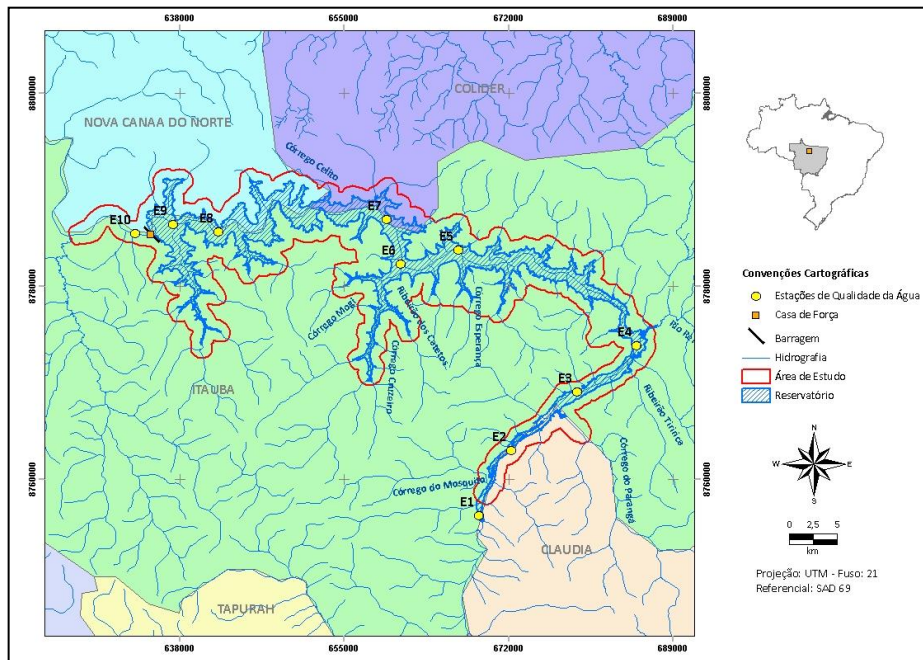


Figura 1 - Localização do futuro reservatório da UHE Colíder

Para o cálculo do IVA foram monitoradas 10 estações de amostragem distribuídas pelo rio principal e três de seus afluentes na região, conforme a . As coletas para a análise de variáveis da água superficial foram realizadas semestralmente.

Índice de Proteção à vida aquática

O IVA leva em consideração o IPMCA – Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET – Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo (1983). O IET leva em consideração a concentração de fósforo e clorofila-a. O IPMCA é calculado utilizando dois grupos: o grupo de variáveis essenciais (oxigênio dissolvido, pH, toxicidade), e o grupo de substâncias tóxicas (cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio, surfactantes e fenóis). Para cada variável incluída no IPMCA, são estabelecidos três diferentes níveis de qualidade, com ponderação de 1 a 3 e que correspondem a valores preconizados pela Resolução CONAMA 357/05 e pelas legislações americana (USEPA,1991) e francesa (Code Permanent: Environnement et Nuisances,1986) . Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis do IPMCA com suas respectivas ponderações.

Tabela 1 - Variáveis componentes do IMPCA e suas respectivas ponderações

Grupos	Variáveis	Níveis	Faixa de variação	Ponderação
Variáveis Essenciais (VE)	OD (mg/L)	A	$\geq 5,0$	1
		B	3,0 a 5,0	2
		C	$< 3,0$	3
	pH (Sörensen)	A	6,0 a 9,0	1
		B	5,0 a $< 6,0$ e $> 9,0$ a 9,5	2
		C	$< 5,0$ e $> 9,5$	3
	Toxicidade	A	Não Tóxico	1
		B	Efeito Crônico	2
		C	Efeito Agudo	3
Substâncias Tóxicas (ST)	Cádmio (mg/L)	A	$\leq 0,001$	1
		B	$> 0,001$ a 0,005	2
		C	$> 0,005$	3
	Cromo (mg/L)	A	$\leq 0,05$	1
		B	$> 0,05$ a 1,00	2
		C	$> 1,00$	3
	Cobre Dissolvido (mg/L)	A	$\geq 0,009$	1
		B	$> 0,009$ a 0,05	2
		C	$> 0,05$	3
	Chumbo Total (mg/L)	A	$\leq 0,01$	1
		B	$> 0,01$ a 0,08	2
		C	$> 0,08$	3
	Mercúrio (mg/L)	A	$\leq 0,0002$	1
		B	$> 0,0002$ a 0,001	2
		C	$> 0,001$	3
	Níquel (mg/L)	A	$\leq 0,025$	1
		B	$> 0,025$ a 0,160	2
		C	$> 0,160$	3
Fenóis Totais (mg/L)	A	$\leq 1,0$	1	
	B	$> 1,0$ a 7,5	2	
	C	$> 7,5$	3	
Surfactantes ^b (mg/L)	A	$\leq 0,5$	1	
	B	$> 0,5$ a 1,0	2	
	C	$> 1,0$	3	
Zinco (mg/L)	A	$\leq 0,18$	1	
	B	$> 0,18$ a 1,00	2	
	C	$> 1,00$	3	

