



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE UMA PEQUENA BACIA HIDROGRÁFICA NO INTERIOR DO ESTADO DO PARÁ

Igor Campos da Silva Cavalcante

Universidade Federal do Pará

Rua Augusto Corrêa

66075-110 – Belém - Pará

Raimunda da Silva e Silva

Universidade Federal do Pará

Luiza Carla Girard Mendes Teixeira

Universidade Federal do Pará

Claudio José Cavalcante Blanco

Universidade Federal do Pará

Lindemberg Lima Fernandes

Universidade Federal do Pará

Resumo: Este trabalho buscou avaliar indicadores de saneamento ambiental de uma bacia hidrográfica no interior do estado do Pará, através da determinação do número mais provável (NMP/100 mL) para bactérias do grupo coliformes totais e *E. Coli* através do método CollilertR com substrato cromogênico e fluorogênico, além da determinação do oxigênio dissolvido, com auxílio de uma sonda. Foram escolhidos três pontos de coleta, a partir do georreferenciamento da área por imagens de satélite, com amostragem simples, totalizando sete campanhas, distribuídas entre abril de 2015 e junho de 2016. Os resultados mostraram presença de coliformes totais e *E. Coli* em todas as amostras, variando sua concentração, assim como oxigênio dissolvido, em função dos períodos chuvosos e de estiagem, onde apesar da diluição no período de maior precipitação, ocorre maior lixiviação de sedimentos, decorrente do escoamento superficial.

Palavras-chave: Saneamento ambiental, Esgoto doméstico, Coliformes totais, *E. coli*

Abstract: This work aimed to evaluate indicators of environmental sanitation of a watershed in the countryside of the state of Pará, through the determination of the most probable number (MPN/100 mL) for bacteria of the group total coliforms and *E. Coli* through the method CollilertR with chromogenic and fluorogenic substrate, besides the determination of the dissolved oxygen with the aid of a probe. Three collection points were chosen, from the georeferencing of the area by satellite images, with simple sampling, totalizing seven campaigns, distributed between april/2015 and june/2016. The results showed the presence of total coliforms and *E. coli* in all samples, ranging its concentration, as well as the dissolved oxygen, in function of the rainy and dry seasons, where despite the dilution in the period of greater precipitation, a greater leaching of sediment occurs, arising from the runoff.

Keywords: Environmental sanitation, Domestic sewage, Total coliforms, *E. coli*



1. INTRODUÇÃO

A distribuição de recursos hídricos dá-se de forma desigual no planeta terra, isto é, sua distribuição é heterogênea quanto à disponibilidade e qualidade. O Brasil é um dos países com maior disponibilidade hídrica em superfície e no subterrâneo do mundo, à exemplo da Amazônia, alocada em sua maioria na região norte do país, extrapolando ainda as fronteiras nacionais, possui uma grande reserva hídrica e concentra 81% da disponibilidade dos recursos hídricos brasileiros, que por sua vez concentra 12% dos recursos mundiais (ANA, 2011). Apesar do grande quantitativo, muitas pessoas ainda sofrem com falta de água devido a diversos fatores, tais como climáticos, sociais, políticos, geográficos e econômicos. (VELOSO *et al.*, 2012).

Além da necessidade de obtenção de água em quantidade suficiente para atender a demanda de uma população que vem crescendo em ritmo acelerado, principalmente após a revolução industrial no mundo e seus impactos no Brasil, há também a necessidade de atender a mesma em qualidade, haja vista que a água constitui uma forma de transmissão de doenças (OMS, 2010).

Ressalta-se ainda que o processo de uso e ocupação do solo, traduzidos como urbanização, é um dos fatores que interferem diretamente na dinâmica natural da água, podendo influenciar o ciclo hidrológico, por exemplo, diminuindo a quantidade de evapotranspiração devido à supressão de áreas verdes. Outros produtos dessa intensa ocupação, que quando desordenada provoca sérios riscos e prejuízos ao meio e à própria população, que impactam diretamente a qualidade de vida e a salubridade do meio, são os resíduos e rejeitos, sólidos e líquidos, provenientes das atividades antrópicas. (BRAGA, 2005).

