

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE NATUREZA E CULTURA
CURSO CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DO AMBIENTE**

Luana da Silva Dantas

**CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO NOS
AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES DA TERRA INDÍGENA TIKUNA SANTO
ANTÔNIO, MUNICÍPIO DE BENJAMIN CONSTANT/ AM**

BENJAMIN CONSTANT-AM

2020

LUANA DA SILVA DANTAS

**CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO NOS
AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES DA TERRA INDÍGENA TIKUNA
SANTO ANTÔNIO, MUNICÍPIO DE BENJAMIN CONSTANT/ AM**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Ciências Agrárias e do Ambiente do Instituto de Natureza e Cultura da Universidade Federal do Amazonas (INC/UFAM), como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Ciências Agrárias e do Ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Geise de Góes Canalez

BENJAMIN CONSTANT-AM

2020

Ficha Catalográfica
Catalogação na fonte pela
Biblioteca Central da Universidade
Federal do Amazonas

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

D192c Dantas, Luana da Silva
Caracterização do Uso e Cobertura do Solo nos
Agroecossistemas Familiares da Terra Indígena Tikuna Santo
Antônio, Município de Benjamin Constant/AM / Luana da Silva
Dantas . 2020
56 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Geise de Góes Canalez
TCC de Graduação (Ciências Agrárias e do Ambiente) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Sensoriamento Remoto. 2. Agricultura Amazônica. 3. Manejo
de Capoeiras. 4. Componentes dos Agroecossistemas. 5.
Paisagens Amazônicas. I. Canalez, Geise de Góes. II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

Luana da Silva Dantas

**Caracterização do Uso e Cobertura do Solo nos Agroecossistemas Familiares da Terra
Indígena Tikuna Santo Antônio, Município de Benjamin Constant/AM**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Ciências Agrárias e do
Ambiente do Instituto de Natureza e Cultura da
Universidade Federal do Amazonas (INC/UFAM),
como parte dos requisitos para obtenção do título de
Licenciada em Ciências Agrárias e do Ambiente.

Aprovada em 16/12/2020

Banca Examinadora

Profa. Dra. Geise de Góes Canalez

Presidente

Universidade Federal do Amazonas

Profa. Dra. Antonia Ivanilce Castro da Silva

Membro Titular

Universidade Federal do Amazonas

Profa. Dra. Marciléia Couteiro Lopes

Membro Titular

Universidade Federal do Amazonas

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida e por colocar em meu caminho pessoas maravilhosas.

A meus pais, que edificaram e orientam minha vida em todos os sentidos.

Aos meus irmãos Aline, Vanessa e Bruno e minhas primas Andreza Dantas, Simonete Dantas pelo otimismo e apoio.

A minha orientadora Geise Canalez, responsável pelo recomeço.

A todos os professores que contribuíram com meu crescimento profissional e pessoal.

Aos colegas de curso, que dividiram comigo bons e maus momentos.

Aos meus amigos Jeovannis Fidelis, Keila Novaes, Mateus Muniz, Samy Cavalcante, Nilson Arcanjo, Rayme Souza.

*Quem dorme sonha, quem corre atrás realiza.
(Antônio velas)*

RESUMO

Na maior parte dos biomas brasileiros, o sistema de uso do solo exerce uma grande pressão sobre a cobertura vegetal, principalmente, a florestal. Essa pressão varia de intensidade em função da localização, do tipo de uso, da estrutura e tamanho das áreas utilizadas. As atividades antrópicas vêm potencializando a degradação por mudanças na cobertura e uso da terra. Para tanto, caracterizar os componentes de uso e cobertura do solo nos agroecossistemas utilizando imagens de satélites para a classificação manual de imagens de satélite do GoogleTM Earth Pro, com visitas in loco para aferir as classificações. A partir disso, caracterizaram-se, o uso e cobertura da terra nos agroecossistemas na área de estudo por meio do sensoriamento remoto para assim proceder com a descrição das categorias de uso e cobertura da terra com base nas técnicas utilizadas. Para cumprir os objetivos de analisar a dinâmica de uso das capoeiras em ambientes de roça nos agroecossistemas da Terra Indígena Tukuna Santo Antônio, no município de Benjamin Constant/AM. Como resultados foram descritas 13 categorias de uso contendo a imagem do local – amostra (Google Earth), a Tipologia – Classe, e os critérios para a interpretação visual. Foram gerados mapas para cada classe de cobertura e uso do solo com mosaico de imagens de satélite de julho/2017 que forneceram informações sobre a dinâmica, dando pistas no tempo e no espaço, do uso e ocupação do solo e atividades dos agricultores. Assim, observamos a mudança na vegetação nos polígonos mapeados e a representação das classes de cobertura e uso da terra. Ao analisar os resultados, pode-se observar que a classe em destaque foi a floresta (mata) 56%, em segundo capoeira antiga (13%), seguidas por capoeira em regeneração (12%) e nova (10%). Solo exposto (3%), capoeira derrubada (2%), capoeira queimada (2%) e roça (2%) são áreas afetadas pelo desmatamento da cobertura florestal, entretanto juntas somam menos de 10% do total da área da TI Santo Antônio.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Agricultura Amazônica; Manejo de Capoeiras; Componentes dos Agroecossistemas; Paisagens Amazônicas.

ABSTRACT

In most Brazilian biomes, the land use system exerts great pressure on vegetation cover, especially forest cover. This pressure varies in intensity depending on the location, the type of use, the structure and size of the areas used. Anthropogenic activities have been increasing degradation due to changes in land cover and land use. To do so, characterize the components of land use and land cover in agroecosystems using satellite images for manual classification of satellite images from Google™ Earth Pro with on-site visits to assess the classifications. From this, the use and land cover in the agroecosystems in the study area were characterized by remote sensing to proceed with the description of the land use and land cover categories based on the techniques used. In order to fulfill the objectives of analyzing the dynamics of use of scrub in farmland environments in the agroecosystems of the Tukuna Santo Antônio Indigenous Land, in the municipality of Benjamin Constant/AM. As a result, 13 categories of use were described, containing the image of the place - sample (Google Earth), the Typology - Class, and the criteria for visual interpretation. Maps were generated for each class of land cover and land use with a mosaic of satellite images from July/2017 that provided information on the dynamics, giving clues in time and space, of land use and occupation and farmers' activities. Thus, we observe the change in vegetation in the mapped polygons and the representation of land cover and land use classes. When analyzing the results, it can be observed that the highlighted class was the forest (forest) 56%, in second capoeira old (13%), followed by capoeira in regeneration (12%) and new (10%). Exposed soil (3%), felled forest (2%), burned forest (2%) and farmland (2%) are areas affected by the deforestation of forest cover, however together they add up to less than 10% of the total area of Santo Antônio Indigenous Land.

Keywords: Remote Sensing; Amazon Agriculture; Capoeiras Management; Components of Agroecosystems; Amazon Landscapes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Terra Indígena Tukuna Santo Antônio, município de Benjamin Constant/AM.	27
Figura 2. Mapa histórico da localização e delimitação da Terra Indígena Tukuna Santo Antonio.....	29
Figura 3. Esquema da classificação das áreas no mapeamento dos polígonos	32
Figura 4. Tela de inicialização do software gratuito de sensoriamento remoto e geoprocessamento <i>Google Earth</i>	34
Figura 5. Mapa índice de classificação de usos na Terra Indígena Tikuna Santo Antônio, Benjamin Constant/AM, 2020.	35
Figura 6. Mapa de classificação de usos na Terra Indígena Tukuna Santo Antônio, Benjamin Constant-AM, 2019.	36
Figura 7. Representação esquemática da estratificação da vegetação na área de estudo (2019).	38
Figura 8. Resultado do mapeamento da área da Terra Indígena Tukuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020.	40
Figura 9. Mapeamento de Cobertura e Uso do Solo na Terra Indígena Tikuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020. A. Moradia; B. Capoeira derrubada; C Capoeira nova; D. Capoeira queimada; E. Capoeira queimada; F. Roça; G. Capoeira em regeneração; H. Capoeira antiga; I. Floresta (Mata).....	45
Figura 10. Área Total por Classe de Cobertura e Uso do Solo na Terra Indígena Tikuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020.....	51
Figura 11. Número de Polígonos por Classe de Cobertura e Uso do Solo na Terra Indígena Tikuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020.	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tipologia das classes de cobertura de uso da terra na composição <i>RapidEye</i> e <i>Google™ Earth Pro®</i>	31
Quadro 2. Registros fotográficos e descrição das áreas de uso.....	37
Quadro 3. Definição das classes e tipologias de uso da terra da área de estudo de acordo com visitas a campo e composição disponível no <i>Google Earth Pro®</i> (2020).	41
Quadro 4. Resultados das classes de mapeamento de cobertura e uso da terra na Terra Indígena Tikuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020.	50

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 OBJETIVOS.....	16
1.1 Objetivo Geral	16
1.2 Objetivos Específicos	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Uso e ocupação do solo na Amazônia	17
2.2 Agroecossistemas Amazônicos, Agricultura Familiar e Conservação Ambiental.....	18
2.3 Importância do Sensoriamento Remoto para Estudo das Paisagens.....	22
2.4 Classificação Supervisionada das Imagens.....	24
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
3.1 Localização da Área de Estudo.....	27
3.2 Estratégia de Coleta dos Dados	30
3.3 Mapeamento das Áreas de Uso e Cobertura do Solo.....	30
3.4 Análises de dados	32
3.5 Descrições da elaboração das tabelas	32
3.6 Análises Estatísticas.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Descrição das Classes e Tipologias	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

INTRODUÇÃO

Na Amazônia, as paisagens são determinadas pelas interferências humanas nos ambientes, expondo uma dimensão temporal histórica milenar (BALÉE, 2014, NODA S. et al, 2012).

No sistema de produção da agricultura familiar amazônica as florestas têm papel fundamental. São manejadas por técnicas ancestrais de corte e queima da vegetação, sendo a regeneração da vegetação arbórea das áreas de cultivo, denominada capoeiras, e representam os vários estágios de regeneração natural (NODA, 2007, p. 7). Estas práticas estão baseadas em atividades de cultivos agrícolas, criação de animais, extrativismo (pesca, caça, coleta de sementes, de fibras, de cipós, de frutos). A vida amazônica está associada às florestas e articulada às águas e as terras.

Muitos agroecossistemas estão em centros de diversidade genética, contendo, populações de plantas cultivadas locais, variadas e adaptadas, bem como de parentes selvagens e silvestres destas diferentes espécies (NODA, 2007, p. 125), da macro e microfaunas (florestal, aquática e do solo), constituem-se essencialmente em repositórios in situ de diversidade genética (ALTIERI, 2004, p. 30).

Os agroecossistemas envolvem a ação humana (agro), as relações e interações ecológicas (eco), os fluxos e ciclos (sistema), a complexidades de vidas organizadas numa rede de relações interdependentes (NODA, 2015b; MATURANA e VARELA, 2001; CAPRA, 1996, p. 17). Desse modo, os agroecossistemas como unidade de estudo dá a condição de se ultrapassar a visão unidimensional e observar as múltiplas dimensões (ALTIERI, 2004, p. 23), onde ambiente e sociedade fundem-se num conjunto complementar, antagonista entre as noções de ordem, de desordem e de organização, numa rede organizada (NODA e MARTINS, 2013, p. 7; MORIN, 2005, p. 103).

Na maior parte dos biomas brasileiros, o sistema de uso do solo exerce uma grande pressão sobre a cobertura vegetal, principalmente, a florestal. Essa pressão varia de intensidade em função da localização, do tipo de uso, da estrutura e tamanho das áreas utilizadas. As atividades antrópicas vêm potencializando a degradação por mudanças na cobertura e uso da terra. Entretanto, estudos antropológicos vêm atestando que na Amazônia, as florestas são resultantes do uso humano por milhares de anos (SHOCK e MORAES, 2019).

Apesar de os estudos sobre o uso do solo e da vegetação em ambiente tropical, sobretudo na Amazônia brasileira, estar concentrado na determinação de taxas de desmatamento, e

impacto do uso humano ao longo do tempo (MORAN, 2000), a organização da paisagem pode ser revelada pelas técnicas de sensoriamento remoto. Estas podem ser ferramenta importante para demonstrar as estratégias de manejo e conservação das comunidades e populações humanas amazônicas, como apresenta os resultados de CANALEZ (2018), ao estudar agroecossistemas familiares, no município de Autazes/AM, baixo rio Madeira.

A detecção de mudanças no uso é decisiva para melhor compreensão da dinâmica das alterações na cobertura do solo. Neste sentido, o sensoriamento remoto, a fotointerpretação ou interpretação de imagens e o geoprocessamento digital de imagens de satélite assumem papel de grande importância, pois, permitem fornecer subsídios para a compreensão dos fenômenos ambientais, (MOREIRA, 2012).

O sensoriamento remoto (SR) é uma importante ferramenta para a melhor compreensão do espaço geográfico, pois ela é capaz de revelar muitos dados geográficos e até históricos concernentes aos espaços naturais e também sociais, como a distribuição das áreas florestais, o avanço do desmatamento, o crescimento das áreas urbanas, etc. Sendo muito utilizadas tanto para fins militares quanto para pesquisas científicas, ações de planejamento governamental, previsões meteorológicas, entre outras funções, (ROSAS, 2003).

Segundo Rosa (2003) os sistemas de informação geográfica e o uso de geotecnologias aplicadas aos dados de sensoriamento remotos gerados por diferentes sensores são ferramentas de grande relevância para o levantamento, mapeamento e monitoramento e gestão dos recursos naturais existentes em uma determinada área de estudo, como por exemplo, no contexto de bacias hidrográficas.

Neste estudo essas ferramentas foram utilizadas, optando-se por realizar o mapeamento sobre imagens de alta resolução do satélite, dada a pequena extensão da área de estudo e a necessidade de detalhamento, esperando-se, assim, resultados de cálculos de área mais precisos em relação às classes de uso e cobertura do solo.

Uma das principais práticas do SR está associada ao seu uso na Agricultura, em virtude dessa tecnologia possuir um grande potencial por meio dos sensores e sistemas integrados obtendo diversas informações como: estimativa da área plantada, saúde das plantas e culturas, detecção de pragas na plantação e observação do processo produtivo, contagem de plantas e análise de cobertura do solo.

Os estudos sobre a organização das áreas de uso e de cobertura do solo são importantes para que se possa avançar nos conhecimentos científicos sobre as estratégias de conservação

florestal adotada pelos agricultores familiares. Para tanto, existem diversos programas computacionais para a manipulação de imagens de satélite e sensoriamento remoto pagos e livres. Neste trabalho, a estratégia foi utilizar a ferramenta *GoogleTM Earth Pro*, plataforma livre acesso, disponível na rede mundial de computadores. Essa escolha vem de encontro à necessidade de otimizar o tempo, já que não se tinha habilidades técnicas anteriores para o aprendizado e capacitação em softwares mais complexos.

Além dos padrões mais contrastados de ecossistemas encontrados na Amazônia brasileira matas, cerrados, campinas, ocorrem diversificações sutis na composição biótica do grande contínuo florestal regional. Trata-se de transições complexas, compreensíveis quando ocorrentes do centro para as periferias extremas, porém mais difícil de ser entendidas quando incidentes nas próprias da Amazônia.

As técnicas utilizadas pelos agricultores nos fazem refletir sobre os agroecossistemas, a forma como trabalhamos para o bem comum, trabalhar com este tipo de técnica requer conhecimento específico para não denegrir a paisagem.

Diante disso, este trabalho teve por objetivo estudar os padrões de uso e cobertura do solo em agroecossistemas familiares, por meio do sensoriamento remoto, qualificando os componentes que fazem parte dos agroecossistemas a partir da classificação não supervisionada de imagens de satélite e visitas *in loco*.

