

ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA ÁGUA DO RIACHO LAMEGO NO MUNICÍPIO DE CAXIAS-MA

Willames Ramos Vasconcelos¹; Juliana Pereira da Silva²; João da Paixão Soares³

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar as variáveis físico-químicas (alcalinidade total, amônia, cloreto, condutividade elétrica, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), nitrato, nitrito, pH, temperatura e turbidez) e microbiológicas (coliformes totais e fecais) da água do Riacho Lamego. As análises ocorreram no período seco do ano de 2015. O resultado obtido para as análises físico-químicas estão dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, porém as concentrações de DBO no Médio curso 2 (4,5 mg.L-1) e na Jusante (4,6 mg.L-1) situaram-se próximas ao limite máximo de DBO (5 mg.L-1). Nos resultados das análises microbiológicas, o número mais provável por mililitro de coliformes fecais detectados na Jusante (>1100 NMP.mL-1) está acima do limite recomendado pela resolução CONAMA 357/2005 (1000 NMP.mL-1), ocasionada pela poluição do corpo aquático por esgotos domésticos.

Palavras-chave: Recurso Hídrico; Química Ambiental; Parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Abstract

The main objective of this study was to evaluate the physicochemical variables such as total alkalinity, ammonia, chloride, electric conductivity, BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), nitrate, nitrite, pH, temperature and turbidity, and, microbiological as total and fecal coliforms in water Stream Lamego. The analysis occurred in the dry period of 2015. The result for the physicochemical analysis are inside the established standards by the resolution CONAMA 357/2005, however the BOD concentrations in the Middle course 2, 4.5 mg L-1, and Downstream, 4.6 mg L-1, stood near the maximum limit of BOD, 5 mg L-1. In the results from microbiological analysis, the most probable number per milliliter of fecal coliform detected in Downstream, >1100 NMP mL-1, is above the limit recommended by the resolution CONAMA 357/2005, 1000 NMP mL-1, caused pollution of aquatic bodies by wastewater.

Keywords: Hydride feature; environmental chemistry. physicochemical and microbiological parameters.

Introdução

A água é o composto considerado como a essência da Terra e domina por completo a composição química de todos os organismos, além de ser o habitat de vários seres vivos. Sendo assim, as suas características regulam eficazmente o metabolismo do ecossistema (SANTOS et al, 2010).

¹ Graduado em Licenciatura em Química pelo IFMA - Campus Caxias. E-mail: willamesr.vasconcelos@gmail.com.

² Graduada em Licenciatura em Química pelo IFMA - Campus Caxias. E-mail: Juhlia_silva@hotmail.com.

³ Doutor em Química pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. E-mail: jpsouares@ifma.edu.br.

A água doce é um dos recursos naturais, cuja quantidade é comprometida devido ao aumento da população e a ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. Estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água (MERTEN, 2002).

A preocupação com o meio ambiente se torna obrigatório e urgente, pois a sociedade tem atingido grandes avanços tecnológicos, que levam ao aumento da exploração dos recursos naturais e, conseqüentemente, aceleram o processo de poluição e degradação ambiental. Certamente o homem é o maior responsável pelos danos causados ao meio ambiente, tornando-se vítima de suas ações. Os ecossistemas aquáticos continentais são exemplos claros de foco altamente vulneráveis às atividades antrópicas que, na maioria das vezes visam um desenvolvimento não sustentável (SILVA, 2011).

A lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, em seu Capítulo II, Artigo 20, Inciso 1, estabelece a necessidade de “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. Verifica-se, então, a necessidade de incrementar o tratamento dos efluentes domésticos e industriais responsáveis pelo quadro de poluição existente. O desenvolvimento tecnológico no tratamento dos efluentes deve ser um aliado na busca da melhoria de sua eficiência do ponto de vista sanitário e ambiental, particularmente na expansão da rede de coleta de esgotos sanitário e seu tratamento (ROMITELLI, 2006).

