

Universidade do Estado do Pará
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



Maria da Conceição Silva Damasceno

**Avaliação do Índice de Qualidade de Água (IQA) do
rio Amazonas na orla da cidade de Macapá-AP**

Belém

2015

Avaliação do Índice de Qualidade de Água (IQA) do rio Amazonas na orla da cidade de Macapá-AP

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.

Universidade do Estado do Pará.

Orientadora: Profa. Dra. Hebe Morganne Campos Ribeiro.

Co-orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Takiyama.

Belém
2015
Maria da Conceição Silva Damasceno

Avaliação do Índice de Qualidade de Água (IQA) do rio Amazonas na orla da cidade de Macapá-AP

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará.

Orientadora: Profa. Dra. Hebe Morganne Campos Ribeiro.

Co-orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Takiyama.

Data da aprovação: ___/___/___
Banca Examinadora

_____ - Orientadora
Profa. Hebe Morganne Campos Ribeiro
Doutora em Engenharia Elétrica
Universidade do Estado do Pará

_____ - 1º Examinador
Profa. Lucieta Guerreiro Martorano
Doutora Fitotecnia/Modelagem Agrometeorológica
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Amazônia Oriental
Universidade do Estado do Pará

_____ - 2º Examinador
Prof. Heronides Adonias Dantas Filho
Doutor em Química
Universidade Federal do Pará

_____ - 3º Examinador
Prof. Hélio Raymundo Ferreira Filho
Doutor em Ciências de Gestão
Universidade do Estado do Pará

_____ - Suplente
Prof. Gundisalvo Piratoba Morales

Doutor em Geologia e Geoquímica
Universidade do Estado do Pará

DEDICATÓRIA

A Deus, por ressignificar os meus dias, me fazendo entender que as dificuldades são transitórias e configuram-se como condição para a materialização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) pela oportunidade de cursar o mestrado.

A minha orientadora Profa. Dra. Hebe Morganne Campos Ribeiro, pelo grande incentivo em pesquisar recursos hídricos, base e fator preponderante para o desenvolvimento deste estudo. Pelas orientações na elaboração do trabalho e ainda, por me fazer acreditar que tudo é possível quando se deseja com o coração.

Ao meu co-orientador Dr. Luís Roberto Takiyama, pelas orientações e apoio essencial durante as etapas da pesquisa, contribuindo de forma decisiva para a efetivação desse trabalho.

A Dra. Lucieta Guerreiro Martorano, pelo carinho e por me incentivar a trilhar no caminho da pesquisa.

Ao coordenador do curso de mestrado em Ciências Ambientais, prof. Dr. Altem Pontes por estar sempre presente.

Ao Instituto de Pesquisa científica do Amapá – IEPA, pela concessão de lanchas para efetivação das coletas e pela análise das amostras de sólidos totais.

Aos pesquisadores, técnicos e bolsistas do IEPA, Dinaldo, Sérgio, Daniel, Félix, Uberson e Silas pela grande colaboração no decorrer das coletas.

Ao colega Lucas Santos, pelo apoio ao longo de toda a pesquisa de campo.

Aos colegas e amigos de turma Bruna Henderson, Camila Alice Gomes, Haeliton Arruda, Jackson Figueiredo, Muller Pimentel, Paulo Cesar e Rejane Rabelo pelo constante apoio nas diferentes etapas do curso.

Sou eternamente grata ao meu marido Odielson, por me proporcionar apoio emocional e financeiro indispensável para a realização desse estudo.

Aos meus filhos Gustavo e Vinícius, por compreenderem, mesmo estando próxima, a minha ausência.

Agradecimento especial à Amanda Gemaque, Bruna Mariáh, Gerciene Lobato e Ivanete Palheta pelos incontáveis momentos que me fizeram lembrar que Deus transforma o impossível em possível.

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.

Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

A Amazônia, concentra cerca de 74% dos recursos hídricos superficiais. Contudo, embora esta região seja detentora de grandes mananciais de água doce, houve na última década um crescimento populacional acelerado, a qual não veio acompanhado de serviços de saneamento básico adequados. Nesse contexto, o estudo teve como objetivo avaliar o Índice de Qualidade da Água bruta (IQA) no trecho que se estende do Igarapé das Pedrinhas até o canal do Jandiá, zona costeira da cidade de Macapá. As amostras de águas de superfície na orla da cidade de Macapá- Ap, foram coletadas em um ciclo de maré, em três pontos e em dois períodos sazonais. As variáveis que compõem o Índice de Qualidade de Água, turbidez, oxigênio dissolvido- OD, pH temperatura, fósforo total, nitrato, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio-DBO e coliformes termotolerantes foram analisadas individualmente, e posteriormente, aplicadas no cálculo do Índice de Qualidade de Água – IQA; utilizado pela National Sanitation Foundation- NSF e adaptado pela CETESB. Os resultados apontaram que houve diferenças significativas entre os períodos sazonais estudados, sendo o melhor índice de qualidade de água encontrado na estação chuvosa, compreendendo o período de maior vazão do rio Amazonas. Conclui-se que durante o período chuvoso, o manancial detém maior poder de diluição de eventuais contaminantes. Embora o corpo hídrico estudado não tenha apresentado diferenças significativas entre os pontos no mesmo período sazonal, necessário se faz, tendo em vista o uso e ocupação do solo de forma inadequada, dá atenção especial para a qualidade de água que abastece a vida urbana. Portanto, recomenda-se que sejam realizadas políticas públicas voltadas para o empoderamento social, investimentos em saneamento básico, monitoramento e preservação do manancial.

Palavras – chave: Urbanização. Recurso hídrico. Saneamento básico. Índice de qualidade de água.

ABSTRACT

The Amazon accounts for about 74% of surface water resources. However, while this region is the owner of large freshwater springs, there was in the last decade an accelerated population growth, which did not come accompanied by adequate sanitation services. In this context, the study aimed to evaluate the Quality Index Raw water (IQA) in the passage extending from the Igarapé Rhinestones to the Jandiá channel, coastal town of Macapa. Surface water samples in the Macapá-After the edge of town, were collected in a tidal cycle, three points and two seasonal periods. The variables that make up the Water Quality Index, turbidity, oxygen dissolved- OD, temperature pH, total phosphorus, nitrate, total solids, biochemical oxygen demand, BOD and fecal coliform were analyzed individually, and subsequently used to calculate the index Water Quality - IQA; used by the National Sanitation Foundation- NSF and adapted by CETESB. The results showed that there were significant differences between the three seasonal periods, the best water quality index found in the rainy season, comprising the period of greatest flow of the Amazon River. It is concluded that during the rainy season, the spring has a greater power of dilution contaminants. Although the studied water body did not present significant differences between points in the same seasonal period, need to do, in view of the use and occupation of land inappropriately, gives special attention to the quality of water supplied to urban life. Therefore, it is recommended that public policies are carried out aimed at social empowerment, investments in basic sanitation, monitoring and preservation of wealth.

Key words: Urbanization. Water resource. Sanitation. Quality Score of water.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição das amostragens de campo	21
Tabela 2	Parâmetros físico-químicos e equipamentos utilizados na determinação das variáveis	22
Tabela 3	Classificação do IQA - segundo CETESB	23
Tabela 4	Distribuição do IQA segundo a média, desvio padrão e CV% (coeficiente de variação em percentagem) segundo os pontos de coletas P1, P2 e P3.	26
Tabela 5	Variáveis e valores analisados para o P1 durante o período seco	56
Tabela 6	Variáveis e valores analisados para o P2 durante o período seco	56
Tabela 7	Variáveis e valores analisados para o P3 durante o período seco	57
Tabela 8	Variáveis e valores analisados para o P1 durante o período chuvoso	58
Tabela 9	Variáveis e valores analisados para o P2 durante o período chuvoso	58
Tabela 10	Variáveis e valores analisados para o P3 durante o período chuvoso	59
Tabela 11	Valores do IQA no ponto P1- Igarapé das Pedrinhas	60
Tabela 12	Valores do IQA no ponto P2- Fortaleza de São José de Macapá	60
Tabela 13	Valores do IQA no ponto P3- Canal do Jandiá	61
Tabela 14	Média dos resultados do IQA %, em períodos sazonais	61

LISTA DE QUADRO

Quadro 1	Precipitação pluviométrica acumulada/ mensal	34
----------	--	----

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1	Localização: Canal Norte do rio Amazonas, orla de Macapá, Ap	20
Figura 2	Distribuição sazonal dos parâmetros: turbidez (A), oxigênio dissolvido (B), pH (C), temperatura (D), fósforo total (E), nitrato (F), sólidos totais (G), DBO (H), coliforme termotolerante (I) durante os períodos menos chuvoso (2013) e chuvoso (2014)	24
Figura 3	Distribuição sazonal do IQA	27
Figura 4	Precipitação acumulada no estado do Amapá, Brasil - novembro de 2013 (mm)	32
Figura 5	Precipitação acumulada no estado do Amapá, Brasil - maio de 2014 (mm)	33
Figura 6	A-B. Ficha de controle. C-F. Frascaria e condicionamento das amostras	49
Figura 7	A-F. Localização e caracterização do ponto 1 (P1)	50
Figura 8	A-H. Localização e caracterização do ponto 2 (P2)	51
Figura 9	A-F. Localização e caracterização do ponto 3 (P3)	52
Figura 10	Localização e caracterização do ponto 1 (P1)	53
Figura 11	Localização e caracterização do ponto 2 (P2)	54
Figura 12	Localização e caracterização do ponto 3 (P3)	55

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CAESA	Companhia de Água e Esgoto do Amapá
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IQA	Índice de Qualidade de Água
NSF	National Sanitation Foundation
OD	Oxigênio Dissolvido
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
pH	potencial Hidrogênionico
ALCMS	Área de Livre Comércio de Macapá e Santana
ANQUIM	Análise Química Mineral, Ambiental e Industrial
IEPA	Instituto de Pesquisa Científica do Amapá

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	13
1.2	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	15
2	ARTIGO – AVALIAÇÃO SAZONAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO AMAZONAS NA ORLA DA CIDADE DE MACAPÁ, AMAPÁ	17
	RESUMO	17
	ABSTRACT	17
2.1	INTRODUÇÃO	18
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	19
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
2.4	CONCLUSÃO	27
2.5	AGRADECIMENTOS	27
2.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
3	CONCLUSÃO GERAL	31
	ANEXOS	32
	APÊNDICES	56

1 INTRODUÇÃO GERAL

O desenvolvimento tecnológico e a concentração da população em espaço reduzido aceleraram os múltiplos usos da água em todas as regiões no mundo (TUNDISI, 2003). Com isso, à medida que as atividades econômicas provenientes das indústrias e das exigências das sociedades se diversificam, aumenta a demanda por água (TUNDISI, 2008). Nesse contexto, o consumo mundial de água aumentou mais de seis vezes em menos de um século, mais que o dobro das taxas de crescimento da população (BRITO et al., 2005).

O Brasil possui cerca de 13% da água doce superficial do mundo, porém, sua distribuição no território brasileiro é desigual (TARTARI et al., 2014). A Amazônia detém 74% dos recursos hídricos superficiais e é habitada por menos de 5% da população brasileira (MARENGO, 2008). Enquanto a maior metrópole da América do Sul (São Paulo) tem grandes problemas com a concentração populacional e demanda por substanciais vazões, essa região apresenta grandiosa oferta de água (GIATTI, 2007).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE entre 2000 e 2010, a Amazônia apresentou um crescimento populacional em torno de 28,8%. Ao longo dessa década, a região obteve o maior aumento populacional do Brasil, com crescimento médio de 12, 3% (IBGE, 2010). Porém, Visser et al. (2011) enfatizaram que a população vem concentrando-se nesse espaço, sem dispor de serviços básicos adequados.

O adensamento populacional, sem o devido planejamento, tem ocasionado o aumento desenfreado dos problemas ambientais como o desmatamento, impermeabilização do solo, alteração da topografia, aterramentos de áreas baixas ou alagadas e poluição de mananciais e lençóis freáticos que podem influenciar direta ou indiretamente a qualidade de vida da população (MIRANDA, 2009; SILVA; DIAS, 2011).

Com isso, conforme Libânio et al. (2005), a disponibilidade hídrica é condição importante, porém, não suficiente para garantir qualidade de vida à população.

Para Brito et al. (2005) a qualidade da água é definida por sua composição física, química, biológica e radioativa e, conseqüentemente, pelos efeitos que seus constituintes podem causar ao ambiente.

Na Amazônia, a condição natural das águas é determinada principalmente pela geologia e a vegetação, as quais estabelecem suas características físicas e químicas e a coloração que assumem em determinada região, sendo usualmente classificadas em águas brancas, claras e pretas (SIOLI, 1983).

Ao referir-se a região Amazônica, Cunha et al. (2011), enfatizaram que a escassez de tratamento dos esgotos e dos resíduos industriais lançados nos corpos d'águas naturais é ainda um problema sério a ser resolvido. Ao mesmo tempo, os referidos autores, afirmam que são desconhecidas quase que totalmente as características autodepurativas dos corpos de água na região e pouco se tem estudado os tipos de resíduos poluentes lançados nesses mesmos mananciais.

Nesse contexto, o estudo teve como objetivo geral avaliar o Índice de Qualidade da Água bruta no trecho que se estende do Igarapé das Pedrinhas até o canal do Jandiá, zona costeira da cidade de Macapá.

E como objetivos específicos, verificar a influência das variáveis, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogênionico (pH), temperatura, fósforo total, nitrato, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e coliformes termotolerantes, na determinação do índice de qualidade de água. Comparar os resultados com os valores dos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 e determinar o Índice de Qualidade da Água (IQA). Para este, foi aplicado o cálculo do Índice de Qualidade de Água – IQA; utilizado pela National Sanitation Foundation- NSF e adaptado pela CETESB.

Os resultados desta dissertação estão organizados em um artigo intitulado: Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil.

O artigo está formatado de acordo com as normas da revista selecionada para a publicação. Entretanto, numerações e margens das páginas estão padronizadas segundo normas internas referentes à formatação e demais procedimentos para a preparação de dissertações de mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará.

1.2 REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

BRITO, L. T. L.; SRINIVASAN, V. S.; SILVA, A. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; HERMES, L. C. Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.596-602, 2005.

CUNHA, A. C.; PINHEIRO, L. A.R.; CUNHA, H. F. A.; HARRY, E. Simulação da hidrodinâmica e dispersão de poluentes com monitoramento virtual no rio Matapi – Ap. **REA – Revista de Estudos Ambientais**, v.13, n. 2, p.18-32, 2011.

GIATTI, L. L. Reflexões sobre Água de Abastecimento e Saúde Pública: um estudo de caso na Amazônia Brasileira. **Saúde e Sociedade**, v.16, n.1, p.134-144, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas População 2010. Disponível em: http://ibge.gov.br/home/estatística/população/atlas_saneamento/default_zip.shtm. Acesso em: 20 de fevereiro de 2014.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L., NASCIMENTO, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Eng. sanit. ambient.**, v.10, n.3, p. 219-228, 2005.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v.22, n.63, p. 83-96, 2008.

MIRANDA, R. G.; PEREIRA, S. F. P.; ALVES, D. T. V.; OLIVEIRA, G. R. F. Qualidade dos recursos hídricos na Amazônia – Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. **Ambiente & Água**, v.4, n.2, p. 75-92, 2009.

SILVA, M. J. B.; DIAS, M. B. Urbanização e qualidade de vida no distrito de Icoaraci Belém/Para/Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, v.2, n. 47, p. 1-19, 2011.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1983.