Conforme Libânio *et al.* (2005) e Carreira *et al.* (2001) dispõem, a contaminação das águas naturais configura um dos principais riscos à saúde pública, impactando diretamente a qualidade de vida da população. A principal perturbação da qualidade ambiental dos recursos hídricos é ocasionada pela disposição de esgoto doméstico, com ou sem tratamento, que resultará em mudanças das condições naturais do mesmo, tais como variações de turbidez e pH, além da presença de organismos patogênicos. O autor Carreira *et al.* (2001) ainda destaca a importância da determinação da poluição por esgotos domésticos através de indicadores ativos e passivos. Os primeiros são aqueles adicionados intencionalmente no corpo hídrico que está sendo estudado, como substâncias radioativas e corantes para posterior verificação do padrão de dispersão dos poluentes, bem como a determinação da carga poluidora. Já os indicadores passivos são substâncias naturalmente presentes nos esgoto doméstico, onde dentre elas, destacam-se as bactérias do grupo coliformes.

A autora Firme (2003) afirma que cada esgoto possui sua constituição, variando em função da atividade geradora, que resulta em diferentes compostos, substâncias e organismos. Entretanto, todos podem proliferar doenças além de contaminar solos, mananciais superficiais e subterrâneos. O esgoto pode ser gerado em vários empreendimentos, tais como residências, edifícios comerciais, indústrias, que utilizem banheiros, lavanderias, cozinhas, processo produtivo, dentre outros. Sua composição essencial é água de banho, rejeitos humanos, sabão, gordura e águas de lavagem, podendo conter ainda residual de materiais sólidos. (QUINONES, 2000).

Percebe-se portanto a importância dos indicadores e obras de saneamento, e sua íntima relação com a qualidade de vida da população, que quando acontecem harmoniosamente, promovem a condição de qualidade ambiental, respeitando e suprimindo as demandas das atuais gerações sem deixar de garantir acesso aos mesmos recursos às gerações futuras.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar qualidade microbiológica de uma bacia hidrográfica na região rural do estado do Pará.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o perfil geomorfológico do corpo hídrico da bacia hidrográfica, com ênfase na mata ciliar e os efeitos antrópicos;
- Avaliar parâmetros microbiológicos e químicos, através das análises de coliformes totais e *Escherichia Coli*, além de oxigênio dissolvido, respectivamente, que indicam a qualidade da água, com auxílio da estatística descritiva.

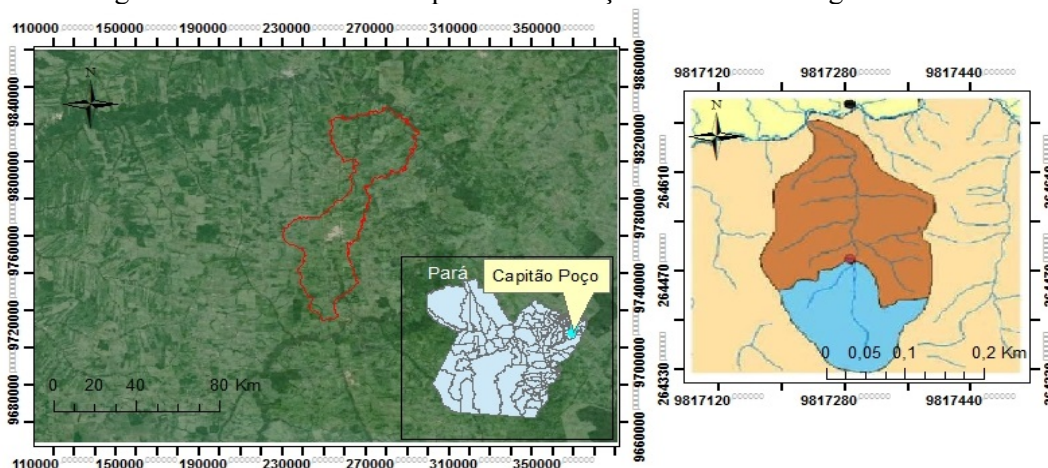
3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

A bacia do Igarapé da Prata está localizada no município de Capitão Poço/PA, na região nordeste do estado, distante aproximadamente 160 km da capital Belém. Está incluída no clima tropical úmido, predominante no estado, com dois regimes chuvosos anuais bem definidos, sendo junho à novembro o de menor precipitação, e de dezembro à maio o de maior precipitação. Há a presença de cenários distintos na configuração do espaço, como floresta primária, área de cultivo, pastagem e terreno descoberto, com áreas de 13,64 km², 2,16 km², 16,12 km² e 4,96 km², respectivamente. (GOMIDE *et al.*, 2010). A Figura 1 mostra a localização espacial da bacia hidrográfica.