Por isso, o estudo da qualidade da água é fundamental tanto para caracterizar as conseqüências de uma determinada atividade poluidora, quanto para estabelecer os meios para que se satisfaça determinado uso da água. Contudo, este trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos como alcalinidade total, amônia, cloreto, condutividade elétrica, DBO, DQO, nitrato, nitrito, pH, temperatura e turbidez, e, microbiológicos como coliformes totais e fecais na água do Riacho Lamego no município de Caxias –MA.

1 Motivação

O Riacho Lamego situa-se na bacia do rio Itapecuru no município de Caxias – MA. Sua nascente localiza-se próxima ao Residencial Eugenio Coutinho, percorre cerca de dois quilômetros dentro da área do IFMA-Campus Caxias e abastece o riacho Ouro, um dos principais afluentes do Rio Itapecuru.

A vegetação predominante nas margens do Riacho Lamego é o cerrado, caracterizado pela presença de fitofisionomias de veredas, ou seja, presença de nascentes, as quais funcionam como bacias coletoras permitindo a perenidade dos cursos d’água. A densa mata

ciliar presente nos arredores de sua nascente auxilia na preservação do microclima da região, beleza paisagística e preservação da biodiversidade, importante para o equilíbrio ecológico (SANTOS, 2013).

Foram efetuados estudos da área por onde o riacho percorre para em seguida escolher os pontos amostrais em que seriam realizadas as coletas das amostras de água para as análises, levando-se em consideração a presença de mata ciliar, construções e meios antrópicos detectados nas proximidades do leito e margens do riacho. Sendo assim, determinaram-se quatro pontos, três dentro do perímetro da instituição (Montante, Médio curso 1 e Médio curso 2) e um fora da área do IFMA-Campus Caxias (Jusante), para a coleta das amostras de água. A coleta de água ocorreu no mês de Agosto de 2015, determinando-se os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de cada ponto amostral.

Para coletar as amostras, seguiu-se o manual de procedimentos de coleta e metodologias de análise de água da Siságua (RAMOS, 2009), classificando-se a água, em relação aos danos à saúde segundo a Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos (EPA), como de nível “B”, possível faixa de riscos desconhecidos, portanto, utilizaram-se equipamentos de proteção para o corpo e pés.

Adquiriram-se uma caixa térmica de fibra, quatro recipientes plásticos de água mineral, luvas e roupa adequada. As garrafas plásticas de 2 litros foram previamente enxaguadas com água do riacho para ambientação do recipiente, coletando-se as amostras e armazenando-as em caixa térmica, refrigerada, até a realização das análises.

O parâmetro microbiológico foi analisado no Laboratório de Microbiologia do IFMA – Campus Caxias. Para tais análises utilizou-se o método dos tubos múltiplos, o qual envolve duas etapas; teste presuntivo e teste confirmativo. As amostras de água coletadas para as análises de coliformes fecais e totais foram utilizadas no mesmo dia, pois seu tempo máximo de armazenamento é de 24 horas.

Para o teste presuntivo, prepararam-se quantidades suficientes de Lauril Simples (LS) e Lauril Duplo (LD), os quais foram utilizados em 9 tubos de ensaios para cada ponto amostral. Sendo inoculados em 3 tubos, 10 mL de LD, e em 6 tubos, 10 mL de Lauril Simples. Inocularam-se nos tubos contendo Lauril Duplo, 10 mL de amostra água, em 3 tubos contendo LS, 1 mL de amostra de água, e nos outros 3 tubos contendo LS, 0,1 mL da amostra de água. Após estarem identificados e tampados, incubaram-se os tubos a 35°C por 24 horas.

Na realização do teste confirmativo foram preparados tubos de ensaio com caldo Verde Brilhante (VB) e *Escherichia coli* (EC), com quantidades suficientes de VB e EC. Para a inoculação das amostras presuntivas com resultado positivo foi utilizada uma alça de platina,

analisando-se assim a presença de coliformes fecais em EC e coliformes totais em VB. Os tubos de ensaios contendo VB ficaram em estufa por 24 a 48 horas e os que continham EC permaneceram em banho-maria por 24 horas, todos a uma temperatura de 35 a 37°C, registrando-se os resultados e realizando-se a contagem dos coliformes segundo a instrução normativa n° 62, de 26 de Agosto de 2003 que descreve os métodos analíticos para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água.

