

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA NORMAL SUPERIOR
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

MATHEUS DE VASCONCELOS LIMA LEITÃO

AÇÕES ANTRÓPICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DO LEÃO
EM MANAUS - AM

MANAUS

2021

MATHEUS DE VASCONCELOS LIMA LEITÃO

**AÇÕES ANTRÓPICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DO LEÃO
EM MANAUS - AM**

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura em Geografia da
Universidade do Estado do Amazonas
como requisito para a obtenção do título
de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Wachholz

MANAUS

2021

MATHEUS DE VASCONCELOS LIMA LEITÃO

Ações antrópicas na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão em Manaus – AM

Monografia, apresentada ao curso de Licenciatura em Geografia da Universidade do Estado do Amazonas como requisito para a obtenção do título de licenciado em Geografia

BANCA EXAMINADORA

Presidente: Professor Dr. Flavio Wachholz - UEA

Primeiro Avaliador: Professor Dr. Valdir Soares de Andrade Filho - UEA

Segundo Avaliador: Professor Me. João Carlos Ferreira Júnior - SEMED

Manaus, 03 de agosto de 2021

AGRADACIMENTOS

Por diversos momentos na Universidade vivi experiências que me fizeram amadurecer, conheci pessoas que me ajudaram e que ainda me ajudam até hoje, pessoas essas que quero levar comigo pra todo o sempre.

Quero agradecer em primeiro lugar a Deus, pois sem ele nada do que está acontecendo em minha vida seria possível, ele sempre veio agindo desde os pequenos detalhes. Agradecer a minha família, a minha mãe Marilza de Vasconcelos Lima Leitão e meu pai Raimundo Gomes Leitão por todas as noites mais dormidas preocupados comigo, por sempre me aturarem e me amarem mesmo nos meus dias mais difíceis, e por sempre investirem em mim e dizerem que sentem orgulho da pessoa que me tornei, e ao meu irmão Maxwell de Vasconcelos Lima Leitão, por sempre me ajudar dando conselhos e nas caronas para a tão distante UEA.

Gostaria de agradecer ao corpo docente do curso de Geografia, por me passarem os conhecimentos necessários para me tornar uma pessoa e profissional melhor. Entre todos os docentes gostaria de agradecer em especial meu orientador, Prof. Dr. Flavio Wachholz (PAPAI) por toda a paciência que teve no decorrer das matérias, monitorias, projetos e TCC, por me ensinar a trabalhar na área que tanto gosto (Geotecnologias), sempre fazendo o melhor que podia, sendo um profissional espelho para muitos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Universal/ Processo Nº429928/2018-1) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) (Universal/ Processo Nº 062.00188/2019) pelo auxílio pesquisa ao projeto “Monitoramento das águas do igarapé Tarumã-Açu por sensoriamento remoto”.

A equipe GEOTAP, meu muito obrigado, principalmente a Samara Aquino Maia, João Carlos Ferreira Junior, Angélica Rodrigues Rocha e Lucas Rocha Gomes.

Aos meus amigos gostaria agradecer em especial o Luiz Miguel Heraclito Gomes Ferreira, Rivaldo Junior Araujo da Costa, Luis Barros de Albuquerque Junior, Igor Ribeiro da Silva e Estelio Lopes Cardoso, por sempre me ajudarem e participarem das melhores e piores aventuras já realizadas nesses quatro anos, vocês sempre estarão no meu coração. Meu muito obrigado as alunas (amigas): Esther da Costa Silva, Kemylla de Oliveira Franca Andrade e Graciele Silva Correia (as três espãs demais), por sempre estarem

presentes ao meu lado me ajudando nos meus piores momentos, sempre acreditando em mim.

AÇÕES ANTRÓPICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DO LEÃO EM MANAUS - AM

RESUMO

Esta pesquisa traz um estudo sobre uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão, com ênfase nas áreas de mineração presentes na bacia. Os objetivos específicos desta pesquisa foram: Mapear o uso da terra na bacia hidrográfica; verificar as atividades antrópicas ocorrentes na bacia hidrográfica que tem relação direta com áreas descobertas; e avaliar as ações antrópicas sobre as áreas de preservação permanente dos igarapés. Para o desenvolvimento da pesquisa foi necessária a realização de uma revisão bibliográfica sobre os principais temas abordados no decorrer da pesquisa; levantamento de campo para o reconhecimento da área de estudo, registros fotográficos e coleta de coordenadas em GPS; levantamento de uso e cobertura da terra. A partir do geoprocessamento, usando o software Qgis 3 Bonn, foi possível construir o mapa-base, produzir o mapa de uso da terra com 4 classes (áreas de mineração, áreas descobertas ou construídas, área florestal e corpo d'água) e delimitar as áreas de preservação permanente (APP). As imagens do satélite Planet de 06 de julho de 2019 foi usada para definir os usos da terra; já a imagem do Alos Palsar, para extração da bacia, rede de drenagem, e, consequentemente na delimitação da APP de acordo com o Código Florestal Brasileiro. A partir do mapa base foi possível obter a área da bacia com 12.179,27 ha, a extensão das rodovias BR -174 com 6,64 km, AM – 010 10,47 km ao todo, dos 13 ramais principais com 17,87 km ao todo, dos 55 ramais secundários com 69,77 km ao todo, dos 100 ramais terciários com total de 70,05 km, e a identificação de 13 pontos de mineração. Com o mapa de uso da terra foi possível verifica que 85,4% da área da bacia ainda é composta por vegetação, 1,8% são corpos d'água, 7,3% por áreas de extração mineral e 5,5% por áreas descobertas ou construídas. Nas APP's 78,8% da área consiste em vegetação, 11,4% de corpos d'água, 6% de área de extração mineral e 3,8% de áreas descobertas ou construídas. Desta forma foi possível verificar os tipos de ações antrópicas presentes na bacia hidrográfica do igarapé do Leão e os principais impactos causados por elas como problemas na água e no solo.

Palavras-chave: Impactos ambientais, Geoprocessamento, Ações Antrópicas, APP's.

ANTHROPIC ACTIONS IN THE IGARAPÉ DO LEÃO HYDROGRAPHIC BASIN IN MANAUS - AM

ABSTRACT

This research brings a study on land use and land cover in the Igarapé do Leão Hydrographic Basin, with emphasis on the mining areas present in the basin. The specific objectives of this research were: To map land use in the hydrographic basin; verify the anthropic activities occurring in the hydrographic basin that are directly related to discovered areas; and evaluate anthropic actions on the permanent preservation areas of the igarapés. For the development of the research it was necessary to carry out a literature review on the main topics covered during the research; field survey for reconnaissance of the study area, photographic records and collection of GPS coordinates; survey of land use and land cover. From the use of available geoprocessing resources, it was possible to map 4 classes of land use and delimit permanent preservation areas that are possibly located in the upper part of the basin. Finally, it was necessary to process images from the Planet satellite, with the acquisition date of July 6, 2019, this image was processed in the Qgis 3.2 Bonn software, in order to automatically delimit the uses and coverage of such such as minings areas, uncovered or built-up areas, forest area and water body. Using Alos MDE image, it was also possible to process the base map and the APP delimitation. From the base map it was possible to obtain the basin area with 12,179.27 ha, the extension of the BR -174 highways with 6.64 km, AM - 010 10.47 km in all, of the 13 main branches with 17.87 km in all, of the 55 secondary branches with a total of 69.77 km, of the 100 tertiary branches with a total of 70.05 km, and the identification of 13 mining points. With the land use map it was possible to verify that 85.4% of the basin area is still composed by vegetation, 1.8% are water bodies, 7.3% by mineral extraction areas and 5.5% by uncovered or built-up areas. In APP's, 78.8% of the area consists of vegetation, 11.4% of water bodies, 6% of mineral extraction area and 3.8% of uncovered or constructed areas. In this way, it was possible to verify the types of anthropic actions present in the hydrographic basin of the Leão stream and the main impacts caused by them, such as water and soil problems.

Keywords: Environmental impacts. Geoprocessing. Anthropogenic Actions. APP's.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão.	23
Figura 2: Mapa base da Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão.	32
Figura 3: Mapa Hipsométrico da Bacia do Igarapé do Leão.	34
Figura 4: Nascente do Igarapé do Leão.	35
Figura 5: Foz igarapé do Leão.	35
Figura 6: Mapa de declividades da Bacia Hidrográfica do Igarapé.	37
Figura 7: Fotografia do Ramal mostrando terreno ondulado.	38
Figura 8: Processo de escavação e erosão no solo.	38
Figura 9: Mapa de uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão.	40
Figura 10: Áreas de mineração abandonadas.	42
Figura 11: Mina Santa Maria.	42
Figura 12: Áreas privadas.	43
Figura 13: Comunidade Paraíso Verde.	44
Figura 14: Fazenda com tanques de pisciculturas.	45
Figura 15: Área de Plantação de cocos.	45
Figura 16: Áreas de construções Governamentais.	46
Figura 17: Terreno após queimada.	48
Figura 18: Mapa de uso e cobertura da terra em APP's na bacia hidrográfica do Igarapé do Leão.	50
Figura 19: Impactos do escoamento para os canais do igarapé.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Elementos presentes na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão.	31
Tabela 2: Áreas total e porcentagem das classes de uso.	36
Tabela 3: Área total e porcentagem das classes de uso.	39
Tabela 4: Áreas total e porcentagem das classes de uso.	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Satélite Alos e suas bandas espectrais e suas respectivas resoluções.	25
Quadro 2: Satélite Planet e suas bandas espectrais e respectivas resoluções.....	26
Quadro 3: Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra – SCUT (IBGE, 2013).....	27
Quadro 4: Classificação da declividade segundo a Embrapa (1979).....	28
Quadro 5: Delimitação da largura das APP nos cursos d'água pela Lei 12.651/2012.	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1. Objetivo Geral	13
1.2.2. Objetivos Específicos	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	14
2.1. Bacia hidrográfica	14
2.2. Uso e cobertura da Terra	16
2.3. Áreas de Preservação Permanente – APP	18
2.4. Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu.....	20
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
3.1. Levantamento Bibliográfico	24
3.2. Seleção das imagens de satélites.....	24
3.3. Delimitação da bacia e elaboração do mapa base	26
3.4. Mapa de uso da Terra	27
3.5. Mapa Hipsométrico e Declividade	28
3.6. Mapa das APP's	29
3.7. Trabalho de Campo	29
3.8. Análise dos mapas	30
4. RESULTADOS	31
4.1 Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão	31
4.2 Hipsometria e declividade da bacia	33
5. USO E COBERTURA DA TERRA	39
5.1. Extração Mineral	41
5.2. Áreas descobertas ou construídas	43
5.3. Vegetação	47
6. CONFLITOS DENTRO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	49
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERENCIAS	55

1. INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente é uma tarefa muito difícil para o homem, tendo em vista que a necessidade pelo consumo vem se tornando mais evidente em um mundo globalizado. A utilização dos recursos naturais pela humanidade, sem o conhecimento e observância de suas interações, vem potencializando impactos ambientais negativos nos ambientes naturais. Desse modo desde a antiguidade os seres humanos tendem a cada dia que passa usufruir de maneira errada os recursos naturais disponíveis.

Com o passar dos anos o Amazonas em um todo vem sofrendo com a expansão acelerada, tendo em vista o processo de crescimento da área urbana para a parte norte da cidade. De acordo com IBGE (2013), o Amazonas tinha, em 2000, a cobertura florestal em 81,9% de sua área total, passando a 75,7% em 2018. As ações antrópicas como a extração mineral e escavação do solo para a criação de ramal acabam por se intensificar cada vez mais, gerando problemas na maioria das vezes irreversíveis. A falta de conhecimento ou negligência sobre leis ambientais por parte da população e empresários, interferem na qualidade ambiental das bacias hidrográficas. Além disso, o interesse econômico do Estado e das grandes empresas se sobressai em relação ao interesse social e ambiental.

A conservação de ambientes naturais é um desafio frente à pressão exercida pela expansão das cidades, tais avanços são processos que vem ocorrendo com o passar dos anos e estão longe de parar. Os usos nas áreas de bacias são dos mais diversos tais como áreas construídas ou descobertas, para plantações e até mesmo áreas de mineração.

O presente trabalho traz uma abordagem sobre o uso e cobertura da terra, destacando sua influência como um fator modificador do espaço, as análises realizadas tendem a conectar e explicar as ações antrópicas causadas pelo homem decorrer dos anos dentro da Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão Afluente do rio Tarumã-Açu, localizada em Manaus no Estado do Amazonas, região norte do Brasil.

Albuquerque (1998) apresentou um estudo da bacia do Igarapé do Leão, que abordou a geografia física e a ação antrópica decorrente da mineração e os impactos desta nos cursos d'água.

A ocupação desordenada do solo para as ações antrópicas indevidas provoca alterações na qualidade da água local e induzem a poluição dos recursos hídricos, também problemas no solo, do ar, na saúde humana, na fauna e na flora. A pesquisa em questão tende a explicar as modificações feitas no uso da terra e quais problemas essas

modificações causaram na área de APP's. Para compreender de forma mais clara os problemas ambientais causados por essas ações antrópicas dentro da bacia hidrográfica se faz necessário:

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Identificar as ações antrópicas ocorrentes na bacia hidrográfica do igarapé do Leão, afluente da margem esquerda do rio Tarumã-Açu, utilizando imagens de satélite de alta resolução espacial.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Mapear o uso da terra na bacia hidrográfica;
- b) Verificar as atividades antrópicas ocorrentes na bacia hidrográfica que tem relação direta com áreas descobertas;
- c) Avaliar as ações antrópicas sobre as áreas de preservação permanente dos igarapés.