Considerou-se um trecho do igarapé de aproximadamente 5,71 quilômetros, do ponto 1 (PT-01) ao ponto 3 (PT-03) e posteriormente do ponto 2 (PT-02), que é um afluente contribuinte ao igarapé principal, ao ponto 3, com escoamento natural. Em seu percurso o igarapé passa por residências, e em sua foz por um estabelecimento comercial de hospedagem.

Figura 1 - Limites do Município e Demarcação da Bacia Hidrográfica

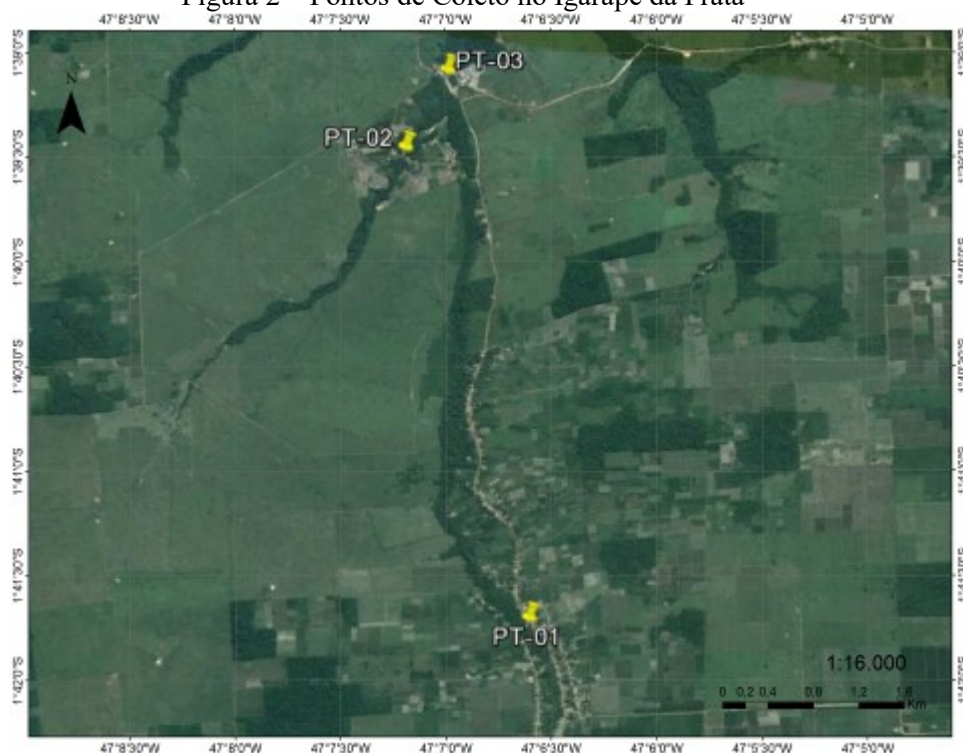


Fonte: Adaptado de Gomide, 2011.

3.2. Métodos

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas no período de abril de 2015 à junho de 2016, com 7 campanhas realizadas. A primeira consistiu em um levantamento bibliográfico, destacando-se os métodos de coleta e análise, segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998). Posteriormente, realizou-se levantamento de campo para determinação dos pontos de coleta georreferenciados, para que os mesmos representassem um diagnóstico da bacia hidrográfica, conforme mostra a figura 2.

Figura 2 – Pontos de Coleta no Igarapé da Prata



Fonte: Autores, 2016.

Uma hipótese da constatação da disposição de esgoto doméstico dar-se-á, dentro outros fatores, pela ausência de rede coletora de esgoto na região, aliada à presença de residências dispersas ao longo do igarapé. Tal hipótese baseia-se na presença de microrganismos no corpo hídrico, além de indicadores de consumo de matéria orgânica, representados nesta pesquisa pela quantificação dos grupos de bactérias coliformes totais e *Escherichia Coli*, além do oxigênio dissolvido.