Os parâmetros físico-químicos foram analisados em parceria com a UFMA – São Luís, no Laboratório de Oceanografia Química e de Controle de Qualidade de Água. A análise da temperatura das amostras foi realizada no momento das coletas com a utilização de termômetros de mercúrio e as demais foram determinadas em laboratório, conforme os procedimentos do Standart Methods, descrito em Clesceri, 1998.

Os procedimentos de análise de amônia, nitrato e nitrito foram realizados utilizando método espectrofotométrico. A determinação de cloreto ocorreu por método volumétrico, através da titulação com solução padronizada de nitrato de prata na presença de cromato de potássio, indicador, para a determinação do cloreto presente nas amostras de água.

Para determinar a condutividade elétrica das amostras de água, utilizou-se método eletrométrico, fazendo-se uso de medidor de condutividade de banca, condutivímetro, da marca WTW modelo Cond 3210, que se baseia na intensidade da corrente elétrica que circula entre os eletrodos, localizados na célula de medição, que são imersos na amostra que se deseja medir. O pH foi aferido utilizando medidor de bancada, peagâmetro, da marca WTW modelo pH 3210. O método potenciométrico é o mais preciso para a determinação de pH e, portanto, o mais recomendado para o monitoramento de corpos d'água.

A turbidez foi determinada em turbidímetro da marca Hach DR 2000, equipamento dotado com fonte de luz, filamento de tungstênio, que incide na amostra, e um detector fotoelétrico capaz de medir a luz dispersa em um ângulo de 90° em relação à luz incidente. A luz dispersada, quando passa através da água, dá a medida em unidades nefelométrica de turbidez (UNT).

2 Resultados e Discussão

Para o estudo dos resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas foram utilizados os padrões determinados para águas doces de classe 2 pela resolução n° 357, de 2005 da CONAMA, águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, à irrigação de hortaliças,

plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, à agricultura e à atividade de pesca. Na Tabela 1 são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados da água do Riacho Lamego.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do Riacho Lamego.

Parâmetro Avaliado	Unidade	Local de Coleta				CONAMA N° 357/2005
		Montante	Médio Curso 1	Médio Curso 2	Jusante	
Alcalinidade Total	mg.L ⁻¹	8	10	12	12	-
Amônia	mg.L ⁻¹	0,09	0,05	0,04	0,05	Máx. 3,7 p/ pH ≤ 7,5
Coliformes Fecais	NMP.L ⁻¹	93	150	93	>1100	1000
Coliformes Totais	NMP.L ⁻¹	1100	1100	240	>1100	-
Condutividade elétrica	µS.cm ⁻¹	31,6	47,3	44,8	43,4	-
Cloreto	mg.L ⁻¹	15	13	15	14	Máx. 250
DBO	mg.L ⁻¹	3,3	4,2	4,5	4,6	Máx. 5
DQO	mg.L ⁻¹	4,0	4,7	5,2	5,5	-
Nitrato	mg.L ⁻¹	0,43	0,31	0,25	0,25	Máx. 10,0
Nitrito	mg.L ⁻¹	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	Máx. 1,0
pH	-	5,5	6,7	6,3	6,4	6,0 a 9,0
Temperatura	°C	31	27	28	28	40
Turbidez	UNT	42	29	14	14	Máx. 100

Nota: DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio); DQO (Demanda Química de Oxigênio); NMP.mL⁻¹ = Número mais provável por mililitro.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece uma concentração limite para o parâmetro da alcalinidade total, porém, Santos (2008) afirma que as concentrações em águas brutas geralmente variam de 10 a 30 mg.L⁻¹. Observando-se as concentrações de alcalinidade total é possível verificar que elas variam de 8 a 12 mg.L⁻¹ e que o obtido na Montante (8 mg.L⁻¹) está fora do limite apresentado por Santos (2008), indicando uma baixa concentração de bases fracas nas águas do Riacho Lamego neste ponto no período em que foram realizadas as análises da água, o que demonstra uma baixa neutralização.