TARTARI, R.; NASCIMENTO, I. C. L.; FROZZI, J. C.; NASCIMENTO, L. J. L.; FIGUEIREDO, M. C.; FABIANO, M. Avaliação da qualidade físico-química da água em uma escola localizada ao sul do Amazonas: proposta de ensino e conscientização ambiental. **Revista EDUCAmazônia**, v.7, n.1, p. 127-146, 2014.

TUNDISI, J.G. Recurso Hídrico: O Futuro dos Recursos. **MultiCiência**, v.1, p. 1-15, 2003.

TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, v.22, n. 63, p.7-16, 2008.

VISSER, S; GIATTI, L. L; CARVALHO, R. A. C.; GUERREIRO, J. C. H. Estudo da associação entre fatores socioambientais e prevalência de parasitose intestinal em área periférica da cidade de Manaus (AM, Brasil). **Ciência & Saúde Coletiva**, v.16, n.8, p.3481-3492, 2011.

Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil

RESUMO

A água é primordial à vida na Terra e essencial para a humanidade, porém as múltiplas e complexas atividades humanas intensificam a alteração deste recurso. Este estudo teve como objetivo avaliar as condições físico-químicas e bacteriológicas de água do rio Amazonas na orla de Macapá, Estado do Amapá. O estudo foi realizado em três pontos, no trecho entre a foz do igarapé das Pedrinhas e foz do canal do Jandiá, considerando as variações espaciais e temporais em períodos sazonais. Foram realizadas coletas para análise das seguintes variáveis: turbidez, oxigênio dissolvido, potencial hidrogênionico, temperatura, fósforo total, nitrato, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes e nitrogênio total. Para as análises estatísticas dos dados foram utilizados métodos de Estatística descritiva, teste não-paramétrico Kruskal-wallis e Coeficiente de variação. Os resultados obtidos foram avaliados individualmente e comparados com os limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), utilizando como referência “águas doces classe 2”. As variáveis DBO e fósforo total apresentaram desconformidade com a resolução. Os resultados do Índice de Qualidade de Água (IQA) indicaram que a água na orla de Macapá, no período menos chuvoso e chuvoso foi classificada, como “boa” e “ótima”, onde a turbidez e DBO, foram preponderantes para o decréscimo do IQA na estação menos chuvosa. Conclui-se que no período de menor vazão, o aporte de desejos lançados próximo ao posto de captação de água para o abastecimento público, pode deteriorar a qualidade da água e comprometer a saúde da população.

Palavras-Chave: urbanização, efluentes, recursos hídricos, saneamento básico, abastecimento de água.

Seasonal evaluation of the quality of surface waters of the Amazon River at the waterfront of Macapa city, Amapa, Brazil

ABSTRACT

Water is essential to life on earth and crucial for humanity, but the multiple and complex human activities intensify the alteration of this resource. This study aimed to evaluate the physical-chemical and bacteriological water conditions of the Amazon River at the Macapa city water front, State of Amapa. The study was conducted at three points in the section between the mouth of the Igarapé das Pedrinhas and mouth of the Canal do Jandiá, considering the spatial and temporal variations in seasonal periods. Samples were collected for analysis of the following variables: turbidity, dissolved oxygen, pH, temperature, total phosphorus, nitrate, total solids, biochemical oxygen demand, fecal coliform and total nitrogen. Descriptive statistical of the data, nonparametric statistical method of Kruskal-Wallis and coefficient of variation were used to analyze the data. The results were evaluated individually and compared with the limits established by Resolution 357/2005 of the National Council for the Environment (CONAMA), using as reference "class 2 for fresh water". The BOD and total phosphorus variables showed disagreement with the resolution. The results of the Water Quality Index (WQI) indicated that the water at the Macapa city waterfront, during the less rainy and rainy period was classified as "good" and "excellent", respectively, where

the turbidity and BOD were predominant for the decrease in WQI in less rainy season. It is concluded that in periods of low water flow, the contribution of wastewater discharged near the water intake station for public supply may deteriorate the water quality and compromise the health of the population.

Keywords: urbanization, effluent, water resources, basic sanitation, water supply

2.1 INTRODUÇÃO

A água é primordial à vida na Terra e essencial para a humanidade (Cech, 2013). Entretanto, as múltiplas e complexas atividades humanas intensificam a alteração deste recurso (Tundisi e Tundisi, 2008), com isso o crescimento exponencial da população, da concentração urbana e do desenvolvimento tecnológico podem contribuir para o aumento do número e intensidade das interferências nos mananciais (Guerra, 2011).

No Brasil, a maior parte da população é urbana (Silva et al., 2014; Carmo et al., 2014). Nesse contexto, à medida que a população concentra-se nas cidades, a interferência nos corpos d'água tende a acelerar o processo de degradação hídrica, uma vez que os efluentes domésticos e industriais são as principais fontes de destruição dos mananciais de água doce (Esteves e Menezes, 2011). Desse modo, a urbanização pode tornar-se um fator potencial de vulnerabilidade hídrica.

Para Amazônia, Homma (2005) afirma que 70% da população da região Norte brasileira é urbana. No Amapá, 90% de seus habitantes vivem nas cidades. Segundo o autor, as concentrações populacionais localizadas ao longo do rio Amazonas estão transformando seu leito em um grande esgoto das cidades ao longo de sua calha (Manaus, Porto Velho, Parintins, Santarém, Macapá, dentre outras).

O Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) constatou que no Estado do Amapá, houve uma crescente concentração populacional, mas essa dinâmica não foi seguida pelo acesso à rede de esgotamento sanitário (IBGE, 2010). Segundo Santos (2012), embora desde os anos 60 o Estado do Amapá já apresentasse uma população urbana maior que a rural, a partir da década de 80 houve um crescimento acelerado, favorecido pelo intenso processo migratório que ocorreu devido, entre outros fatores, à transformação do território em Estado (1988) e posteriormente (1992) à criação da Área de Livre Comércio de Macapá e Santana (ALCMS).

Para Takiyama et al. (2007), as ações humanas podem estar comprometendo a qualidade ambiental dos recursos hídricos no município de Macapá, principalmente nas áreas de maior ocupação. Estudos de Pinheiro et al. (2008), afirmaram que potenciais problemas de poluição na zona estuarina desta cidade, podem representar risco ao sistema de abastecimento público de água do estado do Amapá.

Carmo et al. (2014), afirmaram que em 2000, Macapá, capital do Estado do Amapá, possuía naquele ano, um dos mais altos níveis de consumo de água per capita, o que correspondia a 1,84l L / hab. / dia. O que leva a crer que passado 14 anos tal consumo pode não ter sido acompanhado pela ampliação e melhoria da qualidade de serviços de saneamento básico.

O rio Amazonas, na orla de Macapá, possui fins múltiplos (Sousa e Cunha, 2013; Pinheiro et al. 2008), tais como fonte principal de abastecimento público, receptor de refluxo do sistema de captação e abastecimento de água da cidade (Companhia de Água e Esgoto do Amapá), de água de drenagem fluvial e de esgoto doméstico. É utilizado também, dentre outros, como via de navegação de embarcações de pequeno, médio e grande porte de procedências locais, nacionais e internacionais, porto e recreação.

A referida orla, além da pressão urbana local, sofre influências de procedências fluviais (regime da descarga líquida), pluviais (precipitações sazonais) e oceânicas (efeito de marés) (Torres e El-Robrini, 2006) e, ainda, perturbações antropogênicas provenientes das inúmeras atividades desenvolvidas no seu entorno.

A cidade é cortada por diversos canais (naturais) de drenagens (Silva e Albuquerque, 2013) que ligam as áreas de Ressacas (áreas úmidas) ao rio Amazonas. Tais canais, com o uso e ocupação inadequada do solo ao longo de seu curso, podem alterar a qualidade da água. O crescimento espacial desordenado e acelerado e, conseqüentemente, a escassez de serviços de saneamento básico, são responsáveis por tais alterações (Pereira et al., 2010).

Nesse sentido, as relações e inter-relações inerentes às cidades criam diversidades de ações que, se não bem administradas, podem causar grandes transtornos às áreas urbanas (Tucci, 2008).

Com base nesses pressupostos, as questões que nortearam este estudo foram: como se encontra a qualidade da água na orla de Macapá, em face ao crescimento desordenado da urbanização? Esse corpo hídrico está de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005).

O presente estudo teve como objetivo avaliar as condições físico-químicas e bacteriológicas da água de superfície do rio Amazonas na orla de Macapá, Amapá.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Área de Estudo

A área de estudo está localizada à margem esquerda do rio Amazonas denominado, também, de canal norte do rio Amazonas e Setor Costeiro Estuarino ou amazônico, na orla do município de Macapá, capital do Estado do Amapá, no extremo norte do Brasil.

Macapá concentra o maior índice populacional do Estado, com 398.204 habitantes em uma área de aproximadamente 6.408,545 Km² (IBGE, 2010). Possui clima quente e úmido, com a existência de duas estações bem definidas de precipitação: estação menos chuvosa de agosto a novembro e a estação chuvosa de dezembro a julho quando ocorre 90% do total anual de precipitação (Tavares, 2014). Essa região não apresenta grandes diferenças de temperaturas ao longo do ano e a temperatura média anual varia entre 26 °C e 27 °C. De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014), as temperaturas mais elevadas ocorrem entre os meses de julho a dezembro. A umidade relativa média anual do ar varia em torno de 80% a 90%, indicando, assim, uma alta taxa de umidade na região.

O rio Amazonas possui uma descarga hídrica de 5.7 x 10¹² m³. ano⁻¹. Entretanto, a descarga máxima e mínima alcança, respectivamente, 220.000 m³. s⁻¹ em maio e 100.000 m³. s⁻¹ em novembro (Santos et al., 2007). A costa estuarina em Macapá possui uma dinâmica influenciada pela descarga hídrica e sólida do rio Amazonas, pelas correntes de maré e pela ação antropogênica proveniente da urbanização acelerada e desordenada no seu entorno.

São observadas, no espaço urbano, áreas de “ressacas” (úmidas), influenciadas pela maré. Tais áreas sofrem diversos impactos causados por construção de moradias, aterramento, queimadas, despejos de resíduos sólidos e dejetos, e entre outros (Takiyama et al., 2003).

2.2.2. Localização e caracterização dos pontos de coleta

Foram selecionados três pontos de coletas que possibilitassem a análise do comportamento espacial e temporal do corpo d’água no trecho compreendido entre a foz do Igarapé das Pedrinhas e do Canal do Jandiá (8.85 km), no Rio Amazonas, na orla de Macapá, conforme pode ser observada na Figura 1.

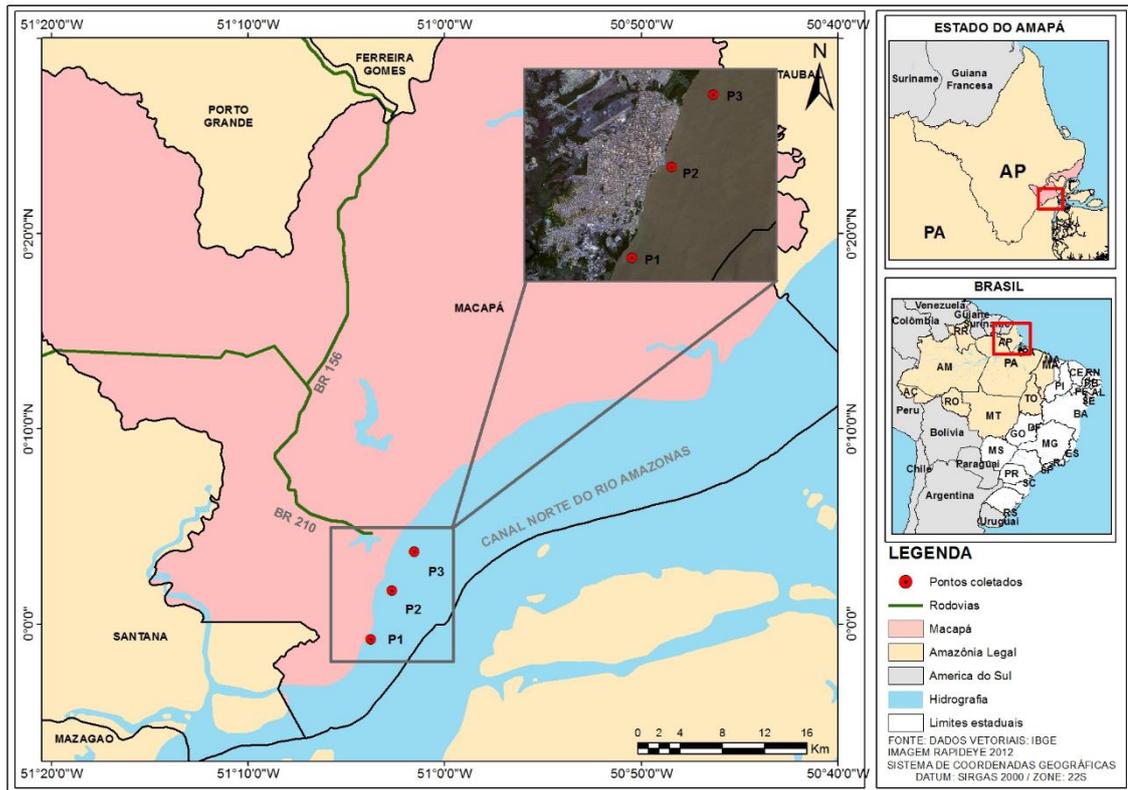


Figura 1. Localização do Canal Norte do rio Amazonas, orla de Macapá – AP.

Para avaliar a dinâmica espacial, foi levado em consideração o possível risco de contaminação proveniente do inadequado uso e ocupação do solo, da escassez de saneamento básico e do lançamento de efluentes diretamente no corpo d'água (cargas pontuais de origem doméstica). Para tal, foram selecionados dois pontos (P1 e P2) localizados mais próximo possível dos lançamentos dos efluentes (500 m da margem), pois os bancos de areia presentes impossibilitaram a escolha de uma distância menor, e um ponto (P3) situado à 1500 m da margem. Este foi escolhido como um provável ponto de menor influência da poluição urbana. O esquema temporal foi baseado no ciclo de maré e no regime pluvial.

Os três pontos de amostragem foram georeferenciados com auxílio de GPS Garmin (modelo GPSmap 62SC) e caracterizados como P1, P2 e P3 como pode ser observado na Figura 1. Para a atividade de campo, foram montadas e treinadas três equipes de coletas.

O P1 está localizado ao sul da cidade de Macapá. A coleta foi realizada a 500 metros da margem esquerda do rio Amazonas na confluência com o Canal das Pedrinhas, o qual atravessa vários bairros do município, interage diretamente com o rio Amazonas e áreas de “ressacas”. No entorno se encontra a bacia de decantação, onde são lançados, de forma *in natura*, dejetos das fossas da capital. Também, ao longo de sua calha, pode ser encontrado além de espaços residenciais ditos convencionais, moradias denominadas de palafitas, madeiras, porto para atracação de barcos de pequeno porte, posto de combustível, estaleiros, entre outros.

O ponto P2 está situado próximo ao posto de captação de água para o abastecimento público de Macapá (na orla do bairro Santa Inês) onde a coleta também foi realizada a 500 metros da margem. Nesse local, pode ser encontrado vários efluentes que são diretamente lançados no rio Amazonas, inclusive os dejetos da própria Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA).

Em seus arredores há concentração de bares, restaurantes, rampa para atracação de embarcações de pequenos portes, presença de canal artificial e importantes pontos turísticos, bem como áreas utilizadas pelos moradores para fins de recreação.