Portanto, foram realizadas coletas em regime mensal, com amostragem simples em cada um dos três pontos de coleta, de abril de 2015 à junho de 2016, totalizando 7 campanhas e 21 amostras. Utilizou-se o método Colilert para determinação do número mais provável (NMP/100 mL) de bactérias do grupo coliformes e *E. Coli*, quantificados com auxílio da cartela Quanti-Tray. As coletas foram realizadas com frascos de polietileno, autoclavados por 60 minutos a 120 C°. As amostras foram refrigeradas em temperatura de 2 à 8 C° em caixa de isopor, e encaminhadas para análise. Estas foram realizadas no Laboratório Multiusuário de Tratabilidade de Águas e Esgoto (LAMAG), pertencente ao Grupo de Estudos em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Reúso de Efluentes (GESA), localizado na Universidade Federal do Pará (UFPA). As análises de oxigênio dissolvido foram feitas *in loco* com auxílio de uma sonda multiparamétrica YSI, modelo 554.

A amostragem simples não considera as variações ocorridas ao longo do dia, que podem ser de volume, vazão, concentração de poluentes, dentre outros. Entretanto, para minimizar este fato, as coletas foram feitas no mesmo período do dia, pelo turno da tarde. As amostras foram transportadas em caixas de isopor com gelo e lacradas, com um prazo máximo de análise de doze horas. A figura 3 destaca os pontos de coleta no sentido do escoamento, de 1 para 3.

Figura 3 - Fotografias dos Pontos de Coleta.



Fonte: Autores, 2016.

O perfil geomorfológico e a antropização foram verificados *in loco* e através de imagens de satélites, além da estatística descritiva para avaliação dos parâmetros. A tabela 1 apresenta as coordenadas geográficas dos pontos de coleta, obtidas a partir de aparelho GPS.

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas dos Pontos de Coleta.

	Latitude (S)	Longitude (O)
PT-01	1°41'45,60"	47°6'37,31"
PT-02	1°39'30,20"	47°7'12,50"
PT-03	1°39'8,06"	47°7'0,52"

Fonte: Autores, 2016.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos das determinações de oxigênio dissolvido estão dispostos na tabela 2, em mgO₂/L, bem como seus valores de média, mediana, máximos, mínimos e desvio padrão.



Tabela 2 – Valores Obtidos de Oxigênio Dissolvido

DATA	PT-01	PT-02	PT-03
abr/15	6,3	6,7	7,1
mai/15	6,58	7,64	8,69
jun/15	5,16	7,2	7,07
nov/15	7,23	9,6	6,23
dez/15	5	2,33	3,17
mar/16	7,49	8,42	8,51
jun/16	8,15	8,31	8,39
Média	6,56	7,17	7,02
Mediana	6,58	7,64	7,1
Desvio Padrão	1,18	2,33	1,93
Máximo	8,15	9,6	8,69
Mínimo	5	2,33	3,17

Fonte: Autores, 2016.

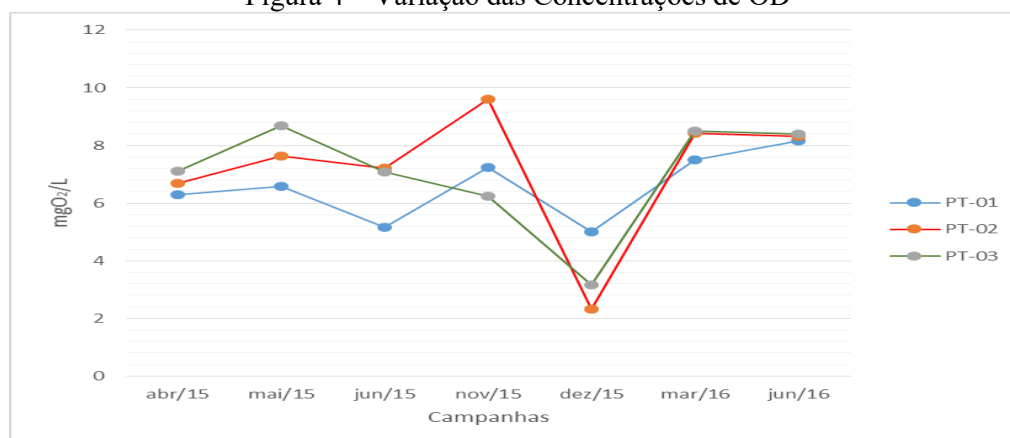
Como pode ser observado, os 3 pontos de amostragem possuem desvio padrão pequeno, isto é, pouca variabilidade entre os dados durante as campanhas. Destaca-se o mês de dezembro de 2015, o qual apresentou os valores mais baixos obtidos. A degradação da qualidade da água pode ocorrer por vários fatores, mas destacam-se o despejo de esgotos domésticos, principalmente durante o período seco, e a deposição de sedimentos por erosão do solo, principalmente no período chuvoso, conforme afirma Molina et al. (2006) que constatou essa relação em um monitoramento da qualidade de água na microbacia do Córrego Água da Bomba em São Paulo. Pelo menos 50% dos valores obtidos estão acima do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para rio classe 2, com boa qualidade.

