

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ALTO CURSO DO RIO PARÁ E RIBEIRÃO CURRAL RECREIO EM ÁREA AFETADA POR PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

*Bruna S. Freiris¹; Carlos H. Garcia¹; Isa C. S. Costa¹; Fábio C. Garcia² & Luiz G. M. Silva**

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização físico-química do alto curso do rio Pará e do ribeirão Curral Recreio, visando a identificação de possíveis impactos advindos do barramento dos leitos para construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Foram feitas amostragens em 16 pontos no alto rio Pará e ribeirão Curral Recreio, nos meses de novembro de 2011 e fevereiro, abril, junho, agosto e outubro de 2012. Foram analisadas as variáveis pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, ferro solúvel, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitratos e sólidos em suspensão em diferentes áreas caracterizadas nos rios Pará e Curral Recreio. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas entre os pontos amostrais, as áreas e os meses amostrados, exceto para a condutividade elétrica. A maioria das variáveis se enquadraram nos limites estabelecidos pelo CONAMA para águas de classe 1.

Palavras-Chave – Qualidade de água, rio Pará, PCH

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE UPPER PARÁ RIVER AND CURRAL RECREIO TRIBUTARY INFLUENCED BY SMALL HYDROPOWER PLANTS.

ABSTRACT

The objective of this work was to conduct a physico-chemical characterization of the Upper Pará River and its tributary, the Curral Recreio River in order to verify possible impacts originated from the installation of Small Hydropower Plants. Water samples were conducted in 16 sites in both rivers, in November 2011 and February, April, June, August and October 2012. Variable analysed were pH, temperature, DO, conductivity, turbidity, soluble iron, total phosphorous, ammoniacal nitrogen, nitrates and suspended solids along different areas in the rivers. The results showed that significant differences were not found among sample sites and between months, except for conductivity. The majority of the variables were recorded inside the limit determined by CONAMA for water in Class 1. We suggest that maybe only physic-chemical variable were not sufficient to detect impacts caused by the dams.

Keywords: Water quality, Pará River, SHP.

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Química/UFSJ - brunafreiris@gmail.com, carloshengarcia@hotmail.com, isacarolina_costa@yahoo.com.br

² DOC/CCHN/UFES - garciafc2007@gmail.com.

* Autor Correspondente: PPGTDS/CAP/UFSJ – luizsilva@ufsj.edu.br

1) INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural necessário para a existência de qualquer forma de vida, porém, com a expansão demográfica e industrial tem-se observado uma intensa deterioração de sua qualidade em grande parte do planeta. Esse recurso natural é essencial para as atividades humanas, entre as quais se destaca a geração de energia elétrica.

O Brasil possui uma grande quantidade de rios favoráveis para geração de energia hidroelétrica e, assim, uma base energética proveniente, em sua maioria, da hidroeletricidade. Nesse sentido, a construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) tem sido bastante difundida uma vez que são instalações que resultam em menores impactos ambientais em comparação com as grandes centrais hidrelétricas, usinas termoelétricas e nucleares.

O barramento de corpos d'água para diversos fins, entre os quais a construção de hidroelétricas é uma prática difundida por todos os continentes. O barramento de um corpo d'água, apesar de proporcionar diversos serviços para as populações, entre os quais o armazenamento de água, a produção de energia e o controle de enchentes, o que promove novas possibilidades para o desenvolvimento social e econômico a partir de sua construção (Tundisi, 2008), também causa sérios impactos ambientais nos corpos d'água, como a degradação da qualidade hídrica e impactos sobre a biodiversidade, tanto aquática quanto do entorno terrestre. Como os reservatórios são utilizados para usos múltiplos, a determinação da qualidade da água, a avaliação dos impactos – de curto, médio e longo prazo – e o monitoramento permanente são fundamentais para a integração dos processos de ocupação e uso da bacia hidrográfica, os usos múltiplos dos corpos d'água e a conservação ou deterioração da qualidade da água. (Tundisi, 2008)

O monitoramento ambiental de recursos hídricos utiliza a medição de parâmetros físico-químicos – principalmente – e biológicos para a avaliação de sua qualidade, parâmetros esses que contém um conjunto de variáveis representativas das condições do ambiente aquático. Desse modo, ao se implantar um monitoramento é necessária a seleção de variáveis ambientais, que expressem as condições qualitativas e quantitativas do que é medido e avaliado.