Para a realização do teste de toxicidade, uma variável essencial do IPMCA, foi utilizado o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, de acordo com a NBR 13373:2005. O método consiste na exposição de organismos jovens de *Ceriodaphnia dubia* por um período de aproximadamente 7 dias. Estes foram expostos ao controle (água de cultivo controlada em laboratório), que deve apresentar pH entre 7,0 e 7,6 e dureza total de 40 a 48 CaCO₃ mg/L; e a amostra de 100%, que representa a água *in natura* do rio Teles Pires e afluentes. Esta análise considera que se não houver diferença estatística significativa na sobrevivência e na reprodução dos organismos da amostra sem diluição em relação ao controle, o resultado deve ser expresso como “não tóxico”; se houver diferença estatística significativa o resultado deve ser expresso como “tóxico”; e caso haja diferença significativa na sobrevivência em até 48 horas o resultado deve ser expresso como “efeito agudo”.

Dadas as variáveis e ponderações o índice é calculado da seguinte forma:

$$IPMCA = VE \times ST \quad (1)$$

Onde:

VE: Valor da maior ponderação do grupo de variáveis essenciais;

ST: Valor médio das três maiores ponderações do grupo de substâncias tóxicas. Este valor é um número inteiro e o critério de arredondamento deverá seguir o seguinte: valores menores que 0,5 serão arredondados para baixo e valores maiores ou iguais a 0,5 para cima;

IPMCA: o valor do índice varia de 1 a 9.

O IVA é calculado a partir do IPMCA e do IET ponderado através dos dados da Tabela 1, segundo a expressão abaixo:

$$IVA = (IPMCA \times 1,2) + IET \quad (2)$$

A classificação da qualidade das águas para proteção da vida aquática, através do IVA descreve cinco classificações de qualidade, conforme descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação do IVA para rios

Classificação do IVA	
Categoria	Ponderação
Ótima	$IVA \leq 2,5$
Boa	$2,6 \leq IVA \leq 3,3$
Regular	$3,4 \leq IVA \leq 4,5$
Ruim	$4,6 \leq IVA \leq 6,$
Péssima	$6,8 \leq IVA$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas cinco campanhas realizadas nos anos de 2011, 2012 e 2013, o IVA apresentou uma tendência de enquadramento regular na maioria das estações de amostragem monitoradas (Tabela 3). Este trecho do rio Teles Pires, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso é enquadrado como Classe II e as características observadas nos estudos de campo apontam que todas as estações monitoradas possuem vegetação marginal e mata ciliar bem preservada, não havendo ocupação no entorno que influencie na qualidade da água.

Tabela 3 - Resultados do IVA no Rio Teles Pires e afluentes.

	IVA	Qualificação do IVA	IVA	Qualificação do IVA	IVA	Qualificação do IVA	IVA	Qualificação do IVA	IVA	Qualificação do IVA
	jan/11		jul/11		jan/12		jul/12		jan/13	
E1	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular
E2	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	3,4	Regular	3,4	Regular
E3	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular
E4	3,4	Regular	3,4	Regular	2,9	Boa	2,9	Boa	4,6	Ruim
E5	4,4	Regular	5,4	Ruim	4,4	Regular	3,4	Regular	3,4	Regular
E6	3,4	Regular	3,4	Regular	4,4	Regular	2,9	Boa	3,4	Regular
E7	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	3,4	Regular
E8	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	3,4	Regular
E9	4,4	Regular	2,9	Boa	3,4	Regular	3,4	Regular	3,4	Regular
E10	3,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular	4,4	Regular

No ano de 2011, o rio Teles Pires e afluentes na região do empreendimento foram enquadrados nas categorias bom, regular e ruim, conforme demonstrado nas Figura 2. Entretanto, a categoria regular foi predominante na maior parte do monitoramento em todas as estações. Exceção se fez nas estações E5, localizada no rio Teles Pires, a jusante da foz do córrego Esperança, em julho/11, que foi classificada na categoria ruim e o IET no mesmo mês apresentou-se como eutrófico. A estação E9, localizada no “afluente sem nome” do rio Teles Pires, em julho/11, ficou classificada na categoria bom e o IET desta estação no mesmo mês apresentou-se como ultraoligotrófico.