Frinhani et al. (2010) expõe sobre o impacto antrópico, isto é, a influência das atividades urbanas na qualidade da água, onde através do seu estudo no Rio do Tigre em Santa Catarina, concluiu que a porção do rio que estava localizada na zona rural possuía melhor qualidade em relação à porção urbana do mesmo. Isto ocorre pela proteção promovida pela mata ciliar, além de a carga poluidora ser, geralmente, inferior à de um centro urbano.

Quanto aos meses de estiagem, junho e novembro, percebe-se poucas variações no que diz respeito à concentração de oxigênio dissolvido em relação ao período chuvoso, sugerindo que a carga poluidora não afeta de forma expressiva a qualidade da água. Dessa forma, a poluição do recurso hídrico abordado neste estudo dá-se de forma mais expressiva pela deposição de sedimentos por perda de solo, e não pela deposição de esgotos domésticos. Entretanto, estes não podem ser desconsiderados. A figura 4 mostra o comportamento dos valores.



Figura 4 – Variação das Concentrações de OD



Fonte: Autores, 2016.

Percebe-se que a partir de novembro de 2015, os valores de OD dos pontos 2 e 3, afluente e foz, respectivamente, sofreram quedas, mostrando que a água na nascente apresenta melhor qualidade. A grande queda em dezembro do mesmo ano está atrelada à concentração de poluentes e matéria orgânica adsorvidos aos sedimentos que foram lixiviados para o corpo hídrico, haja vista que havia chovido intensamente durante o todo o dia da coleta, inclusive durante a mesma.

A tabela 3 mostra os números mais prováveis de coliformes totais em 100 mL de amostra (NMP/100 mL).

Tabela 3 – Valores Obtidos nas Análises de Coliformes Totais (NMP/100 mL)

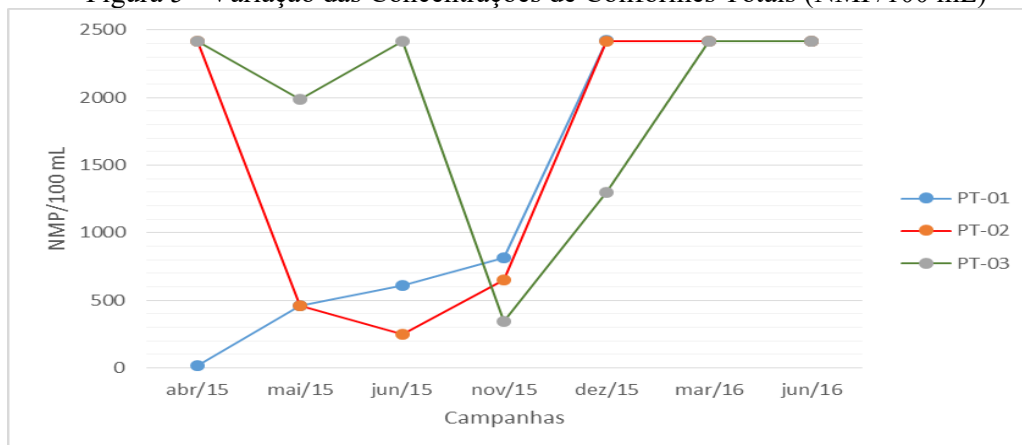
DATA	PT-01	PT-02	PT-03
abr/15	17	2420	2419
mai/15	461	457	1986
jun/15	613	248	2420
nov/15	817	649	345
dez/15	2420	2420	1300
mar/16	2420	2420	2420
jun/16	2420	2420	2420
Média	1309,71	1576,29	1901,43
Mediana	817	2420	2419
Desvio Padrão	1065,97	1058,65	802,70
Máximo	2420	2420	2420
Mínimo	17	248	345

Fonte: Autores, 2016.