Identificar as estratégias de conservação dos agricultores permitiu compreender a importância das táticas familiares na reconstrução do modo de vida no campo, favorecendo ainda a visualização e interpretação dos processos de tomada de decisão sobre as estratégias de conservação da agrobiodiversidade, na ótica de uma concepção dinâmica e ativa e como resultado de um conjunto de relações e de ações que se modificam no tempo.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Analisar os padrões de uso e cobertura do solo em agroecossistemas familiares por meio do sensoriamento remoto em comunidades no município de Benjamin Constant/AM.

1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os componentes de uso e cobertura do solo nos agroecossistemas utilizando imagens de satélites e visitas *in loco*;
- Mapear os componentes de uso e cobertura do solo nos agroecossistemas utilizando a classificação não supervisionada de imagens de satélite do *Google™ Earth Pro*;
- Descrever as categorias do uso e cobertura da terra da área de estudo com base nas técnicas utilizadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso e ocupação do solo na Amazônia

O padrão tradicional da ocupação e uso da terra brasileiro vem sendo aplicado na Amazônia e tem levado a um aumento significativo e perigoso do desmatamento, sendo este um fato de natureza bastante complexa, que não pode ser atribuído a um único fator (ALENCAR et al., 2004).

As questões mais urgentes em termos da conservação e uso dos recursos naturais da Amazônia dizem respeito à perda, em grande escala, de funções críticas da floresta como a regulação hidrológica e balanço de carbono atmosférico, que impactam todo o país.

O avanço do desmatamento, estão ligados às políticas de desenvolvimento da região, tais como especulação de terra ao longo das estradas, crescimento desordenado das cidades, aumento dramático da pecuária bovina, exploração madeireira e agricultura (mais recentemente a agricultura mecanizada), principalmente ligada ao cultivo da soja e algodão (ALENCAR et al., 2004; FEARNSTIDE, 2003, LAURANCE et al., 2004).

Esse aumento das atividades econômicas em larga escala sobre os recursos da Amazônia legal brasileira tem aumentado drasticamente a taxa de desmatamento que, no período de 2002 e 2003, foi de 23.750 km², a segunda maior taxa já registrada nessa região, superada somente pela marca histórica de 29.059 km² desmatados em 1995 (Inpe, 2004). A situação é tão crítica que, recentemente, o governo brasileiro criou um Grupo Interministerial (MMA, 2004).

Isto está associado aos aspectos como os eventos climáticos extremos ocorridos recentemente em um intervalo de tempo restrito, eventos estes representados pelas duas maiores cheias já registradas na microrregião em 2009 e 2012, alternadas pelas duas secas mais intensas, 2005 e 2010, levando-se em conta as médias anuais dos últimos cem anos. MARTINS (2016. P.17).

Destacam-se ainda as transformações em curso no rural, em especial, ao caráter familiar da agricultura familiar e seus reflexos nas estratégias de reprodução das famílias da microrregião. Como sustenta Carneiro (2008, p. 258), a família apresenta uma estrutura flexível, plástica, passível de incorporar novos valores e criar novas percepções e práticas. Giddens (2011, p.28) chama atenção a estas transformações “[...] no modo como pensamos sobre nós mesmos e no modo como formamos laços e ligações com outros” e enfatiza a família, o trabalho e a tradição como instituições que sofreram e vêm sofrendo profundas mudanças em

seus significados, “[...] uma mudança de nossas próprias circunstâncias de vida”. Portanto, compreender a importância da agricultura familiar na conservação da agrobiodiversidade implica repensar necessariamente a instituição social família no contexto da agricultura familiar.

A variação espacial das unidades de paisagem nos agroecossistemas, por sua vez, está sujeita a alterações a cada período de inundação, aspecto fundamental aos agricultores por ocasião das decisões sobre onde, quando, quanto e o que plantar. Ao analisar uma paisagem, tanto no real como a partir de imagens de satélite, a menor fisionomia elementar observável corresponde ao componente ou unidade da paisagem (GUILLAUMET et al., 2009, p.47). Essas unidades acrescentam os autores, são elementos cuja fisionomia dão informações sobre sua funcionalidade, além de fornecerem sinais indicadores de tendência de dinâmicas das paisagens. Assim, cada paisagem representa um percentual dos componentes constituintes-composição e um arranjo particular dos componentes em conjunto-configuração (LAQUES et al., 2013, p.21).

2.2 Agroecossistemas Amazônicos, Agricultura Familiar e Conservação Ambiental

A ação do homem no ambiente como uma realidade viva, compreende a perspectiva sistêmica, isso significa reconhecer, na complexidade, na globalidade e na interatividade do ambiente e seres humanos, a existência de “sistemas”, ou seja, de “conjuntos de elementos em interação formando entre eles uma totalidade” (OLLAGNON, 1997; MORIN, 2012).

Nesse sistema, o ciclo das águas condiciona as atividades dos habitantes das várzeas e nos demais ecossistemas é um comando da vida (PINEDO-VASQUEZ e SEARS, 2011), direcionando o uso do solo e os elementos das paisagens. De acordo com Kates et al. (1990) essas paisagens são “aspectos da biosfera que podem ser efetivamente examinados in loco” e, expõem as dinâmicas entre as diferentes partes, como resultado dos ciclos biogeoquímicos e do fluxo de energia entre eles (WESTERN, 2001, p. 5458).

Em relação às florestas e a qualquer tipo de vegetação, o solo é constituído pelo fator do ecossistema de abastecimento de água e nutrientes, ou seja, a disponibilidade está na dependência do clima, do relevo, dos processos físicos do solo, da matéria orgânica disponível, dos micro-organismos existentes e na qualidade química dos minerais do solo. (SANTOS et al, 2010).

Na Amazônia, essa (inter)ação destaca-se pela diversidade de espécies e pela imensa vegetação primária e secundária, reconhecidamente, promovidas pela ação antrópica e dentro desses ecossistemas, os agricultores atuam em áreas de capoeira, conduzindo suas roças e roçados, que proporcionam o alimento à família, (citar).

Os agroecossistemas de acordo com Canalez (2018) são unidades de produção familiares que contêm de áreas de cultivo e pousio (capoeiras), cultivos agrícolas e florestais - sítio, quintal, terreno -, matas e florestas de várzeas e de terra-firme, cursos de água, nascentes, lagos, rios. Ainda, a mesma autora afirma que “a floresta é um componente permanente nas unidades familiares de produção, sendo uma área fonte onde a flora e a fauna é manejada, garantindo, ainda, o acesso aos bens comuns, regulado pelo próprio processo de conservação”, (CANALEZ, 2018, p. 181).

As roças e roçados são instalados em áreas abertas na vegetação primária (floresta ou mata) ou secundária (capoeiras antigas), em diferentes estádios de regeneração. Nestas áreas, os agricultores familiares preparam a terra por meio de técnicas ancestrais de manejo do solo (corte-queima-coivara). Após estes processos cultivam espécies de ciclos curtos (feijões, jerimums, melancias, etc.) e de ciclos médios (mandiocas, macaxeiras, mamão e bananas), cujas espécies são cultivadas em “miscelânea” ou como cultivos solteiros (mandiocas), e após alguns ciclos de cultivo são deixados em pousio (CANALEZ, 2018; DACIO, 2017; MARTINS, 2016; NODA, 2012).

No processo de manejo das capoeiras, a queima é uma técnica para elevar os teores de nutrientes no solo. As cinzas têm a finalidade de elevar o pH e disponibilizar minerais como fósforo, potássio e nitrogênio para atender às demandas nutricionais das plantas cultivadas. Por outro lado, a queima gera impactos no solo, como a mortalidade da macrofauna. Apesar disso, a queima da vegetação mantém a produção do solo por um período de três a quatro anos, ou o equivalente a um ciclo de produção. (MARTINS, 2005).

O ciclo produtivo varia de dois a três anos, alternado com o pousio, às vezes, da ordem de dez anos. De acordo com Mazoyer e Roudart (2010), pode durar “entre dez e várias dezenas de anos, as variações podem acontecer entre 10 e 50 anos, dependendo de cada caso”. Noda (2000) em sua pesquisa de campo na comunidade de Novo Paraíso, Benjamin Constant/AM, relatou:

[...] as Capoeiras enquanto formações vegetais quando nos primeiros estágios de sucessão ecológica, onde a biomassa é composta por gramíneas não são utilizadas na sua totalidade. Nessas, é utilizada a técnica de pousio melhorado

onde são plantadas fruteiras para uso familiar, tendo em vista que o descanso destas áreas será prolongado. Para os moradores de Novo Paraíso são necessários 10 anos para a área adquirir os componentes necessários, (presença de árvores com diâmetro de até 20 centímetros) com características aproximadas das áreas de Mata Virgem... (NODA, 2000, p. 140).

O tempo de pousio é muito importante, sendo que a redução desse tempo pode acarretar a necessidade de um excessivo número de capinas durante um período de cultivo, a redução da fertilidade do solo, a queda da produtividade agrícola e maiores custos de produção (NEPSTAD; MOUTINHO e MARKEWITZ, 2001; NODA, 2007).

A vegetação secundária contribui com a recuperação da fertilidade do solo na agricultura amazônica (MARTINS, 2005). A importância da vegetação secundária para a ciclagem de nutrientes permite a estabilidade do rendimento agrícola na Amazônia, discutem JUO; MANA (1996) e SZOTT et al. (1999).

Ainda, a essa vegetação, por meio das raízes, melhora as relações de estrutura do solo, umidade e ciclagem de nutrientes. Segundo Odum (1988), parte dos nutrientes está alocada na biomassa e não no solo, e retorna ciclicamente dentro da estrutura orgânica do sistema. Com isso mostra que a matéria orgânica é fonte de nutrientes para as plantas e para a manutenção da sustentabilidade dos ecossistemas.

Ademais, o sombreamento das árvores proporciona microclima ameno e o acúmulo de material vegetal. Esse componente denominado serapilheira, por sua vez, dá cobertura ao solo protegendo da erosão laminar e, quando decomposta, torna-se importante fonte de matéria orgânica. Quando as folhas e outros componentes da parte aérea caem estes por sua vez, irão formar a serapilheira constituindo-se como parte importante do mecanismo de ciclagem de nutrientes da fitomassa vegetal para o solo. De acordo com De Andrade et al. (1999), são inúmeros fatores que afetam a quantidade de resíduos que caem da parte aérea das plantas, dentre eles destacam-se, o clima, o solo e as características genéticas das espécies, a idade das florestas e a densidade das plantas.

Outra função importante da vegetação secundária é o estabelecimento da conectividade entre os remanescentes florestais e a ‘mata virgem’, podendo ter efeitos positivos para a manutenção da biodiversidade (STOUFFER et al., 2006). De acordo com Canalez (2018), o sistema de manejo capoeiras no Amazonas consiste em manter áreas com diferentes tempos em pousio e espaços de uso adjacentes às extensões de ‘mata virgem’.

[...] A manutenção da floresta nas áreas adjacentes às capoeiras é condição para o processo de evolução evidenciado: roça – capoeira – capoeira antiga –

mata. As florestas como componente permanente nos agroecossistemas são áreas fonte: propágulos para a regeneração da vegetação florestal e manutenção dos seus dispersores das micro e macrofaunas, (CANALEZ, 2018, p. 98).

Isso promove um aporte substancial no banco de plântulas, banco de sementes e presença da fauna responsável pela manutenção das florestas. Os estudos florísticos e fitossociológicos tem um papel importante na elaboração de estratégias para a conservação da biodiversidade, para a compreensão de como se dá à coabitação de algumas espécies em uma determinada área (CESÁRIO, 2002).

Sob o ponto de vista ecológico, a vegetação secundária, melhora as relações de estrutura do solo, umidade e ciclagem de nutrientes, através das raízes. O sombreamento das árvores fornece um microclima ameno e o acúmulo de serapilheira, proporciona cobertura ao solo e, quando decomposta, torna-se importante fonte de matéria orgânica para as práticas das agriculturas (BALÉE, 2014).

As características estruturais das formações secundárias resultantes de perturbações antrópicas dependem de vários fatores além da interação entre as espécies. O histórico de uso da área, o nível de perturbação na área, as condições químicas e físicas do solo, o banco de sementes do solo, são exemplos (GUARIGUATA e OSTERTAG, 2001; LIEBSCH et al, 2008).

Essa cobertura vegetal da regeneração tem funções relevantes para os ecossistemas, tais como a fixação de carbono atmosférico, a manutenção da biodiversidade, o estabelecimento da conectividade entre remanescentes florestais, a manutenção dos regimes hidrológicos e a recuperação da fertilidade do solo. Esse tipo de sistema é a base da produção de alimentos de grande parte das famílias dos agricultores familiares que vivem nessa região (NODA S. et al, 2012).

O manejo na agricultura tem um grande papel na fertilização do solo, pois ao utilizar o corte e queima da biomassa vegetal como técnica de manejo, está sendo disponibilizado, por meio das cinzas, nutrientes que colaboram para a correção da acidez do solo e servem como fertilizantes naturais para os cultivos agrícolas (JUO e MANU, 1996; MARTINS, 2005).

De qualquer modo, a capoeira é usada como fonte de nutrientes e matéria orgânica para o solo, mesmo quando em sistemas de produção alternativos "agricultura sem queima" (KANASHIRO e DENICH, 1998). Nessa técnica de manejo, as capoeiras são enriquecidas com espécies lenhosas de crescimento rápido e outras espécies leguminosas.

Nas capoeiras submetidas ao manejo com queima, são executadas práticas agrícolas, resultantes de contribuições significativas das técnicas adotadas pelas populações indígenas e voltadas, primeiramente, à sobrevivência. De acordo com Altieri (1989), as técnicas utilizadas pela agricultura na Amazônia,

[...] tem permitido, durante séculos, o atendimento das necessidades básicas de sobrevivência das populações sob condições de ambientais adversas como solos deficientes, áreas secas ou propensas a inundações, com recursos escassos, sem depender de mecanização, pesticidas ou fertilizantes químicos. (ALTIERI, 1989, p. 37).

Sendo que,

[...] algumas das espécies arbóreas estão adaptadas à atividade humana de queimar e cortar árvores, sugerindo-se que essas ocupações poderiam ter começado a mudar as características da floresta. (SHOCK e MORAES, 2019, p. 265).

As características principais da agricultura tradicional são manejo de capoeiras, elevado nível de diversidade de espécies cultivadas nas roças, consorciada e a adoção de sistemas de descanso do solo da área cultivada, denominado pousio, (NODA H.; NODA S. e AZEVEDO, 1995).

O período de pousio, além do ‘descanso do solo’, funciona como controlador de pragas e doenças dos cultivos agrícolas, do controle de ervas daninha que infestam as áreas cultivadas. No entanto, em regiões com alta densidade populacional e uso intensivo da terra, o período de pousio da vegetação tende a ser cada vez menor, (BRIENZA JUNIOR et al., 1998).

Portanto, o manejo de capoeiras, na agricultura familiar amazônica é uma forma de reprodução dos processos ecológicos naturais, podendo ser observados nas práticas dos agricultores na Amazônia (BALEÉ, 2013).

2.3 Importância do Sensoriamento Remoto para Estudo das Paisagens

Inicialmente, pode-se afirmar que o Sensoriamento Remoto (SR) trata da aquisição de dados de um objeto ou cena por um sensor que está distante dos alvos. Fotografias aéreas, imagens de satélites e radares são exemplos de produtos gerados a partir de dispositivos remotamente sensoriados (FREIRE e PACHECO, 2004). A energia registrada por esses instrumentos apresenta interações fundamentais entre os alvos e os sensores (propriedades bio-físico-químicas dos alvos, atmosfera, etc.) que devem ser modeladas para a correta extração de informações obtidas por meio de dados de Sensoriamento Remoto (JENSEN, 2009).

Segundo Novo (1998),

[...] sensoriamento remoto é o uso de informações sobre objetos ou fenômenos sem que haja contato direto entre eles. Os sensores seriam os equipamentos capazes de coletar a energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal possível de ser registrada e apresentá-la em forma adequada à extração de informações, (NOVO, 1998, p. 09).