Com as concentrações de amônia obtidas nos pontos amostrais analisados, verifica-se que elas estão dentro do recomendado pela resolução CONAMA 357/2005, sinalizando que não há contaminação por esgoto bruto, efluentes industriais, ou afluxo de fertilizantes, uma

vez que altas concentrações deste parâmetro são encontradas em esgotos e efluentes industriais.

A resolução CONAMA 357/2005 não estabelece um limite para a condutividade elétrica, porém, Ferreira (2008) estabelece teores de condutividade elétrica para águas naturais na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, enquanto em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores aumentam podendo chegar até 1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. É observado que os pontos amostrais apresentam valores de condutividade elétrica menores que 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, ou seja, a condução de corrente elétrica por íons dispersos na água está dentro do limite.

As concentrações de cloreto obtidas nas amostras de água não excedem o limite máximo recomendado pela resolução CONAMA 357/2005 (250 $\text{mg}\cdot\text{Cl}\cdot\text{L}^{-1}$), ou seja, os dados indicam que as concentrações de cloreto estão dentro dos padrões recomendados pelo órgão ambiental, não estando contaminadas por águas residuais.

Observando-se as concentrações de DBO apresentadas é verificado que elas estão dentro do limite máximo recomendado pela resolução CONAMA 357/2005 (5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$). A concentração mínima (3,3 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e a concentração máxima (4,6 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) foram encontradas, respectivamente, na Montante e na Jusante, sendo a variação de 1,3 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ no percurso do riacho. As concentrações de DBO no Médio curso 2 (4,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e na Jusante (4,6 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) estão próximas do limite máximo, ou seja, há um maior consumo de oxigênio por organismos vivos, principalmente bactérias, nos dois locais, sendo que este consumo ou demanda de oxigênio é essencial para estabilizar a matéria orgânica na água.

Rivas (2011), ao estudar as águas do Riacho Urubu em São Luís/MA, encontrou o valor de DBO de 19,4 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, valor maior que o estabelecido pela CONAMA 357/2005. Descreveu ainda, que as águas podem ser consideradas poluídas se a DBO for superior a 10 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Normalmente a $\text{DBO}_{5\text{dias}}$ de águas de esgotos domésticos varia entre 100 e 300 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e de esgotos bem tratados é de aproximadamente 20 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, próximo ao observado em seu trabalho.

A resolução CONAMA 357/2005 não apresenta limites para a concentração de DQO, porém, Tozzo (2014) apresenta critérios para águas superficiais não poluídas o limite de DQO de 20 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. De acordo com os dados encontrados na pesquisa, observou-se que ocorreram baixas taxas de concentrações de DQO, sugerindo, assim, que a taxa de oxigênio fundamental para a oxidação da matéria orgânica está dentro do limite estabelecido por Tozzo (2014), não estando, portanto, poluída.

Segundo Rivas (2011), o valor de DQO apresentado na análise da água do Riacho Urubu foi de 36,00 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Em alguns estados é estipulado a concentração máxima de DQO

de 250 mg.L⁻¹. Um elevado índice da DQO nas águas indica possíveis despejos de resíduos industriais.

Observando-se os dados é identificado que as concentrações de nitrato (NO₃⁻) estão dentro do limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 para este parâmetro (10,0 mg.L⁻¹), sendo que a maior concentração foi encontrada na Montante (0,43 mg.L⁻¹).

Para Tozzo (2014), grandes concentrações de nitrato são características de alta taxa de decomposição feitas por bactérias desnitrificantes na coluna d'água, sendo a matéria orgânica disponível decomposta por organismos heterotróficos anaeróbicos. Segundo Derísio (1992), uma concentração acima de 10,0 mg.L⁻¹ leva o ambiente a eutrofização, o que, de acordo com Galdino (2011), o aumento na decomposição é causado por impactos antrópicos, prejudicando o meio aquático.