As análises mostram médias e medianas elevadas, exemplificando a hipótese do aporte de microrganismos por despejo de efluentes domésticos e através da lixiviação por escoamento superficial na bacia. O PT-03, foz, onde está localizado um estabelecimento de lazer e hospedagem, encontram-se as maiores concentrações, com maior valor mínimo e média. Isto pode estar ligado ao fato de que a foz recebe toda a carga à montante, possuindo maior concentração, apesar da autodepuração que ocorre devido à distância dos outros pontos de coleta, que é aproximadamente 5 km até a nascente (PT-01). A figura 5 mostra o comportamento gráfico das análises.



Figura 5 - Variação das Concentrações de Coliformes Totais (NMP/100 mL)



Fonte: Autores, 2016.

Nota-se que a partir do mês de novembro de 2015, as concentrações elevaram-se em todos os pontos, tornando-se máximas nos períodos de alta precipitação. Ressalta-se o mês de junho do ano corrente, o qual apesar de ser considerado um mês de estiagem, ainda possuía chuvas com intensidade e frequência em toda a região, diferente do quadro do mesmo mês do ano anterior, segundo informações dos moradores da área e da presença de chuva durante as coletas. A tabela 4 mostra os valores obtidos para *Escherichia Coli*.

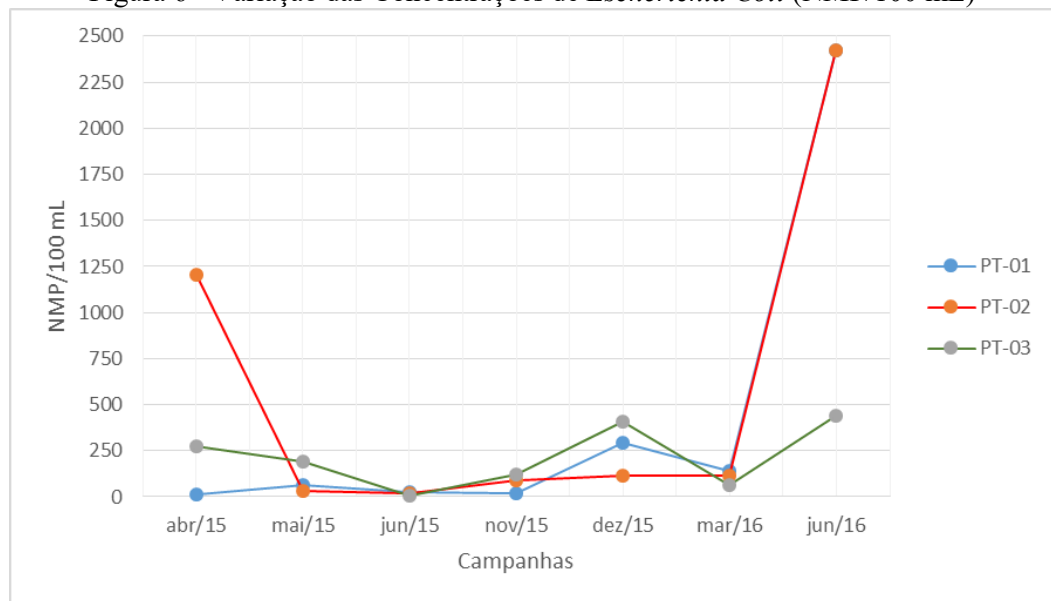
Tabela 4 – Valores Obtidos nas Análises de *Escherichia Coli* (NMP/100 mL)

DATA	1	2	3
abr/15	11	1203	275
mai/15	65	33	192
jun/15	28	17	8
nov/15	22	87	120
dez/15	291	114	411
mar/16	143	117	66
jun/16	2420	2420	438
Média	425,71	570,14	215,71
Mediana	65	114	192
Desvio Padrão	884,92	918,68	166,51
Máximo	2420	2420	438
Mínimo	11	17	8

Fonte: Autores, 2016.

