ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage:https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe

Avaliação do uso e cobertura do solo e seus impactos na região sul de Macapá, Amapá, Brasil entre 1985 e 2022

Iralene Maria Wanzeler Garcia[1], Nelson de Almeida Gouveia[2], Dario Rodrigues de Melo Junior[3], Carolina da Silva Gonçalves[4], Fernando Galvão Rabelo[5], Francisco José de Oliveira Parise[6]

[1] MSc. em Ciências Florestais, Analista de Meio Ambiente. Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amapá. Av. Mendonça Furtado, 53, Centro. Macapá-Amapá. CEP:68900-060.. lenewg@hotmail.com (autor correspondente). [2] Professor Dr. Substituto. Instituto CiberEspacial – ICBE/UFRA. Universidade Federal Rural da Amazônia. Av. Tancredo Neves, nº 2501 – Terra Firme – Cep: 66.077-830 – Belém-PA. nelson.gouveia@ufra.edu.br. [3] Graduado em Geografia, Analista de Meio Ambiente. Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amapá Av. Mendonça Furtado, 53, Centro. Macapá-Amapá. CEP:68900-060.dariojr.ap@gmail.com. [4] MSc. Em Geografia. Professora Susbtituta. Instituto CiberEspacial - ICBE/UFRA. Universidade Federal Rural da Amazônia. Av. Tancredo Neves, nº 2501.Terra Firme. Cep: 66.077-830 – Belém-PA. linacrsg@gmail.com. [5] Professor Dr. Titular. Universidade do Estado do Amapá. Av. Presidente Vargas, 650. Centro, Macapá- Amapá. 68900-070 fernando.rabelo@ueap.edu.br. [6]Professor Dr. Titular, Instituto CiberEspacial – ICBE/UFRA. Universidade Federal Rural da Amazônia. Av. Tancredo Neves, nº 2501.Terra Firme. Cep: 66.077-830 – Belém-PA. francisco.parise@ufra.edu.br.

Artigo recebido em 15/02/2023 e aceito em 07/06/2023

R E S U M O

O processo de alteração do uso e ocupação do solo em Macapá, Amapá, tem se intensificado ao longo dos anos. O Distrito da Fazendinha tem assumido um papel importante no contexto regional, pois possui em sua região a APA da Fazendinha, um mini polo hortifrutigranjeiro, além de diversos empreendimentos comerciais e residenciais. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo mapear e analisar o uso e cobertura do Solo na região do ex-Distrito da Fazendinha, localizado na porção sul do Estado do Amapá, no município de Macapá, utilizando dados de sensores TM, ETM+ e OLI 2, a bordo dos satélites LandSat 5, 7 e 9, respectivamente, para os anos de 1985, 2002 e 2022. Para o mapeamento do uso e ocupação do solo aplicou-se o método de classificação supervisionada MAXVER com auxílio de composições coloridas falsa cor. As classificações apresentam Índices de Exatidão Global e valores de Kappa satisfatórios, o que permitiu garantir a validação positiva desta classificação. Por meio da análise multitemporal, observou-se um aumento significativo na classe "Área Urbana",de 2% em 1985 para 19% em 2022 e diminuição da classe "Vegetação". Além disso, identificou-se a diminuição da classe "Área de Ressaca", porque as imagens eram da época da estação seca em que estas secam consideravelmente. Esse aumento da urbanização ocorreu próximo às rodovias e demais ruas principais, no entorno e dentro da APA da Fazendinha e dentro do polo e mini-polo da Fazendinha. As alterações da paisagem evidenciam que houve a ausência do Estado, com a falta de planejamento urbano e territorial, bem como a falta de criação de políticas socioambientais, deixando a população marginalizada.

Palavras-chave: Uso e cobertura do solo. Sensoriamento Remoto. Classificação supervisionada. Macapá.