O ponto P3 está localizado nas proximidades do Canal do Jandiá e do Igarapé das Mulheres, ao norte da cidade de Macapá, a 1500 metros da margem. Este canal, assim como o P1, passa por vários bairros, todos quase sem infraestrutura. Em seu entorno, podem ser encontradas edificações para moradias e destinadas às atividades comerciais e serviços, como feira livre, madeireiras, oficinas mecânicas, portos de pequenos portes provenientes de diversas regiões ribeirinhas dos Estados do Pará e Amapá.

2.2.3. Amostragem de campo

O trabalho de campo foi efetivado com a realização de duas campanhas: a primeira no período de descarga fluvial mínima do rio Amazonas, 100.000 m³, (Novembro/2013 – período menos chuvoso) e a segunda no período de descarga máxima, 220.000 m³ (Maio/2014 – período chuvoso).

Em cada campanha, as coletas foram feitas na parte superficial da água a, aproximadamente, 20 cm abaixo da lâmina d'água. O armazenamento e acondicionamento das amostras seguiram metodologia estabelecida pela CETESB (2013), bem como pelas exigências estipuladas pelos laboratórios responsáveis pelas análises: Ecolabor, Laboratório de Análise Química Mineral, Ambiental e Industrial (ANQUIM) e IEPA (Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnologia do Amapá). Para isso, cada laboratório enviou os seus recipientes devidamente etiquetados e preparados para o recebimento de suas respectivas amostras, as quais, posteriormente, foram depositadas em seus devidos frascos e volumes, acondicionadas em isopor e refrigeradas a 4 °C, até posterior análise nos laboratórios, as quais aconteceram dentro dos prazos de validade, de acordo com os protocolos de amostragem e análise de corpos d'água, padronizada pelo *Standard Methods for Water and Wastewater* (APHA, 2005).

Durante os dois períodos sazonais todas as coletas aconteceram simultaneamente nos três pontos, conforme descrito na Tabela 1. Para observar as alterações provocadas pela dinâmica da maré foi empregada a tábua de maré, fornecida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e pelo Banco Nacional de dados Oceanográficos (BNDO).

Tabela 1. Descrição das amostragens de campo.

Período menos chuvoso					Período chuvoso				
Coletas	P1/H	P2/H	P3/H	Maré	Coletas	P1/H	P2/H	P3/H	Maré
1	07:00	07:00	07:00	vazante	1	07:00	07:00	07:00	vazante
2	09:00	09:00	09:00	vazante	2	09:00	09:00	09:00	vazante
3	11:00	11:00	11:00	baixa mar	3	11:00	11:00	11:00	baixa mar
4	13:00	13:00	13:00	enchente	4	13:00	13:00	13:00	enchente
5	15:00	15:00	15:00	enchente	5	15:00	15:00	15:00	enchente
6	17:00	17:00	17:00	preamar	6	17:00	17:00	17:00	preamar

Nota: O P1, P2, e P3 simbolizam os pontos e o H a hora.

2.2.4. Análises das variáveis

As variáveis turbidez, OD, pH e temperatura, foram mensuradas *in loco* e fósforo total, nitrato, DBO e nitrogênio total foram analisadas no laboratório Ecolabor, em São Paulo,

devidamente certificado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), enquanto as variáveis coliformes termotolerantes, foram analisados pelo Laboratório ANQUIM e os sólidos totais pelo IEPA, ambos em Macapá-AP. As metodologias analíticas utilizadas estão elucidadas na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos e equipamentos utilizados na determinação das variáveis.

Variáveis	Metodologia analítica					Local de análise
Turbidez (UNT)	AgSolve	Sonda	Aquaread	AP-2000	e leitor	<i>In loco</i>
	Aquameter					
OD (mg/L)	AgSolve	Sonda	Aquaread	AP-2000	e leitor	<i>In loco</i>
	Aquameter					
pH	AgSolve	Sonda	Aquaread	AP-2000	e leitor	<i>In loco</i>
	Aquameter					
Temperatura (°C)	AgSolve	Sonda	Aquaread	AP-2000	e leitor	<i>In loco</i>
	Aquameter					
Fósforo Total (mg/L)	SMEWW 22ª Ed. - Método(s): 4500-P E					Ecolabor
Nitrato (mg/L)	USEPA - 300.1, 1997					Ecolabor
Sólidos Totais	Methods: SMEWW 2540 D					IEPA
DBO	SMEWW 22ª Ed. - Método(s): 5210 B					Ecolabor
Colifor.Termo.(NMP/100 ml)	SM 9222 A, B, C, D					ANQUIM
Nitrogênio Total (mg/L)	SMEWW 22ª Ed. - Método(s): 4500 N org. B / NH3 C/ NH3 G					Ecolabor

2.2.5. Análise dos dados

Para obter o perfil das variáveis foi utilizado a estatística descritiva (média, mediana, mínimo e máximo) e para testar as diferenças entre pontos e períodos sazonais teste não-paramétrico Kruskal-wallis, e Coeficiente de variação para o IQA. O estudo admitiu o nível de significância de $p < 0,05$. – Os softwares Bioestat® 5.0 (Ayres et.al., 2008) e Excel 2010 foram usados para as análises estatísticas. Para construção dos gráficos foi utilizado Origin versão 8.

As variáveis estudadas como turbidez, oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogênionico (pH), temperatura, fósforo total, nitrato, sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e coliformes termotolerantes, foram avaliadas individualmente e comparadas com os limites estabelecidos pela Resolução 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (Brasil, 2005). Posteriormente, estas variáveis foram aplicadas no cálculo do IQA, exceto o nitrato que foi substituído pelo nitrogênio total e o fósforo total pelo fosfato.

De acordo Von Sperling (2008), o IQA não é um instrumento de avaliação de atendimento à legislação ambiental, mas de comunicação para o público das condições ambientais do corpo d'água. O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice. Para tal, a seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100; **qi:** qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade” em função de sua concentração ou medida; **w_i** peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade e o *i* refere-se ao n° do parâmetro variando de 1 a 9.

A qualidade da água é classificada por faixas de IQA, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Classificação do IQA - segundo CETESB.

Nível	Cor	Faixa de IQA
Ótima	Azul	$79 < IQA \leq 100$
Boa	Verde	$51 < IQA \leq 79$
Aceitável	Amarela	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	Vermelha	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	Preta	$IQA \leq 19$

Fonte: Von Sperling, 2008.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Resultados por variável

Para a turbidez (Figura 2A), no período menos chuvoso, a mediana foi de 68,95 UNT com valores numéricos variando de 63,7 a 70,0 UNT e no chuvoso, de 29,80 UNT, com valores mínimo de 24,2 e máximo de 34,6 UNT. Como referência, os estudos de Silva et al. (2014) no rio Guamá, no Estado do Pará, encontraram durante o período chuvoso níveis de turbidez de 27,4 UNT, ou seja, valores próximos aos detectados neste estudo.

O teste Kruskal-wallis ou teste H inferiu que houve diferença significativa ($H=28.930$ e $p=0.0001$) entre os pontos P1 no período menos chuvoso com os três pontos, no chuvoso, e entre P2 na estação menos chuvosa com P1 na estação chuvosa.

Os resultados apontam que no período de menor vazão, os pontos (P1 e P2) localizados mais próximos da margem e do posto de captação de água para o abastecimento público, apresentaram maiores valores de turbidez no período menos chuvoso. Neste período, a água está mais vulnerável à interferência antrópica, (Pereira et al., 2009), podendo comprometer a saúde pública. Conforme, Silva e Araújo (2003), a turbidez pode se fixar aos patógenos existentes, e dificultar a ação do cloro sobre os mesmos.

As águas superficiais em rios estuarinos apresentam redução de teores dessa variável na estação chuvosa, podendo ser decorrente do aumento da vazão, pois a estação de maior oferta pluvial favorece a diluição e a autodepuração das águas, (Cunha et al., 2005).

Resultados contrário foi detectado por Santi et al (2012) no Igarapé São Francisco em Rio Branco, capital do Estado do Acre, onde maiores valores foram encontrados no período chuvoso. Tal resultado pode ser explicado pelo fato do igarapé possuir menor vazão, comparado ao grande volume hídrico do rio Amazonas.

Quanto a legislação, o valor limite da turbidez estabelecido pelo CONAMA, 357/05 (BRASIL, 2005) para águas doces de Classe 2 é de 100 UNT. Logo, os valores encontrados na orla de Macapá estão em conformidade com a resolução.

Para o oxigênio dissolvido, foi observado, (Figura 2B), que o período menos chuvoso e chuvoso apresentou mediana de $7,18 \text{ mg L}^{-1}$ e $6,52 \text{ mg L}^{-1}$ respectivamente.

Na estação menos chuvosa a presença de vento se mostrou mais forte e constante, o que pode ter favorecido uma maior dissolução de oxigênio na água. Por outro lado, durante o período de chuva há um aumento da matéria orgânica dissolvida e particulada onde esta se origina pela própria ressuspensão do sedimento ou a partir das águas dos tributários e águas de

escoamento superficial, que por sua vez, pode reduzir os níveis de OD (Esteves, 2011 ; Takiyama et al. 2003).

Houve diferença estatística significativa ($H = 27.5487$ e $p = 0.0001$) no P1 no período menos chuvoso com relação aos três pontos estudados na estação chuvosa. Bem como, no P2 no período menos chuvoso com o P1 e P2 no chuvoso. O teste inferiu que a estação com maior oferta pluvial favoreceu menor concentração de OD nos pontos 1 e 2, localizados mais próximos da interferência urbana.

Comparado os valores de OD obtidos com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005), que estipula que o valor de OD não deve ser inferior a 5 mg L^{-1} para as águas doce da classe 2, o ambiente aquático em questão, nos dois períodos estudados, está de acordo com o limite estipulado pela referida resolução.

De acordo com a Figura 2C, o pH apresentou mediana de 6,31 e 6 no período menos chuvoso e chuvoso respectivamente. Resultados similares foram encontrados por Santi et al. (2012), no período de alta pluviosidade. Os autores enfatizam, que os resultados são explicados, pelo fato das águas da precipitação atmosférica serem mais ácidas. Contudo, Maier (1987) afirma que uma pequena diminuição no pH pode estar associada ao aumento no teor de matéria orgânica que leva a conseqüente queda na quantidade de oxigênio dissolvido disponível no corpo hídrico.

Houve diferença estatística significativa ($H=17.0292$ e $p=0.0044$) do pH, no P3 (1500 metros da margem) durante o período menos chuvoso comparado ao P1 (500 metros da margem) no período chuvoso. Tais resultados indicam que a água no período chuvoso, próximo ao canal das Pedrinhas, se apresentou mais ácida comparada ao período menos chuvoso. Porém, esta acidez parece ser uma característica própria dos rios da Amazônia e aparentemente, não influenciam negativamente na qualidade das águas (Silva et al.,2008).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), a água do rio Amazonas na orla de Macapá, é classificada como Classe 2. Para esse tipo de água, esta resolução estipula que a faixa de pH deve ser de 6.0 a 9.0. Portanto, tais resultados estão dentro da faixa de valores preconizados pela resolução.

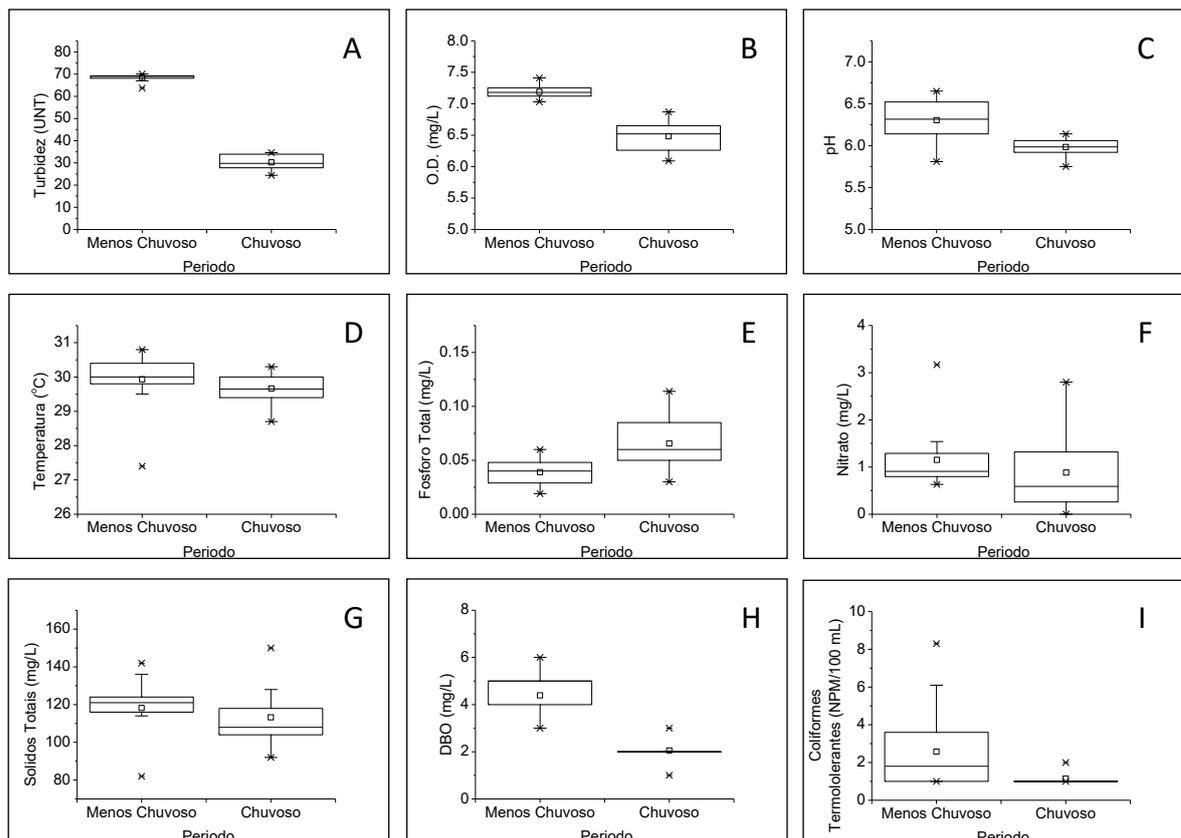


Figura 2. Distribuição sazonal dos parâmetros: turbidez (A), oxigênio dissolvido (B), pH (C), temperatura (D), fósforo total (E), nitrato (F), sólidos totais (G), DBO (H), coliforme termotolerante (I) durante os períodos menos chuvoso (2013) e chuvoso (2014).

No que se refere a temperatura, não houve diferença estatística significativa ($H = 5.0093$ e $p = 0.4147$) entre os pontos e nem entre as estações (Figura 2D). Oscilando no período menos chuvoso com máxima de $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ e no período chuvoso na faixa $29,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este fato foi constatado também por Alves et al. (2012), no rio Arari, na Ilha de Marajó-Pará, em que a temperatura das águas superficiais nesse manancial é característica natural das águas amazônicas, onde sua maior amplitude térmica acontece ao longo do dia e não em sazonalidades diferentes.

O CONAMA 357/05 (Brasil, 2005), estabelece como limite o valor de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Desta forma, os valores encontrados neste estudo estão de acordo com a legislação consultada.

Com relação aos resultados observados em períodos distintos, o fósforo total (Figura 2E), expressou medianas $0,04$ e $0,06\text{ mg L}^{-1}$ nos períodos menos chuvoso e chuvoso, respectivamente. Essa variável apresentou diferença significativa entre as estações, ($H=16.1656$ e $p = 0.0064$). Resultados similares foram encontrados por Siqueira et al. (2012) no rio Parauapebas-Pará.