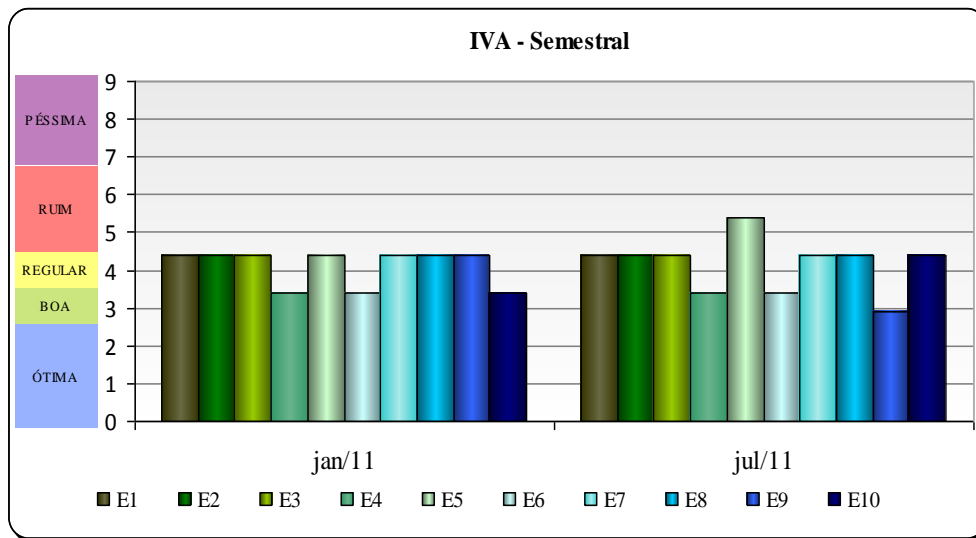


Figura 2 - Variações espaciais e temporais do IVA na região de estudo.

De acordo com o cálculo do IVA para o ano de 2012, o rio Teles Pires e afluentes na região do empreendimento foram classificadas nas categorias bom e regular, conforme demonstrado nas Figura 3. Entretanto, a categoria regular foi predominante na maior parte do monitoramento em todas as estações. Exceção se fez na estação E4, localizada no rio Renato afluente do rio Teles Pires, que foi classificada na categoria bom em todo período monitorado (janeiro/12 e julho/12); e a estação E6, localizada no Córrego Cruzeiro, que no mês de janeiro/12 classificou-se como regular, e no mês de julho/12 foi classificada na categoria bom.

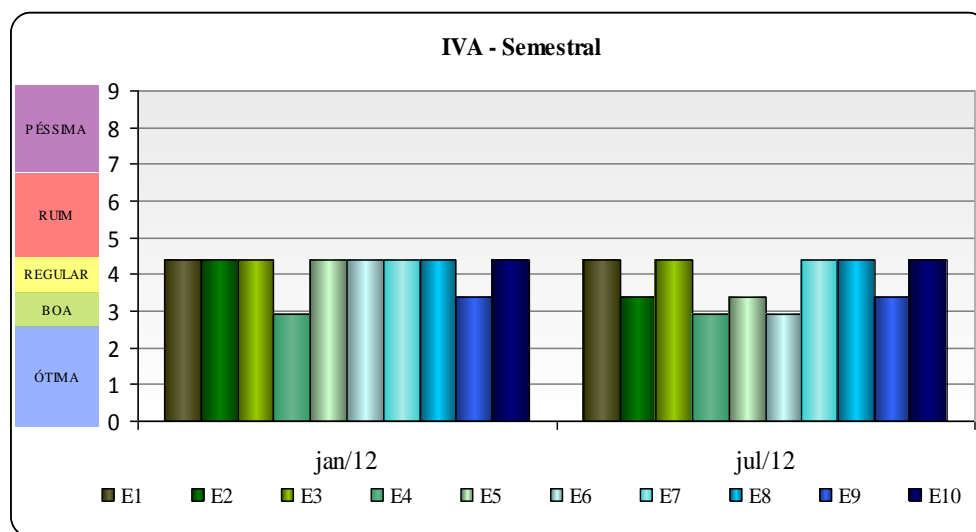


Figura 3 - Variações espaciais e temporais do IVA na região de estudo.