Assessing the land use and land cover change and its Impacts on the southern region of Macapá, Amapá, Brazil between 1985 and 2022

ABSTRACT

The land use and occupation process in the Macapá-Amapá has intensified over the years. The Fazendinha District has assumed an important role in the regional context because incorporate the APA of Fazendinha, a small fresh produce center, and several commercial and residential developments. Therefore, this work aimed to map and analyze the changes in land use and land cover change at Fazendinha District, located in the southern portion of Amapá State, in Macapá city, using data from sensors TM, ETM+ and OLI, onboard LandSat 5, 7 and 9 satellites, respectively for 1985, 2002 and 2022. For this, we used the supervised classification method (MAXVER) and false color composites. The analyses showed satisfactory values of the Global Accuracy Index and Kappa of classifications. The results of the multitemporal analysis revealed a significant increase in the "Urban Area" class from 2% in 1985 to 19% in 2022 and, consequently, a decrease in "Vegetation". In addition, decrease in the "Hangover Area" class because the images were collected during the dry season when these dry out considerably. This increase occurred near the highways and other main streets, around and within the APA of Fazendinha and the Fazendinha polo and mini pool. The changes in the landscape are due to the absence of the State, through lack of urban and territorial planning and the lack of socio-environmental policies, which has left the population marginalized.

Keywords: Land use and land covering. Remote sensing. Supervisioned Classification. Macapá.

Introdução

O Distrito da Fazendinha foi um dos primeiros distritos do estado do Amapá, cuja criação ocorreu em 29 de janeiro de 1988, com o propósito de fomentar o desenvolvimento local. No ano de 2020, o status de Distrito foi perdido, integrando os bairros da cidade de Macapá: Fazendinha, Bioparque, Vale Verde, Murici, Igarapé da Fortaleza e Chefe Clodoaldo, conforme preconiza Lei Estadual nº 2427 (2020).

Essa área assume um papel importante no contexto regional, pois compreende uma Unidade de Conservação - UC: a Área de Proteção Ambiental (APA) da Fazendinha. Além disso, diversas atividades de cunho agropecuário, tais como a produção de frutas e hortaliças, atividades de piscicultura e criação de animais são desenvolvidas na região (Santos, 2019). Essas atividades buscam sustentar as necessidades do mercado local, o qual é de extrema relevância para a comunidade, promovendo a agricultura familiar, garantindo o sustento das famílias desses agricultores.

Devido as transformações políticas e econômicas nas décadas 1980 e 1990 sabe-se que a população de Macapá apresentou um crescimento significativo, passando de 116.480 em 1970 para 503.327 habitantes em 2019 (Moreira et al., 2021). Esse aumento implica fortes mudanças na paisagem, que se não tiver medidas de ordenamento territorial adequadas podem causar impactos, relacionados a poluição (Felipe, Santos & Marini, 2019), dentre elas a hídrica (Campos & Cunha, 2015), e comprometimento do meio físico, com a destruição de áreas verdes ou desmatamento (Carvalho, 2011; Costa, Maneschy & Campos, 2022). De acordo com Soares (2019) o desmatamento ocasiona o empobrecimento da biodiversidade regional, afeta o ciclo hidrológico dificultado pelo transporte de umidade que a floresta fornece, causando a diminuição de chuvas em regiões próximas. Além de impactos pela perda da produtividade agrícola, bem como a compactação do solo.

caso do Amapá, essas mudanças podem causar também impactos nas áreas de ressaca (Takyiama, 2012).

Dada a importância da APA fazendinha em meio às recentes transformações ocorridas nos últimos anos, a análise espaço-temporal da dinâmica da paisagem é crucial na formulação de um conjunto apropriado de ações na gestão da paisagem.

Nesse sentido, estudos empregando o uso de geotecnologias que têm sido uma forte e importante aliada para dar respostas à sociedade sobre aspectos ambientais, sociais e econômicos (Rodrigues, et al., 2014). Dentre eles, os que estão relacionados ao ordenamento territorial, avaliação e monitoramento ambiental do espaço, sejam, regional ou local (Amorim, et al, 2007). Essas ferramentas são utilizadas para permitir e subsidiar a elaboração do planejamento regional, municipal e até setorial (Rosa, 1990), de forma a favorecer uma melhor construção de políticas públicas, pois garante a adequada ocupação do espaço, além de favorecer a conservação dos ecossistemas naturais existentes.