O fósforo presente nos corpos d'água pode ter procedências naturais ou antrópicas. De acordo com Von Sperling (2007), as principais fontes de fósforo em um corpo d'água são a drenagem pluvial (áreas com matas e florestas, agrícolas e urbanas) e esgotos. Considerando que a maior concentração de fósforo coincidiu com o período chuvoso (fonte difusa), possivelmente sua origem pode ser de processos naturais, da dissociação dos sedimentos em suspensão e da lixiviação do solo pelas águas das chuvas, (Marins et al., 2007; Santos et al., 2010).

O limite estabelecido pela CONAMA 357/05 (Brasil, 2005), é de $0,1\text{ mg L}^{-1}$. Logo, os teores encontrados na estação chuvosa estão em desacordo com a Resolução.

Para a concentração de nitrato (Figura 2F), o maior valor encontrado foi de $3,17\text{ mg L}^{-1}$ no período menos chuvoso no P3. Valores máximos de 128 mg L^{-1} foram detectados por Fagundes et al. (2010) no rio Araguari-AP durante o período chuvoso. Para esta variável, não houve diferença significativa entre os pontos e nem entre as campanhas ($H= 9.7375$ e $P = 0.0830$). Considerando o limite de $10,0\text{ mg L}^{-1}$ para água de Classe 2, a concentração detectada na orla de Macapá encontra-se em conformidade com a resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005).

Os sólidos totais (Figura 2G), apresentaram medianas 65 , 25 e $65,50$, nos períodos menos chuvosos e chuvosos, respectivamente. Portanto, não houve diferença significativa entre os pontos e nem entre as estações ($H=6.4189$ e $p = 0.2676$). Diferente de Fagundes (2010) que detectou maiores concentrações na estação chuvosa.

Embora a resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) não trate dessa variável, Brasil (2005) explica que é peculiar dos rios amazônicos apresentarem altos teores de matéria orgânica em suas águas, o que ocorre em virtude de processos naturais que envolvem o bioma.

Conforme a Figura 2H, foi observado que a demanda bioquímica de oxigênio, (DBO) apresentou mediana 5 mg L^{-1} e 2 mg L^{-1} no período menos chuvoso e chuvoso respectivamente. O teste H afirma que houve diferença estatística significativa ($H = 29.1424$ e $p = 0.0001$), entre P2 no período menos chuvoso com os demais pontos na estação chuvosa e o P3 (menos chuvosa) e o P2 (chuvosa) com menor concentração da DBO na estação chuvosa.

Durante a estação menos chuvosa o P2, localizado na proximidade do posto de captação de água para abastecimento público, pode estar evidenciando possíveis perturbações. Neste período, os resultados indicam uma maior presença de matéria orgânica na água, provavelmente pelo despejo de esgoto, (CETESB, 2009). Quanto ao P3, (ponto localizado à 1.500 m da margem) também, na estação menos chuvosa, apresentou maior concentração de DBO, comparado ao P2 na estação chuvosa. Este efeito indica que a vazão do rio Amazonas pode oferecer capacidade de diluição e autodepuração do corpo hídrico e que o P3 pode ser referência como zona de menor carga de poluidora de origem urbana.

Nos estudos de Alves et al. (2012) no rio Arari, ilha do Marajó-PA, os maiores valores foram detectados durante o período chuvoso, devido ao processo de ressuspensão ou por ação das marés altas que inundam as margens e carregam materiais orgânicos para o rio. No caso da orla de Macapá, sugere-se que o aumento da DBO na estação menos chuvosa pode estar atrelado à interferência antropogênica proveniente do inadequado uso e ocupação do solo e do lançamento de efluentes domésticos *in natura* no manancial.

O corpo d'água em questão apresentou valor máximo de 6 mg L⁻¹ durante o período menos chuvoso. Tal resultado insere o corpo d'água analisado acima do permitido pelo CONAMA/357/05 (Brasil, 2005), onde o máximo até 5 mg L⁻¹.

Para os coliformes termotolerantes na Figura 2I, entre as duas campanhas os valores mais altos foram observados na estação menos chuvosa, com máxima de 8.0 NMP em 100 ml⁻¹ para esta variável. Pereira et al. (2009), encontraram no rio Caeté na Amazônia brasileira, maiores valores também nesta estação, de acordo com os autores, neste período, a baixa taxa de precipitação, diminui a vazão e favorece maior concentração de efluentes no manancial, o que pode contribuir para elevar os valores dos coliformes.

Nos estudos de Haddad e Magalhães Júnior (2010) no rio São Miguel, em Minas Gerais, picos de concentrações de coliformes termotolerantes se apresentaram durante a estação chuvosa.

Conforme o teste H a variável coliforme termotolerante não apresentou diferenças significativas entre os pontos e nem entre as estações (H=9.8743 e p =0.7890). A resolução CONAMA 357/05 estabelece limite de 1000 NMP em 100 mL⁻¹ para este parâmetro. Logo, pode-se concluir que os coliformes termotolerantes estão em acordo com os limites da referida legislação (Brasil, 2005) para Classe 2 de águas doces.

2.3.2. Resultados dos Cálculos de Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Após a aplicação do teste não-paramétrico, Coeficiente de variação, com p-valor = 0.0272, pode-se afirmar que as diferenças entre as médias das campanhas são estatisticamente significativas com relação ao IQA (Tabela 4). Entretanto, com relação aos pontos num mesmo período sazonal, não houve diferença estatística significativa (P > 0,05).

Tabela 4. Distribuição do IQA segundo a média, desvio padrão e CV% (coeficiente de variação em porcentagem) segundo os pontos de coletas P1, P2 e P3.

Coleta	Índice de qualidade da água					
	Menos chuvoso	DP	CV	Chuvoso	DP	CV
Ponto-P1	76.54	± 3.94	5.15%	81.14	± 0.94	1.15%
Ponto-P2	78.02	± 1.01	1.30%	80.82	± 2.26	2.80%
Ponto-P3	75.55	± 2.47	3.26%	81.02	± 2.02	2.49%

Média	76.70	± 1.01	1.62%	80.93	± 0.16	0.20%
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------	---------------	--------------

Ao comparar os dois períodos (Figura 3), a estação chuvosa apresentou melhor índice de qualidade. Esta comprovação pode ser explicada pela diluição dos contaminadores no período de chuva. Embora a descarga de efluentes sem tratamento seja constante, o aumento da vazão devido às chuvas, podem causar a diluição (Sabino et al. 2008).

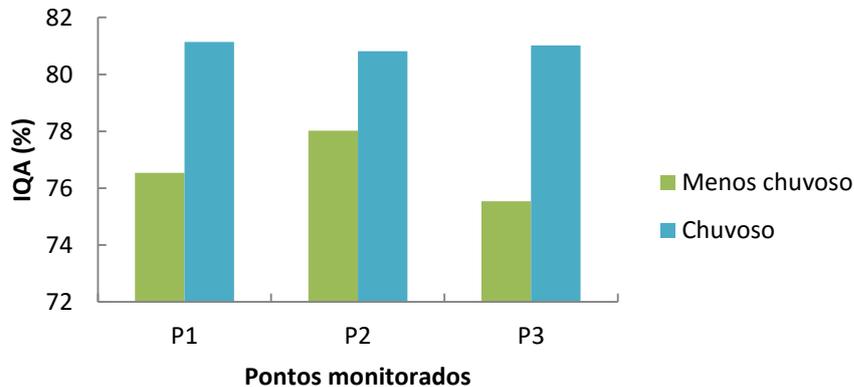


Figura 3. Distribuição sazonal do IQA

Os resultados do Índice de Qualidade de Água (IQA) no período menos chuvoso e chuvoso se encontraram na faixa de $70 < \text{IQA} < 90$ e $90 < \text{IQA} \leq 100$, respectivamente. Portanto classificado de acordo com a CETESB (Von Sperling, 2008) na qualidade de “boa” e “ótima”.

2.4 CONCLUSÃO

As análises do teste não-paramétrico Kruskal-wallis identificaram as variáveis turbidez e demanda bioquímica de oxigênio, nos pontos mais próximos do espaço urbano (P1 e P2), como sendo fatores de evidências de degradação hídrica, durante o período menos chuvoso.

Ao comparar os resultados deste estudo com os valores recomendados pela resolução CONAMA 357/05, para “águas doces classe 2”, apenas as variáveis DBO e fósforo total apresentaram desconformidade com a resolução.

A oferta hídrica do rio Amazonas, somado às influências pluvial e oceânica apontam condição de dispersão, diluição e autodepuração do corpo d’água estudado.

O teste não-paramétrico, Coeficiente de variação aplicado ao Índice de Qualidade de Água (IQA), demonstrou que a variação sazonal foi relevante para que houvesse diferenças estatisticamente significativa entre os períodos distintos.

No período de menor vazão, o aporte de desejos lançados *in natura* próximo ao posto de captação de água para o abastecimento público, pode deteriorar a qualidade da água e comprometer a saúde da população.

Portanto, os resultados alcançados neste estudo podem oferecer suporte para novas pesquisas, monitoramentos e políticas públicas voltadas para mitigação de impactos ambientais e de saúde pública.

2.5 AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) pela oportunidade de cursar o mestrado.

Ao Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá – IEPA, pela concessão de bolsistas para auxiliar nas coletas, lanchas, bem como, pelas análises da variável sólidos totais.

2.6 REFERÊNCIAS

- ALVES, I. C. C.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M. L. S.; MONTEIRO, S. M. BARBOSA, L. P. F.; GUIMARÃES, J.T. F. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amazônica**, v. 42, n. 1, p. 115-124, 2012.
- APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Edition. Wasghington D.C. American Public Health Association. 2005.
- APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Puplic Health. Association and Others, Wasghington D.C., 2005.
- AYRES, M; AYRES Jr; AYRES, D. L; SANTOS, A. A. S. **Bioestat Versão 5.0**. Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq. Belém- Pará, 2008.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. [CONAMA]. 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 dá outras providências. Brasília (DF); Diário Oficial da União. Gráfica e Editora Itamarati, 2005.
- BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.
- CARMO, L. R.; DAGNINO, R. S.; JOHANSEN, I. C. Transição demográfica e do consumo urbano de água no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 31, n. 1, p. 169-190, 2014.
- CECH, T. V. **Recursos Hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão**. Tradução de Eliane Ferreira Paim, Luiz Claudio de Queiros Faria e Rafael Anselmé Carlos. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2013. **Índices de Qualidade das Águas**. São Paulo: Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/01.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2013.
- CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO **Variáveis de qualidade de água**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#transparencia>>. Acesso em: 10 mar. 2015.
- CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F.; SOUZA, J. A.; NAZARÉ, A.; PANTOJA, S. Monitoramento de Águas Superficiais em Rios Estuarinos do Estado do Amapá sob

- Poluição Microbiológica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 1, n. 1, p. 191-199, 2005.
- ESTEVEES, F. A.; MENEZES, C. F. S. Papel da Água e da Limnologia na sociedade Moderna. In: ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 62-73.
- FAGUNDES, B. V.; CUNHA, A. C.; RODRIGUES, A. S. L.; SIQUEIRA, E. Q. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. **Revista Biociências**, v. 16, n. 1, p. 57-72, 2010.
- GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertarand Brasil, 2011.
- HADDAD, E. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais. **Geosul**, v. 25, n. 49, p. 79-102, 2010.
- HOMMA, A. K. Amazônia: como aproveitar os benefícios da destruição? **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 115-135, 2005.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=160030&search=||infinf%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 2 fev. 2014.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET (Brasil). **Normas climatológicas do Brasil**. Brasília, 2014. 465p.
- MAIER, M.H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira - Brasil: qualidade da água do rio principal. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.39, n.2, p. 164-185,1987.
- MARINS, R.V; PAULA FILHO, F. J; ROCHA, C. A. S. GEOQUÍMICA de fósforo como indicadora da qualidade ambiental e dos processos estuarinos do rio Jaguaribe - Costa nordeste oriental brasileira **Quim. Nova**, v. 30, n. 5, 1208-1214, 2007.
- PEREIRA, L.C. C; MONTEIRO, M. C; GUIMARÃES, D. O; MATOS, J. B; COSTA, R. M. Seasonal effects of wastewater to the water quality of the Caeté river estuary, Brazilian Amazon. **An Acad Bras Cienc**, v. 2, n. 82, p. 467-478, 2009.
- PEREIRA, S. F. P.; COSTA, A. C.; CARDOSO, E. S. C.; CORRÊA, M. S. S.; ALVES, D. T. V.; MIRANDA, R. G.; OLIVEIRA, G. R. F. Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba-Pará. **Revista de estudos ambientais**, v. 12, n. 1, p. 50-62, 2010.
- PINHEIRO, L. A. R.; CUNHA, A. C; CUNHA, H. F. A.; SOUZA, L. R.; BILHALVA, J. S.; BRITO, D. C.; BRASIL JÚNIOR, A. C. P. Aplicação de Simulação computacional à dispersão de poluentes no baixo rio Amazonas: potenciais riscos à captação de água na orla de Macapá. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, n. 7, p. 27-44, 2008.
- SABINO, C. V. S; ABREU, J. F; LOBATO, W; SABINO, G. S; KNUP, E. A. N. Análise de alguns aspectos da qualidade da água da Bacia do Rio Paraopeba utilizando estatística Multivariada. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 2, p. 6-18, 2008.
- SANTI, G. M; FURTADO, C. M; MENEZES, R. S. A; KEPPELER, E. C. Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do

- igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil. **Ecologia Aplicada**, v. 11, n.1, p. 23-31, 2012.
- SANTOS, E. R. C. Urbanização e Rede Urbana na Amazônia Setentrional Amapaense/Ap. **Revista Formação Online**, v. 2, n. 19, p. 107 -131, 2012.
- SANTOS, M. L. S.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F. A. N.; BARROS NETO, B. Estudo das diferentes formas de fósforo nas águas da plataforma continental do Amazonas. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 569-573, maio/jun. 2007.
- SANTOS, M. L. S.; SARAIVA, A. L. L. DELFINO, I. B; ANTUNES, L. C.; BATISTA, R. M. M; ALVES, I. C. C. Avaliação das Formas de Fósforo nos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental do Rio Amazonas. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v 10, n. 4, p.589-596, 2010.
- SILVA, A.E.P; ANGELIS, C. F; MACHADO, L.A.T; WAICHAMAN, A.V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**. vol. 38, n.4 p.733 – 742, 2008.
- SILVA, D. F.; MOREJON, C. F. M.; LESS, F. R. Prospecção do panorama do saneamento rural e urbano no Brasil. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. especial, p. 245-257, 2014.
- SILVA, E. S.; ALBUQUERQUE, M. F. C. Drenagem Urbana de Macapá: um estudo em geografia da Saúde. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 14. 8-12 abr. 2013, Peru, **Anais...** Peru: UGI, 2013. Não paginado.
- SILVA, L. M.; MORALES, G. P.; LIMA, A. M. M. de. Avaliação da qualidade das águas superficiais dos mananciais do Utinga e dos rios Guamá e Aurá, Belém, Pará. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 3161-3179, 2014.
- SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p.1019-1028, 2003.
- SIQUEIRA, G.W.; APRILE, F.; MIGUÉIS A. M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará – Brasil). **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 413-422, 2012.
- SOUSA, T. B.; CUNHA, E. B. Valoração econômica ambiental: uma estimativa do valor de uso e valor de não uso do rio Amazonas no litoral da capital amapaense. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 264-286, 2013.
- TAKIYAMA, L. R.; RODRIGUES P. A.; CALDAS, U. M. Impacto ambiental em igarapés urbanos nas cidades de Macapá-AP e Santana-AP: variações da qualidade da água em função das marés. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC/AMAPÁ, 2007. Macapá, **Anais...** [S.l.]: IEPA, 2007. Não paginado.
- TAKIYAMA, L. R.; SILVA, A. Q.; COSTA, W. J. P; NASCIMENTO, H.S. Qualidade das águas das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do rio Curiaú. In: TAKIYAMA, L. R.; SILVA, A. Q. da (Orgs.). **Diagnóstico das ressacas de Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Curiaú**, Macapá: CPAQ/IEPA; DGEO/SEMA, p. 81-104, 2003.
- TAVARES, J.P.N. Características da climatologia de Macapá-AP. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 15, n. 50, p. 138–151, Jun/2014.
- TORRES, A. M.; EL-ROBRINI, M. Amapá. In: MUEHE, D. (Org.). **Erosão e Progradação do litoral Brasileiro**. Brasília, DF: M. M. A., 2006. p. 11-40.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

