



Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
IFCHS/DEGEO/Programa de Pós-Graduação em Geografia
Mestrado Conceito 4



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS – IFCHS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGG

MARCOS FABRICIO LEAL RAMOS

**ANÁLISE DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL:
RELAÇÕES COM PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DO CACAU PIRÊRA,
IRANDUBA-AM.**

Manaus-AM
2019

MARCOS FABRICIO LEAL RAMOS

**ANÁLISE DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL:
RELAÇÕES COM PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DO CACAU PIRÊRA,
IRANDUBA-AM.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), nível de Mestrado, como requisito para obtenção de título de Mestre em Geografia, área de concentração: Domínios da natureza na Amazônia.

Orientador:

PROFº. DR. JOÃO CÂNDIDO ANDRÉ DA SILVA NETO/UFAM

**Manaus-AM
2019**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R175a Ramos, Marcos Fabrício Leal
Análise do uso da terra e cobertura vegetal: : Relações com parâmetros de qualidade da água na bacia hidrográfica do igarapé do Cacaú Pirêra, Iranduba-AM. / Marcos Fabrício Leal Ramos. 2019
133 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: João Cândido André da Silva Neto
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Uso da terra. 2. Cobertura vegetal. 3. Qualidade da água. 4. Cacaú Pirêra. I. Silva Neto, João Cândido André da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Poder Executivo

Ministério da Educação

Universidade Federal do Amazonas

IFCHS/DEGEO/Programa de Pós-Graduação em Geografia

Mestrado e Doutorado Conceito 4-CAPES

Aprovado pela Resolução Nº 011 – CONSUNI de 11/07/2006

Reconhecido através da Portaria Nº 1.077 - MEC, de 31 de agosto de 2012



Ata da Defesa Pública da Dissertação de Mestrado do(a) Senhor(a) **MARCOS FABRÍCIO LEAL RAMOS**, discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal do Amazonas, Área de Concentração em Amazônia: Território e Ambiente, realizada no dia **28 de Junho de 2019**.

Aos **vinte e oito** dias do mês de **Junho** de **dois mil e dezenove**, às **treze horas**, na sala de Audiovisual do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas, realizou-se a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado, intitulada **"ANÁLISE DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL E SUAS RELAÇÕES COM PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DO CACAU PIRÊRA, IRANDUBA-AM"**, sob orientação do(a) Professor(a) Doutor(a) **JOÃO CÂNDIDO ANDRÉ DA SILVA NETO (PPGEOG/UFAM)**, do(a) aluno(a) **MARCOS FABRÍCIO LEAL RAMOS**, em conformidade com o Art. 83 do Regimento Geral de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, como parte final de seu trabalho para a obtenção do grau de **MESTRE EM GEOGRAFIA**, área de concentração em **AMAZÔNIA: TERRITÓRIO E AMBIENTE**. A Banca Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: **Professor(a) Doutor(a) João Cândido André da Silva Neto (PPGEOG/UFAM)**, **Professor(a) Doutor(a) Flávio Wachholz, Membro Titular (UEA/MANAUS)** e a **Professor(a) Doutor(a) Adorea Rebello da Cunha Albuquerque (PPGEOG/UFAM)**. O(A) Presidente da Banca Examinadora deu início à sessão convidando os membros da Banca e o(a) Mestrando(a) a tomarem seus lugares. Em seguida, o(a) Senhor(a) Presidente informou sobre o procedimento do exame. A palavra foi facultada ao(a) Mestrando(a) para apresentar uma síntese do seu estudo e responder às perguntas formuladas pelos Membros da Banca Examinadora. Após a apresentação e arguição pelos Membros da Banca Examinadora, esta reuniu-se onde decidiu, por unanimidade, que o(a) discente foi **"APROVADO....."**. A sessão foi encerrada. Eu, **Maria das Graças Luzeiro, Secretária do PPGEOG**, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim, pelos Membros da Banca Examinadora e pelo(a) Mestrando(a). Manaus (AM), **28 de Junho de 2019**.

Banca Examinadora	Rubrica	Nota
<i>Prof(a) Dr(a) João Cândido André da Silva Neto Presidente (PPGEOG/UFAM)</i>		" 9,5 "
<i>Prof(a) Dr(a) Flávio Wachholz Membro Titular (UEA/MANAUS)</i>		" 9,5 "
<i>Prof(a) Dr(a) Adorea Rebello da Cunha Albuquerque Membro Titular (PPGEOG/UFAM)</i>		" 9,5 "
<i>Marcos Fabrício Leal Ramos Marcos Fabrício Leal Ramos Mestrando</i>		
	<i>Maria das Graças Luzeiro Secretária do PPGEOG</i>	

Dedico esse ao meu grande mentor e tio Dorival Soares Leal, pois sua passagem na minha vida foi breve, mas me ensinou muito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas grandes vitórias que tem me dado na vida.

Agradeço a minha mãe dona Neide Leal, que me proporcionou educação e amor em todos os momentos de minha vida.

Ao meu pai Edinaldo Ramos por ser um espelho de homem honesto e justo na minha vida.

À minha esposa Julianny Ramos, que está do meu lado todos esses anos me apoiando.

À minha irmã Emilly, pelo amor e companheirismo de todos os dias.

As minhas irmãs caçulas Carolina e Rafaela por fazerem a minha vida mais divertida, alegre e pelo amor delas que me faz querer ser um vencedor.

Ao meu amigo e cunhado Heitor Oya, pelo incentivo e conselhos ao longo dos anos.

Ao meu sogro Joelton Silva, meu segundo pai, me ajudando nos momentos difíceis.

À minha sogra Rosania Pantoja, minha segunda mãe e amiga de todas as horas que me incentiva na carreira acadêmica e está sempre ao meu lado.

Ao meu melhor amigo Thiago Pitillo pelo companheirismo em todos os momentos, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus grandes amigos Paulo e Raldson, por todos os bons momentos de amizade e apoio ao longo de todos esses anos.

As minhas cunhadas e amigas Junielly e Lorena Pantoja, por todo apoio ao longo desses anos, e principalmente, por me aturar diariamente.

Ao meu amigo André Lima, orientador particular, que tanto me ajudou ao longo dessa pesquisa e pela sua importante amizade ao longo dos anos.

Ao meu amigo e companheiro de laboratório Bruno Sarkis, pela amizade e fundamental ajuda ao longo desse trabalho.

À minha amiga Gabriele Santana, professora de inglês particular que me ajudou nas traduções ao longo dessa jornada acadêmica.

Ao professor, amigo e orientador João Cândido que esteve presente me ajudando em todos os momentos dessa pós-graduação.

Ao professor e grande amigo Flávio Wachholz que esteve presente me ajudando em todos os momentos desde a graduação acadêmica até os dias atuais.

A minha querida amiga e gestora administrativa Nazaré Martins e ao gestor e administrador escolar Major Eyderson Fonseca, pelo apoio e incentivo ao longo dessa pós-graduação.

Ao meu amigo Osmar, que proporcionou grande ajuda na logística de transporte para realizar as pesquisas ao longo da minha carreira acadêmica.

Ao programa de pós-graduação da Universidade Federal do Amazonas, os professores, e especialmente a secretária do programa, Graça, que muito me ajudaram nesta jornada de pesquisa.

Ao programa de Pós-graduação Profágua da Universidade Estado do Amazonas, pela contribuição técnica cedendo seus equipamentos de linmonologia para realização dessa pesquisa.

RESUMO

Os estudos voltados para análises em bacias hidrográficas têm uma significativa importância no âmbito socioambiental, pois visam entender como as ações da sociedade influenciam diretamente o meio natural. Nesse sentido, os recursos hídricos sempre foram indispensáveis para o desenvolvimento das sociedades, assim, é notável a importância estudar a exploração social das bacias hidrográficas. Neste contexto a bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra, situada dentro da Região Metropolitana de Manaus, é utilizada para as mais diversas atividades que vão desde a agricultura (atividade econômica) até balneabilidade (lazer). A presente pesquisa teve por objetivo geral analisar os parâmetros químicos e físicos da água e o uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra, Iranduba-AM, além de buscar mapear o uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra; avaliar as águas superficiais da bacia a partir dos parâmetros de qualidade da água: Transparência, Turbidez, Temperatura, Condutividade Elétrica, Oxigênio dissolvido – OD, Potencial hidrogeniônico – pH e Sólidos Totais Dissolvidos – TDS; identificar quais alterações ambientais presentes podem influenciar os parâmetros analisados da qualidade da água e mapear a distribuição espacial dos parâmetros da qualidade da água. A metodologia consistiu em procedimentos relacionados aos dados limnológicos e a apropriação social da natureza e suas expressões no uso da terra. Para atingir os objetivos estabelecidos foi utilizado as geotecnologias como os produtos de Sensoriamento Remoto (SR) e as ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Além disso, foram realizados trabalhos de campo para coleta de amostras de água *in loco* no período da cheia (12 de maio de 2018) e na seca (24 de novembro de 2018). As variáveis de qualidade da água foram relacionadas com a Resolução Conama Nº. 357/2005. Os dados de turbidez ($6,60 \pm 3,40$ NTU), condutividade ($9 \pm 1,20$ μ S/cm) e TDS ($4,38 \pm 0,70$ mg/L) permitiram usos múltiplos durante a cheia. A temperatura ($>31,5^\circ\text{C}$) e o OD ($>6,5$ mg/L) foram maiores na seca. A cobertura vegetal oscilou de gramíneas a arbórea densa. Em relação aos usos, destaque para o elevado número de conjuntos habitacionais, reflexo da especulação imobiliária no local e da presença de moradias e áreas agrícolas no interior da bacia. Portanto, de acordo com as variáveis analisadas, a água da bacia não está adequada para alguns usos dispostos na resolução, restringindo-se principalmente ao consumo humano e ao contato primário.

Palavras-chave: Uso da terra, cobertura vegetal, qualidade da água.

ABSTRACT

The studies focused on hydrographic basins have a significant importance in the social environmental scope, because they aim to understand how the actions of the society directly influence the natural environment. In this sense, water resources have always been indispensable for the development of societies, so it is important to study the social exploration of hydrographic basins. In this context, the hydrographic basins of the Cacau Pirêra area, located within the Metropolitan Region of Manaus, is used for the most diverse activities, from agriculture (economic activity) to tobathing (leisure). This research had as general objective analyze the chemical and physical parameters of the water, the land use and the vegetation cover in the Cacau Pirêra hydrographic basin, Iranduba-AM, as well as to map land use and vegetation cover in the hydrographic basin of the Cacau Pirêra; evaluate the surface waters of the hydrographic basin from the parameters of water quality: Transparency, Turbidity, Temperature, Electrical Conductivity, Dissolved Oxygen - OD, Hydrogenion Potential - pH and Total Dissolved Solids – TDS; identify which environmental changes may influence the parameters analyzed for water quality and map the spatial distribution of water quality parameters. The methodology consisted of procedures related to limnological data and the social appropriation of nature and its expressions in land use. Geotechnologies such as Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) were used to achieve the established objectives. In addition, field work was carried out to collect water samples in loco during the flood season (May 12, 2018) and in the dry season (November 24, 2018). The water quality variables were related to Conama Resolution N°. 357/2005. The turbidity data (6.60 ± 3.40 NTU), conductivity (9 ± 1.20 μ S / cm) and TDS (4.38 ± 0.70 mg / L) allowed multiple uses during flooding. The temperature (> 31.5 ° C) and OD (> 6.5 mg / L) were higher in the dry season. The vegetation cover ranged from grasses to dense trees. In relation to uses, we mention the high number of housing estates, reflecting real speculation in the area and the presence of housing and agricultural areas in the interior of the hydrographic basin. Therefore, according to the analyzed variables, the basin water is not adequate for some uses disposed in the resolution, being restricted mainly to human consumption and primary contact.

Key words: Land use, vegetation cover, water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra.	34
Figura 2 – Geologia da bacia hidrográfica do Cacau Pirêra.....	36
Figura 3 – Geomorfologia da bacia do igarapé do Cacau Pirêra.	38
Figura 4 – Pedologia da bacia do igarapé do Cacau Pirêra.....	40
Figura 5 – Fluxograma da metodologia da pesquisa.	44
Figura 6 – Fluxograma de classificação das imagens.	47
Figura 7 – Fluxograma das análises das variáveis limnológicas.....	49
Figura 8 – Pontos de amostragem na cheia.	52
Figura 9 – Pontos de amostragem na seca.	53
Figura 10 – Bacia hidrográfica do Igarapé do Cacau Pirêra.	55
Figura 11 – Coloração da água na seca.....	56
Figura 12 – Coloração da água na cheia.....	56
Figura 13 – Canalização do igarapé Chico preto.....	58
Figura 14 – Canalização do igarapé do Km 9.....	58
Figura 15 – Transparência da água na cheia.	60
Figura 16 – Transparência da água na seca.	62
Figura 17 – Turbidez da água na cheia.	64
Figura 18 – Igarapé Chico Preto.....	65
Figura 19 – Igarapé Montanha russa.....	65
Figura 20 – Turbidez da água na seca.	66
Figura 21 – Moradias no igarapé Cantonicha.	67
Figura 22 – Presença de resíduos no igarapé do km 8.	67
Figura 23 – pH da água na cheia.	68
Figura 24 – pH da água na seca.	70
Figura 25 – Oxigênio dissolvido da água na cheia.	73
Figura 26 – Oxigênio dissolvido da água na seca.	75
Figura 27 – Condutividade elétrica da água na cheia.....	77
Figura 28 – Condutividade elétrica da água na seca.	79
Figura 29 – Presença de lixo e efluentes domésticos.....	79
Figura 30 – Presença de macrófitas aquáticas.....	79
Figura 31 – Temperatura da água na cheia.....	82
Figura 32 – Temperatura da água na seca.....	84

Figura 33 – Sólidos totais dissolvidos na água na cheia.....	86
Figura 34 – Sólidos totais dissolvidos na água na seca.....	88
Figura 35 – Mapa de uso da terra na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra na cheia.....	97
Figura 36 – Ocupação antrópica na margem.	97
Figura 37 – Vegetação arbórea densa no igarapé do Cacau Pirêra.	100
Figura 38 – Erosão na margem.....	102
Figura 39 – Drenagem no igarapé do km 8.	105
Figura 40 – Ramal São Sebastião.....	106
Figura 41 – Chuva durante a amostragem de campo.....	106
Figura 42 – Mapa de uso da terra na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra na seca.....	107
Figura 43 – Moradias no igarapé Cantonicha.	108
Figura 44 – Flutuantes na foz da bacia.....	108
Figura 45 – Erosão nas margens do igarapé Cantonicha.	108
Figura 46 – foz da bacia na cheia.....	109
Figura 47 – foz da bacia na seca.....	109
Figura 48 – Presença de desmatamento.....	110
Figura 49 – Presença de habitações.	110
Figura 50 – Características da vegetação no igarapé Cacau Pirêra.	112
Figura 51 – Embarcações na margem do ponto 14.	113
Figura 52 – Vegetação na margem do ponto 21.....	115
Figura 53 – Vegetação na margem do ponto 22.....	116

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Transparência da água na cheia.....	59
Gráfico 2 – Transparência da água na seca.....	61
Gráfico 3 – Turbidez da água na cheia.....	63
Gráfico 4 – Turbidez da água na seca.	64
Gráfico 5 – Potencial Hidrogeniônico da água na cheia.	66
Gráfico 6 – pH da água na seca.....	69
Gráfico 7 – Oxigênio dissolvido da água na cheia.....	72
Gráfico 8 – Oxigênio dissolvido da água na seca.....	74
Gráfico 9 – Condutividade elétrica da água na cheia.	76
Gráfico 10 – Condutividade elétrica da água na seca.	78
Gráfico 11 – Temperatura da água na cheia.	81
Gráfico 12 – Temperatura da água na seca.....	83
Gráfico 13 – Sólidos totais dissolvidos da água na cheia.	85
Gráfico 14 – Sólidos totais dissolvidos da água na seca.....	87
Gráfico 15 – Usos da terra na bacia hidrográfica do igarapé do Cacaú Pirêra.	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fases do sistema de águas urbanas.	17
Quadro 2 – Classes de enquadramento da resolução	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características do entorno da bacia no período de cheia.....	57
Tabela 2 – Características do entorno da bacia no período de seca.....	59
Tabela 3 – Enquadramento dos usos perante a Resolução.....	89
Tabela 4 – Valores de enquadramento das classes.....	89
Tabela 5 – Enquadramento dos usos na cheia.	90
Tabela 6 – Enquadramento dos usos na seca.	91

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1. ANÁLISE DA PAISAGEM GEOGRÁFICA	7
2.2. BACIA HIDROGRÁFICA E SUA IMPORTÂNCIA PARA OS RECURSOS HÍDRICOS	13
2.3. USO DA TERRA E PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	23
2.3.1. <i>Variáveis físicas de qualidade da água</i>	28
2.3.2. <i>Variáveis químicas de qualidade da água</i>	31
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
3.1. ÁREA DE ESTUDO	33
3.1.1. <i>Geologia</i>	35
3.1.2. <i>Geomorfologia</i>	38
3.1.3. <i>Pedologia</i>	40
3.1.4. <i>Vegetação</i>	42
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
4.1. MATERIAIS E MÉTODOS REFERENTES AOS TIPOS DE USO DA TERRA	46
4.1.1. <i>Classificação de imagens</i>	46
4.2. MATERIAIS E MÉTODOS REFERENTE AO LEVANTAMENTO LIMNOLÓGICO	48
4.1.2. <i>Trabalhos de campo</i>	49
4.1.3. <i>Coleta das variáveis</i>	53
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
5.1. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	55
5.1.1. <i>Transparência</i>	59
5.1.2. <i>Turbidez</i>	62
5.1.3. <i>Potencial Hidrogeniônico – pH</i>	66
5.1.4. <i>Oxigênio dissolvido</i>	71
5.1.5. <i>Condutividade elétrica</i>	75
5.1.6. <i>Temperatura da água</i>	80
5.1.7. <i>Sólido totais dissolvidos</i>	84
5.2. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA À LUZ DA LEGISLAÇÃO VIGENTE.....	88
5.3. USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DO CACAU PIRÊRA	92
5.3.1. <i>Usos da terra e cobertura vegetal e suas relações com os parâmetros de qualidade na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra no período de cheia</i>	96
5.3.2. <i>Usos da terra e cobertura vegetal e suas relações com os parâmetros de qualidade na bacia na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra no período de seca</i>	107
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
REFERÊNCIAS	122

1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil e no mundo acontece uma significativa expansão urbana que também promove um intenso processo de apropriação e exploração dos recursos da natureza, normalmente esse processo ocorre de maneira desordenada, levando à expansão indiscriminada de planícies, encostas e outras áreas de preservação em áreas urbanas (MENON JÚNIOR e ZAIDAN, 2016).

A crescente globalização da degradação socioambiental tem sobreposto os princípios ecológicos que asseguram a sustentabilidade levando o ambiente de ordem física e social a serem dominados e excluídos pela racionalidade econômica dominante, onde a natureza, superexplorada, tem significativa perda de diversidade biológica e cultural, ocasionando a destruição do patrimônio ambiental de povos e de suas identidades étnicas (LEFF, 2007).

Embora o homem seja parte do ecossistema em que vive, através de suas ações exploratórias em busca do domínio sob a natureza, coloca-se como parte não integrante do meio, pois a exagerada ambição e ignorância, transforma os recursos da natureza em mercadorias dotadas de valor econômico e social que sobrepõem as limitações físicas em virtude do sistema capitalista (SILVA et al., 2007).

Leff (2015), enfatiza que a crise ambiental é uma crise da racionalidade da modernidade, ou seja, da exploração sem controle dos pilares da racionalidade formal, instrumental e institucional que tem sido o suporte de uma modernidade insustentável.

Historicamente, o saber sobre o mundo está condicionado pelo contexto geográfico, ecológico e cultural, onde tudo que se produz e se reproduz cria uma formação social dependente do meio ambiente em que as estruturas sociais das diferentes culturas criam formas de percepções e técnicas específicas para a apropriação social da natureza e da transformação do meio (LEFF, 2007).

A utilização dos recursos da natureza torna-se um notável meio para o desenvolvimento econômico e social das sociedades, onde os avanços nas técnicas de produção ao longo da história da humanidade permitiram o aprimoramento da utilização dos recursos naturais transformando-os em mercadorias dotadas de valor econômico, e sob os interesses do capital.

O que ocorre de fato é uma exacerbada exploração social da natureza, pois, chegamos a um ponto onde o sistema vigente deixou de lado o conceito de sustentabilidade e equidade priorizando os benefícios em curto prazo sem nenhuma preocupação com a posteridade. O que se prega por esse sistema é a acumulação de capital, onde a maximização dessa é o único princípio a ser levado em consideração.

Para Leis (1999), essa modernidade insustentável é um impasse civilizatório da modernidade, desse modo, a crise ambiental é social, vai do econômico até o ecológico, produzindo um dramático aumento da destruição do meio ambiente. Logo para contornar essa crise exige-se desconstruir as ordens de racionalidade, aspectos econômicos e legais que orientam processos de produção, regimes de propriedade e justiça social (LEFF, 2015).

Nesse sentido, buscar meios que permitam explorar os recursos de maneira sustentável é ainda a principal solução para contornar a atual situação do meio ambiente, pois todos os recursos dispostos no meio são passíveis de exploração para impulsionar o desenvolvimento social e econômico, no entanto se não houver consciência de que existe de fato uma “crise ambiental”, conforme afirma Leis (1999), teremos uma modernidade insustentável.

É importante frisar que, mesmo os recursos naturais mais básicos para a manutenção da vida, como a água, o solo e a vegetação, sempre tiveram papel fundamental na formação e desenvolvimento econômico das civilizações humanas. Nesse contexto, a expansão do capital sobre a Amazônia tem intensificado os problemas de degradação ambiental e proporcionado o aumento dos impactos sob a região. A crescente apropriação dos recursos da natureza pelo capital tem promovido verdadeiras, e significativas, mudanças na Amazônia.

Na Amazônia Brasileira, localizada na região norte do Brasil, ocorrem significativas contradições, pois essa região é um dos últimos grandes e ricos espaços que dispõe de uma significativa diversidade de recursos, contudo com um delicado equilíbrio ecológico (BECKER, 2010).

Em termos de relação sociedade-natureza, o paradigma da inserção dessa região, que se intensificou com a exploração dos recursos, onde o progresso é entendido como crescimento econômico e prosperidade baseados na exploração dos recursos naturais, igualmente percebidos como infinitos,

revelam que as transformações de ordem econômica promovem uma verdadeira crise ambiental (BECKER, 2008).

Segundo Becker (2010), o governo brasileiro, durante a década de 1960, tomou a iniciativa de promover um novo e ordenado ciclo de exploração dos recursos na região norte, a ocupação da Amazônia assumiu prioridade por várias razões, pois o projeto de ocupação acelerada da região intensificou-se através da modernização de instituições como o Banco de crédito da Borracha, que foi transformado em Banco da Amazônia (BASA), e a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), além da criação da Zona Franca de Manaus, um enclave industrial em meio à economia extrativista e próximo à fronteira norte.

Na região norte as políticas implantadas no final do século 20 determinaram um novo padrão urbano, que impactou diretamente na condição ambiental, pois só na última década foram criadas 185 cidades, ou seja, número superior ao existente até 1960 (OLIVEIRA, 2004).

Na Amazônia o aumento da exploração vinculado ao surgimento de novas cidades em decorrência do acelerado processo de urbanização, impulsionado pelas políticas de desenvolvimento da Amazônia, tem promovido significativa modificação do meio ambiente devido a busca, cada vez maior, de recursos para sustentar esse crescimento urbano na região.

Nesse contexto, o desenvolvimento se dá através da apropriação da natureza, onde os recursos da natureza promovem as condições necessárias para o desenvolvimento social e econômicos da região, contudo ao preço de grandes impactos causados ao meio ambiente, conforme afirma Becker (2008), ao enfatizar o desequilíbrio ecológico nessa região. É nesse sentido, que a busca para entender essas relações entre sociedade e natureza, entre capital e meio ambiente são fundamentais.

Na Amazônia dentre as mais diversas ações produzidas pela sociedade que modificam o espaço, as formas de uso da terra, possuem enorme significância, pois permite perceber quando e como as ações sociais estão promovendo influência no meio.

Outro fator fundamental diante as formas de uso da terra são os recursos naturais disponíveis no espaço, sejam eles de valor financeiro ou não, sempre estão passíveis a exploração e uso. A água é o maior exemplo de recurso

explorável e talvez o mais importante de todos eles, visto que é basilar para a manutenção da vida no planeta.

A água é um bem primordial para a vida no planeta, sendo um recurso de tal importância que desde o surgimento da estrutura social como conhecemos hoje, o urbano, foi um fator determinante para o desenvolvimento humano (REBOUÇAS, 2004).

Nesse sentido, estudar as bacias hidrográficas e sua relação com os agentes sociais que usufruem e necessitam desse recurso é de significativa importância para os estudos dentro da ciência geográfica.

A presente pesquisa: Tem por objetivo analisar os tipos usos da terra e cobertura vegetal e suas relações com os parâmetros de qualidade da água na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra, Iranduba-AM. Para atingir o objetivo geral proposto, foram definidos os seguintes objetivos específicos: mapear o uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra; avaliar as águas superficiais da bacia a partir dos parâmetros de qualidade da água: Transparência, Turbidez, Temperatura, Condutividade elétrica, Oxigênio dissolvido, Sólidos totais dissolvidos, Potencial hidrogeniônico-pH; identificar quais alterações ambientais presentes podem influenciam os parâmetros analisados da qualidade da água; e mapear a distribuição espacial dos parâmetros da qualidade da água.

O referencial teórico da pesquisa compreenderá os seguintes temas:

Análise da paisagem geográfica: discussão que abordará a importância do estudo da paisagem na Geografia, visto que a mesma é uma importante categoria de estudo dessa ciência, pois possui caráter social e ambiental.

Bacia hidrográfica e sua importância para os recursos hídricos: discutindo a relevância dos recursos hídricos para o desenvolvimento social e às implicações antrópicas na qualidade desse recurso.

Uso da terra e parâmetros de qualidade da água: abordará os usos da terra e suas influências nos parâmetros de qualidade da água dispostos diante à legislação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) Nº 357/2005, visto os diferentes usos (navegação, agricultura, pesca, recreação e captação de água) realizados de maneira inadequada, que podem promover a alteração desses parâmetros e impactos a bacia hidrográfica.

Análise da paisagem geográfica: discussão que abordada a importância do estudo da paisagem na Geografia, visto que a mesma é uma importante categoria de estudo dessa ciência, pois possui caráter social e ambiental.

Uso da terra e parâmetros de qualidade da água: que abordara os usos da terra e quais suas influências nos parâmetros de qualidade da água dispostos diante à legislação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) Nº 357/2005, visto os diferentes usos (navegação, agricultura, pesca, recreação e captação de água) realizados de maneira inadequada podem promover a alteração desses parâmetros e impactos a bacia hidrográfica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Análise da paisagem geográfica

A paisagem está estreitamente ligada à história da geografia e particularmente ao próprio desenvolvimento da mesma como ciência. A paisagem participa de uma renovação da pesquisa na natureza onde se torna possível realizar análises integradas dos meios naturais, pesquisas sobre o meio ambiente e estudos de impacto, espaços vividos e/ou percebidos e noções territoriais de apropriação dos espaços (PASSOS, 2003).

A paisagem é um dos principais elementos das análises geográficas, pois essa categoria permite transpor a noção de dicotomia dentro desta ciência, pois a mesma pode abranger aspectos sociais e físicos. É justamente nesse sentido que a paisagem permite estudos que abranjam noções culturais ou humanizadas (antrópicas) e naturais (físicas).

A paisagem deve ser situada na interface da natureza e da sociedade, onde de um lado reconhecemos a sua materialidade, isto é, a existência de uma estrutura e de um funcionamento natural que promove alterações ao longo do tempo e de outro lado ela é determinada pelo sistema de produção econômica e cultural, cujos efeitos diferem segundo as produções dos grupos sociais que as transformam em uma unidade de estudo de caráter social, histórico e físico natural ao longo do processo temporal (PASSOS, 2003).

Nesse sentido, Amorim e Oliveira (2008), ressaltam que a paisagem pode ser classificada como um Geossistema, definida como fenômenos naturais, ou seja, aspectos geomorfológicos, climáticos, hidrológicos e fitogeográficos que englobam os fenômenos antrópicos (aspectos sociais e econômicos) que somados representam a paisagem modificada, ou não, pela sociedade.

É importante salientar que a paisagem por estar relacionada a esses diversos aspectos, humanos e físicos, proporciona análises e avaliações dos impactos causados pelas ações antrópicas que são fundamentais no processo de construção de legislações e políticas públicas que visam o uso sustentável dos recursos da natureza.

Dentre os mecanismos utilizados para as análises ambientais, alicerçadas em estudos setoriais ou integrando atributos físicos, econômicos e sociais de dado espaço que permitem assinalar, em escalas locais ou mesmo

regionais a identificação e avaliação de impactos ambientais dos recursos naturais, no qual promove-se o reconhecimento de áreas de riscos geoambientais através da avaliação da vulnerabilidade da área à ocorrência de eventos naturais que possam resultar em quadros de impactos catastróficos (AMORIM E OLIVEIRA, 2008).

A Avaliação de impacto ambiental, direta ou indiretamente relacionada com a preservação do meio ambiente e a proteção da saúde, da segurança, da tranquilidade e do bem estar da população, constitui instrumento de real importância e atualidade, diante das graves e crescentes repercussões negativas, de correntes, sobretudo, da execução de projetos de serviços, construções ou obras de interesse público ou particular; da realização das atividades industriais e comerciais; da exploração ou utilização de recursos naturais; da ocupação do solo; da aplicação praguicidas e agrotóxicos na agricultura e os alimentos em geral, além de outras atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, sem as medidas preventivas ajustáveis, com iminentes riscos e danos ao patrimônio ambiental e, conseqüentemente, à saúde (CUSTÓDIO, 1991, p. 37).

Os usos e ocupação do espaço ocorrem de maneira desordenada ao longo do tempo, e sem levar em consideração a fragilidade dos recursos naturais, ou seja, o uso sustentável desses recursos e as relações homem-meio ambiente. Nesse contexto esta relação estabelece um conflito do ponto de vista da conservação e da sustentabilidade.

Entretanto, é necessário destacar que para o desenvolvimento das atividades humanas a exploração dos recursos naturais, inicialmente, dava-se de maneira moderada, uma vez que o contingente populacional não era tão elevado, contudo com o passar dos anos e o crescimento demográfico, conseqüentemente, a exploração dos recursos naturais se intensificou, tornando-se inversamente proporcional à capacidade de regeneração dos ambientes (FARIAS et al. 2013).

Essa incapacidade do meio se dá devido a inúmeras alterações na paisagem decorrentes do processo de expansão das atividades antrópicas como a diminuição da vegetação nativa, aceleração dos processos erosivos, aumento das áreas com solos expostos, ocupação dos leitos fluviais, perda da biodiversidade, dentre outras causadas pelos seres humanos (FARIAS et al. 2013).

Essa intensificação dos processos que promovem impactos ao meio ambiente pode ser vinculada aos usos inadequados dos recursos, onde a falta de conhecimento da área a ser explorada e o crescente desrespeito às

legislações de proteção ambiental estão criando um cenário cada vez mais frequente de apropriação da natureza de maneira desordenada, inconsequente e sem planejamento apenas para sanar as necessidades do capital (SILVA NETO, 2013).

As alterações causadas pelas formas de uso antrópicas do meio, promovem significativas mudanças na paisagem, e devem ser vistas como principal transformadora das condições ambientais, pois modificam o modo como atuam as dinâmicas naturais, intensificando os processos que são nocivos ao meio e a posteridade, que quase sempre tem como consequência uma situação de impacto ambiental (SILVA NETO E ALEIXO et al., 2017).

Dentre as mais diversas alterações da paisagem, o processo de expansão urbana tem provocado significativas alterações no ambiente que podem impactar negativamente o meio físico, pois no processo de urbanização, o espaço urbano existente é ocupado, construído, destruído, transformado, sempre trazendo modificações a paisagem (MARTELLI E DE LOLO, 2014). O mesmo pode ocorrer também com alterações nos padrões de ocupação e produção no meio rural. Além disso, quando o processo de expansão urbana direcionado pelos interesses econômicos não acompanha um planejamento efetivo que considere as características do meio físico ocorre, muitas vezes, ocorre a ocupação de locais desfavoráveis, promovendo um desequilíbrio ambiental (MARTELLI E DE LOLO, 2014).

As ações de desmatamento e erosão dos solos ou o uso exacerbado do mesmo originam o esgotamento gradativo dos recursos, a destruição das estruturas dos solos e a desestabilização dos mecanismos ecossistêmicos, que dão suporte à produção e regeneração sustentável dos recursos naturais (LEFF, 2015).

Os impactos existentes, como a erosão e conseqüentemente assoreamento que causa dentre outros fatores alteração da cobertura vegetal, a modificação do leito dos rios e a perda da qualidade do solo e da água, perpassam a questão dos impactos ao meio físico, pois também são problemas de caráter social (MARTELLI E DE LOLO, 2014)

A paisagem torna-se então uma categoria primordial para a pesquisa geográfica, pois através desse Geossistema podemos aliar as análises da sociedade com os estudos dos elementos naturais dispostos no espaço. No

entanto, a paisagem vai além de uma simples dicotomização de aspectos, como Schier (2003) afirma ao mencionar que essa unidade de análise já foi analisada dessa forma.

Tradicionalmente, os geógrafos diferenciam entre a paisagem natural e a paisagem cultural. A paisagem natural refere-se aos elementos combinados de terreno, vegetação, solo, rios e lagos, enquanto a paisagem cultural, humanizada, inclui todas as modificações feitas pelo homem, como nos espaços urbanos e rurais. De modo geral, o estudo da paisagem exige um enfoque, do qual se pretende fazer uma avaliação definindo o conjunto dos elementos envolvidos, a escala a ser considerada e a temporalidade na paisagem. Enfim, trata-se da apresentação do objeto em seu contexto geográfico e histórico, levando em conta a configuração social e os processos naturais e humanos (SCHIER, 2003, p. 80).

Embora aparente ser simples definir paisagem, Bertrand (2004), enfatiza que não é a simples adição de elementos geográficos disparatados, sejam humanos ou físicos que a caracterizam, mas uma determinada porção do espaço, ou seja, o resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos que reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Bertrand (2004), também frisa que não se trata somente da paisagem “natural” e “humanizada”, mas da paisagem total, ou seja, da integração de todas as implicações da ação antrópica, biológica e física. Desse modo, estudar uma paisagem é, antes de tudo, apresentar um problema de método.

Amorim e Oliveira (2008) afirmam que em uma abordagem sistêmica, as informações temáticas como vegetação, relevo, aspectos edáficos e pedológicos, substrato geológico, isoladamente, não pode trazer a compreensão da paisagem. Pois, para uma análise completa dessa categoria geográfica se faz necessário analisar os aspectos socioeconômicos que implicam sobre a paisagem.

Para Rodríguez e Da Silva (2002), a análise sistêmica se baseia no conceito de paisagem com um “todo sistêmico”, onde a natureza, a economia, a sociedade e a cultura, se unem para criar um amplo contexto de inúmeras variáveis que visa representar a relação da natureza como um sistema e dela com o homem. Assim, podemos aliar ambos aspectos geográficos eliminando essa chamada dicotomia.

A concepção do estudo das paisagens, a partir de uma visão sistêmica possibilita os fundamentos conceituais sobre os quais está inserida a análise

fundamental no estudo das paisagens e sua classificação (RODRÍGUEZ E DA SILVA, 2002).

Desse modo, é notável que a paisagem como categoria de análise da Geografia tem enorme importância dentro dessa ciência, contudo o que de fato a torna uma unidade de estudo é que a mesma constitui um sistema que oferece recursos e meios de vida para as atividades humanas, sendo um laboratório natural e fonte de percepções estéticas, onde constitui ainda uma comunidade territorial, com caráter sistêmico e complexo, onde estabelecem-se fluxos de matéria, energia e informação, caracterizando uma dinâmica constante (DA SILVA E RODRÍGUEZ, 2011). É justamente nesse sentido que se percebe que o estudo da paisagem vai além de uma simples dicotomia, onde o caráter social atrelado as análises dessa unidade permitem o verdadeiro conhecimento geográfico.

Essa visão sobre a paisagem não é recente dentro da Geografia, conforme afirmam Rodríguez e Da Silva (2002):

A ideia de ter uma visão totalizadora das interações da Natureza com a Sociedade no mundo acadêmico começou no final do século XVIII e princípio do século XIX, com os trabalhos de Kant, Humboldt e Ritter. Realmente, a análise das interações da Natureza com a Sociedade foram empreendidas dentro do contexto da Geografia e tiveram como consequência o surgimento de duas formas de analisar a configuração do planeta Terra: uma visão voltada para a Natureza (com as concepções principalmente de Humboldt, e posteriormente do sábio russo Dokuchaev), firmando as bases para a Geografia Física e a Ecológica Biológica, e uma visão centrada no Homem e na Sociedade, que foi a concepção da Geografia Humana ou a Antropogeografia de Karl Ritter (RODRÍGUES E DA SILVA, 2002, p. 96).

Ao adicionar contornos dos estudos da sociedade dentro dessa categoria podemos chegar ao entendimento mais amplo da realidade dos espaços. Ferreira (2011), enfatiza que nessa perspectiva, a paisagem resulta do homem, de seu olhar, de seus atos. Dessa forma, não há como escapar da subjetividade da análise, pois paisagens são temporais e espaciais, ou seja, sempre resultam da observação e das ações das pessoas sobre o ambiente ao longo do tempo.

Desse modo, a paisagem é então a união dessa integração entre os aspectos humanos e naturais, que vão além de um simples elemento estético, definido por aquilo que a vista alcança, a paisagem nesse sentido é um agrupamento de elementos humanos e físicos dentro da geografia.

Conforme afirma Sotchava (1978), a paisagem organiza-se de modo hierárquico, ou seja, dividido em partes ao denominar essa organização de geossistemas, onde assim como o ecossistema, as diversas classes estabelecem relações simultâneas, desse modo, o Geossistema inclui todos os elementos da paisagem como um modelo global, territorial e dinâmico, aplicável a qualquer paisagem concreta.

Essa visão sistêmica implantada por Sotchava (1978), dentro do estudo da geografia é fundamental para entender essa categoria de estudo, a paisagem, pois essa vai além de aspectos dicotômicos, naturais e humanos, uma vez que demonstra a união dos aspectos presente no meio, sejam eles humanos ou físicos, se interligam formando a totalidade, ou seja, promovem uma visão holística.

De acordo com Rodríguez et al. (2015), essa visão sistêmica de Sotchava interpreta os espaços ou as paisagens naturais considerando-os como geossistemas, ou seja, como o espaço terrestre de todas as dimensões, onde todos os componentes naturais individuais encontram-se numa relação sistêmica uns com os outros e, como integridade, interatuam com a esfera cósmica e com a sociedade humana.

Para estudar os geossistemas, Sotchava estabelece uma classificação na qual inclui duas categorias de sistematização: os geomeros - ou áreas naturais homogêneas - e os geocoros - ou combinação complexa de geomeros, formando unidades individuais heterogêneas. Ele dedica-se a estudar tais sistemas através de três propriedades ou atributos: a estrutura, a dinâmica e a evolução. Espacialmente, considera os geossistemas em três dimensões ou escalas: a planetária, a regional e a topológica. Ainda, presta especial atenção aos modelos, à cartografia e às pesquisas experimentais como arsenal metodológico no estudo dos geossistemas (RODRÍGUEZ et al., 2015, p. 227).

Como objeto de análise, Sotchava estabelece três tipos de sistemas espaciais: os geossistemas, que são os sistemas naturais, os sistemas produtivos e os sistemas da população. Logo de acordo com esse preceito, os sistemas espaciais englobam tanto os aspectos físicos, quanto os aspectos humanos, sobrepondo-se assim sob uma visão dicotômica, para uma visão holística da Geografia.

Contudo de acordo com Sotchava (1978), a existência de um sistema integral limita-se aos sistemas, que por sua vez, então ligados aos aspectos

físicos e sua inter-relação dialética entre essas três categorias de sistemas, considerando a natureza e a sociedade como contrários dialéticos.