1.3. Organização do Trabalho de conclusão de Curso

O Trabalho de Conclusão está dividido em Introdução, Referencial Teórico, Procedimentos Metodológicos, Resultados e Discussão e Considerações Finais.

A introdução foi constituída pela delimitação do tema, o objetivo de pesquisa, a justificativa de escolha do tema, os objetivos pretendidos sendo o geral e os específicos e uma pequena resenha discorrendo sobre os capítulos que estão presente nesse trabalho.

O referencial teórico aborda sobre bacia hidrográfica, uso e cobertura da terra, áreas de preservação permanentes e a bacia hidrográfica do Tarumã-Açu. Os procedimentos metodológicos estão presentes na terceira parte explicando como ocorreu todas as etapas da pesquisa, etapas essas como a seleção das imagens para o mapeamento, a produção dos mapas com uso do software QGIS 3.2 Born, trabalho de campo e análise das imagens.

Os resultados e discussão apresenta as informações sobre o mapa base, hipsométrico e declividade da bacia, o uso e cobertura da terra e os conflitos ambientais nas áreas de APP's.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Durante este capítulo os principais conceitos trabalhados nessa pesquisa serão dialogados com as principais referências no assunto. Serão abordados os temas como Bacia hidrográfica, Uso e cobertura da Terra. Tais temas são muito importantes para que possamos entender o que ocorre na Bacia hidrográfica do igarapé do Leão, tais como as construções erguidas e trabalhos de mineração realizados na bacia.

2.1. Bacia hidrográfica

Para Botelho (2004), a bacia hidrográfica é reconhecida como uma unidade espacial na Geografia Física desde o fim dos anos 1960. A bacia hidrográfica é denominada como uma bacia de captação de água, quando chove acaba por servir como coletora de água pluviais ou bacia de drenagem, está sendo uma área drenada pelos seus cursos d'água (SILVA, 1995). Para Mendonça apud Fortes (2010) a bacia hidrográfica é uma parte fundamental da paisagem onde podemos dizer que os elementos sociais e físicos interagem entre si.

Para Finkler (2011) uma bacia hidrográfica é composta por um conjunto de superfícies vertentes constituídas pela superfície do solo e de uma rede de drenagem formada pelos cursos da água que confluem até chegar a um leito único no ponto de saída.

Também nas Bacias Hidrográficas se constituem ecossistemas que se adequam para a avaliação dos principais impactos que são causados pela atividade humana (antrópica), essas atividades podem trazer riscos para o equilíbrio e a manutenção da qualidade e quantidade da água, tendo em vista que essas variáveis são também relacionadas com o uso da terra (BARUQUI; FERNANDES, 1985; FERNANDES; SILVA, 1994).

Para Barrella (2001), bacia hidrográfica é um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, essas bacias são formadas em regiões mais altas do relevo, nessas áreas as águas da chuva escoam na superfície que geram os riachos e rios, ou acaba por infiltrar indo diretamente para o lençol freático criando assim também as nascentes conhecidas popularmente por “olho d'água”. Quando essas águas do curso d'água, juntam-se a outros cursos d'água ocorre o aumento do volume e a formação dos primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores.

Lima e Zakia (2000), trazem uma carga de conceito geomorfológico, destacando que as bacias hidrográficas são sistemas abertos, que acabam por receber energia por influência de agentes climáticos por razões do deflúvio, pode ser definida como uma variável independente que acaba por oscilar em cima de um padrão.

O conceito de bacia hidrográfica pode ser compreendido por meio de dois aspectos: rede hidrográfica e relevo. A rede hidrográfica que tem como significado, um conjunto de cursos d'águas, que se entende por uma hierarquia nas bacias. Considerando a classificação de Strahler por exemplo, uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia hidrográfica. Nesta classificação atribui-se um número de ordem a cada curso de água sendo classificadas como cursos de água de 1ª ordem aqueles que não apresentem afluentes. Os rios de segunda ordem, que são caracterizados pela junção de dois rios de primeira ordem, e assim por diante nos rios de terceira, quarta e tantas outras ordens presentes em uma bacia (GUIMARÃES, 2017).

Para a caracterização de uma bacia é imprescindível a compreensão de seu relevo, devemos analisar seu perfil topográfico para a melhor compreensão, tais como o interflúvio que são as partes mais altas, vertentes, e o seu leito fluvial, como a parte mais baixa. Devemos ainda compreender a relação o ciclo hidrológico, qual seu papel em uma bacia hidrográfica. Para Silveira (1997), o estudo dos recursos hídricos implica em conhecimento do ciclo hidrológico, seus componentes e as relações entre eles. Os principais componentes do ciclo hidrológico são a evaporação, a precipitação, a transpiração das plantas e a percolação, infiltração e a drenagem.

Para entendermos sobre a importância da bacia hidrográfica e quais impactos que o homem vem causando, precisamos entender o que é uma bacia hidrográfica e suas características básicas. Diversas definições de bacia hidrográfica foram formuladas ao longo do tempo. É possível notar que quase todos os autores que trabalham sobre bacia hidrográfica acabam tendo um pensamento um pouco semelhante. Porém, as definições das subdivisões da bacia hidrográfica apresentam abordagens diferentes, tanto nos fatores físicos, quanto no ecológico.

Podemos concluir que as bacias hidrográficas são áreas do território ou de uma região compostas por um rio principal e seus afluentes, que escoam para o mesmo curso d'água, abastecendo-o. A bacia é separada por uma estrutura de relevo, as águas são guiadas pela topografia do terreno. As bacias possuem a seguinte estrutura: nascente, rio

principal, divisores de águas, afluentes e foz. Dependendo da ocupação ou ação antrópica imposta sobre ela, acontece as alterações geomorfológicas e da qualidade da água.

2.2. Uso e cobertura da Terra

Os conceitos relativos ao uso da terra e cobertura da terra são próximos, mas de correspondência distinta em uma classificação. Segundo Leite e Rosa (2012) a cobertura da terra está diretamente associada com tipos de cobertura natural ou artificial, que é de fato o que as imagens de sensoriamento remoto são capazes de registrar. Novo (1989) explica que o termo uso da terra se refere à utilização cultural da terra, enquanto que o termo “cobertura da terra” ou “land cover” refere-se ao seu revestimento.

O uso da terra pode ser compreendido como as alterações que o homem faz no espaço para utilização dos recursos. A partir das necessidades do homem o espaço é apropriado e modificado para diversos caracteres, o uso da terra está relacionado com a função socioeconômica da superfície básico (IBGE, 2013).

A cobertura da terra pode ser entendida como sendo um elemento da natureza que se sobrepõem a superfície terrestre, como a vegetação, água, gelo, rocha, areia e as diversas construções artificiais que são criadas pelo homem (IBGE, 2013).

O homem age como modificador do seu espaço, tal ato pode ser explicado por conta da conectividade existente da natureza com o homem, a natureza é a responsável por proporcionar um certo desenvolvimento, elementos de sobrevivência e conforto durante sua existência. Drew (2010) explica sobre essa conectividade entre o homem e a natureza e o que ela dispõe para a existência de forma confortável do homem.

Os recursos naturais são a principal causa para que ocorra essa modificação no uso da terra. Segundo Portugal (1992), a palavra recurso significa algo a que se possa recorrer para a obtenção de alguma coisa, é correto afirmar que o homem recorre aos recursos naturais, isto é, aqueles que estão na natureza, para satisfazer suas necessidades. Os recursos naturais após o seu uso podem ser disponibilizados novamente no seu mesmo local de origem, isto caso o recurso seja renovável.

O uso da terra exerce significativa influência sobre a infiltração do solo e esta pode ser modificada pelo homem por intermédio de seus programas de manejo (LIMA,

1986). O estudo do uso adequado das terras é de grande importância, pois, boa parte das propriedades rurais apresenta algum tipo de uso conflitante da terra (MOREIRA 2003).

Para a melhor manejo de um recurso natural sem degradar o solo, deveria haver uma reciprocidade na forma de manejo do recurso natural. Ostrom (1998), relata que não há cooperação sem reciprocidade, ou seja, sem algum retorno ou sem compartilhamento por parte dos usuários (natureza x homem).

Outra forma extremamente prejudicial a bacia tende a ser o processo de erosão ocasionada por mineradoras ou projetos afins, o processo de extração interfere diretamente não somente na questão vegetal como também no ciclo hidrológico de uma bacia. Para Botelho (1999), o planejamento conservacionista é possível, porém, desde que ele priorize a utilização racional dos recursos naturais, principalmente o solo e a água, entretanto, para que isso aconteça é preciso fazer o levantamento da capacidade de usos dos solos, ou classes de usos das terras.

Mafrá (1999) chama bastante atenção para a erosão dos solos, dentro de uma bacia hidrográfica, ela trata como um processo que gera a degradação das terras e dos corpos líquidos. O autor destaca ainda que existe a necessidade de se realizar levantamentos ambientais desse território, é necessário um diagnóstico, pois, a continuidade da degradação sem um estudo pode acarretar em uma aceleração na degradação nas encostas da bacia e fazer com que aja alterações no curso d'água e na sua qualidade.

O uso de ferramentas geotecnológicas têm contribuído para os estudos de uso e cobertura da terra. As ações antrópicas indelétricas sobre o ambiente natural, são responsáveis por sua degradação, levando a problemas ambientais, por vezes irreversíveis.

Oliveira (2020) explica que a utilização de sistemas de informação geográfica (SIG) surge como uma ferramenta útil para compreender as alterações ambientais, uma vez que permite uma análise rápida, fiável e de baixo custo através de técnicas especializadas de processamento de imagens. Algumas técnicas de sensoriamento remoto são fundamentais para a análise do uso e cobertura da terra, tais usos podem ter origem divergentes, isso porque pode ser causado por empresas para extração de algum mineral, por agricultores para plantações, criação de gado, moradias, áreas comunitárias e assim por diante.

O uso de sensores orbitais é de muita importância para a detecção de áreas com recursos naturais e de uso e ocupação da terra, tais informações são obtidas de forma gratuitas e rápidas, fazendo com que o mapeamento ocorra de uma forma mais acelerada. Além do uso desses sensores, a ida ao campo é uma parte muito importante para a aquisição de dados e contribuição para o desenvolvimento do trabalho pois se faz o reconhecimento da área e validação das áreas mapeadas.

Segundo Florenzano (2011), as informações por meio do sensoriamento remoto são obtidas através de sensores acoplados em satélites, que geram imagens. O sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre através da captação e do registro de energia refletida ou emitida pela superfície.

Os satélites de sensoriamento remoto vêm favorecendo, nos últimos anos, a realização de levantamentos sobre a superfície, sendo tudo a distância, em áreas extensas e inóspitas também é possível ter acesso. Huete (1990) fala que a composição espectral do fluxo radiante proveniente da superfície da Terra produz informações sobre propriedades físicas, químicas e biológicas de solos, vegetações e águas que caracterizam o sistema terrestre.

Sano, Matricard e Camargo (2020) explicam que o sensoriamento remoto por radar em larga escala foi usado pela primeira vez no Brasil pelo projeto RADAMBRASIL durante a década de 1970 para mapear recursos naturais do Brasil. Esse projeto foi inicialmente planejado para cobrir a Amazônia brasileira, porém, devido ao seu sucesso, foi estendido para todo o país em 1975. Com o passar dos anos a qualidade da imagem só aumentou, com o avanço tecnológico foi possível ter essa melhora significativa no ramo das geotecnologias.

2.3. Áreas de Preservação Permanente – APP

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas nas quais, por imposição da lei, a vegetação deve ser mantida intacta, tendo em vista garantir a preservação dos recursos hídricos, da estabilidade geológica e da biodiversidade, bem como o bem-estar das populações humanas. As APP são áreas protegidas pela Lei 12.651/2012, publicada em 25 de maio de 2012, o "Novo Código Florestal Brasileiro", que revogou o Código

Florestal de 1965, publicado em 15 de setembro de 1965 e aprovado como Lei n. 4.771. O novo código florestal explica que as áreas de APP's são: Áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012)

Araújo (2002) fala que as cidades, nascem e crescem a partir de rios, por motivos óbvios, quais sejam, além de funcionar como canal de comunicação, os rios dão suporte a serviços essenciais, que incluem o abastecimento de água potável e a eliminação dos efluentes sanitários e industriais. O Código Florestal Brasileiro, em todas suas versões, tem como essência a manutenção da qualidade de vida de toda a sociedade brasileira, pois entende que a conservação dos ecossistemas e a proteção dos recursos naturais são de interesse comum.