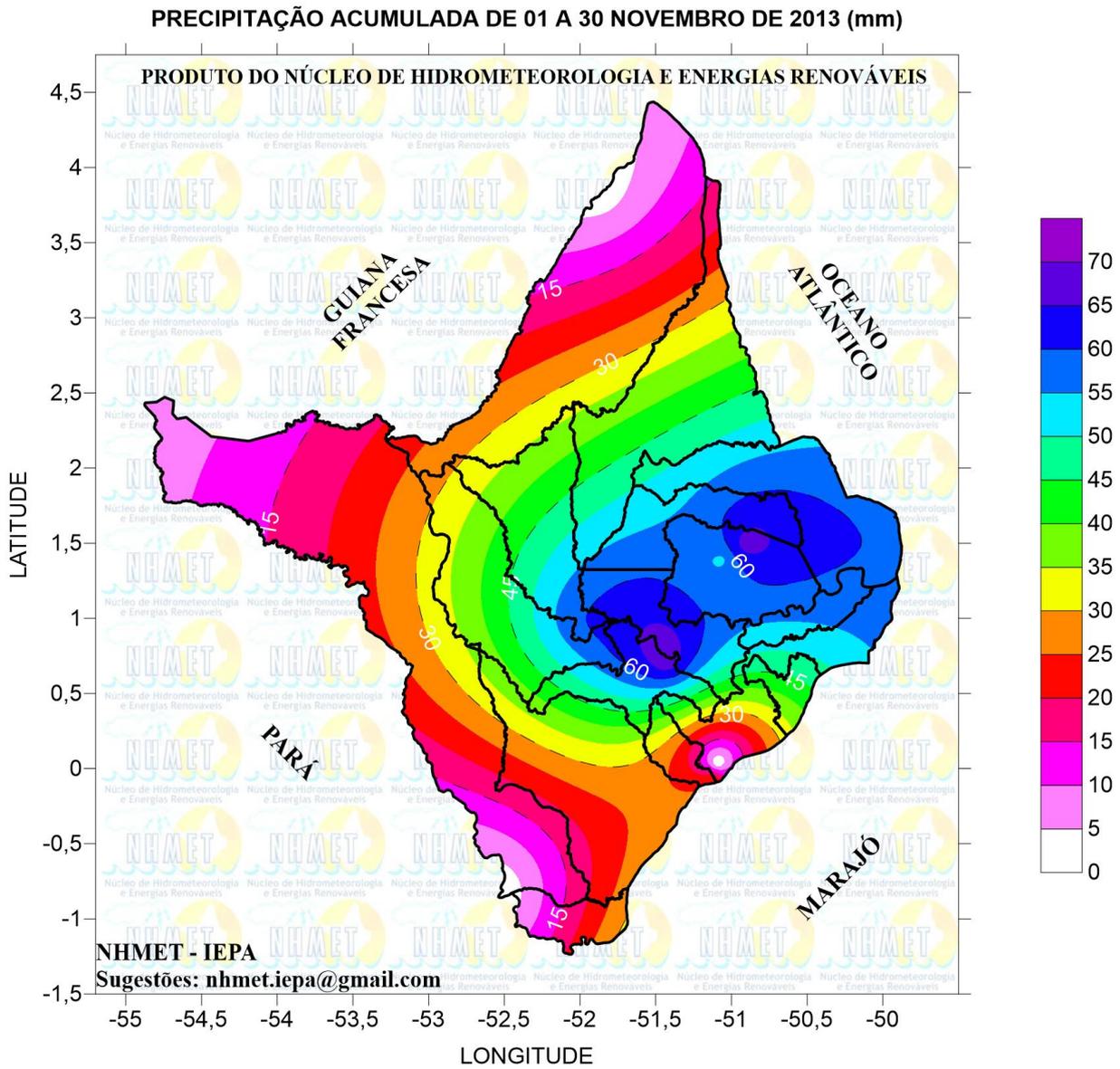
3 CONCLUSÃO GERAL

A água no canal Norte do rio Amazonas na orla da cidade de Macapá possui fins múltiplos, logo, é de grande importância social, econômica e ambiental.

Nesse contexto, mesmo que este estudo tenha indicado que a água se encontra classificada como “boa” e “ótima” nos períodos sazonais seco e chuvoso respectivamente, necessário se faz, tendo em vista o uso e ocupação do solo de forma inadequada, dá atenção especial para a qualidade de água que abastece a vida urbana.

Para isso, as informações levantadas neste estudo, poderão servir de referência para novas pesquisas e para o desenvolvimento de ações interligadas, que possam envolver comunidades científica, poder público e sociedade civil.

Portanto, recomenda-se que sejam realizadas políticas públicas voltadas para o empoderamento social, investimentos em saneamento básico, monitoramento e preservação do manancial.



ANEXO 1

Figura 4. Precipitação acumulada no estado do Amapá, Brasil - novembro de 2013 (mm).

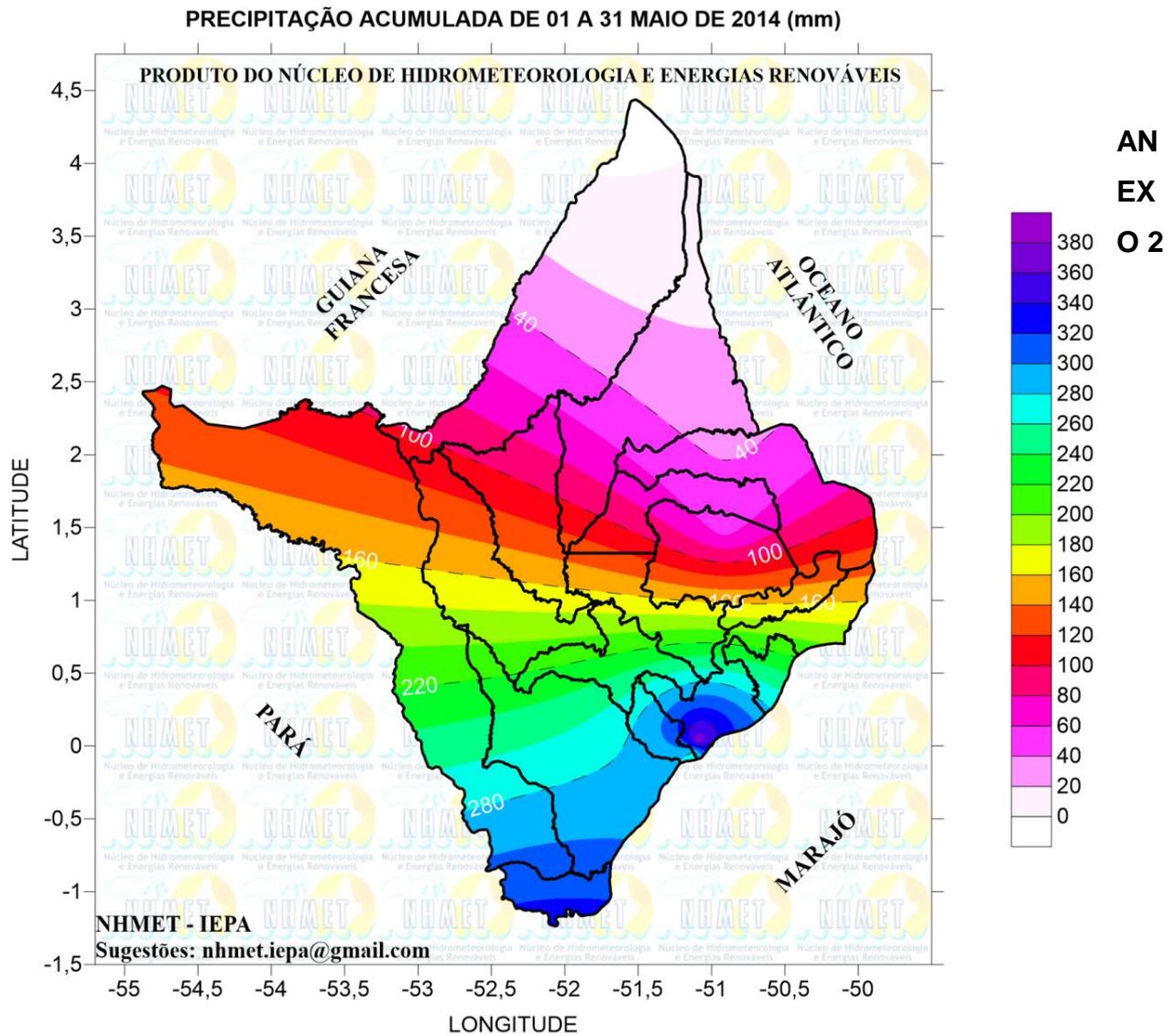


Figura 5. Precipitação acumulada no estado do Amapá, Brasil - maio de 2014 (mm).**ANEXO 3**

Precipitação pluviométrica acumulada no município de Macapá nos anos de 2003 – 2014 (nhmet/iepa/inmet).

Quadro 1. Precipitação pluviométrica acumulada/ mensal.

Meses	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	88.00	182.80	169.70	424.80	64.60	239.80	339.20	281.20	253.90	206.60	328.90	184.50
2	379.30	679.20	455.80	312.50	209.80	268.70	522.70	206.90	371.60	381.60	427.40	484.20
3	318.70	501.30	330.80	436.90	509.60	376.30	316.20	214.70	456.20	465.9	385.50	320.30
4	274.50	356.20	282.60	203.80	550.90	334.30	363.70	401.90	242.20	273.70	490.20	446.10
5	215.90	329.80	258.80	292.60	336.80	261.60	317.20	345.60	377.40	256.90	460.50	272.40
6	166.70	174.90	210.40	412.60	234.90	192.10	286.20	286.70	270.00	130.20	179.70	3.60
7	266.00	191.10	310.20	264.60	232.60	172.60	150.90	115.40	325.40	214.00	251.00	#
8	20.20	146.10	116.80	100.80	165.10	30.60	67.00	155.30	95.20	77.20	158.30	#
9	41.20	34.40	0.70	45.40	19.10	25.20	1.10	33.60	0.10	10.00	18.00	#
10	17.20	0.40	41.60	11.00	59.50	89.70	9.20	91.80	129.70	9.60	16.30	#
11	11.70	0.00	25.40	144.90	3.30	15.80	0.20	79.60	28.40	16.40	22.70	#
12	128.80	105.10	388.70	170.10	309.10	346.60	134.40	201.10	7.60	111.20	78.50	#

Fonte: NHMET/IEPA/INMET

ANEXO 4

Tábua da maré – porto de Santana (estado do Amapá) novembro 2013.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN)
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA (CHM)
BANCO NACIONAL DE DADOS OCEANOGRÁFICOS (BNDO)



PREVISÕES DE MARÉS
PORTO DE SANTANA - CIA DOCAS DE SANTANA (ESTADO DO AMAPÁ)

Latitude: 00°03,7'S Longitude: 051°10,1'W Fuso: +03.0 Ano: 2013
Instituição: CHM/IBGE 63 Componentes Nível Médio: 1.63 m Carta: 00206

Lua	Dia	Hora	Alt.(m)
	SEX 01/11/2013	01:54	2.9
		09:23	0.5
		14:09	2.9
		21:38	0.5
	SÁB 02/11/2013	02:24	3.0
		09:58	0.4
		14:49	3.0
		22:11	0.4
	DOM 03/11/2013	02:58	3.1
		10:39	0.4
		15:19	3.0
		22:53	0.4
	SEG 04/11/2013	03:26	3.1
		11:19	0.4

	16:00	3.0
	23:36	0.4
TER 05/11/2013	04:04	3.2
	12:04	0.4
	16:41	3.0
QUA 06/11/2013	00:21	0.4
	04:51	3.2
	12:53	0.4
	17:26	3.0
QUI 07/11/2013	01:06	0.4
	05:39	3.2
	13:47	0.4
	18:23	3.0
SEX 08/11/2013	01:58	0.4
	06:36	3.1
	14:41	0.4
	19:26	2.9
SÁB 09/11/2013	02:56	0.5
	07:43	3.0
	15:41	0.4
	20:39	2.9
DOM 10/11/2013	04:00	0.5
	08:58	2.9
	16:45	0.4
	21:54	2.9
SEG 11/11/2013	05:11	0.6
	10:15	2.9
	17:54	0.4
	23:06	2.9
TER 12/11/2013	06:34	0.6
	11:32	2.9
	19:08	0.4
QUA 13/11/2013	00:09	2.9
	07:49	0.5
	12:38	2.9
	20:17	0.4
QUI 14/11/2013	01:06	3.0
	08:54	0.4
	13:34	3.0
	21:13	0.4
SEX 15/11/2013	01:56	3.1
	09:49	0.4
	14:21	3.0
	22:00	0.5
SÁB 16/11/2013	02:38	3.1
	10:34	0.4

		15:04	3.0
		22:39	0.5
☺	DOM 17/11/2013	03:13	3.1
		11:06	0.4
		15:47	3.0
		23:06	0.5
	SEG 18/11/2013	03:53	3.1
		11:41	0.5
		16:21	3.0
		23:39	0.5
	TER 19/11/2013	04:23	3.0
		12:09	0.5
		16:58	2.9
	QUA 20/11/2013	00:13	0.5
		04:58	3.0
		12:45	0.5
		17:28	2.9
	QUI 21/11/2013	00:53	0.5
		05:30	3.0
		13:23	0.4
		18:04	2.9
	SEX 22/11/2013	01:36	0.5
		06:08	3.0
		14:02	0.4
		18:47	2.9
	SÁB 23/11/2013	02:17	0.6
		06:54	3.0
		14:47	0.5
		19:28	2.9
	DOM 24/11/2013	03:02	0.7
		07:41	2.9
		15:36	0.6
		20:17	2.8
☺	SEG 25/11/2013	03:54	0.8
		08:36	2.8
		16:26	0.6
		21:17	2.7
	TER 26/11/2013	04:53	0.8
		09:39	2.6
		17:23	0.7
		22:23	2.6
	QUA 27/11/2013	05:56	0.8
		10:51	2.6
		18:23	0.7
		23:28	2.7

QUI 28/11/2013	07:00	0.8
	11:56	2.6
	19:21	0.7
SEX 29/11/2013	00:23	2.8
	07:56	0.6
	12:53	2.7
SÁB 30/11/2013	20:11	0.6
	01:08	2.9
	08:47	0.5
	13:38	2.8
	20:58	0.5