Logo, a visão sistêmica não aceita a ideia assumida hoje pela Geografia da existência de sistemas antroponaturais, ou seja, sistemas gerados pela ação conjunta de fatores naturais e antrópicos. No lugar, refere-se principalmente a modificações e transformações (de forma espontânea ou pela atividade humana) dos geossistemas naturais (RODRÍGUEZ et al., 2015).

Entretanto, essa visão naturalista de Sotchava (1978) não limita de modo algum a paisagem à dicotomia, pois a mesma aceita que os aspectos naturais são constantemente modificados através das inter-relações entre os fatores humanos e naturais. O ótimo natural, que consiste na modelização de geossistemas, calculando os meios ideais.

De acordo com Passos (2003) essa visão sistêmica diferencia paisagem, meio e natureza da seguinte forma: o meio é onde vive o homem e se define em função dele; a natureza é aquilo que nada tem a ver com o homem; e a paisagem engloba a união entre ambos.

Portanto, a paisagem pode ser compreendida como a união entre o natural e o humano, é fruto da inter-relação de sistemas que englobam uma visão holística e permitem uma real análise geográfica de seus aspectos, que tem como foco a relação entre o espaço e a sociedade.

2.2. Bacia hidrográfica e sua importância para os recursos hídricos

Os recursos hídricos sempre foram de grande valia para o desenvolvimento das sociedades, assim, é notável a importância da exploração social das bacias hidrográficas. A água é um elemento indispensável para vida, ou seja, todos os seres vivos precisam desse elemento para viver e possuem em estrutura física (BRUNI, 1994).

Neste sentido, o meio aquático tem se destacado por sua importância para a vida não somente por ser vital a sobrevivência, mas também pelo seu uso na navegação, irrigação, pesca e consumo doméstico e industrial.

Desde o início da formação da sociedade, a água ocupa um papel fundamental no desenvolvimento de grandes civilizações. Desse modo, as

bacias hidrográficas e os recursos da natureza sempre tiveram expressiva importância no desenvolvimento social e econômico.

Segundo Rebouças (2004), as maiores civilizações do passado (egípcios, romanos e mesopotâmios) nasceram e se desenvolveram onde havia muita água, e pereceram ou decaíram quando o suprimento de água deixou de ser abundante. Logo a disponibilidade desse recurso primordial para a vida tem sido um fator hora restritivo, outrora atrativo ao desenvolvimento social da espécie humana.

Na atualidade os recursos hídricos não deixaram de ser essenciais para o desenvolvimento das populações, principalmente daquelas que utilizam este meio como fonte de renda, no entanto a crescente modificação desse meio natural pelas ações antrópicas tem ocasionado à diminuição de sua qualidade causando sérios problemas de abastecimento.

Essa crescente degradação por meio das atividades industriais e urbanas são as responsáveis por grande parte da poluição nos ambientes aquáticos que ocasiona escassez tanto quantitativa, quanto qualitativa para o consumo humano (TUNDISI, 2003). Sendo assim, este recurso tem se tornado cada vez mais escasso, fato este que no futuro poderá ocasionar problemas de abastecimento e como Rebouças (2004), enfatiza o próprio desenvolvimento da espécie humana.

Segundo Tricart (1977), a gestão dos recursos ecológicos deve ser realizada de maneira sustentável, onde o principal objetivo é a avaliação dos impactos da inserção da tecnologia humana no ecossistema, ou seja, promover os usos de maneira racional, isso significa determinar a taxa aceitável de exploração desses recursos, sem degradação do ecossistema, e determinar também quais medidas devem ser tomadas para garantir a continuidade dos usos sem o aumento significativo da degradação ambiental.

Contudo a gestão de maneira sustentável exige bom conhecimento do funcionamento do ecossistema e das relações entre diversos componentes da dinâmica e dos fluxos que o caracterizam (TRICART, 1977). Esse conhecimento é uso racional do meio ambiente permitirá, desse modo, o uso sustentável dos recursos tornando viável a continuidade do desenvolvimento econômico e social.

Uma bacia hidrográfica tem a finalidade suprir as necessidades animais e humanas em suas mais diversas variações e modos, ressaltando que, sua

utilização deve resultar em eficiência de uso e baixo desperdício, entretanto a crescente demanda pelo uso de recursos naturais, especificamente dos recursos hídricos, foi acompanhada nas últimas décadas pela preocupação com a qualidade e a quantidade desses recursos, mas não com a proteção e preservação efetiva dos mesmos. Dessa forma, as bacias hidrográficas passaram a ser importantes unidades de análise e planejamento ambiental (RIBEIRO E LIMA, 2014).

Para Tucci (2008), a ideia de bacia hidrográfica está associada à noção da existência de nascentes, divisores de água e características dos cursos de água (principais e secundários), denominados afluentes e subafluentes, onde a bacia hidrográfica possui uma hierarquização dos cursos d'água, ou seja, a organização natural por ordem de menor volume para os mais caudalosos, indo das partes mais altas para as mais baixas.

As bacias hidrográficas são, nesse sentido, unidades de planejamento social e físico, uma vez que se constitui num sistema natural bem delimitado geograficamente, onde os usos antrópicos promovem fenômenos e interações que dão a ela um caráter social, assim bacias hidrográficas podem ser tratadas como unidades geográficas, onde os recursos naturais se integram ao aspecto social (RIBEIRO E LIMA, 2014).

A conotação “recurso” geralmente está associada à exploração. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o termo “recurso explorável” na Hidrogeologia é aquele volume de água que pode ser economicamente extraído, sem provocar exaustão ou degradação do aquífero como meio de armazenamento natural ou artificial de água. E o termo “recursos hídricos” são as águas superficiais e/ou subterrâneas, presentes em uma região ou bacia, disponíveis para qualquer tipo de uso. Já “recursos naturais” é uma denominação aplicada a todas as matérias-primas, tanto aquelas renováveis como as não renováveis, obtidas diretamente da natureza, e aproveitáveis pelo homem (IBGE, 2004).

A região Norte tem uma posição privilegiada no que diz respeito à disponibilidade de água *in natura*, pois aproximadamente 70% da disponibilidade hídrica do Brasil se encontra nessa região, onde vivem apenas 7% da população do país. As demais regiões, que abrigam o restante da população, corresponde a apenas 30% da disponibilidade hídrica brasileira (MACHADO, 2003).

Contudo Lima et al. (2011), afirmam que a disponibilidade hídrica do Amazonas caiu cerca de 46% entre 1980 e 2007, as principais razões que corroboram para esse decréscimo é a crescente degradação do meio hídrico, o aumento da população e a ineficaz distribuição por parte dos sistemas de abastecimento. Melo et al. (2005), fazem referência ao elevado crescimento na degradação dos recursos hídricos, destacando os efluentes domésticos.

Essa noção de que de água é um bem econômico e deve ser explorada sem provocar exaustão ou degradação do aquífero não condiz com a realidade do Estado do Amazonas (MELO et al. 2005; LIMA et al. 2011). Embora nessa região tenha-se uma significativa disponibilidade *in natura*, ou seja, sem tratamento adequado para o consumo, como afirma Machado (2003). Esses problemas de gestão têm proporcionado uma ineficiência na distribuição e preservação das águas, causando sérios problemas de escassez e disponibilidade de água potável.

Tucci (2008) afirma que o Brasil, mesmo com todos os avanços na legislação nacional nas últimas décadas, ainda está na fase higienista, o motivo é a falta de tratamento de efluentes em quase todos os meios urbanos do país. O reflexo dessa problemática é essa ineficiência dos sistemas de tratamento e distribuição de água no Brasil.

Em países subdesenvolvidos as cidades possuem fases de desenvolvimento do sistema de água urbana em vários estágios. Nas cidades brasileiras, especialmente na região Norte, a maioria sequer chegara à fase higienista, tendo assim, todos seus efluentes urbanos lançados diretamente nos corpos d'água sem nenhum tratamento (TUCCI, 2008). O mesmo autor define ainda as fases dos sistemas de águas urbanas em quatro estágios, conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Fases do sistema de águas urbanas.

Estágio	Características	Consequências
Pré-higienista	Os efluentes são dispostos em fossas ou na drenagem, não há coleta ou tratamento. O abastecimento é da fonte mais próxima, poço ou rio.	Existem altos índices de doenças, epidemias, ampla mortalidade e inundações.
Higienista	Transporte dos efluentes é distante, feito por canalização do escoamento.	Relativa redução das doenças, mas como os efluentes são lançados sem tratamento no corpo d'água ocorre contaminação das fontes de água e inundações.
Corretiva	Existe sistema de tratamento de efluentes domésticos e industriais, com abrandamento do escoamento.	Recuperação dos corpos d'água, mas ainda ocorre poluição difusa, devido obras hidráulicas gerando impacto ambiental.
Desenvolvimento sustentável	Tratamento terciário e do escoamento pluvial, preservando o sistema natural.	Conservação ambiental, redução das inundações gerando melhoria da qualidade de vida.

Fonte: TUCCI, 2008.

Para Machado (2003), o país tem um alto índice de desperdício, em média entre 40 a 60% da água tratada e pronta para o consumo humano é perdida no percurso entre a captação até sua distribuição nas torneiras dos domicílios. O principal fator contribuinte para esse desperdício é a falta de estrutura na distribuição e a utilização de tecnologias obsoletas, tubulações antigas, vazamentos, desvios clandestinos que com o aumento demográfico, o desenvolvimento industrial e a ocupação desordenada e de maneira irregular do solo causam impactos diretos no meio ambiente aquático, diminuindo drasticamente a qualidade desse serviço. Além disso, o abastecimento de água tem uma ligação intrínseca com o conceito de limpeza, com as políticas de saneamento e de meio ambiente.

Tucci (2001), realça que no Brasil o abastecimento de água não deveria ser um problema, pois existe grande disponibilidade hídrica que permitiria boa cobertura desse serviço em todo o território, contudo a contaminação dos mananciais em virtude da quase inexistente cobertura de redes de tratamento de efluentes faz com que essa disponibilidade seja afetada por um ciclo de contaminação. Esse que é produzido pelo intenso volume de efluentes não tratados lançados nos corpos d'água, o resultado desse ciclo é a diminuição direta da qualidade da água para o abastecimento que impacta também na saúde pública.

Tucci (2008) enfatiza também que o impacto sob as águas urbanas tem como principal fator o planejamento urbano incorreto, que priva grandes áreas de infraestrutura adequada, onde se destaca a falta de tratamento de efluentes e ocupação do leito dos corpos hídricos, fatores esses que ocasionam deterioração da qualidade da água causando sérios riscos ao abastecimento da população.

O desenvolvimento urbano sem planejamento observado principalmente nos países periféricos, como o Brasil, tem gerado contaminação dos recursos hídricos ocasionados pelo despejo sem tratamento dos efluentes sanitários nos corpos d'água, pela deficiência na rede de drenagem urbana fazendo com que o transporte de resíduos sólidos urbanos contamine as águas subterrâneas e superficiais, pelo despejo industrial sem tratamento nos rios e pela ocupação do solo sem controle de impacto sobre o sistema hídrico (TUCCI, 2008). Todos esses fatores são decorrentes da falta de infraestrutura urbana que compromete o abastecimento de água.

Mesmo em meio a um cenário nacional pouco animador, o abastecimento de água no Brasil tem evoluído nas últimas décadas, chegando a atender 85% da população, entretanto os problemas residem principalmente no saneamento, pois o tratamento de esgotos não chega a atingir 15% da população. E a coleta de esgoto sequer abrange os 50% (TUCCI, 2001).

Nos últimos anos as empresas no país começaram a investir em sistema de coleta de efluentes e estações de tratamento, no entanto essas redes não abrangem todas as localidades das cidades, em especial as áreas de periferia que são excluídas dessas infraestruturas, ocasionando uma diferença significativa entre o volume de esgoto gerado pelo volume que é tratado antes de chegar aos cursos d'água. Sendo assim, a quantidade de efluentes que são tratados ainda é pequena se comparada à quantia não tratada (TUCCI, 2008).

O desenvolvimento da cidade tem sido realizado com baixa cobertura de redes de coleta de esgoto, além da quase total falta de tratamento de esgoto. Inicialmente, quando a cidade tem pequena densidade, é utilizada a fossa séptica para disposição do esgoto. A medida que a cidade cresce e o poder público não investe no sistema, a saída do esgoto das propriedades são ligadas a rede de esgotamento pluvial sem nenhum tratamento. Este escoamento converge para os rios urbanos e o sistema fluvial de jusante gerando os conhecidos impactos na qualidade da água (TUCCI, 2001, p. 6-7).

Contudo a gestão brasileira dos recursos hídricos tem evoluído nas últimas décadas, e como marco dessa evolução houve a instituição da Lei de Recursos hídricos, com a inclusão do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos na Constituição de 1988, até a aprovação da Lei Nº 9.433, em 8 de janeiro de 1997, estabelecendo a Política Nacional de Recursos Hídricos e instituindo o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Mais recentemente, em julho de 2000, foi aprovada a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) que passou definitivamente a incorporar em sua agenda política as discussões relativas à gestão desse precioso recurso, sendo mais um marco histórico na gestão e controle dos recursos hídricos do país (ANA, 2002).

Mesmo havendo significativos avanços nos últimos anos os problemas de abastecimento, preservação e qualidade ainda persistem em várias regiões do país. Tundisi (2008) menciona que no Brasil o gerenciamento desse recurso é a melhor solução, onde uma abordagem de pesquisa e elaboração de banco de dados a partir das bacias hidrográficas, buscando incluir uma maior valoração e conservação dos recursos hídricos através do monitoramento e de um sistema adequado de governança, com a finalidade de promover oportunidades de desenvolvimento regional e sustentável a partir da água disponível e da demanda desse recurso, bem como buscar promover a educação da população e dos gestores governamentais para que se chegue ao desenvolvimento da gestão de recursos hídricos almejada corroborando para solucionar os problemas atuais e evitar futuros.

Os principais problemas hídricos no Brasil estão relacionados ao abastecimento público, pois a crescente poluição das águas ocasionadas pelo despejo de esgotos não tratados nos corpos hídricos tem provocado escassez de água potável. O estágio atual da gestão dos recursos hídricos, no que diz respeito aos fundamentos da lei Nº. 9.433/97, está muito aquém do esperado. Existe no país uma tendência à centralização decisória no gerenciamento de recursos hídricos e a abordagens burocráticas, que acaba por marginalizar certo percentual da população dos serviços necessários presentes na lei (MACHADO, 2003).

Os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH), em sua maioria se encontram inoperantes, e existem atualmente poucos comitês de bacias hidrográficas em pleno funcionamento, pois grande parte desses adota uma

estratégia de denúncia, reivindicação e conflito com o governo ocasionando uma gestão não integrada dos recursos hídrica (BRASIL, 2006b).

A lei federal (Nº. 9.433/97), que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o artigo 1º da Lei Nº. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei Nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Em seu artigo 1º fundamenta que a água é um bem de domínio público, sendo também um recurso limitado que possui valor econômico e em situações de escassez o uso prioritário é o consumo humano e dessedentação de animais, onde a gestão tem por obrigação oferecer o uso múltiplo desse recurso.

Desse modo, se a água é um bem de domínio público e sua gestão deve ser integrada, logo de existir significativa participação popular nos comitês de bacias. Cabe realçar que a política instituída por essa lei deve gerir a bacia hidrográfica como uma unidade territorial descentralizada, onde a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades é um preceito presente (BRASIL, 1997).

Nesta lei estão preconizadas as linhas de ação para um processo eficiente de planejamento, coordenação e controle dos recursos hídricos no país. Ressalta-se a modernidade deste instrumento legal, que define a política e o sistema de gestão em seus diversos aspectos. E, igualmente, a necessidade de inserção dos múltiplos setores da sociedade, de forma participativa, no processo de tomada de decisão em suas respectivas bacias hidrográficas; na descentralização; e na integração das ações na busca por soluções adequadas e ajustadas às diferentes realidades de cada região [...] (SANTA CATARINA, 2013, p. 8).

De acordo com essa lei (Nº. 9.433/97) foi criada seguindo os seguintes fundamentos: O domínio das águas, valor econômico, os usos prioritários, usos múltiplos, a unidade de gestão e a gestão descentralizada. Além disso, a gestão da bacia hidrográfica como unidade territorial é fundamental para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Nesse contexto o modelo brasileiro buscou estabelecer o planejamento e a autoridade administrativa das práticas de manejo do solo e água, propiciando também bases na criação de políticas e atuações que visam o planejamento territorial e de recursos hídricos (CAMPOS e STUART, 2003 *apud* ROCHA, 2012).

A lei supracitada foi alterada pela lei Nº. 9.984 de 2000, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

Essa que em seu Artigo 2º afirma que pertence ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), criar a articulação dos planejamentos nacional, regionais, estaduais e dos setores usuários elaborados pelas entidades que integram esse sistema, visando formular a Política Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da Lei Nº. 9.433 (BRASIL, 2000).

A lei Nº. 10.881, de 9 de junho de 2004, que dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União e dá outras providências. Prever em seu artigo 1º, que instituída uma dessas entidades delegatárias, essa tem por obrigação assumir todas as competências estabelecidas pelos artigos 41 e 44 da Lei Nº. 9.433, encerrando-se, em consequência, o contrato de gestão referente à sua área de atuação (BRASIL, 2004).

Segundo o Artigo 41, é de competência dessas agências exercer a função de secretaria executiva do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica. E perante o artigo 44 compete a essas agências em suas áreas de atuação: manter balanço atualizado referente a disponibilidade de recursos hídricos, é necessário também manter o cadastro de usuários desse recurso, é de obrigação elaborar de acordo com a delegação do outorgante a cobrança pelo uso desse, é necessário promover os estudos necessários para a gestão dos mesmos, elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica, bem como é prioritário para esse último propor ao respectivo ou respectivos Comitês o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos, o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso e o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo (BRASIL, 1997).

Na década de 90 foram editadas pela mesma lei de Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), as leis estaduais de recursos hídricos que

promoveram o princípio do aproveitamento múltiplo e integrado dos recursos hídricos, sendo então um modelo que contempla simultaneamente os aspectos quantitativos e qualitativos.

Essa nova perspectiva de gestão dos recursos hídricos originou uma interconexão entre as áreas de recursos hídricos e de saneamento ambiental, como resultado destacam-se as intervenções voltadas ao controle da poluição hídrica difusa advinda da drenagem e disposição de resíduos sólidos urbanos e algumas mais particulares devido à relação direta com a saúde pública, como é o caso dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, propondo-se a diminuir gradativamente a contaminação das águas naturais que representa um dos principais riscos à saúde pública, sendo estritamente admitidas como fator preponderante de inúmeras enfermidades que acometem as populações, especialmente aquelas não atendidas por serviços de saneamento (LIBÂNIO et al., 2005).

Em âmbito mundial a Organização das Nações Unidas (ONU) propôs metas para o milênio que levam em consideração diversos aspectos relacionados a gestão de águas urbanas, visando principalmente o saneamento básico urbano. A principal meta referia-se à redução da falta de água potável, reduzir a pobreza e vulnerabilidade a eventos naturais e/ou antrópicos e implantar sistemas de coleta e tratamento de esgotos reduzindo o déficit em 50% até 2015 (TUCCI, 2008).

Para controle desse impacto, no início da década de 1970 houve um marco importante com a aprovação do “Clean Water Act” (Lei de água limpa) nos Estados Unidos. Essa legislação definiu que todos os efluentes deveriam ser tratados com a melhor tecnologia disponível para recuperação e conservação dos rios. Foram realizados investimentos maciços em tratamento de esgoto doméstico e industrial, recuperando em parte a qualidade da água dos sistemas hídricos (rios, lagos, reservatórios e costeiro). Isso permitiu melhorar as condições ambientais, evitar a proliferação de doenças e a deterioração de fontes de abastecimento. Nessa mesma época, verificou-se que era insustentável continuar a construção de obras de drenagem que aumentassem o escoamento em razão da urbanização, como a canalização de rios naturais. Procurou-se revisar os procedimentos e utilizar sistemas de amortecimento em detrimento de canalização. Essa tem sido denominada fase corretiva das águas urbanas (TUCCI, 2008, p. 100).

Visando alcançar essas metas em 2002 na cidade de Johannesburgo, foi estabelecido que as nações procurassem desenvolver seus planos de recursos

hídricos, com o objetivo de atingir essas diversas metas. Entretanto os principais obstáculos para alcançar esses objetivos ficam por conta do abastecimento de água na área rural e para população de baixa renda, para que se atinjam os níveis de cobertura total de água potável, o outro seria referente ao tratamento de esgoto, pois a porcentagem da população que não tem acesso ao tratamento de efluentes é superior a 80%, isto significa que para chegar ao objetivo proposto seria necessário diminuir esse déficit para algo em torno de 40% (TUCCI, 2008).

Tundisi (2008) realça que o saneamento básico, tratamento de esgotos, recuperação de infraestrutura e de mananciais são prioridades fundamentais no Brasil, pois a enorme disponibilidade de água existente deve ser considerada um verdadeiro recurso para o desenvolvimento econômico regional visando estimular a economia, a fim de criar alternativas adequadas para o desenvolvimento, baseadas no ciclo hidrosocial. Entretanto, é essencial promover em âmbito nacional, uma série de estudos estratégicos a respeito dos recursos hídricos e economia, água e saúde humana, água e mudanças globais, com desígnio de originar visões e panoramas de longo prazo que estimulem políticas públicas consolidadas que busquem usufruir de maneira sustentável desse bem natural.

2.3. Uso da terra e parâmetros de qualidade da água

O avanço das tecnologias de Sensoriamento Remoto possibilitou a disponibilidade de produtos de satélites imageadores da terra como marco de uma nova era dos estudos de uso da terra, visto que ao mesmo tempo em que abre novas metodologias de pesquisas, revela a concepção teórica que orienta a apreensão espacial e temporal do uso da terra no seu conjunto para a gestão da apropriação do espaço geográfico global ou local (IBGE, 2006).

As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são importantes ferramentas que auxiliam nos estudos ambientais, devido a sua praticidade e operacionalidade, e permitem o processamento de uma gama representativa de dados, proporcionando uma rápida atualização das bases de dados, análise espacial de dados geográficos e monitoramento dos impactos no ambiente (SILVA NETO E ALEIXO, 2017).

Estudos de uso da terra, através do geoprocessamento e adoção de sensores remotos e recursos computacionais para classificação digital dos

padrões de uso da terra são de notável importância para a identificação das formas de uso e da cobertura vegetal, desse modo, a importância dada a um novo recurso tecnológico para obtenção de informações de uso da terra pelo aspecto da visão do conjunto do uso da terra e revestimento do solo e a preocupação ambiental. Juntos, esses aspectos vão constituir os marcos teórico-metodológicos dos estudos contemporâneos do uso da terra (IBGE, 2013).

Nesse sentido, as análises multitemporais do uso e ocupação da terra, em seu contexto, bem como em bacias hidrográficas, auxilia na compreensão da dinâmica ambiental, além de servir como importante ferramenta para o levantamento de informações, passíveis de serem usadas para o desenvolvimento de estratégias para a aplicação de um planejamento ambiental, além de fomentar também, o desenvolvimento de políticas públicas de gestão territorial, de bacias hidrográficas e recursos hídricos (BRAZ et al., 2015).

O levantamento sobre o uso e a cobertura da terra comporta análises e mapeamentos, sendo de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão (IBGE, 2013).

Entende-se por levantamento o conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada através de mapas. O Levantamento do Uso e da Cobertura da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando a sua classificação e espacialização através de cartas (IBGE, 2006, p. 20).

Além dos estudos que envolvem o uso da terra e cobertura vegetais, os estudos acerca dos recursos hídricos, bacias hidrográficas, também se destacam como fundamentais para o planejamento territorial. Vale ressaltar que os estudos visam entender melhor a gestão, exploração, qualidade e usos desse recurso.

Com tantas mudanças e riscos ambientais, tem crescido a preocupação especial com as bacias e estudos relacionados ao planejamento dos recursos hídricos ganham destaque entre órgãos públicos/privados, profissionais de áreas, pessoas preocupadas com o futuro do meio ambiente (BRAZ et al., 2015).

Dentre os mais diversos riscos ambientais, os recursos hídricos têm significativa importância, pois é um dos principais recursos utilizados para a manutenção da vida. Desse modo, a água torna-se um importante elemento natural, tanto do ponto de vista econômico, quanto do ponto de vista social.

Entretanto, a utilização da água para o abastecimento e para os mais diversos usos requerem certo padrão de qualidade disposto em legislações ambientais vigentes.

O principal propósito para a exigência de qualidade da água potável é a proteção à saúde pública, visto que o abastecimento deve conter certos padrões de qualidade, onde os principais agentes biológicos contaminantes descobertos nas águas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitas, que devem estar ausentes ou em quantidades aceitáveis (D'AGUILA et al., 2000).

Desse modo, o abastecimento requer além de qualidade uma boa infraestrutura para descartar possíveis déficits de fornecimento. Nesse contexto, o saneamento é de fundamental importância.

O conceito de saneamento pode ser entendido segundo uma visão de intervenção sobre o meio físico onde o homem vive, se reproduz e desenvolve suas atividades produtivas, como sugere a clássica definição: "saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu bem estar físico, mental ou social". Logo, saneamento compreende um conjunto de ações sobre o meio ambiente no qual vivem as populações, visando garantir a elas condições de salubridade, que protejam a sua saúde, dado que saúde, na definição da Organização Mundial da Saúde, seria o "estado de completo bem estar físico, mental ou social, e não somente a ausência de doenças" (BRASIL, 2006a, p. 15).

A necessidade de infraestrutura nas bacias hidrográficas é essencial, pois as além de importantes fontes de recursos são áreas de drenagem de sedimentos e matérias dissolvidos que exercem funções primordiais na conservação de suas características naturais de seu entorno, ou seja, das áreas do seu entorno utilizadas para as diversas formas de uso da terra como: agricultura, pecuária e habitação. Além disso, outro uso primordial das bacias hidrográficas é a captação de água para os mais diversos usos, desde consumo humano (contato primário) até navegação e irrigação (contato secundário).

Á água constitui um dos elementos físicos mais importantes na composição da paisagem terrestre, pois a mesma interliga fenômenos da atmosfera e da litosfera que interferem e definem também mecanismos que promovem a interação entre diversos fatores bióticos (flora e fauna), abióticos

(clima, rocha, solo e posição topográfica) e antrópicos (uso do solo), que compõem o meio ambiente (COELHO NETTO, 2012).

A diminuição da qualidade da água refere-se a uma série de parâmetros físicos, químicos e biológicos que exercem influência de maneira direta na qualidade deste recurso, e está ligada a fatores naturais e antrópicos (RODRIGUES E PISSARRA, 2007). Contudo o principal desafio consiste em viabilizar a implantação de sistemas de tratamento de efluentes urbanos e industriais, para e assegurar o pleno abastecimento de água potável a população (MOREIRA, 1996).

Cada uso da água apresenta seu próprio requisito de qualidade, como o abastecimento urbano que exige alto padrão de qualidade e a navegação não apresenta grandes restrições (BORSOI E TORRES, 1997).

Nesse sentido a água que se destina ao consumo humano deve estar de acordo com os enquadramentos da legislação para o referente uso.

Diante desse contexto a resolução Nº. 357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), dispõe a propósito da classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais visando o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (conforme quadro 2). Segundo a legislação (CONAMA Nº 357/2005) as águas doces devem possuir alguns parâmetros de qualidade que enquadram os corpos hídricos nas seguintes classes.

Quadro 2 – Classes de enquadramento da resolução

Classes	Águas destinadas
Classe Especial	<ul style="list-style-type: none">• ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;• à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;• à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe I	<ul style="list-style-type: none">• ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;• à proteção das comunidades aquáticas;• à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama Nº. 274, de 2000;• à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e• à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe II	<ul style="list-style-type: none">• ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;• à proteção das comunidades aquáticas;• à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama Nº. 274, de 2000;• à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e• à aquicultura e à atividade de pesca.
Classe III	<ul style="list-style-type: none">• ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;• à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;• à pesca amadora;• à recreação de contato secundário; e• à dessedentação de animais.
Classe IV	<ul style="list-style-type: none">• à navegação; e• à harmonia paisagística.

Fonte: Brasil, 2005.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2017.

Essa resolução estabelece as concentrações admissíveis de substâncias químicas que podem causar danos ao meio aquático, tornando-o inadequado segundo os padrões dessa, uma vez que esses parâmetros físico-químicos e biológicos quando alterados podem ocasionar prejuízos à saúde humana. Portanto, a classificação dos corpos d'água é de fundamental importância para o manejo e utilização desses recursos que estão intimamente ligados aos usos da água, seja esse com finalidade econômica ou social (ROCHA, 2012).

A importância da água é imprescindível para a manutenção da vida e processos econômicos atuais, pois a gestão dos recursos hídricos é de fundamental importância para evitar futuros problemas de escassez. Aproximadamente 1,3 bilhões de pessoas encontram-se necessitadas de água apropriada para o consumo humano, sem contar que o consumo de água a nível

mundial duplica aproximadamente a cada 25 anos, sendo assim a previsão de uma insuficiência hídrica é cada vez mais real. Devido a essas exigências surgiram reais preocupações com a qualidade deste recurso, que têm induzido a uma série de medidas, tanto governamentais quanto sociais com o objetivo de viabilizar de maneira segura a continuidade das diversas atividades públicas e privadas que têm como foco as águas doces, principalmente para que atuem sem prejudicar a qualidade de vida da população (MACHADO, 2003).

Os estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas são fundamentais para o monitoramento e análise das Áreas de Proteção Permanentes (APPs) ao longo da rede de drenagem.

Essas áreas estão definidas atualmente pela lei Nº. 12.651 de 25 de maio de 2012, é esta que define como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, tem como a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Nesse sentido percebe-se que a legislação vigente que ampara a exploração consciente dos recursos é extremamente eficaz, no que diz respeito a preservação e uso sustentável, contudo o que realmente ocorre é uma crescente falta de gestão e fiscalização quanto ao cumprimento das mesmas.

2.3.1. Variáveis físicas de qualidade da água

Quanto as variáveis físicas de qualidade da água, a cor encontrar-se ligada ao coeficiente de redução de intensidade que a luz deve suportar para atravessá-la, nesse sentido o processo ocorre por meio da assimilação de parte da radiação eletromagnética, devido à presença de sólidos dissolvidos, especialmente o material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Os colóides orgânicos são os ácidos húmico e fúlvico, que são substâncias naturais decorrentes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas e outros substratos (CETESB, 2009).

Existem também compostos inorgânicos que pode alterar a cor da água, como os óxidos de ferro e manganês, que são comuns em vários tipos de solo, e metais presentes em efluentes industriais, entretanto esses que promovem a

diluição de íons raramente interferem na passagem da luz. Contudo, a cor da água é em geral de valor estético, já que é capaz de causar efeito repulsivo aos usuários. É notável lembrar que o monitoramento da coloração consiste fundamentalmente na observação visual do técnico de coleta no momento da amostragem (CETESB, 2015).

A transparência é uma variável medida *in loco* por meio do disco de Secchi, equipamento circular branco ou com setores branco e preto e um cabo graduado utilizado para determinar tal variável, esse disco é mergulhado na água até a profundidade a qual não seja mais possível visualizar o disco. A profundidade limite em que se pode ver o disco é a transparência. A partir da medida desse equipamento é possível estimar a profundidade de zona fótica, penetração vertical da luz solar na coluna d'água que sugere o grau da atividade fotossintética de corpos hídricos (CETESB, 2009).

A turbidez de uma amostra de água é o nível de atenuação de intensidade que um feixe de luz suporta ao cruzar o corpo hídrico, onde a diminuição ocorre por absorção e espalhamentos das partículas que geram turbidez são superiores ao comprimento de onda da luz branca, provocado pela ocorrência de sólidos em suspensão inorgânicos, como areia, silte e argila, e resíduos orgânicos, tais como algas, bactérias e plâncton. Os efluentes urbanos também provocam aumento da turbidez nas águas, onde o aumento dessa variável reduz a fotossíntese das vegetações aquáticas que pode reduzir a produtividade de peixes, causando impacto direto nas comunidades biológicas aquáticas e ao meio como um todo (CETESB, 2009).

Segundo Rocha (2012), quanto mais turva é a água maior a quantidade de material em suspensão, logo as concentrações de areia, bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos, silte, entre outros são mais elevadas. Além disso, a presença dessa causa à dispersão e a absorção da luz, de tal modo que essa dispersão compõe um parâmetro adotado no controle de poluição da água, e de averiguação nas águas consideradas potáveis, onde quanto maior a turbidez, menor a absorção de luz, e mais poluída estará água. Nesse sentido os valores de turbidez da água permitidos para consumo encontram-se entre 0 a 100 NTU, segundo a resolução Conama N^o. 357/2005.

A temperatura da água tem como grande fator em sua variação a radiação solar, que é o principal processo que gera o aquecimento térmico na

água, onde os principais mecanismos de transferência de calor da superfície da água constituem na condução de calor e evaporação.

Na Amazônia, devido sua alta incidência solar proporcionada pela sua zona latitudinal, os corpos hídricos apresentam temperaturas elevadas, mesmo em ambientes lânticos, quando comparados a outras regiões do país. A absorção nessa região não ocorre só na interface ar/água, mas também em uma camada de água próxima à superfície, e a espessura dessa camada depende das características da absorção, como por exemplo, a turbidez (TUNDISI E MATSUMURA TUNDISI, 2008).

A temperatura exerce um papel fundamental no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Normalmente quando o grau de temperatura aumenta, de 0 a 30°C, algumas características se alteram como a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, em contrapartida a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. Esses efeitos podem influenciar alguns organismos aquáticos que possuem termo tolerância (limites de tolerância térmica), pois alguns desse possuem temperaturas ideais para crescimento, para migração, desova e incubação dos ovos (CETESB, 2009).

Os sólidos nas águas, assim como a temperatura possui significativa importância para os ecossistemas aquáticos, pois correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água. Dessa forma, para estudos que visam o controle de poluição das águas naturais, principalmente nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A determinação dos níveis dessa variável é medida de acordo com a sua concentração das diversas frações de sólidos, e resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos) (CETESB, 2009).

Os sólidos dissolvidos totais (TDS), utilizados para verificar a distribuição das partículas na água, podem ser amostrados *in loco*, por diversas sondas e permitem identificar os conjuntos de sais dissolvidos na água (cloretos, bicarbonatos, sulfatos, entre outros), sendo assim, uma variável limnológica é

fundamental permitido conferir informações acerca da salinidade da água e do tipo de solo no entorno do curso d'água (LELIS E PINTO, 2014).

Além disso, para os recursos hídricos, os sólidos totais dissolvidos podem também reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Em caso de altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, ocasionam corrosão em sistemas de distribuição, podendo conferir sabor às águas (CETESB, 2009).

2.3.2. Variáveis químicas de qualidade da água

A condutividade elétrica da água é uma importante variável limnológica para o metabolismo dos ecossistemas aquáticos, fornecendo ainda informações sobre a magnitude da concentração iônica na água. Essa variável também é fundamental para demonstrar as diferenças geoquímicas entre diversos cursos d'água, como lagos e rios (ESTEVES, 2011). Simplificadamente, a condutividade é a capacidade do meio hídrico em conduzir a corrente elétrica. Além disso, indica o volume de sais existentes na coluna d'água, logo está diretamente relacionada à concentração de poluentes. Normalmente ambientes que apresentam valores de condutividade acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ são considerados impactados. Cabe mencionar que altos valores podem indicar características corrosivas (CETESB, 2009).

A condutividade ainda indica concentrações sais, ácidos e bases nas águas naturais, sendo também a medida da capacidade da molécula de água em conduzir corrente elétrica através do conteúdo eletrolítico da água. É também um importante indicador de salinidade (TUNDISI E MATSUMURA TUNDISI, 2008).

O oxigênio dissolvido da água é uma das principais, pois tem fundamental importância na manutenção da qualidade dos meios aquáticos. Exerce ainda notável influência na oxidação, decomposição e ciclagem de matéria orgânica na água (GOLDMAN; HORNE, 1983 *apud* BRITO, 2006).

Essa variável é derivada da dissolução desse elemento atmosférico nas águas naturais que ocorre por meio da diferença de pressão parcial, onde esse processo é gerido pela lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água em função da temperatura. O oxigênio dissolvido possui uma

taxa de reintrodução em águas naturais que depende das características hidráulicas do meio, por exemplo, a taxa de reaeração superficial de uma queda d'água é superior à de um lago, em virtude da velocidade do deslocamento do corpo hídrico, neste sentido o oxigênio dissolvido está ligado de maneira direta ao fluxo desses meios, sejam eles correntosos ou lênticos (CETESB, 2009).

Águas naturais possuem concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, enquanto águas poluídas apresentam baixa concentração dessa variável, devido ao alto consumo de oxigênio nos processos de decomposição de compostos orgânicos. Através da mensuração dessa variável é presumível verificar os efeitos de resíduos oxidáveis sobre a água e averiguar a eficiência do tratamento de esgotos, bem como indica a capacidade de um corpo d'água natural de sustentar a vida aquática (BRASIL, 2005).

O Potencial Hidrogeniônico (pH) é considerado uma das variáveis ambientais mais importantes na avaliação da qualidade de água. Cabe mencionar que em águas naturais essa é influenciada pela concentração de íons provocado através da dissociação do ácido carbônico que gera valores baixos de pH. Já valores elevados para faixa alcalina ocorrem através das reações de íons carbonáticos e bicarbonato com a molécula de água (ESTEVES, 2011).

O pH é uma variável de significativa importância na análise de corpos hídricos, tendo expressiva influência no equilíbrio químico da água, sendo também um parâmetro de grande importância para o estudo do saneamento desses ambientes, pois o meio aquático naturalmente sofre influência do pH nos processos fisiológicos das espécies desse ecossistema. Essa variável causa efeito na precipitação de elementos químicos tóxicos, como os metais pesados e sobre a solubilidade de nutrientes, bem como tem fundamental importância na classificação das diversas classes de águas, estabelecidos pela resolução Conama N^o. 357/ 2005 (BRASIL, 2005).

O enquadramento dessa variável, segundo a legislação, tem a finalidade de proteção à vida aquática e a saúde é de 6 a 9, seus valores implicam diretamente no processo de tratamento de águas de sistemas antropizados, já que exerce ação direta em meio aeróbios e anaeróbios, uma vez que a acidificação é provocada pela diminuição no nível de pH sugerindo alteração do meio. Em estações de tratamento de água o controle de qualidade envolve a coagulação e a floculação, onde o pH ideal de coagulação corresponde ao

momento em que as partículas coloidais apresentam menor eletroestática superficial, e ainda tem papel fundamental na acidez, visto que águas ácidas são corrosivas. Já as alcalinas são incrustantes, por isso essa variável é importante no controle da qualidade da água, onde o padrão para potabilidade para o abastecimento público deve apresentar valores entre 6,0 a 9,5 (CETESB, 2009).

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Área de estudo

Cacau Pirêra é um dos distritos do município de Iranduba, no Estado do Amazonas, assim definido por lei municipal (Plano Diretor, 2006) reconhecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A construção da ponte Rio Negro e a criação da Região Metropolitana de Manaus (RMM), criou mecanismos para o processo de desconcentração dos comércios e serviços, sobretudo os serviços públicos, desafogando a cidade de Manaus. Desse modo, as ações do Estado não são isoladas, pelo contrário, elas mantêm uma relação direta com os interesses econômicos (SOUSA, 2013).