Esta técnica traz possibilidades de monitoramento de ambientes, gerando informações que podem ser utilizadas inclusive nas escolas, em várias das disciplinas, ou, de preferência, em trabalhos interdisciplinares.

A disponibilidade atual de dados de sensoriamento remoto em várias resoluções temporais, espaciais e espectrais, inclusive com dados históricos de quase 30 anos, para o caso do sistema sensor TM/Landsat, permite propor o desenvolvimento de metodologias para monitorar e compreender sistemas ambientais que façam uso dessa tecnologia (DI PACE, 2008).

O sensoriamento remoto como uma técnica da geografia, vem ao longo dos anos auxiliando na compreensão e na distribuição espacial dos dados e fenômenos que ocorrem no espaço. Devido a ampla disponibilidade de sistemas de informações geográficas (SIG) em softwares, plataformas web e aplicativos de smartphones de fácil manuseio e a custo acessível ou disponibilizados de maneira gratuita, é permitido que profissionais de outras áreas e, mesmo o público leigo, faça o uso desta técnica (FERREIRA et al., 2008).

Os resultados do uso dessa metodologia precisam ser, entretanto, aferidos com dados de campo que permitam avaliar o grau de melhoria que a incorporação da mesma traz à compreensão do problema. Vale ressaltar que, devido à especificidade dos problemas em estudos desta natureza, a incorporação de SR não é operacional. Há ainda um grande número de desafios metodológicos a serem vencidos antes que a tecnologia de sensoriamento remoto possa ser utilizada rotineiramente em estudos dessa natureza. Dentre as limitações operacionais ao uso de dados de sensoriamento remoto pode-se destacar a frequência de aquisição de dados face à dinâmica dos sistemas aquáticos e a obtenção de imagens livres de cobertura de nuvens (CUNHA et al., 2012).

Diante dessa perspectiva, as tecnologias geoespaciais vêm dando as pessoas que trabalham com sensoriamento remoto certa autonomia e segurança ao fornecer dados com apreciável precisão, sem a necessidade de estar presente em locais afastados ou em longas incursões de campo. Os técnicos do sensoriamento não precisam carregar papéis ou revistas

com informações sobre as rotas e caminhos a serem percorridas, pois as geotecnologias trazem isso de forma mais precisa e de forma prática, fácil manuseio e custos acessíveis (MENEZES e ALMEIDA, 2012).

Vale ressaltar que, a plataforma mais utilizada, quando se diz respeito ao acervo de mapas e informações georeferenciadas de locais de interesse, para rápida visualização, é o pacote *Google Maps e Google Earth*. Esses programas estão disponíveis tanto na forma de aplicativo para celular, quanto na versão de *site on line* acessada por computadores. A plataforma pode ser utilizada para o planejamento de rotas, avaliação de recursos hídricos, aquisição de informações geográficas, verificação de distância percorrida entre os pontos de interesse, criação de polígonos de área, verificação de padrões de uso do solo (ARAÚJO, 2010).

2.4 Classificação Supervisionada das Imagens

A classificação supervisionada é utilizada quando se tem algum conhecimento sobre as classes na imagem, quanto ao seu número e pontos, ou seja, na imagem representativos destas classes. Antes da fase de classificação, o analista obtém as características das classes, por exemplo, média e variância de cada classe, que foram utilizadas como termos de comparação na classificação, fase denominada de treinamento.

A classificação supervisionada é o procedimento utilizado no sensoriamento remoto para quantificar os dados da imagem de satélite. Neste processo os pixels da imagem em uma imagem de forma representam os tipos específicos de cobertura terrestre, ou classes que são conhecidas a priori (BARBOSA, 2009).

O sistema de processamento de imagens é então usado para desenvolver uma diferenciação estatística das refletâncias para cada classe de informação. Este processo é frequentemente chamado de análise de assinaturas e pode envolver o desenvolvimento de uma caracterização simples quanto a média ou o intervalo de reflectâncias em cada banda, ou tão complexo como análises detalhadas da média, variâncias e covariâncias em todas as bandas.

O ramo de estudo é o sensoriamento remoto que, de acordo com INPE (2019), se dá por meio da utilização de imagens de satélite como matéria prima para a produção de mapas através de computadores e softwares especializados, possibilita uma gama enorme de análises espaciais e temporais.

Como o ambiente sofre alterações constantes pela ação antrópica, a interpretação de imagens de satélite é uma fonte direta para determiná-la a dinâmica dos processos envolvidos

em tais alterações. Neste sentido, a fotointerpretação e o geoprocessamento digital de imagens de satélite assumem papel de grande importância, pois, permitem fornecer subsídios para a compreensão dos fenômenos ambientais, além da possibilidade de planejamento em situações distintas, como por exemplo, no planejamento urbano (MOREIRA, 2012).

A área de estudo será observada de acordo com o ciclo sazonal e de produção em ambientes de capoeira. A finalidade é a de realizar a caracterização das áreas de uso por meio do sensoriamento remoto.

O sensoriamento remoto permite o estudo de processos naturais que ocorrem na superfície terrestre em diversas escalas espaciais e temporais.

A ideia do mapeamento de uso e ocupação da terra é baseada na interpretação visual da imagem de satélite com a finalidade de identificar o uso dos recursos naturais pela ação antrópica e as áreas preservadas. Para realizar o mapeamento, o método de máxima verossimilhança é utilizado na classificação de imagens orbitais, considerando a ponderação das distâncias das médias a partir de parâmetros estatísticos e promove um número elevado de pixels para cada conjunto de amostras, preferencialmente acima de uma centena, a fim de fornecer uma base segura para o tratamento estatístico (CRÓSTA, 1992).

O método do paralelepípedo é um classificador que considera uma área, na forma de quadrado ou paralelepípedo, onde são identificados valores mínimos e máximos dos histogramas dos padrões de classes em cada banda espectral. Um pixel só será classificado como pertencente a uma determinada classe se o valor do seu nível de cinza estiver entre os valores máximos e mínimos das amostras, em cada banda espectral selecionada para classificação (RIZZI, 2004 apud BARBOSA, 2009, p. 80).

O emprego de imagens de sensoriamento remoto orbital no mapeamento e monitoramento do uso da terra, especialmente quando envolve grandes áreas, tem sido aprimorado no uso de técnicas de interpretação visual. Em alguns casos esse procedimento envolve grande consumo de tempo e promove a participação de vários especialistas nas suas diferentes etapas. Um exemplo são os levantamentos conduzidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE (TARDIN e CUNHA, 1989; INPE, 1996) sobre desflorestamento na Amazônia.

Portanto, a classificação abrange definir os tipos de cobertura, amostrar e criar assinaturas dos pixels considerados da mesma classe para assim, aplicar o método de

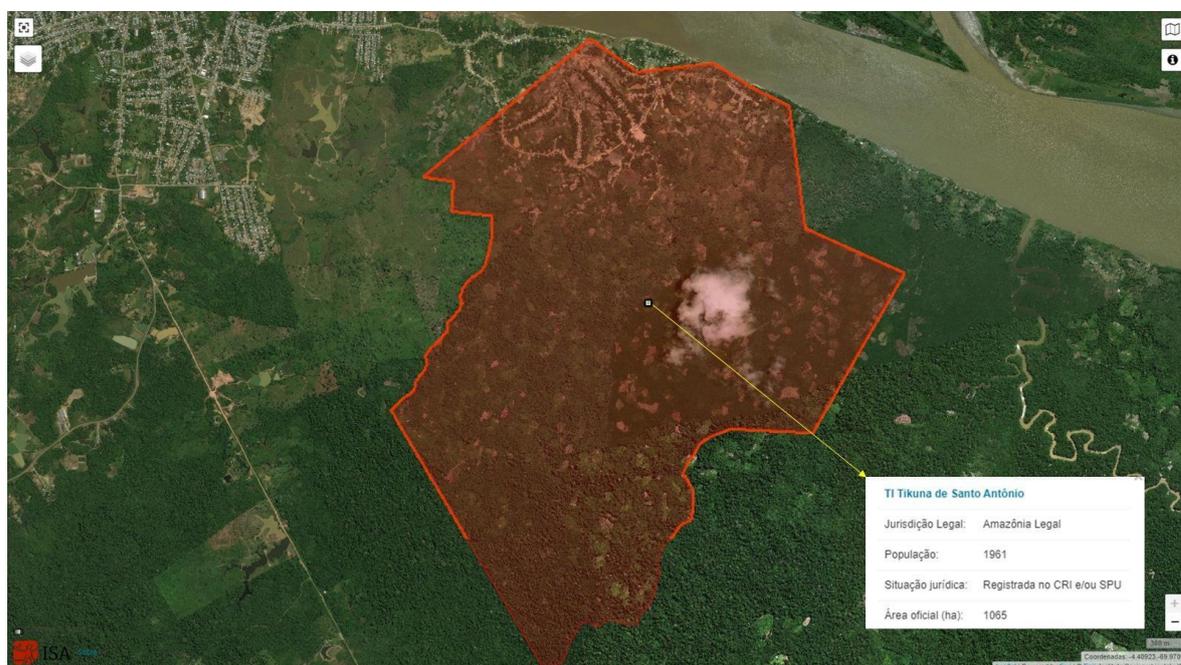
classificação de probabilidade máxima e, por fim, realizar a filtragem e refinamento dos agrupamentos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Localização da Área de Estudo

A área de estudo é a Terra Indígena Tukuna Santo Antônio localizada próximo à sede do município de Benjamin Constant-AM, a cerca de 4 km por via fluvial a partir do porto da cidade e, é possível também acesso por via terrestre, aproximadamente, 3,5 km, partindo do mesmo ponto, (Figura 1).

Figura 1. Localização da Terra Indígena Tukuna Santo Antônio, município de Benjamin Constant/AM.



Fonte: ISA (2019).

Reconhecida pelo DECRETO Nº 311, DE 29 DE OUTUBRO DE 1991, que homologa a demarcação administrativa da Área Indígena Tikuna de Santo Antonio, no Estado do Amazonas.

Nesta Terra Indígena estão inseridas as comunidades: Filadélfia, Santo Antônio, Porto Cordeirinho, Bom Caminho I e II, Bom Jardim, Santa Rita, totalizando cinco comunidades, com população estimada em 1961 habitantes (FUNAI, 2019; ISA, 2019).

De acordo com FUNAI (2019), possui área de 1065 hectares, sendo esta, caracterizada pela extensa vegetação secundária (capoeiras), utilizada pelos agricultores familiares para produzir variedades de espécies para consumo e venda, além das áreas de moradia e acesso (ruas, estradas, ramais).

Diante da complexidade das técnicas do mapeamento, não foi objetivo deste trabalho proceder com a descrição da história ambiental e do histórico de uso das áreas, ainda que esses levantamentos devam ocorrer sempre que possível para análises mais aprofundadas de dinâmica de paisagem.

3.1.1 Breve Histórico da Terra Indígena Tikuna Santo Antonio

O primeiro grupo de trabalho da FUNAI enviado em 1982 propôs uma única arca para as anuais terras indígenas de Lauro Sodré, Santo Antônio e Porto Espiritual, a qual foi desmembrada em 1964 (ver Al Lauro Sodré).

No ano de 1984, um segundo GT da FUNAI, ao discutir a situação dos habitantes da aldeia de Santo Antônio como se capitão, chegou a propor a saída dos índices de área (TAFUR; Relatório de viagem, 11/06/1994), argumentando problemas causados pela proximidade da cidade de Benjamin Constant.

O principal obstáculo no processo de demarcação de Santo Antônio foi a sua ocupação parcial por grandes proprietários (madeireiros e fazendeiros). De acordo com o relatório do GT da Funai, este problema foi contornado quando os índios após a explanação do GT sobre as dificuldades encontradas para a definição e delimitação de suas terras, considerando a presença dos não- índios que os circundam, com o intuito de solucionarem, de uma vez por todas, o impasse relativo à legalização de suas terras pela Ação democrática da FUANI.

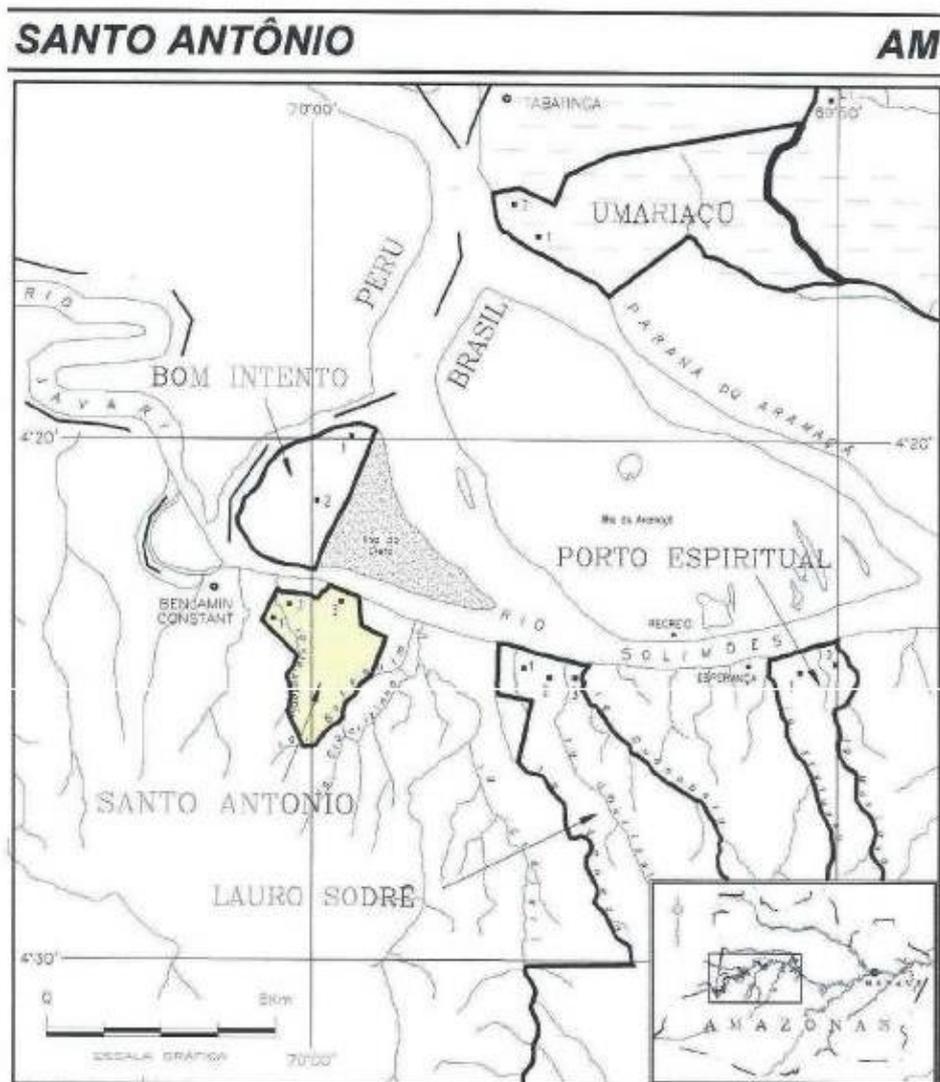
Situação Fundiária

A Terra é bastante próxima a sede municipal de Benjamin Constant, cujo acesso se faz facilmente por terra, aproximando muitos moradores desta área a cidade (escolas, comércio, etc.). Próximo aos limites da terra haviam três serrarias, duas delas desativadas em 1996, após uma maior fiscalização do Ibama. Devido à proximidade do perímetro urbano, questões que envolvem a ocupação de não indígenas nos limites da TI Santo Antonio, são visivelmente constatados, além disso, movimentos de negação ao caráter indígena da terra também vêm sendo observado.

Nesta TI, existem três comunidades indígenas Ticuna organizadas: Bom Caminho, Filadélfia e Porto Cordeirinho. Em 1998 a população era de cerca de 2000 habitantes, sendo Filadélfia a comunidade mais populosa com aproximadamente 50% desta população. (ATLAS DAS TERRAS TICUNAS, 1998, p. 2-3).