Assim, análises espaços-temporais de imagens de sensoriamento remoto são excelentes ferramentas para avaliação e monitoramento de áreas, sejam elas urbanas ou rurais. Com o uso das técnicas de classificação de imagens, é possível ter um conhecimento mais apurado sobre determinada região. Segundo Piroli (2010) e Rosa (2009) a Classificação Supervisionada de Imagens nada mais é que uma interpretação das imagens de sensores a bordo de satélites por um profissional em que é realizada uma identificação e diferenciação prévia de áreas da cobertura do solo que são conhecidas, as chamadas áreas de treinamento, segundo seu padrão de resposta espectral. A partir disso o programa computacional associa cada pixel da imagem a uma assinatura espectral mais similar definida pelo método escolhido.

Assim, a hipótese deste trabalho é que as recentes mudanças ocorridas nas últimas décadas impactaram e transformaram rapidamente a paisagem no ex-Distrito da Fazendinha, trazendo, consequentemente impactos ambientais e sociais. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o padrão

espaço-temporal das mudanças no uso e ocupação do solo usando imagens de sensores remotos a bordo de satélites para os anos de 1985, 2002 e 2022, com o proposito de identificar padrões dinâmicos de mudanças e possíveis impactos relacionados ao meio ambiente e a comunidade local no ex-Distrito da Fazendinha, Macapá/AP/Brasil.

Material e métodos

Área de estudo

O município de Macapá, onde se encontra a área de estudo (Figura 1), fica localizada na Região Geográfica Intermediária e Imediata de Macapá, na Mesorregião Sul do Estado do Amapá (IBGE, 1990). A área de estudo se situa na zona sul da cidade de Macapá, na área correspondente ao Ex-Distrito da Fazendinha, formado por 6 bairros da cidade de Macapá, sendo eles: o Igarapé da Fortaleza, Fazendinha, Murici, Vale Verde, Bioparque e Chefe Clodoaldo. Essa área corresponde a uma superfície de cerca de 24,87 Km². Seu acesso é feito pela Rodovia Juscelino Kubitschek acessando pela cidade de Macapá, ou, ainda, pela AP 070 cujo acesso se dá pela cidade de Santana (Figura 1).

Nessa área do estudo tem-se uma importante Unidade de Conservação – a APA da Fazendinha – cuja categoria de utilização é uso sustentável. Conforme Lei nº 9985 (2000), que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, uma APA é uma área extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e objetiva proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

E, ainda essa região possui também as áreas de ressacas também conhecidas como áreas úmidas. Essas desempenham um papel ecológico fundamental no equilíbrio ecossistêmico local, além de proporcionar bens e serviços para o homem. O Plano Diretor de Macapá-AP, Lei nº 029(2004) elaborado de forma participativa, reconheceu as áreas de ressacas como patrimônio ambiental municipal e determinou várias ações de uso e conservação. De acordo com Lei nº 0835(2004) ficaram proibidas novas ocupações e uso de áreas de ressaca urbana e periurbanas, exceto para execução de obras infraestrutura e foram proibidas instalações de atividades poluidoras, usos do solo que intensificassem processos erosivos e atividades lesivas a biodiversidade.