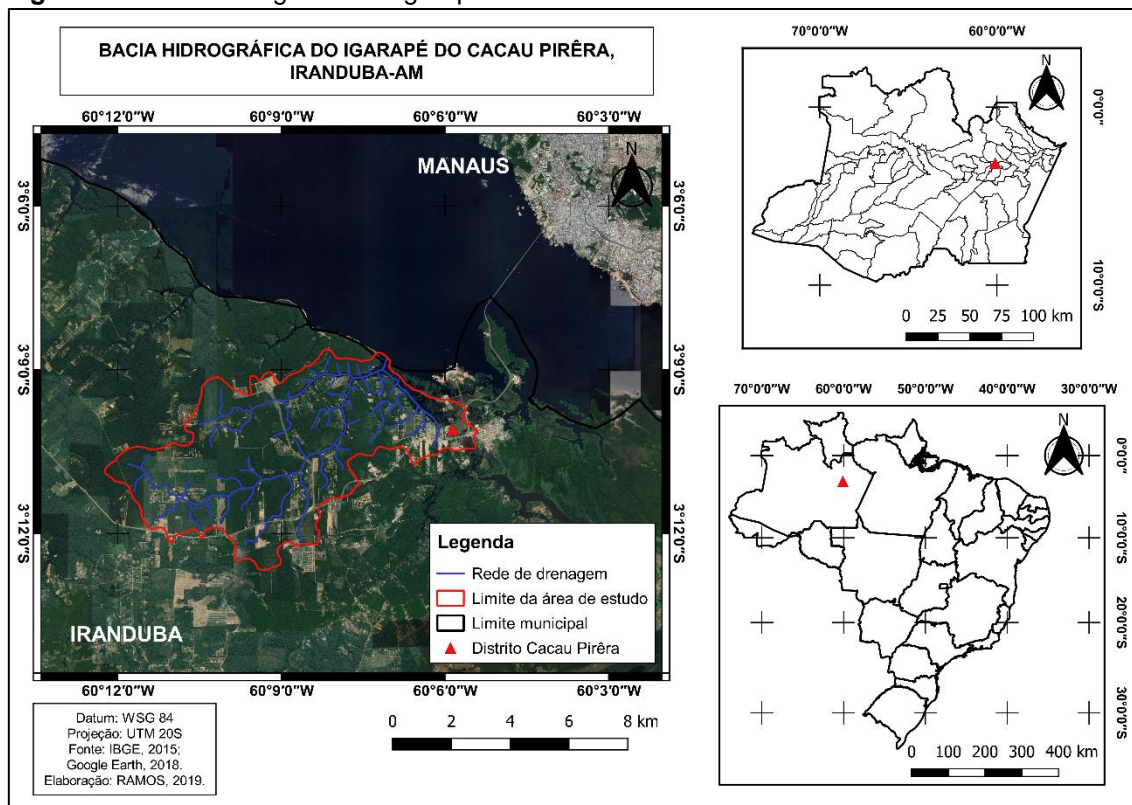
A economia dessa região conta ainda com algumas indústrias instaladas com os incentivos da SUFRAMA e financiamento da Agência de Fomento do Estado do Amazonas (AFEAM), como a fábrica de preservativos LAM Látex da Amazônia e a Indústria de Laticínios da Fazenda Ltda, conhecida como Fazendinha. E também é composta por atividades industriais, com ênfase no espaço urbano-regional, onde o maior destaque é sem dúvida as cerâmicas. Essas olarias estão distribuídas ao longo das rodovias Manoel Urbano (AM-070) e dentro da zona urbana de Iranduba. Dentre essas indústrias ceramistas temos: Miranda Corrêa, Manauara, Nóvoa, Manaus e Montemar. As duas primeiras estão situadas na zona urbana de Iranduba (SOUSA, 2015).

As várzeas dessa extensa área são banhadas pelo rio Negro e Solimões, perto de Manaus, as várzeas são áreas próximas do rio, que sofrem enchentes durante parte do ano, por 4 a 6 meses e são emersas por 6 a 8 meses (dependendo da altitude da área) (RAHMAN, 1977).

A bacia hidrográfica do Igarapé do Cacau Pirêra (Figura 1), está localizada na planície de inundação periódica de confluência dos rios Negro e

Solimões, onde o Igarapé do Cacao Pirêra configura-se como um afluente do Rio Negro ao Norte da planície.

Figura 1 – Bacia hidrográfica do igarapé do Cacao Pirêra.



As bacias hidrográficas localizadas na planície de inundação são influenciadas pelo regime do rio Negro, que possui um volume de água capaz de adentrar a foz dos seus afluentes ocasionando o efeito de barramento hidráulico (FILIZOLA et al., 2009). Esse efeito de barramento ocorre geralmente quando o rio Negro se encontra no período de enchente e vazante, entre os meses de março até os meses de agosto e setembro, deste período em diante, entre os meses de setembro a dezembro, as cotas são controladas pelo regime pluviométrico local (BITTENCOURT E AMADIO, 2007).

A partir de janeiro os comportamentos hidrológicos destas bacias passam a receber influência mista, tanto da pluviosidade local, quanto do barramento hidráulico do rio Negro, ainda podem ocorrer comportamentos hidrológicos distintos nessas bacias situadas a margem direita em relação as bacias da margem esquerda do rio Negro, pois as feições geomorfológicas interferem na distribuição do volume de água no terreno (AMAZONAS, 2012).

Históricamente, o processo de ocupação da área iniciou na década de 50, acelerando a partir dos anos 90, seguindo o padrão observado para a Amazônia, onde a maior concentração das atividades encontra-se próximo as margens dos cursos d'água (AMAZONAS, 2012).

Dentre os municípios que mais se desenvolveram ao longo das últimas décadas destacam os da RMM (Região Metropolitana de Manaus), em especial Iranduba, por sua proximidade a capital estadual e sua viabilidade logística intensificada pela construção da ponte Rio Negro. Vale ressaltar também sua importância através de sua localização que abrange áreas de planície de inundação periódica dos rios Negro e Solimões, tornando Iranduba uma área importante do ponto de vista do deslocamento fluvial e rodoviário (SOUSA, 2013).

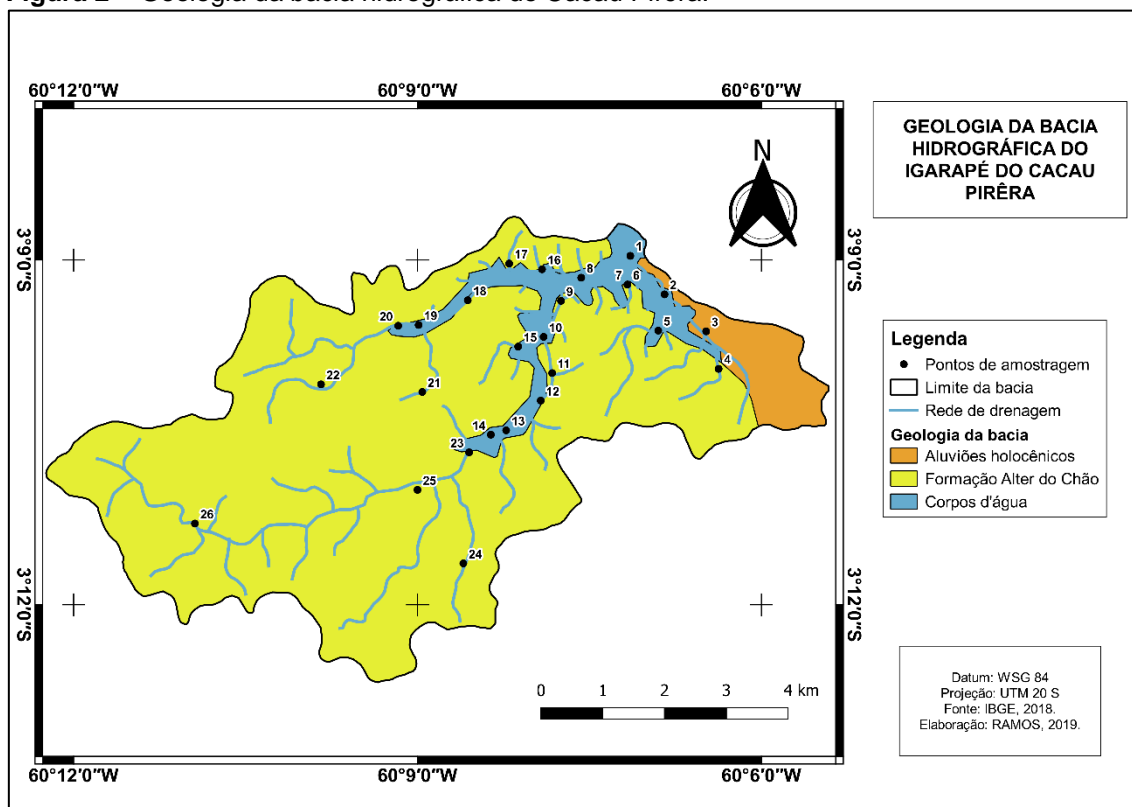
Cacau Pirêra é um dos distritos do município de Iranduba, além da sede municipal, há 4 distritos definidos em lei: Iranduba (a sede municipal), Ariaú, Lago do Limão e Paricatuba. Estes distritos somente tiveram suas delimitações demarcadas em Lei Municipal Complementar publicada em maio/2012 (SOUSA, 2015).

Os municípios da RMM, dentre eles Iranduba e seu distrito Cacau Pirêra, sofreu um intenso processo de reestruturação do espaço na região. As mudanças no sistema de transportes, através da construção da Ponte Rio Negro, que modificou forma de se locomover pelo espaço nessa região onde o antigo sistema modal rodo-fluvial passou a ser estritamente rodoviário, estimulou novas maneiras de uso e ocupação do espaço, como exemplo, a valorização da terra e o crescimento do mercado imobiliário, além da expansão das atividades de comércio e serviços (SOUSA, 2013).

3.1.1. Geologia

A bacia sedimentar do Amazonas está inserida no Cráton amazônico, onde localiza-se exatamente entre os escudos das Guianas e central do Brasil, sendo limitada a oeste pelo Arco de Purus, este que a separa da bacia sedimentar do Solimões, e a leste pelo Arco de Gurupá, que a separa da bacia sedimentar de Marajó (PALMA, 2014), conforme figura 2.

Figura 2 – Geologia da bacia hidrográfica do Cacaú Pirêra.



Em geral a bacia do Amazonas foi palco de manifestações magmáticas básicas, relacionadas à separação das placas Africana e Sul-Americana, onde a seqüência neocretácea-terciária é composta pelos depósitos flúvio-lacustres das Formações Alter do Chão e Solimões, reunidas no Grupo Javari (ABINADER, 2008).

A formação Alter do chão, segundo Palma (2014), apresenta ambientes deposicionais fluviais, de tipologias que variam dependendo do local ou da porção da formação estudada, contudo essa formação recobre a superfície de Manaus, tendo limite inferior discordante com os evaporitos e calcários da Formação Nova Olinda, onde o único mapa geológico da cidade baseado em descrições litológicas e perfilagens geofísicas de 120 poços tubulares, diferenciando quatro litofácies da Formação Alter do Chão: argilosa, areno-argilosa, arenosa e Arenito Manaus. A primeira facie representando 70 % da área da cidade, a segunda e terceira fácies ocorrem em profundidade e superfície, apresentando potencial como aquífero.

A formação Alter do Chão encontra-se entre os poços de Madeirinha e Monte Alegre, encravada sobre os sedimentos do Paleozóico e, pelo menos em

parte, recoberta pelo Cenozóico, cujas as suas relações bioestratigráficas com os sedimentos do Cretáceo, dos poços do Acre e fossa do Marajó, não se encontram bem definidas (LOURENÇO et al., 1978).

Ao longo da planície do sistema Rio Solimões-Amazonas, a Formação Alter do Chão está coberta por depósitos aluvionares recentes e sub-recentes. Essa área aluvionar é onde está inserida distrito do Cacau Pirêra (Figura 2), apresentam características com unidades litológicas que consistem em rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Amazonas, destacando-se a Formação Alter do Chão que constitui o substrato geológico, que tem seus eventos no Cretáceo superior a Terciário (AMAZONAS, 2012).

A bacia do Igarapé do Cacau Pirêra está situada na porção ocidental da Bacia Amazonas, tendo como referência o limite entre os domínios fluviais do Baixo Solimões, Baixo Negro e Médio Amazonas (D'ANTONA et al., 2007).

Desse modo, a bacia do Igarapé do Cacau Pirêra litologicamente é aluvionar holocênica, onde ocorre a presença de areias, siltes e argilas, inconsolidadas, correspondendo aos depósitos recentes e atuais de planícies fluviais; é as vezes apresentam-se mais litificados (depósito sub-recente); arenitos ferruginosos, com seixos de quartzo, arredondados com aspecto conglomerático (LOURENÇO et al., 1978).

A Formação Alter do Chão, principal unidade do Baixo Negro e Baixo Solimões, atinge espessuras de até 1.200 metros, datada do Cretáceo Superior (D'ANTONA et al., 2007).

No Baixo Solimões e Baixo Negro a Formação Alter do Chão reúne quartzo arenitos róseos, arenitos arcoseanos pouco consolidados, arenitos caulínicos e caulins. Os arenitos arcoseanos apresentam-se mosqueados, esbranquiçados a arroxeados, quando sujeitos à alteração. Os arenitos exibem estratificações cruzadas acanaladas a tabulares, além de corpos maciços. Processos de lateritização vieram formar sobre a unidade possantes níveis de argilas mosqueadas e de canga laterítica. Depósitos de areias se desenvolvem sobre uma fácies arenosa. Os arenitos caulínicos mantêm proximidade com os níveis de caulim e sugerem distintas fácies sedimentares do Alter do Chão. Contudo, há controvérsias a respeito da origem dos depósitos de caulim (D'ANTONA et al., 2007, p. 32).

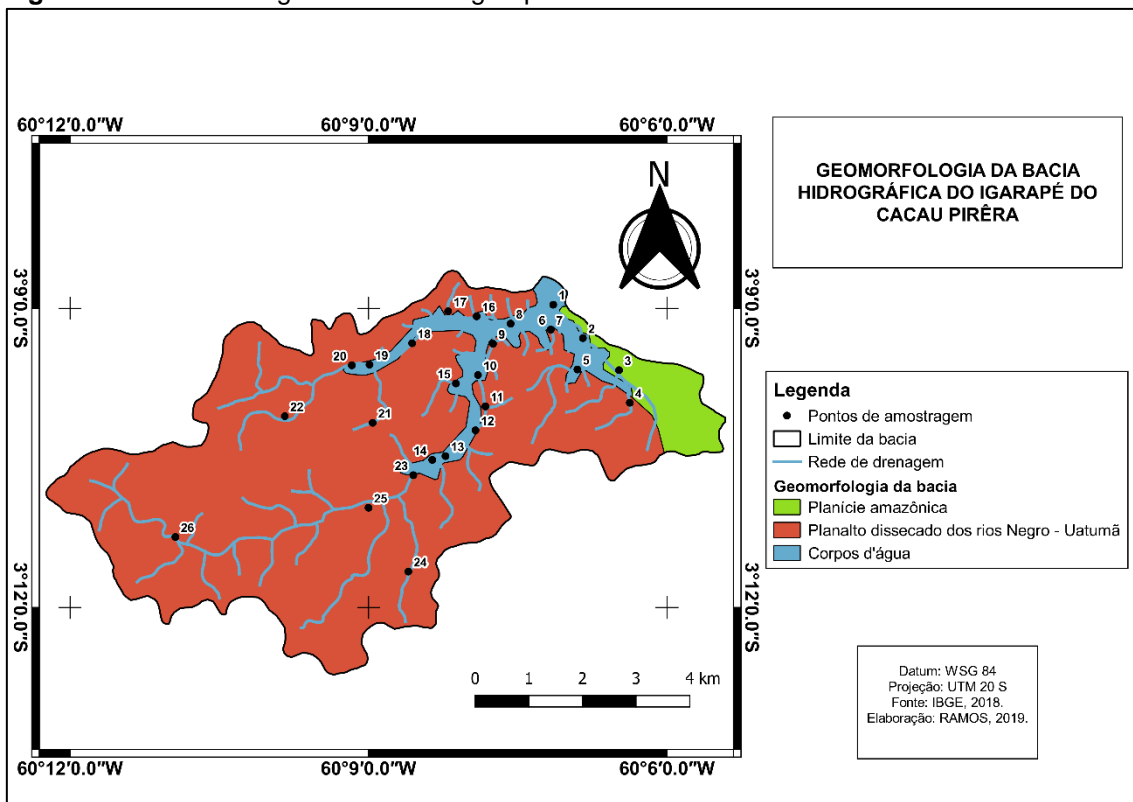
Os depósitos siliciclásticos da Formação em barrancos ao longo do rio Amazonas são constituídos, principalmente de arenitos bem estruturados, essa formação afloram na região de Óbidos - PA, além de conglomerados e pelitos limitados no topo por um paleossolo laterítico de idade paleógena (MENDES et al., 2012).

3.1.2. Geomorfologia

A bacia hidrográfica do Igarapé do Cacao Pirêra (figura 3) está geomorfologicamente inserida sob os domínios de planalto dissecado do rio Negro Utumã, estes, exibindo forte padrão de entalhe de rede de drenagem e variação nos níveis altimétricos, encontrando-se separados pela planície fluvial do rio Amazonas. As características geomorfológicas dessa formação permitem distingui-lás facilmente das unidades paleozóicas da bacia do Amazonas, constituída por arenitos finos a médios, com níveis argilosos, caulíníticos, inconsolidados, contendo grânulos de seixos de quartzo esparsos, com estratificação cruzada e plano-paralela (AMAZONAS, 2012).

Os levantamentos geológicos expeditos possibilitaram reconhecer uma grande área de exposição da Formação Alter do Chão em áreas previamente estabelecidas ao Tércio-Quaternário e Holoceno, pois as principais características dessa área advém do padrão morfológico oriundo de dois principais e importantes aspectos pós-paleozóicos da bacia Amazônica: processos de intenso intemperismo (lateritização) e neotectônica (D'ANTONA et al., 2007).

Figura 3 – Geomorfologia da bacia do igarapé do Cacao Pirêra.



De acordo com Dantas e Maia (2010), os Baixos Platôs da Amazônia Centro – Oriental, outrora denominados “Planalto Dissecado do Rio Trombetas” ou “Planaltos dissecados do rio Negro Utumã”, recobertos por Mata de Terra Firme, ocupam expressivas extensões da porção oriental do estado do Amazonas e são caracterizados por terrenos baixos (em cotas inferiores a 200 m), com solos espessos, pobres e bem drenados (em geral, Latossolos Amarelos). Em certas porções, os platôs, embasados por rochas sedimentares cretácicas da Formação Alter do Chão, são dissecados em um relevo de colinas tabulares.

Segundo Costa et al. (1978), essa área possui relevos que possuem altimetria em torno de 150 m e estão talhados sobre os sedimentos da Formação Barreiras (ou Alter do chão) na maior parte, enquanto a noroeste destacam-se litologias das Formações Trombetas e Prosperança, desse modo, a cobertura vegetal encontrada é de Floresta Densa.

Para Dantas e Maia (2010), essa feição geomorfológica assume particular relevância na área ao norte da cidade de Manaus, pois a morfologia decorre de um longo processo de elaboração de espessos perfis intempéricos lateríticos, com desenvolvimento de horizontes ferruginosos concrecionários e horizontes aluminosos, em diversas áreas dos tabuleiros e das superfícies aplainadas em toda a Amazônia.

Segundo Costa et al. (1978) o contato com a planície amazônica é feito através de escarpas tipo falésias fluviais; e para sudoeste até o Planalto Rebaixado da Amazônia (Ocidental), à margem esquerda do lago Manacapuru, enquanto na parte centro-oeste da unidade destacam-se os interflúvios tabulares.

A gênese dos baixos platôs dissecados inicia-se, efetivamente, com o fecho deposicional da Bacia Sedimentar do Amazonas, ou seja, com o término da sedimentação da Formação Alter do Chão durante o Cretáceo. Após o entulhamento da Bacia do Amazonas, em algum momento do Paleógeno, a bacia sofreu um processo de epirogênese que rebaixou o nível de base regional e soergueu o rio Amazonas, como os rios Preto da Eva, Urubu, Uatumã, Jatapu e Nhamundá (DANTAS E MAIA, 2010, p. 37).

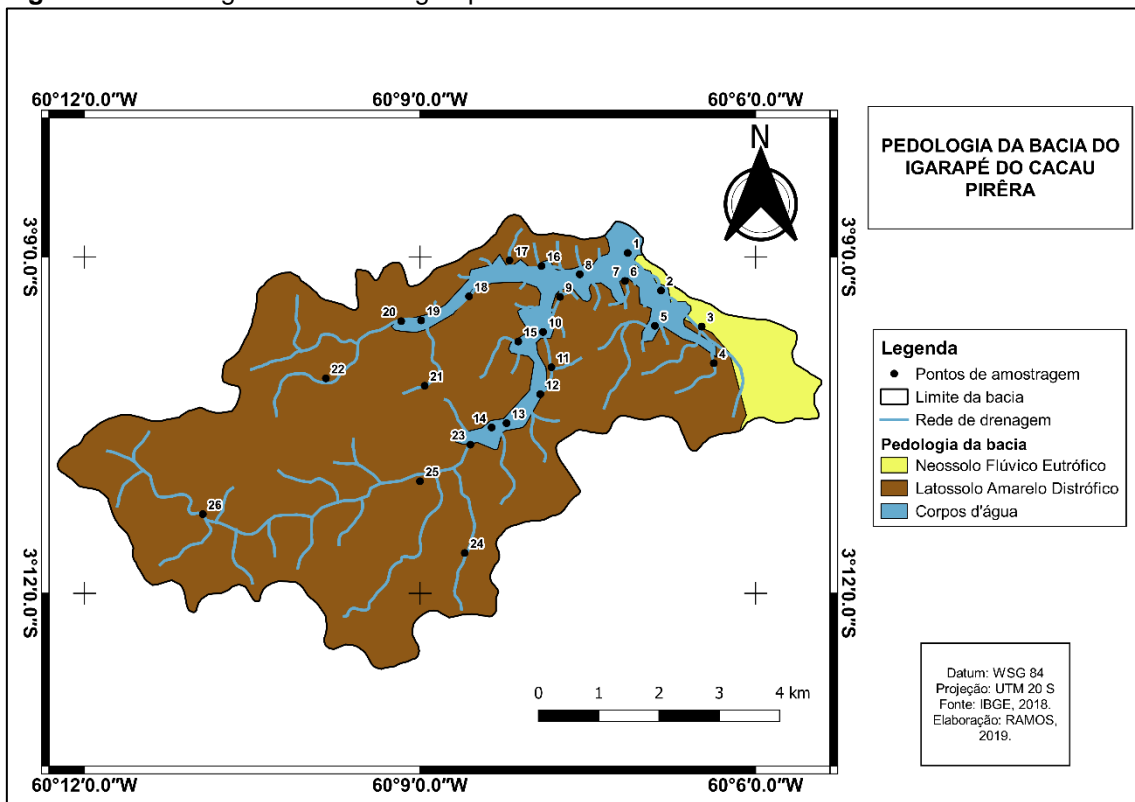
Nessa área ocorre também a presença das Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos nas margens continentais e/ou no interior do continente (IBGE, 2009).

Para Dantas e Maia (2010) esse domínio geomorfológico ocupa, portanto, toda a área de abrangência da Bacia Sedimentar do Amazonas, com amplo predomínio de ocorrência da Formação Alter do Chão. Contudo, nas bordas dessa bacia, nos limites com o embasamento dos escudos pré-cambrianos, ocorrem afloramentos das formações basais da Bacia do Amazonas (como as formações Nova Olinda e Nhamundá).

3.1.3. Pedologia

A pedologia dessa área compreende duas classes de solos (figura 4), o Latossolo Amarelo Distrófico e Neossolo Flúvico Eutrófico, com maior ocorrência ao longo da bacia hidrográfica do Cacaú Pirêra são os latossolos.

Figura 4 – Pedologia da bacia do igarapé do Cacaú Pirêra.



Os Latossolos no Amazonas apresentam predominantemente caráter distrófico ou álico. Os valores predominantes de pH indicam solos de reação extremamente a moderadamente ácidos (TEIXEIRA et al., 2010).

De acordo com Teixeira et al. (2010), a classe dos Latossolos compreende solos minerais, não hidromórficos, que apresentam normalmente uma sequência de horizontes A e B com significativa ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis (> 4%), apresentando também estrutura forte, granular, ou em blocos subangulares, bem como textura franco-arenosa ou mais fina e reduzidos teores de silte (latossólico) e horizonte C, com pouca diferenciação entre os horizontes, que em geral propicia uma transição entre os horizontes plana e difusa.

Para a caracterização das classes de solos, Yamazaki et al. (1978), enfatiza que é usado uma série de propriedades citadas nas descrições das unidades taxonômicas. Os conhecidos como Eutrófico e Distrófico tem como característica a fertilidade média e alta. Os denominados eutróficos possuem saturação de bases dos horizontes B e/ou C ou do horizonte A de alguns solos, principalmente nos Solos Litólicos, superior a 50%, enquanto os distróficos apresentam valores inferiores a 50%. Os determinados Alícos caracterizam-se pelo horizonte B com saturação de alumínio superior a 50%, ou no horizonte A, quando se tratar de Solos Litólicos.

Para Yamazaki et al. (1978), os latossolos amarelo alíco possui como característica horizonte B latossólico, ou seja, apresenta um avançado grau de intemperismo, sendo normalmente composto por óxidos hidratados de ferro e alumínio, apresentando argila do grupo da caulinita, desse modo, a capacidade de troca de cátions é baixa configurando assim saturação de bases que causa elevado grau de flocculação superior a 95%, pois Pelo a pequena mobilidade das argilas no perfil do solo ocasiona ausência de filmes de argila (cerosidade) que revestem as paredes das estruturais dos perfis, todos esses fatores proporcionam a baixa fertilidade do solo, pobreza mineral do material de origem e extrema lixiviação das bases devido alta pluviosidade da região.

Os neossolos flúvicos, que ocorrem em menor proporção na bacia, localizados as margens do rio Negro na foz da bacia do igarapé do Cacaú Pirêra. De acordo com Teixeira et al. (2010), essa classe de solo compreende solos minerais pouco desenvolvidos, ou seja, são aqueles que apresentando pequena

expressão dos processos pedogenéticos, e como consequência dessa característica o próprio material de resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a sua evolução.

Os Neossolos Flúvicos estão associados principalmente ao dique aluvial (barrancos dos rios) e às partes mais elevadas do interior da várzea, nessa classe estão incluídos os solos que, no antigo sistema de classificação, foram classificados, principalmente, como Solos Aluviais (TEIXEIRA et al., 2010, p. 81).

Segundo Yamazaki et al. (1978), essa classe de solos é jovem e pouco desenvolvida, pois foi formada a partir dos sedimentos transportados pelas águas fluviais, que durante os períodos de intensa pluviosidade dessas áreas de várzeas. Desse modo, esse tipo de solo caracteriza-se por possuir difícil diferenciação entre os horizontes, que usualmente se constituem em camadas estratificadas sobrepostas, as quais não guardam entre si relações pedogenéticas e estão intimamente ligadas ao tipo de sedimentos depositados.

Os Neossolos Flúvicos do estado do Amazonas ocorrem principalmente às margens dos rios e lagos associados aos grandes rios. Logo na bacia amazônica podemos associar os solos que apresentam caráter eutrófico ao processo de colmatagem de sedimentos ricos do rio Solimões e seus afluentes de águas barrentas, enquanto os distróficos, aos rios de água preta, onde a quantidade de sedimentos é reduzida e há teores elevados de ácidos orgânicos dissolvidos na água (TEIXEIRA et al., 2010).

Segundo Teixeira et al. (2010), é importante ressaltar que esse tipo de solo apresenta sérias restrições às culturas perenes e à silvicultura, devido, principalmente, ao alagamento durante longos períodos, onde sua potencialidade agrícola também é em função de sua posição na paisagem próxima a rios, o que, teoricamente, facilita o escoamento por via fluvial.

3.1.4. Vegetação

A vegetação que recobre o entorno da bacia são as florestas ombrófilas densa, de acordo IBGE (2012) as Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Tropical Pluvial, como foi conhecida antes da oficialização da nomenclatura ombrófila proposta por Ellenberg e Mueller-Dombois, em 1967, que substituiu a definição

de Pluvial (de origem latina) por Ombrófila (de origem grega), contudo ambos possuem o mesmo significado “amigo das chuvas”.

De acordo com Magnago et al. (1978) a região de ocorrência dessa vegetação caracteriza-se pela exuberância da cobertura vegetal ombrófila da floresta densa, com predomínio de grandes árvores emergentes.

Essas florestas ombrófilas são caracterizadas por fanerófitos, ou seja, subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância, que o diferenciam das outras classes de formações, desse modo, sua característica ecológica, pois a característica ombrotérmica da floresta ombrófila densa está presa a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas, onde as médias ficam entorno de 25°C, e de alta precipitação, bem-distribuída durante o ano, com variação de 0 a 60 dias secos, o que determina uma situação bioecológica praticamente sem período biologicamente seco (IBGE, 2012). Segundo Magnago et al. (1978), nessa região em que ocorrem a floresta densa, atualmente identificada como floresta ombrófila densa, a distribuição espacial da vegetação diversifica-se em várias fisionomias que são refletidas pelo posicionamento topográfico, e muitas vezes caracterizando-se por espécies autóctones dominantes.

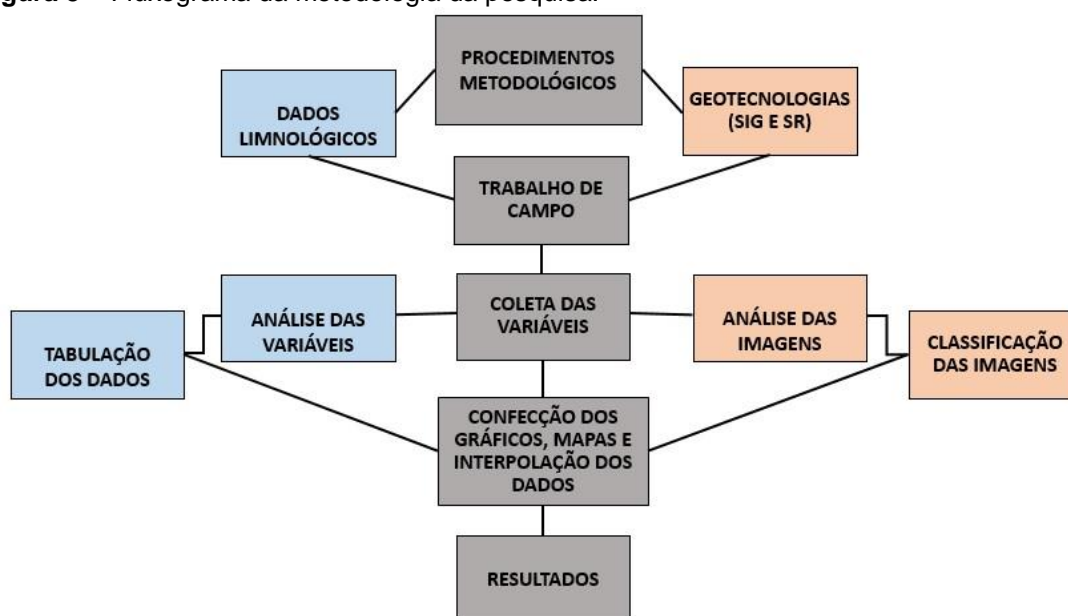
Na região norte do Brasil, onde ocorrem com maior proporção esse tipo de vegetação, embora sob clima tipicamente tropical estacional, com pelo menos três meses de período seco, o desenvolvimento de uma exuberante floresta, sob esse clima (com médio/longo período seco), só pode ser explicado com a análise de outros fatores do ambiente, pois a umidade é constantemente mantida o longo do ano e mesmo no período desfavorável é possível evidenciar que o clima não é o fator determinante para a manutenção desta umidade (IBGE, 2012).

O sistema de floresta densa tropical nas áreas de sedimentos do Quaternário, possui significativa influência aluvial, esse tipo de vegetação conhecido como floresta aluvial, apresenta uma fitofisionomia de floresta densa mais expressivas, principalmente nas margens do rio Solimões e de dois tributários do rio Negro, que são os rios Branco e Jauaperi. Em contrapartida nas áreas de floresta das terras baixas, do grupo de formação situado nas áreas sedimentares do Terciário, a fitofisionomia caracteriza-se por apresentar-se de forma predominante, com árvores emergentes e, em pequenas manchas, com cobertura uniforme (MAGNAGO, et al., 1978).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta etapa foi elaborada a partir dois conjuntos de procedimentos (figura 5), o primeiro refere-se aos procedimentos limnológicos e levantamento bibliográfico de obras, artigos científicos, teses e dissertações que tratem de questões relacionadas aos parâmetros de qualidade da água. O segundo refere-se à apropriação da natureza e suas expressões no uso da terra, categoria geográfica paisagem e da bacia hidrográfica como unidade de estudo.

Figura 5 – Fluxograma da metodologia da pesquisa.



Fonte: Ramos, Marcos Fabricio Leal, 2017.

O procedimento metodológico adotado para realização da pesquisa utilizou imagens do Planet Application Program Interface¹, com o objetivo de analisar os usos da terra e cobertura vegetal, bem como possíveis alterações antrópicas na área, além de auxiliar na definição da quantidade e localização dos pontos amostrais de acordo com a distribuição espacial dos cursos de água da bacia, com base nas informações obtidas pelas imagens.

A utilização dos produtos de sensoriamento remoto nessa etapa metodológica é de notável importância para obtenção dos resultados referentes

¹ O Planet é uma constelação de satélites que disponibiliza imagens com o objetivo de aplicação na área de geoprocessamento. Nessa pesquisa foi obtida uma licença gratuita de cunho educacional.

ao uso da terra e cobertura vegetal. Esses produtos e ferramentas utilizadas pela Geografia e outras ciências, é definido como a técnica que utiliza sensores para captação e registro à distância, sem contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre (FITZ, 2008).

Segundo Florenzano (2005) esses sensores podem ser entendidos como dispositivos capazes de captar a energia refletida ou emitida por uma superfície qualquer e registrá-la na forma de dados digitais diversos (imagens, gráficos, dados numéricos etc.) estes por sua vez, são passíveis de serem armazenados, manipulados e analisados por meio de softwares específicos.

As imagens obtidas através do Sensoriamento Remoto (SR) proporcionam uma visão de conjunto multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre, onde a visão sinóptica do meio ambiente ou da paisagem possibilita estudos regionais e integrados, envolvendo vários campos do conhecimento (FLORENZANO, 2005).

Os produtos de Sensoriamento Remoto fornecem uma gama significativa de dados digitais diversos (imagens, gráficos e dados numéricos) estes por sua vez, são passíveis de serem armazenados, manipulados e analisados por meio de softwares específicos.

Nesse contexto, a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é de fundamental importância para o processamento/ geoprocessamento, armazenamento, consulta e análise espacial de dados com referência geográfica (localização), como dados de imagens/ raster, dados vetoriais, modelos numéricos de terreno (MNT) e Modelo Digital de Elevação (MDE).

Como opção para utilização de SIG's, todo o processamento dos dados foi realizado em *softwares* gratuitos como **SPRING** desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e o software **Quantum GIS** (QGIS) oriundo do projeto Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). A opção por geotecnologias² gratuitas se dá, por possibilitar o acesso à essas tecnologias, e tornar a disseminação da produção do conhecimento técnico-científico mais abrangente para comunidade acadêmica e sociedade em geral.

² Geotecnologias podem ser entendidas como um conjunto de tecnologias utilizadas para realizar a coleta, o processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica de uma determinada área ou local, desse modo está ligada às geociências trazendo avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico (FITZ, 2008).

4.1. Materiais e métodos referentes aos tipos de uso da terra

Para atingir os objetivos estabelecidos foi utilizado as geotecnologias como os produtos de Sensoriamento Remoto (SR) e as ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Segundo Gonçalves (2006) a tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) vem se impondo como uma ferramenta de rotina para a visualização e análise da informação espacial, sendo usada extensivamente em aplicações como cartografia de uso da terra, análise e planejamento de transportes, análises geodemográfica, cartografia de redes de infraestruturas e em múltiplas aplicações de gestão de recursos.

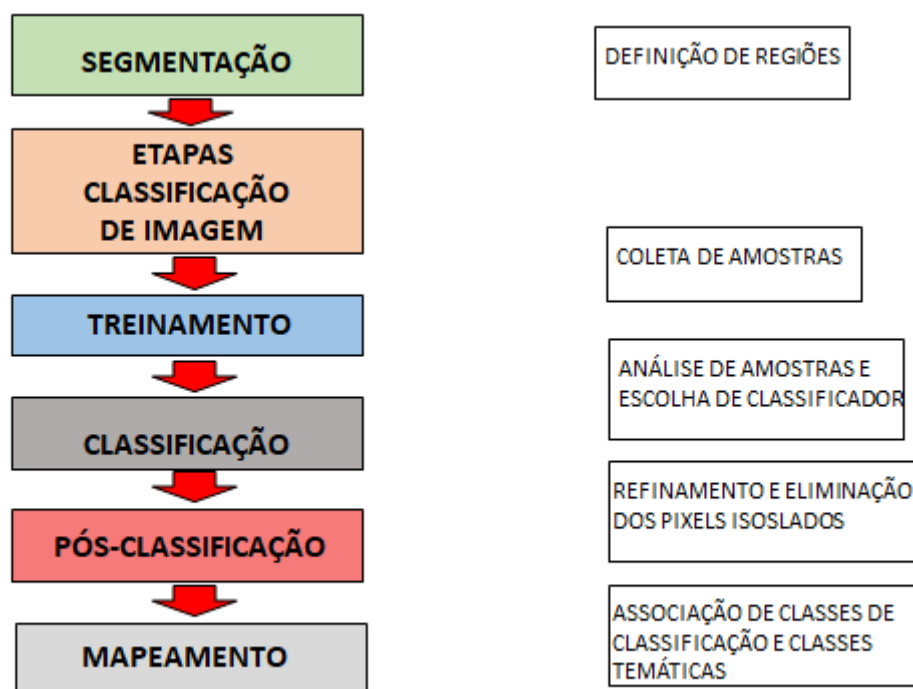
Um SIG pode ser entendido, assim, como uma reunião de outros sistemas associados, os quais são constituídos por programas, dentre as funções de um SIG podem ser destacados, a aquisição e edição de dados, gerenciamento de banco de dados, análise gráfica de dados e representação dos dados. Logo às funções de um SIG estão vinculadas à própria estrutura do sistema, a qual se relaciona às necessidades do usuário (FITZ, 2008).

Neste sentido, para auxiliar este procedimento se fez necessário a utilização de imagens de satélite (Planet, 2018) e cartas topográficas disponíveis do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e BDGEX (Banco de Dados Geográficos do Exército) e seu processamento foi realizado utilizando os softwares SPRING e QGIS.

4.1.1. Classificação de imagens

A classificação permite a criação de imagens digitais (processadas através de SIG) de uma área para identificar as informações acerca das variáveis que serão estudadas. Essa foi realizada por meio da utilização de softwares de geoprocessamento, a pesquisa utilizou o software SPRING, neste são aplicadas técnicas de processamento nas imagens digitais de sensoriamento remoto, com significativa confiabilidade (Figura 6).

Figura 6 – Fluxograma de classificação das imagens.



Fonte: Ramos, Marcos Fabricio Leal, 2017.

A imagem utilizada para classificação em ambos períodos hidrológicos foi obtida através do satélite Planet, cuja data corresponde ao dia 11 de junho de 2018, pouco mais de um mês após a primeira amostragem de campo. A escolha dessa data para aquisição da imagem levou em consideração a qualidade da mesma, ou seja, sem interferência de nuvens e melhor resolução espectral.

Segundo Florenzano (2011) as técnicas de classificação de imagens digitais podem ser supervisionadas e não supervisionadas, utilizadas para o reconhecimento automático de objetos, em função de determinado critério de decisão, agrupando em classes os objetos que apresentam similaridade em suas respostas espectrais.

Neste trabalho, a classificação supervisionada foi usada para a definição dos temas. O resultado de uma classificação digital de imagens, portanto, é um mapa temático, no qual cada pixel ou grupo de pixels da imagem (região segmentada) será classificado em uma das classes (ou temas) definidas.

Nesse modelo de classificação método aplicado faz uso da capacidade interpretativa do profissional que utiliza o software, pois deve-se coletar amostras e determinar a classe correspondente.

Desse modo, uma imagem será classificada com base em determinados parâmetros definidos pelo usuário que, necessariamente, deverá ter conhecimento das características da área de estudo na qual deseja promover a classificação (FLORENZANO, 2005).

A classificação supervisionada é um método que faz uso da capacidade interpretativa do técnico, ou seja, a imagem é classificada com base em determinados parâmetros definidos pelo profissional que deve ter conhecimento das características da área de trabalho (FITZ, 2008).

Na classificação supervisionada é realizado o processo de segmentação, onde o profissional deve fornecer amostras (áreas de treinamento) das classes espectralmente representativas, mas não necessariamente homogêneas, ou seja, coletar amostras no software, para indicar quais pixels representa uma determinada classe ou tema.