A TI Santo Antônio encontra-se na margem direita do rio Solimões, o Conselho de Segurança Nacional retardou, especialmente durante os anos de 1987\91, o processo de regularização dessas áreas e das demais da região. O argumento alegado foi a incidência na faixa de fronteira, o que levou a necessidade de criação de uma nova figura jurídica para algumas áreas Ticunas do Alto Solimões.

Figura 2. Mapa histórico da localização e delimitação da Terra Indígena Tukuna Santo Antonio.



Grupo indígena: Ticuna

Município: Benjamin Constant

População: 1586 (CGTT, 1998)

Situação atual: A área foi registrada no cartório da comarca, mas o DPU pediu através da FUNAI que fosse realizada uma averbação ao registro onde constasse que esta destina-se ao usufruto do grupo ticuna. Requerida em maio de 1996, não foi ainda realizada.

3.2 Estratégia de Coleta dos Dados

A estratégia da pesquisa de campo foi o estudo de caso (YIN, 2015), por admitir a combinação de várias técnicas de investigação permitindo pesquisar áreas em que os limites não são bem definidos no contexto do real (YIN, 2015, p. 15).

Para caracterizar os componentes de uso e cobertura do solo nos agroecossistemas da área de estudo utilizou-se imagens de satélites por meio do sensoriamento remoto e visitas *in loco* para a realização de um diagnóstico rápido de uso do solo. Nesta etapa, foram realizadas prospecção e reconhecimento da área de estudo com visitas a campo, além de junto com os agricultores foram percorridas áreas de uso, componentes sendo anotados os relatos em caderno de campo¹.

Nesse processo foi realizada a ‘trilha cultural’ que é uma técnica onde a pesquisadora foi conduzida pelos sujeitos da pesquisa - principais informantes escolhidos (ALBUQUERQUE, LUCENA e ALENCAR, 2010; NODA S. e MARTINS, 2013). Com esta técnica, dados e informações sobre os locais de uso, os componentes da paisagem foram levantados, georreferenciando com uso do GPS os pontos de localização desses componentes (curso d’água, vegetação, cultivos, infraestrutura, estágio da cobertura florestal, ente outros), identificados pelos agricultores.

Para o registro dos dados do trabalho, foram utilizados equipamentos e materiais como: prancheta e caderno de campo para anotações pertinentes as áreas amostradas; terçado para abertura das trilhas; pincel e marcadores permanentes para identificação; sacos plásticos para transporte de material; fita métrica e trena para medida das parcelas; aparelho celular para registro fotográfico e áudio; bússola para direcionamento das parcelas – azimute; aparelho de GPS para registro das coordenadas geográficas.

3.3 Mapeamento das Áreas de Uso e Cobertura do Solo

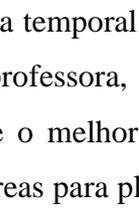
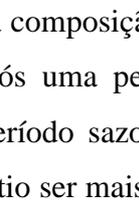
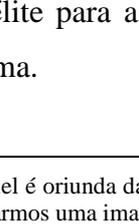
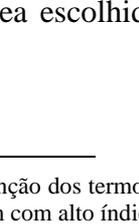
Para o mapeamento das áreas de uso por meio do sensoriamento remoto foi utilizado o software gratuito *Google™ Earth Pro*, versão 2019, escolhido por ser de fácil acesso, utilizado no computador e/ou no aparelho celular e, simples para a utilização e manipulação. Para tanto, foi realizado uma capacitação como condição para a manipulação da ferramenta de análise de dados aeroespaciais escolhida.

¹ O campo foi realizado no 2º semestre de 2019, durante as atividades da elaboração do projeto e execução (TCC D).

A partir disso, procedeu-se com o mapeamento por meio do sensoriamento remoto, através da técnica classificação supervisionada das imagens, sendo as delimitações das áreas realizadas manualmente, em acordo com Bueno Machado e Neves (2017), que estabeleceram um referencial de tipologias de classes de cobertura e uso da terra em composição *RapidEye* e *Google Earth*. Essa técnica requer processos visuais de manipulação do software *Google™ Earth Pro*, considerando a associação de cada pixel² da imagem a um “rótulo” descrevendo um objeto real (vegetação, solo, etc.).

Para tanto foi estabelecida uma tabela de tipologias das classes de cobertura de uso da terra conforme a análise das paisagens da área de estudo, segundo estabelecido por Bueno Machado e Neves (2017), (Quadro 1).

Quadro 1. Tipologia das classes de cobertura de uso da terra na composição *RapidEye* e *Google™ Earth Pro*®.

Tipologia	Amostra (RapidEye)	Amostra (Google Earth)	Padrão	Descrição
Solo exposto			Textura: lisa Formato: irregular/regular Cor: magenta	Áreas de solo exposto. São incluídos nessa classe também os afloramentos rochosos.
Vegetação Rasteira			Textura: lisa ou rugosa Formato: regular/irregular Cor: verde claro	Áreas com vegetação de pequeno porte, gramíneas e vegetação arbustiva. Inclui regiões em estágios iniciais de regeneração.
Área Construída			Textura: rugosa/lisa Formato: regular Cor: magenta	Regiões relacionadas à antropização e impermeabilização do solo. Estão incluídas: áreas urbanas, estradas, construções em áreas rurais, etc.
Vegetação Arbórea			Textura: rugosa Formato: irregular/regular Cor: verde claro/escuro	Estrato arbóreo pouco alterado ou inalterado, composto por vegetação natural.
Água			Textura: lisa Formato: irregular Cor: azul escuro	Representada pelos corpos d'água existentes na região. Inclui reservatórios, rios, lagos naturais e lagos artificiais.

Fonte: Bueno Machado e Neves (2017).

A escolha temporal da composição de imagem de satélites a serem utilizadas seguiu a orientação da professora, após uma pesquisa na base de dados do *Google™ Earth Pro*, verificou-se que o melhor período sazonal seria o da seca pelo histórico de atividades de preparação de áreas para plantio ser mais evidente. Ainda, devido a resolução e condições das imagens de satélite para a área escolhida, utilizaram-se o mosaico de julho/2017 obtido na própria plataforma.

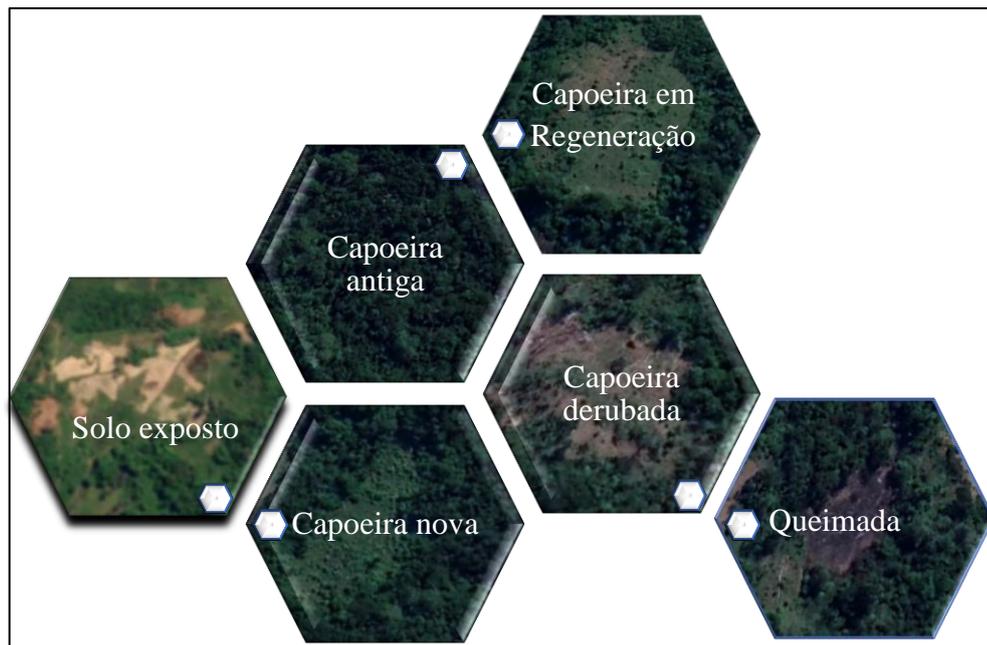
² Pixel: A palavra pixel é oriunda da junção dos termos *picture* e *element*, formando, ao pé da letra, a expressão elemento de imagem. Ao visualizarmos uma imagem com alto índice de aproximação, é possível identificar pequenos quadrados coloridos nela, que, somados, formam o desenho completo.

3.4 Análises de dados

3.4.1 Descrições da elaboração das tabelas

A princípio gerou-se o mapa identificando as classes do trabalho através de análises visuais, observamos e classificamos depois disso, a tabela foi sendo elaborada coletando dados de cada polígono seguindo uma lógica da paisagem.

Figura 3. Esquema da classificação das áreas no mapeamento dos polígonos



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

3.4.2 Análises Estatísticas

Ao analisar cada polígono é nítida a diferença nas áreas que se destacam uma delas é a floresta que, mas indicou prevalência das demais outras.

Sendo que a S corresponde ao resultado de todos os polígonos, por maior que seja a numeração maior o resultado.

S = Soma de todos os polígonos

Tempo do ciclo de uso da terra * x 100

Em seguida em seguida o M, que corresponde ao menos número de classes da área estudada.

M = Mínimo de polígono de classe

Para destacar o **M** neste caso é para identificar o máximo de polígonos da classificação supervisionada da área.

M= Máximo de polígonos

Para finalizar o DP que podemos analisar do maior para o menos sendo, observamos a diferença dos demais padrões.

DP= Desvio Padrão

Enfim a partir disso gera um quadro atribuindo as classes de uso e cobertura do solo, floresta se destacou como observado no quadro 3. E com menor índice temos a roça.

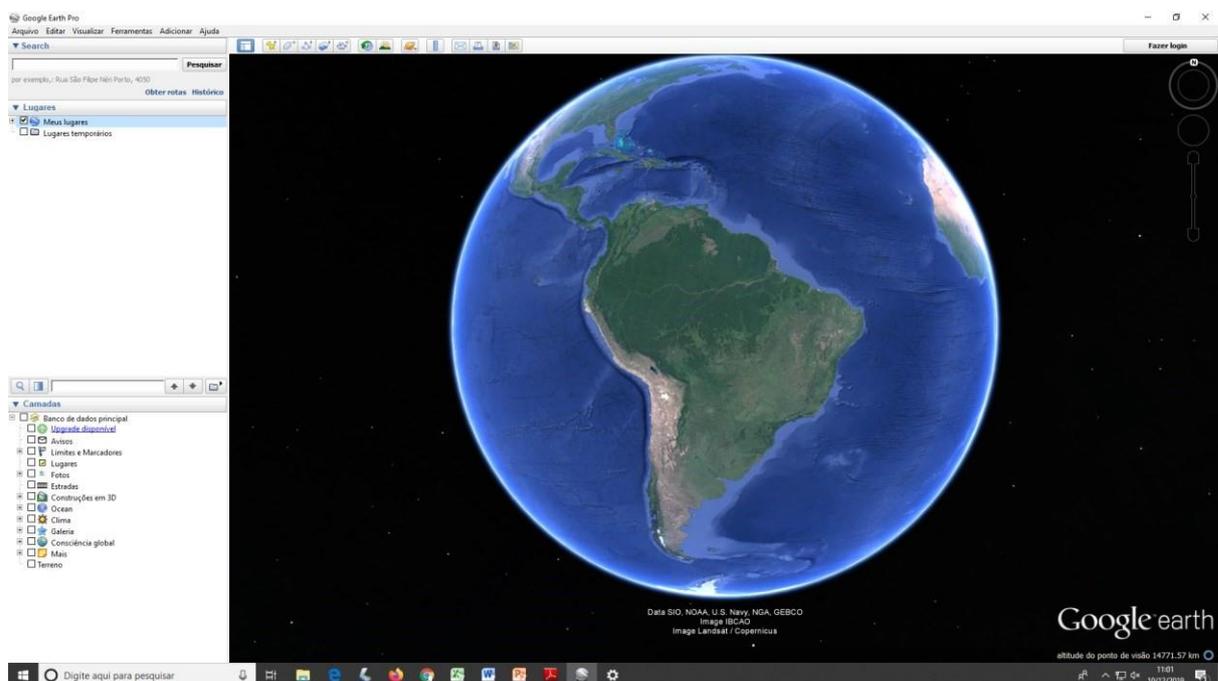
Quadro da cobertura e uso do solo de acordo com os números de polígonos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para atender o objetivo específico ‘Caracterizar os componentes de uso e cobertura do solo nos agroecossistemas utilizando imagens de satélites e visitas *in loco*’, iniciou-se o processo com a realização de um treinamento no programa do *Google™ Earth Pro* para conhecer como manipular o programa.

Este programa já tem em sua base de dados *on line* as imagens de satélite mais atualizadas, disponíveis gratuitamente, facilitando ainda mais o processo de aprendizado em sistemas de informação geográfica (SIG), devido alguns componentes já serem automáticos, necessitando apenas de acesso a computador e a internet, (Figura 4).

Figura 4. Tela de inicialização do software gratuito de sensoriamento remoto e geoprocessamento *Google Earth*.



Fonte: Google™ Earth Pro (2019).

Como a interface é bastante simples, não foi difícil aprender as técnicas explicadas pela orientadora que fez a supervisão, acompanhando cada etapa do aprendizado e, com isso, no decorrer do treinamento estão se aprimorando as técnicas.

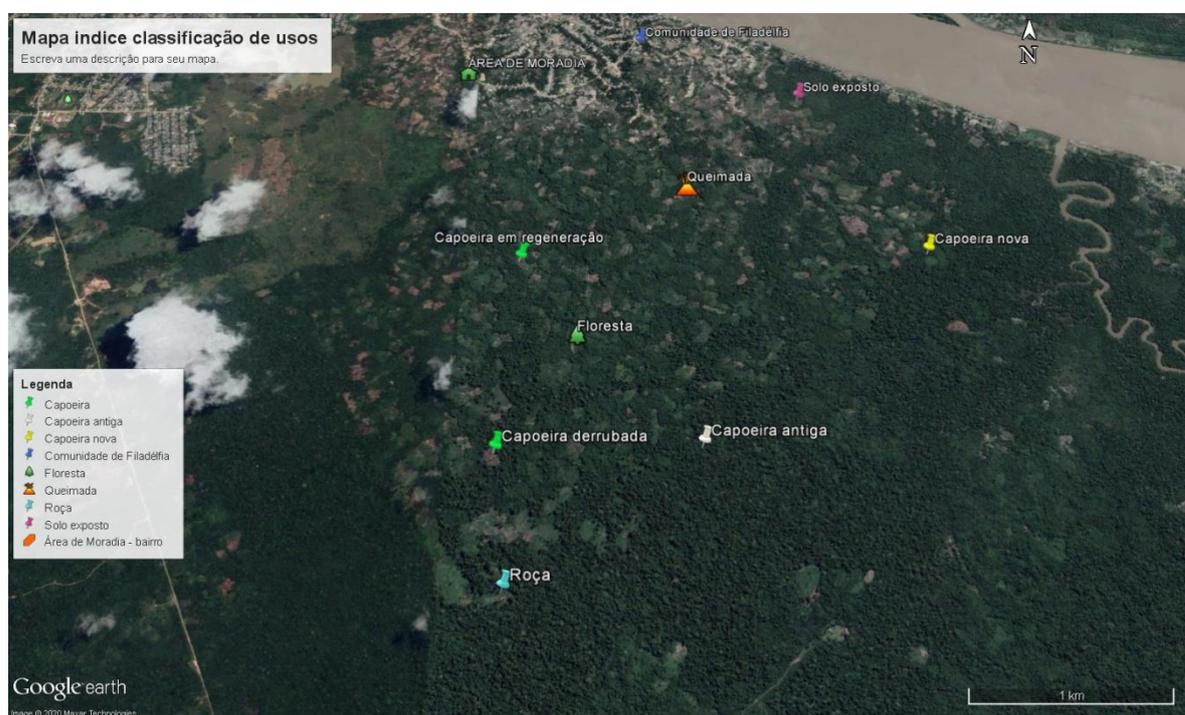
O segundo passo foi a classificação das áreas a serem mapeadas, pelo reconhecimento livre, sensoriamento remoto supervisionado manual, ou seja, sem uso de processadores automáticos. Para tanto, foram estabelecidas tipologias-classe de uso do solo, com base na revisão bibliográfica e nos padrões de uso do solo verificados na área de estudo.