Legenda para as fases da lua: ☉Cheia ☾Crescente 🌑Nova 🌒Minguante

ANEXO 5

Tábua da maré – porto de Santana (estado do Amapá) maio 2014.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN)
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA (CHM)
BANCO NACIONAL DE DADOS OCEANOGRÁFICOS (BNDO)



PREVISÕES DE MARÉS

BARRA NORTE DO RIO AMAZONAS-PONTA DO CÉU (ESTADO DO AMAPÁ)

Latitude: 00°45,7'N

Longitude: 050°07,1'W

Fuso: +03.0

Ano: 2014

Instituição: CHM

32 Componentes

Nível Médio: 2.20

m

Carta: 00201

Lua	Dia	Hora	Alt.(m)
THU 01/05/2014		01:11	4.2
		08:15	0.4
		13:30	4.2
		20:43	0.2
FRI 02/05/2014		01:58	4.1
		08:56	0.5
		14:06	4.1

	21:11	0.4
SAT 03/05/2014	02:41	3.9
	09:38	0.6
	14:53	3.9
	21:56	0.5
SUN 04/05/2014	03:21	3.8
	10:09	0.8
	15:34	3.8
	22:38	0.6
MON 05/05/2014	04:13	3.7
	10:58	0.9
	16:23	3.6
	23:21	0.8
TUE 06/05/2014	05:17	3.5
	11:51	1.0
	17:26	3.5
WED 07/05/2014	00:15	0.9
	06:23	3.5
	12:49	1.0
	18:36	3.4
THU 08/05/2014	01:17	0.9
	07:23	3.5
	13:51	1.0
	19:39	3.4
FRI 09/05/2014	02:19	0.9
	08:19	3.6
	14:53	0.9
	20:38	3.5
SAT 10/05/2014	03:19	0.9
	09:09	3.7
	15:51	0.8
	21:30	3.5
SUN 11/05/2014	04:15	0.8
	09:58	3.8
	16:47	0.7
	22:13	3.7
MON 12/05/2014	05:04	0.7
	10:39	3.9

		17:36	0.6
		23:00	3.8
	TUE 13/05/2014	05:51	0.6
		11:11	4.0
		18:13	0.4
		23:41	3.9
	WED 14/05/2014	06:36	0.5
		11:54	4.2
		18:56	0.3
	THU 15/05/2014	00:11	4.0
		07:09	0.4
		12:28	4.3
		19:41	0.2
	FRI 16/05/2014	00:58	4.1
		07:56	0.4
		13:04	4.4
		20:17	0.2
	SAT 17/05/2014	01:39	4.2
		08:43	0.3
		13:54	4.4
		21:00	0.1
	SUN 18/05/2014	02:15	4.2
		09:23	0.4
		14:38	4.4
		21:53	0.2
	MON 19/05/2014	03:04	4.2
		10:08	0.4
		15:21	4.3
		22:43	0.3
	TUE 20/05/2014	04:00	4.0
		11:02	0.5
		16:17	4.1
		23:38	0.4
	WED 21/05/2014	05:04	3.9
		12:02	0.6
		17:23	3.9
	THU 22/05/2014	00:39	0.5

	06:13	3.8
	13:06	0.6
	18:39	3.8
FRI 23/05/2014	01:47	0.5
	07:24	3.8
	14:17	0.6
	19:53	3.8
SAT 24/05/2014	02:56	0.5
	08:30	3.9
	15:30	0.5
	20:58	3.9
SUN 25/05/2014	04:00	0.4
	09:28	4.0
	16:38	0.3
	21:58	3.9
MON 26/05/2014	05:00	0.4
	10:17	4.1
	17:32	0.2
	22:53	4.0
TUE 27/05/2014	05:56	0.3
	11:04	4.1
	18:15	0.1
	23:38	4.0
 WED 28/05/2014	06:43	0.3
	11:54	4.1
	19:00	0.1
THU 29/05/2014	00:13	4.1
	07:17	0.4
	12:32	4.1
	19:47	0.2
FRI 30/05/2014	01:00	4.0
	07:58	0.5
	13:06	4.1
	20:17	0.3
SAT 31/05/2014	01:41	4.0
	08:39	0.6
	13:51	4.0
	20:56	0.4

Legenda para as fases da lua: ☉ Cheia ☾ Crescente 🌑 Nova ☾ Minguante

ANEXO 6

Revista Ambiente & Água - normas para submissão de artigos.

Forma e preparação de manuscritos

O artigo deverá ser submetido em formato texto (MS Office), não restringido por password para permitir edição. A publicação final será em pdf, html e xml. O artigo deve ser submetido com as seguintes características:

Tamanho da página: equivalente ao tamanho do papel A4 (210 x 297 mm);

Margens (superior, inferior, esquerda e direita): 2,5 cm;

Fonte: Times New Roman, 12, espaço entrelinhas simples, em uma única coluna, com parágrafos alinhados à esquerda e à direita;

Tamanho: os artigos serão analisados com base na qualidade e contribuição científica. Normalmente deveriam ter no máximo de 10 páginas incluindo tabelas e figuras, que não devem ultrapassar o número de cinco (figuras mais tabelas). Nosso custo editorial é proporcional ao tamanho do artigo. Assim, artigos maiores são possíveis, porém, páginas adicionais serão cobradas no valor de R\$ 50,00 por página adicional a 10, contadas após layout padrão da revista e após aceitação do artigo para publicação.

Nos artigos em português ou espanhol, o título, o resumo e as palavras-chave deverão ser escritos também em inglês; e artigos em espanhol e em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão ser escritos também em português.

Primeira página:

Deverá conter apenas o título do trabalho, sem o nome dos autores, afiliação ou e-mail, o resumo e as palavras-chave, em letras minúsculas, separadas por “vírgula” e um ponto final após a última palavra-chave.

Tabelas e Figuras:

Deverão ser numeradas com algarismos arábicos consecutivos, indicados no texto e anexadas no local do artigo mais próximo e depois da chamada. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior, antecidos da palavra Figura (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem em negrito, um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado, tabulado nos limites da figura, observando que o título da figura não é em negrito. Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecidos pela palavra Tabela (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem (em negrito), um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado. Nas figuras e tabelas, quando houver uma fonte de referência, a palavra “Fonte:” vem na parte inferior, seguida da referência, fonte 10, justificado. Títulos de tabelas, figuras e a

ANEXO 6

Revista Ambiente & Água - normas para submissão de artigos (continuação).

fonte terminam sempre com ponto final. As figuras poderão ser coloridas, se necessário, porém, atentar para que o tamanho do arquivo não fique grande; tamanho ideal de arquivo para submissão é de ~500 KB, caso o seu arquivo esteja maior, após verificação em propriedades do arquivo, use técnicas de redução de imagens, por meio de reamostragem, número de bits por pixel, etc. Arquivos até 2 MB poderão ser aceitos, porém, arquivos menores são desejáveis.

As tabelas devem ser sempre inseridas como texto, jamais como figuras/imagens e não usar espaços ou “tabs” para formatar e sim tamanho das células/colunas/linhas. Figuras devem ter fontes legíveis, atentar para o tamanho do texto, alta resolução e inseridas como objeto quando se tratar de gráficos. Figuras não devem ter título na parte superior, só a legenda abaixo dela. Certifique-se de que elas sejam editáveis.

É possível inserir imagens em documentos sem deixar os arquivos tão grandes, basta seguir as instruções abaixo:

Utilize arquivos de imagem em formato JPG, PNG ou GIF. Estes arquivos costumam ter bons padrões de qualidade e não consomem muito espaço em disco e memória;

Para inserir as figuras, não use Copiar/Colar (ou Ctrl+C/Ctrl+V), salve em seu computador as imagens que deseja inserir no documento;

Em seguida, acesse a opção de menu disponível para inserção de imagem do seu editor de texto (Ex: no MSWord e selecione a opção Inserir/Figura/do arquivo) e localize a imagem que deseja inserir no documento. Para finalizar, insira a imagem selecionada no texto.

Para as equações, usar o editor de equações e inserir como objetos e não imagens que devem ser numeradas com a numeração entre parênteses. Usar o MS Word 2010 para a edição das equações.

Estrutura do artigo:

O artigo em PORTUGUÊS deverá seguir a seguinte sequência: TÍTULO em português, 15, negrito, centralizado, primeira letra maiúscula, demais minúsculas (salvo nomes próprios), RESUMO, seguido de Palavras-chave, TÍTULO DO ARTIGO em inglês, ABSTRACT (seguido de keywords); 1. INTRODUÇÃO (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIAL E MÉTODOS; 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO (note o singular); 4. CONCLUSÃO; 5. AGRADECIMENTOS; e 6. REFERÊNCIAS, com parágrafo justificado à esquerda e à direita e com recuo à direita, especial, deslocamento 1 cm e espaçamento entre referências de 8 pt. Verifique artigos já publicados na revista para verificar quais textos devam ser negritados.

O artigo em INGLÊS deverá seguir a seguinte sequência:

ANEXO 6

Revista Ambiente & Água - normas para submissão de artigos (continuação).

TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords); TÍTULO DO ARTIGO em português; RESUMO (seguido de Palavras-chave); 1. INTRODUCTION (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIAL AND METHODS; 3. RESULTS AND DISCUSSION; 4. CONCLUSIONS; 5. ACKNOWLEDGEMENTS; e 6. REFERENCES.

O artigo em ESPANHOL deverá seguir a seguinte sequência:

TÍTULO em espanhol; RESUMEN (seguido de Palabras-llave), TÍTULO do artigo em português, RESUMO em português (seguido de Palavras-chave); TÍTULO em inglês; ABSTRACT (seguido de Keywords); 1. INTRODUCCIÓN (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIALES Y METODOS; 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN; 4. CONCLUSIONES; 5. RECONOCIMIENTO; e 6. REFERÊNCIAS.

UNIDADES

Unidades de medida: use sistema internacional com espaço após o número, e.g. 10 m ou, por exemplo, 10 km h⁻¹, e não km/h. Observe a consistência toda vez que usar a mesma unidade.

Verifique todos os símbolos Gregos e todas as figuras cuidadosamente.

Escreva os números de um a nove por extenso, exceto se forem usados como unidades.

Use um espaço entre unidades: g L⁻¹, e não g.L⁻¹, ou gL⁻¹.

Use o formato 24-h para tempo, com quatro dígitos para horas e minutos: 08h00; 15h30.

Subtítulos: quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecidos de dois números arábicos colocados em posição à esquerda, separados e seguidos por ponto, 12, negrito, alinhados à esquerda.

Resumo: deverá conter os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma sequência corrente de frases em um único parágrafo e conter, no máximo, 250 palavras.

Citações: no texto, as citações deverão seguir as recomendações da ABNT- NBR 10520 com as seguintes especificidades:

Colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, seguido do ano separado por vírgula. Mais de um autor, separam-se os sobrenomes pela

ANEXO 6

Revista Ambiente & Água - normas para submissão de artigos (continuação).

conjunção “e” Mais de dois autores, a expressão et al. é colocada após o primeiro nome. As referências utilizadas deverão ser preferencialmente de periódicos nacionais ou internacionais de alto impacto (níveis A/B do Qualis CAPES), cerca de 15 referências, em revista científicas são esperadas.

Exemplos de como citar:

Jones (1979), Jones e Smith (1979) ou (Jones, 1979; Jones e Smith, 1979), dependendo da construção da sentença. Mais de dois autores: Jones et al. (1979) ou (Jones et al., 1979). Comunicações pessoais ou dados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências e sim no texto, entre parênteses (Jones, comunicação pessoal, 1979), mas de preferência sempre se basear em citações de revistas científicas.

Referências:

Seguirão as recomendações da ABNT-NBR 6023, com especificidades da revista.

Exemplos de como escrever as referências bibliográficas:

Livros:

FALKNER, E. Aerial Mapping: methods and applications. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995. 322 p.

Capítulos de livros:

WEBB, H. Creation of digital terrain models using analytical photogrammetry and their use in civil engineering. In: *Terrain Modelling in Surveying and Civil Engineering*. New York: McGraw-Hill, 1991. p. 73-84.

Artigos em Periódicos Científicos:

HADDAD, E.; SANTOS, C. L. dos; FRANCO Jr., R. S. Novas perspectivas sobre o Instituto da desapropriação: a proteção ambiental e sua valoração. Fórum de direito urbano e ambiental, Belo Horizonte, ano 6, n. 31, p. 17-25, jan./fev. 2007.
MEYER, M. P. Place of small-format aerial photography in resource surveys. *Journal of Forestry*, Washington, v. 80, n. 1, p. 15-17, 1982.

Observar que é importante identificar a cidade da edição e colocar um espaço entre as iniciais dos nomes.

Trabalhos apresentados em eventos (Impresso) (devem ser evitados, se essenciais):

DAVIDSON, J. M.; RIZZO, D. M.; GARBELOTTO, M.; TJOSVOLD, S.; SLAUGHTER, G. W. *Phytophthora ramorum and sudden oak death in California: II Transmission*

ANEXO 6

Revista Ambiente & Água - normas para submissão de artigos (continuação).

and survival. In: *SYMPOSIUM ON OAK WOODLANDS: OAKS IN CALIFORNIA'S CHANGING LANDSCAPE*, 5. 23-25 oct. 2001, San Diego, Proceedings... Berkeley: USDA Forest Service, 2002. p. 741-749.

Trabalhos apresentados em eventos (meio eletrônico) (devem ser evitados, se essenciais):

COOK, J. D.; FERDINAND, L. D. 2001. Geometric fidelity of Ikonos imagery. In: *Annual Convention of American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, 23-27 Apr., St. Louis. Proceedings... St. Louis: ASPRS, 2001. 1 CD-ROM.

Teses e Dissertações: Procurar citar os artigos derivados de teses e dissertações em revistas científicas, se não foram ainda publicados e essenciais, use a forma:

AFFONSO, A. G. Caracterização de fisionomias vegetais na Amazônia oriental através de videografia aerotransportada e imagens LANDSAT 7 ETM+, 2003, 120f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

Referências de sites na Internet (devem ser evitadas, se absolutamente essenciais):

DIAZ, H. F. Precipitation trends and water consumption in the southwestern United States. In: *United States Geological Survey*, 1997, Reston. Web Conference... Disponível em: <<http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/diaz/>>. Acesso em: 15 julho 2014.

Importante:

O arquivo submetido (uploaded) não deve conter nenhuma identificação dos autores, portanto, sem nome dos autores, afiliação ou e-mail. Agradecimentos são desejáveis, mas serão editados para evitar a identificação dos autores até ter sido aceito para publicação. Contudo, o autor correspondente deverá submeter como arquivo suplementar, uma Carta de Apresentação.

As propriedades do arquivo de submissão que identificam a origem devem ser retiradas. Instruções:

Word 2010:

Em Arquivo, ir à aba Informações, Verificando Problemas, Inspeccionar Documento e desmarcar a janela de Propriedades do Documento e Informações Pessoais, Fechar, e Salvar.

Word

2003

Ir à aba Opções, Segurança e eliminar a propriedade de Autoria do arquivo.

ANEXO 6

Revista Ambiente & Água - normas para submissão de artigos (continuação).

