



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS HÍDRICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA CIDADE DE TABATINGA - REGIÃO DE TRÍPLICE FRONTEIRA/BRASIL, COLÔMBIA E PERU

Ercivan Gomes de Oliveira ^(a), Adorea Rebello da Cunha Albuquerque ^(b)

^(a) Professor MSc. do Departamento de Ensino Pesquisa e Extensão/DEPE, IFAM – Campus Tabatinga, Email: ercivan.gomes@gmail.com

^(b) Professora Dra. do Departamento de Geografia/ICHL, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Email: adorea27@yahoo.com

Eixo 6: Dinâmicas e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

A cidade de Tabatinga (AM), situada na faixa de tríplice fronteira do Brasil, Colômbia e Peru apresentou nos últimos anos um significativo crescimento do setor terciário da economia. Este fato, resultou no aumento da população urbana e tem gerado sérios impactos ambientais, destacando-se a poluição das águas. Considerando-se a importância de obter informações sobre a qualidade da água, foram realizadas análises pelo Standard Methods em consonância com os parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Águas. Os resultados indicaram que o valor do pH variou de 5.35 e 5.60, identificando-se a degradação da água. Os levantamentos realizados desde 2013, nestas bacias, revelou que tanto em áreas densamente ocupadas como, na bacia do São Francisco, como em áreas de expansão urbana como na bacia do Paraíso, ocorre a degradação dos recursos hídricos. Neste contexto, esta pesquisa visou de forma pontual identificar as possíveis causas ou fatores que contribuem para degradação.

Palavras chave: Bacias urbanas, APPs, Água, Tabatinga-AM.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1. Introdução

A água é um recurso muito utilizado para as diversas atividades na sociedade contemporânea. As cidades do Amazonas são densamente drenadas por pequenos e médios canais de drenagem ou igarapés, característica comum da região Amazônica. Neste contexto, se faz necessário e estratégico o planejamento das águas nas cidades do estado.

A mesorregião do Alto Solimões, localiza-se no sudoeste do estado do Amazonas, e compõe a faixa de fronteira internacional entre Brasil, Colômbia e Peru. A palavra Tabatinga em Tupi significa “Barro Branco” de muita viscosidade, encontrado nos fundos dos rios, e no Tupi Guarani quer dizer “Casa Pequena”. Em Tabatinga, segundo estimativa do Censo Demográfico (IBGE, 2017), existem aproximadamente 63.635 habitantes, e desse total 70% mora na área urbana. Os limites político e administrativo são estabelecidos com a cidade de Letícia, na Colômbia e, com a ilha de Santa Rosa no Peru. Na figura 1 apresenta-se a localização da cidade de Tabatinga na Tríplice Fronteira.