No Brasil, os padrões de qualidade para os corpos de água são fixados pela Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-Conama- (Brasil, 2005), de 17/03/2005, que dispõe sobre as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamentos de efluentes. Os valores das medições dos parâmetros físico-químicos do recurso hídrico justificam seu enquadramento em uma classe específica de acordo os valores máximos ou mínimos determinados pelo CONAMA.

A Deliberação Normativa COPAM nº 028, de 9 de setembro de 1998 (MINAS GERAIS, 1998), enquadrou o rio Pará como águas de Classe 1, que são destinadas, de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 (MINAS GERAIS, 2008) a: 1) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; 2) à proteção das comunidades aquáticas; 3) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro 2000; 4) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e 5) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

A partir da instalação de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) no alto curso do rio Pará e no ribeirão Curral Recreio, foi proposto o monitoramento da qualidade das águas superficiais buscando identificar possíveis alterações da qualidade das águas, decorrentes das ações de implantação das obras das PCH's Santa Fé, Fábio Botelho Notini, Nova Dorneles e Maria Célia Mauad Notini e direcionar a adoção de medidas para a minimização dos impactos previstos e/ou identificados.

2) OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo a caracterização físico-química do alto curso do rio Pará e do ribeirão Curral Recreio, visando a identificação de possíveis impactos advindos do barramento dos leitos para construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs).

3) MATERIAIS E MÉTODOS

O rio Pará nasce nas vertentes das Serras do Galga e da Cebola, no município de Desterro de Entre Rios, Minas Gerais. Percorre uma extensão de aproximadamente 300 km até desaguar no rio São Francisco, no limite dos municípios de Pompéu e Martinho Campos, pertencendo assim à bacia do rio São Francisco. A sub-bacia hidrográfica do rio Pará tem uma área total de 12.300 km², a qual abrange 35 municípios que juntos somam uma população de 920 mil habitantes. O Ribeirão Curral Recreio é um afluente direto do rio Pará e localiza-se nos municípios de Passa Tempo e Carmópolis de Minas (CBH-Pará, 2001). A bacia do rio Pará encontra-se nas coordenadas geográficas 18° 59' 47'' – 21° 00' 10'' S e 43° 52' 27'' – 45° 30' 22'' W, no estado de Minas Gerais (Lopes e Silva, 2012). A bacia do Rio Pará é uma das bacias mais importantes do sistema do rio São Francisco a montante de Três Marias, e por não cortar nenhuma cidade em seu percurso regional, a calha principal é um dos poucos rios cuja água ainda apresenta uma qualidade satisfatória, classes 1 e 2, segundo a deliberação Normativa Copam nº 010/86 (CBH-Pará, 2001).

A caracterização pluviométrica para a região estudada foi feita a partir da estação meteorológica baseada em Divinópolis, MG, por ser essa a estação mais próxima das bacias objeto de estudo. O período com maior precipitação esteve compreendido entre os meses de dezembro de 2011 e fevereiro de 2012, com o pico sendo registrado em janeiro de 2012. Além desse período, picos de precipitação foram registrados em novembro de 2011, possivelmente marcando o início do período de chuvas. Alguns picos isolados foram registrados também entre março e junho de 2012, sendo esse último coincidente com a coleta realizada no mês de junho.

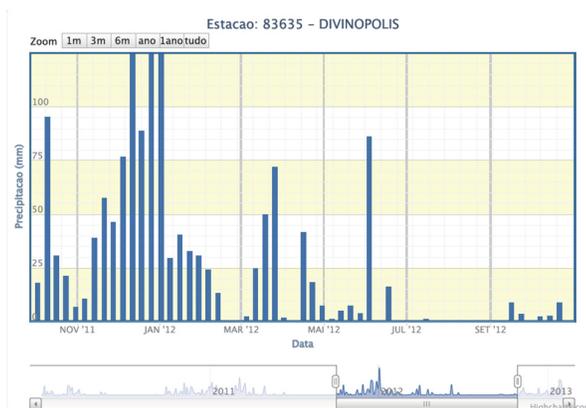


Figura 1. Diagrama da precipitação na região do rio Pará (Estação pluviométrica de Divinópolis, MG), a jusante da área de estudo, no período de novembro de 2011 a outubro de 2012.