As concentrações de *E. Coli* apresentam características semelhantes às expostas anteriormente em relação à coliformes totais, mas em menor escala. Segundo Sousa (2006), a *Escherichia Coli* está presente no trato intestinal de animais de sangue quente. Dessa forma, a presença desse indicador na água demonstra a presença de material fecal na mesma, que pode ser de origem humana ou de outros animais da região, domésticos ou selvagens. A figura 6 mostra a variação dos resultados.

Figura 6 - Variação das Concentrações de *Escherichia Coli* (NMP/100 mL)



Fonte: Autores, 2016.

Percebe-se a presença de bactérias do grupo coliformes totais e *E. coli* em todas as amostras, o que sugere o despejo de esgotamento sanitário no igarapé, haja vista que existe ocupação no entorno de todos os pontos de coleta, de forma irregular, não possuindo portanto rede de coleta de esgoto, bem como rede de distribuição de água.

Conforme afirma Reani *et al.* (2006), o problema relacionado ao despejo de esgoto sanitário em corpos hídricos está intimamente ligado à ocupação desordenada da margem dos mesmos, e que há impactos diretos, de formas físicas, químicas e biológicas, que podem impedir/modificar o uso da água. O autor Libânio *et al.* (2005) também dispõe sobre os mesmos fatos, atrelando o saneamento ambiental, isto é, serviços de abastecimento de água e redes de esgotamento sanitário, principalmente, como um dos fatores que mais alteram o Índice de Desenvolvimento (IDH) de um país.

Héller (1998) afirma que o investimento em obras de saneamento impactam diretamente a qualidade da água, bem como a taxa de mortalidade em doenças diarreicas, que são as principais consequências da relação entre as bactérias identificadas nesta pesquisa e os seres humanos, em 17% e 65%, respectivamente.

Os resultados das análises mostram que as concentrações variaram ao longo do tempo e em relação a direção de montante para jusante, o que pode estar relacionado ao volume e/ou frequência de despejo da carga poluidora no corpo hídrico, bem como a diluição desses poluentes, devido a ocorrência de chuvas ou contribuição de outros afluentes, que modificam a vazão e volume do igarapé. Segundo Amaral *et al.* (2003) a chuva é o fator que mais contribui para a modificação da qualidade das águas superficiais, pois pode provocar o aumento da taxa de sedimentos carreados para o leito do rio.



5. CONCLUSÕES

A presença de bactérias do grupo Coliformes pode indicar a possível contaminação da água por microrganismos patogênicos, oriundos da deposição de esgoto doméstico, principalmente aqueles causadores de infecções intestinais. Em bacias hidrográficas rurais é de extrema importância a conservação do solo, além da recuperação/preservação da mata ciliar, esta já escassa na bacia do Igarapé da Prata, devido a presença de áreas de cultivo e pastagem de acordo com observações *in loco*. Destaca-se ainda a necessidade da coleta e tratamento de esgotos domésticos, que são os maiores e mais comuns poluidores de corpos hídricos.

Constatou-se que maior parte da degradação do igarapé é causada pela lixiviação de sedimentos, pois atingiu valores altos nos períodos mais chuvosos. Em zonas rurais, pode-se entender a vegetação local como um “efluente”, devido à sua contribuição com matéria orgânica da biomassa, como folhas e frutos, além da decomposição de animais mortos, dentre outros fatores. As concentrações de oxigênio dissolvido mantiveram-se, em sua maioria, em valores que indicam boa qualidade da água, o que sugere que o corpo receptor tem capacidade de auto depurar a matéria orgânica e nutrientes depositados no mesmo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. (Agência Nacional de Águas). **Atlas brasil: abastecimento urbano de água**. Panorama Nacional, 2011.

APHA (American Public Health Association). 1998. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, Washington D.C.

AMARAL, L.A.; NADER, Filho A.; ROSSI, Junior; FERREIRA, F.L.A.; BARROS, L.S.S. **água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**. *Revista de Saúde Pública*, 37: 510-514, 2003.

BRAGA, Benedito; HESPANHOL, Ivanildo. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2a Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL, Ministério da Saúde (MS). **Portaria N° 2914**. 12 de dezembro de 2011.