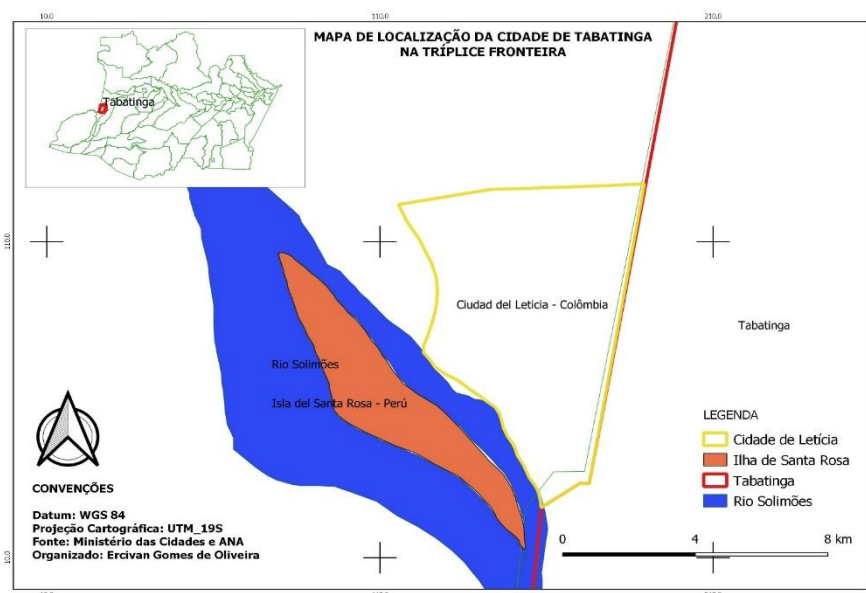


Figura 1 - Localização da cidade de Tabatinga na tríplice fronteira.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os tipos de solo encontrados na região são argilosos e arenosos, onde predomina o Argissolo vermelho-amarelo e Gleissolo aluvial com textura argilosa média, distribuídos em relevo plano. Os tipos de rochas (litologia) desta área compõem-se de argilitos (argila), siltitos (substâncias minerais) e arenitos (EMBRAPA, 2018).

Ao se considerar a hidrografia, o rio Solimões é o principal elemento da drenagem da mesorregião do Alto Solimões. Com largura média de 2 km, o rio Solimões tem como principais afluentes da margem direita, os rios Javari, Jandiatuba e Jutaí e, da margem esquerda, os rios Içá e Tonantins, além de rios de menor porte como o Tacana e o Belém (CANTO, 2011).

As bacias hidrográficas que estão localizadas no município de Tabatinga são quatro, a bacia do São Jerônimo ao leste, do Cajarí ao norte, do Belém a oeste e, do Tacana ao sul em relação ao sítio da cidade. As microbacias do Paraíso e do São Francisco objeto deste estudo, fazem parte da bacia hidrográfica do Tacana.

A bacia hidrográfica do Tacana percorre todo perímetro urbano de Tabatinga, e a tonalidade de suas águas é negra. Segundo Sioli (1951) rios de "black water" possuem águas transparentes, de cor variando do verde-oliva até marrom-escuro e marrom-avermelhado. Na maior parte dos percursos, os canais de drenagem da bacia já foram atingidos por processos de assoreamento decorrente da ocupação irregular em suas margens, obras de terraplanagem e pavimentação de vias de circulação.

Segundo Botelho e Silva (2012) as microbacias por possuírem dimensões relativamente reduzidas precisam ser selecionadas em função da escala e do objetivo da pesquisa. Mesmo para projetos que se desenvolvam para grandes áreas, mas que se queira chegar a um nível de detalhamento, é possível adotar a microbacia como unidade espacial de análise, desde que esta represente as condições físicas e socioambientais da área de modo significativo.

Nos últimos anos, Tabatinga transformou-se no mais importante centro administrativo, econômico, financeiro, comercial, da construção civil, da oferta de empregos e de serviços de saúde, educação, entre outros serviços públicos do sudoeste amazonense. Desta forma, tornou-



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

se um local atrativo para a população migrante regional e nacional, além de ter sua localização geográfica fronteiriça para o escoamento dos produtos às margens do rio Solimões.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo identificar os impactos ambientais nas microbacias do Paraíso e do São Francisco que de modo pontual refletem a degradação do manancial hídrico da cidade de Tabatinga. Neste contexto, as bacias hidrográficas foram usadas como unidade de planejamento territorial que agrega tanto aspectos ambientais como sociais, considerando-se a água, um recurso indispensável à vida, bem como, uma das condições básicas para as pessoas que residem nas cidades.

2. Materiais e Métodos

Para esta análise, foram selecionadas as microbacias do Paraíso e do São Francisco conforme proposta apresentada por Botelho (2012), na qual a bacia hidrográfica é entendida como unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações entre os diversos atores e processos que atuam na sua morfoescultura.

A delimitação das microbacias foi realizada a partir da plotação dos dados com ajuda do Global Positioning System – GPS, associado ao georreferenciamento de imagens orbitais do Google Earth Pro e, imagens de satélite disponíveis nas plataformas: Copernicus, RemotePixel e United States Geological Survey -USGS/EarthExplorer. O banco de dados vetoriais utilizado foi do Ministério dos Transportes no formato Shapefile para estabelecer os limites da cidade de Tabatinga em relação a Colômbia e o Peru.