Na classificação supervisionada o analista identifica os pixels (amostras) pertencentes à classe de interesse, e o algoritmo/classificador utilizado identificará e localizará todos os demais pixels pertencentes às classes coletadas, baseado em uma regra geoestatística pré-estabelecida (FLORENZANO, 2011).

4.2. Materiais e métodos referente ao levantamento limnológico

Nesta etapa dos procedimentos metodológicos foi realizada a coleta amostras referentes ao levantamento de variáveis limnológicas (figura 7), como: Transparência, Turbidez, Temperatura, Condutividade elétrica, Oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e Potencial hidrogeniônico – pH.

Para determinar os pontos de coleta foi utilizado um GPS (Sistema de Posicionamento Global), para georreferenciar e demarcar os pontos de coleta da água, com auxílio de Softwares como **SPRING**® e **QGIS**.

Figura 7 – Fluxograma das análises das variáveis limnológicas.



Fonte: Ramos, Marcos Fabricio Leal, 2017.

4.1.2. Trabalhos de campo

O trabalho de campo tem a sua importância para a Geografia, visto que esse instrumento faz parte da construção do saber geográfico através das buscas por objetos de investigações e a partir das experiências adquiridas por essa prática. Tais fenômenos dessa ferramenta propiciaram a constituição dessa como ciência e ainda hoje são de notável importância para o desenvolvimento científico da Geografia (SERPA, 2017).

Este procedimento, como sabemos, não é exclusivo da pesquisa em Geografia, dele se apossam as mais diferentes áreas do conhecimento, sejam classificadas como exatas, da terra ou social, no entanto, consideramos necessário resgatar a discussão sob a óptica da produção do conhecimento (SUERTEGARAY, 2002). Pois, a busca para entender os fenômenos sociais e naturais partem inicialmente de observação desses fenômenos.

O trabalho de campo nessa área do conhecimento, por permitir a relação do espaço e suas múltiplas variáveis, é uma ferramenta essencial que torna possível a união entre os conceitos teóricos e bibliográficos à realidade. Nesse contexto a importância dessa ferramenta na produção do conhecimento geográfico norteiam uma reflexão teórico-metodológica baseada, sobretudo, na

articulação entre conceitos, teorias e procedimentos metodológicos na Geografia (SERPA, 2017).

Para Azambuja (2012) o trabalho de campo é uma atividade de pesquisa que acompanha a Geografia desde a sua constituição como Ciência Moderna, mesmo na Geografia Clássica utilizava-se a observação, a descrição e a explicação dos elementos naturais e humanos que compunham a paisagem de cada lugar, por isso é da tradição geográfica a realização de excursões, expedições para o estudo de uma determinada localidade, região ou país.

Do Rio (2011) também destaca que essa ferramenta é de enorme importância para Geografia, e não somente a ela, mas também a outras diversas ciências, pois esse método é indispensável a construção do objeto de estudo. Nessa perspectiva, toma-se o campo como realidade física e evidente que se alia a elaboração intelectual.

Nesse sentido a Geografia tem como finalidade a constante busca de entender o espaço organizado pela sociedade, onde o principal enfoque está pautado na relação homem-natureza (TOMITA, 1999).

É justamente nesse contexto que o trabalho de campo é uma atividade de pesquisa de significativa importância, pois promove o melhor entendimento dessa relação. Desde que a Geografia surgiu como ciência se utilizou dessa ferramenta, a observação, a descrição e a explicação dos elementos que compõem o espaço geográfico, tais como os meios naturais e humanos sempre foram de interesse da Geografia. Logo a observação, excursões e análises *in loco* fazem parte da essência dessa ciência (AZAMBUJA, 2012).

Nesta pesquisa foram realizados três trabalhos de campos e duas amostragens de campo para determinação das variáveis limnologias, nos períodos hidrológicos de seca e cheia.

O primeiro trabalho de campo foi realizado no dia 03 de março de 2018, para a definição dos pontos amostrais e reconhecimento da área de estudo.

A primeira amostragem em campo foi realizada no dia 5 de maio de 2018, no período hidrológico de cheia, quando o nível do rio Negro se encontrava em 26,44 m, próximo a cota máxima desse ano de 28,38 m, no dia 23 de junho de 2018 (Porto de Manaus, 2018).

Enquanto que a segunda amostragem, no período hidrológico da seca, foi realizada no dia 24 de novembro de novembro de 2018, quando o nível rio Negro

encontrava-se em 17,96 m, próximo a cota mínima de 17,05 m, no dia 6 de novembro de 2018 (Porto de Manaus, 2018).

Segundo Bittencourt e Amadio (2007) a variabilidade do rio Negro e do rio Solimões, localizados nas proximidades da cidade de Manaus, possuem sazonalidades que afetam diretamente as regiões de bacias ao seu entorno, assim como a bacia hidrográfica do igarapé do Cacaú Pirêra.

Ainda de acordo com Bittencourt e Amadio (2007), os quatro períodos hidrológicos são definidos da seguinte forma: enchente (janeiro a abril) quando o rio Negro se encontra ascendente entre 20 a 26 metros; cheia (maio a julho) com nível do rio superior 26 metros; vazante (agosto a setembro) com nível do rio descendente entre 26 a 20 metros; seca (outubro a dezembro) quando o nível for inferior a 20 metros. A presente pesquisa contemplará dois períodos hidrológicos distintos, cheia e seca.

Na primeira amostragem de campo, maio de 2018 no período hidrológico da cheia foram amostrados 26 pontos (figura 8). Esses pontos foram escolhidos conforme a logística e a espacialidade para promover a interpolação dos dados³, onde os pontos de 1 a 19, foram amostrados com o uso de uma voadeira de pequeno porte (motor de poupa 15HP). Enquanto que os pontos 20 a 26, foi usado um veículo para a locomoção, onde os pontos foram amostrados nas margens da Rodovia Manuel Urbano (AM-070) e ramais adjacentes.

³ A interpolação é um processo de aproximação inteligente no qual o pesquisador (e o SIG) busca fazer uma estimativa razoável dos valores de um campo contínuo em locais onde não foram feitas medidas de campo. Todos os métodos usam a distância, baseada na suposição de que o valor em um local é mais similar aos valores medidos e pontos amostrais vizinhos do que aos valores de pontos amostrais distantes, desse modo é uma utilização direta da Primeira Lei de Tobler (LONGLEY, et al., 2013).

Figura 8 – Pontos de amostragem na cheia.



Esses pontos foram definidos conforme a logística de locomoção ao longo do trabalho de campo, e levando em consideração a melhor espacialização dos dados para promover a interpolação dos mesmos. É importante mencionar, que o método de interpolação utilizado foi o da ponderação pelo inverso da distância (IDW), pois foi aquele que proporcionou os resultados mais satisfatórios.

Nesse método, a interpolação é realizada independentemente para cada um dos parâmetros, onde, a equação utiliza todas as informações dos parâmetros amostrados, enquanto a ponderação utiliza a amostra corresponde ao inverso do quadrado da distância entre a amostra para a qual a equação é desejada e os pontos em que o parâmetro é conhecido (C CECÍLIO E PRUSKI, 2003).

Dessa forma, este método estima um valor para um local não amostrado como uma média dos valores dos dados dentro de uma vizinhança, esse cálculo e obtido da média é ponderada pela distância entre o ponto a ser interpolado e seus vizinhos, ou seja, o peso da distância é ajustado por um expoente, o que implica na relação do expoente, pois, quanto maior expoente, maior será a influência da distância (SOUZA et al., 2011).

Na segunda amostragem de campo, novembro de 2018 no período hidrológico da seca foram amostrados também 26 pontos (figura 9), contudo houve uma variação na localização dos pontos devido a sazonalidade da planície de inundação. Dessa forma, os pontos de 1 a 18 foram amostrados com ajuda da embarcação para locomoção, e os pontos 19 a 26 com ajuda de veículo ao longo da AM-070 e ramais.

Figura 9 – Pontos de amostragem na seca.



4.1.3. Coleta das variáveis

As variáveis limnológicas foram medidas *in situ*. Para determinar a transparência foi utilizado um disco de Secchi de 30 cm de diâmetro, no qual a leitura é indicada pelo desaparecimento na coluna d'água e realizada por um único observador. As variáveis temperatura, condutividade elétrica, pH, turbidez, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido, também foram coletadas *in situ*, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1987) e Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores e pelo guia nacional de coleta e preservação de amostras (CETESB, 2011).

O equipamento Medidor Multiparâmetro (HI 98194) com Sonda (HI 7698194) foi utilizado para medir a temperatura (Resolução 0,01°C e precisão $\pm 0,15^\circ\text{C}$), pH (Resolução 0,01 e precisão $\pm 0,01$), condutividade elétrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Resolução 0,1 e precisão de $\pm 1\%$ de leitura), oxigênio dissolvido em mg/L (Resolução 0,01 e precisão de $\pm 1,5\%$ de leitura) e sólidos totais dissolvidos (Resolução 1 ppm (mg/L) e Precisão de ± 1 ppm (mg/L), baseada na calibração de condutividade).

O Turbidímetro digital portátil (Instrutherm TD-300) foi utilizado para medir a turbidez em NTU (Resolução 0,01 e precisão de $\pm 0,5$ NTU).

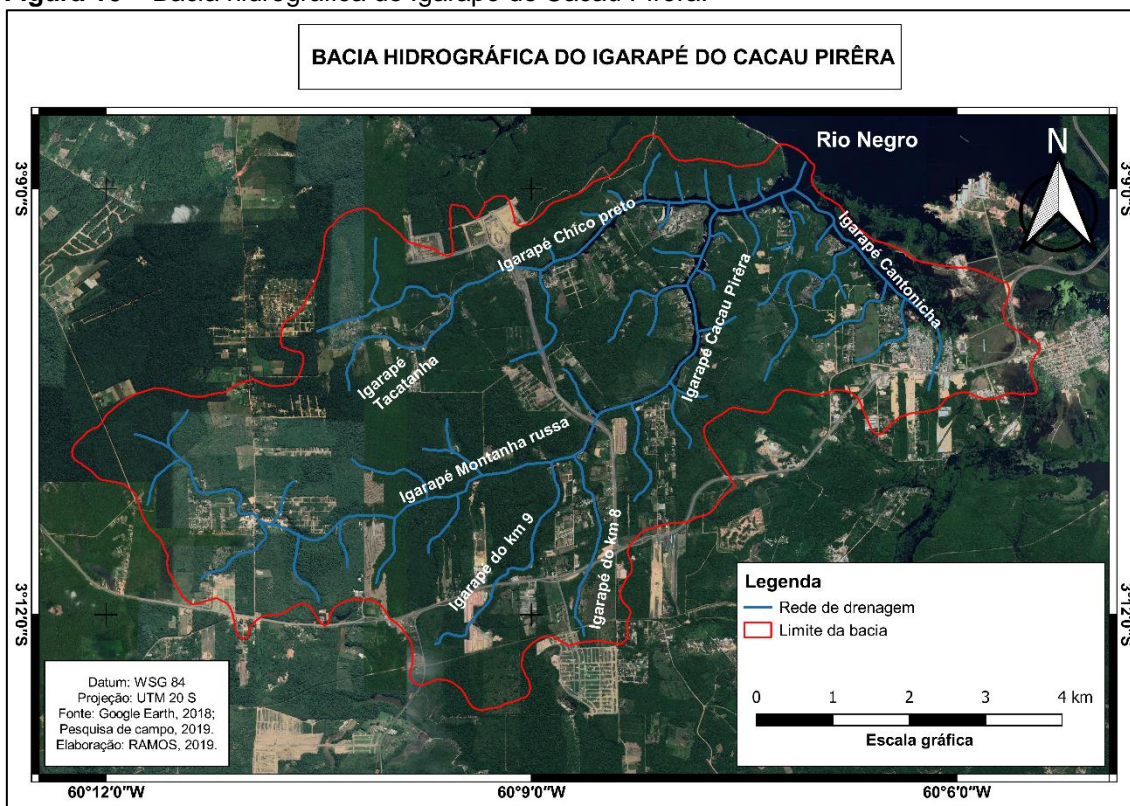
Após as coletas os dados foram especializados e os parâmetros analisados, utilizando técnicas geoestatísticas de interpolação de dados que resultaram em mapas temáticos de cada parâmetro analisado da qualidade da água, possibilitando assim uma correlação entre os diversos usos da terra e os parâmetros verificados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Parâmetros de Qualidade da água

A bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra está disposta na planície de inundação do município de Iranduba-AM (figura 10), na margem direita do rio Negro, principal curso de água preta da bacia amazônica.

Figura 10 – Bacia hidrográfica do Igarapé do Cacau Pirêra.



A coloração da água dos dois períodos se apresentou preta na cheia e de coloração branca durante a seca (figura 11 e 12), essa diferença se deve possivelmente pela influência da baixa profundidade encontrada durante esses períodos. Durante a cheia a profundidade obteve variação de 0,23 a 11,1 m, e valor médio de $6,27 \pm 3,47$ m.

Enquanto na seca os valores variaram de 0,10 a 2,60 m, e valor médio de $1,08 \pm 0,72$ m. Esses valores do pulso de inundação periódica da bacia do igarapé do Cacau Pirêra são condicionados pela dinâmica fluvial do rio Negro, curso no qual o igarapé principal da bacia é afluente. Enquanto que o rio Negro é condicionado por diversos cursos d'água, visto que é um dos principais cursos da bacia amazônica.

Figura 11 – Coloração da água na seca.



Figura 12 – Coloração da água na cheia.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

De acordo com Sioli (1985) a bacia Amazônica possui forte amplitude de variação do nível d'água ao longo dos ciclos hidrológicos ocasionando inundações regulares de vastas zonas, denominadas localmente de várzeas.

Segundo Filizola et al. (2002), a bacia amazônica possui amplitude significativa das variações de cotas nos diferentes períodos, entre 2 a 18 m, em cotas máximas e de 2 a 4 m, em cotas mínimas. Sobre o rio Solimões - Amazonas, essas amplitudes variam de 12 m (Teresina, próximo à fronteira Peru - Brasil) até 15 m (Manacapuru, próximo a Manaus), para depois ir baixando regularmente para 8 m em Óbidos e finalmente 3 m em Macapá (próximo à foz do Amazonas).

Desse modo, a significativa variação do pulso de inundação da bacia do igarapé do Cacau Pirêra permite entender que a mudança ocasionada nos períodos hidrológicos distintos se deve possivelmente a profundidade. Pois no período de cheia, a bacia sofre significativa influência do rio Negro, e na seca a menor profundidade reduz a influência do rio Negro e conseqüentemente eleva a concentração de materiais em suspensão, que visivelmente dão coloração branca aos cursos da bacia.

As ações antrópicas sobre a planície de inundação que abriga a bacia durante o período da cheia e da seca estão possivelmente ligadas a presença de moradias nas margens.

Durante o período da cheia algumas características destacam-se na bacia, como a ação antrópica, os elementos dispostos nas margens e a cobertura vegetal. Essas possuem fundamental influência tanto do ponto de vista do uso da terra, quanto das variáveis limnológicas.

No período de cheia a presença de moradias, de resíduos (lixo) e desmatamento no entorno das margens foram observados em diversos pontos, conforme observado na tabela 1.

Tabela 1 – Características do entorno da bacia no período de cheia.

Ação antrópica	Habitações	Pontos 1, 2, 4, 6, 7, 10, 13, 15, 17, 18, 19, 20 e 26
	Presença de resíduos	Pontos 4 e 7
	Desmatamento	Pontos 12, 16 e 20
	Canalização e estrada	Pontos 20, 21, 23, 24, 25 e 26
Elementos da margem	Mata ciliar	Pontos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23 e 24
	Erosão	Pontos 1, 2, 3, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 26
Cobertura vegetal	Arbórea	Pontos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24 e 26
	Gramínea	Pontos 4, 16, 20, 21, 23 e 25
	Arbustiva	Ponto 16

Fonte: Pesquisa de campo, 2018.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2019.

A canalização dos igarapés por blocos de concreto foi outra ação antrópica notória visualizada na bacia, e pode ser observada nos igarapés que transpõem a rodovia Manoel Urbano (AM-070), no ponto 20 (montante do igarapé do Chico preto), ponto 21 (afluente do igarapé de Chico Preto) próximos a construção da cidade universitária (Universidade Estadual do Amazonas), no ponto 23 (montante do igarapé do Cacau Pirêra) e nos pontos 24 e 25 (igarapés afluentes do igarapé Montanha russa, igarapés do km 8 e 9, respectivamente), no sentido município de Iranduba-AM (Figura 13 e 14). Enquanto o ponto 26 a canalização transpõe uma estrada sem pavimentação, conhecido como ramal São Sebastião, próximo a montante do igarapé Montanha Russa.

Figura 13 – Canalização do igarapé Chico preto. **Figura 14** – Canalização do igarapé do Km 9.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Durante o período de seca foi observado menor presença de moradias próximos aos pontos de amostragem, devido ao baixo nível das águas. Além disso, nos pontos 1 e 2 essas habitações eram flutuantes, nesses pontos com moradias é possível verificar o desmatamento no entorno. No ponto 14 foi observado um significativo número de barcos abandonados, tanto nas margens, quanto parcialmente submersos dentro do igarapé do Cacau Pirêra, curso d'água principal da bacia. A presença de lixo e resíduos na cheia ficou restrita aos pontos 9, 12, 13 e 23.

A canalização nesse período ocorre nos mesmos igarapés do período anterior, contudo em pontos de amostragem diferentes.

É importante frisar, que nesse período devido à baixa profundidade e o menor volume de água na bacia propiciou o aumento de pontos com erosão nas margens. Entretanto o número de pontos com presença de mata ciliar foi alto, assim como no período hidrológico anterior, com a vegetação variando de arbórea densa a gramíneas (tabela 2).

Tabela 2 – Características do entorno da bacia no período de seca.

Ação antrópica	Habitações	Pontos 1, 2, 13, 14, 15, 18, 21 e 26
	Presença de resíduos	Pontos 9, 12, 13 e 23
	Desmatamento	Ponto 2
	Canalização e estrada	Pontos 19, 20, 22, 23, 24, 25 e 26
Elementos da margem	Mata ciliar	Pontos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25 e 26
	Erosão	Pontos 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25 e 26
Cobertura vegetal	Arbórea	Pontos 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 25 e 26
	Gramínea	Pontos 4, 9, 10, 12, 19, 20, 22, 23 e 24
	Arbustiva	Pontos 9, 10, 12, 15, 16, 17 e 22

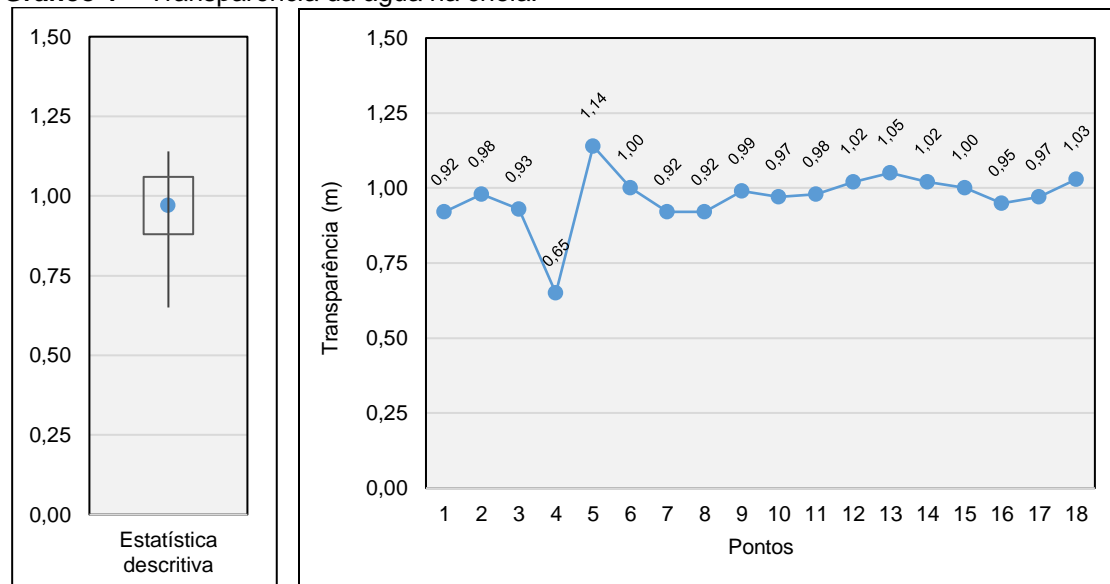
Fonte: Pesquisa de campo, 2018.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2019.

5.1.1. Transparência

Com relação à transparência do disco de Secchi, observou-se variação entre 0,10 e 1,14 m, com valor médio de $0,60 \pm 0,38$ m. O período hidrológico da cheia foi aquele que apresentou os maiores valores de transparência, variando entre 0,65 e 1,14 m, com valor médio de $0,97 \pm 0,09$ m (gráfico 1).

Gráfico 1 – Transparência da água na cheia.



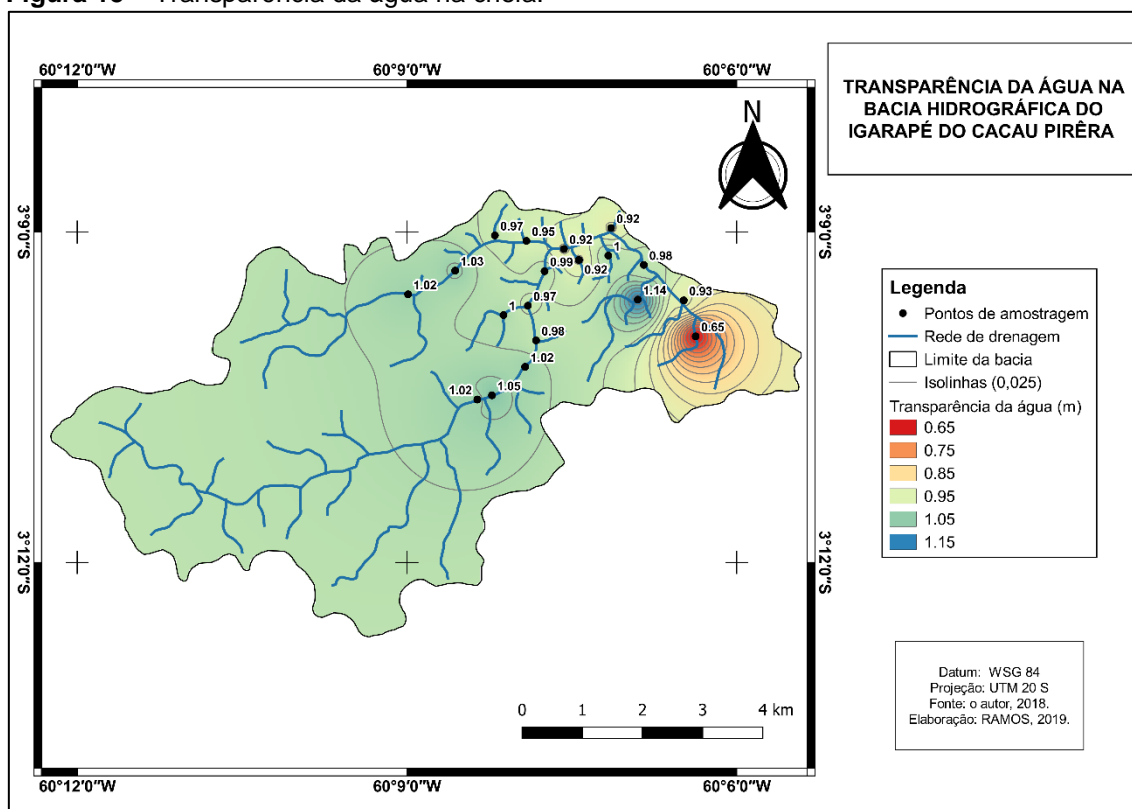
Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

O ponto 4 foi aquele que apresentou o menor valor (0,65 m) (figura 15), logo é possível constatar que a transparência desse ponto está relacionada à área que possui maior número de moradias e maior tráfego de embarcações,

além de apresentar também a presença de resíduos na margem e no curso d'água. Contudo a maioria dos pontos apresentou valores superiores a 0,90 m.

Figura 15 – Transparência da água na cheia.



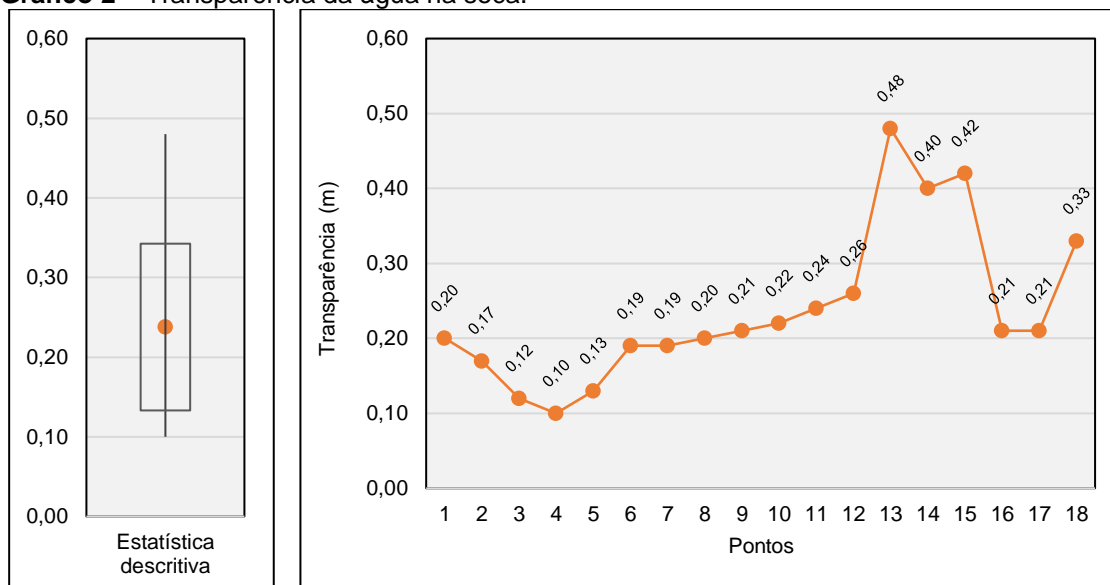
De acordo com Sioli (1985), a Amazônia contempla rios de características diversas, que esses meios aquáticos se diferem também em sua coloração e transparência, onde as águas pretas possuem transparência com profundidades entre 90 a 150 cm de transparência. Logo é possível afirmar que os valores encontrados na cheia, onde a coloração da água visivelmente foi preta, estão dentro dos padrões de transparência.

Na seca a transparência do disco de Secchi, obteve variação entre 0,10 e 0,48 m, com valor médio de $0,24 \pm 0,10$ m (gráfico 2). Nesse período foram encontrados os menores valores de transparência. Isso se deve provavelmente a maior incidência visível de material em suspensão que caracteriza a coloração branca nesse período.

É importante frisar também que neste período os valores de profundidade foram significativamente menores aos encontrados na cheia, máxima de 2,60 metros na seca e 11,10 metros na cheia. Desse modo a menor

profundidade favorece a concentração de sedimentos que conseqüentemente diminui penetração da luz e diminui a transparência.

Gráfico 2 – Transparência da água na seca.



Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Nesse período os menores valores foram encontrados nos pontos 3, 4 e 5 ($\leq 0,13$ m) (figura 16), provavelmente, assim como no período hidrológico anterior, devido a concentração de moradias no local e maior tráfego de embarcações. Além disso, durante a seca existe maior concentração de atividades de lazer a jusante da bacia, próximo a foz do igarapé do Cacau Pirêra, o que favorece o tráfego de embarcações.

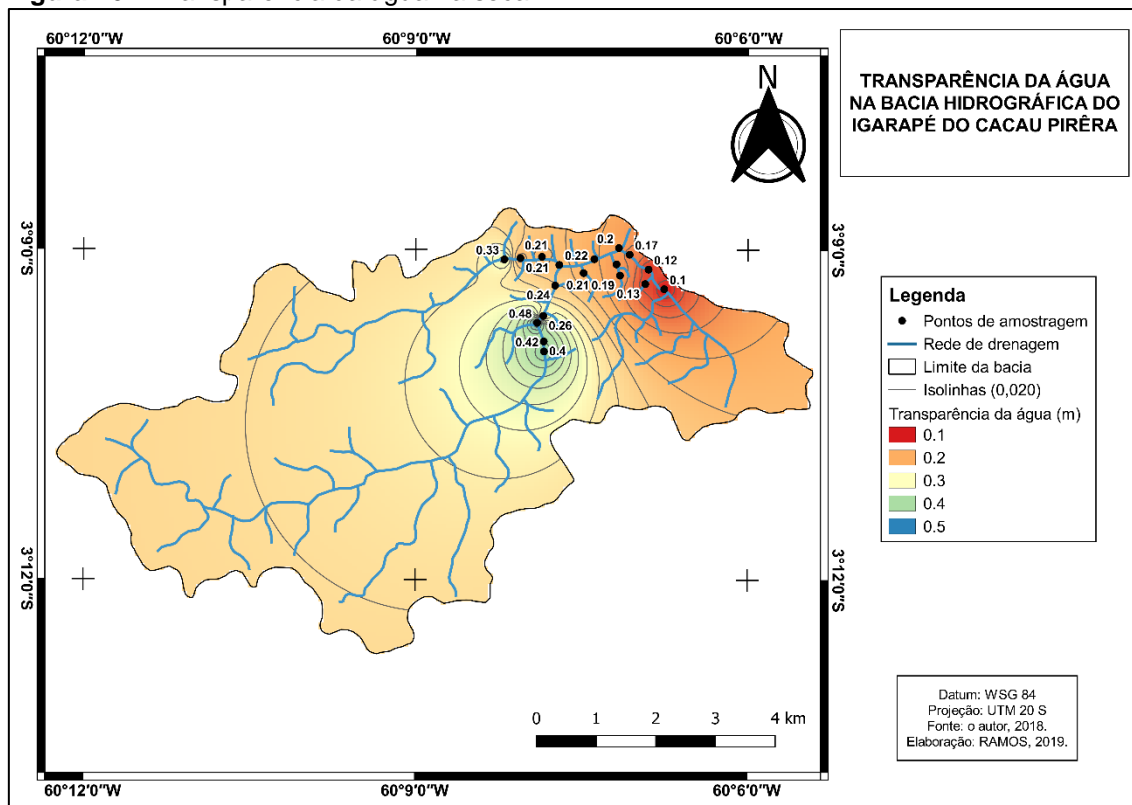
Em contrapartida, os pontos 13, 14 e 15, foram aqueles que apresentaram os maiores valores de transparência ($\geq 0,40$ m), nesses verifica-se também a presença de moradias nas margens, contudo esses estão localizados mais a montante do igarapé do Cacau Pirêra, que durante a seca, apresentam menor influência do tráfego de embarcações e atividades de lazer.

De acordo Brito (2006), nos lagos de várzea influenciados pelas águas brancas do rio Solimões, possuem transparência que oscilam de 0,45 a 1,15 m. Dessa forma, apenas o ponto 13 estaria dentro dos padrões para águas mais turbidas.

Segundo Muntz (1978), as águas brancas, apresentam uma coloração forte devido aos depósitos de sedimentos, ocasionado pouca penetração de luz

nessas águas. Em contrapartida, os rios de água preta contêm pouco ou nenhum limo, e neles a luz penetra melhor. Desse modo, a transparência da água em águas brancas é tipicamente da ordem de 0,15 m (MUNTZ, 1978).

Figura 16 – Transparência da água na seca.



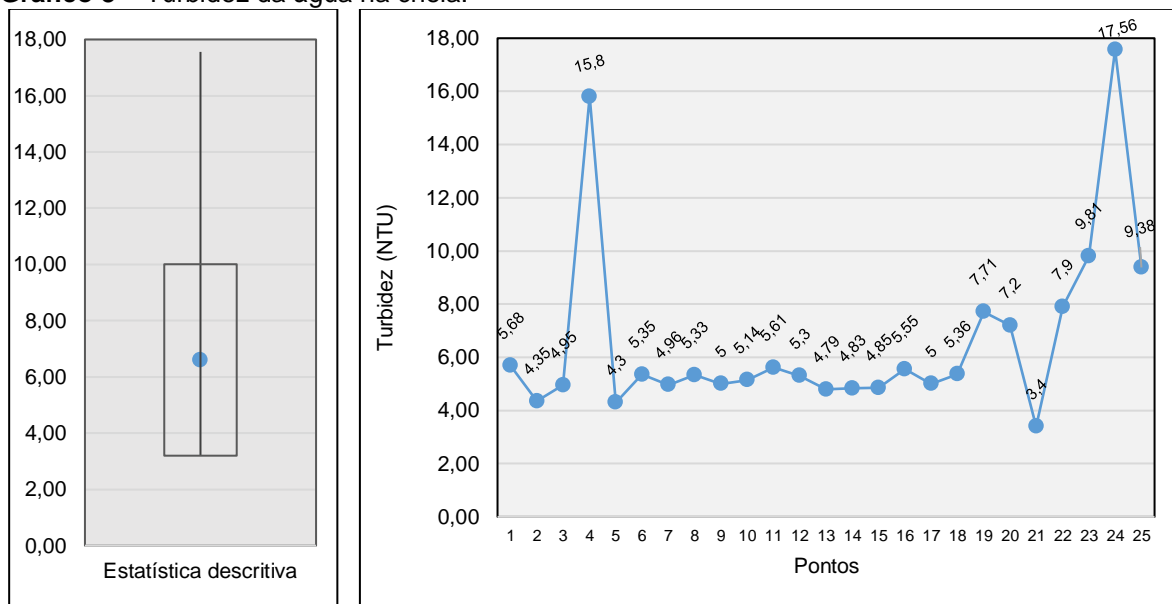
Embora as colorações das águas mudem ao longo dos diferentes períodos a bacia recebe apenas influência da ação de cursos d'água da coloração preta. Contudo, a transparência durante ambos os períodos apresentou significativas mudanças, onde durante a cheia os valores encontram-se dentro dos padrões para águas pretas, conforme Sioli (1985), e na seca a maioria das amostragens ficaram em desacordo com os valores estabelecidos para águas túrbidas, segundo Brito (2006). Entretanto, os valores, nos pontos 3, 4 e 5, apresentaram-se próximos ao esperado para águas brancas, segundo Muntz (1978).

5.1.2. Turbidez

Com relação à turbidez observou-se variação de 0 a 161 NTU, com valor médio de $40,05 \pm 32,64$ m. Durante o período de cheia na bacia os valores

variaram entre 3,40 e 17,56 NTU, com valor médio de $6,60 \pm 3,40$ NTU (gráfico 3). Os pontos 4, 23, 24 e 25 apresentaram os maiores valores (> 9 NTU), enquanto que os demais demonstraram menores valores (< 8 NTU).

Gráfico 3 – Turbidez da água na cheia.



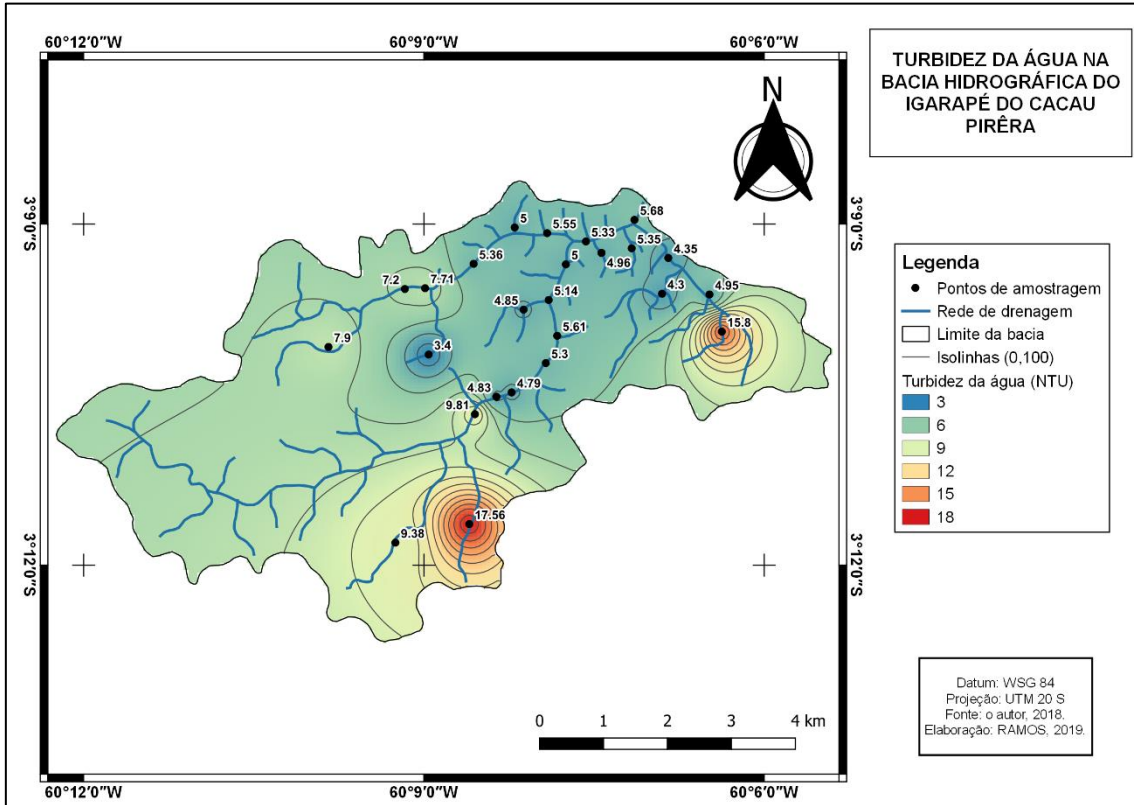
Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Os valores com maior turbidez (pontos 23, 24 e 25), encontra-se na rodovia Manoel Urbano AM-070, e no ramal São Sebastião próximo à comunidade de mesmo nome, áreas em que os curso d'água encontra-se canalizados e com uso de balneabilidade (ponto 25). Desse modo, esses fatores podem ter contribuído para o acréscimo nos valores de turbidez.

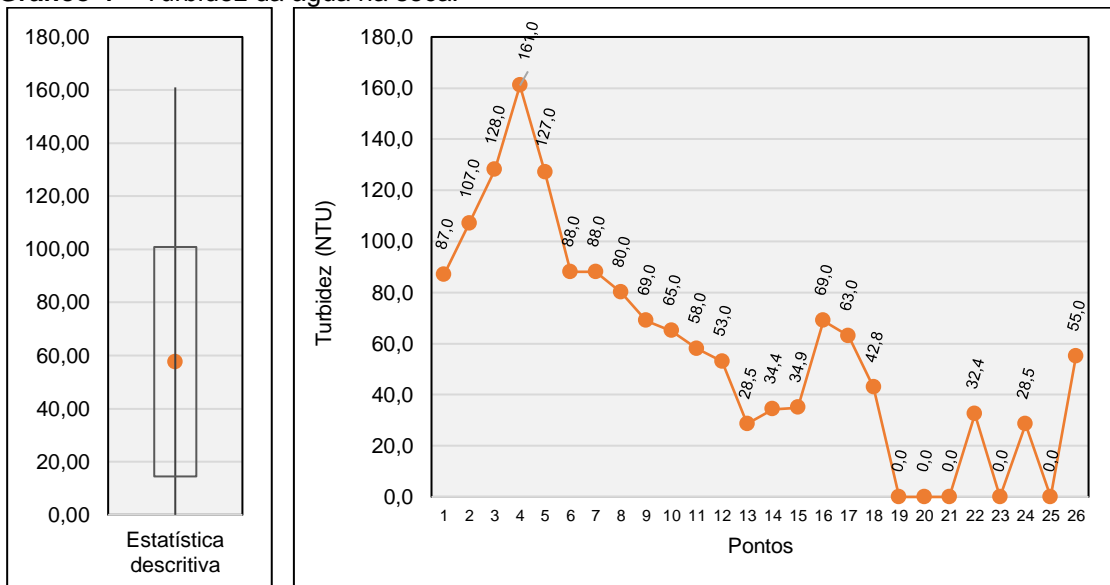
Enquanto ao ponto 4, cuja a amostragem foi realizada no igarapé do Cantonicha, o alto valor pode estar relacionado a alta densidade de moradias, pois o mesmo apresentou também significativa redução de transparência durante esse período (figura 17).