O Art. 4 da Lei 12.651/2012, consideram-se de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- I** - Nas faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
 - 30 m para cursos d'água de menos de 10 m de largura;
 - 50 m para cursos d'água que tenham de 10 a 50 m de largura;
 - 100 m para cursos d'água que tenham de 50 a 200 m de largura;
 - 200 m para cursos d'água que tenham de 200 a 600 m de largura;
 - 500 m para cursos d'água que tenham largura superior a 600 m;
- II** - Nas áreas no entorno de lagos e lagoas naturais (50 m para corpos d'água com até 20 hectares, 100 m para os superiores a 20 hectares em zonas rurais e 30 m para os corpos d'água em zonas urbanas)
- III** - Nas áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
- IV** - Nas áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, no raio de 50 metros;
- V** - Nas encostas ou parte destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- VI** - Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- VII** - Nos manguezais, em toda a sua extensão;
- VIII** - Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas em faixa nunca inferior a 100m;
- IX** - No topo dos morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 m e inclinação maior que 25°;
- X** - Nas áreas em altitude superior a 1.800 metros;
- XI** - Em veredas, a faixa marginal com largura mínima de 50 m.

A lei ainda explica que, a intervenção ou supressão da vegetação original da APP somente deve ocorrer em caso de utilidade pública, interesse social ou que tenha baixo impacto. Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em APP o proprietário, possuidor ou ocupante é obrigado a promover a recomposição da vegetação.

A presença de APP é visível em algumas áreas de Manaus, porém, se tratando de uma área muito urbanizada acaba sofrendo alterações nas maiorias das vezes irreversíveis. SEVILHA et al. (2006) afirmam ainda que as APP's, na forma como foram criadas, são consideradas instrumentos do Poder Público, utilizados para proteger uma parte do território, segundo objetivos específicos de preservação ambiental. A princípio tinha-se como objetivo preservar recursos naturais, solos férteis e florestas nativas remanescentes, que atualmente nem existem mais na grande maioria das APP's, mas que na legislação devem ser protegidos.

Levando em consideração os conceitos de preservação e conservação, as APP's podem ser entendidas como um exemplo de preservação, já que são áreas que possuem a finalidade de preservar os recursos naturais, por esse motivo, a exploração humana é restrita.

2.4. Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu

A Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu (BHTA) é uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica Amazônica, localizada na margem esquerda do Rio Negro, a montante da cidade de Manaus. É formada por uma rede de drenagem de corpos d'água de diferentes magnitudes, cujas nascentes estão em uma área de expansão urbana importante e outras em áreas preservadas. O canal principal é o Rio Tarumã-Açu que possui 13 tributários dentre eles a Bacia hidrográfica do Igarapé do Leão.

A Bacia do Igarapé do Leão está localizada na margem esquerda da BHTA, suas coordenadas geográficas de limites são 2°31'54,36" S a 3°5'13,96" S e 60°11'44,78" O a 59°52'16,01" O. A BHTA apresenta uma área de 1.388,93 km², cerca de 12,18% da área territorial da capital amazonense (WACHHOLZ et al., 2020)

A vegetação predominante na BHTA é do tipo floresta Ombrófila Densa, conforme o sistema de classificação do IBGE (2013), este tipo de floresta é denominado como sendo floresta de terra firme, terminologia regional (BRAGA, 1979) e se caracteriza pela sua exuberância, com predomínio de árvores de grande porte.

A bacia pode ser subdivida em setores menores, ou seja, sub-bacias, onde aplicações cartográficas providenciem a discretização pormenorizada do setor da bacia na área a ser investigada e avaliada (REBELLO, 2010). A BHTA, é uma sub-bacia da

Bacia Amazônica e tem como corpo hídrico principal o Rio Tarumã-Açu, afluente do Rio Negro que deságua no Rio Amazonas (MELO, 2018).

Costa (2020) traz os seguintes dados, a paisagem da Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu é 79,31% ocupada por cobertura vegetal. Desse total, 64,78% correspondem a áreas florestais (primárias e secundárias) e 14,53% à classe campestre, que engloba a vegetação não florestal, natural ou antropizada, caracterizada por estrato predominantemente arbustivo e esparsamente distribuído. O autor também relata que aproximadamente 4% da perda de cobertura natural, na BHTA, deram-se em razão do processo de expansão urbana da capital amazonense. O Rio Tarumã-Açu a oeste e o Rio Negro ao sul atuando como limitadores dessa expansão, o vetor de crescimento se direciona para o norte da bacia, de modo desordenado e sem planejamento ou controle. Como todo processo de ocupação, a criação de acessos terrestres (rodovias, ramais e vicinais) e fluviais é o ponto de partida dessa expansão.

Durante o passar dos anos e com a expansão acelerado de Manaus no sentido norte da cidade, a bacia começou a ser explorada, várias casas ou outros tipos de construções foram fundadas dentro da bacia. Para Japiassú e Lins (2014), expansão urbana é um processo que se refere às dinâmicas da cidade que resultam ou justificam seu crescimento. O conceito de expansão urbana pode ser operacionalizado, para esta pesquisa, pelo termo “crescimento territorial urbano”. O processo pode ser dividido em dois grandes tipos em função de seu resultado em termos de ocupação do solo, crescimento territorial urbano intensivo e extensivo. O crescimento territorial urbano intensivo tem como característica principal a intensificação do uso e ocupação do solo e o crescimento territorial urbano extensivo, a extensão do tecido urbano.

De acordo com o último relatório realizado em 2020 pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) a bacia, por se tratar de uma área de expansão urbana, a sua ocupação é bastante diversa, composta por condomínios residenciais, marinas, clubes de lazer, restaurantes flutuantes, cemitérios, indústrias, hotéis de selva, ocupações desordenadas (por exemplo, São Pedro, São Sebastião, Auxiliadora, São José, São Jorge, Santa Rosa, Santa Maria, São Tomé e Marquinhos), aterro sanitário e comunidades indígenas (Saterê-Mawé Inhambé e Caniço-Rouxinol).

A BHTA compreende cerca de 628 setores censitário, sendo 13 do tipo rural e 614 urbano que abrangem parcialmente ou em sua totalidade 19 bairros de Manaus

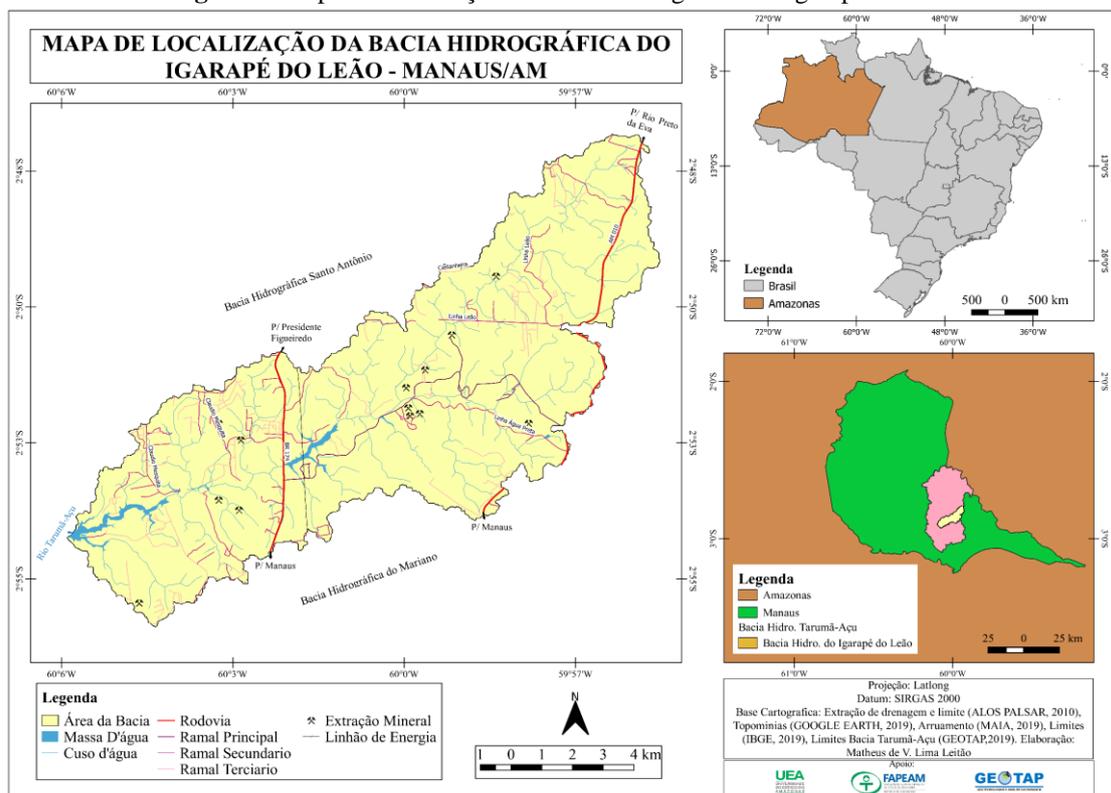
(WACHHOLZ et al, 2020). De acordo com os autores o sul da bacia é o lado que apresenta mais de mil habitantes por Km², tendo assim um alta densidade demográfica, isso ocorre por conta de uma parte da área urbana tais como zona oeste, centro oeste e norte de Manaus estarem inseridas na bacia.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo são apresentados os processos que foram realizados para o êxito da pesquisa, ou seja, a descrição dos procedimentos metodológicos inerentes a pesquisa. Inicialmente foi realizada a diferenciação de alguns conceitos que são abordados no decorrer do trabalho, tais como bacia hidrográfica, uso e cobertura da terra, APP's e a caracterização da BHTA que é primordial para o melhor entendimento da Bacia Hidrográfica do Leão.

A bacia hidrográfica do Igarapé do Leão localiza-se no Estado do Amazonas, porção norte do Brasil (Figura 1), entre as coordenadas geográficas: 02°48'22" e 3°08'57" de latitude sul e 59°55'51" e 60°06'30" de longitude oeste. Compreende uma área de aproximadamente 12.393,76 ha, é cortada/atravesada por 2 importantes rodovias do Estado do Amazonas: BR – 174 e AM – 010.

Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão.



Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão, 2019.

A abordagem teórica metodológica utilizada será a empírica analítica, segundo Martins (1994), "esta abordagem apresenta em comum a utilização de técnicas de coleta, tratamento e análise de dados marcadamente quantitativas. Existe forte preocupação com

a relação causal entre as variáveis e a validação da prova científica, que é buscada através de testes dos instrumentos, graus de significância e sistematização das definições operacionais". O trabalho tem uma abordagem do tipo qualitativa, pois nele foram obtidos dados para exemplificar como está sendo as ações antrópicas realizadas na bacia hidrográfica, tais dados saíram de uma tabela elaborada no Qgis (Tabela de atributos) e posteriormente foi realizada uma análise das fotografias tiradas em campo.

Dados qualitativos coletam informações que não buscam apenas medir um tema, mas descrevê-lo, usando impressões, opiniões e pontos de vista. A pesquisa qualitativa documental, assume uma forma que pode se revestir de um caráter inovador, trazendo contribuições importantes no estudo de alguns temas. Neste caso a palavra documental deve ser entendida como, obras científicas, dados coletados em campo, imagens com dados de satélites.

O desenvolvimento do projeto está disposto em seis etapas: levantamento bibliográfico, seleção das imagens de satélite, delimitação da bacia hidrográfica e elaboração do mapa base, elaboração do mapa de uso da terra, elaboração do mapa hipsométrico e declividade, trabalho de campo e análise dos dados.

3.1. Levantamento Bibliográfico

A etapa de levantamento bibliográfico foi realizada com base em leituras de livros, manuais, teses, dissertações, monografias e artigos produzidos sobre a temática bacias hidrográficas, ações antrópicas, uso da terra, recursos hídricos e rio Tarumã-Açu. Todo esse processo foi realizado com o intuito de fundamentar com referencial teórico e discutir os resultados presentes nesse trabalho.

3.2. Seleção das imagens de satélites

Para a realização da pesquisa foi realizada a aquisição das imagens de dois satélites: Alos Palsar e PlanetScope. O produto MDE do Alos Palsar serviram para a realização da delimitação da bacia hidrográfica, mapa base, mapa hipsométrico e declividade. Já as imagens do satélite Planet serviram para o mapeamento do uso e cobertura da terra.

Dentre os satélites escolhidos o ALOS é um dos únicos de forma gratuita que permite uma boa qualidade para a delimitação da bacia hidrográfica, com uma resolução espacial que varia de 30 m a 12,5m de precisão, que é considerada de boa qualidade e suficientes para aquisição de algumas informações na escala do mapeamento. Para a aquisição das imagens foi necessário cadastro no site: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>. Neste site é necessário a realização de um cadastro rápido e prático para a obtenção das imagens em MDE. Os MDE ALOS PALSAR podem ser adquiridos, já corrigidos e projetados no sistema UTM WGS84, nas resoluções baixa e alta, de 30 m e 12,5 m, respectivamente (Quadro 1).

As imagens MDE ALOS PALSAR usadas nesse trabalho são referentes ao dia 6 de julho de 2019, Por ser um MDE, a cobertura de nuvens não é impedimento para aquisição de dados da superfície, facilitando assim a delimitação da bacia, rede de drenagem e delimitação do corpo d'água.

Quadro 1: Satélite Alos e suas bandas espectrais e suas respectivas resoluções.

<i>Satélite - Alos</i> <i>Sensor</i>	<i>Bandas Espectrais</i> <i>(nm)</i>	<i>Resolução</i>			
		Espacial	Espectral	Temporal	Radiométrica
PALSAR	Fine - single	7 - 44 m	s.d	s.d	5 bits
	Fine - dual	14 - 88 m			
	ScanSAR	100 m			
	Polarimetric	24 - 89 m			3 a 5 bits

Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão, 2021.