As concentrações de nitrito (NO₂⁻) apresentam valores dentro do permitido pela resolução CONAMA 357/2005 (máximo 1,0 mg.L⁻¹). As concentrações de nitrito encontradas na Montante, Médio curso 1, Médio curso 2 e Jusante foram inferiores a 0,001 mg.L⁻¹, sendo assim, não houve variação nas concentrações de um ponto amostral para o outro. De acordo com Derísio (1992), a concentração deste íon implica numa alta taxa de decomposição, a qual é oriunda de matéria orgânica.

Dos dados obtidos para o pH das amostras, o valor do pH detectado na Montante (5,5) é o único que está fora do especificado pela resolução CONAMA 357/2005 (6,0 a 9,0), o que aponta um início de acidificação. O valor mais alto (6,7) foi encontrado no Médio curso 1, contudo, a variação do pH no pontos amostrais neste período no Riacho Lamego foi de 1,2.

A resolução CONAMA 357/2005 estabelece o limite para a temperatura da água como sendo 40°C, porém, Batista (2013), ao analisar a temperatura do Rio Itapecuru, encontrou uma variação entre 22° e 28°C, discorrendo ser compatível com a disponibilidade de oxigênio e consequente viabilidade do metabolismo de seres vivos, equilibrando, assim, todo o sistema aquático.

Observando-se os valores das temperaturas obtidos nos pontos amostrais do Riacho Lamego, notou-se que todos os pontos amostrais apresentaram valores dentro do limite permitido pela CONAMA 357/2005, sendo que na Montante foi encontrado o valor mais alto para a temperatura (31°C) e, tanto o Médio curso 2 quanto a Jusante apresentaram o mesmo valor da temperatura, 28°C, detectando-se vida aquática em todos os pontos amostrais.

Comparando-se os valores da turbidez obtidos nos pontos amostrais e o limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 (máximo 100 UNT), nota-se que os valores

obtidos estão dentro do limite especificado. O Médio curso 2 e a Jusante apresentaram o mesmo valor (14 UNT) e na Montante foi encontrado o valor máximo de turbidez na análise da água do Riacho Lamego (42 UNT). O alto valor encontrado na Montante impede a entrada de mais luz solar no ambiente aquático, interferindo, assim, no desenvolvimento do fitoplâncton e do zooplâncton, os quais pertencem à base do meio aquático.

De acordo com Silva (2011), no período seco foram observadas as menores variações nos valores da turbidez, em que todos os valores do parâmetro são menores que 100 UNT e 50% deles são menores que 55 UNT. O mês de junho apresentou a maior variação dos valores, atingindo valores acima de 1000 UNT, mas apresentando 50% deles menores que 120 UNT, enquanto o mês de julho apresentou menor variação nos valores do que junho, mas com o valor da mediana bem mais elevada, acima dos 600 UNT.

A Resolução CONAMA 357/2005 não trata de coliformes totais e sim de coliformes termotolerantes, ou seja, também conhecidos como coliformes fecais ou coliformes a 45°C, recomendando-se para os mesmos um limite máximo de 1000 coliformes por 100 mililitros para águas doces de classe 2. Analisando-se os dados e comparando-os com a legislação vigente, percebe-se que o limite para coliformes fecais é excedido em apenas um ponto amostral (Jusante: >1100).

Contudo, segundo Parron (2011), apenas a presença de *Escherichia coli* na água indica contaminação fecal, pois é encontrada em grande quantidade no trato gastrointestinal de animais de sangue quente e do homem, não sendo encontrada em outros locais. Portanto, observa-se que a incidência desta bactéria é acentuada apenas na Jusante, podendo-se estipular que por localizar-se após algumas residências nas proximidades do IFMA-Campus Caxias, resíduos fecais estejam sendo lançados nas águas do riacho.