Os pontos referentes ao rio Pará apresentaram, em sua maioria, mata ciliar rala ou ausente e com substrato arenoso, sendo que o trecho do rio Pará a jusante da confluência com o ribeirão

Curral Recreio é caracterizado por apresentar bastante assoreado. O uso do solo é caracterizado pela agricultura e principalmente pela pecuária, apresentando grandes áreas de pastagens. O trecho estudado também envolve barramentos devido à presença de PCH's.

Desenvolveu-se o monitoramento da qualidade das águas superficiais em 16 pontos pré-definidos no rio Pará (tabela 1). As amostragens em campo aconteceram nos meses de novembro de 2011 e fevereiro, junho, agosto, outubro de 2012, constituindo assim um ciclo hidrológico praticamente completo.

Tabela 1 – Localização dos pontos de amostragem.

Pontos	Localização	Coordenadas
1	Rio Pará, limite entre os municípios de Desterro de Entre Minas e Resende Costa	23K 0567859/7709191
2	Rio Pará, no futuro reservatório da PCH Santa-Fé.	23K 0553562/7717254
3	Rio Pará, no futuro reservatório da PCH Fábio Botelho Notini.	23K 05660105/7720697
4	Rio Pará, no futuro TVR – Trecho de Vazão Reduzida, da PCH Fábio Botelho Notini.	23K 0553562/7721306
5	Rio Pará, a jusante do futuro TVR – Trecho de Vazão Reduzida da PCH Fábio Botelho Notini.	23K0551360/7722871
6	Rio Pará, entre o trecho de vazão restituída, da PCH Fábio Botelho Notini e o reservatório da PCH Nova Dorneles.	23K0547884/7724180
7	Rio Pará, no corpo do reservatório da PCH nova Dorneles.	23K0548133/7727940
8	Rio Pará, no trecho de vazão reduzida, margem esquerda, da PCH Nova Dorneles.	23K0548013/7727837
9	Rio Pará, no trecho da vazão restituída, a jusante da Casa de força da PCH Nova Dorneles.	23K 0547659/7727906
10	Ribeirão Curral Recreio, a montante do reservatório da PCH Maria Célia Notini.	23K 0544713/7728090
11	Ribeirão Curral Recreio, no interior do reservatório da PCH Maria Célia Notini.	23K 0545003/7728984
12	Ribeirão Curral Recreio, no corpo do reservatório da PCH Maria Célia Notini.	23K 0545383/7729018
13	Ribeirão Curral Recreio, no trecho de vazão reduzida da PCH Maria Célia Notini.	23K 0545452/7728919
14	Ribeirão Curral Recreio, no trecho de vazão restituída da PCH Maria Célia Notini.	23K 0545544/7728735
15	Ribeirão Curral Recreio, imediatamente a montante da confluência com o rio Pará.	23K 0547405/7731889
16	Rio Pará, no trecho de vazão a jusante da confluência (deságue) do Ribeirão Curral Recreio.	23K 0547792/7732400

Nas campanhas de campo, medições foram feitas in situ com uma sonda multiparâmetro e amostras foram coletadas para posterior análise em laboratório. Obteve-se através da sonda multiparâmetro, em campo, o pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da amostra coletada. Amostras de água foram coletadas, armazenadas e fixadas em conservantes para serem analisadas posteriormente. Em laboratório essas foram analisadas e as seguintes variáveis obtidas: turbidez, ferro solúvel, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitratos e sólidos em suspensão. Todas as análises físico-químicas foram feitas nos laboratórios da empresa Visão Ambiental a partir dos métodos descritos na publicação normativa: “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 22ª edição, 2011, que dispõem sobre a preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos.

Além da caracterização físico-química dos corpos d'água ao longo de um ciclo hidrológico, as 16 estações amostrais foram agrupadas em áreas (tabela 2), com o objetivo de se analisar as

possíveis influências de diferentes características naturais (e.g. cachoeiras, remansos) e antropogênicas (e.g. reservatório), que ocorrem ao longo dos rios, nas características físico-químicas da água e, conseqüentemente, na qualidade da água.

Tabela 2 - Descrição da subdivisão do rio Pará e ribeirão Curral Recreio em áreas, de acordo com características naturais e antropogênicas.

Rio	Área	ICQA	Característica
Pará	01	01	Referência (rio)
	02	02, 07	Reservatório
	03	03, 04, 05, 06	Rio entre barragens
	04	08	TVR*
	05	09, 16	Rio Jusante reservatório
Curral Recreio	06	10, 11	Rio montante barragem
	07	12	Reservatório
	08	13	TVR*
	09	14, 15	Rio Jusante barragem

* TVR: trecho de vazão reduzida, após um reservatório.