Para o mapa de uso da terra foi preciso realizar a aquisição da imagem do satélite Planet do dia 30 de julho de 2020, tendo em vista que as imagens do Planet têm uma definição melhor se tratando da resolução espacial, fazendo com que fosse possível obter classes bem definidas. A aquisição das imagens Planet é comercial, mas foi solicitado cadastro para fins educacionais e de pesquisa (PLANET TEAM, 2017), para liberação gratuita de imagens através do site: <https://www.planet.com/explorer/>.

As imagens Planet são obtidas diariamente sobre determinado local, devido a constelação de satélites que orbitam a terra. A constelação de satélites Dove, possui o mesmo tipo de sensor, essas são adquiridas por mais de 130 satélites, com 04 bandas espectrais e resolução radiométrica de 12 bits, são ortorretificadas e possuem 3 metros de resolução espacial (Quadro 2), o que permite obter imagens atuais de grandes áreas com alto padrão de qualidade e precisão planimétrica, facilitando assim uma classificação melhor sobre o uso e ocupação da terra.

Quadro 2: Satélite Planet e suas bandas espectrais e respectivas resoluções.

Satélite	Bandas Espectrais (nm)	Resolução		
		Espacial	Temporal	Radiométrica
PLANET	Blue: 455 – 515	3 metros	1 a 3 dias	12 bits
	Green: 500 – 590			
	Red: 590 – 670			
	NIR: 780 – 860			

Fonte: EngeSat, 2017.

Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão, 2021.

Além das imagens dos satélites ALOS PALSAR MDE e Planet, imagens do Google Earth do dia 8 de fevereiro 2020 foram utilizadas para a conferência e ajuste da rede de drenagem, corpo d'água, áreas de mineração e descobertas além do uso e ocupação da terra que ocorreram com o passar do tempo.

3.3. Delimitação da bacia e elaboração do mapa base

A delimitação de uma bacia hidrográfica pode ser definida a partir de seu ponto de exutório, com auxílio dos modelos digitais de elevação (MDE). A delimitação da Bacia hidrográfica do Igarapé do Leão foi realizada através do Alos DEM no plugin do Grass no Qgis, com extração do limite e da rede de drenagem e delimitação da bacia de acordo com a metodologia realizada por Ferreira Júnior (2019). Primeiramente foi realizada a reprojeção da imagem de WGS 84 (World Geodetic System 1984) para SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000) por ser o sistema oficial de referência brasileiro. Em seguida foi realizado o recorte dessa imagem, com o objetivo de retirar todo e qualquer área que fosse além da bacia desejada.

Com a reprojeção e recorte já realizada o próximo passo foi a substituição de alguns pixels negativos, esse preenchimento foi realizado com o uso do “*raster calculator*” sendo necessário a aplicabilidade da fórmula “*ifelse(a<1, 1, a)*”, para assim modificar qualquer valor inferior a 1 pelo próprio valor 1. Em seguida o preenchimento dos pixels vazios foi realizado com o auxílio do raster “*preencher dados*”. Depois de todas essas etapas foi realizada a remoção das depressões, a delimitação e extração dos dados hidrográficos, a vetorização tendo em vista que os arquivos ainda estavam em formato *raster*.

As toponímias contidas no mapa, tais como pontos comerciais, rede de drenagem, casas, sítios, áreas de mineração foram adquiridos através do Google Earth. Para a

questões de arruamento e linha de energia, foi usado arquivos vetoriais disponibilizados por MAIA (2019), oriundos do projeto maior executado pelo Grupo de Geotecnologias e Análise da Paisagem (GEOTAP) realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu. Com o uso dos dados vetoriais foi possível verificar a quantidade, comprimento e área dos elementos representados no mapa da bacia hidrográfica.

3.4. Mapa de uso da Terra

Para melhor visualização dos usos e cobertura das terras atuais foi elaborado um mapa temático. Os dados de sensoriamento remoto podem ser correlacionados a superfície e usados para mapeamento temático, interpretadas a partir de modelos, tonalidades, texturas, formas e arranjos espaciais, pois o sensor remoto só registra a cobertura da terra e não retratam a atividade diretamente (IBGE, 2013)

Para o processo digital da imagem no QGIS foi utilizada composição cor verdadeira, com o uso das bandas espectrais 3,2,1 RGB, para que ocorresse a classificação supervisionada. O algoritmo foi distância mínima, com obtenção das classes: vegetação, corpo d'água, área descobertas ou construídas e áreas de mineração (Quadro 3). A construção de uma nomenclatura da Cobertura e do Uso da Terra precisa estar adequada para mapear a diversidade do território considerado e deve ser compatível com a escala, o tamanho da menor área a ser mapeada, a fonte básica de dados e com as necessidades dos virtuais usuários (IBGE, 2013).

Quadro 3: Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra – SCUT.

<i>Nível 1 Classe</i>	<i>Nível 2 Subclasse</i>	<i>Descrição das classes</i>
1 - Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Áreas de Mineração	Pontos de extração de minérios.
2 - Áreas Antrópicas Agrícolas	Área descoberta ou construída	Áreas edificadas, áreas de solo exposto, rodovias, construções isoladas.
3 - Áreas de Vegetação Natural	Área Florestal	Vegetação Primária ou Secundária de uma área.
4 - Água	Corpo d'água	Rio, represas, lagos de aquicultura.

Fonte: IBGE, 2013.

Ajustado por: Matheus de V. Lima Leitão, 2021.

3.5. Mapa Hipsométrico e Declividade

Mapas hipsométricos são mapas que representam a elevação de um terreno através de cores, geralmente utiliza-se um sistema de graduação de cores começam com verde escuro para baixa altitude e, passando por amarelo e vermelho, até cinza e branco para grandes elevações.

Para a elaboração do mapa hipsométrico foi utilizado a MDE Alos Palsar. Os dados altimétricos foram fatiados em seis classes, amplitudes essas que foram de 0 a 120m totalizando 6 classes, os intervalos utilizados foram de 20m.

Os dados de declividade foram obtidos por ferramenta específica como o *raster declividade* do QGIS 3.2 Bonn, com a transformação dos valores de inclinação do terreno para declividade em porcentagem, o fatiamento foi realizado com base na classificação da EMBRAPA, (1979). Vários estudos desenvolveram propostas para as classes de declividades, a classificação proposta (Quadro 4) usada até hoje.

Quadro 4: Classificação da declividade segundo a Embrapa (1979).

<i>Relevo</i>	<i>Declividade (%)</i>	<i>Características</i>
Plano	0 – 3	Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos.
Suave-ondulado	3 – 8	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50 m e de 50 m a 100 m).
Ondulado	8 – 20	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados
Forte-ondulado	20 – 45	Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevações de altitudes relativas de 50 m a 100 m e de 100 m a 200 m, respectivamente) e raramente colinas.
Montanhoso	45 – 75	Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes.
Forte-montanhoso	>75	Áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes.

Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão, 2021.

3.6. Mapa das APP's

O software utilizado para delimitar as APP's foi o QGIS 3.2 bonn. Neste trabalho, foram consideradas apenas as APPs ao longo dos cursos d'água e de nascentes, não foi considerado o relevo pois não foi encontrada APP em relação a declividade. Para a delimitação das APPs utilizou-se a rede hidrográfica sendo ela linear, espelho d'água e nascentes. A delimitação das APPs foi realizada por meio da geração do mapa de distância (buffer) a partir do leito regular dos cursos d'água.

A extensão do buffer foi estabelecida de acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.727/2012), que determina as faixas marginais de qualquer curso natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, com largura mínima definida na Lei 12.651/2012 (Quadro 5).

Quadro 5: Delimitação da largura das APP nos cursos d'água pela Lei 12.651/2012.

<i>Largura dos Cursos d'águas (m)</i>	<i>APP (m)</i>
Nascente	50
>10	30
10 á 50	50
50 á 200	100
200 á 600	200
<600	500

Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão, 2021.

Para identificar e analisar os conflitos de uso da terra nas áreas destinadas à preservação, realizou-se a sobreposição da camada da área de APP's sobre a do mapa de uso da terra, logo em seguida foi realizada o recorte da camada raster com os dados de uso e cobertura da terra sobre a camada de área de APP's.

3.7. Trabalho de Campo

Para esta pesquisa foi realizado um trabalho de campo, no dia 09 de dezembro de 2020, com objetivo de reconhecimento da área de pesquisa, percorrer os principais ramais, fazer os reconhecimentos de alguns pontos bastantes destacados pelas imagens de satélite tais como comunidades, áreas descobertas e possíveis áreas de mineração.

Foram realizadas anotações das observações, registro fotográfico e coordenadas geográficas.

Os equipamentos utilizados durante o trabalho de campo foram: Máquina Fotográfica, Smartphone, Planilha com informações dos pontos a serem visitados contendo espaço para anotações e GPS de navegação (Garmin GPSmap 62S) para a orientação e marcação dos pontos visitados.

3.8. Análise dos mapas

A análise dos mapas foi realizada de forma qualitativa, ou seja, em relação a distribuição espacial das classes no mapa e quantitativa, em tabelas, com o cálculo de área e porcentagem das classes.

Os resultados foram formados pela junção das informações de cada mapa tais como o mapa base explicando sobre questões de localização dentro da bacia e sobre os elementos presentes nela, mapa hipsométrico e de declividade que ajuda a entender o perfil longitudinal da bacia hidrográfica, o mapa de APP que traz a discussão dos conflitos dentro dessa área e o mapa de uso da terra que vem para definir as características de uso e cobertura dentro da bacia.

4. RESULTADOS

4.1 Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão

A bacia hidrográfica do Igarapé do Leão, localizada na margem esquerda do tarumã-Açu, com uma área de 12.393,76 ha (Figura 2), possui 13 ramais principais, 55 ramais secundários, 100 ramais terciários e 13 pontos de mineração. Para a classificação dos ramais foi considerado ramal primário aqueles que teriam acesso diretos a rodovias, os ramais secundários aqueles que teriam acesso ao ramal primário e ramal terciário aqueles que teriam acesso ao ramal secundário (Tabela 1).

Tabela 1: Elementos presentes na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão.

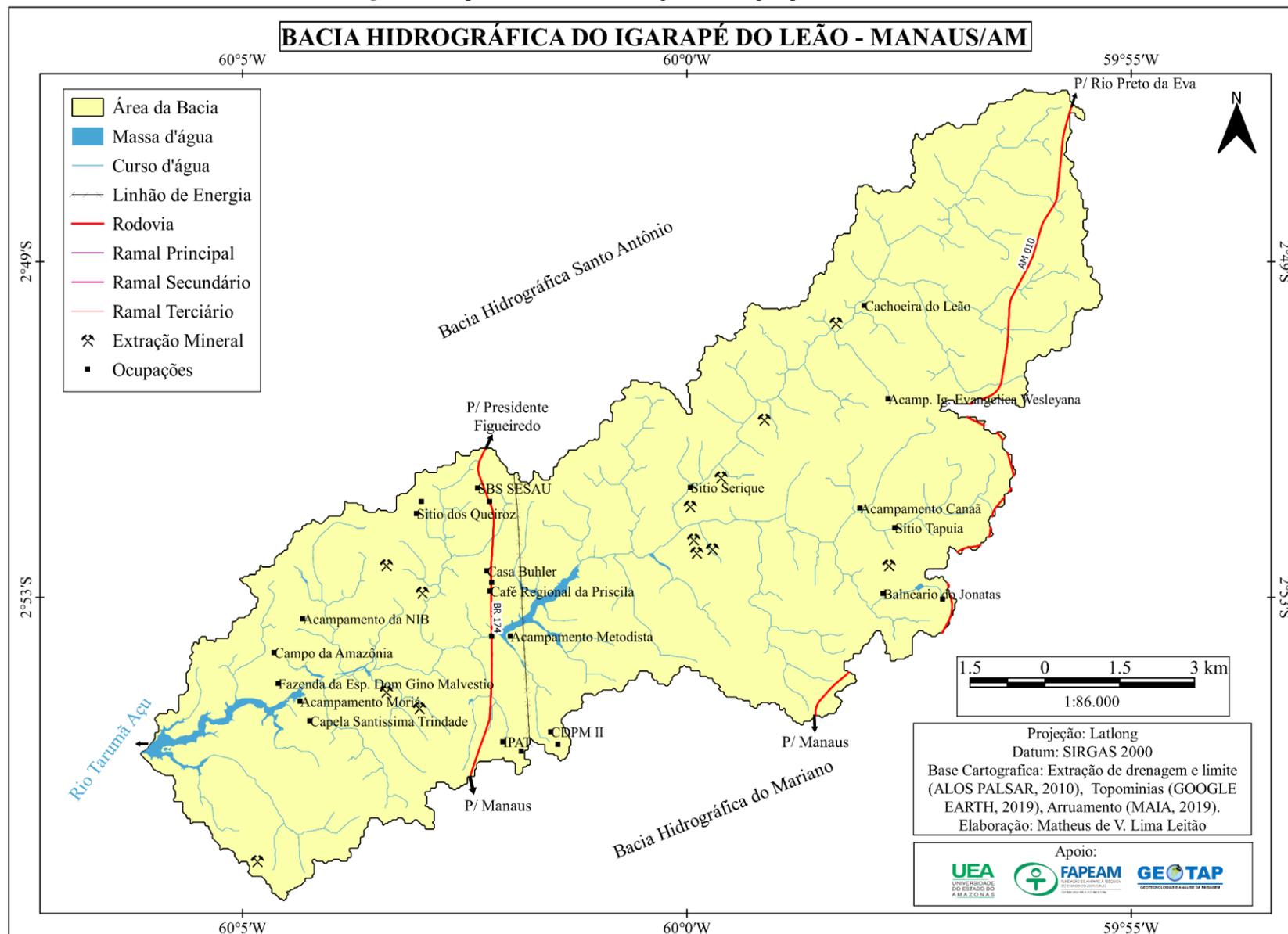
<i>Elementos</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Dimensão (km)</i>
Rodovias	2	6,64 (BR – 174) 10,47 (AM – 010)
Ramais Principais	13	17,87
Ramais Secundários	55	69,77
Ramais Terciários	100	70,05
Pontos de Mineração	13	-

Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão

A orientação da bacia levando em consideração a declividade que a bacia está exposta, é do nordeste para o sudoeste. Sua nascente está localizada próxima a AM-010 (Manaus – Itacoatiara), ao nordeste em referência a sua orientação.