CARTA DE APRESENTAÇÃO

Incluir como arquivo suplementar uma carta que deverá conter:

- 1) O título do artigo em sua língua (Português, Inglês ou Espanhol), seguido por nomes do autor completo, afiliação (instituição, unidade ou departamento, cidade, estado, país). Títulos, bolsas de estudo, etc. devem estar na seção Agradecimentos e não em dados dos autores.
- 2) Manter a ordem correta dos autores de acordo com a sua contribuição e responsabilidade no artigo e na mesma ordem dos metadados no sistema de submissão da revista (SEER). Não deverá haver mudanças de autoria até a publicação. Identificar o endereço temporário, se diferente do endereço de afiliação.
- 3) Identificar o autor correspondente.
- 4) Fornecer o endereço de e-mail atual de todos os autores, separados por vírgula na mesma ordem dos nomes dos autores. Verifique que eles estejam atualizados e corretos.
- 5) Incluir na carta de apresentação, a seguinte declaração: Como autor correspondente, li todas as instruções para submissão e declaro que sou responsável pelas informações inseridas no sistema editorial da revista. Asseguro que a contribuição é original e inédita e que não está sendo avaliada para

publicação por outra revista e que não será retirada do processo editorial até a decisão final da administração da Revista Ambiente & Água.

6) O autor correspondente deve também justificar na carta a importância da sua submissão e descrever como ela contribui para o avanço da ciência no que se refere à temática da revista. Isso em um pequeno parágrafo.

7) A carta deve indicar que os autores não têm quaisquer interesses financeiros na publicação que possam comprometer a integridade da publicação. Os fundos de apoio recebidos para a pesquisa devem ser indicados na seção de agradecimentos.

8) Fazer sugestão de quatro possíveis avaliadores que tenham alta produtividade científica, sem conflito de interesse, fornecendo o nome completo, email, título, resumé, link para o Lattes e indicação do porque ele seria um avaliador indicado para o artigo. A revista pratica a avaliação “cega” em que os autores e avaliadores não devem conhecer as suas identidades. O Comitê Editorial poderá selecionar outros avaliadores não sugeridos. Conflitos de interesse envolvem relações de parentesco, orientação, trabalho, ou mesma instituição. É aconselhável indicar avaliadores que sejam referenciados em seu manuscrito.

ANEXO 6

Revista Ambiente & Água - normas para submissão de artigos (continuação).

O autor correspondente se responsabiliza pela declaração em nome de todos os autores.

INSTRUÇÕES FINAIS

A partir de 15 de julho de 2014, a revista passou a cobrar uma taxa de submissão no valor de R\$ 50,00 que não será devolvida mesmo que o artigo seja rejeitado. Dessa forma, deve ser submetido como arquivo suplementar o recibo do pagamento da taxa de submissão feita para:

Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi)
CNPJ: 08.583.615/0001-08; Insc. Mun.: 50.815/07; Insc. Est.: 688.269.140.110
Banco Santander (Brasil) (033), Agência: 0056, Conta Corrente: 13-003991-9

Sem cópia do recibo, a submissão não será considerada. Além da taxa de submissão, sendo o artigo aprovado para publicação, será cobrada uma taxa de R\$ 200,00 para artigos com até 10 páginas (com no máximo cinco figuras/tabelas) e R\$ 50,00 adicionais por página adicional a 10, contadas após versão final do artigo conforme o layout da revista.

Cada edição publicada pela Ambi-Água apresenta uma imagem representativa de um artigo publicado naquela edição que vai ser capa do número. Autores são convidados a destacar na carta que eles gostariam de ter determinada figura

considerada como capa por ser cientificamente interessante e visualmente atraente para a revista. As imagens devem ser de alta resolução (300 dpi) e devem ter aproximadamente 17 por 17 cm. As imagens devem ser originais, e os autores concedem à Ambi-Agua licença para sua publicação. Caso deseje, submeter a imagem como um arquivo adicional suplementar. Os autores devem deter os direitos autorais das imagens apresentadas, sendo os únicos responsáveis pela permissão de uso delas.

Em qualquer caso, os autores concedem à Ambi-Agua a licença para usar qualquer imagem do manuscrito publicado para ser usada como imagem de capa da edição, mesmo que não tenha sido expresso na Carta de Apresentação, a menos que expressamente informem o contrário.

ANEXO 7

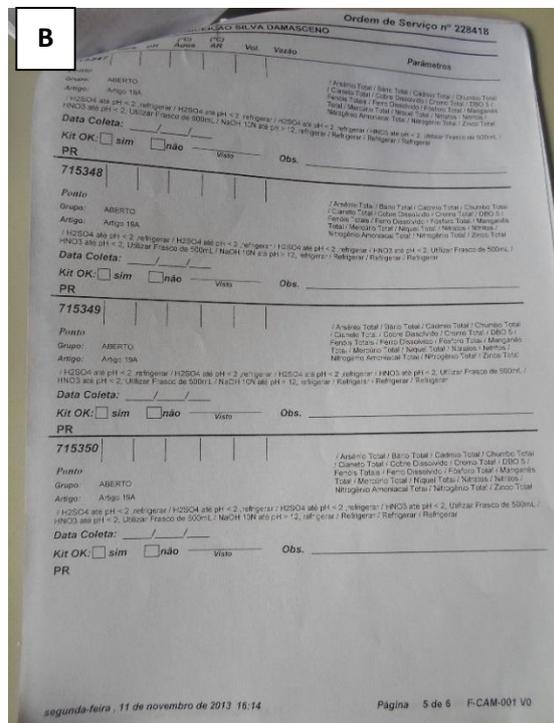
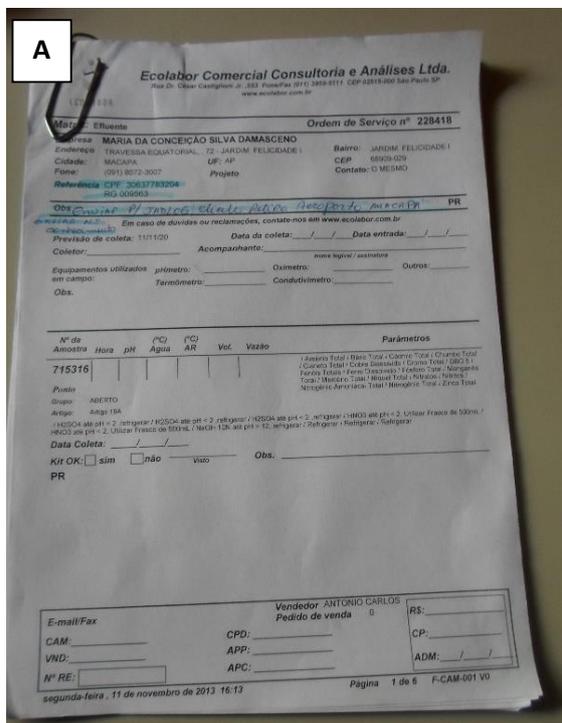




Figura 6. A-B. Ficha de controle. **C-F.** Frascaria e condicionamento das amostras.

ANEXO 8

Imagens obtidas durante a pesquisa de campo.



Figura 7. A-F. Localização e caracterização do ponto 1 (P1).

ANEXO 8

Imagens obtidas durante a pesquisa de campo (continuação).



A

B

C

D



E

F



Figura 8. A-H. Localização e caracterização do ponto 2 (P2).

ANEXO 8

Imagens obtidas durante a pesquisa de campo (continuação).

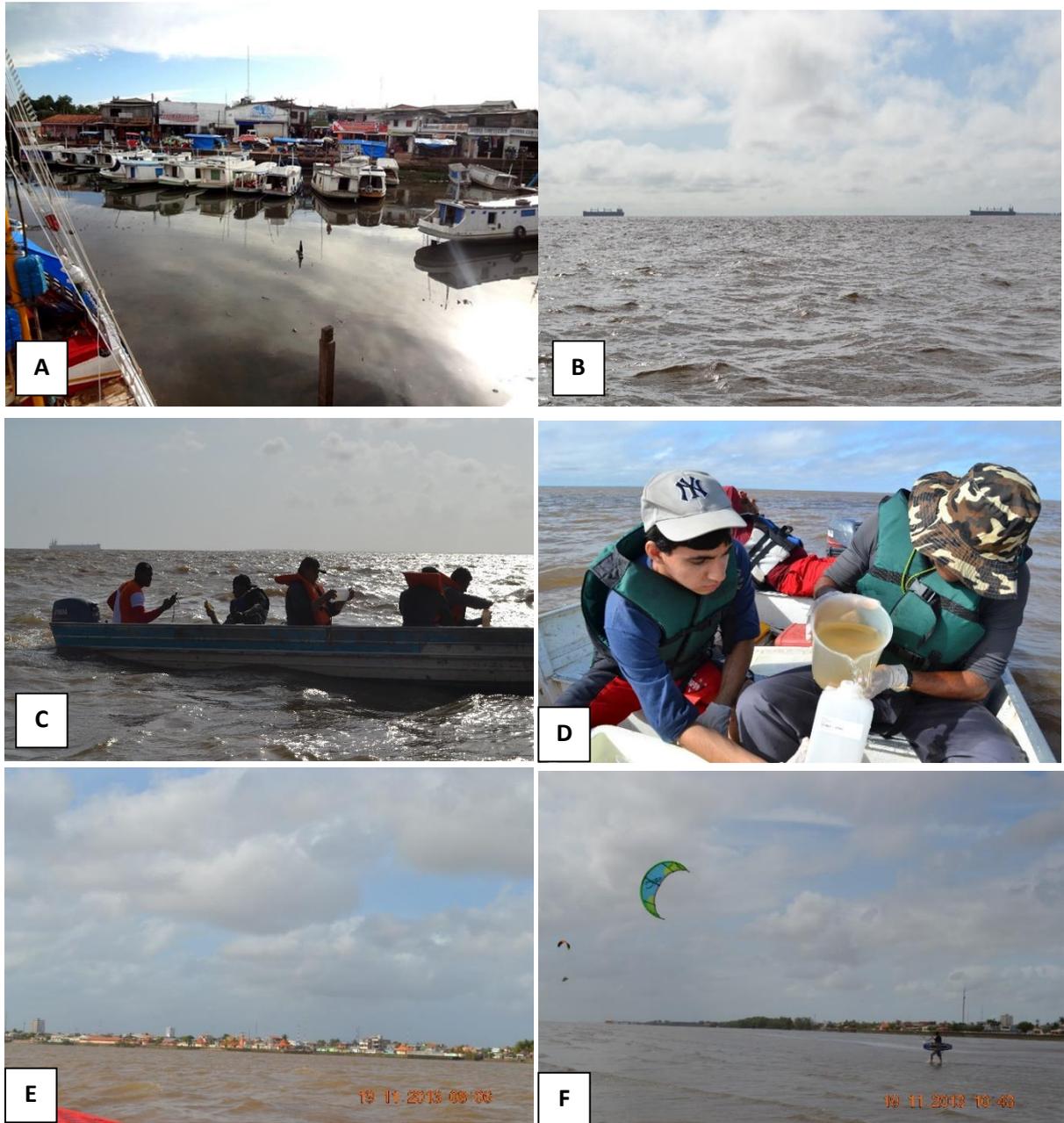


Figura 9. A-F. Localização e caracterização do ponto 3 (P3).

ANEXO 9

Localização dos pontos de coletas.

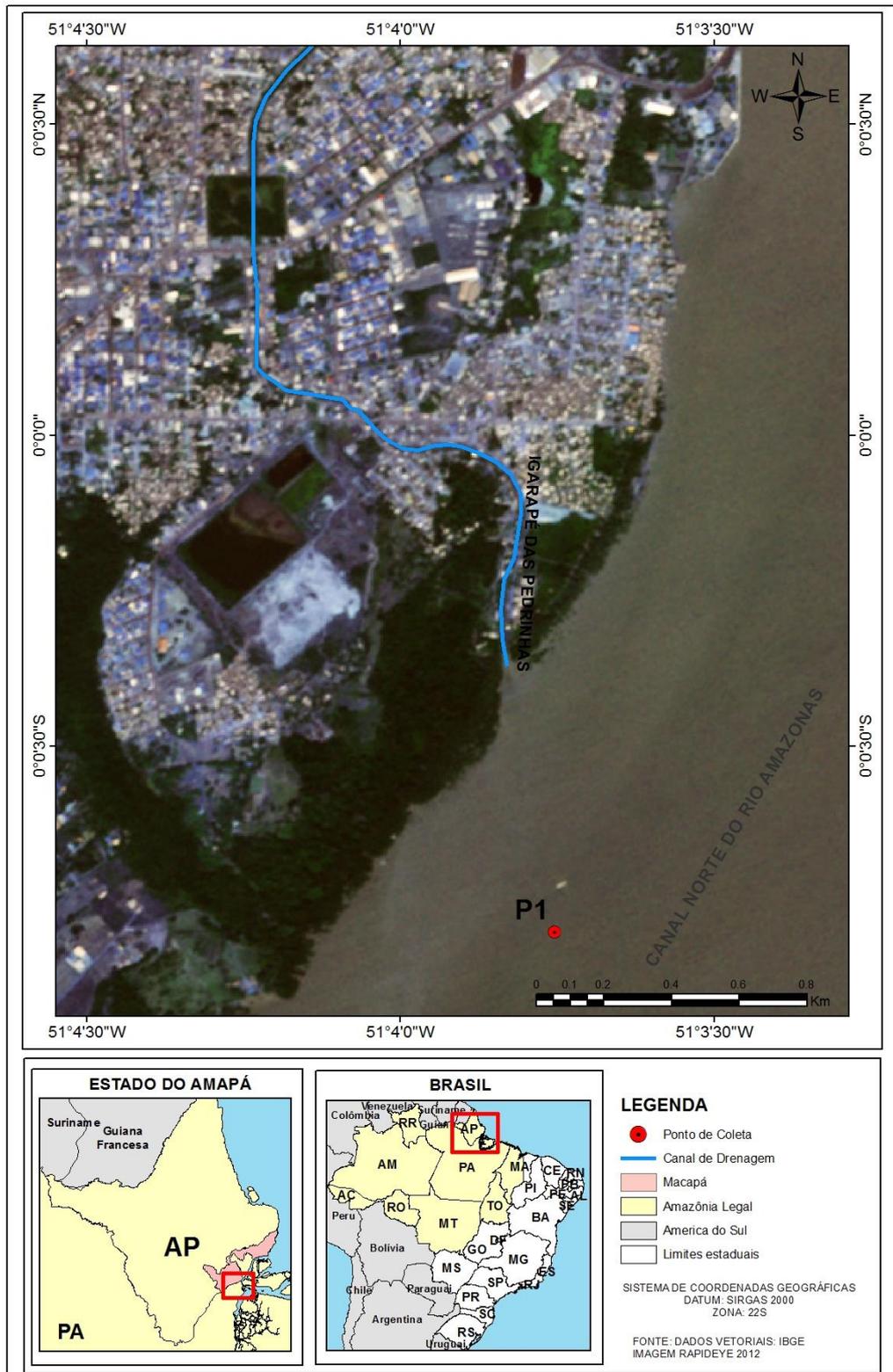


Figura 10. Localização e caracterização do ponto 1 (P1).

Localização dos pontos de coletas (continuação).