O georreferenciamento dos canais de drenagem possibilitou a delimitação das microbacias do Paraíso e do São Francisco, situadas na área urbana e, seleção destas mediante os critérios de análise comparativa para realização do estudo, entre uma microbacia densamente ocupada e outra em processo de expansão. Desta forma, foi possível confeccionar tabela de dados espacializados de cada canal de drenagem nas microbacias.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Quanto à análise da água a pesquisa utilizou o Standard Methods (APHA, 2005). Para mensurar a qualidade da água nos corpos hídricos segundo a Agencia Nacional de Aguas/ANA (2017), que estabelece o Índice de Qualidade das Águas – IQA, considerando nove parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total.

Os parâmetros de análise utilizados na pesquisa foram, o Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD) e, a Condutividade Elétrica (CE) em seis canais de drenagem da cidade ao longo de seis anos, no período de 2013 a 2018. A metodologia utilizada para realizar as coletas foi de montante a jusante nas microbacias selecionadas, em períodos distintos de cheia e vazante.

Cada amostra de água foi coletada em frascos de polietileno com equipamento SensoDirect 150 com eletródo pH/ Oxidation Reduction Potencial (ORP), a fim de verificar o grau de poluição das águas em seis pontos distintos do Ponto 1-(P1) ao 6-(P6) percorrendo diversos bairros da cidade. Desses pontos, três foram coletados em áreas densamente ocupadas na microbacia do São Francisco referente aos pontos, P1, P2 e P3, e três em áreas pouco ocupadas na microbacia do Paraíso nos pontos, P4, P5 e P6. Nos seis pontos houve uma descrição detalhada da forma de uso do solo.

Para estimar a qualidade dos corpos d'água usou-se como referência a Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece valores máximos para diversos parâmetros físico-químicos e enquadra os corpos de água doce em 5 categorias: classe especial, classe 1, 2, 3 e 4. Neste estudo serão tomados, para comparações, os valores referentes à classe 2.

Em seguida, foi realizado o geoprocessamento dos dados vetoriais e de raster levantados ao longo da pesquisa com uso do software QGIS Desktop 3.0 para confecção dos mapas temáticos de localização da cidade e, os dados dos seis pontos de análise da qualidade da água nos canais de drenagem da cidade.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

3. Resultados e Discussões

Os levantamentos de campo, associado aos registros de dados vetoriais e orbitais, realizados no decorrer dos últimos seis anos, possibilitaram o mapeamento de problemas existentes nas microbacias da cidade e, o reconhecimento detalhado da rede de drenagem. Segundo Oliveira (2017), a drenagem apresenta características perene e dendrítica quanto ao padrão geométrico. Em decorrência de características naturais e, da expansão urbana de Tabatinga sem infraestrutura básica, os igarapés estão sendo aterrados para construção de vias e expansão dos serviços urbanos. Fato que tem alterado a paisagem e, as características naturais, propiciando inundações em pontos específicos do perímetro urbano.

A ocupação irregular das Áreas de Preservação Permanentes –APPs é outro fator que tem contribuído para degradação do manancial hídrico por toda cidade, conforme figura 2. Segundo o Código Florestal todas as margens de canais de drenagem ou encostas com 45° de inclinação são áreas de risco natural em perímetro rural ou urbano.



Figura 2 - Canal de drenagem próximo à rua Santos Dumont com residências construídas na APP.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A ausência de tratamento das águas servidas dos banheiros das residências são fatores que tem contribuído para poluição dos canais de drenagem. Nos levantamentos de campo foi possível identificar que as microbacias do Paraíso (no bairro Vila Paraíso) zona de expansão e, do São Francisco (no bairro São Francisco) nas proximidades da orla da cidade estão parcialmente degradadas. Na figura 3, estão localizados os seis pontos de coleta e análise da qualidade da água, onde a pesquisa foi realizada.