Os ramais estão distribuídos de forma hierárquica, sendo do maior para o menor, os ramais principais possuem uma qualidade melhor se comparada aos ramais secundários e terciários, nos ramais secundários estão localizadas as maiorias das áreas de extração mineral, nos ramais terciários é predominante a presença de casas, sítios e balneários por estarem mais próximos da rede de drenagem.

Figura 2: Mapa base da Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão.



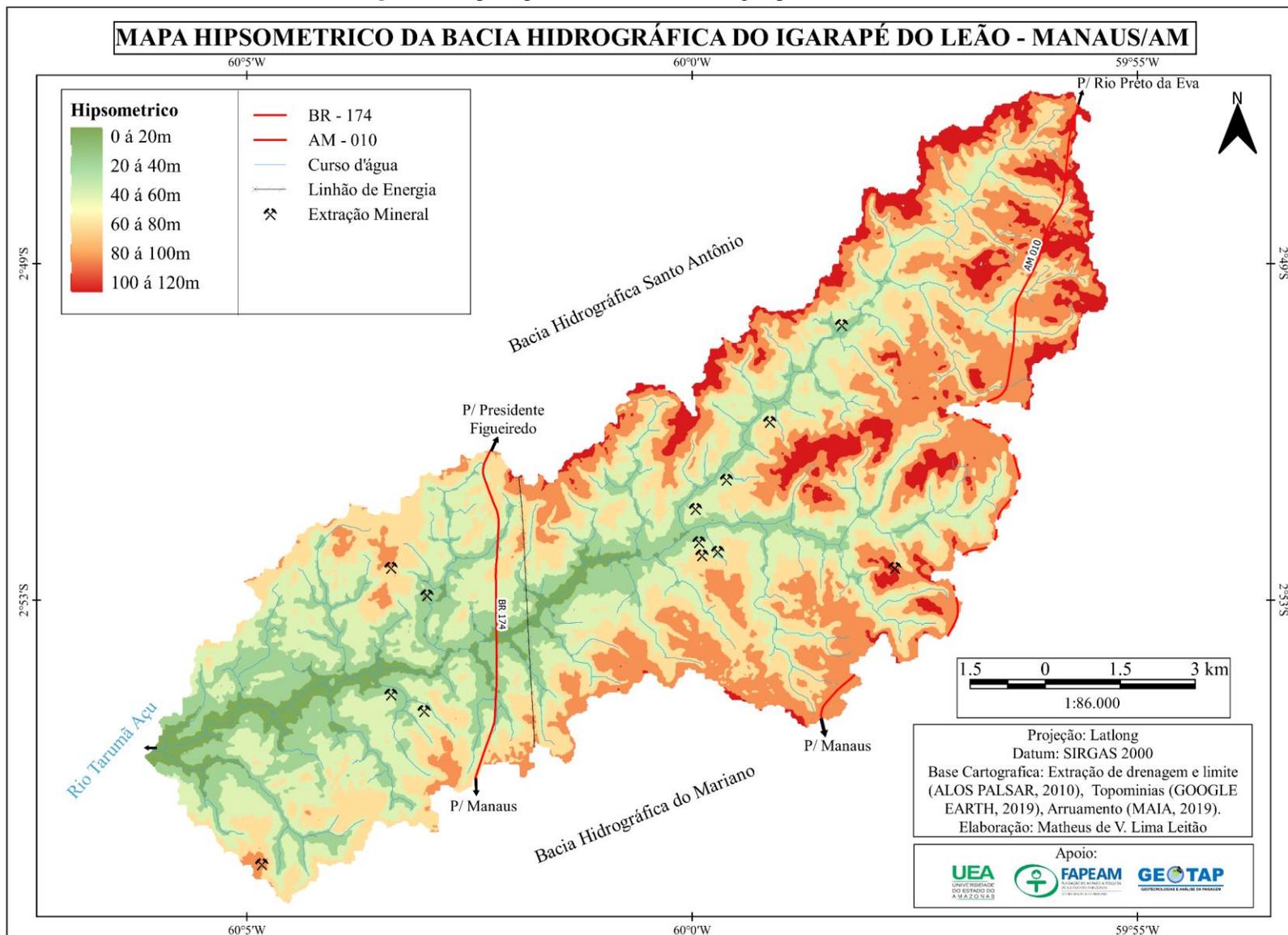
4.2 Hipsometria e declividade da bacia

A bacia hidrográfica do Igarapé do Leão, está inserida na porção correspondente a zona de transição entre Planaltos Residuais do Rio Negro e a Planícies Interiorana, constituindo a chamada Depressão Central da Amazônia (ALBUQUERQUE, 1998). A feição geomorfológica predominante na área é de relevos com altitude máxima de 120m, sendo essa localizada no alto curso da bacia, apresentada com interflúvios tabulares, com grande dimensão de topo, vales de fundos largos e extensos com fraco grau de aprofundamento, e uma altitude média de 60m sendo sua grande parte no médio curso. Albuquerque (1998) explica que este aspecto só é explicado por conta do Igarapé do Leão, se constituir em uma microbacia situada na margem esquerda da bacia amazônica.

A sua nascente está presente em um ramal consideravelmente ondulado (Figura 3), sendo seu talvegue na parte mais baixa dessa ondulação (Figura 4), com forte chuvas ocorre o escoamento superficial de sedimentos do ramal para dentro da nascente do igarapé, fazendo com que a água fique com um aspecto barrenta

O baixo curso do igarapé do Leão é plano, sendo assim favorece o barramento pelo rio Tarumã-Açu, formando um espelho d'água largo nesse setor e podendo inundar áreas de vegetação (Figura 5). A área do espelho d'água segue os períodos hidrológicos, sendo máximo na cheia e mínimo na vazante, quando impossibilita a navegação.

Figura 3: Mapa Hipsométrico da Bacia do Igarapé do Leão.



Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão, 2020.

Figura 4: Nascente do Igarapé do Leão

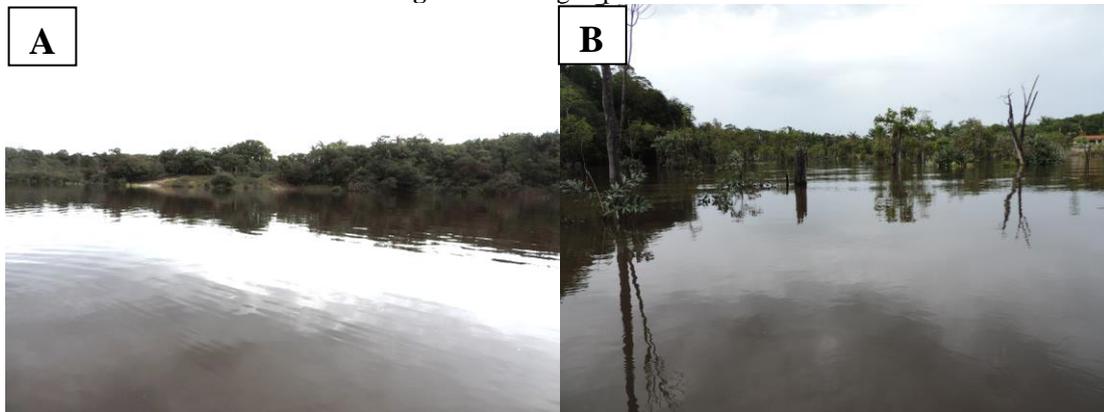


A: Ramal onde está localizada a nascente do igarapé; **B:** Água da nascente com aspecto barrento

Fonte: Trabalho de Campo

Fotos: João Carlos Ferreira Júnior, 2020

Figura 5: Foz igarapé do Leão.



A: Espelho d'água da foz do Leão; **B:** Vegetação inundada.

Fonte: Trabalho de campo GEOTAP.

Fotos: Isabela Colares, 2019.

A topografia da bacia hidrográfica do igarapé do Leão como pode ser observada no mapa de declividade (Figura 6) mostra que o relevo da bacia é predominantemente ondulado, porém, com muitas áreas planas (Figura 7). Desta forma de acordo com a classificação da Embrapa (1979), 9,9% da bacia é considerada plana, isso corresponde a uma área de 1.227,53ha; 23,3% sendo levemente ondulada, que corresponde a uma área de 2.890,82ha; 46,3% de ondulação, isso corresponde a 2.289,72ha; 18,5% de áreas fortemente onduladas, significando 2.289,72ha; e, 2% de áreas montanhosas que correspondem a uma área de 245,71ha (Tabela 2).

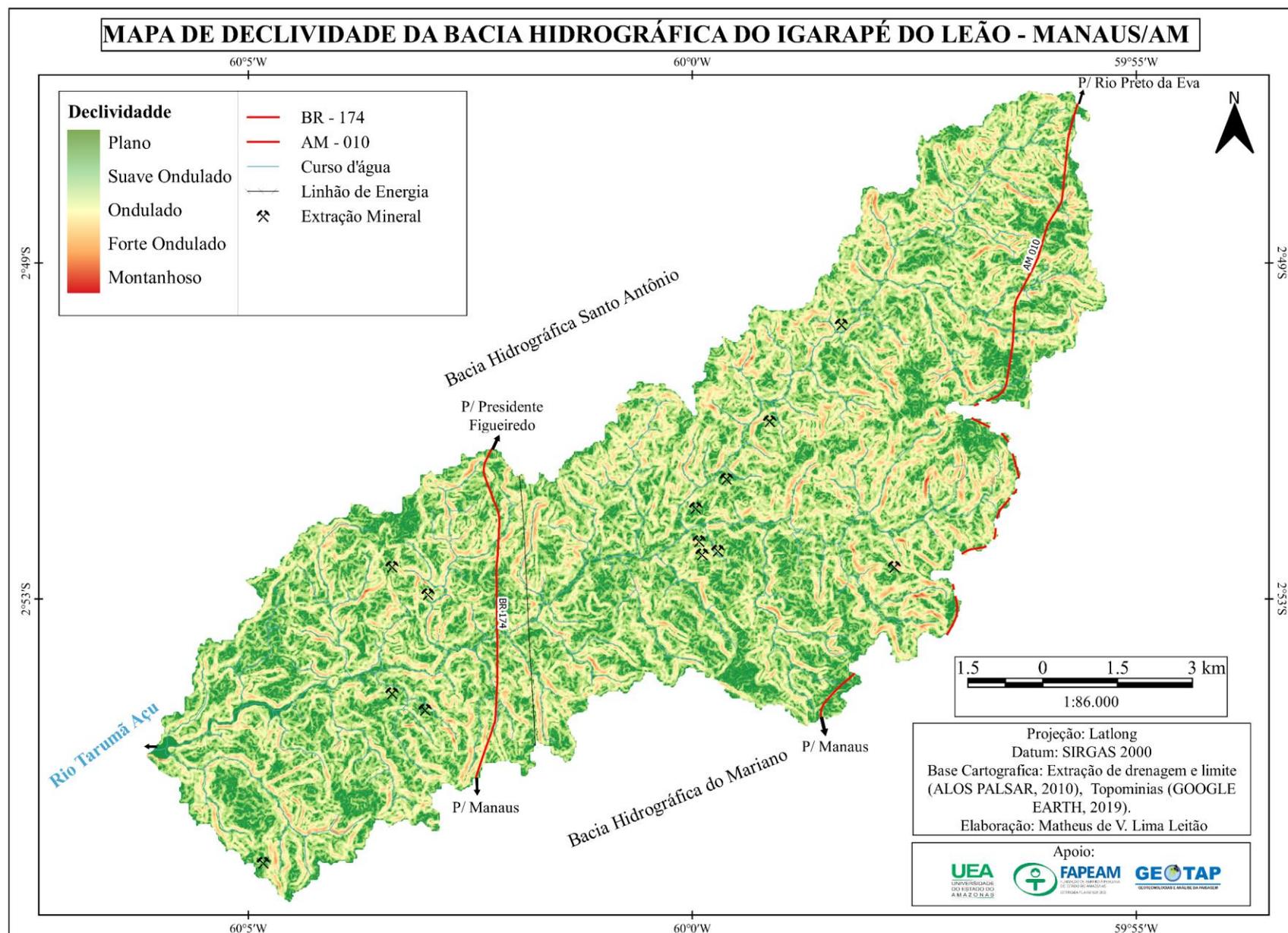
No decorrer da bacia é possível notar a presença de áreas escavadas, alterando assim a forma primária do relevo (Figura 8) (A), essas escavações estão situadas em quase toda a área da bacia, com o solo exposto os processos erosivos são bastantes acentuados nas margens dos ramais (B). A circulação de máquinas pesadas também compacta o solo em determinados locais, aumentando os processos erosivos das áreas escavadas.