Figura 17 – Turbidez da água na cheia.



Na seca a turbidez apresentou variação de 0 a 161,0 NTU, com valor médio de $57,67 \pm 43,21$ NTU (gráfico 4). Nesse período os maiores e menores valores foram encontrados. Contudo, para esse período hidrológico os pontos 2, 3, 4 e 5 (> 100 NTU) se destacaram com os elevados valores de turbidez.

Gráfico 4 – Turbidez da água na seca.



Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Nesses pontos, os altos valores se devem provavelmente ao aumento do material em suspensão próximo a foz da bacia, que também provocou o decréscimo significativo da transparência nesse período.

Segundo Esteves (2011), do ponto de vista óptico a turbidez da água pode ser considerada oposta a transparência. Desse modo, a turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação, ou seja, a porção da zona eufótica afetada pela dispersão da radiação, pelas partículas suspensas, tais como bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos e os compostos dissolvidos na água.

Com relação aos menores valores (0 NTU), nos pontos 19, 20, 21, 23 e 25, possivelmente estão relacionados a diminuição significativa de sedimentos a nesses pontos da bacia (figura 18), caracterizada por igarapés com pequenos cursos de água (figura 19) de águas claras.

Figura 18 – Igarapé Chico Preto.



Figura 19 – Igarapé Montanha russa.

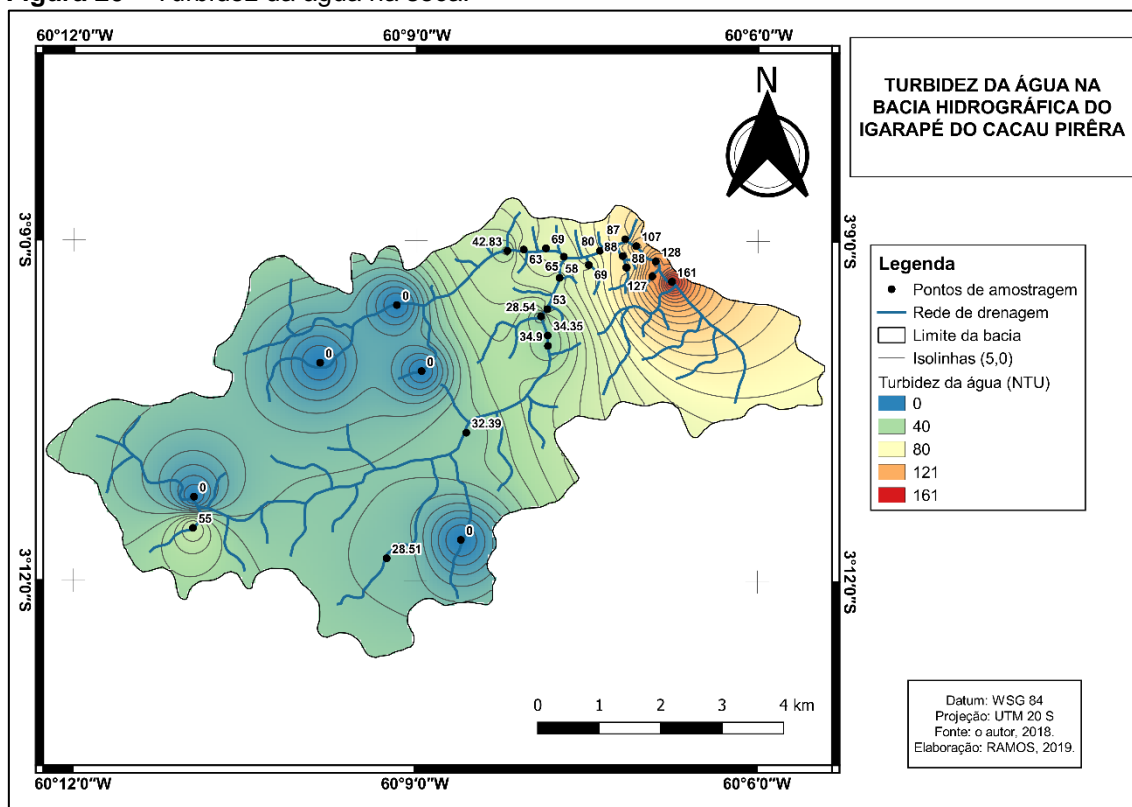


Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Nesses igarapés, a montante da bacia, existe menor volume de material em suspensão nesse período e possuem também menor profundidade (0,30, 0,50, 1,10, 0,20 e 0,13 m respectivamente). Esses dois fatores possivelmente contribuíram para que os valores fossem menores.

Em contrapartida, nos pontos 22, 24 e 26 (figura 20), os valores de turbidez foram relativamente inferiores à média (< 57,67 NTU). Nesses, mesmo estando mais a montante da bacia, sofrem ação significativa da canalização da estrada da cidade universitária, ramais e da rodovia Manoel Urbano (AM-070) que intensifica o assoreamento desses igarapés que cortam ambas estradas.

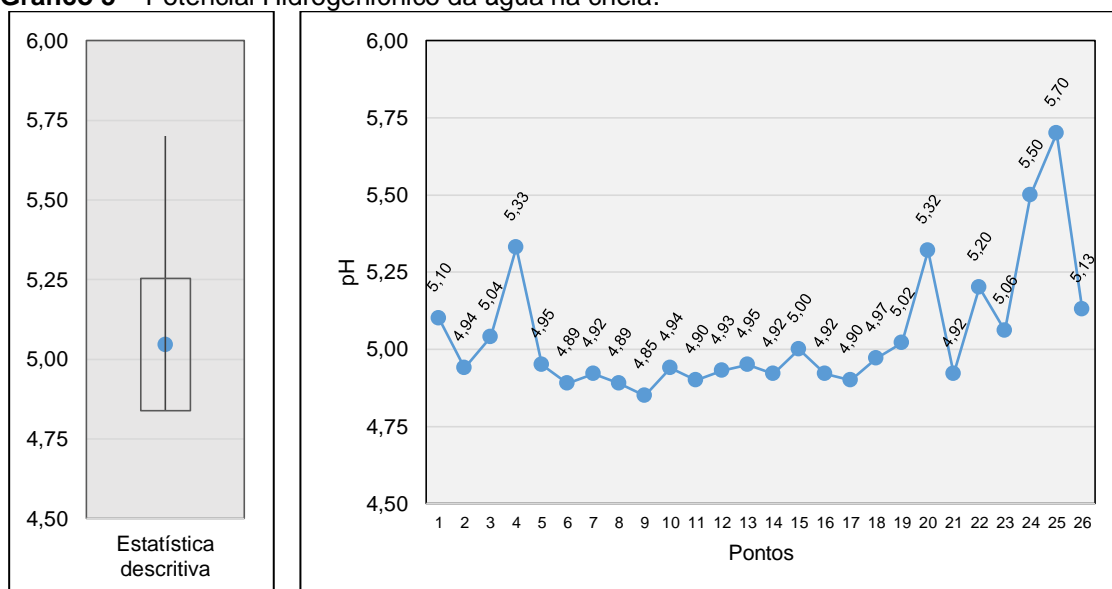
Figura 20 – Turbidez da água na seca.



5.1.3. Potencial Hidrogeniônico – pH

O pH da água obteve variação de 4,85 a 6,10, com valor médio de $5,28 \pm 0,32$. Na cheia os valores apresentaram variação entre 4,85 a 5,70, com valor médio de $5,05 \pm 0,21$ (gráfico 5).

Gráfico 5 – Potencial Hidrogeniônico da água na cheia.



Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Durante esse período hidrológico os maiores valores foram encontrados nos pontos 4, 20, 24 e 25 ($> 5,30$). No ponto 4, embora não tenha sido o maior valor registrado nessa amostragem, teve novamente destaque, como foi observado nas variáveis transparência e turbidez. Isso deve-se, novamente ao maior número de moradias nesse local, pois em ambos períodos esse é o ponto de amostragem mais a montante do igarapé Cantonicha, que tem como característica adentrar uma das áreas com maior intensidade de moradias da bacia (figura 21). Logo, os altos valores encontrados nesse ponto podem estar relacionados ao despejo de efluentes no local, visto que não há rede de tratamento de esgoto cloacal no distrito do Cacau Pirêra.

Os pontos 20, 24 e 25 também apresentaram valores significativos, que possivelmente está relacionado com a influência das canalizações e presença de lixo (figura 22), visto que ambos pontos se encontram nas margens de estradas, próximo a construção da cidade universitária no primeiro desses, e na rodovia Manoel Urbano (AM-070) nos demais pontos.

Figura 21 – Moradias no igarapé Cantonicha.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Figura 22 – Presença de resíduos no igarapé do km 8.

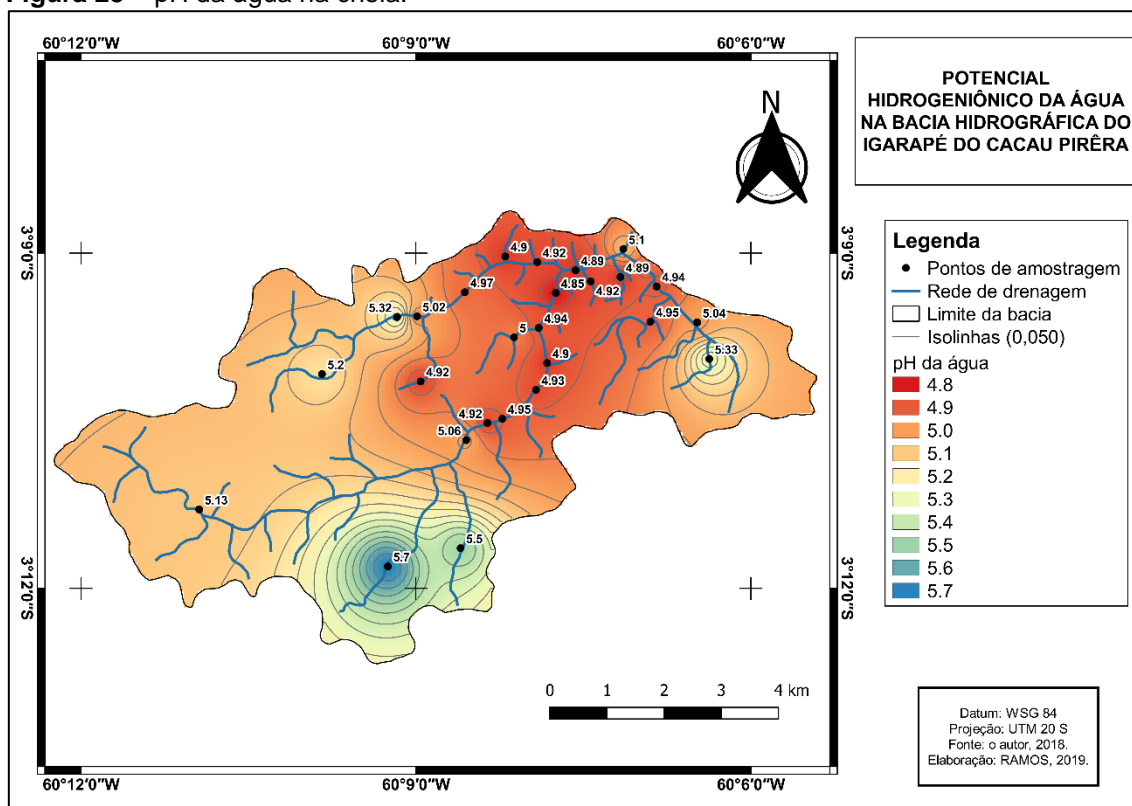


Com relação aos menores valores desse período houve pouca variação, pois, os pontos apresentaram pH significativamente baixo ($\leq 5,20$). Embora os valores sejam considerados baixos e próximos ao pH ácido, estão dentro dos padrões para águas pretas que predominam na bacia devido à grande influência do rio Negro.

Conforme Sioli (1985), as águas do rio Negro possuem pH entre 3,8 a 5,5. Nesse sentido, os valores encontrados na cheia, com exceção do ponto 25

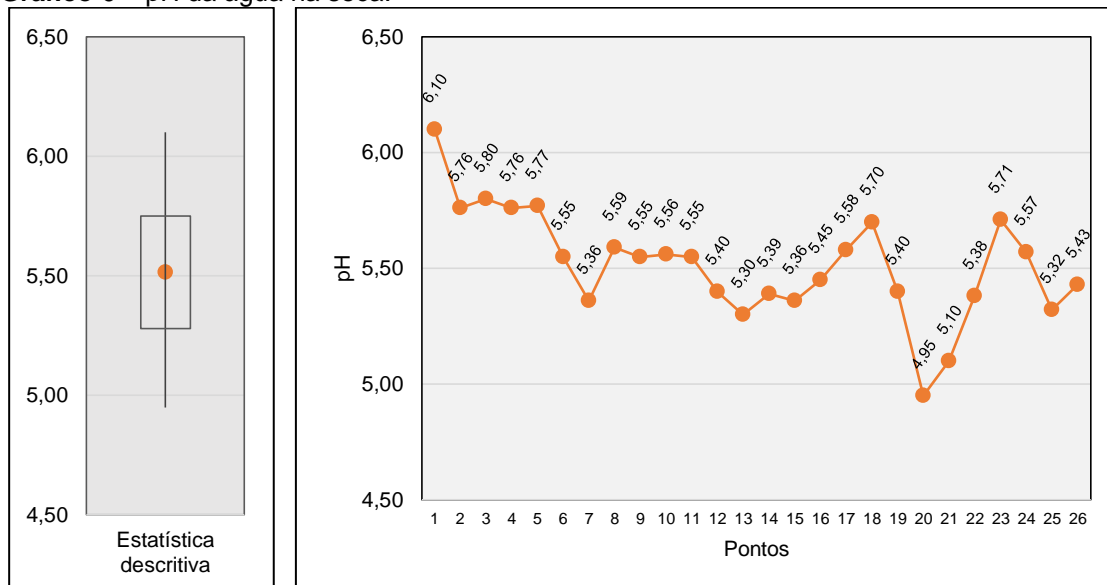
(figura 23), estão de acordo com os encontrados naturalmente nos rios de água preta. Contudo, o elevado valor de pH no ponto 25, se devem possivelmente a presença de lixo doméstico nas margens da rodovia Manoel Urbano (AM-070) e a proximidade da construção de habitações e condomínios.

Figura 23 – pH da água na cheia.



Na seca, o pH da água apresentou variação de 4,95 a 6,10, com valor médio de $5,52 \pm 0,24$ (gráfico 6). Durante esse período hidrológico a variação foi relativamente menor, visto que em apenas um ponto de amostragem (ponto 20) o valor foi inferior a 5. O ponto 1 foi aquele que apresentou o maior valor de pH (> 6). Enquanto os pontos 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 23 e 24, obtiveram pH superior a 5,5, definido por Sioli (1985) como valor máximo encontrado em águas pretas. Os demais pontos ficaram dentro do padrão, contudo a coloração da água nesse período não condiz com a realidade da bacia, predominantemente preta.

Gráfico 6 – pH da água na seca.



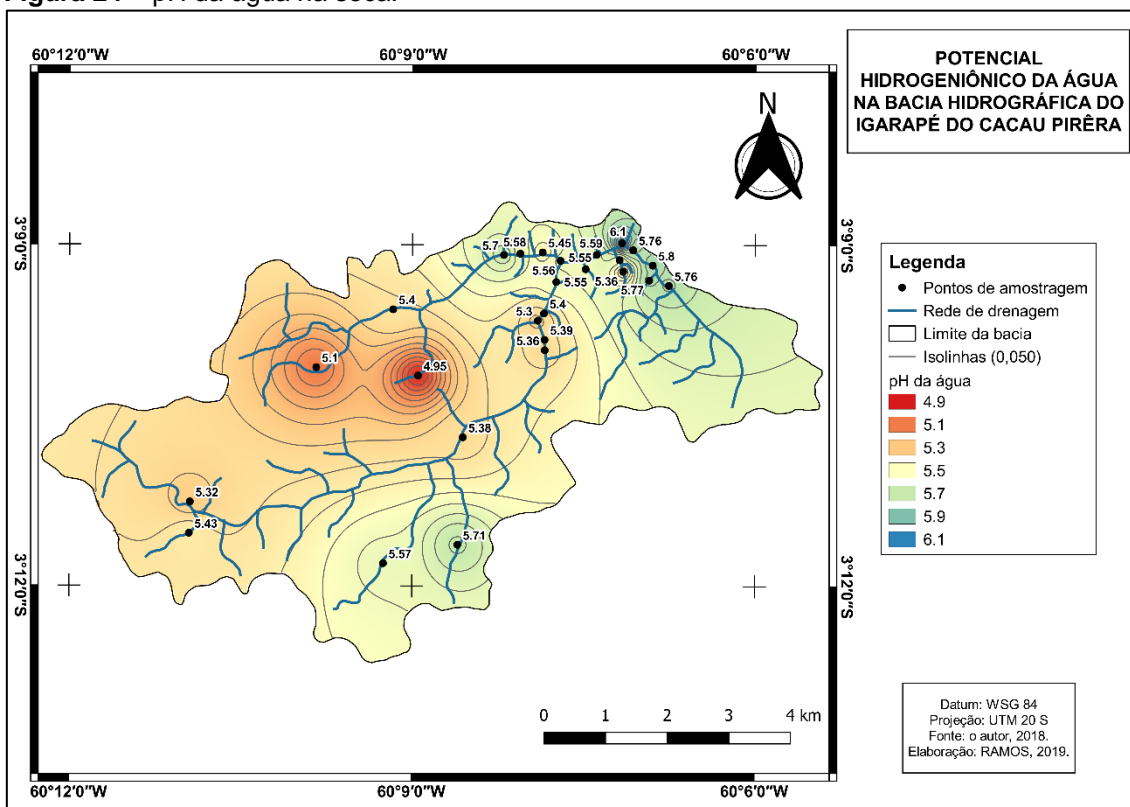
Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

De acordo com Almeida (2008), águas brancas, do município de Iranduba-AM que sofre significativa influência do rio Solimões, possuem pH com variação de 6,7 a 6,9. Embora a bacia do igarapé do Cacau Pirêra não tenha aparentemente nenhuma influência desse rio, durante esse período aparentou visivelmente coloração branca.

No entanto, nessa amostragem os valores foram inferiores aos apresentados por Almeida (2008), pois nesse período o valor máximo sequer igualou o mínimo descrito (< 6,7), conforme figura 24.

Figura 24 – pH da água na seca.



Contudo, segundo Esteves (2011) na Amazônia existem ecossistemas que apresentam pH ácido, com valores aproximados a 5, como os lagos encontrados nesse bioma que possuem águas escuras ricas em substâncias húmicas, enquanto os ambientes extremamente ácidos podem chegar a 3,57. Esses valores de pH são inversamente relacionados à coloração da água, ou seja, os ambientes que possuem elevadas concentrações de substâncias húmicas, conseqüentemente apresentam coloração mais escura e menores valores de pH.

Na planície de inundação periódica onde se localiza o município de Iranduba, e o distrito do Cacao Pirêra, onde está a bacia, e significativamente influenciado pelos lagos formados ao longo da sazonalidade das magnitudes hídricas que banham essa planície.

Conforme observado por Leite et al. (2006) ao afirmar que os lagos dessa planície, como a maioria dos lagos de várzea da região amazônica, aumentam ou diminuem sua área de inundação em decorrência do nível dos rios adjacentes.

Portando o pH encontrado nesse período encontra-se dentro dos padrões para águas pretas, visto que essas possuem predominantemente significativa concentração húmica.

5.1.4. Oxigênio dissolvido

Na bacia observou-se variação de oxigênio dissolvido entre 2,19 a 6,77 mg/L, com valor médio de $5,25 \pm 0,92$ mg/L. Este teor de oxigênio na água é relativamente bom, pois a maioria das amostragens obtiveram valores superiores a 4 mg/L.

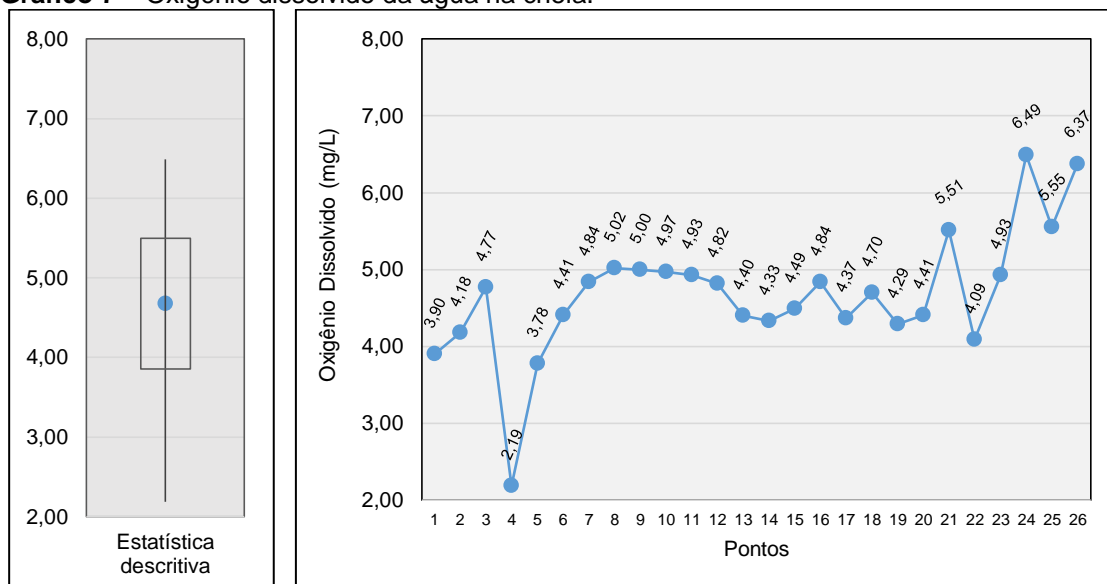
Para Esteves (2011), dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio, é um importante variável na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos.

Segundo a CETESB (2009), o oxigênio dissolvido é um parâmetro de grande relevância na classificação das águas naturais, bem como na composição do índice de qualidade da água, sendo também um elemento essencial no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas naturais.

Em águas naturais, o oxigênio é indispensável também para outros seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 4,0 mg/L. Desse modo, os valores de oxigênio dissolvido da água abaixo dessa concentração na bacia pode ser um indicativo de presença de carga orgânica na água (NETA PINTO et al., 2010).

Na cheia os valores apresentaram variação entre 2,19 a 6,49 mg/L, com valor médio de $4,68 \pm 0,82$ (gráfico 7).

Gráfico 7 – Oxigênio dissolvido da água na cheia.



Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Nesse período os valores obtiveram concentração relativamente menor, pois foi registrado o menor valor de oxigênio dissolvido, 2,19 mg/L (figura 25), no ponto 4. Nos pontos de amostragem 1 e 3 os valores também foram baixos, 3,90 e 3,78 mg/L, respectivamente. Contudo, com exceção destes, os valores ficaram dentro do esperado (> 4mg/L).

Conforme a legislação vigente, valores inferiores a 4mg/L são impróprios para usos diversos, sendo propício apenas para o uso de navegação e harmonia paisagísticas (BRASIL, 2005).

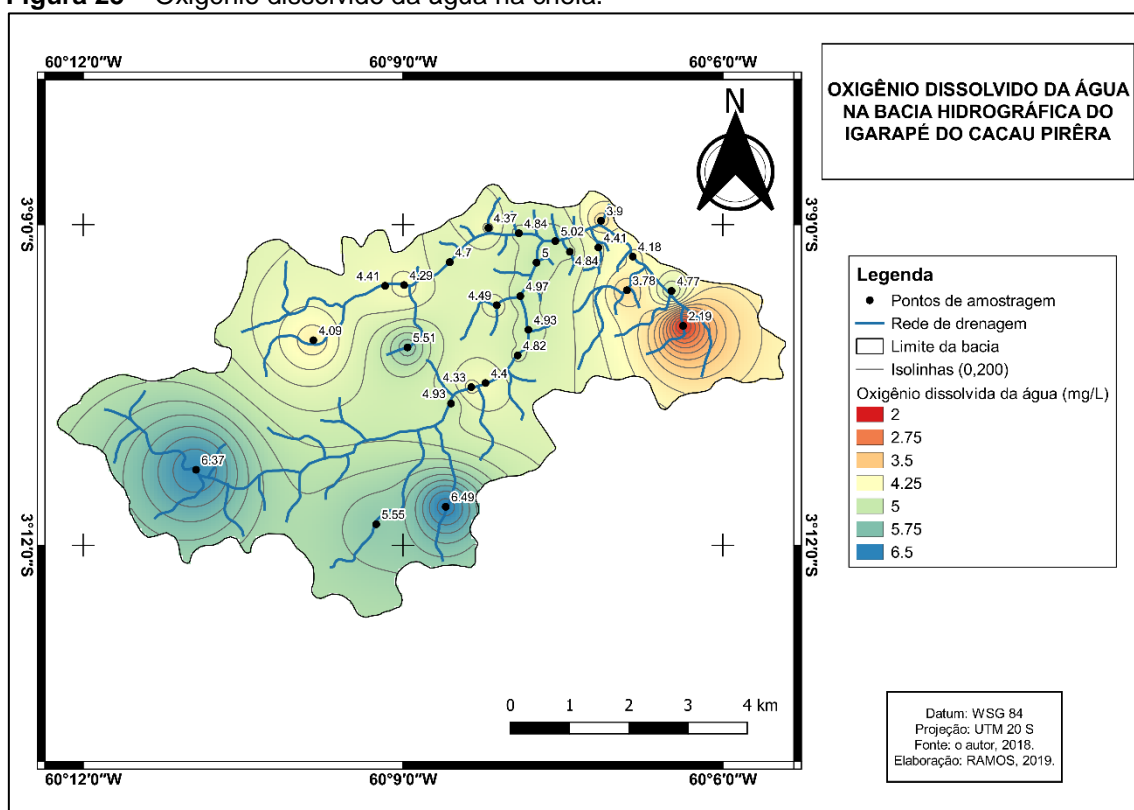
Desse modo, a maioria dos valores encontrados na cheia correspondem ao enquadramento da legislação vigente. Entretanto, nos pontos 1, 3 e 4, os valores estão em desacordo com a legislação e abaixo da concentração considerada regular para ecossistemas aquáticos (CETESB, 2009; NETA PINTO, 2010; ESTEVES, 2011).

A baixa e significativa diminuição de oxigênio dissolvido ocorreu nos pontos encontrados no igarapé Cantonicha, que corta o distrito do Cacau Pirêra próximo à rodovia Manuel Urbano (AM-070). O menor valor, no ponto 4, pode estar relacionada a intensificação de ação antrópica neste, pois encontra-se mais a montante do igarapé Cantonicha e possui significativo número de moradias em sua margem. Desse modo, possivelmente possui maior entrada e efluentes no local.

Para Esteves (2011) as principais fontes de oxigênio dissolvido na água é a atmosfera e a fotossíntese, contudo a oxidação da matéria orgânica, resultado da atividade de microrganismos, perdas para atmosfera, respiração dos organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos, como por exemplo, o ferro e o manganês, promovem a redução da concentração de oxigênio na água.

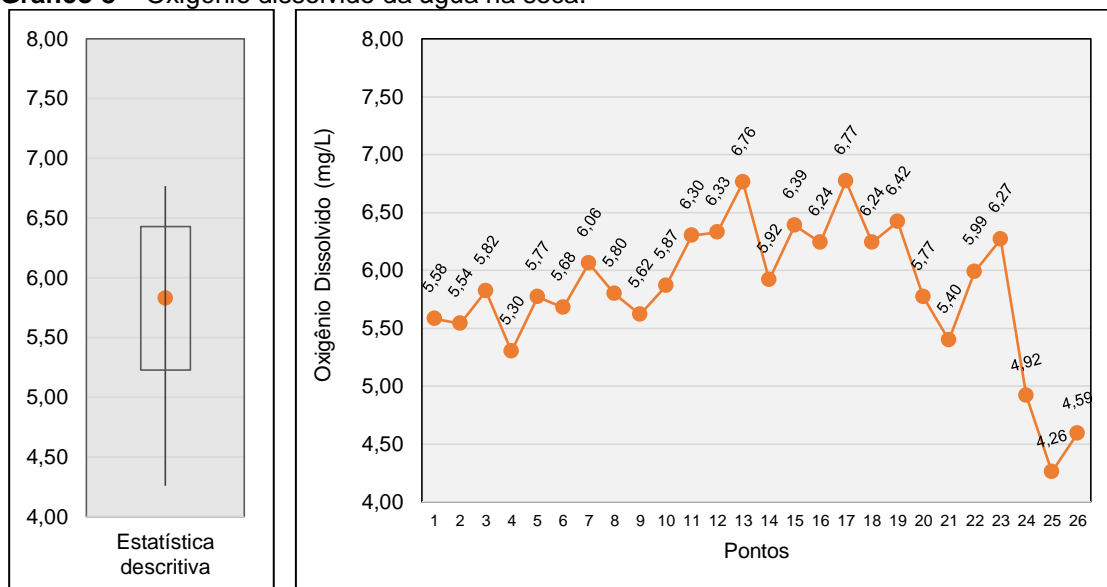
Logo, os baixos valores encontrados no Cantonicha podem estar relacionados ao despejo de efluentes domésticos e concentração de matéria orgânica.

Figura 25 – Oxigênio dissolvido da água na cheia.



Na seca os valores apresentaram variação entre 4,26 a 6,77 mg/L, com valor médio de $5,83 \pm 0,60$ (gráfico 8). Durante esse período os valores apresentaram-se dentro dos padrões da legislação e de acordo com a literatura, pois todos os pontos de amostragem apresentaram valores superior a 4 mg/L.

Gráfico 8 – Oxigênio dissolvido da água na seca.

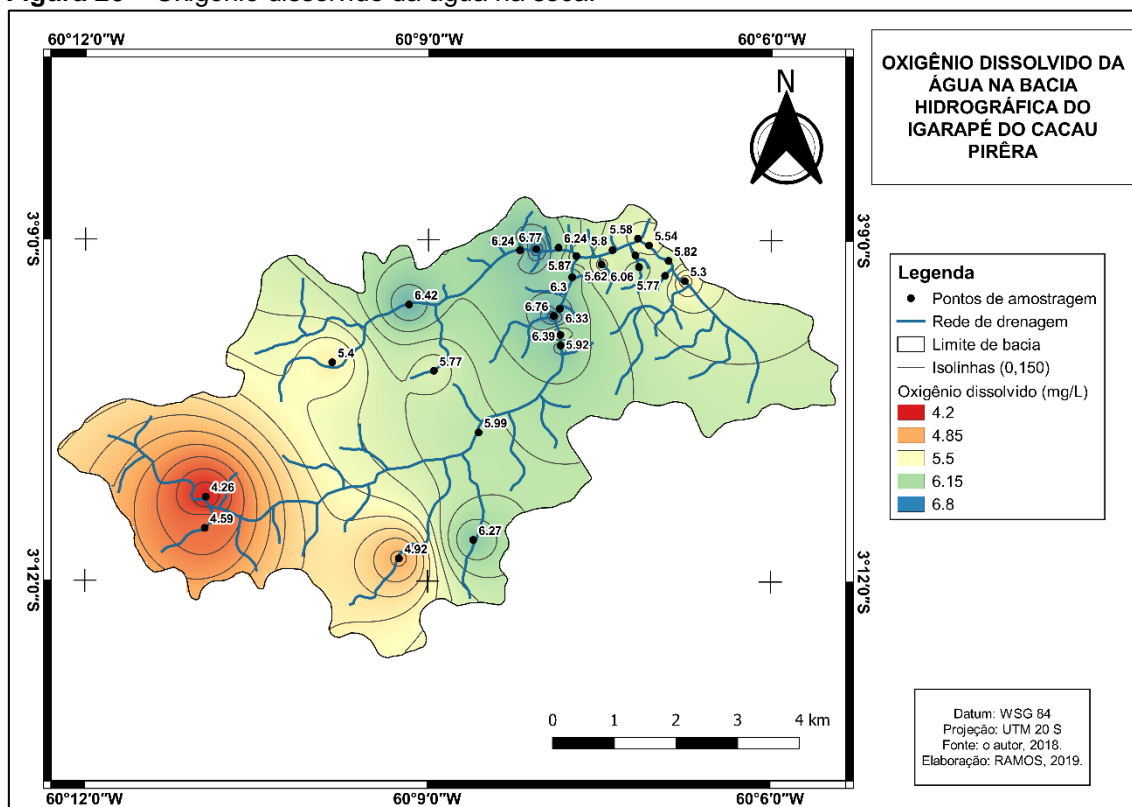


Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Contudo, os pontos 24, 25 e 26 (figura 26) apresentaram os menores valores (< 5mg/L). Esses pontos estão localizados no igarapé Montanha russa e seus afluentes, que possuem intensiva canalização, pois transpõe a rodovia Manuel Urbano e ramais (ponto 24, igarapé do km 9) e presença significativa de moradias, pois localiza-se próximo ao condomínio Bela vista e balneabilidade (pontos 25 e 26, afluente e igarapé montanha russa, respectivamente), que possivelmente explicam os menores valores encontrados nesses pontos para este período hidrológico.

Figura 26 – Oxigênio dissolvido da água na seca.



Desse modo, esses fatores possivelmente aumentam o fluxo de efluentes domésticos, que consequentemente aumente a concentração de matéria orgânica na água é um dos principais fatores da redução da concentração de oxigênio na água (ESTEVES, 2011).

Straskraba e Tundisi (2013), também enfatizam que baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água indicam poluição orgânica de fonte exterior dos cursos d'água, uma vez que a decomposição da matéria orgânica tem ação direta no processo fotossintético, que é um dos principais fatores para oxigenação dos ecossistemas aquáticos.

5.1.5. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica da água da bacia hidrográfica do cacau Pirêra obteve variação entre 6 a 32 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com valor médio de $9,48 \pm 3,99 \mu\text{S}/\text{cm}$. Esses valores de condutividade mostraram-se superiores ao padrão encontrado em águas pretas na Amazônia.

Segundo Almeida (2008) os rios de água preta, onde o rio Negro é o representante principal de águas pretas na Amazônia, tem suas águas originadas nos campos pré-cambrianos na região norte da bacia amazônica,

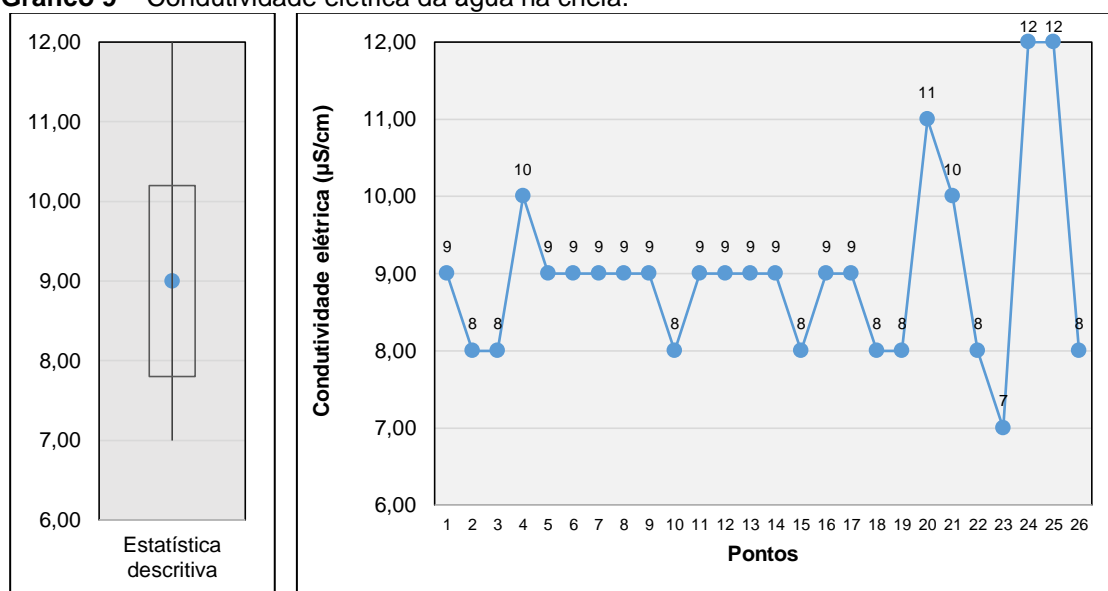
sendo assim possui baixa quantidade de nutrientes e íons, apresentando condutividade elétrica entre 9 a 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$, já o rio Solimões em contrapartida é rico em nutrientes e íons, possui águas brancas devido à alta quantidade de sólidos suspensos, fato esse que caracteriza sua coloração barrenta, possuindo condutividade elétrica entre 64 a 75 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Conforme Esteves (2011), a condutividade elétrica da água é uma das principais variáveis no estudo de limnologia, pois através dessa pode-se ter acesso a informações tanto do metabolismo do ecossistema aquático, como de fenômenos importantes que ocorram na bacia de drenagem.

No caso da bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra, que possui sua foz no rio Negro. As bacias influenciadas por rios de várzea amazônicos, apresentam variações sazonais de condutividade elétrica, em função da inundação periódica pelo rio associado (BRITO, 2006).

No período da cheia a condutividade variou entre 7 a 12 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com valor médio de $9 \pm 1,20 \mu\text{S}/\text{cm}$ (gráfico 9).

Gráfico 9 – Condutividade elétrica da água na cheia.



Fonte: Pesquisa de campo.

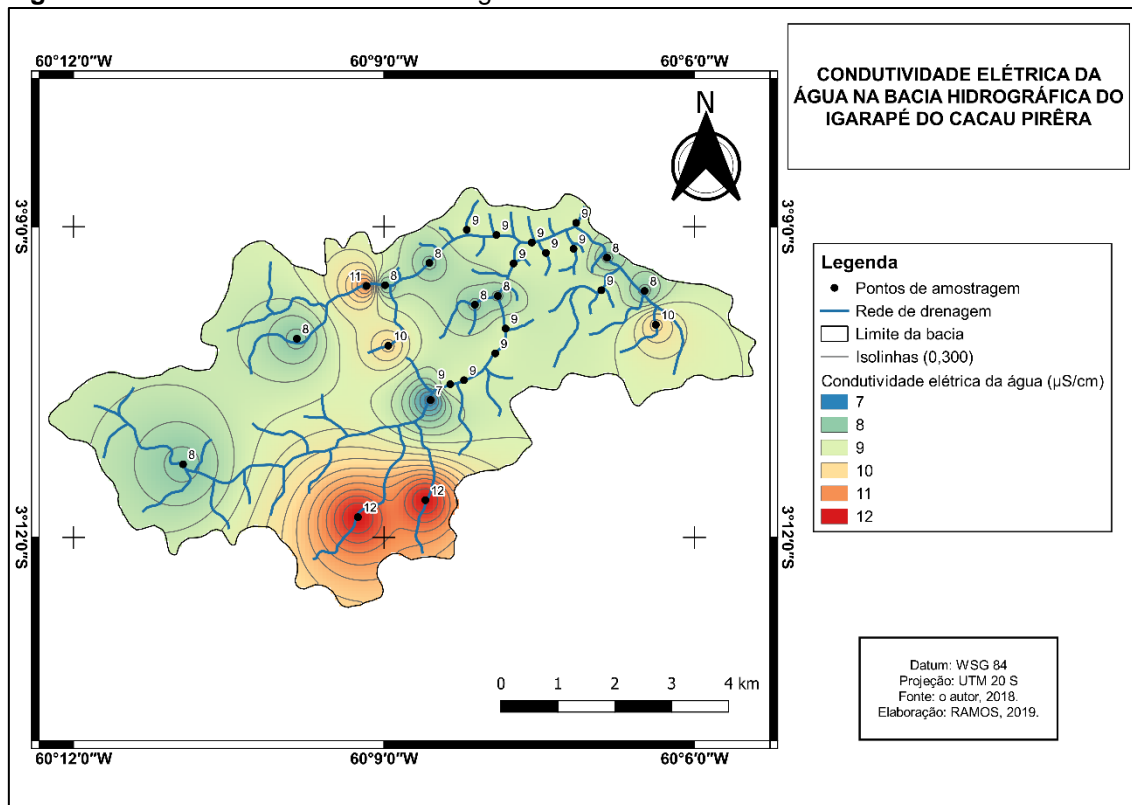
Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Os maiores valores observados (figura 27) foram registrados nos pontos 20, 24 e 25 ($\geq 11 \mu\text{S}/\text{cm}$), possivelmente por influência da rodovia Manuel Urbano (AM-070), pois nestes pontos encontra-se nos igarapés que cortam essa

rodovia, ponto 20, à montante do igarapé do Chico Preto, igarapé do km 8 (ponto 24) e igarapé do km 9 (ponto 25).