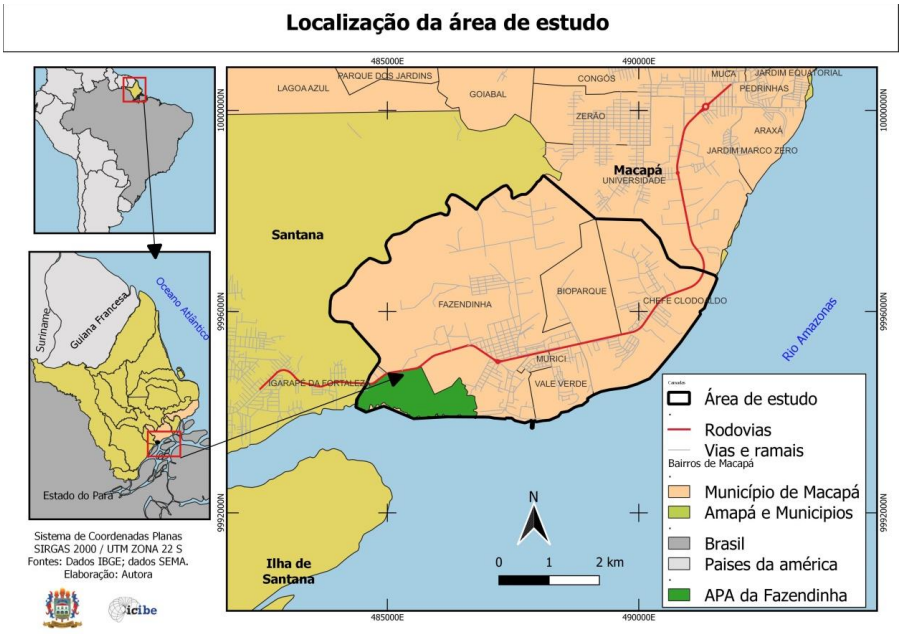

Figura 1. Mapa de Localização da área de Estudo.

Quanto ao clima predominante no município é o tropical, quente e muito úmido. A pluviosidade é superior a 2.500 mm anuais. As temperaturas médias anuais oscilam entre 25 e 30ºC (IBGE, 2010). A estação chuvosa se estende de dezembro a julho. O mês de julho é o mês de transição entre a estação chuvosa e a seca. A estação seca se estende de agosto a novembro (Tavares, 2014). Segundo Azevedo (1967) e IBGE (2010) a vegetação da área de estudo é formada por Floresta de Várzea, Campos inundáveis conhecido como Áreas de Ressacas, Cerrado e fragmentos de Floresta de Terra Firme. O solo é do tipo Latossolo amarelo (Valente, Campos & Watrin, 2015). A região da área de estudo é banhada pelo Rio Amazonas e a oeste pelo Igarapé da Fortaleza (Takiyama, 2012). O relevo amapaense, nessa região, foi categorizado pelo Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA, como relevo sem limitações cuja declividade chega até 20%, corresponde a 83,7% do território do estado (IEPA, 2008).

Aquisição dos dados

Os dados matriciais (*rasters*) foram adquiridos no site de distribuição de dados de Sensoriamento Remoto do Serviço Geológico dos EUA ou *United States Geological Survey* (USGS), disponível em https://earthexplorer.usgs.gov. A base cartográfica utilizada assim como o limite da área foram disponibilizadas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Estado do Amapá - SEMA/AP. Foram obtidas 3 imagens do satélite LANDSAT da órbita 225 e ponto 060, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Datação das imagens dos sensores do satélite LANDSAT adquiridas.

Ano	Data	Satélite	Sensor	Resolução Espacial
1985	28 de julho	LandSat 5	TM	30 m
2002	20 de agosto	LandSat 7	ETM+	30 m
2022	27 de agosto	LandSat 9	OLI	30 m

Fonte: Site USGS (Adaptado pela autora)

Processamento

Inicialmente, foram realizados levantamentos bibliográficos sobre a área de estudo, dados, processamento e análises. O tratamento e análise dos dados e as informações georreferenciadas da área de estudo foram processadas no programa QGis, versão 3.22.7 (QGIS, 2002).

Para o estudo utilizou-se as imagens digitais do *Thematic Mapper* – TM, *Enhanced Thematic Mapper Plus* - ETM+ e *Operational Land Imager* – OLI 2 , conforme Tabela 1. Assim, foram realizadas as composições coloridas falsa-cor utilizando as bandas da Tabela 2, conforme apresenta a Figura 2.

Tabela 2. Composição RGB Falsa-cor das imagens escolhidas por ano e seu intervalo espectral.

Satélite/ Composição	TM (1985)	ETM+ (2002)	OLI 2 (2022)
(R)	**(4)** Infravermelho Próximo (0,76 - 0,90µm)	**(4)** Infravermelho Próximo (0,76 - 0,90µm)	**(5)** Infravermelho Próximo (0.85 - 0.88 µm)
(G)	**(5)** Infravermelho Médio (1,55 – 1,75µm)	**(5)** Infravermelho Médio (1,55 – 1,75µm)	**(6)** Infravermelho Médio 1 (1.57 - 1.65 µm)
(B)	**(3)** Vermelho (0,63 - 0,69µm)	**(3)** Vermelho (0,63 - 0,69µm)	**(4)** Vermelho (0.64 - 0.67 µm)

Fonte: Site USGS (Adaptado pela autora)