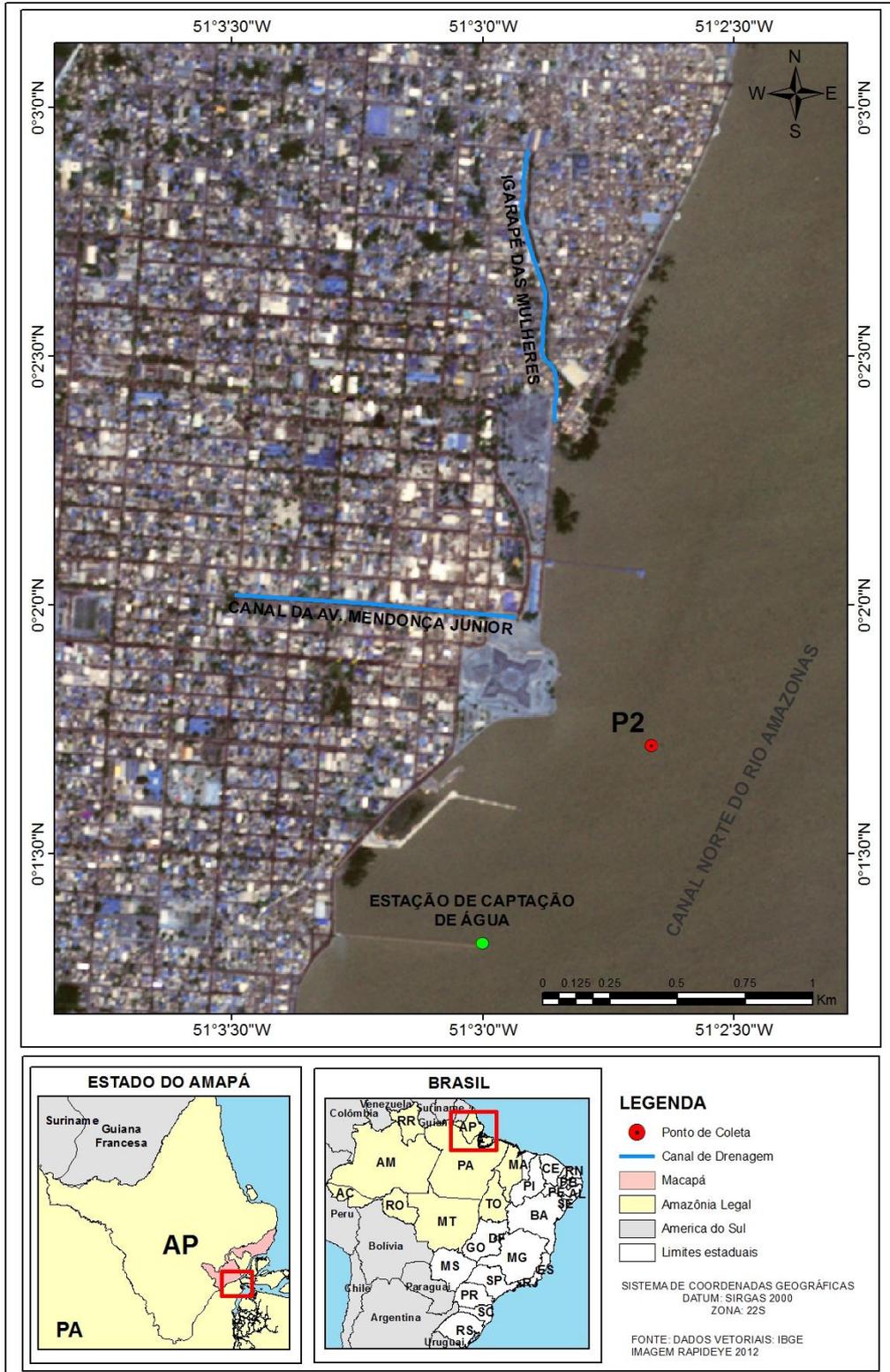


Figura 11. Localização e caracterização do ponto 2 (P2).

Localização dos pontos de coletas (continuação).

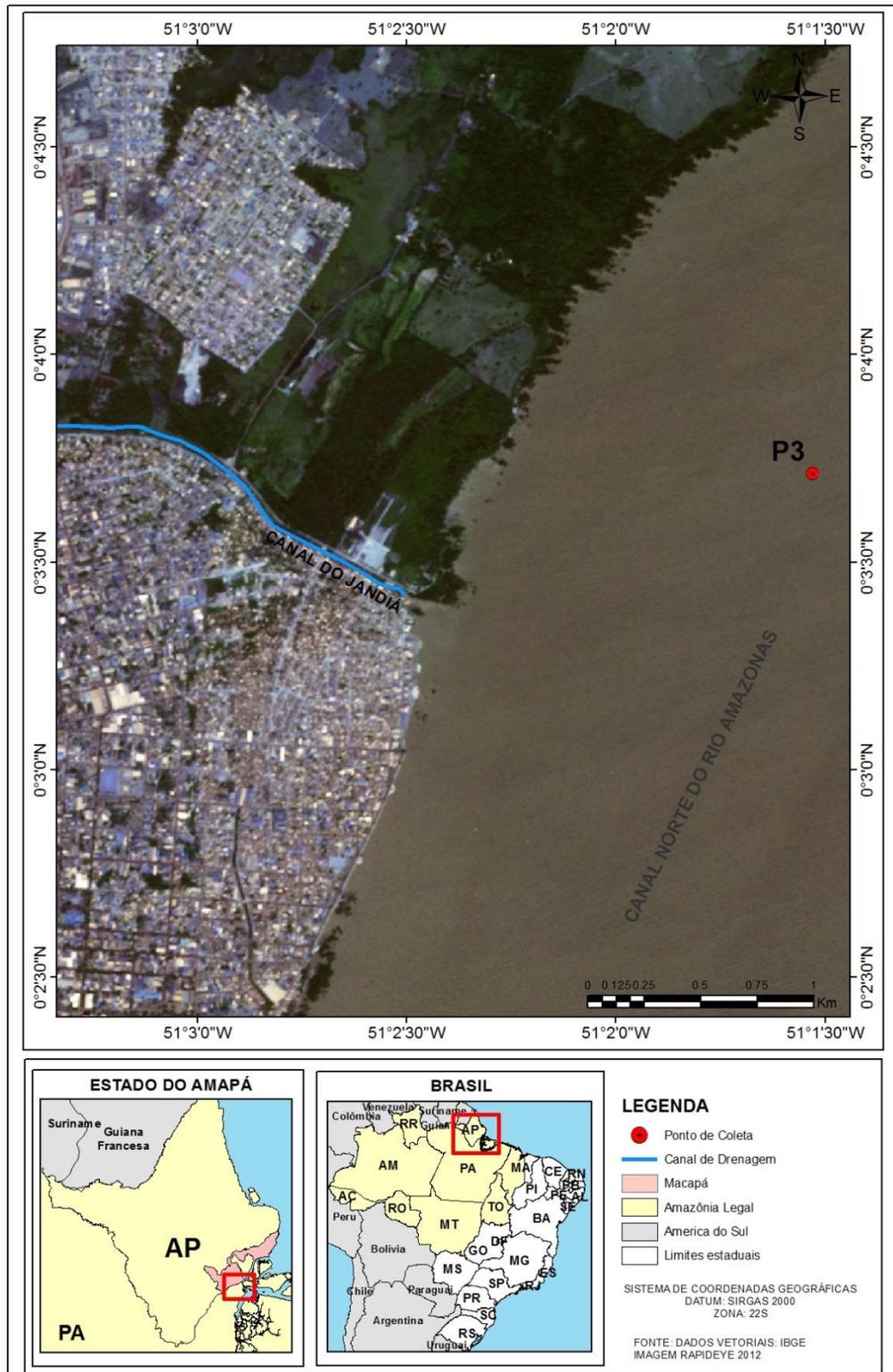


Figura 12. Localização e caracterização do ponto 3 (P3).

APÊNDICE 1

Valores das variáveis analisadas no período seco.

Tabela 5. Variáveis e valores analisados para o P1 durante o período seco.

Parâmetros	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Turbidez (UNT)	69,2	70,0	69,8	68,9	69,5	69,2
OD (mg/L)	7,30	7,25	7,29	7,21	7,21	7,13
pH	6,54	6,05	5,94	6,08	6,36	6,47
Temperatura (°C)	29,5	29,8	30,6	30,4	30	29,7
Fósforo T (mg/L)	0,04	0,05	0,022	0,037	0,049	0,04
Nitrato (mg/L)	0,95	0,82	0,82	1,02	0,96	0,63
Nitrogênio T (mg/L)	1,1	0,97	1,1	1,3	1,5	1,1
Sólidos Totais (mg/L)	116	122	96	82	122	118
DBO (mg/L)	4	3	3	3	5	4
Coliformes Term. (NPM/100 ml)	0	0	1,8	3,7	3,6	0

Tabela 6. Variáveis e valores analisados para o P2 durante o período seco.

Parâmetros	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Turbidez (UNT)	69,0	67,0	63,7	68,6	69,4	69,1
OD (mg/L)	7,32	7,12	7,23	7,19	7,14	7,13
pH	5,81	6,65	6,24	6,22	6,27	6,52
Temperatura (°C)	27,4	29,6	30,7	30,4	30,1	29,8
Fósforo T (mg/L)	0,044	0,03	0,052	0,019	0,06	0,03
Nitrato (mg/L)	0,85	0,76	2,2	0,68	1,54	1,29
Nitrogênio T (mg/L)	1,1	1,4	2,4	1,1	2	1,7
Sólidos Totais (mg/L)	114	122	122	124	118	116
DBO (mg/L)	6	4	5	5	5	5
Coliformes Term. (NPM/100 ml)	2	1,8	1,8	0	0	0

APÊNDICE 1

Valores das variáveis analisadas no período seco (continuação).

Tabela 7. Variáveis e valores analisados para o P3 durante o período seco.

Parâmetros	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Turbidez (UNT)	69,1	63,8	68,6	67,6	68,5	68,1
OD (mg/L)	7,41	7,17	7,09	7,03	7,07	7,07
pH	6,47	6,14	6,17	6,61	6,39	6,52
Temperatura (°C)	29,8	30	30,8	30,1	30,3	29,8
Fósforo T (mg/L)	0,038	0,05	0,046	0,044	0,03	0,02
Nitrato (mg/L)	3,17	0,83	1,16	0,79	0,79	1,4
Nitrogênio T (mg/L)	3,4	1,1	1,3	0,93	1,3	1,7
Sólidos Totais (mg/L)	102	136	142	124	132	120
DBO (mg/L)	5	5	5	3	4	5
Coliformes Term. (NPM/100 ml)	6,1	4	8,3	3,6	1,8	1,8

APÊNDICE 2

Variáveis e valores analisados no período chuvoso.

Tabela 8. Variáveis e valores analisados para o P1 durante o período chuvoso.

Parâmetros	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Turbidez (UNT)	27,3	26,7	26,2	34,2	28,9	30,1
OD (mg/L)	6,20	6,67	6,26	6,60	6,36	6,65
pH	5,97	5,94	5,99	6,03	5,97	5,92
Temperatura (°C)	28,9	29,3	29,7	29,6	30,0	30,3
Fósforo T (mg/L)	0,064	0,08	0,092	0,09	0,061	0,045
Nitrato (mg/L)	2,8	0,65	2,46	1,32	1,05	0,04
Nitrogênio T (mg/L)	0,29	0,51	0,267	0,26	0,567	0,626
Sólidos Totais (mg/L)	116	102	140	108	120	106
DBO (mg/L)	2	2	3	2	3	2
Coliformes Term. (NPM/100 ml)	0	0	0	0	1,8	0

Tabela 9. Variáveis e valores analisados para o P2 durante o período chuvoso.

Parâmetros	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Turbidez (UNT)	27,8	28,6	34,4	34,6	32,2	28,4
OD (mg/L)	6,22	6,51	6,84	6,32	6,65	6,09
pH	6,08	6,03	6,14	5,75	5,92	6,016
Temperatura (°C)	28,7	29,3	29,4	30,0	30,2	30,1
Fósforo T (mg/L)	0,059	0,035	0,03	0,085	0,056	0,054
Nitrato (mg/L)	0,39	1,5	0,41	2,27	0,19	0,25
Nitrogênio T (mg/L)	0,553	0,458	0,589	0,453	0,326	0,53
Sólidos Totais (mg/L)	118	92	150	118	104	102
DBO (mg/L)	2	1	2	2	1	2
Coliformes Term. (NPM/100 ml)	2	3,8	0	0	9,3	0

APÊNDICE 2

Valores das variáveis analisadas no período chuvoso (continuação).

Tabela 10. Variáveis e valores analisados para o P3 durante o período chuvoso.

Parâmetros	Amostras					
	1	2	3	4	5	6
Turbidez (UNT)	29,5	33,9	34,4	31,6	24,4	30,8
OD (mg/L)	6,53	6,87	6,46	6,72	6,11	6,62
pH	6,08	6,126	5,89	5,806	5,97	6,06
Temperatura (°C)	29,4	29,5	29,8	30,3	29,9	29,6
Fósforo T (mg/L)	0,098	0,114	0,045	0,071	0,055	0,05
Nitrato (mg/L)	0,85	0	0,54	0,43	0,04	0,63
Nitrogênio T (mg/L)	0,181	0,335	0,568	0,371	0,589	0,235
Sólidos Totais (mg/L)	128	100	116	106	104	108
DBO (mg/L)	3	2	2	2	2	2
Coliformes Term. (NPM/100 ml)	0	0	0	6	0	0

APÊNDICE 3

Valores e classificação do Índice de Qualidade de Água (IQA), segundo CETESB.

Tabela 11. Valores do IQA no ponto P1- Igarapé das Pedrinhas.

Coleta	IQA - Período seco	Faixa	Nível	IQA - Período chuvoso	Faixa	Nível
1	79,92	79 - 100	Ótima	81,61	79 - 100	Ótima
2	78,06	51 - 79	Boa	81,78	79 - 100	Ótima
3	77,19	51 - 79	Boa	80,26	79 - 100	Ótima
4	69,21	51 - 79	Boa	81,44	79 - 100	Ótima
5	75,41	51 - 79	Boa	79,7	51 - 79	Boa
6	79,47	79 - 100	Ótima	82,04	79 - 100	Ótima
Média	76,54			81,14		

Tabela 12. Valores do IQA no ponto P2- Fortaleza de São José de Macapá.

Coleta	IQA - Período seco	Faixa	Nível	IQA - Período chuvoso	Faixa	Nível
1	78,2	51 - 79	Boa	81,01	79 - 100	Ótima
2	79,24	51 - 79	Boa	81,46	79 - 100	Ótima
3	76,25	51 - 79	Boa	83,32	79 - 100	Ótima
4	78,12	51 - 79	Boa	78,92	51 - 79	Boa
5	77,69	51 - 79	Boa	82,77	79 - 100	Ótima
6	78,61	51 - 79	Boa	77,43	51 - 79	Boa
Média	78,02			80,82		

APÊNDICE 3

Valores e classificação do Índice de Qualidade de Água (IQA), segundo CETESB (continuação).

Tabela 13. Valores do IQA no ponto P3- Canal do Jandiá.

Coleta	IQA - Período seco	Faixa	Nível	IQA - Período chuvoso	Faixa	Nível
1	74	51 - 79	Boa	80,88	79 - 100	Ótima
2	74,72	51 - 79	Boa	82	79 - 100	Ótima
3	72,79	51 - 79	Boa	80,98	79 - 100	Ótima
4	78,59	51 - 79	Boa	77,22	51 - 79	Boa
5	78,2	51 - 79	Boa	82,06	79 - 100	Ótima
6	77,64	51 - 79	Boa	83	79 - 100	Ótima
Média	75,55			81,02		

Tabela 14. Média dos resultados do IQA %, em períodos sazonais.

Períodos	P1	P2	P3	Ponderação	Classificação
Menos chuvoso	76.54	78.02	75.54	$51 < IQA \leq 79$	Boa
Chuvoso	81.14	80.81	81.02	$79 < IQA \leq 100$	Ótima



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100
www4.uepa.br/paginas/pcambientais