Tabela 2: Áreas total e porcentagem das classes de uso.

<i>Classes de relevo</i>	<i>Declividade (%)</i>	<i>Área (há)</i>	<i>Área (%)</i>
Plano	0 - 3	1.227,53	9,9%
Levemente Ondulado	3 - 8	2.890,82	23,3%
Ondulado	8 - 20	5.739,89	46,3%
Forte Ondulado	20 - 45	2.289,72	18,5%
Montanhoso	45 - 75	245,71	2%
Área total	-	12.393,67	100%

Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão

Figura 6: Mapa de declividades da Bacia Hidrográfica do Igarapé.



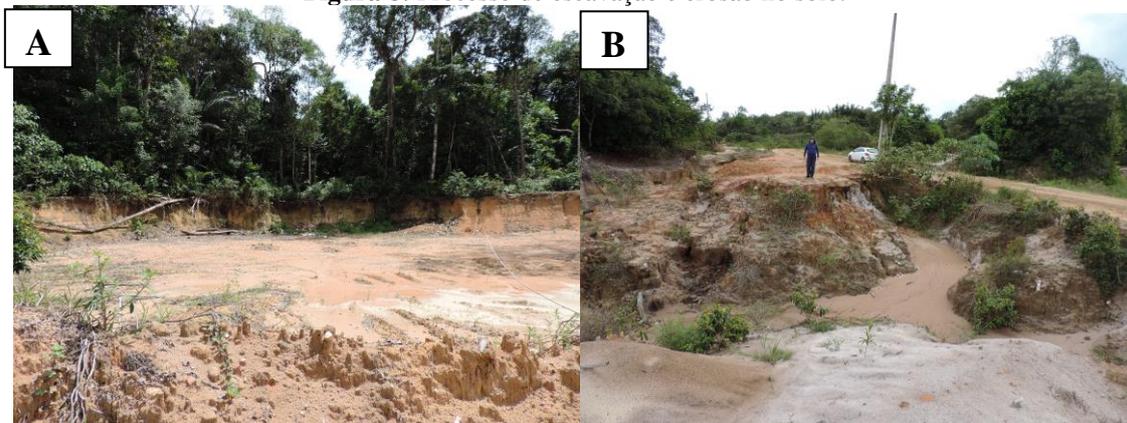
Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão

Figura 7: Fotografia do Ramal mostrando terreno ondulado.



Fonte: Trabalho de Campo
Fotos: João Carlos Ferreira Júnior, 2020

Figura 8: Processo de escavação e erosão no solo.



A: Área de escavação; **B:** Processo erosivo ocorrendo próximo ao ramal.

Fonte: Trabalho de campo
Fotografia: João Carlos Ferreira Junior, 2020.

5. USO E COBERTURA DA TERRA

Neste Capítulo é apresentado o mapa de uso e cobertura da terra, com as seguintes classes definidas: vegetação, espelho d'água, áreas descobertas ou construídas e área de extração mineral. Sendo realizada a partir da classificação da imagem do satélite Planet do ano de 2020 e do levantamento de campo em alguns pontos na bacia hidrográfica do Igarapé do Leão. Tendo em vista que a área possui bastantes pontos de acúmulo de areia, a extração é bastante intensificada no decorrer de toda a bacia, causando assim impactos no solo, na rede de drenagem e na qualidade da água.

Os impactos ambientais na bacia manifestam-se de maneira rápida e ativa. Esta acelerada degeneração do ambiente é claramente visualizada através das formas erosivas ali presente. Atualmente, é possível constatar que o quadro de degradação se acirrou nas duas últimas décadas, este fato, deve-se particularmente a alguns fatores como descoberta da área para lazer, uma vez que a expansão do perímetro urbano de Manaus no sentido norte, nordeste e noroeste veio aumentando, alterando assim as condições ambientais.

Da área da bacia, 10.581,70 ha de área de vegetação que corresponde a 85,4% do valor total da bacia; 684,66 ha de áreas descobertas ou construídas que corresponde a 5,5%; 910,44 ha de área de extração mineral que corresponde a 7,3%; e, 910,44 ha de massa d'água, correspondente a 1,8% do valor total da bacia (Tabela 3).

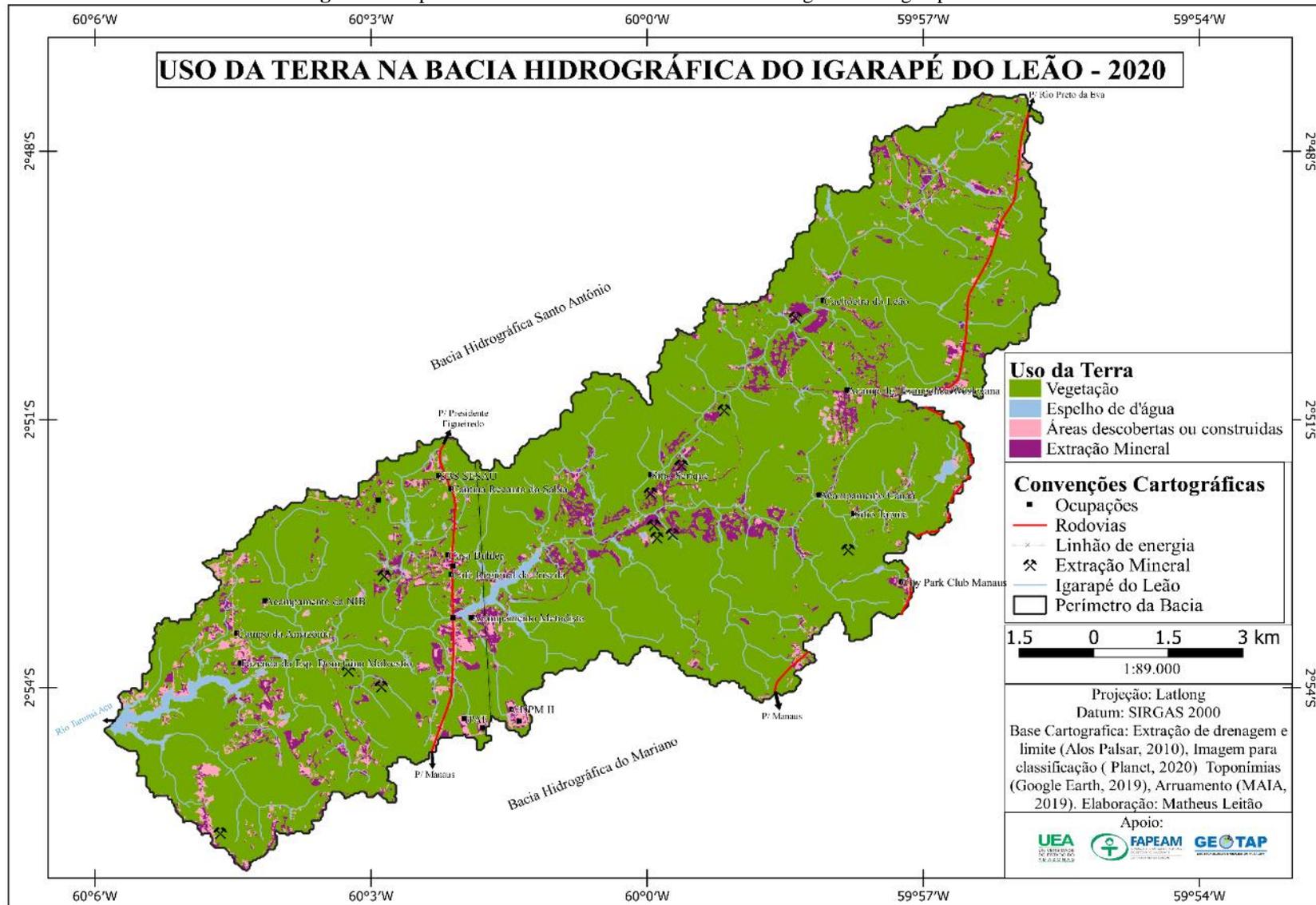
Tabela 3: Área total e porcentagem das classes de uso.

<i>Uso da Terra</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área (%)</i>
Vegetação	10.581,70	85,40%
Área de Mineração	216,96	7,3%
Área Descobertas ou Construídas	684,66	5,5%
Corpo d'água	910,44	1,8%
Área total da Bacia	12.393,76	100%

Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão

Como é possível observar no mapa (Figura 9), existe uma forte onda da antropização nas margens do Igarapé do Leão, mesmo a área antrópica correspondendo a uma faixa de 7,2% (áreas descobertas e construídas mais, áreas de extração mineral) da área da bacia, essa porcentagem é considerada bastante significância. As áreas consideradas antrópicas são divididas em duas classes: áreas descobertas ou construídas e área de extração mineral. Para diferenciar as duas classes foram estabelecidas as cores indicadas pelo manual técnico de uso da terra do IBGE (2013).

Figura 9: Mapa de uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Leão.



Como já foi abordado a maior concentração de áreas descobertas ou construídas e de extração mineral está presente no canal principal da bacia, podemos associar essa concentração maior no curso principal pelo fato da bacia ser cortada por duas das principais rodovias que chegam até Manaus a BR 174 e AM 010, principalmente a BR 174 passa no médio curso da bacia, facilitando assim a entrada de pessoas nos ramais próximos ao canal principal.

5.1. Extração Mineral

A exploração mineral se tornou mais evidente a partir da Primeira Revolução Industrial, quando a produção em massa intensificou a extração de minérios para abastecer a crescente indústria. Com o crescimento populacional mundial houve a necessidade de retirar da natureza um volume cada vez maior desse tipo de recurso. A atividade de mineradoras em garimpos acaba por afetar de forma direta na natureza, levando a sua deterioração.

Os danos gerados nas áreas de mineração são irreversíveis, diante percebe-se que a lucratividade oriunda da extração mineral fica nas mãos de uma minoria e os prejuízos ambientais fica pra toda uma população atual e também futura (BOTELHO, 1999).

Com a extração de areia se intensificando cada vez mais dentro da bacia sendo ela a principal forma de uso da terra com 7,3%. Foi possível verificar problemas como a infertilidade do solo nas áreas atingidas, fazendo assim com que o equilíbrio ecológico fique prejudicado. A erosão acelerada causada pela remoção do solo a uma taxa maior que a de sua formação, é uma modalidade que atua diretamente na modificação profunda do solo.

No decorrer da bacia é possível achar áreas de mineração abandonadas (Figura 10) com uma vegetação escassa tentando nascer no meio da areia, sob o aspecto da legislação ambiental, a mineração é considerada uma atividade potencialmente modificadora do meio ambiente e, assim como as outras, está sujeita ao processo de licenciamento ambiental e a recuperação de áreas degradadas. As aptidões de uma área degradada, neste caso pela extração na maioria das vezes não se tem um propósito, ocorre a extração e quando não se tem mais o que retirar os trabalhadores vão em busca de outras áreas para realizar a extração ou ocupação. A empresa extratora ou proprietário do terreno, acaba que por muitas vezes ignorando a existência de outras riquezas naturais

que poderiam ser aproveitadas sem a degradação ambiental, temos como exemplo as plantas medicinais e árvores frutíferas.

Durante o trabalho de campo foi possível encontrar também uma empresa que trabalha com extração de minérios, a Mina: Santa Maria (Figura 11), porém, a empresa encontrava-se com os portões fechados, não permitindo a entrada.

Figura 10: Áreas de mineração abandonadas.



Fonte: Trabalho de Campo
Fotos: João Carlos Ferreira Júnior, 2020
Figura 11: Mina Santa Maria.



A: Placa de identificação Mina Santa Maria; **B:** Entrada da Mina Santa Maria com portões fechados.

Fonte: Trabalho de Campo
Fotos: João Carlos Ferreira Júnior, 2020

Durante o trabalho de campo foi possível verificar diversas propriedades de extração mineral com portões fechados, dificultando assim a entrada e até mesmo a locomoção dentro dos ramais (Figura 12), pela falta de placas ou faixa de identificação, não foi possível identifica essas propriedades particulares, nem mesmo a identificação de seus proprietários ou caseiros.

Figura 12: Áreas privadas.



A: Área privada, sem acesso; **B:** Área privada, sem acesso.

Fonte: Trabalho de Campo

Fotos: João Carlos Ferreira Júnior, 2020

5.2. Áreas descobertas ou construídas

Para o processo de ocupação do solo não se teve muitos problemas, tendo em vista a facilidade da entrada nessas áreas já ajustadas pelo “vai-e-vem” de caminhos e tratores, pequenas áreas dentro da bacia acabaram sendo privatizadas, comunidades acabaram sendo criadas, com várias casas de madeiras e alvenarias e até mesmo casas abandonadas.

Dentre as comunidades presentes na bacia foi visitada a Comunidade Paraiso Verde (Figura 13). A comunidade em questão possui características de área de ocupação irregular, com casas simples de madeiras, alguns terrenos abandonados e ramais com fácil acesso. A prefeitura de Manaus realizou a construção de um poço artesiano para os moradores tendo como objetivo o abastecimento da população.