A fim de verificar diferenças significativas foram utilizadas as seguintes análises estatísticas: Teste de Kruskal-Wallis para as diferentes áreas, Correlação de Spearman para as variáveis físico-químicas e Teste de Mann-Whitney para os rios.

4) RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 3, encontram-se os valores médios, medianos, mínimos e máximos obtidos para as variáveis físico-químicas, no rio Pará e ribeirão Curral Recreio, durante o período estudado.

Tabela 3 - Valores médios, medianos, mínimos e máximos para as variáveis físico-químicas, nos rios Pará e Curral Recreio. São apresentados também os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA (nº 274, de 29 de novembro 2000).

Variável	Rio	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	CONAMA
Turbidez (NTU)	Pará	45	86,84	58,90	8,60	314,00	≤ 40
	C. Recreio	35	56,62	45,80	8,98	273,00	
STS (mg.L-1)	Pará	45	88,13	59,50	10,00	286,00	
	C. Recreio	35	59,94	50,00	11,00	264,00	
Temperatura (°C)	Pará	27	22,63	22,65	17,50	28,40	
	C. Recreio	21	21,89	21,80	17,40	28,80	
OD (mg.L-1)	Pará	45	7,49	7,48	5,41	8,90	≥ 6,0
	C. Recreio	35	7,55	7,53	6,48	8,70	
pH	Pará	45	6,83	6,82	5,57	8,23	6,0 >< 9,0
	C. Recreio	35	6,75	6,78	6,05	7,48	
Cond. elétrica (µS.cm-1)	Pará	45	28,19	27,00	18,00	45,70	
	C. Recreio	35	40,95	41,00	20,00	52,00	
Fe Solúvel (mg.L-1)	Pará	45	0,91	0,46	0,13	5,78	≤ 0,3
	C. Recreio	35	1,04	0,41	0,18	3,9	
Fósforo total (mg.L-1)	Pará	45	0,08	0,03	0,01	0,43	≤ 0,1
	C. Recreio	34	0,09	0,07	0,01	0,46	

N amoniacal (mg.L-1)	Pará	28	0,38	0,21	0,01	3,33	**
	C. Recreio	22	0,43	0,23	0,10	3,10	
Nitrato (mg.L-1)	Pará	38	0,49	0,36	0,02	2,31	≤ 10,0
	C. Recreio	31	0,52	0,42	0,01	1,74	

Primeiro serão apresentadas as variáveis físicas turbidez e sólidos em suspensão. São variáveis que refletem as entradas de materiais, particulados e dissolvidos, nos corpos d'água e a sua presença interfere diretamente na penetração de luz na coluna d'água, além de interferir na qualidade estética desses corpos d'água.

Tanto para turbidez quanto para sólidos totais em suspensão as maiores médias foram registradas no rio Pará, mas sem diferenças significativas para o ribeirão Curral Recreio, o mesmo ocorrendo quando a comparação é feita entre as áreas. Com relação às diferenças entre os períodos amostrais, maiores valores foram registrados em junho e fevereiro de 2012, com diferenças significativas para os demais meses. Os menores valores foram registrados em agosto de 2012. Os maiores valores registrados em junho e fevereiro de 2012 possivelmente estão relacionados às maiores precipitações registradas nesse período, que pode aumentar o carreamento de sedimento alóctone para dentro dos corpos d'água, com conseqüente aumento na turbidez e sólidos em suspensão. Os valores médios de turbidez, tanto no Rio Pará quanto no Ribeirão Curral Recreio, ficou acima do limite estabelecido pelo CONAMA para águas tipo I (≤ 40 NTU), na qual está enquadrado o Rio Pará. Isso provavelmente ocorreu devido aos maiores valores registrados nos meses de novembro de 2011, fevereiro e junho de 2012, quando das maiores precipitações na região. Para o período estudado foi encontrada uma elevada correlação entre a turbidez e os sólidos totais em suspensão (Correlação de Spearman: $r = 0,83$).

Os valores de temperatura foram significativamente maiores nas campanhas amostrais realizadas na primavera e no verão (novembro de 2011, fevereiro e outubro de 2012) e as menores temperaturas sendo registradas no outono e no inverno (junho e agosto de 2012). Não foram registradas diferenças significativas na temperatura entre rios, assim como entre as áreas.