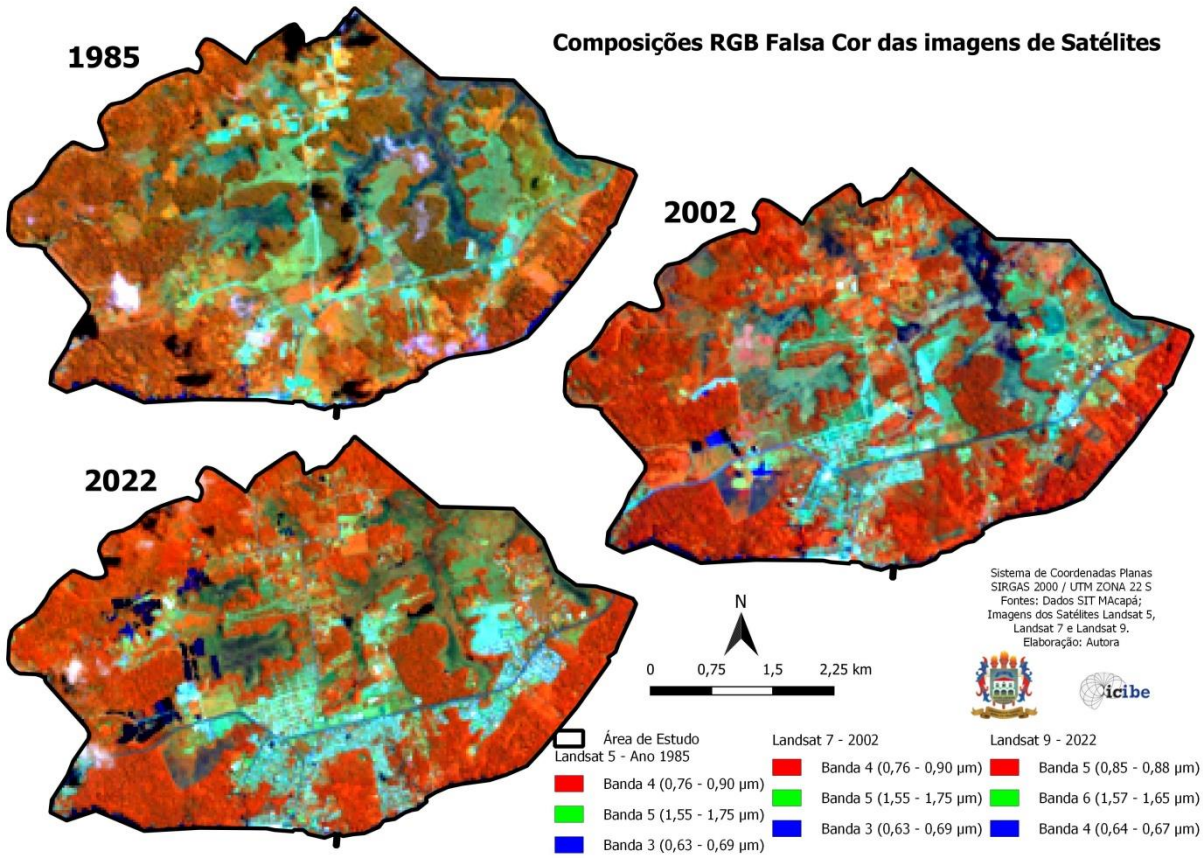

Figura 2. Composição RGB Falsa-cor aplicada nas imagens para os anos de 1985,2002 e 2022

Em seguida, as imagens das composições foram recortadas pela máscara da área de estudo e, posteriormente, reprojetadas para o sistema de coordenadas planas UTM, sendo o SIRGAS 2000 UTM ZONA 22S o sistema de coordenadas de referência utilizado.