Embora esses nesses pontos ocorram densidade de moradias e usos diversos, como a proximidade com o Residencial Bela Vista, no ponto 25, e balneabilidade no ponto 26, os valores estão muito próximos ao considerado ideal para águas pretas.

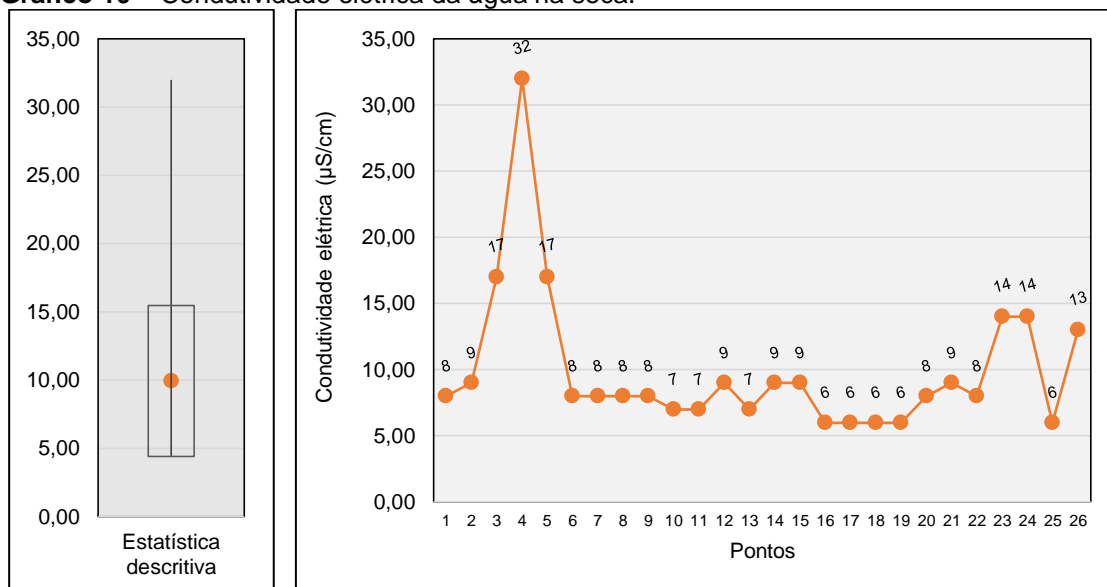
Figura 27 – Condutividade elétrica da água na cheia.



Na seca a condutividade variou entre 6 a 32 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com valor médio de $9.96 \pm 5,52 \mu\text{S}/\text{cm}$ (gráfico 10). Nesse período os maiores valores foram obtidos nos pontos 3, 4, 5, 23, 24 e 26 ($> 10 \mu\text{S}/\text{cm}$). Altos valores de condutividade elétrica podem estar associados a possíveis fontes poluidoras, como o despejo de efluentes domésticos.

De acordo com Esteves (2011), a condutividade elétrica da água é a capacidade de conduzir corrente elétrica através dos íons presentes na água, desse modo, soluções mais ionizadas possuem maior condutividade. Por outro lado, em águas mais puras ocorre o fenômeno inverso, ou seja, menor será a condutividade.

Gráfico 10 – Condutividade elétrica da água na seca.



Fonte: Pesquisa de campo.

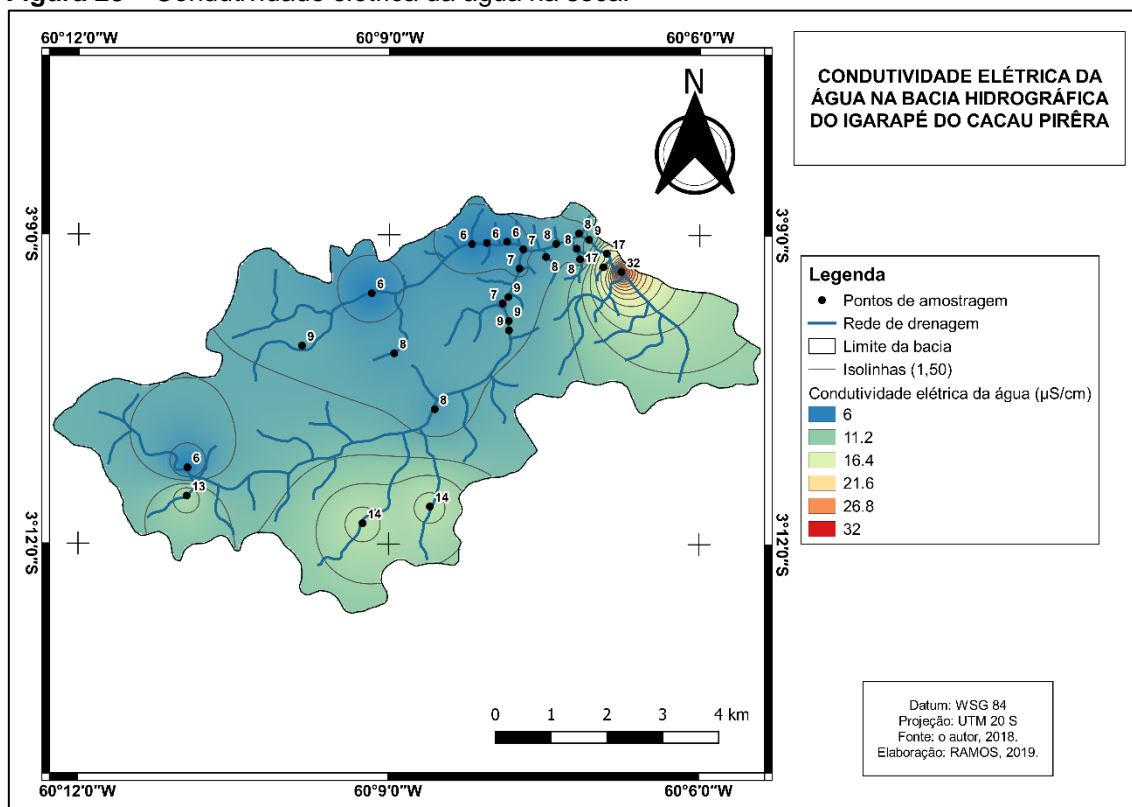
Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Nesse período hidrológico, a maioria dos valores obtidos condizem com o padrão de bacia hidrográfica, cuja influência principal é o rio negro de águas pretas. Pois de acordo com Almeida (2008), águas pretas possuem baixos níveis de condutividade elétrica naturalmente.

Contudo, o maior valor de condutividade encontrado (ponto 4) foi significativo (figura 28), pois apresentou-se muito superior ao descrito Almeida (2008) e possivelmente apresenta influência antrópica de efluentes domésticos e decomposição de matéria orgânica, bem como concentração de nutrientes na água, característica desse ponto que se encontra no igarapé Cantonicha.

Segundo Esteves (2011), os efluentes domésticos têm grande influência na concentração de nutrientes na água, pois os casos de eutrofização de ecossistemas aquáticos podem ser mais frequentes em ambientes que possuem ação antrópica de efluentes domésticos. Os detergentes sintéticos, por exemplo, comuns nesses tipos de efluentes são constituídos por várias substâncias conhecidas como agentes tensoativos, como polifosfatos, carbonatos e silicatos que diminuem a tensão da água. Além disso, a falta de rede de esgoto cloacal e do tratamento dos rejeitos das fossas sépticas permite o aumento do acúmulo de nutrientes na água, uma vez que na composição existe considerável concentração de fósforo e nitrogênio.

Figura 28 – Condutividade elétrica da água na seca.



Além disso, neste ponto foi encontrado significativa presença de macrófitas aquáticas, que pode estar relacionada a influência de efluentes domésticos na água (figuras 29 e 30).

Figura 29 – Presença de lixo e efluentes domésticos.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Figura 30 – Presença de macrófitas aquáticas.



De acordo com Esteves (2011) os valores de condutividade estão mais relacionados com a sazonalidade e com as características geoquímicas da região, do que com o estado trófico, pois nas regiões tropicais que possuem significativa sazonalidade de inundações periódicas, a elevação do nível da água e o aumento da concentração de matéria orgânica são comuns nos períodos de

maior concentração de chuvas, ou seja, nas cheias. Em consequência desse acúmulo de matéria orgânica, há diminuição das taxas de fotossíntese em função da redução da transparência da água, ao mesmo tempo em que as elevadas temperaturas, frequentes neste período, podem reduzir a solubilidade do oxigênio. Contudo, a velocidade da água, a disponibilidade de nutrientes e de sedimentos na água são os efeitos mais acentuados sobre as macrofitas aquáticas.

Na bacia hidrográfica do Cacaú Pirêra ocorreu o inverso, pois os maiores valores foram encontrados no período da seca, onde teoricamente há menor concentração de nutrientes na água. Enquanto que os altos valores ocorreram na seca, essa diferença pode estar relacionada ao despejo de efluentes domésticos no local e a diminuição da velocidade da água nesse período de seca, visto que se apresentou mais lântico.

5.1.6. Temperatura da água

Ao atravessar a atmosfera, a radiação solar é absorvida ou refletida nas partículas de poeira, gases e vapor d'água. O resultado desse fenômeno é chamado de radiação difusa, desse modo, na superfície dos corpos d'água chega a radiação difusa da atmosfera, que constitui a principal fonte de energia para os ecossistemas aquáticos continentais (ESTEVES, 2011).

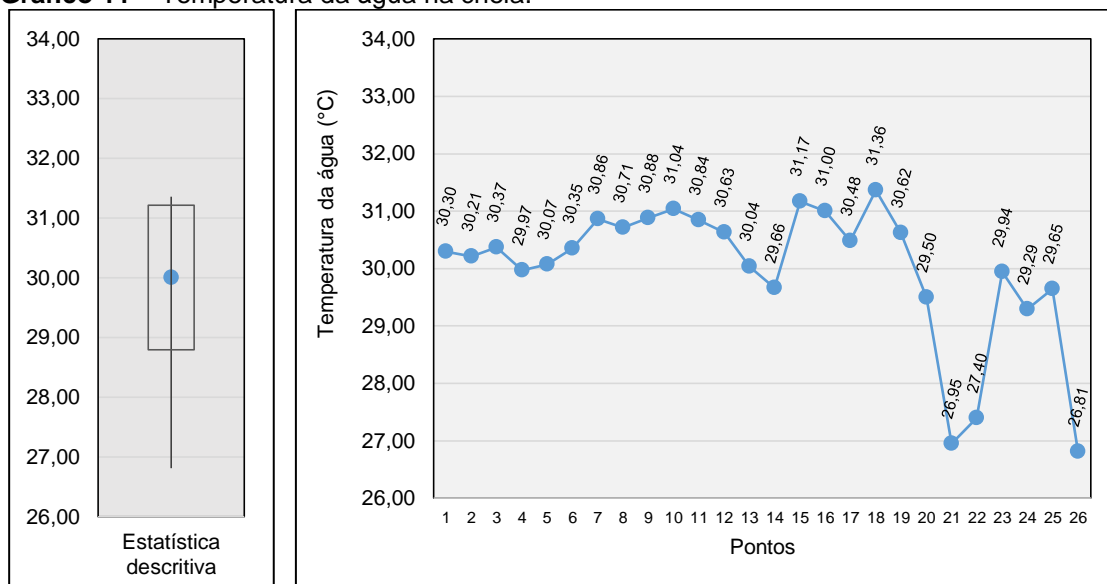
A medição da temperatura é um importante variável limnológica, pois a sua representatividade em diferentes profundidades fornece indicações da mistura e estratificação da massa hídrica (STRASKRABA E TUNDISI, 2013).

A radiação solar na coluna d'água ao penetrar e submetida a profundas alterações na sua intensidade quanto à qualidade espectral que dependem da concentração de material dissolvido e material em suspensão (ESTEVES, 2011).

Na Amazônia a temperatura da água é uma importante variável limnológica, pois permite entender os fatores homogêneos da massa de água, normalmente com variações pequenas em escala sazonal (BRITO, 2006).

A temperatura da água na bacia do igarapé do Cacaú Pirêra oscilou entre 26,81 a 33,10°C, com valor médio de 29,98±1,15°C. Na cheia a temperatura apresentou-se entre 26,81 a 31,36°C, com valor médio de 30±1,21°C (gráfico 11).

Gráfico 11 – Temperatura da água na cheia.



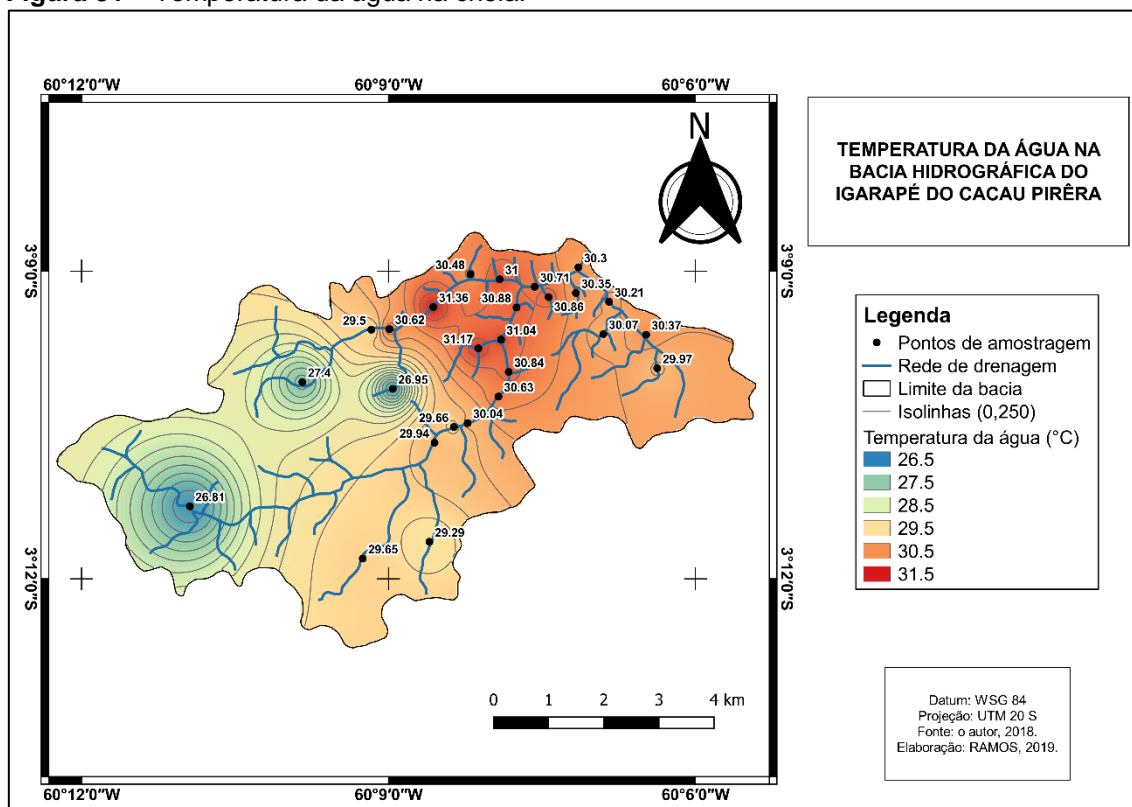
Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

No período hidrológico da cheia as temperaturas foram relativamente superiores aos 30°C, como observado nos pontos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18 e 19 (figura 31). Esses pontos estão localizados nos três principais cursos d'água da bacia (igarapé do Cacaú Pirêra, Chico preto e Cantonicha) e seus afluentes. Os menores valores desse período foram encontrados nos pontos 4, 14, 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26 (< 30°C).

O maior valor encontrado foi registrado no ponto 16 (31,17°C), no igarapé do Chico preto, enquanto que o menor valor foi detectado no ponto 26 (26,81°C).

Figura 31 – Temperatura da água na cheia.



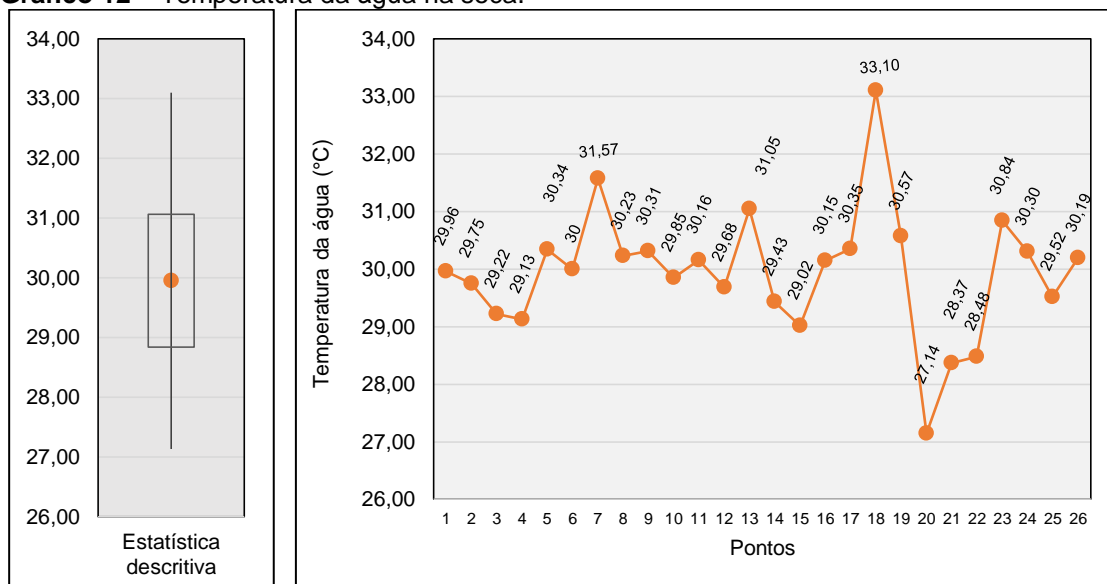
A temperatura da água nesse período teve significativa variação em direção a foz, onde os maiores valores foram encontrados. Já no interior da bacia, próximo as nascentes os valores foram consideravelmente menores. O menor valor registrado 26,81°C, encontra-se no ponto 26, último das amostragens.

Os maiores valores de temperatura da água em direção a foz podem estar relacionados a influência das águas pretas do rio Negro, visto que, possuem maior carga húmica e conseqüentemente absorvem mais radiação solar. Além disso, a profundidade da bacia aumenta em direção a foz, o que favorece a absorção da radiação solar, e como resultado tem-se o aumento da temperatura da água.

De acordo com Esteves (2011), a radiação solar constitui a principal fonte de energia dos ecossistemas aquático, sua absorção ocorre de maneira exponencial com o aumento da profundidade, sendo também fortemente influenciada pelas substancias húmicas dissolvidas na água.

Na seca os valores de temperatura da água oscilaram entre 27,14 a 33,10°C, com valor médio de $29,95 \pm 1,11^\circ\text{C}$ (gráfico 12).

Gráfico 12 – Temperatura da água na seca.



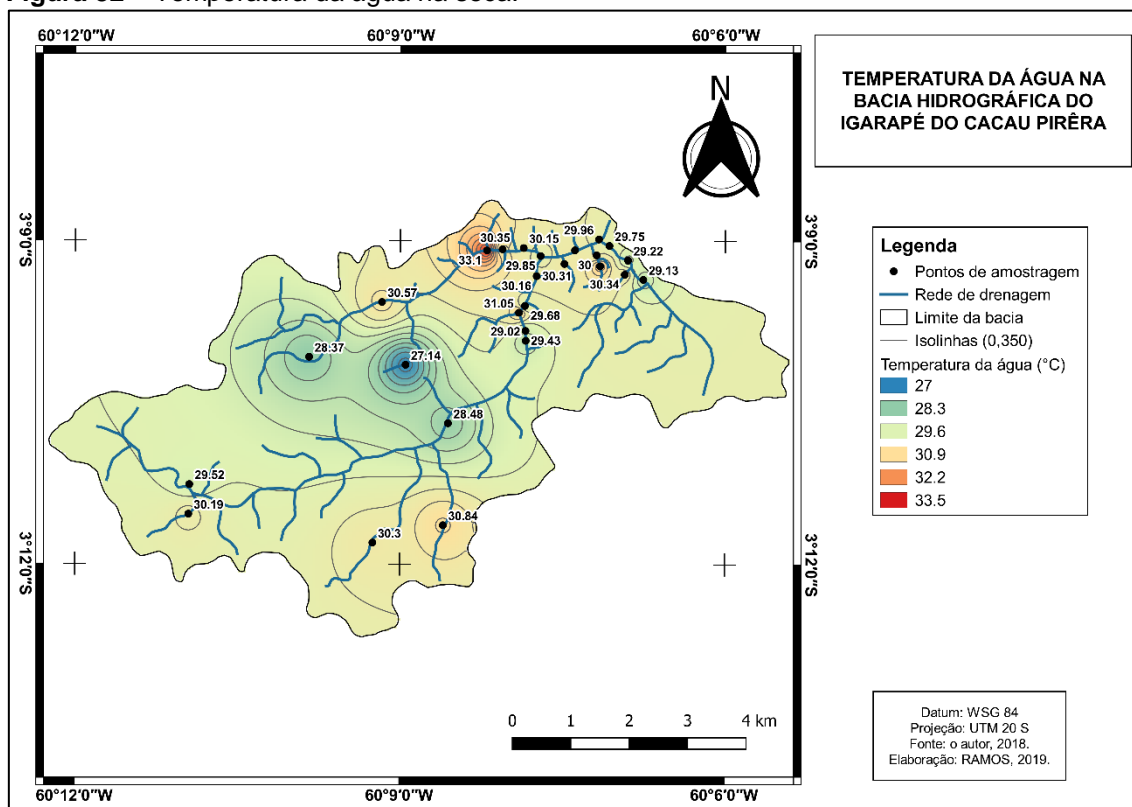
Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Os pontos que apresentaram maiores valores nesse período obtiveram temperatura superior a 31°C (pontos 7, 13 e 18). Esses, assim como na cheia, estão dispostos nos cursos principais da bacia próximos a foz (figura 32). Enquanto os menores valores novamente foram observados nos pontos mais a montante da bacia, próximos as nascentes. Contudo, nesse período o maior valor foi considerável, 33,1°C (ponto 18). Esse está localizado no igarapé Chico preto, em seu curso médio.

Este igarapé tem a montante influência da rodovia Manuel Urbano (AM-070) no sentido Cidade Universitária, canalização e possui moradias em suas margens, desse modo, esses aspectos podem ter influenciado o aumento da temperatura.

Figura 32 – Temperatura da água na seca.



Os menores valores nesse período também foram encontrados a montante da bacia. Entretanto diferentemente do período hidrológico anterior, o menor valor foi registrado no ponto 20 (27,14°C).

Contudo os valores encontrados foram semelhantes aos encontrados em estudos realizados na planície de inundação periódica, do município de Iranduba-AM, por Brito (2006) e Almeida (2008), em mesmos períodos hidrológicos.

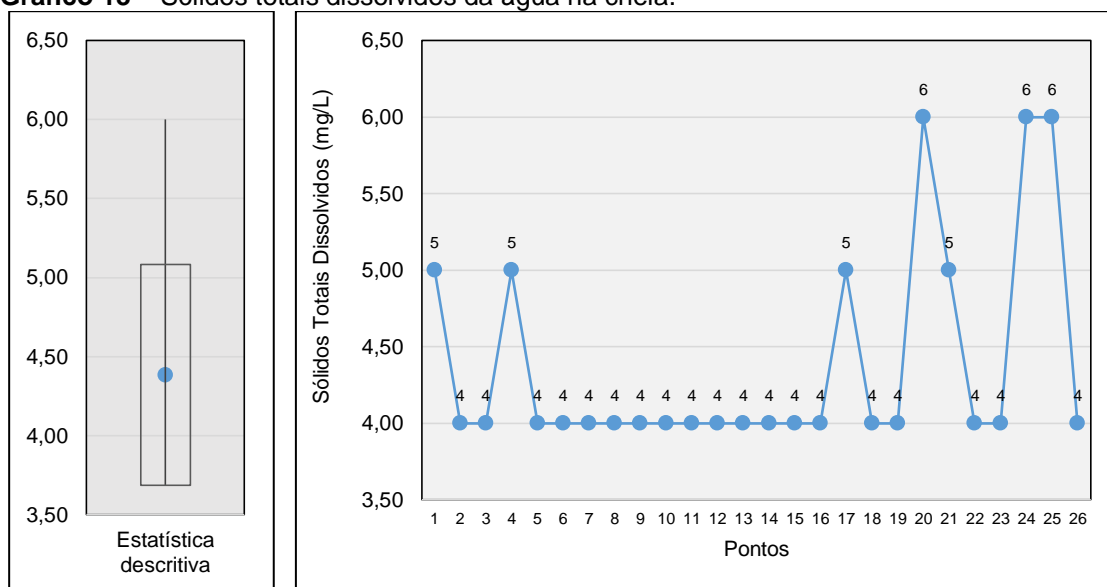
5.1.7. Sólido totais dissolvidos

Os sólidos dissolvidos totais (TDS) são os conjuntos de sais dissolvidos na água (cloretos, bicarbonatos, sulfatos, entre outros). Essa variável limnológica é fundamental, pois permite conferir sabor salino à água e propriedades laxativas, ou seja, os parâmetros devem-se fundamentalmente ao tipo de solo que a água atravessa, e traduzem a quantidade de materiais que a água dissolveu na passagem pelo mesmo, e quanto maiores forem os seus valores, maior será o caráter mineral de uma água, e conseqüentemente o seu gosto (LELIS E PINTO, 2014).

Na bacia observou-se variação de sólidos totais dissolvidos na água entre 3 a 16 mg/L, com valor médio de $4,69 \pm 2,02$ mg/L. Este teor de sólidos totais dissolvidos na água é relativamente bom, pois a maioria das amostragens obtiveram valores inferiores aos valores limitantes da legislação, Resolução CONAMA 357/2005.

Na cheia os valores de sólidos totais dissolvidos apresentaram-se entre 4 a 6 mg/L, com valor médio de $4,38 \pm 0,70$ (gráfico 13).

Gráfico 13 – Sólidos totais dissolvidos da água na cheia.

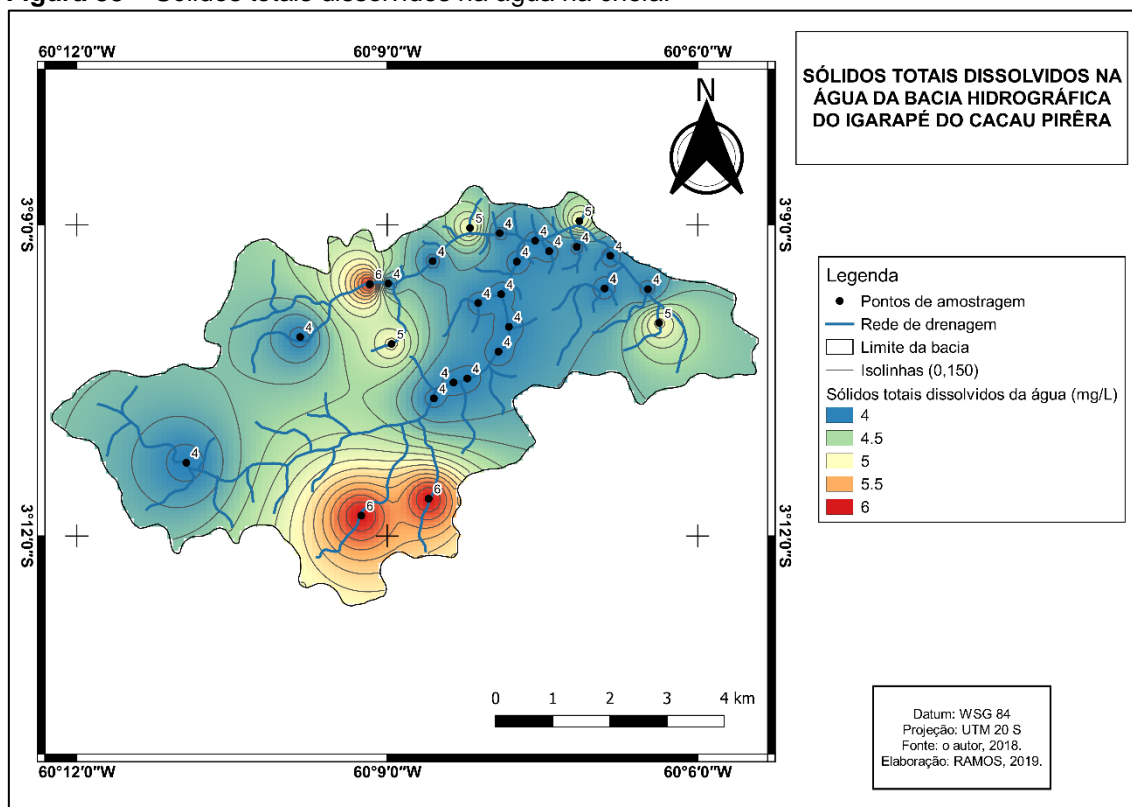


Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Esses valores, nesse período foram os que obtiveram menor variação, e menor valor médio. Os maiores valores foram observados nos pontos 20, 24 e 25 (figura 33), com valor de 6 mg/L. Embora sejam valores significativamente baixos, o aumento em relação aos demais pode estar relacionado a influência da rodovia Manuel Urbano (AM-070), visto que, os pontos encontram-se nos igarapés que são cortados por essa. Como é o caso do ponto 20, localizado a montante do igarapé do Chico preto próximo a cidade universitário, e nos pontos 24, igarapé do km 8, e ponto 25, igarapé do km 9.

Figura 33 – Sólidos totais dissolvidos na água na cheia.



Na seca os valores variaram entre 3 a 16 mg/L, com valor médio de $5,00 \pm 2,76$ mg/L (gráfico 14). Neste período hidrológico, foram verificados os maiores valores das amostragens para ambos períodos.

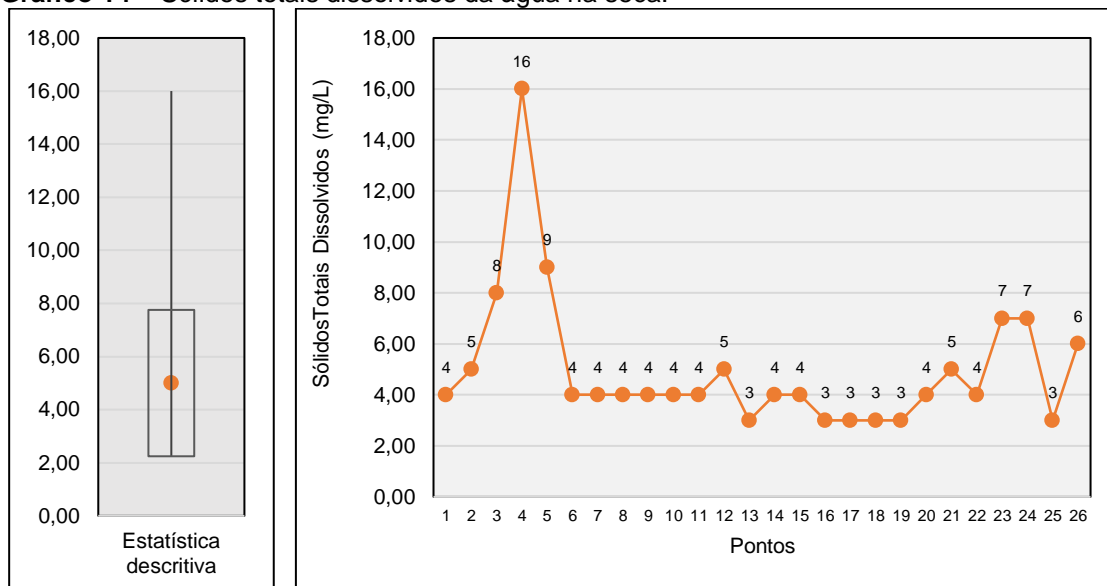
Segundo Pinto e José (1999), o processo de urbanização é um dos principais fatores responsável de degradação da água, tanto superficiais, quanto subterrânea. A crescente ocorrência desse processo nos ecossistemas naturais ocasiona, entre outros contaminantes, o aumento de nitrato, com altos teores em poços de abastecimento, que acabam transgredindo os limites máximos legalmente estabelecidos. A disposição de resíduos sólidos (lixo) e fossas negras sobretudo, representam as principais fontes de nitratos em aquíferos, de tal forma que nas cidades a situação se agrava diante da concentração desses fatores em áreas relativamente restritas.

O processo de filtração da água está significativamente ligado com a proporção de sólidos totais dissolvidos na água. Assim como essa variável relaciona-se com a condutividade elétrica.

De acordo com Lelis e Pinto (2014), altos valores de condutividade elétrica ocorrem devido à grande presença de sólidos dissolvidos totais, como o

carbonato de cálcio e o magnésio. E para a saúde humana, a concentração desses elementos através da ingestão de água com altos valores de sólidos totais dissolvidos em grande quantidade pode causar problemas estomacais, devido ao efeito laxante da mistura entre o carbonato de cálcio e o magnésio.

Gráfico 14 – Sólidos totais dissolvidos da água na seca.



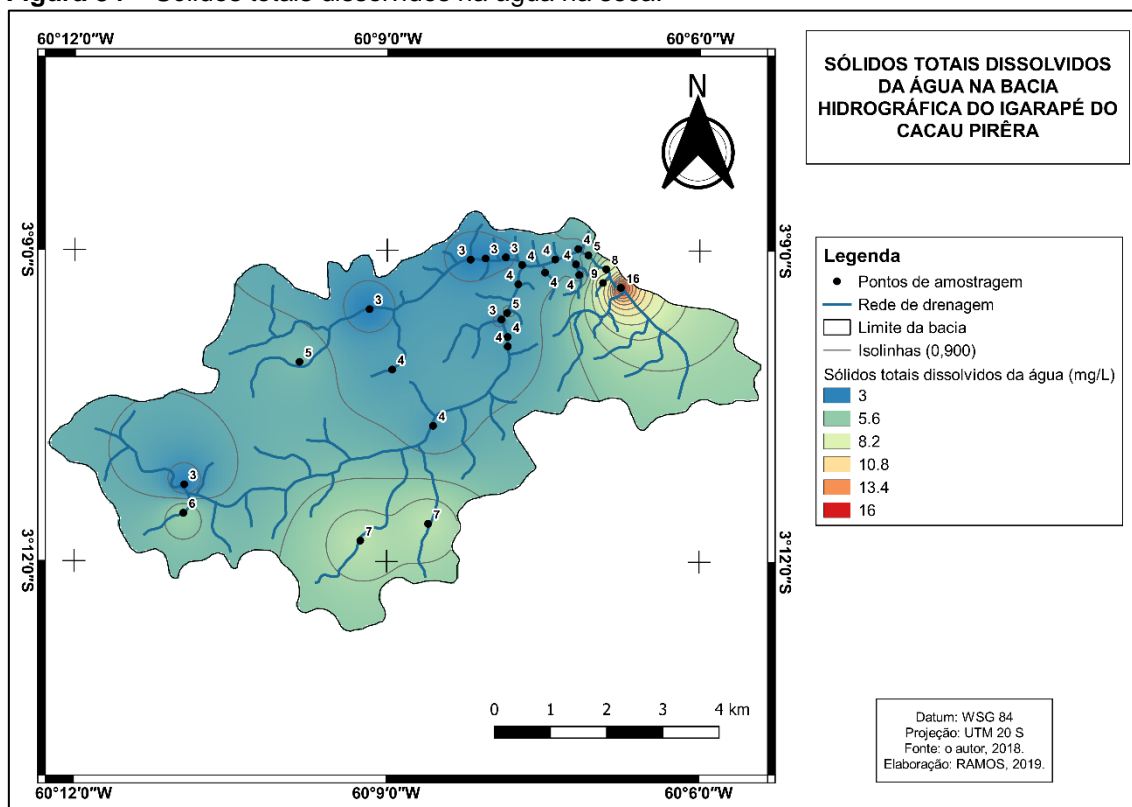
Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Nos pontos de amostragem nesse período os maiores valores (figura 34) foram encontrados nos pontos 3, 4 e 5 (8, 9 e 16 mg/L, respectivamente). Os altos valores nesses pontos podem estar relacionados ao significativo número de moradias e de efluentes domésticos, bem como ao aumento de fossas sépticas, que ocorrem naturalmente próximos as moradias. Pois, esses pontos encontram-se a montante do igarapé Cantonicha, onde ocorre a maior aglomeração de moradias.

Outro fator importante de mencionar refere-se ao maior valor encontrado, de 16 mg/L, ainda é significativamente baixo perante a legislação vigente.

Figura 34 – Sólidos totais dissolvidos na água na seca.



5.2. Avaliação da qualidade da água à luz da legislação vigente

Os usos da água da bacia hidrográfica do igarapé do Cacaú Pirêra se enquadram em usos múltiplos, pois em campo foi verificado usos de contato primário e secundário conforme a resolução Conama Nº. 357/2005.

Perante essa legislação, define-se como contato primário aquele que ocorre quando existe elevada possibilidade do usuário de ingerir água (escovar os dentes, tomar banho, natação, dessentação animal). Enquanto os usos de contato secundário ocorrem quando a possibilidade de ingerir água é pequena, esporádica ou acidental (pescar, lavar louça/roupa, irrigação e navegação), conforme tabela 3.

Tabela 3 – Enquadramento dos usos perante a Resolução.

Principais usos	Legislação*
	Classes
Consumo humano com desinfecção; Preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.	Especial
Consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho) Resolução CONAMA n. 274, de 2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas sem remoção de películas e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	I
Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Resolução CONAMA Nº. 274, de 2000, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca.	II
Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.	III
Navegação e à harmonia paisagística.	IV

* Resolução Nº. 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Fonte: BRASIL, 2005.

Adaptação: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

De acordo com essa resolução, para assegurar que os usos promovidos estejam adequados aos padrões permitidos, e de acordo com a classificação das águas e considerando condições e padrões específicos visam à defesa de seus níveis de qualidade da água *in natura*, ou seja, para que esteja de acordo com o estabelecido por essas classes deve apresentar determinados padrões nas diversas variáveis. Nessa pesquisa as seguintes variáveis estão contempladas na legislação, conforme a tabela 4.

Tabela 4 – Valores de enquadramento das classes.

Variáveis	Classes*				
	Especial	I	II	III	IV
Oxigênio dissolvido (mg/L)	> 10	10 a 6	6 a 5	5 a 4	< 4
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Turbidez (NTU)	até 20	20 a 40	40 a 70	70 a 100	> 100
Condutividade elétrica (µS/cm)	Até 50	50 a 75	75 a 100	100 a 150	> 150
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	100 a 200	200 a 300	300 a 400	400 a 500	> 500

***Especial** - consumo humano e preservação das comunidades aquáticas. **I** - consumo humano (tratamento simplificado), recreação e irrigação. **II** – consumo humano (tratamento convencional), recreação, irrigação e atividade de pesca. **III** – consumo humano (convencional ou avançado), irrigação (culturas arbóreas), pesca amadora e dessedentação animal. **IV** – navegação e à harmonia paisagística.

Fonte: BRASIL, 2005 *apud* LELIS E PINTO, 2014.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

De acordo com o enquadramento, perante a legislação e conforme os dados verificados nos três trabalhos de campo, nos dias 03 de março, 05 de

maio e 24 de novembro de 2018, no período da cheia (tabela 5), as águas da bacia adequam-se as seguintes classes e seus usos.

Tabela 5 – Enquadramento dos usos na cheia.

Variáveis	Classes*				
	Especial	I	II	III	IV
Oxigênio dissolvido (mg/L)	N. A.	Pontos 24 e 26.	Pontos 8, 9, 21 e 25.	Pontos 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22 e 23.	Pontos 1, 4 e 5.
pH	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Turbidez (NTU)	T. A	-	-	-	-
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	T. A	-	-	-	-
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	T. A	-	-	-	-

N. A. = Nenhuma amostragem; T. A. Todas as amostragens.

*Resolução Nº. 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2019.