A concentração de oxigênio dissolvido foi registrada abaixo do mínimo exigido pelo CONAMA apenas na estação amostral ICQA 08 (trecho de vazão reduzida), em agosto de 2012. Nas demais estações amostrais as águas se apresentaram bem oxigenadas. Com relação às diferenças entre campanhas amostrais, somente em junho as concentrações foram significativamente maiores que as demais. Não foram registradas diferenças significativas entre os rios, assim como entre as áreas.

O pH permaneceu levemente ácido na maioria das estações amostrais, assim como na maioria das campanhas amostrais, o que é esperado para águas naturais. O pH não apresentou diferenças significativas entre os rios, assim como entre as áreas. Com relação às campanhas amostrais, os valores de pH foram significativamente maiores em outubro de 2012, quando o pH permaneceu levemente básico na maioria das estações amostrais. No entanto, em praticamente todas as estações e em todos os períodos o pH permaneceu dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA, que é entre 6 e 9, com somente uma estação amostral (ICQA 06), em outubro de 2012, os valores ficando abaixo de 6.

Os valores de condutividade elétrica variaram entre 15 e 45,7 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no rio Pará e entre 20 e 52 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no ribeirão Curral Recreio, este último apresentando valores significativamente maiores que o do rio Pará. Esses valores podem refletir ou diferenças na geoquímica das bacias de drenagem desses rios, que podem conferir diferentes características químicas, refletidas na condutividade elétrica, ou diferença no uso do solo. Sendo assim, há a necessidade de mais estudos para determinar os fatores que levam a essas diferenças, uma vez que o uso do solo nessas duas bacias

parece ser o mesmo. Diferenças significativas também foram encontradas entre as áreas, com os maiores valores sendo registrados nas áreas 06 a 09 (Curral Recreio) – Área 6: Rio montante barragem, Área 7: reservatório, Área 8: TVR e Área 9: Rio Jusante barragem – assim como na área 05 (rio Pará) – Rio Jusante reservatório.

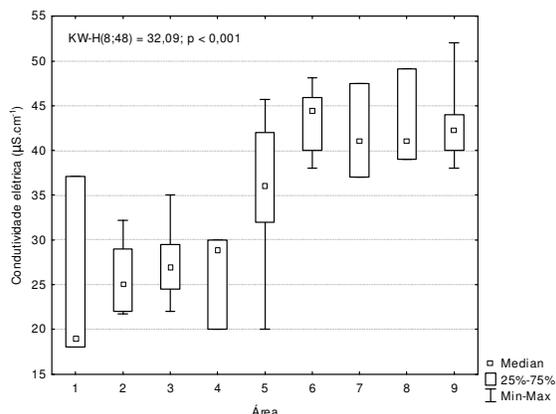


Figura 2 - Valores de condutividade elétrica entre as diferentes áreas ao longo dos rios Pará e Curral Recreio, entre os meses de novembro de 2011 e outubro de 2012

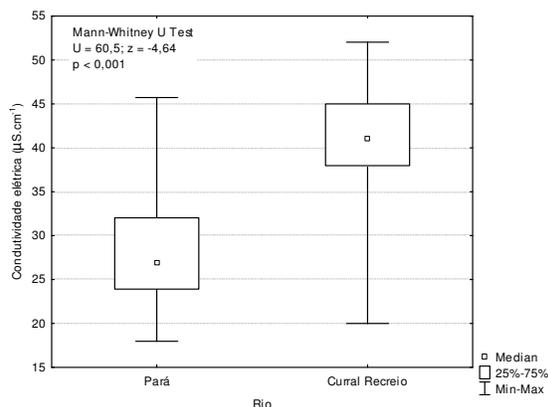


Figura 3 - Box plots apresentando a variação na condutividade elétrica entre os rios. É apresentada, acima, a análise estatística.

Com relação aos períodos amostrais, considerando que não foram feitas medições em junho e agosto de 2012, não foram encontradas diferenças significativas entre os períodos, apesar de os valores registrados para a campanha amostral de fevereiro de 2012 serem menores que os registrados para novembro de 2011 e outubro de 2012.