Figura 13: Comunidade Paraiso Verde.



A: Entrada da comunidade Paraiso verde; **B:** Casas de madeira; **C:** Ramal principal da comunidade; **D:** Casa de madeira com terreno abandonado ao redor.

Fonte: Trabalho de Campo

Fotos: João Carlos Ferreira Júnior, 2020

A presença de sítios com tanques de piscicultura são bastante presentes na bacia (Figura 14), a criação de peixes aparentemente funciona como uma das rendas para os donos dos grandes sítios. Além dos tanques de pisciculturas também é possível verificar a presença de pequenas plantações (Figura 15), tendo em vista o difícil acesso a maiorias das propriedades o conhecimento de grandes plantações visíveis na imagem disponível pelo Google Earth não foi confirmado.

Além da presença de moradias, balneários e empresa de mineração, a bacia comporta também com prédios e instalações públicas (Figura 16), como exemplo temos Complexo Penitenciário Anísio Jobim (A), RAESA Rio Amazonas Energia UTE Cristiano Rocha (B) e Campo Da Amazonia Biotecnologia Consultoria E Comercio Ltda (C).

Figura 14: Fazenda com tanques de pisciculturas.



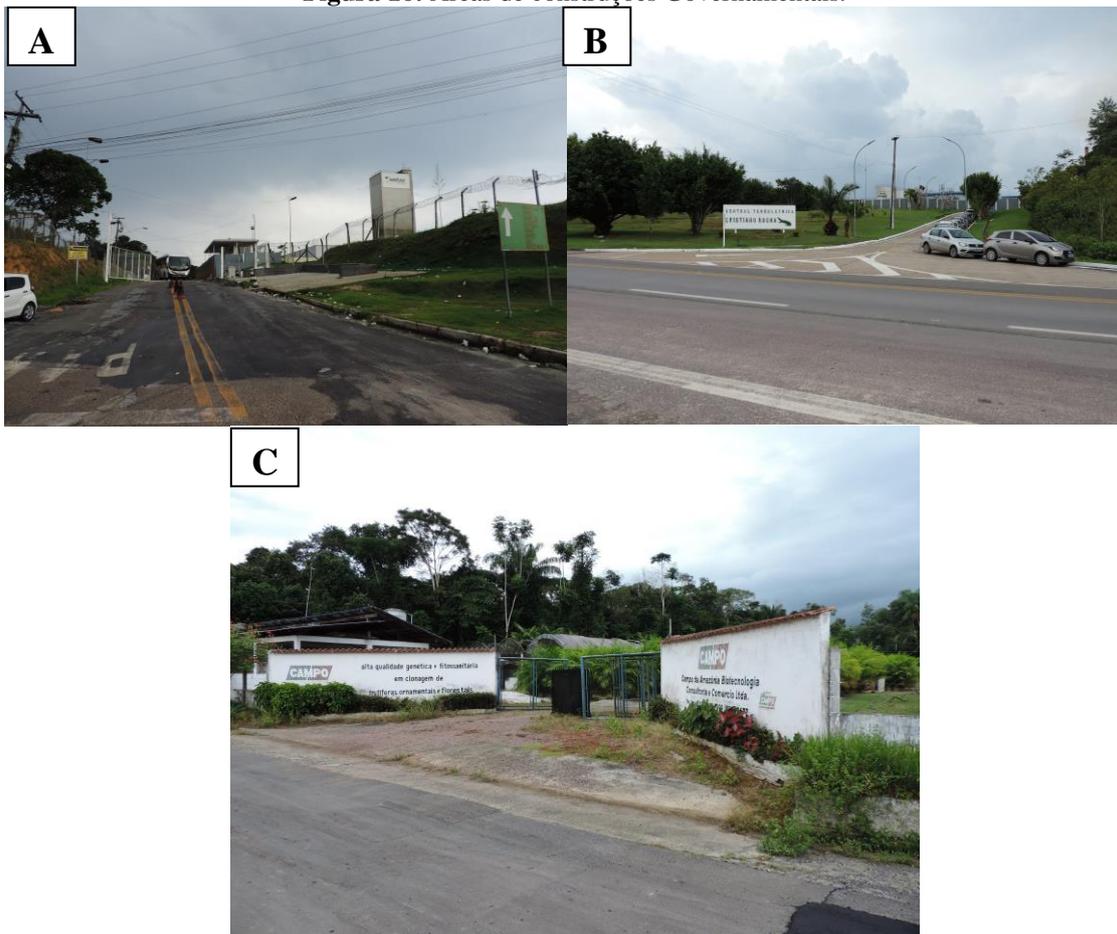
Fonte: Trabalho de Campo
Fotos: João Carlos Ferreira Júnior, 2020

Figura 15: Área de Plantação de cocos.



Fonte: Trabalho de Campo
Fotos: João Carlos Ferreira Júnior, 2020

Figura 16: Áreas de construções Governamentais.



A: Complexo Penitenciário Anísio Jobim; **B:** RAESA Rio Amazonas Energia UTE; **C:** Campo Da Amazonia Biotecnologia Consultoria E Comercio Ltda

Fonte: Trabalho de campo

Fotografia: João Carlos Ferreira Júnior, 2020

Nos últimos tempos alguns canais de notícias como: acrítica, rede amazônica, band e CNN, trouxeram reportagens sobre o novo aterro sanitário que está sendo construído dentro do igarapé do leão, a lixeira está sendo instalada praticamente em área urbana, pois está localizada no Km 13 da BR-174.

O TCE (Tribunal de Contas do Estado do Amazonas) visando os problemas ambientais que o novo aterro, aceitou representação contra o aterro sanitário privado que está sendo construído em área ambiental de Manaus, dentro do igarapé do leão. A representação é do MPC (Ministério Público de Contas) que cobra a Sema (Secretaria de Meio Ambiente) e o Ipaam (Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas) para explicar a concessão de licença ambiental, o MPC quer a revisão do processo de licenciamento da obra (PEREIRA, 2021).

Também segundo a autora, o aterro é construído pela empresa EcoManaus, do Grupo Marquise, que administra a coleta de lixo em Manaus. O Ipaam cedeu

licenciamento para a instalação em novembro de 2020 com validade de dois anos, devendo ser feito outro processo após esse período.

Os principais impactos que a construção desse aterro privado pode trazer é na água do igarapé, problemas diretamente na rede de drenagem que serve para uso de tanques de piscicultura e para os balneários. Dentro da liberação que o Ipaam concedeu (LI N° 203-11-05 – EcoManaus Ambiental S.A), ficou acordado uma condição para a permissão, que a empresa continuasse um programa de recuperação ambiental com reflorestamento da área que fica entre a obra e o igarapé do leão

5.3. Vegetação

A área de estudo corresponde a interflúvios de topo horizontalizados, áreas regionalmente denominadas de “terra firme”, uma vez que não sofrem inundações periódicas e comportam vegetais de formação densa e estratificada (ALBUQUERQUE, 1998). Fatores como pluviosidade abundante, umidade elevada, latitude baixa e relevo suave, oferecem condições ecológicas altamente favoráveis para o desenvolvimento de uma exuberante cobertura vegetal dentro da bacia.

Os ramais existentes na bacia acabaram sendo abertos por empresas privadas provocando alterações no terreno, gerando os problemas ambientais, o descompromisso do Estado com o planejamento das construções de estradas, provocou alterações nas feições locais do terreno. Essas alterações foram o assoreamento parcial de alguns canais, esse aspecto já é bastante grave se tratando de impacto ambiental, o desmatamento/queimada (Figura 17) dentro da área da bacia acaba sendo um fator também muito impactante pois a remoção da cobertura vegetal é um fator que acelera a erosão, entretanto a extração de areia é um dos piores impactos que a bacia vem sofrendo ao longo dos anos.

Figura 17: Terreno após queimada.



Fonte: Trabalho de Campo
Fotos: João Carlos Ferreira Júnior, 2020

Com o crescimento cada vez maior da população, as pessoas contribuem significativamente para a criação da erosão por desmatamento excessivo e atividades industriais, como construção de estradas, que, inevitavelmente influenciam nessa erosão. A erosão acelerada que é a remoção do solo a uma taxa maior que a de sua formação, é uma modalidade de erosão que atua diretamente na modificação profunda do solo, causando assim diversos prejuízos na parte fértil do solo.

6. CONFLITOS NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As APP's desempenham um papel fundamental na manutenção dos principais fatores que regulam os processos hidrológicos e de conservação biológica. Na Amazônia, as APPs vêm sendo ocupadas com atividades econômicas de alto impacto ambiental que levam à supressão de vegetação, desrespeitando o regime legal desse tipo de área na bacia hidrográfica do Igarapé do Leão a forte presença de áreas de extração mineral e áreas descobertas ou construídas acaba causando grandes impactos no solo e na qualidade da água da bacia.

No mapa das áreas de preservação permanente (Figura 18) é perceptível o avanço das áreas de mineração que vem ocorrendo desde áreas que não são APP's até as áreas de APP's que foram delimitadas de acordo com o código florestal brasileiro. As ações antrópicas tem maior concentração no médio curso da bacia e grande parte dessa concentração no canal principal, as maiorias das nascentes ainda se encontram sem a presença de edificações ou áreas descobertas.

O processo de ações ocorrentes nas APP's é bastante evidente se tratando da grande presença de áreas de extração mineral e áreas descobertas no médio curso da bacia, as nascentes da bacia são as áreas com o menor impacto, quase que nulo, os cursos d'água também estão bastante preservados sendo assim, os maiores impactos ocorrendo no espelho d'água do médio curso.

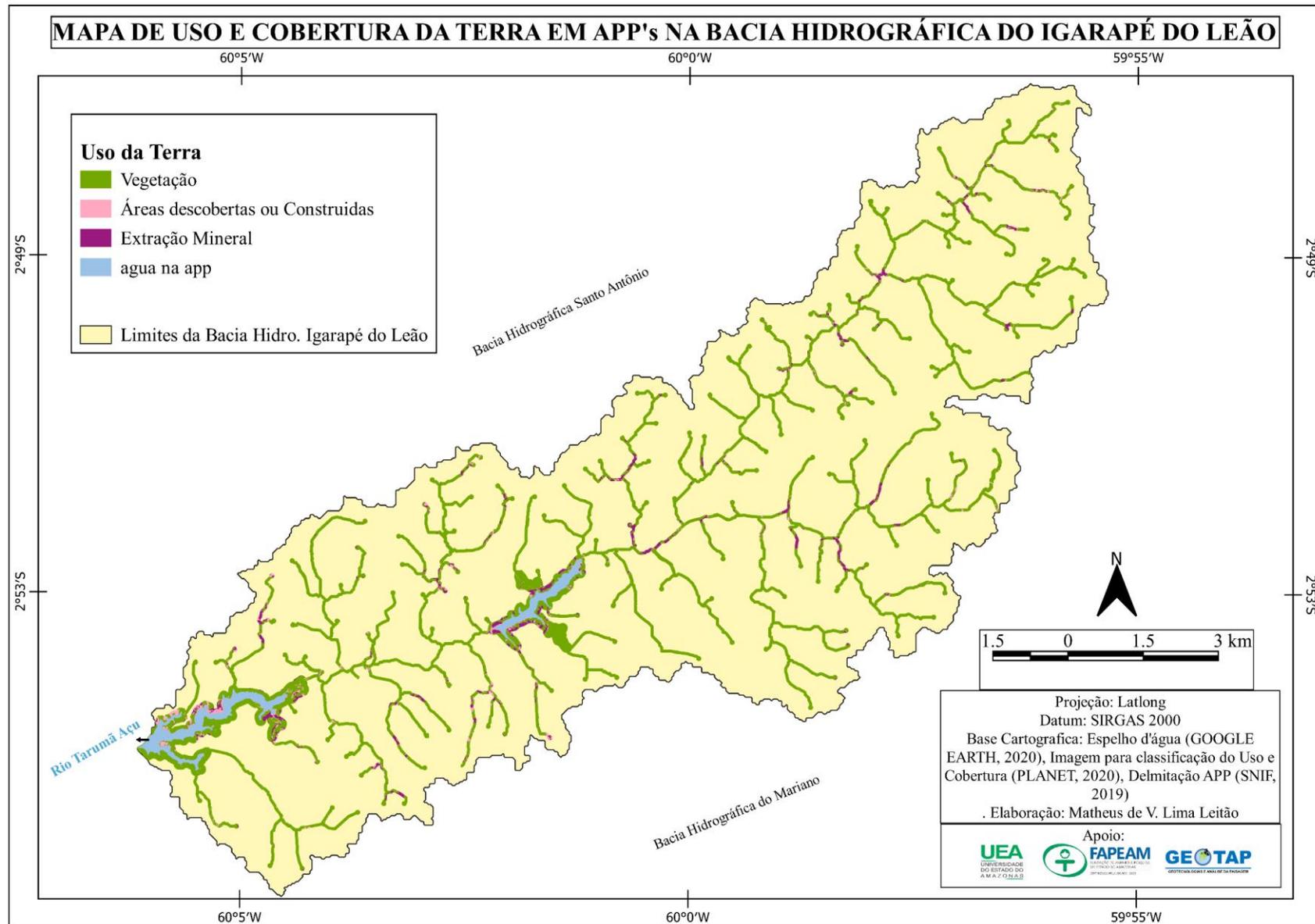
A área total de APP's é de 1.489,63 ha sendo aproximadamente 12% referente da área total da bacia. Desse total da área de APP's, 78,77% é considerada área de vegetação, 6,01% extração mineral, 3,83% descobertas ou construídas e 11,38% de massa d'água. (Tabela 4).