BRASIL, Lei no 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Política nacional de recursos hídricos**. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 357/2005**, 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. Oficial da União, 18 de março de 2005, p. 58-63.

CARREIRA, Renato; WAGENER, Angela de L. R.; READMAN, James W.; FILEMAN, Timothy. **Distribuição de coprostanol (5β(h)-coleston-3β-ol) em sedimentos superficiais da baía de guanabara: indicador da poluição recente por esgotos domésticos**. *Quim. Nova*, Vol. 24, No. 1, 37-42, 2001.

FIRME, Lílian P. **Caracterização físico química de solos de mangue e avaliação de sua contaminação por esgoto doméstico via traçadores fecais**. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo (USP). Piracicaba, São Paulo, 2013.

FRINHANI, Eduarda M. D.; CARVALHO, Eudislane F. **Monitoramento da qualidade das águas do Rio Tigre, Joaçaba, SC**. *Unoesc & Ciência – ACET*, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 49-58, jan./jun. 2010

GOMIDE, Igor de S.; BLANCO, Cláudio J.C.; SOARES, Rodolfo S.S. **Aplicação do modelo usle para estimar a perda de solo da bacia do igarapé da prata em Capitão Poço – Pará**. IX Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2010.

HÉLLER, Léo. **Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 3(2):73-84, 1998.

HIRATA, Ricardo C.A.; FERREIRA, Luciana M.R. **Os aquíferos da bacia hidrográfica do alto tietê: disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição**. *Revista Brasileira de Geociências* 31(1):43-50, março de 2001.

LIBÂNIO, Paulo A.C.; CHERNICHARO, Carlos A. de L.; NASCIMENTO, Nilo de O. **A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica,**

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO

INFORMAÇÕES



de saneamento e de saúde pública. Engenharia Sanitária e Ambiental Vol.10 - Nº 3 - jul/set 2005, 219-228.

MOLINA, P. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. **Índice de qualidade de água na microbacia degradada do córrego Água da Bomba – município de Regente Feijó – SP.** In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2006.

QUIÑONES, E.M. **Relações água-solo no sistema ambiental do estuário de itanhaém (sp).** Campinas, 185 p. 2000. Tese de doutorado da Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas.

REANI, Regina T; SEGALLA, Renata. **A situação do esgotamento sanitário na ocupação periférica de baixa renda em áreas de mananciais: consequências ambientais no meio urbano.** III Encontro da ANPPAS, Brasília-DF, 2006.

SANTOS, Diego B.O. **Aplicação da rusle a uma pequena bacia hidrográfica da amazônia.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

SILVA, D. F. **Utilização de indicadores biológicos na avaliação da qualidade da água da Baía do Guajará e do Rio Guamá (Belém-Pará).** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, 2006.

SILVA, K. R. M. **Sistema de Esgoto da Bacia do Una em Belém do Pará.** Belém: UFPA, TCC (Engenharia Civil). 2001.

SOUSA, Cristina P. **Segurança alimentar e doenças veiculadas por alimentos: utilização do grupo coliforme como um dos indicadores de qualidade de alimentos.** Revista APS, v.9, n.1, p. 83-88, jan./jun. 2006.

SHIELDS, D.; SOLAR, S., MARTIN, W. **The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability.** Ecological Indicators, vol.2, 2002.

SIQUEIRA, G. W., APRILE, F., MIGUÉIS, A. M. **Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará-Brasil).** Revista Acta Amazônica. Vol 42 (3). 2012.

TUCCI, C. E. M et al. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4ª ed, Porto Alegre. Editora da UFRGS/ABRH. 2012

VELOSO, Nircele da S. L.; MENDES, Ronaldo L. R.; OLIVEIRA, Dênio R. C. de; COSTA, Tony C. D. da. **Água da chuva para abastecimento na Amazônia.** Revista Movendo Ideias ISSN: 1517-199x Vol. 17, Nº 1 - janeiro a junho de 2012.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de águas residuárias: Estudo e modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 2008.

WANG, X., LU, Y., HAN, J. H. E, Gui-zhen; WANG, T.. **Identification of anthropogenic influences of water quality of rivers in Taihu watershed.** *Journal of Environmental Sciences*, n. 19, p. 475-482, 2007.