A condutividade elétrica apresentou correlações significativas com o fósforo total (Correlação de Spearman: $r = 0,40$; $p < 0,05$), nitrogênio amoniacal ($r = 0,31$; $p < 0,05$) e com o ferro solúvel ($0,29$; $p < 0,05$), sugerindo que esses elementos contribuem para a variação na condutividade elétrica nesses corpos d'água. Uma vez que a condutividade elétrica é uma variável conservativa muito útil no estudo de ambientes aquáticos, funcionando como um “traçador de água diferentes” (e.g. águas originadas de bacias hidrográficas com geoquímicas diferentes) é de extrema importância que sejam feitas as medições dessa variável nas próximas campanhas amostrais.

As concentrações de fósforo total registradas nos rios Pará e Curral Recreio apresentaram valores variados, de baixos a altos, dependendo da estação amostral e do período do ano. As concentrações não apresentaram diferenças entre os rios, assim como entre as áreas. No entanto, concentrações significativamente maiores foram registradas na campanha amostral de junho de 2012, principalmente no rio Pará, onde foram registradas concentrações acima de $0,40 \text{ mg.L}^{-1}$.

No rio Pará as concentrações de nitrogênio amoniacal variaram entre $0,10$ e $3,33 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto no ribeirão Curral Recreio as concentrações variaram entre $0,10$ e $3,10 \text{ mg.L}^{-1}$. Considerando que o pH registrado variou, para a maioria das estações amostrais, entre $6,0$ e $7,0$ e nesses níveis de pH o limite definido pelo CONAMA para águas classe I é de $3,7 \text{ mg.L}^{-1}$, os valores permaneceram, na maioria das estações amostrais, abaixo do limite para essa variável. No entanto, apesar desse enquadramento, em muitas das estações amostrais os valores podem ser considerados elevados para águas naturais. As concentrações de nitrogênio amoniacal não apresentaram diferenças significativas entre rios, assim como entre as áreas. Com relação às diferenças entre campanhas amostrais, as concentrações registradas em junho de 2012 foram significativamente maiores que as demais, exceto para a campanha de outubro de 2012.

As concentrações de ferro solúvel não apresentaram diferenças significativas entre os rios, assim como entre as áreas. No entanto concentrações significativamente maiores foram registradas em outubro de 2012. Considerando que o nível máximo de ferro solúvel estabelecido pelo CONAMA para o enquadramento dos corpos d'água em classe I é de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$, a maior parte dos valores registrados ficaram acima desse limite. As maiores consequências de elevadas concentrações de ferro na água são estéticas e podem conferir gosto amargo a mesma.

As concentrações de nitrato não apresentaram diferenças significativas entre os rios, assim como entre as áreas. Com relação às campanhas amostrais, concentrações significativamente maiores foram registradas nos meses de fevereiro, agosto e, principalmente, em outubro de 2012, concentrações essas muito elevadas para águas naturais, mas bem abaixo dos valores definidos pela resolução CONAMA para o enquadramento em águas classe I.

5) CONCLUSÃO

As características físico-químicas dos rios Pará e Curral Recreio refletem processos que acontecem na bacia de drenagem como um todo, uma vez que não foram encontradas diferenças significativas entre rios e áreas para quase todas as variáveis, exceto condutividade elétrica. Essa ausência de variação indica que as diferentes formas de ocupação do solo na bacia de drenagem (e.g. áreas urbanas, propriedades rurais) e os impactos decorrentes dessas atividades, como lançamento de esgoto sem tratamento prévio, uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, retirada e substituição da cobertura vegetal, erosão do solo, entre outros, devem ser consideradas para as bacias de drenagem como um todo, uma vez que seus reflexos são sentidos, sem distinção, em toda extensão dos corpos d'água que drenam essas bacias. Com relação a essas características, a maioria das variáveis esteve dentro do limite estabelecido pelo CONAMA para o enquadramento em classe de águas I. A partir das variações entre rios e entre áreas não é possível identificar reflexos de impactos da construção dos reservatórios, tanto no rio Pará quanto no ribeirão Curral Recreio.

6) REFERÊNCIAS

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Brasília: Diário Oficial da União, 25 jan. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em 14 de agosto de 2012.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará - CBH - Pará. Bacia Hidrográfica: dados sobre a Bacia <http://www.cbh.para.org.br/bacia.htm>. Acesso em 17 de Maio de 2013.

LOPES, J.M; SILVA, F.O. (2012). *Transposição de peixes*. Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG. Belo Horizonte/MG, 170 p.

TUNDISI, J. G. Limnologia. TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.