3 Conclusão

Através das análises da água do Riacho Lamego no município de Caxias-MA no período seco por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, concluiu-se que as amostras de água analisadas apresentaram-se dentro dos padrões recomendados pela resolução CONAMA 357/2005, porém, deve-se ressaltar uma observação cuidadosa aos pontos amostrais que excederam o valor de pH (Montante, 5,5), alcalinidade total (Montante, 8 mg.L⁻¹) e aqueles que apresentaram concentrações próximas do limite máximo de DBO, Médio curso 2 (4,5 mg.L⁻¹) e Jusante (4,6 mg.L⁻¹). Para os resultados obtidos com as análises microbiológicas, detectou-se que o número mais provável por mililitro de coliformes fecais

nas águas do Riacho Lamego no período seco do ano de 2015 foi excedido apenas na Jusante ($>1100 \text{ NMP.mL}^{-1}$), ocasionado pela poluição do corpo aquático por esgotos domésticos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMA pelos auxílios financeiros concedidos e ao Laboratório de Oceanografia Química e de Controle de Qualidade de Água da UFMA – São Luís pelo auxílio nas análises físico-químicas.

Referências

- BATISTA, I. C. M.; RIOS, M. L.; BATISTA, R. O.; SANTOS, D. B.; REIS, C. F. Caracterização física e microbiológica da água do rio Itapicuru. **Enciclopédia biosfera**. Centro Científico Conhecedor – Goiânia, v. 9, n. 16, p. 64-76. 2013.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 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 da outras providências. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 17 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63, 2005.
- CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th. ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1325 p, 1998.
- DERÍSIO, J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo, CETESB, 1992.
- FERREIRA, D. G. **Influência da aplicação das boas práticas de fabricação sobre a quantidade e qualidade do efluente bruto de uma indústria de laticínios em Caldazinha-GO**. 2008. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Estadual de Goiás, 2008.
- GALDINO, N. S; TROMBINI, R. B. Análise físico-química da água do córrego Japira, localizado na cidade de Apucarana-PR. **Terra e cultura** - n 53 - Ano 27 – p.67-76, Julho a Dezembro de 2011.
- MERTEN, G. H. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.** Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.
- PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. **Embrapa Florestas**. Colombo, PR, 2011. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc219.pdf>>. Acesso em: 25 out 2015.
- RAMOS, S. M.; CARVALHO, M. D.; MOTA, H. R.; ALMEIDA, A. C. P. P. **Companhia energética de Minas Gerais**. Sistema Cemig de monitoramento e Controle de qualidade da

água de reservatório – Siságua – manual de procedimento de coleta e Metodologia de análise de água. Belo Horizonte: Cemig, 2009.

RIVAS, P. M. S.; OLIVEIRA, L. P.; NERES, L. **Avaliação da qualidade do riacho Urubu (São Luís – MA)**. X Congresso de Ecologia do Brasil. São Lourenço-MG, set 2011.

ROMITELLI, L. H. **Diagnóstico ambiental de um trecho do córrego Bonifácio, APA Jundiá-SP**. 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – área de concentração: Água e solo) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas-SP, ago 2006.

SANTOS, A.; SOUSA, A. C.; SANTANA, O. R.; LOPES, R. S. **Princípios químicos de qualidade da água em viveiros artificiais da fazenda Astrolina, Itapetinga-BA**. 2010. 6 f. Pré projeto (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2010.

SANTOS, D. S. V. **Biomonitoramento do Riacho Lamego em Caxas-MA através da determinação do número de taxa de EPT**. Pesquisadores do Maranhão / Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão-FAPEMA. São Luís, jul 2013.

SANTOS, E. S. **Caderno pedagógico/Química/Análises físico-químicas de águas e de solos**. 2008. 68 f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pinhais, 2008.

SILVA, V. M. F. **Efeito das ações antrópicas na qualidade da água da bacia do riacho do Silva, em Maceió-AL**. 2011. 179 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

TOZZO, R. A.; GONÇAVES, E. A. Análise físico-química da água do Riacho Japira, localizado no município de Apucarana-PR. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v. 6, n. 3, p. 296 – 307, 2014.

Apêndice



a (montante); b (médio curso 1); c (médio curso 2); d (jusante)