Nesta etapa foi muito importante o acompanhamento da orientadora para o estabelecimento dos padrões, treinamentos adicionais, supervisão e verificação do andamento da aplicação das técnicas do sensoriamento remoto para a classificação supervisionada visual das imagens de satélite.

Assim, em conjunto, foram sendo estabelecidas as características de cada capoeira no ambiente dos agroecossistemas da Terra Indígena Santo Antônio, sendo classificada de acordo com a visualização da área, levando em consideração cor, textura, rugosidade, conforme explicação obtida no treinamento e referenciais consultados.

A partir da localização da área de estudo, base de dados acessada FUNAI (2019), foi possível delimitar a área. Com isso, foi verificado como são as feições das áreas de uso, e com o auxílio da orientadora, estabeleceram-se a classificação de usos em 8 classes: área de moradia, área preparada para plantio, roça, capoeira derrubada, capoeira antiga, capoeira nova, Queimada, Capoeira em regeneração, Floresta, (Figura 5).

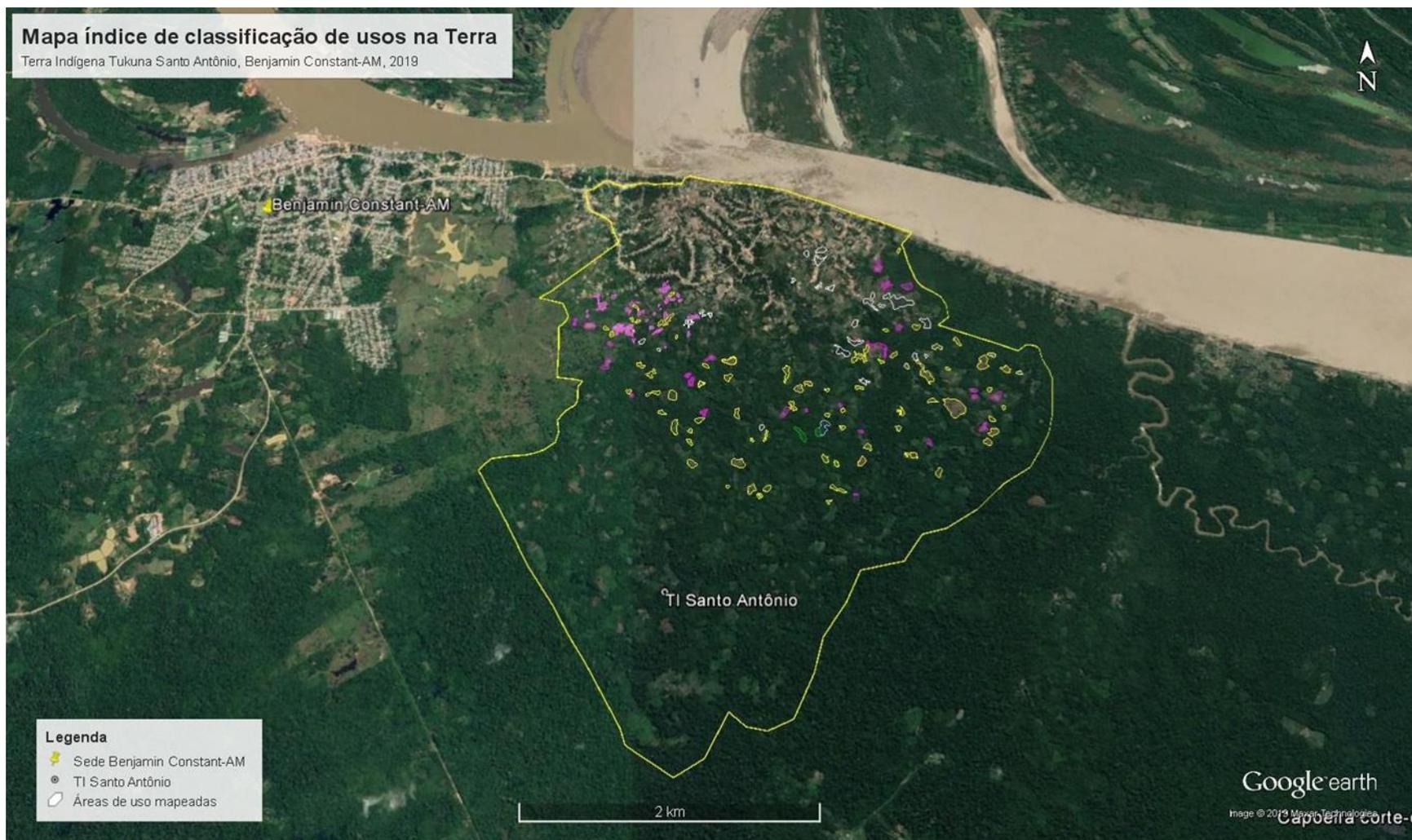
Figura 5. Mapa índice de classificação de usos na Terra Indígena Tikuna Santo Antônio, Benjamin Constant/AM, 2020.



Fonte: *Google™ Earth Pro* Imagem de satélite (2017). Elaborado pela autora (2019).

Foi gerado o mapa índice de classificação de usos na Terra Indígena Tikuna Santo Antônio (Figura 6).

Figura 6. Mapa de classificação de usos na Terra Indígena Tukuna Santo Antônio, Benjamin Constant-AM, 2019.



Fonte: Imagem Google™ Earth (2017). Elaborado pela Autora (2019).

Na visita de campo foram realizadas observações e conversas junto aos agricultores da área de estudo. Como resultados estabeleceram-se alguns os parâmetros das trilhas culturais, como a elaboração de uma ficha de registro fotográfico e descrição das áreas, em acordo com as citações dos agricultores, (Quadro 2).

Quadro 2. Registros fotográficos e descrição das áreas de uso.

		
Descrição: Área de Capoeira regeneração inicial indicada pela presença de gramíneas e herbáceas de pequeno porte.	Descrição: Área de preparo para cultivo com coveamento aparente	Descrição: Área de plantio inicial com evidências de queima
		
Descrição: Área de cultivo (roça) com plantio inicial de mandioca em crescimento	Descrição: Área de cultivo (roça) de mandioca estabelecido	Descrição: Área de cultivo (roça) de mandioca e banana estabelecidas

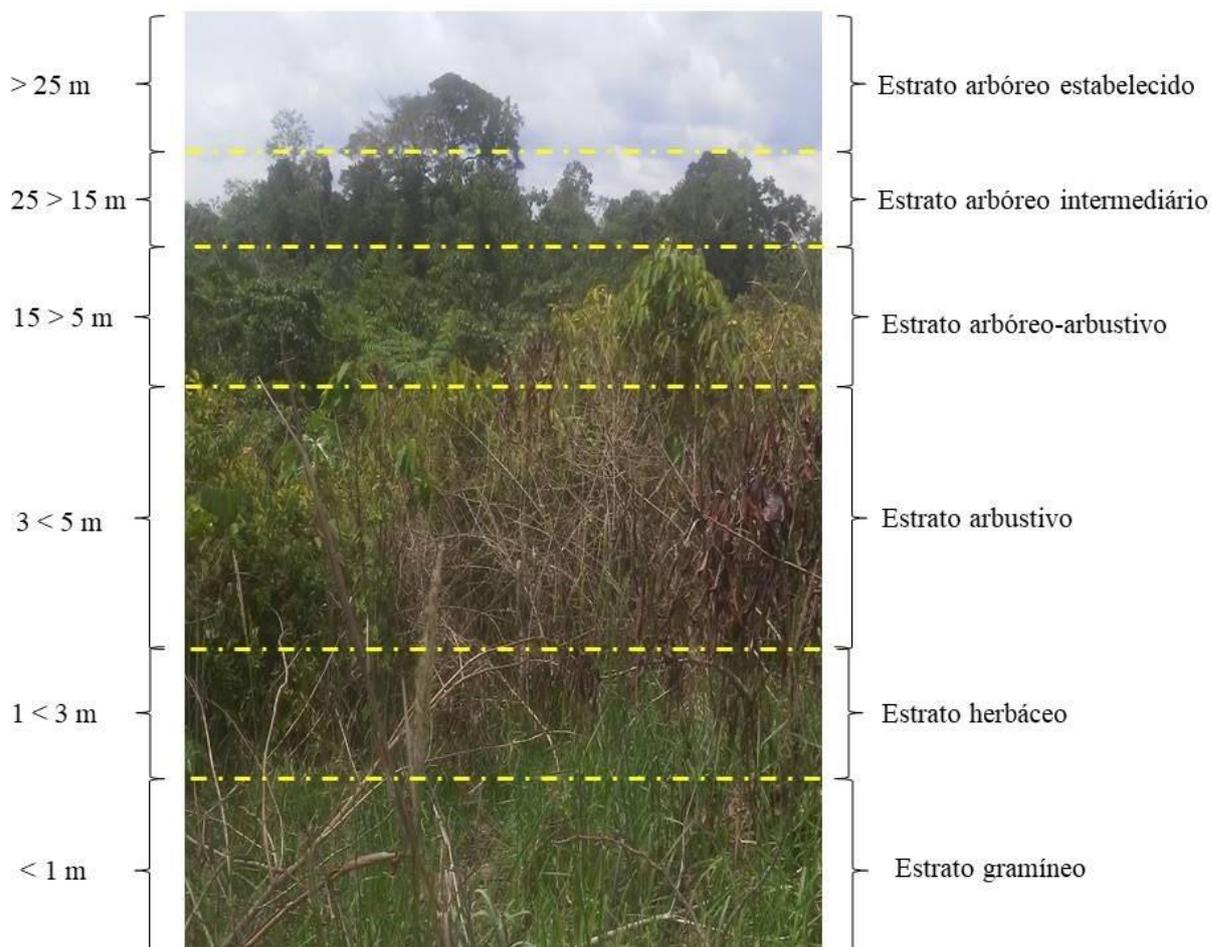
Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Nesta visita, os agricultores relataram sobre contexto do histórico de uso das áreas visitadas, falando sobre o tempo de descanso (pousio) de cada roça e como se dá o manejo das capoeiras.

A partir da visita de prospecção de campo e do sensoriamento remoto das imagens de satélite da área, foi realizada uma relação entre o que se vê nas imagens de satélite e o que pode ser encontrado em campo, nas mesmas áreas.

Desse modo, fez-se um entendimento junto com a orientadora sobre os processos de sucessão e regeneração da vegetação das capoeiras em ambiente de roça, e a partir dos registros fotográficos pode-se demonstrar o diagnóstico de campo que dará base às análises remotas, (Figura 7).

Figura 7. Representação esquemática da estratificação da vegetação na área de estudo (2019).



Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

As descrições foram realizadas com base nos estudos de CANALEZ (2018, p. 102/103) em que usou fotografias da área de estudo para demonstrar a estratificação da vegetação buscando entender a relação dos componentes do agroecossistemas, a idade da regeneração e a composição das espécies cultivadas nos quintais, sítios e capoeiras enriquecidas.

Para alcançar o objetivo ‘Mapear os componentes de uso e cobertura do solo nos agroecossistemas utilizando a classificação de imagens de satélite do *Google™ Earth Pro*’, realizou-se inicialmente um levantamento de imagens da área de uso, ou seja, análise visual para identificar as áreas que foram trabalhadas, adotou-se a técnica de mapeamento da área seguindo características das imagens visuais.

Com base nas imagens resultantes foram elaborados o mapa com as seguintes classes de uso e cobertura do solo: moradia, capoeira derrubada, queimada, solo exposto, roça, capoeira em regeneração, capoeira nova, capoeira antiga, floresta. A partir dessas tipologias definidas cada polígono delimitado foi classificado de acordo com sua cobertura.

A utilização dessa técnica teve como objetivo mostrar o uso da terra e a cobertura do solo, conhecendo por meio das imagens de satélite, assim como identificar áreas usadas anteriormente pelos agricultores, compreendendo o modo como trabalham nos agroecossistemas ao longo dos anos para o bom uso dos espaços comuns e, conseqüentemente, observando-se as transformações nas paisagens.

O mapa elaborado a partir das imagens de satélite, proporcionou uma visualização detalhada da cobertura do solo e, posteriormente, a compreensão sobre as atividades da agricultura familiar.

A partir das tomadas de decisão, estabelecimentos de métricas e aportes operacionais foram efetuados a criação de polígonos para todos os pixels correlatos às tipologias definidas de uma determinada área, o resultado é um mapa temático, mostrando a distribuição geográfica dos componentes de uso e cobertura do solo na Terra Indígena Tikuna Santo Antônio.

A área de estudo foi classificada usando a interpretação visual das imagens de satélite pelo *software Google™ Earth* (2019). Após a criação da imagem do arquivo conjunto, executou-se o treinamento, realizada com a obtenção de amostras para cada classe de uso e cobertura da terra. Em seguida analisaram-se as amostras, que permitiu averiguar a validade dos efeitos, cujos resultados da classificação são mostrados na Figura 8.

Figura 8. Resultado do mapeamento da área da Terra Indígena Tukuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O resultado final de um processo de classificação é uma imagem digital que constitui um mapa de “pixels” classificados, representados por símbolos gráficos ou cores. As técnicas de classificação multiespectral “pixel a pixel” mais comuns são: máxima verossimilhança (MAXVER), distância mínima e método do paralelepípedo, a qual foi utilizada neste estudo.

A definição das classes e tipologias de uso da terra da área de estudo foi feita de acordo com visitas a campo e composição disponível no *Google™ Earth Pro* (2017), (Quadro 3).

Quadro 3. Definição das classes e tipologias de uso da terra da área de estudo de acordo com visitas a campo e composição disponível no *Google Earth Pro®* (2020).