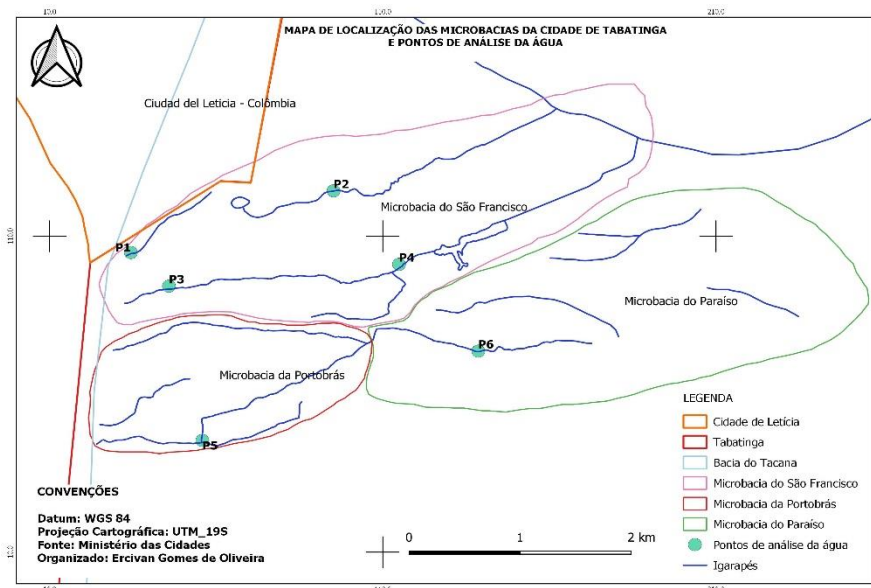


Figura 3 – Mapa de localização dos pontos de análise da água.

As análises demonstraram que a jusante da microbacia São Francisco, ocorreu o maior grau de degradação no ponto 1 - P1 com pH 5,35, resultado que pode ser relacionado à quantidade de residências e comércios nesta área. Outro fator importante a ser considerado é que os canais de drenagem na área urbana têm pouca profundidade e largura.

Quando relacionamos esse dado com os dados de OD na figura 4, fica evidente a correlação da profundidade as características dos canais da cidade com altos valores no P6 - 1,8 e P2 - 1,2 que sofrem respectivamente influência direta da ausência de saneamento básico por



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ser uma das áreas de expansão urbana e, com atividade industrial, verificada a presença de uma olaria e outros empreendimentos comerciais.

Média dos dados de Oxigênio Dissolvido

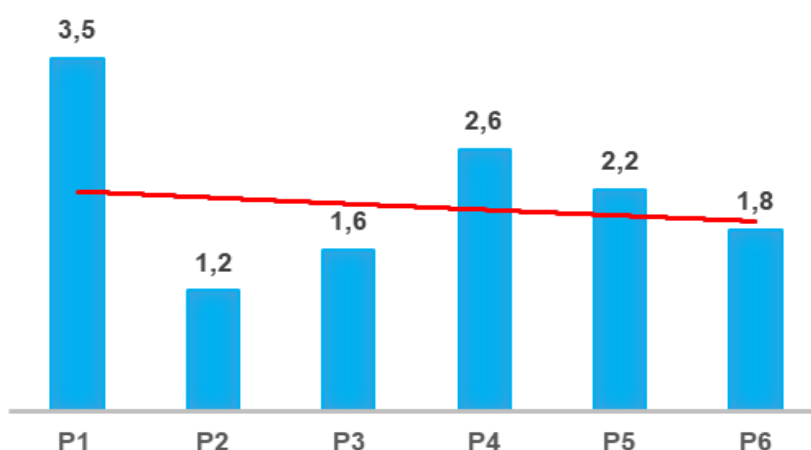


Figura 4 – Pontos de coleta e análise média dos dados de Oxigênio Dissolvido.

Mesmo nas áreas de expansão urbana da cidade no P6 - com pH 5,60 na microbacia do Paraíso já ocorre poluição acarretada pela ausência do tratamento das águas servidas e aterro dos canais de drenagem para construção de vias de circulação. Esta região da cidade é uma das que mais cresce, pela expansão imobiliária com terrenos desocupados e incentivos do governo municipal para a construção de casas populares. Tais fatos tem influenciado diretamente na degradação das microbacias analisadas, conforme mostra a Tabela I.