Para o ano de 2013, o rio Teles Pires e afluentes na região do empreendimento foram classificados, na região do futuro empreendimento, nas categorias regular e ruim, conforme apresentado na Figura 4. Entretanto, a categoria regular foi predominante na maior parte do monitoramento em todas as estações. Exceção se fez na estação E4, localizada no rio Renato afluente do rio Teles Pires, que foi classificado na categoria ruim no mês monitorado (janeiro/13).

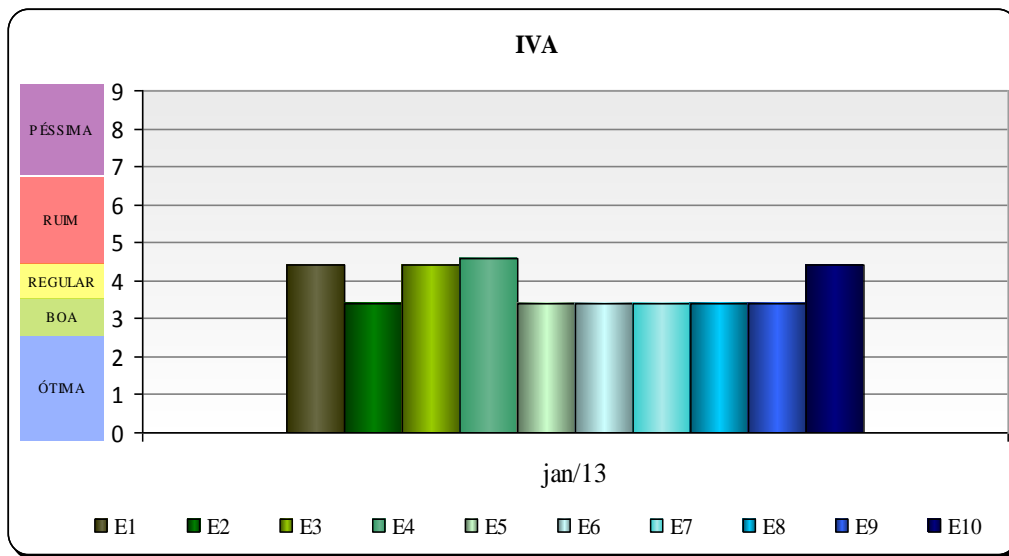


Figura 4 - Variações espaciais e temporais do IVA na região de estudo.

Diante deste cenário, observa-se que houve tendência de classificação na categoria “regular” nas estações monitoradas. Acredita-se que o IPMCA foi um dos fatores responsáveis, pois é diretamente influenciado pelo teste de toxicidade com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*.

Segundo a NBR 13.373:2005, o meio com as características ideais para sobrevivência e reprodução da espécie deve apresentar um pH entre 7,0 e 7,6 e dureza total de 40 a 48 CaCO₃ mg/L. Porém os resultados de pH obtidos nas estações durante as cinco campanhas variaram de 5,0 a 7,0, e a alcalinidade apresentou concentrações entre 2,0 e 42 mg/L, valores estes que podem ter influenciado na reprodução do microcrustáceo já que os resultados dos testes de toxicidade apresentaram na maioria das estações de amostragem um efeito crônico (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultados dos parâmetros físico-químicos no Rio Teles Pires e afluentes.