Imagem do local – amostra (Google Earth)	Tipologia - Classe	Critérios para a interpretação visual
	Capoeira antiga	<p>Cor: verde escuro Formato: irregular Textura: rugosa</p> <p>Descrição: região relacionada à área coberta de árvores, também conhecida como mata, não há evidências de interferência humana, presença de com árvores grande porte.</p>
	Solo exposto	<p>Cor: verde escuro Formato: irregular Textura: rugosa</p> <p>Descrição: esta área se destaca pelo fato de expor uma área de apenas solos com pequenas partículas e presença de organismos.</p>
	Capoeira nova	<p>Cor: verde claro Formato: granular Textura: lisa/rugosa</p> <p>Descrição: esta área com verificação de processos de regeneração das áreas de uso presença de copas de arvoretas. Não há evidências do tempo de pousio. A floresta renasce, espontaneamente, após parar as atividades agrícolas.</p>
	Capoeira regeneração	<p>Cor: Verde claro Formato: irregular Textura: rugosa</p> <p>Descrição: áreas de atividade agrícolas com corte da vegetação com uma grande perturbação do meio, uso do fogo, corte de madeira. Com evidências de pousio recente. A floresta renasce após parar as atividades.</p>

Imagem do local – amostra (Google Earth)	Tipologia - Classe	Critérios para a interpretação visual
	Capoeira derrubada	<p>Cor: marrom claro</p> <p>Formato: irregular</p> <p>Textura: rugosa</p> <hr/> <p>Descrição: área vegetação arbustiva com poucos indivíduos arbóreos, recentemente derrubados para plantio, onde não há vestígios de queima.</p>
	Queimada	<p>Cor: tons de cinza</p> <p>Formato: arredondado</p> <p>Textura: rugosa</p> <hr/> <p>Descrição: área vegetação derrubada, com características marcantes do corte e queima, onde o material vegetal queimado ficará sobre o solo na forma de cobertura morta para enriquecimento e posterior preparação, plantio e cultivo.</p>
	Roça Área em preparação para plantio	<p>Cor: marrom claro</p> <p>Formato: irregular</p> <p>Textura: rugosa</p> <hr/> <p>Descrição: áreas de solo exposto caracterizadas, com vegetação esparsa, aberturas de clareiras consolidada para uso no cultivo agrícola. Os agricultores familiares preparam a terra por meio de técnicas ancestrais de manejo do solo.</p>
	Roça Área de plantio efetivo	<p>Cor: verde claro</p> <p>Formato: irregular</p> <p>Textura: lisa</p> <hr/> <p>Descrição: áreas de solo exposto com processo de plantio estabelecido para os processos de cultivo das espécies de ciclos curtos (mandioca, jerimum, feijões) e de ciclos médios (banana, abacaxi).</p>
	Igarapés	<p>Cor: tons de marrom com brilho</p> <p>Formato: sinuoso</p> <p>Textura: lisa</p> <hr/> <p>Descrição: são áreas destinadas por alguns agricultores na criação de alevinos, quelônios.</p>

Imagem do local – amostra (Google Earth)	Tipologia - Classe	Crítérios para a interpretação visual
	Lagos	Cor: marrom escuro a preto, com brilho. Formato: forma polígono arredondado e alongado Textura: lisa
		Descrição: áreas utilizadas pelos agricultores para manejo dos recursos aquáticos e para a piscicultura.
	Rio	Cor: marrom claro com brilho Formato: sinuoso e retilíneo Textura: lisa
		Descrição: nesta área faz ligação com os sistemas hídricos da área abastecendo a zona urbana e é o principal acesso aos demais lugares.
	Ruas, estradas e ramais.	Cor: marrom claro/ escuro Formato: linear Textura: lisa
		Descrição: áreas delimitadas para acesso as moradias.
	Área de moradia e acesso	Cor: verde escuro Formato: irregular Textura: rugosa/lisa.
		Descrição: áreas de solo exposto com influências da ação antrópica irreversível.

Fonte: Elaborado pela Autora (2020).

A partir dessa classificação inicial a matriz foi definida segundo a classe de uso e cobertura do solo da área, assim como a matriz da paisagem. Deste modo, delimitaram-se as áreas de acordo com a caracterização de cada uma de acordo com o padrão estabelecido. Essa diferenciação e visualização se dão, segundo a refletância da luz nas imagens de satélite, destacando-se pelas cores, feições e textura, facilitando a identificação e delimitação.

4.1 Descrição das Classes e Tipologias

Capoeira derrubada - destaca-se pelas árvores derrubadas, às vezes, com vestígios de queima, áreas com poucas árvores grandes.

Capoeira queimada – área com indivíduos arbóreos derrubados e forte presença de vestígios de fogo, como tã marrom acinzentado a preto e diferença de cor com as áreas adjacentes. Em geral, ao redor encontram-se capoeiras em regeneração e solo exposto.

Solo exposto - destaca-se pelos aspectos relacionados ao uso e manejo do solo nas áreas de constantes atividades de uso agrícola, os solos são diversificados e uma maneira de observar essas variações e comparando com os padrões de vegetação e as características das demais áreas é facilmente identificado.

Roças- áreas destinadas para a produção agrícola, são caracterizadas por presença de gramíneas ou árvores pequenas e grupos arbustivos, coloração e conformação da vegetação tem diferença acentuada entre as demais classes, pois é possível enxergar as leiras, canteiramento, linhas e mosaico de plantio.

Capoeira em regeneração- são áreas resultantes do processo natural de regeneração da vegetação, são áreas temporariamente usadas para agricultura ou pastagem e a floresta ressurgem espontaneamente após o abandono destas atividades.

Capoeira nova- são áreas com árvores mais jovens que estão se desenvolvendo entre as demais, se destaca pela coloração em tons verdes claros e verdes escuros, devido às áreas estarem em constante processo de crescimento, renasce espontaneamente.

Capoeira antiga- destaca-se pela vegetação arbórea mais de 10 anos com coloração verde escura e textura rugosa, está relacionada a áreas com densa cobertura de árvores de porte grande, conhecida também mata jovem, não há interferência humana de manejo de solo e é nítida a área de conservação.

Floresta ou mata - destaca-se pela altura da vegetação, observa-se na paisagem a diversidade de espécies de árvores sendo a diferenciação feita pelos tipos e tamanho de copas. Em geral são áreas com processo de regeneração de longos anos, trata-se da sucessão da floresta secundária enriquecida, uma mancha de mata reservada, devido a intensidade de uso, principalmente de atividades de uso agrícola, nota-se a abundância em determinadas áreas das mais antigas para as mais jovens.

No mapeamento, quando existia dúvidas em relação a uma área que poderia ser capoeira ou pasto, por exemplo, utilizou-se a imagem fração solo, quadro referência definido na metodologia, para definir a qual classe este polígono pertencia.

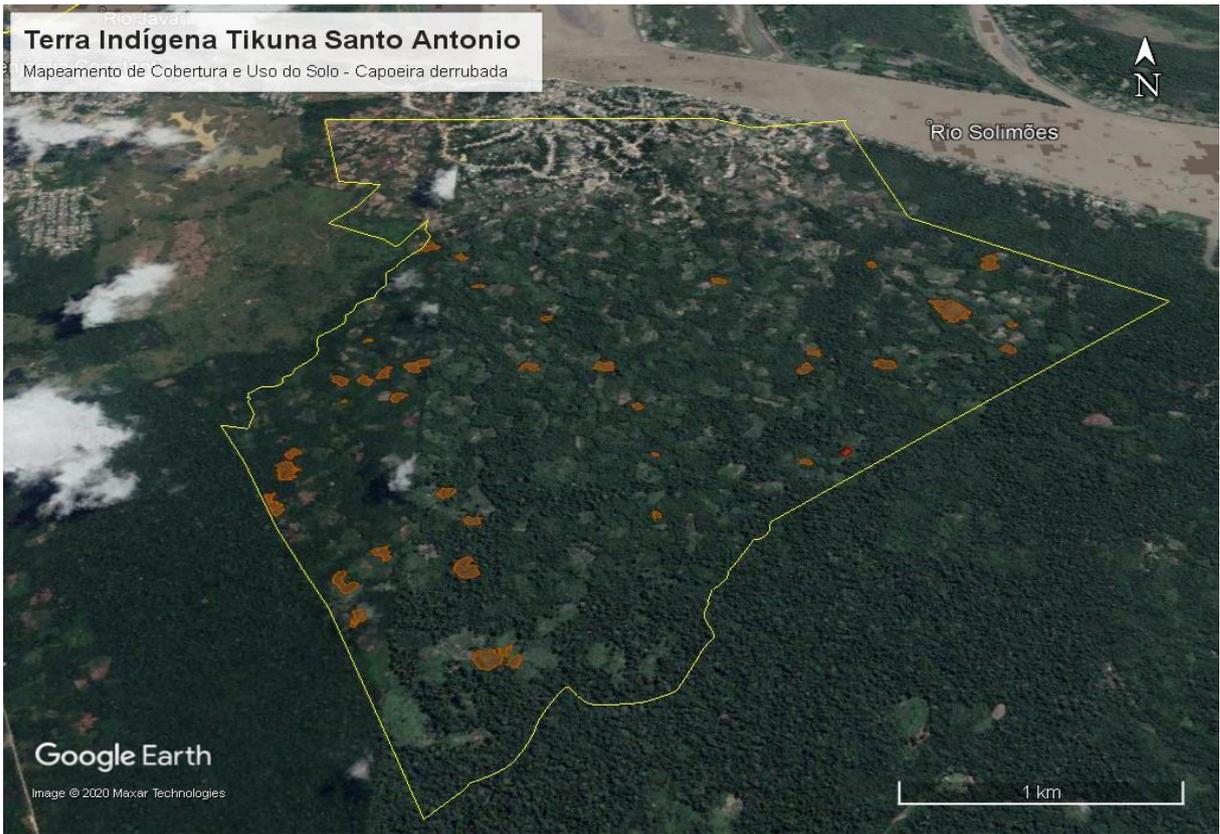
Para alcançar o objetivo “Descrever as categorias do uso e cobertura da terra da área de estudo com bases nas técnicas utilizadas”, após a classificação e definição das tipologias de uso e dos atributos de cada polígono em acordo com as informações de campo e as imagens de satélite acessadas, cada classe foi analisada e relacionada umas com as outras.

Desse modo, foram gerados mapas para cada classe de cobertura e uso do solo com mosaico de imagens de satélite de julho/2017, no GoogleTM Earth, como apresentam-se nos mapas abaixo, (Figura 9):

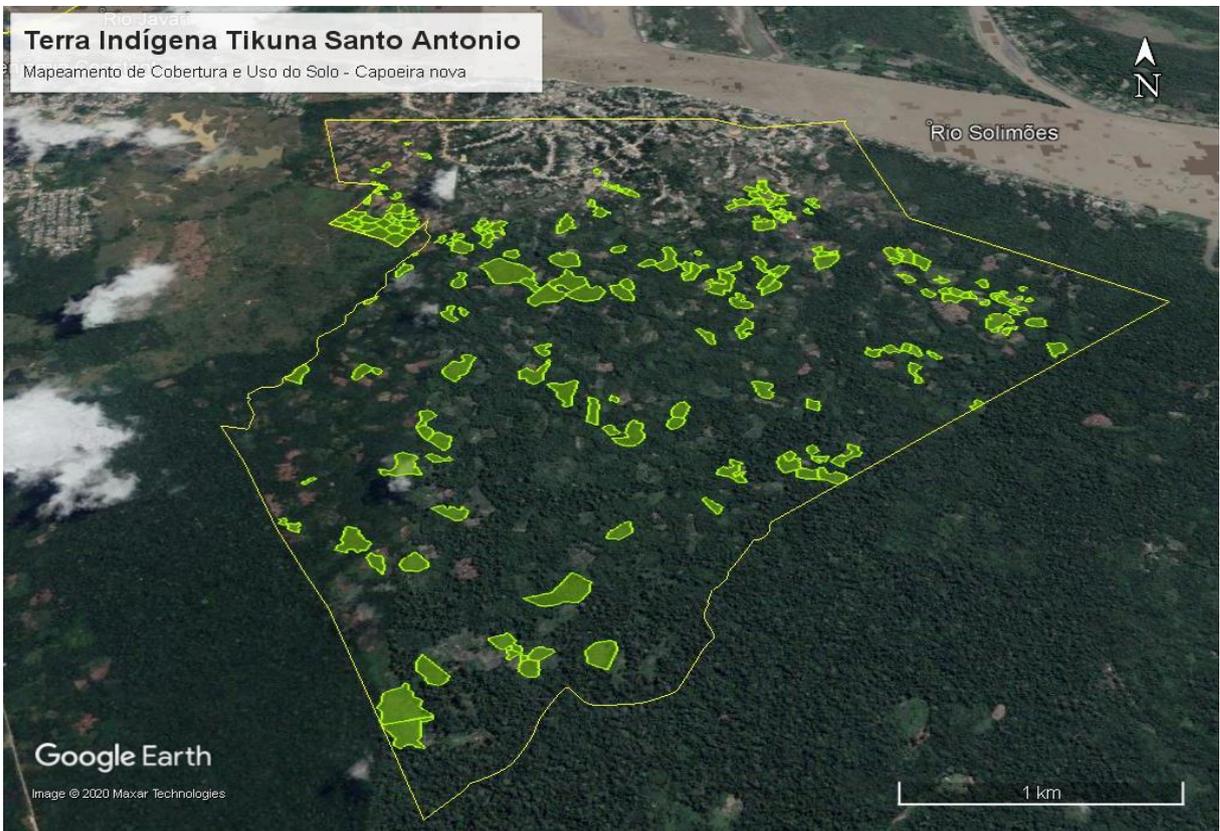
Figura 9. Mapeamento de Cobertura e Uso do Solo na Terra Indígena Tikuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020. A. Moradia; B. Capoeira derrubada; C Capoeira nova; D. Capoeira queimada; E. Capoeira queimada; F. Roça; G. Capoeira em regeneração; H. Capoeira antiga; I. Floresta (Mata)