Em relação a variável oxigênio dissolvido, durante o período da cheia os pontos enquadram-se nas classes I, II, III e IV. Embora, essa variável tenha apresentados valores inferiores a 4 mg/L, permitindo apenas usos da classe IV, como navegação e harmonia paisagística, a maioria dos pontos de amostragem desse período hidrológico se adequam convenientemente a usos múltiplos de irrigação, pesca amadora, recreação de contato secundário e dessedentação de animais.

Esses valores são ligeiramente superiores as concentrações consideradas regulares para ecossistemas aquáticos, conforme afirmam CETESB (2009), Neta Pinto (2010) e Esteves (2011).

Para a variável potencial hidrogeniônico (pH), o recurso hídrico da bacia, nesse período, está inadequado para usos múltiplos, visto que, os valores obtidos foram inferiores a 6. Contudo, devido as águas da bacia serem pretas, possuem pH naturalmente inferior aos estipulados pela resolução, conforme afirmam Sioli (1985) e Esteves (2011).

Para a variável turbidez, no período da cheia os valores foram consideravelmente baixos, ficando abaixo até mesmo do limite para a classe

espacial (até 20 NTU). Dessa forma, os valores para a cheia enquadram-se satisfatoriamente em todas as classes e seus usos.

Esse dado é notável, pois, a classe especial permite usos como consumo humano com desinfecção, preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas e preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Durante o período hidrológico da seca (tabela 6), os valores mostraram-se significativamente maiores, mas também, apresentaram os menores valores para ambas amostragens.

Tabela 6 – Enquadramento dos usos na seca.

Variáveis	Classes				
	Especial	I	II	III	IV
Oxigênio dissolvido	N. A.	Pontos 7, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19 e 23.	Pontos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 14, 20, 21 e 22.	Pontos 24, 25 e 26	N. A.
pH	Ponto 1	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Turbidez	Pontos 19, 20, 21, 23 e 25.	Pontos 13, 14, 15, 22 e 24.	Pontos 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18 e 26	Pontos 1, 6, 7 e 8.	Pontos 2, 3, 4 e 5.
Condutividade elétrica	T. A.	-	-	-	-
Sólidos totais dissolvidos	T. A.	-	-	-	-

N. A. = Nenhuma amostragem; T. A. Todas as amostragens.

*Resolução Nº. 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Fonte: Pesquisa de campo.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2019.

O oxigênio dissolvido na seca obteve valores que, enquadraram-se devidamente nas classes I, II e III. Enquanto, segundo a variável pH, as águas estão inapropriadas para os variados usos, com exceção do ponto 1, que se encontra na foz da bacia e obteve valor 6,1, adequando-se a todas as classes.

Conforme a turbidez, os pontos amostrados ficaram dentro dos padrões para todas as classes. Destaque para os pontos que apresentaram valores de 0 NTU, ou seja, os menores valores de todos os pontos amostrados e adequando-se a todas as classes da legislação para essa variável.

Em relação a condutividade elétrica da água em ambos os períodos hidrológicos apresentou valores consideravelmente baixos. Contudo, os valores

dessa variável foram menores que 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dessa forma, os pontos enquadram-se em todas as classes.

É importante mencionar, que os valores de condutividade elétrica na bacia se apresentaram de acordo com os obtidos em águas pretas nessa planície de inundação por Almeida (2008).

Os sólidos totais dissolvidos, assim como a condutividade elétrica, apresentaram baixos valores, com valor máximo de 16 mg/L.

Perante a legislação, valores de sólidos totais dissolvidos na água abaixo de 100 mg/L, enquadram-se satisfatoriamente em todas as classes, de especial a classe IV. Permitindo usos múltiplos, desde consumo humano com desinfecção a navegação e harmonia paisagística.

De acordo com essas duas últimas variáveis, os recursos hídricos da bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra adequam-se convenientemente em todas as classes.

Portanto, as variáveis turbidez, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos permitem usos de contato primário e secundário, o pH contempla apenas valores dentro dos parâmetros para águas pretas, que segundo a legislação vigente não estão em acordo com os padrões estipulados. Ao passo que, o oxigênio dissolvido apresentou valores baixos no período da cheia que os permitiu enquadrarem-se nas classes I, II, III e V. Enquanto, no período da seca os valores foram relativamente superiores ($>6,5$ mg/L), adequando-se as classes I, II e III. Contudo, em ambos os períodos essa variável permitiu usos da classe I, como a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo.

5.3. Uso da terra na bacia hidrográfica do Igarapé do Cacau Pirêra

A bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra passou por significativas mudanças ao longo das últimas décadas, principalmente nas formas de usos da terra dentro dos limites da bacia.

De acordo com Sousa (2013), as transformações socioespaciais na Região Metropolitana de Manaus (RMM), mais especificamente em Iranduba, se intensificaram no período de 2003 a 2012, pois nesse período ocorreu um processo de reestruturação do espaço que pode ser observado através das

mudanças no sistema de transporte, no mercado imobiliário e nas atividades de comércios e serviços.

Essa transformação decorre da reorganização do espaço urbano-regional, desenvolvida a partir da constituição da região metropolitana e da construção da ponte Rio Negro, colocando os municípios dessa região como principal opção para expansão da mancha urbana da capital (SOUSA, 2015).

Esse processo ocasionou uma significativa mudança na apropriação e uso das terras no local, intensificando a especulação imobiliária e várias outras atividades, como a agricultura, piscicultura, pecuária, balneabilidade na planície de inundação.

Essas mudanças socioespaciais também influenciaram a bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra. Essa bacia é utilizada para as mais diversas finalidades, sendo uma das maiores receptoras de todos os efluentes domésticos de seu entorno, visto que, a região metropolitana não possui tratamento de efluentes urbanos, que são lançados diretamente nos corpos d'água.

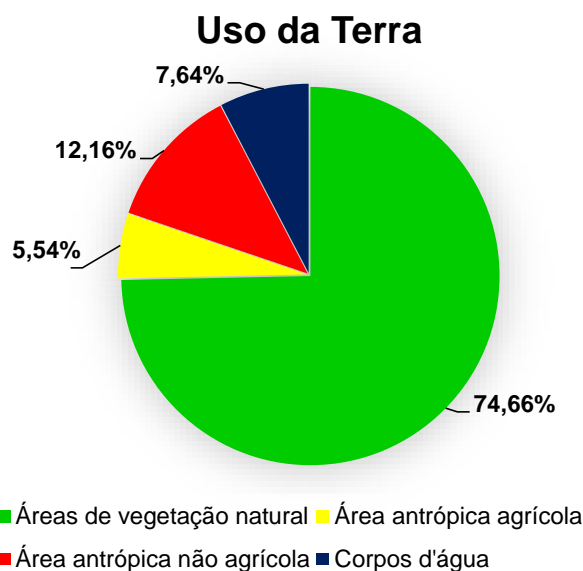
Além disso, a intensificação dos usos da terra na área provavelmente agrava a retirada da cobertura vegetal, promovendo impactos de ordem ambiental. A substituição das áreas de floresta por diversos usos pode estar transformando a cobertura vegetal da região, assim como, a utilização e o despejo de efluentes também possivelmente está alterando a qualidade da água.

Essa bacia hidrográfica possui uma extensão significativa de 4.563 hectares. É uma área que se inicia exatamente na margem direita do rio Negro, ao final dos 3,6 km da Ponte Rio Negro, acompanhando pouco mais de 12 km da Rodovia Manuel Urbano (AM-070).

Ao longo da bacia, 3.407 hectares (74,66%) correspondem a áreas de vegetação natural (vegetação), conforme gráfico 15. Segundo o sistema de classificação adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as áreas de vegetação natural compreendem um conjunto de estruturas campestres e florestais (formações arbóreas com porte superior a 5 m). Essa classe contempla desde florestas e campos originais (primários) e alterados até formações florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios de desenvolvimento (IBGE, 2013).

A bacia em questão possui uma significativa vegetação, fato esse, que explica o intenso crescimento nas últimas décadas de apropriação do solo pelos mais diversos ramos da economia, como enfatiza Sousa (2013).

Gráfico 15 – Usos da terra na bacia hidrográfica do Igarapé do Cacau Pirêra.



Fonte: Planet Team, 2018.

Elaboração: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

As áreas antrópicas não agrícolas correspondem a 555 hectares (12%), segunda maior área da bacia. Essa nomenclatura encontra-se associada a todos os tipos de uso da terra de natureza não agrícola, ou seja, áreas urbanizadas, industriais, comerciais, redes de comunicação e áreas de extração mineral. As áreas urbanas, por serem de diversas formas, compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. Estão incluídas nesta categoria as metrópoles, cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias (IBGE, 2013).

Dentro da bacia, as áreas antrópicas não agrícolas correspondem as áreas de desmatamento, solo exposto, desmatamento e espaço urbano.

Nessa região o desmatamento tem crescido nos últimos anos impulsionado pela crescente apropriação da terra, após a o início da construção da ponte Rio Negro, em 2007, e com a inauguração dessa obra em 2011, o

distrito do Cacau Pirêra, passou a ter outra dinâmica, visto que, a atividade portuária da região entrou em declínio.

É importante ressaltar que de acordo com Fearnside (2005), a intensa ocupação da Amazônia tem seu início da década de 1970, e com essa, o aumento da taxa de perda da floresta torna-se dramática. Como consequência, ocorre a significativa devastação da biodiversidade e intensificação dos impactos climáticos.

A apropriação da área pelo ramo imobiliário, e as obras de infraestrutura viária, passam a criar uns novos processos econômicos na região. Segundo Sousa (2015), os investimentos do poder público no Estado do Amazonas, buscam inserir novos elementos capazes de dinamizar o espaço regional, a fim de criar novos arranjos. Desse modo, esses estão centrados em setores estratégicos da produção geral, como a infraestrutura para o sistema de transporte e regulamentação político-jurídica para o uso e ocupação do espaço.

Os corpos d'água da bacia correspondem a 348 hectares (7,64%), dispostos nos diversos cursos d'água que convergem para um dos principais rios da bacia amazônica, o rio Negro. Nessa classe incluem-se todas as classes de águas interiores, como cursos de água e canais, tais como rios, riachos, canais e outros corpos de água lineares, corpos d'água naturalmente fechados, ou seja, lânticos, como os lagos e reservatórios artificiais, além das lagoas costeiras ou lagoas, estuários e baías (IBGE, 2013).

O menor espaço da bacia equivale as áreas antrópicas agrícolas, cerca de 253 hectares (5,54%). Essa classe relaciona-se com as terras agrícolas, que podem ser definidas como área utilizada para a produção de alimentos, fibras e *commodities* do agronegócio (produções em larga escala, geralmente destinadas ao comércio exterior que possui seu preço baseado na relação entre oferta e procura), incluindo todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso, podendo também compreender áreas alagadas, ou seja, as várzeas amazônicas, bem como, constituir-se em zonas agrícolas heterogêneas ou representar extensas áreas de grandes monoculturas. Nessa categoria, enquadram-se também as lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastagens plantadas, silvicultura e áreas comprovadamente agrícolas cujo uso não foi identificado no período do mapeamento (IBGE, 2013).

Pereira e Torres (2008), afirmam que, o surgimento do Cacau Pirêra enquanto colônia agrícola, em meados do século XX, causa significativo impacto sobre o estilo de vida dos moradores, visto que a urbanidade passa a ser o modelo que redefine o cotidiano dos moradores. As atividades de trabalho e de subsistência, como a agricultura e a pesca, vêm deixando de ocupar lugar de destaque no mundo do trabalho da localidade, abrindo espaço para outras ocupações de trabalho assalariado, como as olarias e as plantações, tornaram-se a principal alternativa dos moradores.

Essa dinâmica abordada por esses autores sofreu significativa intensificação através da ponte Rio Negro. Como menciona Sousa (2013 e 2015), ao afirmar a principal intervenção que acelerou as transformações na produção do espaço nessa região, foi a construção da ponte Rio Negro.

5.3.1. Usos da terra e cobertura vegetal e suas relações com os parâmetros de qualidade na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra no período de cheia

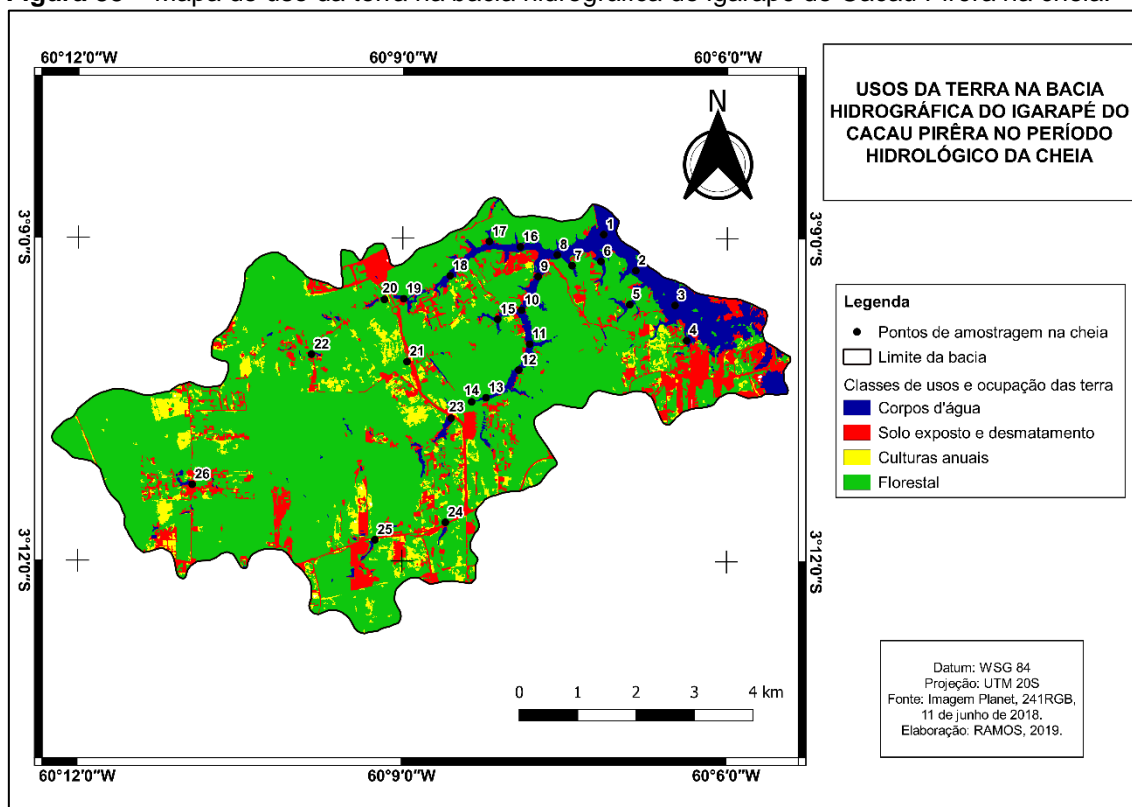
Durante o período da cheia as formas de uso da terra são consideravelmente influenciadas pela sazonalidade da planície de inundação periódica do município de Iranduba-AM, pois essa encontra-se disposta na confluência das duas maiores magnitudes hídricas da bacia amazônica, o rio Negro e Solimões.

A bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra, por sua vez, não sofre ação direta do rio Solimões, visto que, encontra-se no extremo Norte da planície na margem direita do rio Negro. Em vista disso, a sazonalidade desse rio principal, tem grande influência na disponibilidade das áreas de várzea da bacia para exploração.

Com a construção da Ponte sobre o Rio Negro, ligando Manaus a Iranduba, o município passou a ser alvo de grande desfiguração da paisagem em virtude do ramo imobiliário, que favoreceu a implantação de loteamentos, conjuntos habitacionais e ocupações irregulares (SANTOS et al., 2012).

Na bacia, durante esse período hidrológico foi possível observar diversos usos, conforme figura 35.

Figura 35 – Mapa de uso da terra na bacia hidrográfica do igarapé do Cacau Pirêra na cheia.



Na foz da bacia, no igarapé do Cacau Pirêra, e nos primeiros pontos do igarapé Cantonicha (pontos 1, 2 e 3, respectivamente), as alterações na cobertura vegetal e nos usos apresentou menor alteração antrópica em relação aos pontos próximos a rodovia Manuel Urbano. Observando-se a presença de mata ciliar e ocupação antrópica em pequena escala nas margens (figura 36).

Figura 36 – Ocupação antrópica na margem.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

As variáveis limnológicas, nos pontos 1, 2 e 3, apresentaram-se dentro dos padrões para águas pretas. Nesses pontos, a transparência e o pH correspondem aos parâmetros mencionados por Sioli (1985) para águas pretas. A condutividade elétrica, turbidez e os sólidos totais dissolvidos na água apresentaram valores altos, o que permitiu enquadrarem-se a todas as classes de usos da legislação Conama nº 357/2005.

Apenas o oxigênio dissolvido obteve valores relativamente baixos, ainda assim, adequando-se as classes III e IV da legislação, permitindo recreação de contato secundário, irrigação de culturas arbóreas, navegação e harmonia paisagística.

Segundo Santos et al. (2012) a porção norte da planície de inundação possui menor degradação, visto que, é área mais distante da sede do município de Iranduba. Enquanto a região sul, área mais próxima, é a mais degradada, tendo em vista sua proximidade com a cidade de Manaus, a cobertura vegetal é distribuída de forma heterogênea e fragmentada devido a maior influência antrópica.

Desse modo, a foz da bacia apresenta pequena ação antrópica, visto que não apresenta significativas alterações nas formas de usos e na cobertura vegetal, nesse período hidrológico.

Ao longo do igarapé Cantonicha, esse que transpassa o distrito do Cacau Pirêra, as alterações aumentam gradativamente. Nos pontos 4 e 5, ocorre a diminuição da cobertura vegetal ao longo das margens e aumento das áreas antrópicas não agrícolas, desmatamento nas margens oriundo da ocupação através de moradias.

Nesses pontos, possivelmente em decorrência do aumento da degradação das margens e crescimento da ocupação antrópica, ocorre significativa diminuição do oxigênio dissolvido na água. Perante a legislação, para essa variável, permite-se apenas usos da classe IV, ou seja, navegação e harmonia paisagística.

Outra variável que provavelmente pode explicar a intensificação da degradação é a transparência da água que, no ponto 4, ficou abaixo do estipulado por Sioli (1985). Entretanto, as demais variáveis tiveram valores dentro dos padrões para águas pretas, e permitiram usos variados perante a legislação.

O primeiro e o segundo afluente do igarapé do Cacau Pirêra, onde se localiza os pontos 6 e 7, possuem longas faixas de área antrópica não agrícola, na margem esquerda e direita, respectivamente. Essa área foi desmatada para loteamento de habitações, visto que, há presença significativa de moradias nessas margens. Ainda assim, existe em ambos os pontos longas faixas de vegetação, oscilando de arbórea densa a esparsa.

Em relação as variáveis limnológicas, apenas oxigênio dissolvido apresentou-se baixo, contudo adequando-se as classes III e IV da legislação.

Os pontos 8 e 9, encontra-se no curso d'água principal da bacia, a jusante e a montante da confluência com o igarapé Chico preto, nessa ordem.

Nesses pontos ocorrem, em ambas as margens, áreas antrópicas não agrícolas. Nesse primeiro, (ponto 8) verifica-se na margem direita uma faixa significativa de solo exposto, oriundo de um longo ramal e uma extensa propriedade rural. Enquanto no ponto 9, além das habitações, verifica-se área antrópica agrícola e uma longa faixa de solo exposto na margem esquerda, também ocasionada por propriedade rural. Essa área apresentou vegetação de característica arbórea densa no primeiro e esparsa nesse último.

Segundo as variáveis limnológicas, como nos pontos anteriores, estão dentro dos parâmetros para águas pretas. Contudo, o oxigênio dissolvido, novamente obteve valores relativamente baixos, mas adequando-se as classes II, III e IV da legislação. Esse enquadramento permite além dos usos anteriores, práticas como recreação de contato primário e irrigação de hortaliças.

Nos pontos 10 e 11, localizados no curso médio do igarapé do Cacau Pirêra, foi observado um número significativo de habitações nesse primeiro, e no segundo, uma pequena faixa de área agrícola na margem esquerda. Em ambos os pontos existem longas faixas de vegetação arbórea densa (figura 37).

Figura 37 – Vegetação arbórea densa no igarapé do Cacau Pirêra.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

A respeito dos aspectos de qualidade da água, os valores apresentados mostram-se dentro dos padrões para águas pretas. No entanto, a condutividade elétrica no ponto 10 ficou abaixo do esperado ($< 9 \mu\text{S}/\text{cm}$), conforme Almeida (2008). O oxigênio dissolvido, em ambos foi baixo, mas conveniente para as classes III e IV.

Em relação aos pontos 12, 13 e 14, últimos pontos amostrados no canal principal da bacia nesse período, observou-se uma considerável faixa de vegetação arbórea densa em ambas as margens. No ponto 12, ocorre a presença de desmatamento, na margem direita. Enquanto no ponto 13, existem várias habitações dispostas nessa margem. Esse local encontra-se próximo ao Parque dos Barões, extenso complexo habitacional que se estende da margem até a rodovia Manuel Urbano (AM-070). Ao passo que, no ponto 14 localiza-se outro residencial.

Para Sousa (2013), nos anos mais recentes, tem ocorrido significativo fortalecimento dos interesses pelos lugares situados à margem direita do Rio Negro, local onde se localiza a bacia, essa região tornou-se a nova frente da ocupação imobiliária. Junto a este interesse e processo, outros setores econômicos podem e estão geralmente associados como, por exemplo, o sistema de transportes e as atividades de comércio e serviços.

Essas transformações socioespaciais foram ampliadas nos municípios que foram interligados pela ponte Rio Negro, tanto que novas funções passaram a serem exercidas. Além da exploração imobiliária, surge nos lugares a

expansão do comércio e uma possibilidade de descentralização das atividades industriais.

Em relação aos parâmetros de qualidade da água, a transparência, o pH e a condutividade elétrica ficaram dentro do esperado para águas pretas, segundo Sioli (1985) e Almeida (2008). Essa última, a turbidez e os sólidos totais dissolvidos na água foram significativamente baixos, permitindo usos de todas as classes, para essas variáveis. Novamente o oxigênio dissolvido enquadrou-se nas classes III e IV, apresentado valor inferior a 5 mg/L.

O ponto 15, localizado em um afluente do igarapé do Cacau Pirêra próximo ao ponto 10, apresentou moradias e áreas de agricultura na margem direita. Em ambas as margens se verifica vegetação arbórea densa.

As variáveis de qualidade da água apresentaram valores próximos aos pontos amostrados no igarapé principal. Apenas a condutividade elétrica obteve valor inferior ao padrão. Entretanto, assim como no ponto 10 ficou dentro dos parâmetros para usos múltiplos.

O ponto 16, primeiro amostrado no igarapé Chico preto, encontra-se próximo a confluência com o igarapé do Cacau Pirêra. Nesse se verifica na margem direita uma longa faixa de solo exposto e vegetação parcial na margem esquerda. O perceptível desmatamento em ambas as margens possivelmente está relacionado a habitações.

Na margem direita a extensa faixa de solo exposto presumivelmente está associada a propriedade rural. Ao passo que, a vegetação em ambas as margens, variou de arbustiva a gramíneas.

Os dados limnológicos nesse ponto, como na maioria dos amostrados nos cursos d'água anteriores, ficou dentro dos parâmetros para águas pretas, segundo a transparência, o pH e a condutividade elétrica. Perante a legislação, de acordo com a turbidez, a condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos, os usos das diversas classes são permitidos, visto que se enquadram em todas da resolução nº 375/2005.

Os pontos 17 e 18, situados no curso médio do igarapé do Chico preto, apresentaram considerável faixa de áreas antrópicas não agrícolas, proveniente de habitações. Na margem direita foi observado áreas de erosão do solo (figura 38), ainda assim, em ambas as margens ocorre a presença de mata ciliar arbórea densa.

Figura 38 – Erosão na margem.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Segundo Guerra e Jorge (2013), a erosão dos solos é um fenômeno natural, contudo o aumento da taxa de perda do solo pode estar associado a falta de práticas conservacionistas. Nas regiões tropicais, onde as chuvas podem ser mais intensas, os sinais de erosão são notados com maior facilidade quando os cursos d'água tornam-se cheio de sedimentos, o que pode acarretar até o seu assoreamento. É importante frisar que, a erosão dos solos não é apenas um problema para áreas em que ocorre, visto que, os locais onde os sedimentos são depositados também são impactados. Desse modo, ao diminuir a quantidade de nutrientes no topo do solo pode ocasionar o assoreamento do corpo hídrico.

A respeito das variáveis limnológicas, apenas a condutividade elétrica do ponto 18 foi inferior ao estabelecido por Almeida (2008) para águas pretas. Entretanto, segundo essa variável, a turbidez e os sólidos totais dissolvidos estão permitidos usos múltiplos.

O oxigênio dissolvido, bem como no ponto anterior (pontos 16), está adequado aos usos das classes III e IV. A transparência da água não foi amostrada a partir desse ponto.

Os pontos 19 e 20, últimos amostrados no igarapé do Chico preto, estão próximos a uma longa faixa de área antrópica não agrícola, as obras da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, que se encontra no momento incompleta e paralisada. Além disso, nesses pontos existe a transposição da estrada da cidade universitária, que promove a ligação com rodovia Manuel Urbano (AM-070), essa transposição é feita através da canalização do igarapé.

Em vista disso, os pontos estão a montante (ponto 20) e jusante (ponto 19) da tubulação.

Na margem direita ocorre desmatamento e habitações, com a presença de propriedade rural naquele mais a montante. A vegetação oscila de gramíneas, próximo a estrada, a arbórea densa na margem esquerda.

As variáveis limnológicas nesses pontos, segundo a turbidez, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos, permitiram usos diversos, ou seja, enquadrando-se em todas as classes e permitido todos os usos mencionados na legislação.

O oxigênio dissolvido na água se apresentou baixo, como nos outros pontos do igarapé, permitindo os mesmos usos dos pontos anteriores (pontos 17 e 18). A transparência da água e o pH ficaram dentro do esperado para águas pretas. Em contrapartida, a condutividade elétrica foi inferior no ponto 19 ao estipulado por Almeida (2008), e superior no ponto 20.

Esse aumento da condutividade a montante do igarapé pode estar relacionado a concentrações sais, ácidos e bases nas águas naturais, oriundo da canalização, como enfatiza Tundisi e Matsumura Tundisi (2008).

Outro fator que possivelmente pode explicar a diminuição da condutividade é o metabolismo do ecossistema aquático, como as atividades antrópicas nesses pontos, que hipoteticamente influencia a drenagem, conforme aborda Esteves (2011).

Nesse sentido, compreendemos que o mercado de imobiliário, especialmente de lotes e terrenos nos arredores da rodovia Manoel Urbano (AM-070), tem crescido intensamente nos últimos anos em função da criação da Região Metropolitana de Manaus e da ponte Rio Negro, os quais foram iniciativas do poder público que contribuíram para o fortalecimento ou mesmo desenvolvimento das atividades de comércio e serviços (SOUSA, 2013).

O ponto 21, situado em um afluente do igarapé Chico preto, também está a montante da canalização que transpõe a estrada da cidade universitária. Desta maneira, possui desmatamento em ambas as margens e presença de área antrópica agrícola na margem esquerda, nessa região existe um crescente aumento dessas áreas, possivelmente devido a esses processos.

A vegetação nessa área oscila de gramíneas, próximo a estrada, a arbórea densa, no sentido a montante do igarapé. Em referência a qualidade da

água, não houve grandes disparidades com os pontos amostrados no curso principal, igarapé Chico preto. Destaque para a temperatura da água, que foi mais baixa que todos os pontos amostrados anteriormente ($< 29^{\circ}\text{C}$), e para o oxigênio dissolvido que obteve valores convenientes as classes II, III e IV, ligeiramente melhor que pontos anteriores.

O ponto 22, que foi amostrado no igarapé Tacatanha, esse que cruza uma extensa área de loteamentos agrícolas conhecida como colônia do Abe, verifica-se a presença de áreas agrícolas e habitações. É importante frisar, que essa área se localiza próxima a longas propriedades rurais.

As áreas de vegetação nas margens variaram de arbórea densa a esparsa. Os dados limnológicos, desse ponto, apresentaram-se semelhantes ao anterior, permitindo os mesmos usos segundo as variáveis, e assim como o seu predecessor, com a temperatura da água mais baixa. Além disso, a condutividade elétrica obteve valor inferior ao descrito por Almeida (2008), logo permitindo usos diversos, mas fora do padrão para águas pretas.

No ponto 23, localizado a jusante do igarapé montanha russa, assim como nas amostragens anteriores na margem da estrada da cidade universitária, existe presença de área agrícola e densidade de habitações, visto que, se localiza próximo a um condomínio habitacional.

A qualidade da água nesse ponto, assim como nos outros pontos, também permitiu usos diversos conforme as variáveis turbidez, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos na água. Novamente o oxigênio dissolvido na água obteve valor baixo, no entanto, admitido usos das classes III e IV. A condutividade elétrica foi notoriamente baixa, deixando-a fora dos padrões para águas pretas, apesar disso, permitiu usos diversos.

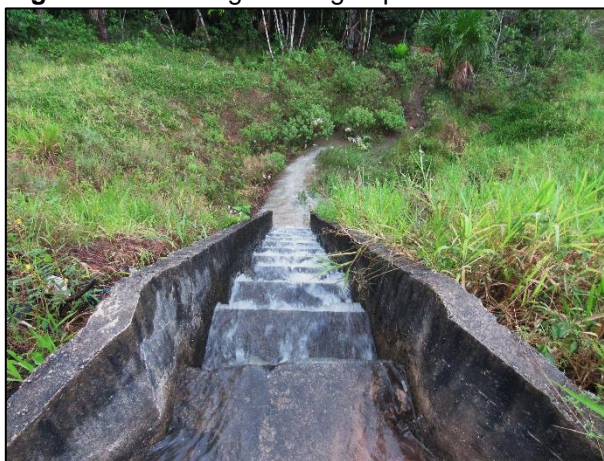
Os pontos 24 e 25, localizados nos igarapés do km 8 e 9, respectivamente, estão situados na rodovia Manuel Urbano (AM-070), sendo assim, esses canais são influenciados pela drenagem e canalização, visto que, ambos perpassam essa estrada. Além disso, o desmatamento nas margens é relevante, uma vez que, ambos estão próximos a áreas de condomínios habitacionais. Essa rodovia é a nova frente da especulação imobiliária nos últimos anos. Entretanto, as áreas de vegetação também estão presentes nas margens, oscilando de gramíneas a arbórea esparsa.

No que concerne aos dados limnológicos, embora a maioria das variáveis tenham aumento significativo nesses pontos, os usos múltiplos são permitidos segundo a turbidez, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos na água. Ressaltando que oxigênio dissolvido no ponto 24, ficou adequado aos usos das classes I, II, III e IV e no ponto 25, condizente com as classes II, III e IV.

A condutividade elétrica também apresentou valores relativamente altos, ficando fora dos padrões para águas pretas, mas permitindo usos diversos. Essa alteração nos padrões esperados para águas pretas, possivelmente poder estar associada a densidade de moradias, efluentes e presença de solo exposto.

Esses dados fora dos parâmetros para águas pretas, hipoteticamente, está relacionado à influência da rodovia Manuel Urbano (AM-070), conforme aborda Esteves (2011), que em virtude da drenagem e canalizada dos canais ocorre o aumentando a concentração de efluentes na água (figura 39).

Figura 39 – Drenagem no igarapé do km 8.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

A última amostragem desse período hidrológico, o ponto 26, encontra-se na comunidade São Sebastião. Nessa, ocorre atividade de balneabilidade, localizada no afluente do igarapé Montanha Russa, sendo também uma área de grande densidade de moradias.

Na margem esquerda ocorre a presença de longas faixas de solo exposto. Além disso, o ramal da comunidade é uma área antrópica não agrícola que interliga várias propriedades rurais ao sul da bacia (figura 40).

Figura 40 – Ramal São Sebastião.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Nas áreas de vegetação observou-se variação de arbórea densa a esparsa. Em relação as variáveis limnológicas, segundo a condutividade elétrica e totais de sólidos dissolvidos na água, é permitido usos múltiplos.

Para o oxigênio dissolvido, permite-se usos das classes I, II, III e IV. Desse modo, a recreação de contato primário, como balneabilidade, é permitido segundo essas variáveis.

A turbidez foi amostrada nesse ponto, mas não foi utilizada na pesquisa devido a uma forte chuva no momento da amostragem (figura 41), fato esse que influenciou significativamente o resultado dessa variável nesse ponto. Contudo, o pH ficou dentro dos padrões para águas pretas, e a temperatura da água foi a menor encontrada nesse período hidrológico.

Figura 41– Chuva durante a amostragem de campo.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

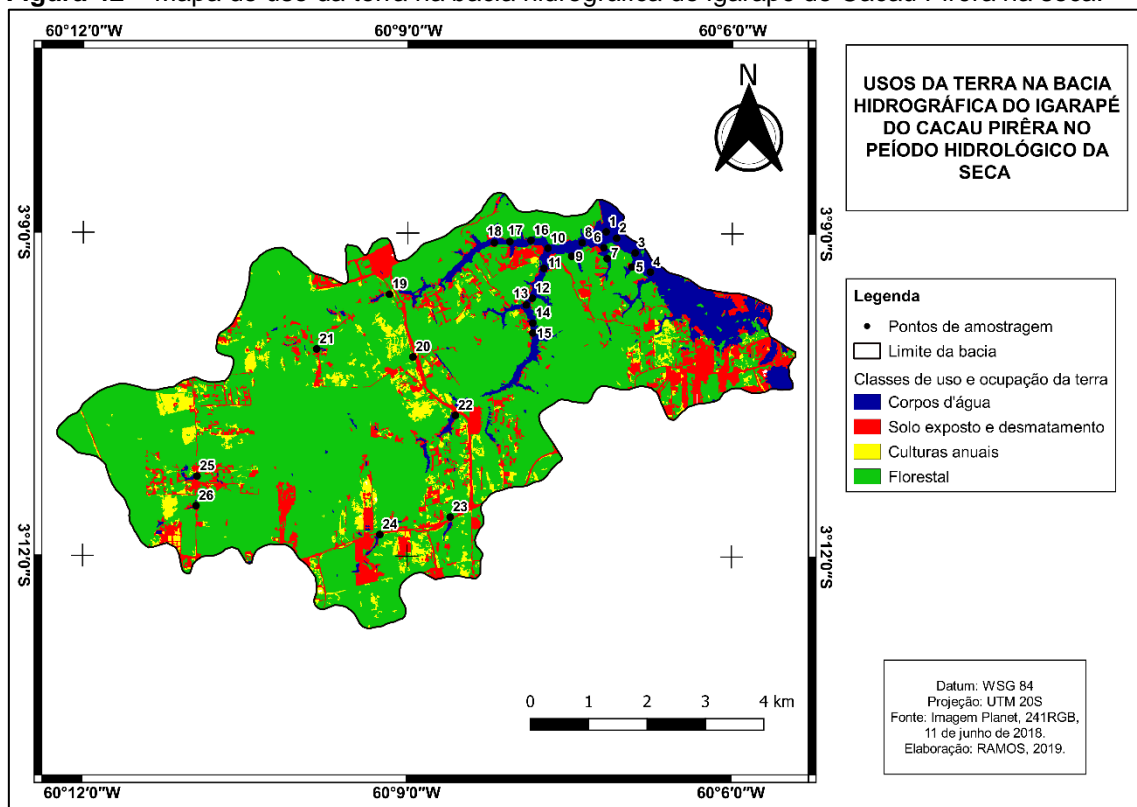
Portanto, nesse período hidrológico foram observados valores relativamente baixos de oxigênio dissolvido na água, visto que, a maioria obteve

valor inferior a 5 mg/L, ainda assim, dentro dos padrões de usos das classes III e IV. A temperatura da água em todos os pontos se mostrou estável, entre 26 e 30°C. O pH, em todas as amostragens ficou dentro dos padrões para águas pretas, segundo Sioli (1985), mas, fora da legislação Conama nº 357/2005, que estipula para suas classes valores de 6 a 9. Dessa forma, os padrões de águas pretas estão à margem da legislação vigente.

5.3.2. Usos da terra e cobertura vegetal e suas relações com os parâmetros de qualidade na bacia na bacia hidrográfica do igarapé do Cacao Pirêra no período de seca

Durante o período de seca as formas de uso da terra, também como no período anterior, são significativamente influenciadas pela sazonalidade da planície de inundação, visto que, ocorre notável aumento da extensão das margens em virtude do menor volume de água. Em consequência disso, alguns pontos de amostragem sofreram alterações, como é possível observar na figura 42.

Figura 42 – Mapa de uso da terra na bacia hidrográfica do igarapé do Cacao Pirêra na seca.



Na foz da bacia, igarapé do Cacau Pirêra, e nos primeiros pontos do igarapé Cantonicha (pontos 1, 2 e 3, respectivamente), as alterações na cobertura vegetal e nos usos não foram significativas, assim como no período hidrológico anterior. Existe nesses pontos a presença de mata ciliar e ocupação antrópica em pequena escala, destaque para a foz bacia (ponto 1) e no início do igarapé Cantonicha (ponto 2), ambos com presença de moradias (figura 43 e 44).

Figura 43 – Moradias no igarapé Cantonicha.



Figura 44 – Flutuantes na foz da bacia.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

As áreas de vegetação nas margens foi de arbórea densa, com presença de erosão nas margens (figura 45). Esse processo, possivelmente decorrente da drenagem ocorrida nesse período, que conforme Guerra e Jorge (2013), é um processo natural que pode ser intensificado pela retirada da cobertura vegetal.

Figura 45 – Erosão nas margens do igarapé Cantonicha.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

As variáveis limnológicas, nesse período, apresentaram significativas mudanças. A transparência da água na foz ficou dentro do esperado para águas pretas. Enquanto nos demais, foi inferior ao estabelecido para águas pretas, segundo Sioli (1985) e para águas mais túrbidas, de acordo com Brito (2006). Entretanto, no ponto 3, os valores ficaram dentro do estipulado para águas brancas, de acordo com Muntz (1978).

Além disso, a coloração da água, possivelmente, sofreu influência dos processos erosivos nas margens, visto que, apresentou cor branca. Essa coloração não condiz com as águas do rio Negro, principal curso d'água que influencia a bacia.

É importante mencionar, nas águas pretas o principal fator que restringe a transparência são as concentrações de substâncias húmicas (material orgânico), e nas águas brancas a visibilidade depende do grau de decantação das partículas em suspensão da massa de água (BRITO, 2006).

No período de seca a profundidade da bacia sofre notável redução no nível das águas. Esse fenômeno se justifica ao observar a foz da bacia, que no período de cheia liga-se ao rio Negro por extenso canal, e na seca essa conexão sofre significativa redução, conforme figura 46 e 47.

Figura 46 – foz da bacia na cheia.



Figura 47 – foz da bacia na seca.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Segundo Guerra e Jorge (2013) e Esteves (2011), áreas de solo exposto, possuem maior facilidade de drenagem superficial nas margens, tornando os cursos d'água cheios de sedimentos, o que pode acarretar o acúmulo de sedimentos na água. E hipoteticamente, explicar a mudança na coloração da água nesse período hidrológico, conforme afirma Brito (2006), ao enfatizar que

o alto grau de sedimentação diminui significativamente a transparência da água deixando-a mais turbida.

Em relação a turbidez, na foz da bacia o valor foi relativamente maior, adequando-se a usos das classes III e IV, permitindo para essa variável recreação de contato secundário. Nos demais pontos, os valores foram significativamente menores, enquadrando-se apenas na classe IV, concedendo assim, os usos de navegação e harmonia paisagística.

O pH na foz obteve o maior encontrado, em ambos os períodos. Desse modo, ficou dentro dos parâmetros da legislação e adequando-se a todas as classes, visto que, foi superior a 6. É importante frisar que, nos demais pontos amostrados na bacia, nesse período, registraram valores inferiores a 6. Logo, esses valores ficaram em desacordo com o estabelecido pela legislação.

O oxigênio dissolvido da água nesses pontos, foi relativamente alto enquadrando-se nas classes II, III e IV. Em contrapartida, a condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos apresentaram-se baixos, entretanto, permitindo usos diversos.