Tabela I- Pontos de Coleta nas microbacias analisadas com dados de pH e Tipos de ocupação

Pontos de Coleta	Usos do Solo	Atividade Preponderante	pH da água
P1	Densamente ocupado	Comercial e Residencial	5,35
P2	Pouco ocupado	Residencial e Industrial	5,83
P3	Densamente Ocupado	Comercial e Residencial	5,78
P4	Pouco ocupado	Residencial e Comercial	5,78
P5	Pouco ocupado	Residencial e Área Militar	6,01
P6	Pouco ocupado	Residencial	5,60



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Quando analisamos a figura 5 de CE nos pontos P3 - 408 e P1 - 330, podemos constatar que os altos valores estão relacionados a intensa ocupação do solo urbano e as atividades do comércio local, atrelado a ausência de saneamento básico e a ocupação das APPs. Segundo Santos *et al.* (2018) a variabilidade dos parâmetros de qualidade da água é resultado das interferências no ambiente, tais como, sazonalidade das coletas, do lançamento de efluentes, e acumulação de resíduos sólidos e líquidos nas vias urbanas das bacias hidrográficas.

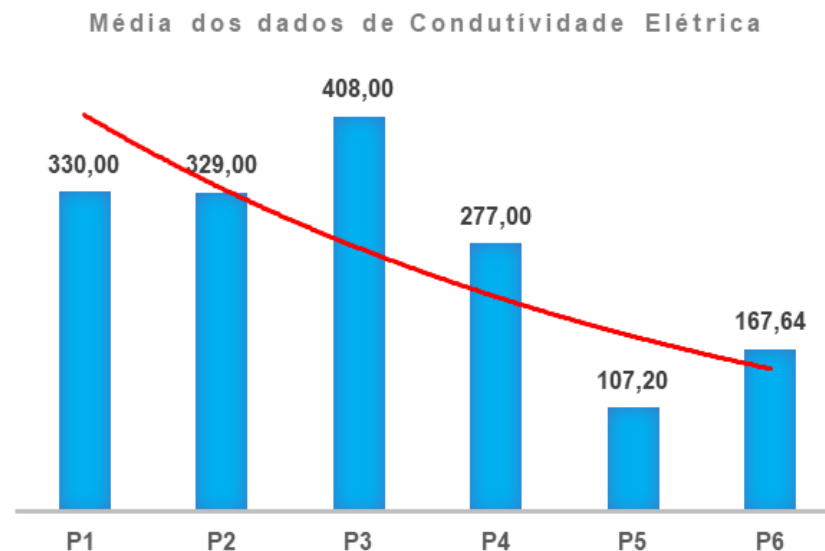


Figura 5 – Pontos de coleta e análise média dos dados de Condutividade Elétrica.

A partir do mapeamento pontual das formas de uso do solo e, das análises de qualidade da água nas microbacias do Paraíso e do São Francisco, ficou evidente que a ausência de planejamento territorial na cidade tem contribuído para a degradação dos recursos hídricos. Além desses fatores, a ocupação das APPs nos últimos anos tem acarretado problemas de saúde, como doenças de veiculação hídrica a população residente dessas áreas, segundo os dados da Secretaria de Estado da Saúde do Amazonas – SUSAM em 2013 o índice de dengue na cidade de Tabatinga foi o segundo maior do estado.

Os dados constatados nesta pesquisa, remetem à necessidade da construção de um planejamento territorial que leve em consideração todos os agentes causadores dos impactos



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ambientais nas bacias hidrográficas da cidade de Tabatinga, pois as bacias urbanas consistem em unidades ambientais que refletem os problemas relacionados as diversas formas de uso do solo. E neste contexto, somente um planejamento de caráter integrador poderá identificar caminhos para tomar medidas mais eficazes nestas áreas de interesse ambiental, social e econômico.