A



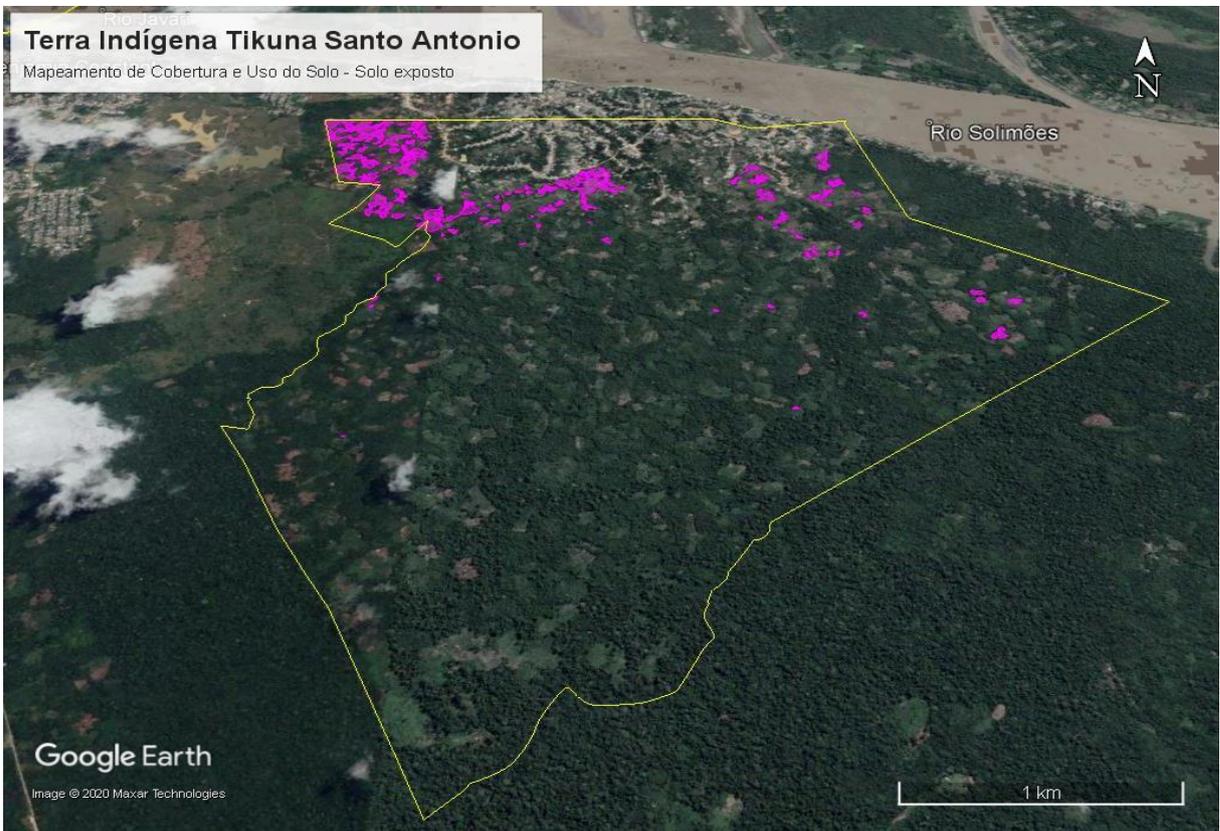
B



C



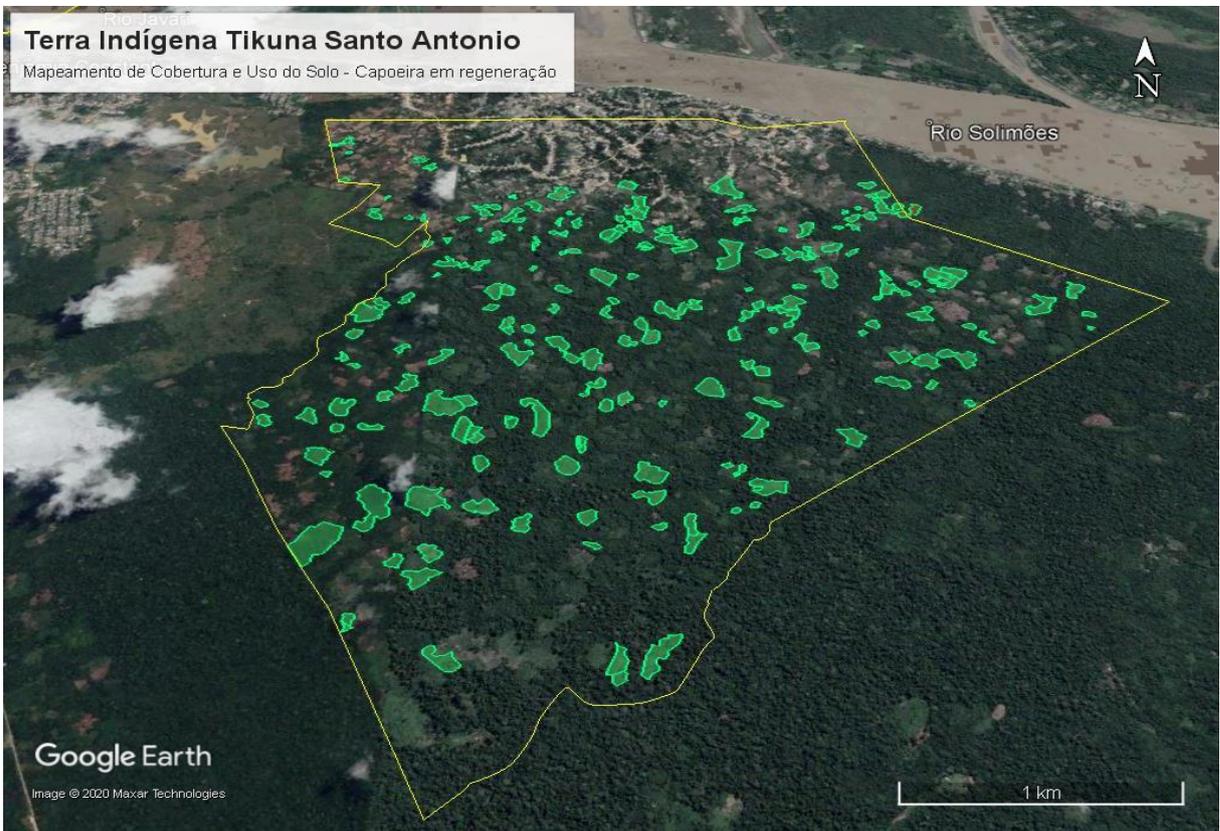
D



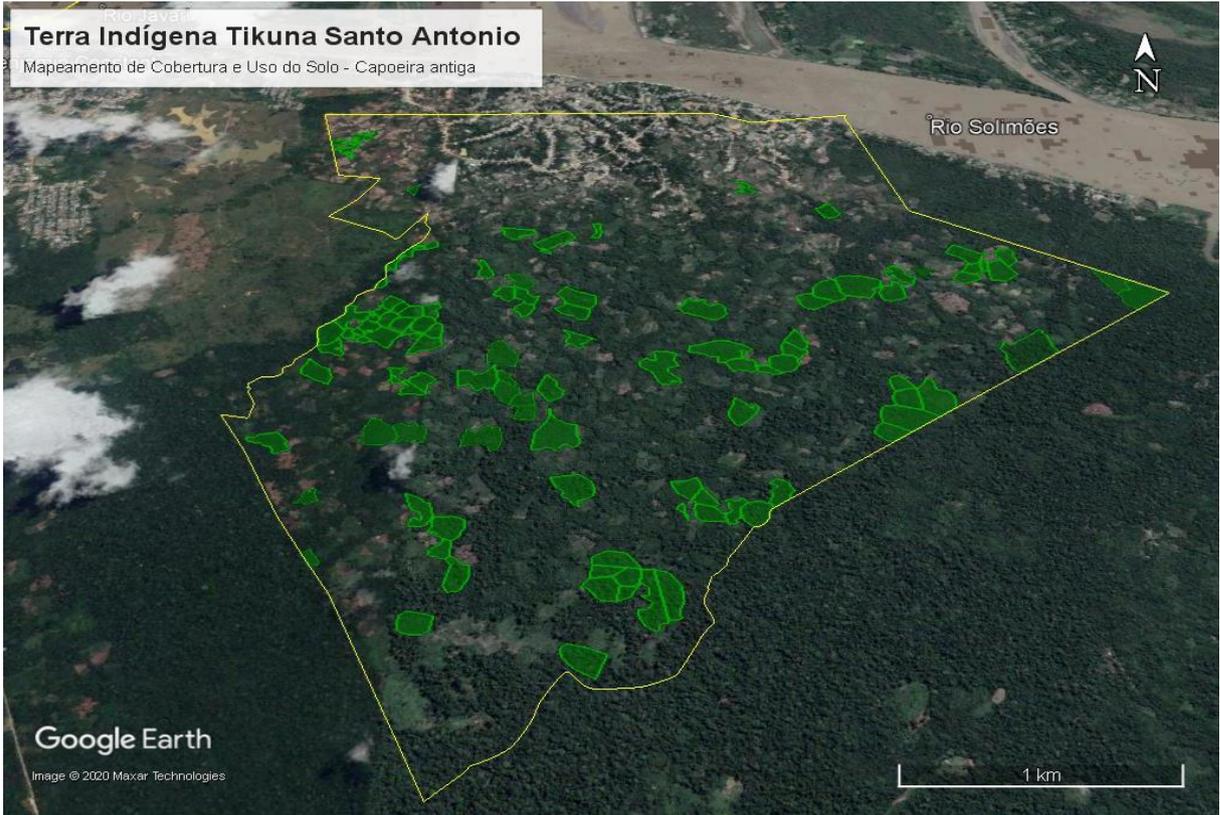
E



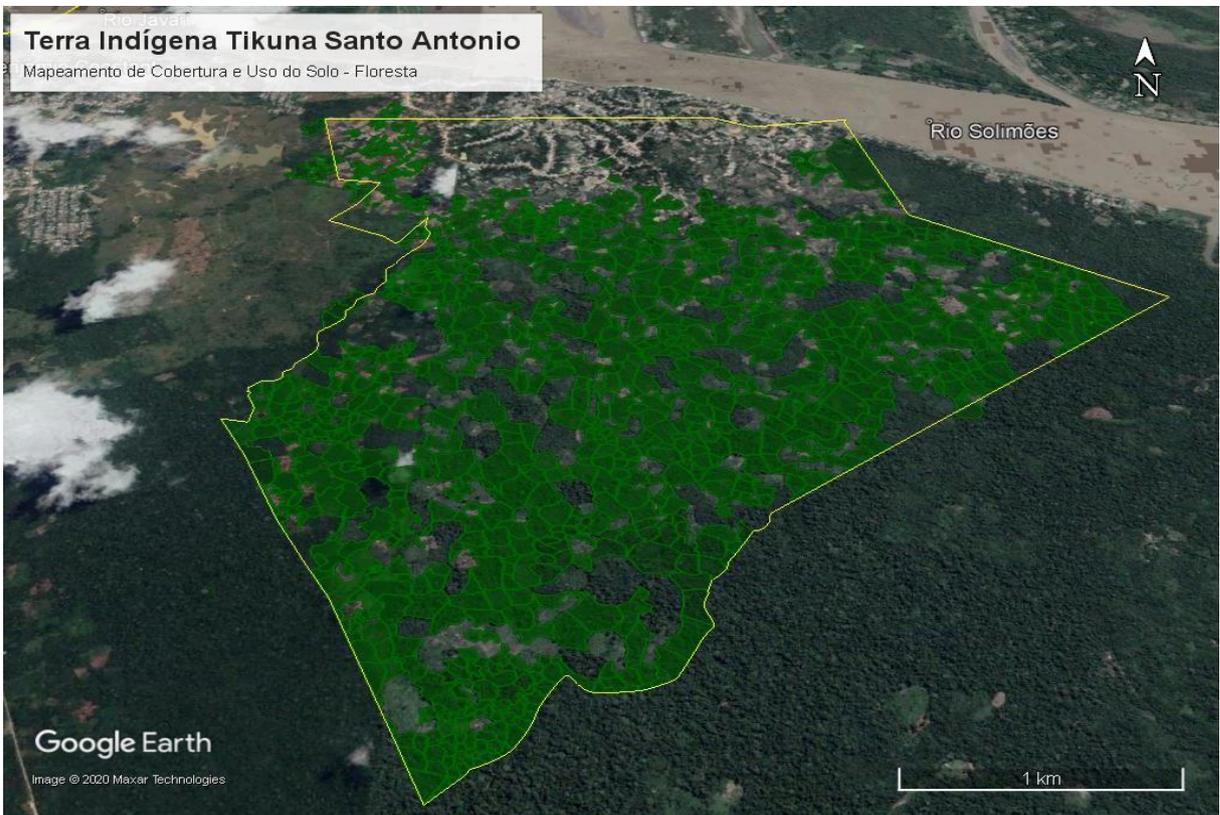
F



G



H



I

Fonte: Mosaico de Imagens Google Earth (julho/2017). Elaborado pela Autora (2020).

Esses mapas forneceram informações sobre a dinâmica, dando pistas no tempo e no espaço, do uso e ocupação do solo e atividades dos agricultores. Assim, observamos a mudança na vegetação nos polígonos mapeados.

Conforme foi mostrado nas etapas anteriores, os mapas temáticos gerados pela classificação contêm a representação das classes de cobertura e uso da terra. A partir disso foi gerada uma planilha de acordo com cada classe de cobertura e uso do solo, extraindo dados de cada polígono como a área, perímetro e a localização. Com esses dados elaboram-se os gráficos com informações e porcentagens de cada classe, e o quadro com as informações de cada classe, (Quadro 4).

Quadro 4. Resultados das classes de mapeamento de cobertura e uso da terra na Terra Indígena Tikuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020.

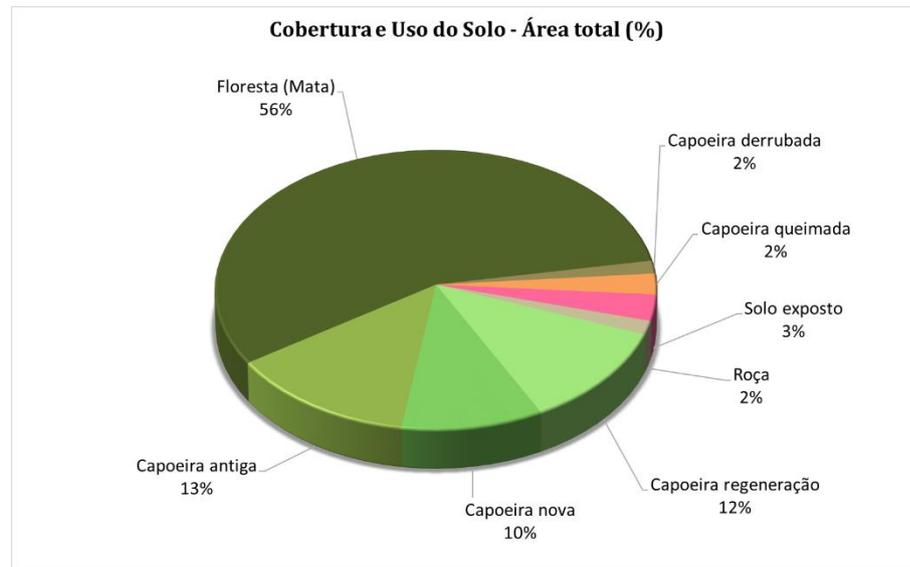
Classe/Tipologia	Perímetro médio (m)	Área média (m²)	Área total (ha)	Área total (%)	No. de polígonos
TI Tikuna Santo Antonio	-	-	1.152,45	100,0%	-
Moradia	-	-	170,13	14,8%	-
Capoeira derrubada	314,84	3.484,13	14,53	1,3%	38
Capoeira queimada	312,18	1.690,33	23,48	2,0%	127
Solo exposto	360,67	1.672,64	29,38	2,5%	160
Roça	269,56	3.390,90	15,26	1,3%	41
Capoeira em regeneração	353,26	5.472,90	112,96	9,8%	188
Capoeira nova	323,44	4.640,97	97,82	8,5%	192
Capoeira antiga	447,87	10.248,01	129,38	11,2%	115
Floresta	-	-	548,47	47,6%	-

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O Quadro 4 apresentam os valores absolutos e relativos de área ocupada pelas classes de uso e ocupação da terra para o mês de julho do ano de 2017.

Ao analisar as tabelas e figuras, pode-se observar que a classe em destaque foi a floresta (mata), em segundo capoeira antiga, seguidas por capoeira em regeneração e nova. Solo exposto, capoeira derrubada e queimada, e roça são áreas afetadas pelo desmatamento da cobertura florestal, entretanto juntas somam menos de 10% do total da área da TI Santo Antonio (Figura 10).

Figura 10. Área Total por Classe de Cobertura e Uso do Solo na Terra Indígena Tikuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020.

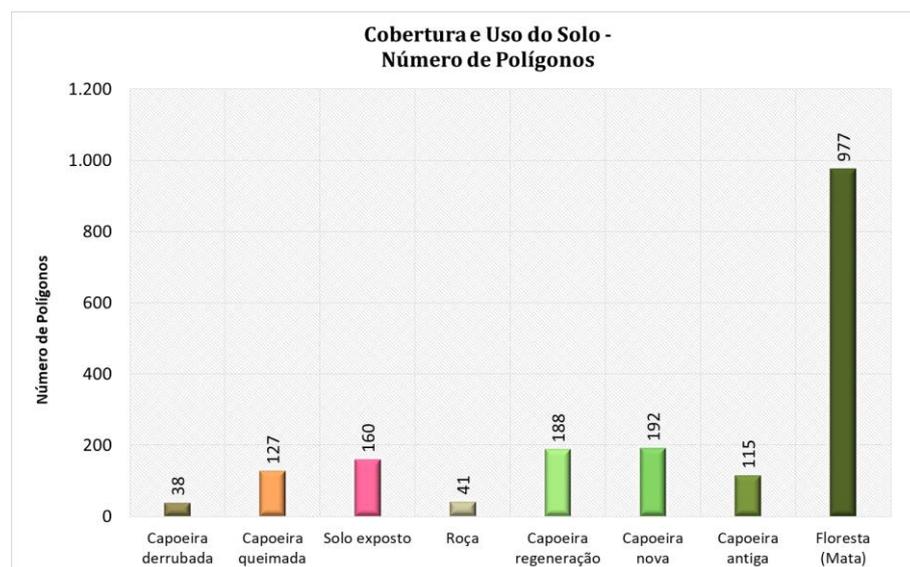


Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Pode-se observar também que grande parte das áreas classificadas como capoeiras estavam em processo de regeneração e amadurecimento em 2017 (35%), contendo cobertura florestal, ou seja, em processo de enriquecimento biológico e proteção de solo (Figura 10).

Em relação aos números de áreas de uso, verificaram-se destaque para as áreas de Floresta (Mata) (977), (Figura 11), como visto nas tabelas e gráficos anteriores.

Figura 11. Número de Polígonos por Classe de Cobertura e Uso do Solo na Terra Indígena Tikuna Santo Antonio, Benjamin Constant/AM, 2020.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Chama a atenção o baixo número de polígonos de roça (41). Entretanto, por ser época da máxima de seca, ou seja, cota mínima dos rios, colheitas de vazante já realizadas (solo exposto 160) e diminuição acentuada das chuvas. É época de preparação para o cultivo, isso está em acordo com o número de áreas com capoeira derrubada (38) e capoeira queimada (127), (Figura 11).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento dos componentes de uso e cobertura do solo nos agroecossistemas utilizando imagens de satélites e visitas *in loco* nos proporcionaram imagens reais do local, fornecendo dados que futuramente serão necessários para subsidiar outras pesquisas.