Tabela 4: Áreas total e porcentagem das classes de uso.

<i>Uso da Terra</i>	<i>Área (há)</i>	<i>Área (%)</i>
Vegetação	1.173,44	78,77%
Área de Mineração	89,58	6,01%
Área Descobertas ou Construídas	57,11	3,83%
Corpo d'água	169,51	11,38%
Área total APP	1.489,63	100%

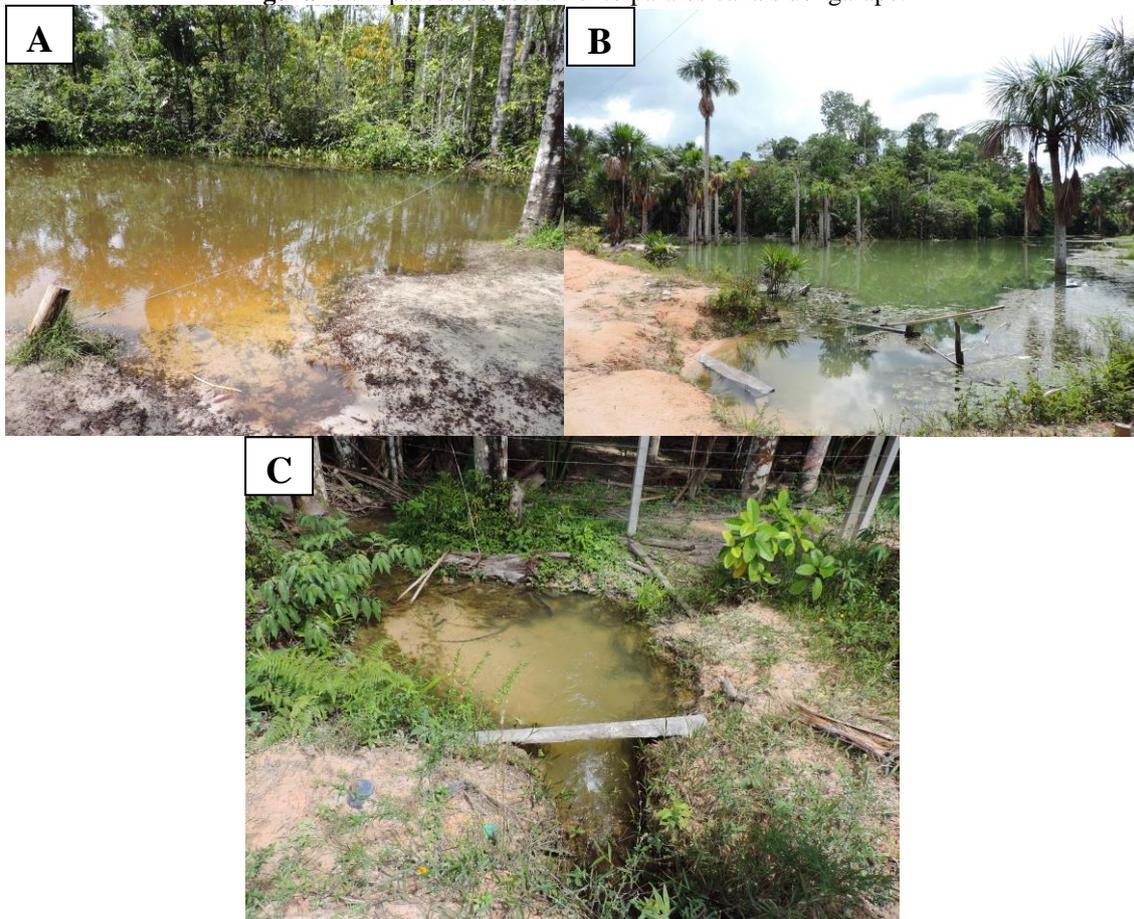
Elaboração: Matheus de V. Lima Leitão

Figura 18: Mapa de uso e cobertura da terra em APP's na bacia hidrográfica do Igarapé do Leão.



Mesmo com cerca de 78% das áreas de APP's sendo preservadas, os problemas ambientais causados pelo mau uso da terra acabam causando graves problemas aos cursos d'água, tais como escavações próximas as áreas de igarapé. Essas ações afetam a qualidade da água, geram o represamento dos cursos d'água pelos ramais. Com a visualização de alguns cursos d'água já é possível verificar esses impactos (Figura 19).

Figura 19: Impactos do escoamento para os canais do igarapé.



A: Escoamento superficial poluindo a água; **B:** Represamento e água parada por conta do ramal; **C:** Represamento por conta do ramal.

Fonte: Trabalho de campo

Fotografia: João Carlos Ferreira Júnior, 2020.

A perda de 9,84% de vegetação natural nas APPs do igarapé do Leão (APP com uso irregular) é preocupante, na medida em que o Código Florestal atual não garante a recuperação dessas áreas. Esse desmatamento favorece não apenas o processo erosivo, mas também afeta o escoamento superficial. Alterações na mata ciliar causam modificações em todo o curso hídrico, afetando a complexidade estrutural desses ecossistemas, reduzindo o número e as características estruturais das drenagens.

É indispensável destacar que as ações governamentais para o desenvolvimento do país foram fundamentais na aceleração processo de desmatamento. Esse modelo causa diversos problemas ao ambiente, como o desmatamento, elevação do risco de erosão e perda gradual da fertilidade do solo, ocasionando o empobrecimento do mesmo, conseqüentemente ameaça os recursos hídricos da região, promove o assoreamento dos rios e pode haver a contaminação por agrotóxicos utilizados em plantações ou produtos utilizados durante a remoção de areia.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mapas elaborados acabaram por revelar grandes problemas sendo uma grande parte irreversível, tal como os impactos causados no solo, e nos cursos d'água. A vegetação ainda é considerada a maioria se comparada as outras classes, logo em seguida vem as áreas de extração mineral como segunda maior área dentro da bacia, essa extração que trouxe significativas alterações na paisagem natural da bacia, as áreas descobertas ficam logo em seguida, as massas d'águas de grande escala presente no decorrer da bacia só existem por conta o estrangulamento dos rios em algumas áreas.

As maiorias das áreas descobertas da bacia são consideradas terrenos abandonados, sejam como áreas de extração mineral abandonadas ou lotes desmatados e/ou escavados para venda. O processo de degradação ambiental dentro da bacia não foi algo que ocorreu de forma repentina, durante anos os impactos causados pela ação humana dentro da bacia vieram prejudicando os cursos hídricos e o solo. Se fosse realizada a análise da água, seria possível verificar tamanho impacto que o crescimento de forma desordenada dentro de uma área de preservação vem causando ao seu recurso hídrico.

A existência de áreas descobertas ou construídas afetam de forma direta na degradação do meio ambiente, porém os problemas ambientais causados pela mineração são bastante acentuados, nas APP's próximas ao médio curso da bacia os impactos são de extrema relevância, já nas nascentes os impactos causados pela extração e áreas descobertas ou construídas é quase inexistente.

Levando em consideração o estudo realizado por Albuquerque (1998) na bacia do Leão, é possível verificar um grande avanço antrópico nesses últimos 23 anos, principalmente da extração mineral. Algumas áreas de vegetação deram espaço para grandes áreas de solo exposto trazendo cada vez mais pessoas para dentro da bacia tanto para fins de moradia quanto para serviços turísticos.

Considerando todos esses problemas ambientais na bacia é possível concluir que medidas devem ser tomadas afins de evitar mais problemas ambientais que possam atingir outras bacias. Faz-se necessária a implantação de uma gestão integrada e participativa envolvendo os órgãos responsáveis pela política ambiental, a comunidade local e representantes da sociedade. Medidas importantes a serem tomadas envolvem o

desenvolvimento de programas de educação ambiental, a execução de ações efetivas de recuperação ambiental das áreas impactadas.

REFERENCIAS

ALBUQUERQUE, Adoréa Rabello da Cunha. **Impactos Ambientais na Bacia do Igarapé do Leão/ Manaus - AM: Tendências à Arenização**. 1998. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BOTELHO, R.G.M. Planejamento em Microbacia Hidrográfica. In: Guerra. A.J.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (org). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-300.

BOTELHO, R. G. M; DA SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

COSTA, J.S.; LIBERATO, M. A. R.; MELO, M. G. G. **Impactos da Fragmentação Florestal para a Gestão da Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu (Amazonas-Brasil)**. Dissertação - Mestrado Profissional em Rede Nacional de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Universidade do Estado do Amazonas, Amazonas: Manaus, 2020.

ARAÚJO, Suely Mara Vaz Guimarães. **As áreas de preservação permanente e a questão urbana**. Biblioteca Digital da Câmara, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10. reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

FERREIRA JÚNIOR, João Carlos et al. **Limnologia e sensoriamento remoto: qualidade da água do Rio Miriti (Manacapuru/AM) e contribuição para a gestão dos recursos hídricos**. Dissertação - Mestrado Profissional em Rede Nacional de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Universidade do Estado do Amazonas, Amazonas: Manaus, 2019.

FINKLER, R. Planejamento, manejo e gestão de bacias: unidade 1-A Bacia Hidrográfica. Disponível em: <https://planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/ planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1 > acesso em: 18 de junho de 2021 v. 19.

Florenzano, T. G. 2011. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos, p.128

FLORESTAL, Código. Código Florestal Brasileiro. **Brasília, Brazil, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Ministério da Agricultura, Brasília, Brazil**.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis. acesso em: 03 de maio de 2021, v. 4771, 2001.

FORTES, M.R. Planejamento Ambiental Urbano em Microbacia Hidrográfica: Uma introdução ao Tema. In: **Contribuições Teóricas – metodológica da Geografia Física**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.

HUETE, A. R. **Adjusting vegetation indices for soil influences**. International Agrophysics, v.4, n.4, p.367-376, 1988.

HUETE, A. R.; WARRICK, A. W. Assessment of vegetation and soil water regimes in partial canopies with optical remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 32, n. 2-3, p. 155-167, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico de uso da Terra. **Manuais Técnicos em Geociências**, n. 7, Rio de Janeiro, 2013.

JAPIASSÚ, L.A.T.; LINS, R.D.B. As diferentes formas de expansão urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 2, n. 13, 2014.

LEITE, E.F.; ROSA, Roberto. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 4, n. 12, 2012.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1986. 242 p.

LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43

MAFRA, N.M.C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (org). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.301-322.

MOREIRA, A.A. **Mapeamento de áreas de preservação permanente e dos conflitos de uso da terra em propriedades rurais**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

NOVO, Evlyn Márcia L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 308 p

OLIVEIRA, E. O uso de ferramentas de geoprocessamento de imagens para análise da morfologia da praia de Balneário Piçarras- Santa Catarina. **Metodologias e Aprendizado**, [S. l.], v. 2, p. 174–180, 2020. DOI: 10.21166/metapre.v2i0.1425. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/metapre/article/view/1425>. Acesso em: 24 jun. 2021

OSTROM, E. A behavioural approach to theralational-choice theory of collective action. **American Political Science Review** 92: 1-22.1998.

PEREIRA, J. TCE aceita representação contra aterro privado em área Ambiental de Manaus. **Amazonas Atual**. Manaus, 18 de ago de 2021. Disponível em: <<https://amazonasatual.com.br/tce-aceita-representacao-contr-a-aterro-privado-em-area-ambiental-de-manaus/>> Acesso em: 18 de ago de 2021

PORTUGAL, G. (1992). **Recursos naturais**. Disponível em: <<https://www.gpca.com.br/gil/art80.htm>> Acesso em: 13 de maio de 2004.

REBELLO, Adorea. (Org.). **Contribuições teórico-metodológicas da Geografia Física**. Manaus: EDUA, 2010, pp. 9-40.

Planet Team (2017). **Planet Application Program Interface**: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>

RODRIGUES, C., ADAMI, S.F. Técnicas de Hidrografia. In: VENTURI, A. B. (Org). **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.

SANO, E. E.; MATRICARDI, E. A. T.; CAMARGO, F. F. Estado da Arte do Sensoriamento Remoto por Radar: Fundamentos, Sensores, Processamento de Imagens e Aplicações. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, p. 1458-1483, 2020.

SEVILHA, E.; DEMANTOVA, G. C.; FREIRIA, R.C.; RUTKOWSKI, E. W. “Conflito na proteção legal das áreas de preservação permanentes urbanas” - **I Seminário do Laboratório Fluxus / FEC – Unicamp**, 2006.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo Hidrológico e a Bacia Hidrográfica. In TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Edusp / ABRH, 1997, 35-51p.

WACHHOLZ, F.; COLARES, I. S.; FERREIRA JUNIOR, J. C.; MAIA, S. A. Caracterização física e socioeconômica da bacia hidrográfica do rio tarumã-açú - amazonas. In: CARLOSSANDRO CARVALHO DE ALBUQUERQUE; IEDA HORTÊNCIO BATISTA. (org.). **Vii Workshop Internacional Sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas**. 7ed.Boa Vista: UFFR, 2020, v. 1, p. 592-600.