4. Considerações Finais

O Planejamento territorial das formas de uso das bacias hidrográficas, seja em áreas urbanas ou rurais, é importante, tanto do ponto vista ambiental, como social, uma vez que, a água é um recurso indispensável para sociedade, assim como, propicia qualidade de vida para as pessoas que residem nestas áreas.

Com base nos dados levantados podemos constatar que as microbacias urbanas da cidade de Tabatinga, encontram-se em vias de degradação apesar do município ser de pequeno porte. Fato este que pode estar associado diretamente a ausência de infraestrutura urbana. O crescimento da população e o incremento comercial nos últimos anos acentua os impactos ambientais, pois esse desenvolvimento ocorre sem gerenciamento, ignorando as legislações e políticas de planejamento urbano e ambiental.

As microbacias do São Francisco e do Paraíso distintas pelas suas formas de uso e ocupação tem revelado com as análises de qualidade da água a degradação dos canais de drenagem da cidade. A aplicação do código florestal quanto as Áreas de Preservação Permanente – APPs ainda é pouco respeitado ou não conhecido.

As microbacias analisadas no perímetro urbano de Tabatinga refletem a degradação da água, problemática comum nas cidades brasileiras. Os diversos agentes inseridos como os moradores, os estabelecimentos comércio e as indústrias contribuem de forma direta e indireta para a degradação. Diante de tal fato, analisar os usos múltiplos nessas áreas da cidade, tendo a



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

bacia hidrográfica como unidade socioambiental de planejamento, nos possibilita explorá-la como ferramenta de planejamento territorial.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas - FAPEAM, Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização - FAEPI, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM pelo auxílio-pesquisa, assim como, as bolsas concedidas aos estudantes que promoveu o fortalecimento e realização desta pesquisa e, ao IFAM/*Campus* Tabatinga por disponibilizar equipamentos e laboratório para as análises.

Referências Bibliográficas

APHA - American Public Health Association. **Standard Methods of the experimentation of Water and Wasterwater**. 14 ed. New York, 2005. 541 p.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica**. Cap. 8, 2012 In: GUERRA, Antônio José Teixeira *et al.* (org.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 340 p.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. da. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. Cap. 6, 2012 In: VITTE, Antônio Carlos e GUERRA, Antônio José Teixeira (org.). *Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 282 p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura de recursos hídricos no Brasil 2018: qualidade das águas superficiais**. Brasília: ANA. 167 p. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.27432e70.pdf>. Acesso em: 08 janeiro 2019. 88 p.

BRASIL. Lei n.12.651, de 25 de Maio de 2012. **Dispõe sobre a vegetação nativa e da outras providencias**. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/codigoFlorestal>>. Acesso em: 27 de Fevereiro 2018.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CANTO, Acilino do Carmo *et al.* **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável: mesorregião Alto Solimões.** Associação para o Desenvolvimento Agro Sustentável do Alto Solimões. - Manaus: AGROSOL, 2011. 225 p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. 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. **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 10 fevereiro 2017.

EMBRAPA. **Mapa de solos do Brasil.** Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/solos>>. Acesso em 10 de janeiro 2019. 590 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010 e Estimativa da População em 2017.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidades>>. Acesso em: 24 junho 2017.

OLIVEIRA, Ercivan Gomes de. **Caracterização da qualidade da água nas microbacias hidrográficas na cidade de Tabatinga - AM.** Igapó: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia: Anais de Iniciação Científica. Manaus: IFAM, 2017. Disponível em:<<http://www.ifam.edu.br/igapo/>>. Acesso em: agosto de 2017. 5 p.

SANTOS, A. S.; GASTALDINI, M. C. C.; PIVETTA, G. G.; FILHO, O. S. **Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/RS.** Revista Sociedade e Natureza. Uberlândia – MG. v.30, n.2, 2018, p.23-44. Disponível em: <DOI:<http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-2>>. Acessado em: setembro de 2018.

SIOLI, H. **Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica.** Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte, 24, 1951. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/116584/1/Limnologia.pdf>>. Acessado em: outubro de 2018. 43 p.