A classificação de imagens de satélite utilizando o *GoogleTM Earth Pro*, proporcionou treinamento e experiência com ferramentas de geotecnologias, além do entendimento sobre mapeamento dos componentes de uso e cobertura do solo nos agroecossistemas.

As categorias do uso e cobertura do solo da área de estudo com base nas técnicas utilizadas nos ajudou a conhecer a área e estudar um pouco da vegetação em si, dando experiência de como se comporta a aparência da vegetação e das áreas agrícolas pelas imagens de satélite, além de fornecer dados, conhecemos a área através das imagens com mais facilidade, após o desenvolvimento do trabalho.

A imagem de satélite e a utilização dos sistemas de informação geográfica mostraram-se importantes ferramentas pela facilidade e rapidez no mapeamento das unidades de paisagem, e, dessa forma, permitiram auxiliar na elaboração de mapas digitais, fornecendo resultados confiáveis num intervalo de tempo.

As atividades de mapeamento e compreensão das técnicas foram bastante afetadas pela pandemia. Além disso, ficou claro que para se trabalhar com ferramentas de sensoriamento remoto e SIG é necessário ter conexão e estabilidade da rede de internet.

O grupo de trabalho liderado pela orientadora, teve que dispensar mais tempo e energia para a realização desse trabalho, devido às restrições, mas que não impediu a realização de uma pesquisa de ponta e utilizando e acessando programas e recursos das geotecnologias.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. B. ; Sabol, D. E.; Kapos, V; Almeida Filho, R.; Roberts, D. A.; Smith, M. O.; Gillespie, A. R. 1995. Classification of multispectral images based on fractions of endmembers: application to landcover change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing of Environment*, 52(2):137-154
- ADAMS, J. B.; Kapos, V.; Smith, M. O.; Almeida Filho, R.; Gillespie, A. R.; Roberts, D. A. 1990. A new LANDSAT view of land use in Amazônia. In: International Symposium on Primary Data Acquisition, 1., Commission I, Manaus, AM, 1990. ISPRS. International Archives of Photogrammetric and Remote Sensing. Manaus, ISPRS, v. 28, p. 177-185.
- ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino; LUCENA, Reinaldo Farias Paiva de; ALENCAR, Luiz Vital F.C. Métodos e técnicas para a coleta de dados etnobiológicos. In: Métodos e técnicas na pesquisa Etnobiológica e Etnoecológica. Recife: NUPPEA, 2010. Cap. 2, p. 41-64.
- ALENCAR, A.; NEPSTAD, N; MCGRATH, D; MOUTINHO, P; PACHECO, P; DIAZ, M. D. C. V e FILHO, B. S. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Manaus, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), 2004, 89 p.
- ALTIERI, Miguel A. Agroecology: A new research and development paradigm for world agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 27, n. 1-4, p. 37-46, 1989.
- BALÉE, William. Florestas antrópicas no Acre: inventário florestal no geoglifo Três Vertentes, Acrelândia. *Amazôn., Rev. Antropol.*, (Online), 1, n. 6, p 140-169. 2014. ARAÚJO, C. A. S. Aplicações de técnicas de sensoriamento remoto na análise multitemporal do ecossistema manguezal na Baixada Santista, SP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2010.
- BARBOSA, A. P. Comparação de métodos de classificação de imagens visando o gerenciamento de áreas citrícolas. 2009. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Energia na Agricultura) apresentada pleistoceno/Holoceno. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.*, Belém, v. 14, n. 2, p. 263-289, maio-ago. 2019.
- BARBOSA, Cláudio C.F; JORGE, Daniel S.F.; NOVO, Evlyn M. L. M; LOBO, Felipe L.; ambiental e competitividade. *Resumos Expandidos*. Belém. Embrapa-CPATU. 1998. pp. 17-19.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 03/2014 do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Regulamenta a coleta de material biológico para pesquisa e educação e dá outras providencias. 01 de setembro de 2014.
- BRASIL. Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Dispõe sobre normas aplicáveis à pesquisa com acesso ao patrimônio genético associado e ao conhecimento tradicional dos povos e populações do Brasil e dá outras providencias. 07 de abril de 2016.
- BUENO MACHADO, Carolyne e NEVES, Alana. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente das sub-bacias do Reservatório Jaguari-Jacaré, Sistema Cantareira (SP) - classificação e identificação de conflito na cobertura da terra (2013). Conferência: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. 2017.
- CAMARGO, José Luís; FERRAZ, Isolde; MESQUITA, Mariana Rabello; BRUM, Heloisa. Guia de Propágulos e Plântulas da Amazônia. Volume I. Projeto: Sementes da Amazônia. Manaus: INPA. 2008.
- CANALEZ, G. G. Agroecossistemas Amazônicos: O valor das florestas. **Tese** (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 2018. 234 p.

- CARNEIRO, M. J. Em que consiste o familiar da agricultura familiar? In.: COSTA, L.F.C.; FLEXOR, G.; SANTOS, R. (Orgs.). Mundo Rural Brasileiro: ensaios interdisciplinares. Rio de Janeiro: Mauad X/EDUR, 2008. p. 255-269
- CARVALHO, Lino A.S de; MARTINS, Vitor S. Introdução ao sensoriamento remoto de sistemas aquáticos: princípios e aplicações. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): São José dos Campos, 2019, 178 p.
- CESARINO, Fabiano. **Bancos de sementes do solo da reserva biológica e estação experimental de Moji Guaçu, em área de cerrado no estado de São Paulo**. 2002. 80p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP., 2002.
- CHAVES, Alan Del Carlos Gomes; SANTOS, Rosélia Maria de Sousa; SANTOS, José Ozildo dos; FERNANDES, Almir de Albuquerque; MARACAJÁ, Patrício Borges. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido, v. 9, n. 2, p. 43-48, abr - jun, 2013.
- COSTA, P., , D. H. M., ... e TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira** (Nº. 634.9209811 D598). EMBRAPA Amazonia Oriental, Belém, PA (Brasil) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF (Brasil) CIFOR, Belém (Brasil). 2005.
- CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Unicamp, Campinas, p.164, 1992.
- CUNHA, J. E. DE B. L.; RUFINO, I. A. A.; SILVA, B. B. DA; CHAVES, I. DE B. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.539-548, 2012.
- DÁCIO, Antonia Ivanilce Castro. Segurança alimentar e conservação nos agroecossistemas no Alto Solimões, Amazonas. **Tese** (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas. 2017.
- DE ANDRADE, A. G.; CABALLERO, S. S. U.; DE FARIA, S. M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E), 1999.
- DI PACE, F. T. Mapeamento do saldo de radiação com imagens Landsat 5 e modelo de elevação digital. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p.385- 392, 2008.
- FEARNSIDE, P. M. A floresta Amazônia nas mudanças globais. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), 2003, 134 p.
- FERNÁNDEZ, Xavier Simón; GARCIA, Dolores Dominguez. Desenvolvimento rural sustentável: uma perspectiva agroecológica. In: **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.2, n.2, 2001.
- FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 30, n. 4, p. 379-
- FREIRE, Neison; PACHECO, Admilson. **Desertificação: Mapeamento e Análise**. Editora da UFPE: Recife, 2009
- FUNAI. Fundação Nacional do Índio. Estimativa da população da terra indígena Tukuna Santo Antônio. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/3874> Acessado em: 07/12/2019).
- GARCIA, Maria Alice. **Informe Agropecuário**, vol. 22, n. 213, p.30-38, 2001. 90, 2008.

- GIDDENS, A. Mundo em descontrolo: o que a globalização está fazendo de nós. 8ª.ed. Rio de Janeiro: Record, 2011.
- GUARIGUATA, Manuel R.; OSTERTAG, Rebecca. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest ecology and management**, v. 148, n. 1-3, p. 185-206, 2001.
- HIGUCHI, N; SANTOS, Joaquim dos; JARDIM, Fernando C. S. Tamanho de parcela amostrai para inventários florestais. **Acta Amazonica**. V 12(1): 91-103. 1982.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2019. Disponível em www.inpe.gov.br. Acessado em 09 dezembro 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Inpe). Monitoramento da Floresta, São José dos Campos 2004.
- ISA. Instituto Socioambiental. **Mapa da Terra Indígena Tukuna Santo Antônio** (2019). Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/3874>. Consultado em: 10 dezembro 2019.
- JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. 2ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009, 604 p.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução José Carlos Neves Epiphânio et al. São José dos Campos. SP. 2009. JULIEN, Y.; SOBRINO, J. A. The yearly land cover dynamics (YLCD) method: An analysis of global vegetation from NDVI and LST parameters. **Remote Sensing of Environment**, v.113, p.329-334, 2009.
- JUO, A. S. R; MANU, A. Chemical dynamics in slash-and-burn agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 58: 49-60. 1996.
- KANASHIRO, M; DENICH, M. Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira. Ministério da Ciência e Tecnologia/CNPq, Brasília-DF. 157 p. 1998.
- KATES R, W; TURNER, B. L. I. I; CLARK, W. C. **The great transformation**. In The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years, ed. Turner BL II, New York: Cambridge Univ. Press with Clark Univ., p. 1-17, 1990.
- LANDSAT 7 ETM+: imagem de satélite. NASA Official: Craig Peterson, 2000. S-22- 20_2000. Disponível em: Acesso em: 20 ago. 2008.
- LIEBSCH, Dieter; MARQUES, Marcia CM; GOLDENBERG, Renato. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, v. 141, n. 6, p. 1717-1725, 2008.
- MARTINS, Ayrton Luiz Urizzi. Conservação da agrobiodiversidade: saberes e estratégias da agricultura familiar na Amazônia. **Tese** (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) Universidade Federal do Amazonas. Manaus: 2016. 213 p.
- MARTINS, Paulo Sodero. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. **Estudos Avançados** V. 19, N 53. 209-220 pp. 2005.
- MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea** Marcel Mazoyer, Laurence Roudart; [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal, Brasília, 2004.

- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (org.) Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Brasília: CNPq, 2012. 266 p.
- MORAN, E. F. Effects of soil fertility and land-use on forest successional in Amazônia. *Forest Ecology and Management*, v. 139 p. 93-108, 2000.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. Editora Universidade Federal de Viçosa, 2012, 250 p.
- MORIN, Edgard. **O método 1. A natureza da natureza**. Tradução Ilana Heineberg. 3ª. Ed. Porto Alegre/RS: Sulina, 2012. 479 p.
- NEPSTAD, D.C; MOUTINHO, P.R.S; MARKEWITZ, D. The recovery of biomass, nutrients stocks, and deep soil functions in secondary forests. Em McClain M, Victoria R, Richey J (Eds) **Biogeochemistry of the Amazon**. Oxford University Press. London. 416p. 2001.
- NODA, H.; NODA, S. N.; AZEVEDO, C. R. Pousio: um componente técnico do sistema de produção tradicional do ecossistema de várzea no Estado do Amazonas. **Anais do II Encontro da Sociedade Brasileira de Sistema de Produção**; Sociedade Brasileira de Sistema de Produção, Instituto Agrônômico do Paraná. Londrina, PR. p. 166 - 179. 1995.
- NODA, Sandra do Nascimento (Org.). **Agricultura Familiar na Amazônia das Águas**. Manaus/AM: Wega, 2007. 208 p.
- NODA, Sandra do Nascimento. Na Terra como na Água: Organização e Conservação de Recursos Naturais Terrestres e Aquáticos em uma Comunidade da Amazônia Brasileira. **Tese** (Doutorado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá/MT. 2000, 193 p.
- NODA, Sandra do Nascimento; MARTINS, Ayrton Luis Urizzi. **Agricultura familiar no Amazonas: assessoramento participativo**. Manaus/AM: Wega, v. 2, 2013.
- NODA, Sandra do Nascimento; MARTINS, Ayrton Luiz Urizzi; NODA, Hiroshi; SILVA, Antonia Ivanilce Castro; BRAGA, Maria Dolores S. Paisagens e etnoconhecimentos na agricultura Ticuna e Cocama no alto rio Solimões, Amazonas. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciênc. Hum., Belém, 7(2):397-416, maio-agosto. 2012.
- NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. 2º ed. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 1992. à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP Campus Botucatu, Botucatu.2009.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Tradução Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434p.
- OLIVEIRA, Milena Marmentini de; HIGUCHI, Niro; CELES, Carlos Henrique; HIGUCHI G; Francisco. Tamanho e formas de parcelas para inventários florestais de espécies arbóreas na Amazônia central. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 645-653, jul.-set., 2014.
- OLLAGNON, H. Estratégia patrimonial para a gestão dos recursos e dos meios naturais: enfoque integrado da gestão do meio rural. In: VIEIRA, Paulo Freire; WEBER, J. (Orgs.). **Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 1997. 171-200p.
- ONU. Organização das Nações Unidas. No Dia Internacional das Florestas, ONU lembra que 1,6 bilhão de pessoas depende delas para viver. Publicado em 20/03/2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/em-dia-internacional-das-florestas-onu-lembra-que-16-bilhao-de-pessoasdepende-delas-para-viver/>. Acessado em: 02 dezembro 2019.

PINEDO-VASQUEZ, Miguel. A.; SEARS, Robin. R. Várzea Forests: Multifunctionality as a Resource for Conservation and Sustainable Use of Biodiversity. In: PINEDO-VASQUEZ, M., et al. **The Amazon Várzea: The Decade Past and the Decade Ahead**. [S.l.]: [s.n.], 2011. p. 187-206.

REFLORA - **Herbário Virtual do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/> Acessado em: 07 dezembro 2019.

RIBEIRO, J. E. L. da S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA, 1999. 819p.

RODRIGUES, W. A., PIRES, J. M. Inventário fitossociológico. In: Rodrigues WA, Pires JM. Inventário fitossociológico. In: Anais do Encontro sobre Inventários Florísticos na Amazônia; 1988; Manaus. Manaus; 1988.

ROSA, R. Introdução ao Sensoriamento Remoto. 5ª ed., Uberlândia. Ed. Universidade Federal de Uberlândia, 2003.

SHOCK, Myrtle Pearl; MORAES, Claide de Paula. A floresta é o domus: a importância das evidências arqueobotânicas e arqueológicas das ocupações humanas amazônicas na transição

SILVA, D. C. Evolução da Fotogrametria no Brasil. Revista Brasileira de Geomática, v. 3, n. 2, p.81–96, 2015.

SILVA, J. N. M., LOPES, C. A., DE OLIVEIRA, L. C., DA SILVA, S. M. A., DE CARVALHO, J. O. SIMINSKI, A.; FANTINI A.C. Dinâmica das formações florestais secundárias da mata atlântica no litoral de Santa Catarina. 2017. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/mod/resource/view.php?id=1141210>. Acessado em: 07 dezembro 2019.

STOUFFER, Ronald J. et al. Investigating the causes of the response of the thermohaline circulation to past and future climate changes. **Journal of Climate**, v. 19, n. 8, p. 1365-1387, 2006.

SZOTT, Lawrence T.; PALM, C. A.; BURESH, Roland J. Ecosystem fertility and fallow function in the humid and subhumid tropics. **Agroforestry systems**, v. 47, n. 1-3, p. 163-196, 1999.

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F. B., METZGER, J.P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos avançados**, v. 29, n. 84, p. 151-162, 2015.

TARDIN, A. T; Cunha, R. P. 1989. Avaliação da alteração da cobertura florestal na Amazônia Legal utilizando sensoriamento remoto orbital. São José dos Campos, INPE, 43p. (INPE-5010-RPE/607).

WESTERN, D. 2001. **Human-modified ecosystems and future evolution**. PNAS Colloquium Paper:98 (10) 5458-5465; doi:10.1073/pnas.101093598

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Tradução de Christian Matheus Herrera. 5a. ed. Porto Alegre/RS: Bookman, 2015. 290 p.