	jan/11				jul/11				jan/12				jul/12				jan/13			
	pH	Alcalinidade	Fósforo	Toxicidade	pH	Alcalinidade	Fósforo	Toxicidade	pH	Alcalinidade	Fósforo	Toxicidade	pH	Alcalinidade	Fósforo	Toxicidade	pH	Alcalinidade	Fósforo	Toxicidade
E1	6,35	3,0	0,263	crônico	6,74	5,0	0,117	crônico	5,96	5,0	0,216	crônico	6,05	<1,0	0,150	crônico	6,56	28,0	0,450	crônico
E2	6,38	4,0	0,307	crônico	6,78	4,0	0,103	crônico	6,37	5,0	0,121	crônico	6,15	<1,0	0,064	crônico	6,51	15,0	0,460	crônico
E3	6,31	4,0	0,313	crônico	6,88	7,0	0,112	crônico	6,44	5,0	0,104	crônico	6,25	2,00	0,100	crônico	6,58	39,0	0,393	crônico
E4	5,66	<2,0	0,080	crônico	6,46	<1,0	0,098	crônico	5,32	<1,0	<0,01	crônico	5,56	<1,0	0,041	crônico	6,13	30,0	0,394	agudo
E5	6,48	4,0	0,206	crônico	5,62	4,0	0,151	crônico	6,18	5,0	0,240	crônico	6,43	3,00	0,042	crônico	6,49	21,0	0,224	crônico
E6	6,03	<2,0	0,141	crônico	5,99	3,0	0,077	crônico	5,99	4,0	0,155	crônico	6,13	<1,0	0,080	crônico	6,60	26,0	0,089	crônico
E7	6,37	4,0	0,201	crônico	6,23	4,0	0,085	crônico	6,28	5,0	0,350	crônico	6,51	3,00	0,093	crônico	6,59	13,0	0,353	crônico
E8	6,49	3,0	0,196	crônico	5,87	4,0	0,021	crônico	6,16	6,0	0,209	crônico	6,47	2,00	0,076	crônico	6,70	22,0	0,408	crônico
E9	5,97	3,0	0,127	crônico	6,00	5,0	0,016	crônico	6,19	2,0	0,075	crônico	6,21	<1,0	0,106	crônico	6,74	17,0	0,134	crônico
E10	6,20	4,0	0,051	crônico	6,07	5,0	0,014	crônico	6,14	5,0	0,206	crônico	6,28	2,00	0,089	crônico	6,61	42,0	0,464	crônico

Outro fator a ser destacado são as altas concentrações de fósforo que influenciam no cálculo do IET e conseqüentemente no do IVA. Porém, de acordo com o Plano Estadual Recursos Hídricos (SEMA, 2009), as propriedades pedológicas da região conferem um grande aporte de cargas de fósforo ao rio Teles Pires, podendo variar de 0,1 a 0,3 mg/L. Esta característica pode tornar-se um fator limitante para a sobrevivência de alguns organismos aquáticos como o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*. Pode-se relacionar também estas características com os resultados da análise de zooplâncton para os anos de 2011, 2012 e 2013, os quais apresentaram um número reduzido de espécies e baixa biomassa, com predominância de formas de tamanho pequeno (SILVEIRA *et al.*, 2012). Um dos fatores descritos que interferem na estrutura e dinâmica do zooplâncton em sistemas lóticos é a alta carga de sedimento transportada pelo rio que inibe a produção fitoplânctônica e reduz a disponibilidade de recursos para o zooplâncton.

Neste panorama percebe-se a necessidade de revisão na aplicação do IVA, visto que o mesmo não considera as características naturais da região, o que pode levar a interpretações equivocadas caso não haja uma análise criteriosa do conjunto de parâmetros monitorados.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o teste de toxicidade com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* tem uma importante influência nos valores do IVA, pois os efeitos crônicos obtidos na maioria das estações de coleta em todas as campanhas determinou a predominância do enquadramento “regular” do rio Teles Pires e afluentes estudados. Contudo, observou-se que os fatores que limitaram a reprodução da *Ceriodaphnia dubia* foram considerados característicos da região, não advindo de fontes de poluição.

Devido à sensibilidade deste organismo zooplânctônico às mais diversas características ambientais devem ser consideradas as particularidades da região estudada, assim como, a aplicabilidade do IVA deve ser revista para que não haja equívocos na interpretação dos resultados.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13373. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica- Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera).Brasil. 2005.
- Brasil. Resolução CONAMA no 430. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA no 357. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Brasília, 2011.
- GOULART, M.; CALLISTO, M. (2003). - Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FAPAM ano 2, nº 1.
- SEMA/MT — Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Plano Estadual de Recursos Hídricos. /Cuiabá: KCM Editora. 184p. 2009.
- SILVEIRA, L. U.; BRASSAC-ARRUDA, N.M.; PIRES, G.R.M.; SIECIECHOWICZ, M.S.F.; MIRANDA, T.L.G.; Michiura, A.W.; Larcher, L.; Boeger, M.R.T; Serafim-Júnior, M.; Tremarin, P.I.; Cruz, R.F.; Ludwig, T.A.V. (2011 - 2012). Diagnóstico das condições limnológicas e da qualidade da água superficial na região do empreendimento UHE Colíder - Relatório Anual. Curitiba: LACTEC. 104p.
- ZAGATTO, P.A; LORENZETTI, M.L; LAMPARELLI, M.C; SALVADOR, M. E. P.; MENEGON Jr., N.; BERTOLETTI, E. 1999. Aperfeiçoamento de um índice de qualidade de águas. Acta Limnologica Brasiliensia, 11 (2): 111-126.