No ponto 4, último amostrado no igarapé Cantonicha, observou-se uma longa faixa de áreas antrópicas não agrícolas e uma pequena porção de área antrópica agrícola. Essas áreas desmatadas estão situadas próximas as moradias do local, conforme figura 48 e 49.

Figura 48 – Presença de desmatamento.



Figura 49 – Presença de habitações. A fotografia mostra uma paisagem com uma faixa de terra desmatada e exposta, com algumas árvores isoladas e um rio ou igarapé na frente, além de algumas construções residenciais visíveis no fundo.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

No que concerne a qualidade da água, a transparência obteve seu menor valor, ficando em desacordo com os parâmetros para águas pretas e águas turbidas da planície de inundação, contudo, ficou dentro do esperado para águas

brancas. De acordo com a turbidez, são permitidos apenas os usos da classe IV, visto que, foi o maior valor amostrado em ambos períodos (> 160 NTU).

O pH obteve valor fora dos padrões para os todos os tipos de água. Ao passo que, o oxigênio dissolvido admite usos das classes II, III e IV. A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos possibilitam usos múltiplos, pois, apresentaram valores significativamente baixos, segundo a legislação.

No afluente do igarapé cantonicha (ponto 5) e nos afluentes do igarapé do Cacau Pirêra (pontos 6 e 7), foi observado a presença de áreas antrópicas não agrícolas, proveniente de habitações, em menor proporção no nesse primeiro e maior nos últimos. A vegetação observada foi caracterizada como arbórea densa em ambas as margens.

A respeito dos dados limnológicos, a transparência da água ficou dentro do adequado para águas brancas no ponto 5, e fora dos parâmetros nos demais (MUNTZ, 1978; SIOLI, 1985; BRITO, 2006). O pH da água nesse primeiro ponto ficou fora dos parâmetros para águas pretas e brancas. Entretanto, nos pontos 6 e 7 foram adequados para águas pretas, conforme Sioli (1985) e Almeida (2008).

A turbidez da água, no ponto 5, permitiu usos apenas da classe IV, enquanto, nos pontos 6 e 7 os valores condizem com os usos das classes III e IV. O oxigênio dissolvido na água, nessas duas primeiras amostragens ficou de acordo com os usos das classes II, III e IV, apesar disso, no último ponto o valor foi superior a 6 mg/L, o que permitiu enquadrar-se nas classes I, II, III e IV.

A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos obtiveram valores baixos segundo a resolução Conama, o que permitiu usos de todas as classes. Nessas amostragens, os valores de condutividade ficaram em desacordo com o esperado segundo a literatura.

Os pontos 8 e 9 localizados no igarapé principal e seu afluente, apresentam ao longo da margem direita áreas desmatadas com a presença de moradias. Em ambas margens é possível observar vegetação de característica arbórea. Entretanto, nesse último devido a maior densidade de moradias existe a presença de gramíneas, vegetação arbustiva e arbórea esparsa (figura 50).

Figura 50 – Características da vegetação no igarapé Cacau Pirêra.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

Segundo os dados de qualidade da água, a transparência e o pH não obtiveram valores em conformidade com o esperado, assim como nos pontos anteriores. A turbidez no ponto 8 ficou adequada aos usos das classes III e IV apenas. No entanto, no ponto 9 os valores foram condizentes com as classes II, III e IV.

O oxigênio dissolvido foi enquadrado-se aos padrões das classes II, III e IV, em ambas amostragens. A condutividade elétrica apresentou-se valores abaixo dos parâmetros para águas pretas e brancas. Apesar disso, assim como os sólidos totais dissolvidos permitiu usos múltiplos.

Na confluência do igarapé do Cacau Pirêra com o Chico preto, ponto 10, e nos pontos 11 e 12, dispostos no curso principal, ocorre a presença de área antrópica agrícola e significativo número de habitações, em maior escala na confluência, que também apresenta uma expressiva faixa de solo exposto, e menor nos pontos seguintes. Porém, a cobertura vegetal no ponto 11 apresentou-se em maior proporção, com significativa área de vegetação arbórea densa, ao passo que, no ponto seguinte e na foz do igarapé Chico preto a vegetação oscilou entre gramíneas, vegetação arbustiva e arbórea densa.

No que se refere a qualidade da água, a transparência e pH, assim como nas amostragens anteriores foram incompatíveis com os valores da literatura. Exceto esse último ponto que apresentou valor de pH compatível com águas pretas. Os valores de turbidez ficaram convenientes aos usos das classes II, III e IV. O oxigênio dissolvido apresentou valor inferior na primeira amostragem,

adequando-se a essas mesmas classes. Em contrapartida, nos pontos seguintes os valores foram superiores a 6 mg/L, permitindo usos das classes I, II, III e IV.

A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos permitiram novamente usos múltiplos, e a condutividade nos pontos 11 e 12 ficou dentro dos parâmetros para águas pretas.

Nas últimas amostragens no curso d'água principal da bacia, pontos 13, 14 e 15, percebe-se uma extensa faixa de áreas agrícolas não antrópicas na margem esquerda, com presença de desmatamento, solo exposto e significativo número de moradias, nos dois últimos pontos. Além disso, a apropriação das margens nessa área possui também outras finalidades, como a portuária. Essa característica foi observada a partir da presença de várias embarcações na margem esquerda, algumas em pleno uso e outras abandonadas (figura 51).

Figura 51 – Embarcações na margem do ponto 14.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

As áreas de vegetação variaram de gramíneas a arbórea esparsa na margem mais utilizada, ao passo que, na margem esquerda ocorre longas extensões de vegetação arbórea densa.

Em relação a qualidade da água, para a transparência os valores foram próximos aos encontrados anteriormente, ou seja, fora dos padrões para os tipos de água da bacia. A turbidez foi condizente com usos das classes I, II, III e IV. Enquanto, o pH ficou fora dos padrões da legislação, mas dentro dos parâmetros para águas pretas segundo Sioli (1985).

O oxigênio dissolvido nos pontos 13 e 15 apresentaram valores relativamente altos adequando-se as classes I, II, III e IV. Esses resultados para essa variável permitem usos de contato primário e secundário. Contudo, o ponto 14 admitiu apenas usos das classes II, III e IV. A condutividade elétrica e os

sólidos totais dissolvidos adequaram-se a todas as classes, aceitando usos diversos. É importante frisar, que os valores de condutividade nos dois últimos pontos de amostragem apresentaram-se dentro do esperado para águas pretas.

Nos pontos localizados no igarapé Chico preto, a jusante da estrada da cidade universitária (pontos 16, 17 e 18), observa-se uma longa faixa de solo exposto na margem direita. Essa área antrópica não agrícola intercala por fragmentos florestais abriga moradias e extensas propriedades rurais, fato esse que explica as longas áreas antrópicas agrícolas próximas a esses pontos.

Na margem esquerda verifica-se apenas pequenas faixas de áreas antrópicas não agrícolas e uma longa faixa de vegetação arbórea densa, ao passo que, na margem direita a vegetação varia de arbustiva a arbórea esparsa.

No que concerne as variáveis de qualidade da água, a transparência, novamente, apresentou valores em desacordo com os tipos de água da planície de inundação. Enquanto, a turbidez nos pontos 16 e 17 permitiu usos das classes II, III e IV. Em contrapartida, o valor encontrado no ponto 18 foi condizente com usos das classes I, II, III e IV.

O pH da água ficou dentro do estabelecido para águas pretas apenas no ponto 16. Contudo, todas as amostragens ficaram abaixo do enquadramento da legislação. A respeito do oxigênio dissolvido, os valores foram elevados admitindo usos das classes I, II, III e IV.

A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos obtiveram valores consideravelmente baixos, e assim como nos pontos anteriores, ficaram dentro dos parâmetros para usos múltiplos. Além disso, os dados obtidos referentes a condutividade mostraram-se fora dos padrões para os tipos de água, segundo Sioli (1985), Brito (2006) e Almeida (2008).

As amostragens localizadas no igarapé Chico preto, a montante da estrada da cidade universitária, e seu afluente (pontos 19 e 20, respectivamente), apresentou áreas de desmatamento e solo exposto nas margens da estrada. Nessa área ocorre também a presença de áreas agrícolas, em menor escala nesse primeiro ponto, e maior no segundo. A cobertura vegetal desses pontos oscilou de gramíneas a arbórea esparsa.

Os dados de qualidade da água apresentaram valores expressivos, a turbidez foi notavelmente baixa, o que permitiu usos diversos. O pH, embora fora dos parâmetros da legislação ficou dentro do esperado para águas pretas. A

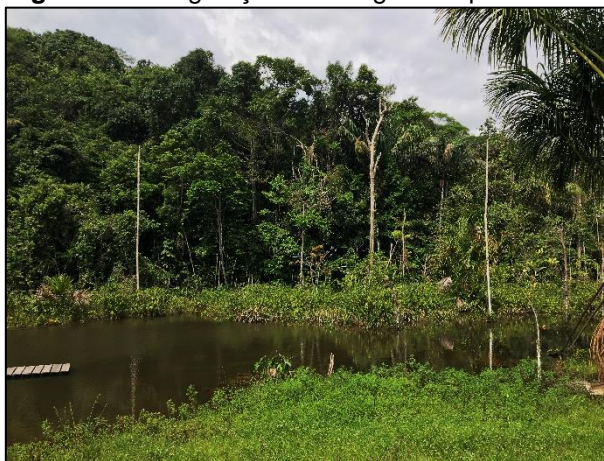
respeito do oxigênio dissolvido, os valores divergiram admitindo usos das classes I, II, III e IV no ponto 19, e das classes II, III e IV no ponto 20.

Segundo a condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos, mais uma vez, apresentaram-se passíveis a usos múltiplos. Entretanto, em ambos os pontos a condutividade obteve valores abaixo dos parâmetros para águas pretas. É importante mencionar, que a partir desse ponto não foi usado os dados de transparência da água, pois devido à dificuldade de acesso para efetuar coleta alguns pontos não foram amostrados. Sendo assim, optou-se por usar apenas os dados de transparência amostrados através de locomoção fluvial com voadeira para não criar distorções na interpolação dessa variável.

Outro fator relevante foi que a temperatura da água no ponto 20 apresentou o seu menor valor ($< 29^{\circ}\text{C}$).

As amostras no igarapé Tacatanha e igarapé Montanha russa (pontos 21 e 22, nessa ordem) apresentaram, nesse primeiro, faixas esparsas de áreas antrópicas agrícolas, isso é explicado pelo fato dessa amostragem ocorrer na colônia do Abe, área que possui significativas propriedades rurais. Além disso, é notado a presença de um grande número de habitações no entorno e faixas espalhadas de solo exposto. Ainda assim, a cobertura vegetal apresentou característica arbórea (figura 52).

Figura 52 – Vegetação na margem do ponto 21.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

No segundo, que se encontra próximo a um conjunto habitacional e na margem da estrada da cidade universitária, verificou-se com maior intensidade

a presença de áreas agrícolas no entorno. Ao passo que, a vegetação desse ponto apresentou variação de gramíneas a arbórea densa (figura 53).

Figura 53 – Vegetação na margem do ponto 22.



Fonte: RAMOS, Marcos Fabricio Leal, 2018.

A presença de paliteiros no leito maior, ou seja, árvores mortas que não possuem adaptações necessárias para sobreviver a inundações de vários anos consecutivos devido aos distúrbios do regime hidrológico.

As variáveis de qualidade da água nesses também apresentaram valores distintos, enquanto no ponto 21 a turbidez atingiu valor notavelmente baixo que a permitiu usos múltiplos, no ponto 22 o valor foi razoavelmente maior deixando-o dentro dos parâmetros para os usos das classes I, II, III e IV.

O oxigênio dissolvido, no ponto localizado no igarapé Tacatanha ficou adequado aos usos das classes II, III e IV. Em contrapartida, no ponto localizado no igarapé Montanha Russa foram admitidos usos das classes I, II, III e IV. A condutividade apenas no ponto 21 foi coerente com o estipulado para águas pretas. Contudo, os sólidos totais dissolvidos e essa última variável em ambas amostragens foram enquadradas em usos diversos. A respeito da temperatura da água, os valores foram mais baixos que os demais, ou seja, menores que 29°C.

Nos pontos referentes aos igarapés do km 8 e 9 (pontos 23 e 24, respectivamente), localizados na rodovia Manuel Urbano (AM-070), observou-se longas faixas de áreas antrópicas não agrícolas, desmatamento, solo exposto e habitações. Além disso, o igarapé do km 9 está situado próximo a dois condomínios habitacionais, enquanto o igarapé do km 8 localiza-se perto de uma

área com grande densidade de habitações e empreendimentos comerciais (cerâmica), em ambos ocorre canalização. A cobertura vegetal oscilou de gramíneas a arbórea densa.

De acordo com os dados limnológicos, o pH da água está fora dos padrões da legislação e de águas pretas. A turbidez permitiu usos múltiplos no ponto 23 e usos das classes I, II, III e IV no ponto 24. O oxigênio dissolvido foi relativamente alto no igarapé do km 8, enquadrando-o aos usos das classes I, II, III e IV, ao passo que, no igarapé do km 9 os usos se restringiram as classes III e IV. A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos apresentaram valores altos, o que permitiu usos múltiplos.

Nas últimas amostragens desse período, pontos 25 e 26, situados na comunidade São Sebastião em afluentes do igarapé Montanha russa, foi observado a atividade de balneabilidade, assim como no período hidrológico anterior. Essa região é uma área de grande densidade de moradias e com faixas esparsas de áreas agrícolas e de solo exposto. Além disso, a região é cortada por um importante ramal que interliga várias propriedades rurais da bacia. A cobertura vegetal apresentou característica arbórea em ambas as margens.

No que concerne a qualidade da água, a turbidez obteve valores distintos, visto que, no ponto 25 ficou condizente com usos múltiplos, enquanto no ponto 26 foi adequada apenas aos usos das classes III e IV. O pH em ambos se apresentou dentro dos valores mencionados por Sioli (1985) para águas pretas. Entretanto, esses valores então em desacordo com o enquadramento da legislação vigente.

Os valores de oxigênio dissolvido foram similares, o que admitiu usos das classes III e IV. O resultado dessa variável nesses pontos foi o mais inadequado desse período hidrológico, segundo os usos permitidos pela resolução Conama (Nº 357/2005). No entanto, a condutividade e os sólidos totais dissolvidos foram convenientes aos usos múltiplos. Esses dados revelam a necessidade de se ampliar os estudos limnológicos a fim de verificar a concessão aos usos de balneabilidade. No período de seca, os resultados encontrados enquadram diversos espaços da bacia a usos múltiplos, contudo, indubitavelmente os valores encontrados demonstraram-se em desacordo com parâmetros dos diversos tipos de água encontrados na planície de inundação, segundo Muntz (1978), Sioli (1985) e Brito (2006).

Segundo Santos et al. (2012), a situação ambiental do município de Iranduba encontra-se em estado de vulnerabilidade, pois o acentuado processo de expansão urbana é uma das principais causas ao aumento da degradação da cobertura vegetal, assim como o extrativismo que promove a retirada de lenha e argila para abastecimento do polo cerâmico e a expansão da agricultura e pecuária. Esses processos são consideravelmente impactantes e intensificam o desmatamento. A facilidade de acesso através de obras como a construção da rodovia Manuel Urbano e, mais atualmente, a construção da Ponte sobre o Rio Negro, que teve como objetivo descentralizar a expansão urbana do município de Manaus, incentivaram a ocupação da região, trazendo com isso mudanças na configuração da paisagem.

A proximidade do distrito Cacau Pirêra em relação à cidade de Manaus é um fator preponderante nesse processo de desgaste ambiental, pois, o distrito recebe intensamente os impactos do ritmo frenético da capital, o que influencia não só as práticas de organização da vida social, mas promove o surgimento de um estilo de vida diferenciado, que modifica o imaginário dos residentes locais (PEREIRA E TORRES, 2008).

A preocupação com a ocupação irregular em áreas urbanas e o desmatamento de áreas de vegetação nativa não é algo recente. Para Menor Júnio e Zaidan (2016), a legislação tem avançado nos anos mais recente a fim de minimizar e prevenir desastres relacionados a esses tipos de ações antrópicas, uma dessas leis é a Lei federal nº 12651/2012 (código florestal brasileiro) que visa estabelecer normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal, a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

Portanto, o Estado do Amazonas tem tradição secular no cultivo de monocultura na agricultura familiar nos ambientes onde existe a presença de solos férteis, como é o caso do município de Iranduba, e dessa forma produzirem alimentos para subsistência das populações ribeirinhas e indígenas, principalmente na área diretamente afetada pela da rodovia Manoel Urbano (GIRÃO et al., 2017).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação dos parâmetros de qualidade água através das amostragens em dois períodos hidrológicos, cheia e seca, permitiu observar a influência dos usos da terra nas características limnológicas da bacia. Na cheia, os valores de transparência e temperatura apresentaram maior valor médio, além disso, os valores de pH, transparência e condutividade encontrados em diversas amostragens ficaram dentro do estipulado para águas pretas, segundo a literatura. Esse resultado pode estar relacionado a maior influência do rio Negro sobre a bacia durante esse período.

Na seca as variáveis turbidez, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos revelaram médias superiores. É importante enfatizar, que a coloração da água nesse período revelou grande influência de sedimentos. Essa ocorrência pode estar relacionada a baixa circulação das águas devido ao menor nível das águas, bem como, ao aumento de processos erosivos nas margens.

Perante a legislação, os dados limnológicos revelaram enquadramentos distintos, quanto aos usos permitidos. No período da cheia, a turbidez, a condutividade e os sólidos totais dissolvidos adequaram-se a todas as classes da resolução admitindo, para essas variáveis, usos múltiplos. No período da seca, apenas a condutividade e os sólidos totais dissolvidos ficaram dentro dos parâmetros para a classe especial, essa que permite todos os usos da legislação. Além disso, os valores de oxigênio dissolvido se mostraram superiores. Contudo, para que o recurso hídrico de fato permita usos múltiplos se faz necessário que todas as variáveis dispostas da legislação estejam dentro dos parâmetros estipulados.

A cobertura vegetal na bacia apresentou pouca variação nesses dois períodos hidrológicos, oscilando de gramíneas a arbustiva, e de arbórea esparsa a densa. Em maior nível de detalhe, essa classe foi a que se apresentou em maior proporção na bacia. Enquanto as áreas agrícolas não antrópicas, em ambos os períodos, foi a classe de uso que apresentou maior extensão, destaque para as áreas de habitações e solo exposto.

É importante mencionar, que as transformações socioespaciais ocorridas nesse local ao longo das últimas décadas, interferiram

significativamente nas dinâmicas internas e externas da região, acarretando implicações no processo de estruturação do espaço.

Essa expansão dos interesses do capital intensificou os usos dentro dos limites da bacia, continua a transformar a paisagem desse local. Quanto aos usos observados nos dois períodos estudados, não houve grandes alterações. Em relação as áreas antrópicas não agrícolas, segunda maior classe de uso, destacam-se o elevado número de conjuntos habitacionais e moradias, reflexo da crescente especulação imobiliária.

Em relação a influência dos usos na qualidade da água, foi observado que os valores diferem dos estipulados na literatura nos pontos que se encontra próximos as áreas agrícolas não antrópicas, ou seja, com maior densidade de habitações e malha urbana.

As áreas antrópicas agrícolas apresentaram-se em menor proporção, concentradas em maior número no setor sul da bacia.

Com base nos parâmetros de qualidade da água estabelecidos pela Resolução Conama (Nº. 357/2005), em ambos os períodos a condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos enquadraram o recurso hídrico para contato primário e secundário. No entanto, o pH, exceto na foz durante a seca, permitiu apenas o uso de navegação. Considerando que de acordo com a resolução os parâmetros de qualidade da água, mesmo adequando algumas variáveis a classe especial, torna-se imprópria ao consumo humano.

Portanto, diante o resultado desta pesquisa é necessário tecer algumas recomendações para:

1) A população local: é importante que os moradores não utilizem a água in natura da bacia para o consumo humano e contato primário. Entretanto esse recurso poderá ser utilizado para os usos de contato secundário.

2) Poder público: O poder público tem por obrigação inspecionar o controle da qualidade da água, garantir a qualidade dos serviços de abastecimento de água ou promover concessão do serviço de abastecimento. Segundo a portaria Nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o fornecedor tem por obrigação disponibilizar água para consumo humano cujos parâmetros dessa atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. Nesse sentido é compromisso do município de Iranduba a instalação do sistema de abastecimento e garantir o pleno abastecimento em todas as áreas dentro do

limite do município. Compete também ao poder público buscar alternativas para mitigar os impactos, através da gestão dos recursos hídricos e de projetos de educação ambiental na região.

3) Trabalhos posteriores: é importante que seja realizado estudos futuros que considerem os requisitos estipulados pela legislação para as análises de todas as variáveis limnológicas disposta na resolução (Nº 357/2005). Assim como, realizar amostragens nos quatro períodos hidrológicos (seca, enchente, cheia e vazante) para verificar as possíveis modificações causadas na qualidade da água devido à sazonalidade da planície de inundação.

REFERÊNCIAS

- ABINADER, Humberto Dias. **Depósitos Cenozóicos da porção oeste da bacia do Amazonas**. 2008. 83 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002. 32 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2002/AEvolucaoDaGestaoDosRecursosHidricosNoBrasil.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- ALMEIDA, F. F. **Fitoplâncton de um lago de inundação amazônico (lago catalão, Amazonas-Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais**. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2008.
- AMAZONAS (Estado). Secretaria de Estado de Infraestrutura. **Universidade do Estado do Amazonas. Estudo Prévio de Impacto Ambiental – EPIA da Cidade Universitária, Relatório de impacto ambiental – RIMA: manual de orientação**. Amazonas, 2012. 122 p.
- AMORIM, Raul Reis; OLIVEIRA, Regina Célia de. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Sociedade & natureza**, v. 20, n. 2, 177-198, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amostras.pdf>>. Acesso em: 22 de jun. de 2018.
- AZAMBUJA, Leonardo Dirceu. Trabalho de campo e ensino de Geografia. **Geosul**, Florianópolis, v. 27, n. 54, p 181-195 v.27, 2012.
- BECKER, Bertha K. **Redefinindo a Amazônia: o vetor tecnológico**. In: **Brasil: Questões Atuais de Reorganização do Território**. Org. Iná Elias de Castro, Paulo Cesar Gomes e Roberto Lobato Corrêa. Rio de Janeiro, Editora Bertrand, 4 ed. p. 224-244. 2008.

BECKER, Bertha K. **Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários?**. Parcerias estratégicas, v. 6, n. 12, p. 135-159, 2010.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **RAÍE GA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, n. 8, p. 141-152, 2004.

BITTENCOURT, M. M.; AMADIO, S. A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 303-308, 2007.

BORSOI, Zilda Maria Ferrão; TORRES, Solange Domingo Alencar. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista do BNDES**, v. 4, n. 8, p. 143-166, 1997.

BRASIL, **Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Disponível

em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>.

Acesso em: 21 mai. 2017.

BRASIL. **Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. 2000. Disponível em:

<[http://www.ana.gov.br/Legislacao/docs/LEI%20N%C2%BA%209.984-](http://www.ana.gov.br/Legislacao/docs/LEI%20N%C2%BA%209.984-2000_19122008.pdf)

2000_19122008.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. **Lei Nº 10.881, de 9 de junho de 2004**. Dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União e dá outras providências. 2004. disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.881.htm>.

Acesso em: 20 mai. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos

Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997. 23 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/legislacao/agua/category/116-recursos-hidricos>>.

Acesso em: 20 mai. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. 2005. 27 p. 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno setorial de recursos hídricos: saneamento**. Brasília, 2006a. 68 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao23022011031657.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil: Volume 1**. Brasília, 2006b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011025312.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

BRAZ, Adalto Moreira; COSTA, Karen Cristina Pereira; GARCIA, Patricia Helena Mirandola. Análise multitemporal do uso e ocupação da terra e alterações ambientais na bacia hidrográfica do rio Ribeirãozinho–MS–brasil. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 5, p. 121-155, 2015.

BRITO, J. G de. **Influência do pulso de inundação sobre variáveis limnológicas de um lago de várzea da Amazônia Central, lago Catalão**. 2006. 191 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2006.

BRUNI, J. C. A água e a vida. **Tempo Social, Revista de Sociologia da USP**, São Paulo, v. 5, n. 1-2, p. 53-65, 1994.

CECÍLIO, Roberto A.; PRUSKI, Fernando F. Interpolação dos parâmetros da equação de chuva intensas com uso do inverso de potências da distância. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 501-504, 2003.

CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2012.

Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta.pdf> >. Acesso em: 15 jan. 2018.

CETESB. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014**.

São Paulo, 2015, 520 p. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/agua-doce-parte1-corrigido.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2016.

CETESB. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo, 2009, 43 p. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em: nov. 2016.

COELHO NETTO, Ana Luiza. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In Antônio José Teixeira Guerra; Sandra Batista da Cunha (Org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2012. p. 95-144.

COSTA, Regina Coei i Ribeiro da; FILHO, Trento Natali; OLIVEIRA, Ailton Antonio Baptista de. **Geomorfologia da Folha SA.20 Manaus**. In. Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA.20 Manaus; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 628 p.

CUSTÓDIO, Helita Barreira. **Legislação Brasileira do Estudo de Impacto Ambiental**. In: TAUKE, Sâmia Maria; GOBBI, Nivar; FOWLER, Harold Gordon (Org.). *Análise ambiental: uma visão multidisciplinar*. 1 ed. São Paulo: Editora Universidade Paulista: FAPESP:SRT:FUNDUNESP, p. 37-54. 1991.

D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. da C.; MIRANDA C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Caderno de Saúde Pública**, v. 16, n. 3, p. 791-798, 2000.

D'ANTONA, Raimundo de Jesus Gato; REIS, Nelson Joaquim; MAIA, Maria Adelaide Mancini; ROSA, Sebastião Ferreira; NAVA, Daniel Borges. **Projeto materiais de construção na área Manacapuru – Iranduba – Manaus – Careiro: domínio Baixo Solimões**. Manaus: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007. 185p.

DA SILVA, Edson Vicente; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. Geoecologia da Paisagem: zoneamento e gestão ambiental em ambientes úmidos e subúmidos. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, n. 47, p. 1-12, 2011.

DANTAS, Marcelo Eduardo; MAIA, Maria Adelaide Mansini. **Compartimentação geomorfológica**. In. Geodiversidade do estado do Amazonas. Manaus: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2010. 275 p.

D'ANTONA, Raimundo de Jesus Gato; REIS, Nelson Joaquim; MAIA, Maria Adelaide Mancini; ROSA, Sebastião Ferreira, NAVA, Daniel Borges. **Projeto Materiais de Construção na área Manacapuru-Iranduba-Manaus-Careiro (Domínio Baixo Solimões)**. Manaus: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007. 185p.

DO RIO, Gisela A. Pires. Trabalho de campo na (re) construção da pesquisa geográfica: reflexões sobre um tradicional instrumento de investigação. **Espaço Aberto**, v. 1, n. 1, p. 7-20, 2011.

ESTEVEZ, Francisco de Assis. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

FARIAS, Juliana Felipe; DA SILVA, Edson Vicente; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. Aspectos do Uso e Ocupação do Solo do Semiárido Cearense: Análise Espaço-Temporal (1985-2011) Sob o Viés da Geoecologia das Paisagens (Aspects of the Use and Occupation of Soil in the Semi-Arid of the Ceara State: Space-Time Analysis (1985-2011) Under.. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 2, p. 136-147, 2013.

FEARNSIDE, Philip M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.

FERREIRA, Vanderlei Oliveira. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. **GeoTextos**, v. 6, n. 2, p. 187-208, 2011.

FILIZOLA, Naziano.; CÂNDIDO, Luís; MANZ, Antônio; ESPINOZA, Jhan Carlo; RONCHAIL, Josyanne; GUYOT, Jean Loup. **Variabilidade hidrológica na Amazônia. Uma perspectiva para a elaboração do balanço hídrico regional.** In: Amazonía y agua. Desarrollo sostenible en el siglo XXI Bernal Zamudio, Hernando; Sierra Hernando; Carlos Hugo; Onaindia Olalde, Miren; Angulo Tarancón, Mario. (Org.). Amazonía y agua. Desarrollo sostenible en el siglo XXI. 1ed. Bilbao: UNESCO Etxea, 2009, v. 1, p. 255-265.

FILIZOLA, Naziano; GUYOT, Jean Loup; MOLINIER, Michel; GUIMARÃES, Valdemar; OLIVEIRA Eurides de; FREITAS, Marcos Aurélio de. Caracterização hidrológica da bacia Amazônica. Amazônia: Uma Perspectiva Interdisciplinar. Manaus, **Editora da Universidade do Amazonas**, 270p, p. 35-53, 2002.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação.** Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 24-29, 2005.

FLOREZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto.** 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2011. 160 p.

GIRÃO, Francisco Everardo et al. Agricultura familiar e a ocupação do solo de terra preta em sítios arqueológicos na rodovia Am-070 no trecho entre Iranduba e Manacapuru–Am. **Marupiará: Revista Científica do CESP/UEA**, n. 2, p. 15-32, 2018.

GONÇALVES, Franciele. Interações entre o ambiente físico, uso e cobertura da terra e as características físicas e químicas no canal fluvial: a bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, Oeste Paulista. 2011. 145f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e tecnologia, Presidente Prudente, 2011.

GUERRA, Antônio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira. **Processos erosivos de áreas degradadas.** São Paulo: Oficina de textos, 2013. 192 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra.** 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra.** 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 91 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia.** 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 182 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 332 p.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. 4 ed. Revista – São Paulo: Cortez, 2007. 239 p.

LEFF, Enrique. Los derechos del ser colectivo y la reapropiación social de la naturaleza. In CUNHA, Belinda Pereira da; AUGUSTIN, Sérgio; LIMA, Letícia Gonçalves Dias; COSTA, Nálbia Roberta Araújo da (Org.). **Os saberes ambientais, sustentabilidade e olhar: visitando a obra de Enrique Leff**. 2 ed. Caxias do Sul: Educs, 2015. p. 12-31.

LEIS, Héctor. **A modernidade insustentável: as críticas do ambientalismo à sociedade contemporânea**. Editora Vozes, 1999. 249 p.

LEITE, R. G.; SILVA, J. V. V. da; FREITAS, C. E. Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 4, p. 557-562, 2006.

LELIS, Leandro Reginaldo Maximino; PINTO, André Luiz. Qualidade das águas superficiais da lagoa maior de três lagoas - MS. In: BENINI, S. M.; DIAS, L. S.; BENINI, E. M. (Org.). **Avaliações Ambientais em Bacias Hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2014. Cap. 5. p. 93-108.

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

LIMA, Jeferson Alberto de; RODRIGUES, Marcus Vinícius; ANTÔNIO, Marco Antônio Peixer Miguel de.; JANZEN, Johannes Gérson; MARCHETTO, Margarida Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. **Eng Sanit Ambient**, v. 16, n. 3, p. 291-298, 2011.

LOURENÇO, Rubens Seixas; MONTALVÃO, Raimundo Montenegro Garcia de; PINHEIRO, Sandoval da Silva; FERNANDES, Paulo Edison Caldeira André; PEREIRA, Ewerton Reis; FERNANDES, Caubi André Caldeira; TEIXEIRA, Wilson. **Geologia da Folha SA.20 Manaus**. In. Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL.Folha SA.20 Manaus; geologia,

geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 628 p.

MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente e Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 121-136, 2003.

MAGNAGO, Heliomar; BARRETO, Rubens Antonio Alves; RIBEIRO, Ulisses Pastore Antônio Giacomini; FERREIRA, Henrique de Castro. **Vegetação da Folha SA.20 Manaus**. In. Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA.20 Manaus; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 628 p.

MARTELI, Alice Nardoni; DE LOLLO, José Augusto. Efeitos da mudança de uso da terra no município de Ilha Solteira-SP, Brasil. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 2, n. 8 p. 73-86, 2014.

MELO, Emanuele Gurgel Freitas; SILVA, Maria Socorro Rocha da; MIRANDA, Sebastião Atila Fonseca. Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus-Amazonas. **Caminhos de Geografia**, v. 5, n. 16, p. 40-47, 2005.

MENDES, Anderson Conceição; TRUCKENBROD, Werner; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues. Análise faciológica da Formação Alter do Chão (Cretáceo, Bacia do Amazonas), próximo à cidade de Óbidos, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, n. 1, p. 39-57, 2012.

MENON JÚNIOR, Waltencir; Z Aidan, Ricardo Tavares. **Conflitos de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do córrego do Yung (Juiz de fora-MG) com a legislação de parcelamento do solo e sua evolução entre os anos 1968 e 2010**. Formação (Online), v. 3, n. 23, 2016.

MOREIRA, T. Saneamento básico: desafios e oportunidades. **Revista do BNDES, Rio de Janeiro**, v. 3, n. 6, 1996.

MUNTZ, W. R. A. A penetração de luz nas águas de rios amazônicos. **Acta Amazônica**, v. 8, n. 4, p. 613-619, 1978.

NETA PINTO, A. G.; HORBE, A. M. C.; SILVA, M. do S. R. da; MIRANDA, S. A. F.; PASCOALOTO, D.; SANTOS, H. M. da C. Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. **Acta amazônica**, v. 39, n. 3, p. 627-638, 2009.

OLIVEIRA, José Ademir. **A cultura nas (das) pequenas cidades da Amazônia Brasileira**. VIII Congresso Luso-Afro-Brasileiro de ciências sociais, setembro de 2004. Disponível em:

<<https://www.ces.uc.pt/lab2004/inscricao/pdfs/painel74/JoseAldemirdeOliveira.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2017.

PALMA, Katherine Andrea León. **Gênese e distribuição das silicificações nos paleossolos e rochas sedimentares aflorantes em Manaus**. 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.

PASSOS, M.M. **Biogeografia e paisagem**. 2. ed. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003. 231 p.

PEREIRA, Hamida; TORRES, Iraíldes Caldas. A imagem da cidade: cotidiano, sonhos e utopias dos moradores do Cacau Pirêra-Iranduba (AM). **Somanlu**, ano 8, n. 1, p. 25-42. 2008.

PINTO, André Luiz; JOSÉ, Clóvis. Implicações das Condições de Saneamento Básico na Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Anastácio-MS. **PANTANEIRA**, v. 1, n. 2, p. 37-43, 1999.

RAHMAN, Fazal. Introdução e melhoramento de soja na várzea do rio Solimões (Caldeirão, Cacau Pirera), no período de 1975 a 1976. **Acta Amazonica**, v. 7, n. 4, p. 449-454, 1977.

REBOUÇAS, A. da C. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004. 207 p.

RIBEIRO, Loren Lucas; LIMA, João Donizete. Análise dos possíveis impactos relacionado ao uso da terra: avaliação com a aplicação do geoprocessamento na bacia hidrográfica do rio Veríssimo. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 2, n. 9, 2014.

ROCHA, H. M. **Análise espaço-temporal das águas dos afluentes e reservatórios da UHE Barra dos Coqueiros em Goiás**. 2012. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2012.

RODRIGUES, Flávia; PISSARRA, Teresa. Monitoramento hidrológico de uma bacia hidrográfica com diferentes usos do solo na região de Taquaritinga, estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17, 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007, p. 01-11.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; DA SILVA, Edson Vicente. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, v. 1, n. 1, p. 95-111, 2002.

RODRÍGUEZ, José Manuel Mateo; DA SILVA, Edson Vicente; VICENS, Raúl Sánchez. O legado de Sochava. **GEOgraphia**, v. 17, n. 33, p. 225-233, 2015.

SANTA CATARINA. **Coletânea de Legislação de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina**. 3. ed. Florianópolis: Secretaria Estadual do Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2013. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Legislacao/COLETANEA%20LEGISLACAO%20RECURSOS%20HIDRICOS_19_09_2013versao_final_IOES C.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2018.

SANTOS, Roberta Monique da Silva; BEZERRA, Stiffanny Alexa Saraiva; VASCONCELOS, Mônica Alves de; OLIVEIRA, Maria Antônia Falcão de Oliveira; SANTOS, Sendy Cristine Silva Santos. **Análise da qualidade ambiental do município de Iranduba – Amazonas utilizando sistema de informações geográficas e índices de cobertura vegetal**. Disponível em: <<http://sbau.web2204.uni5.net/Arquivos/21319.pdf>>. Acesso em: 05 de mar. 2019.

SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **RA'EA- O Espaço Geográfico em Análise**, v. 7, n. 7, p. 79-85, 2003.

SERPA, Ângelo. O trabalho de campo em geografia: uma abordagem teórico-metodológica. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 84, p. 7-24, 2017.

SILVA NETO, J. C. A. **Zoneamento ambiental como subsídio para o ordenamento do território da bacia hidrográfica do rio Salobra, Serra da Bodoquena – MS**. 2013. 291f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.

SILVA NETO, João Cândido André da; ALEIXO, Natacha Cíntia Regina. **Análise temporo-espacial do uso da terra e cobertura vegetal no baixo rio Tefé ? Amazonas**. In: João C. A. da Silva Neto; Natacha C. R. Aleixo; Leonice S. Dias. (Org.). *Dinâmicas Socioambientais na Amazônia Brasileira*. 1ed. Tupã SP: ANAP, 2017, v. 1, p. 16-29.

SILVA NETO, João Cândido André da; GONCALVES, Geisa Ribeiro; ALEIXO, Natacha Cíntia Regina. **Vulnerabilidade do relevo à perda de solos na bacia hidrográfica do rio Caiambé, médio Solimões-AM**. In: João C. A. da Silva Neto; Natacha C. R. Aleixo; Leonice S. Dias. (Org.). *Dinâmicas Socioambientais na Amazônia Brasileira*. 1ed. Tupã SP: ANAP, v. 1, p. 72-87. 2017.

SILVA, Alexandre Marco da; SCHULZ, Harry Edmar; CAMARGO, Plínio Barbosa. **Erosão e hidrossedimentologia em bacia hidrográficas**. 2 ed. São Carlos: RIMa, 2007. 158 p.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis: Vozes, 1985. 72 p.

SOTCHAVA, Viktor Borisovich. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**. São Paulo, n. 14, p. 1-24, 1978.

SOUSA, Isaque dos Santos. **A ponte Rio Negro e a Região Metropolitana de Manaus: adequações no espaço urbano-regional à reprodução do capital**. 2013. 249 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

SOUSA, Isaque dos Santos. **A ponte Rio Negro e reestruturação do espaço na Região Metropolitana de Manaus: um olhar a partir de Iranduba e Manacapuru**. 22 ed. Manaus: Editora Reggo/UEA Edições, 2015. 176 p.

SOUZA, Jobabe Lira Lopes Leite de; GOMES, Tatiane Sátiro, DIAS, Ramon dos Santos; OLIVEIRA, Géssica Maria de Araújo; SANTOS, Rosângela Leal. Avaliação de métodos de interpolação aplicados à espacialização das chuvas no território identidade Portal do Sertão/Bahia. In: **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, INPE**, Curitiba, PR, 2011.

STRASKRABA, Milan; TUNDISI, José Galizia. **Gerenciamento da qualidade da água de represas**. São Paulo: Oficina de textos, 2013. 300 p.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Pesquisa de campo em geografia. **GEOgraphia**, v. 4, n. 7, p. 64-68, 2002.

TEIXEIRA, Wenceslau Geraldês; ARRUDA, Warley; MACEDO, Edgar Shinzato; Rodrigo Santana; MARTINS, Gilvan Coimbra; LIMA, Hedinaldo Narciso; RODRIGUES, Tarcísio Ewerton. **Solos**. In. Geodiversidade do estado do Amazonas. Manaus: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2010. 275 p.

TOMITA, Luzia M. Saito. Trabalho de campo como instrumento de ensino em Geografia. **GEOGRAFIA (Londrina)**, v. 8, n. 1, p. 13-15, 1999.

TRICART, Jean. ecodinâmica. In: **Série recursos naturais e meio ambiente. SUPREN/IBGE**, 1977. 91 p.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Águas urbanas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da drenagem urbana. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 5-27, 2001.

TUNDISI, José Galizia. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 31-33, 2003.

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

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA TUNDISI, Takako. **Limnologia**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.

YAMAZAKI, Dirceu Rioji; COSTA, Arnaldo Moniz Ribeiro da; NEVES, Antonio Dávila de Sousa; AZEVEDO, Warley Pinto de. **Pedologia da Folha SA.20 Manaus**. In. Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL.Folha SA.20 Manaus; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 628 p.