Foi utilizado o *plugin Orpheu Toolbox* (OTB) dentro do Qgis para os procedimentos de Pré-Classificação e Classificação das imagens. Dessa forma, classificou-se cada imagem em 5 classes de Uso e Ocupação do Solo, sendo elas: Vegetação (extratos arbóreos mais densos); Água (Rios, igarapés, tanques de pisciculturas, águas mais profundas de lagoas); Área Urbana (Construções residenciais, comerciais e infraestrutura urbana); Área de Ressaca (Campos inundáveis, lagoas mais rasas); Solo Exposto (área sem vegetação ou com vegetação rala e área não urbanizada). A partir das amostras coletadas, realizou-se a estatística de cada imagem e, posteriormente, executou-se o treinamento das amostras (Figura 3). Nessa classificação, utilizou-se o algoritmo "*Bayes",* o qual é bastante utilizado em classificações (Tom & Miller, 1984). Em seguida aplicou-se o método de Máxima Verossimilhança- MAXVER, gerando um modelo computacional como resultado (Rosa, 2009). O método de classificação por MAXVER é baseado no cálculo da distância estatística entre cada pixel e a média dos níveis de cinza da classe previamente definida a partir de amostras de treinamento (Dutra et al., 1981), não tendo um número regular para definição das amostras, devendo apenas refletir a realidade de cada categoria utilizada (Venturieri & Santos, 1998).

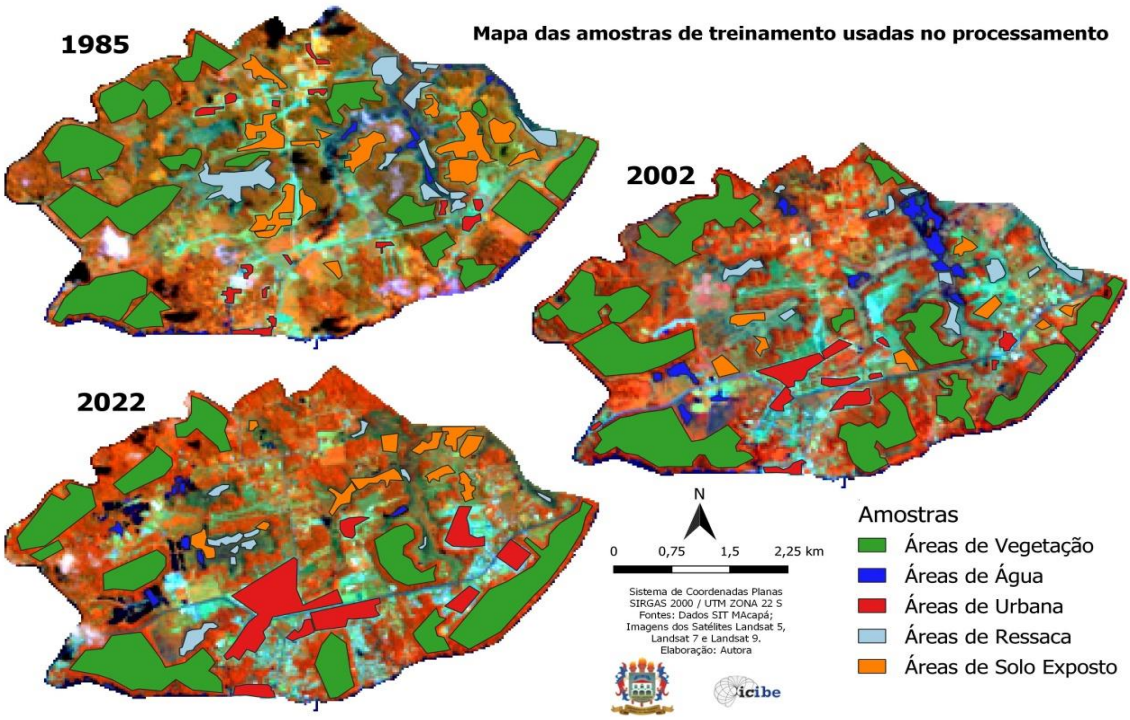

Figura 3. Mapa com as amostras de treinamento utilizadas para cada ano

Finalmente, foi realizada a classificação das imagens dos anos escolhidos a partir dos dados das amostras de treinamento.

A validação da classificação foi realizada por meio do cálculo dos Índices Kappa e de Exatidão Global. Tato a classificação quanto a validação foram realizadas por meio da extensão do Qgis chamada *Semi-Automatic Classification* – SCP. O SCP é um plug-in gratuito e de código aberto que permite a implementação de classificação semi-automática baseada em uma variedade imagens de sensores orbitais (ex: MODIS, Landsat e Sentinel 2). Essa ferramenta abrange em todo o fluxo de trabalho para mapeamento de cobertura da terra, desde o pré-processamento das imagens até a avaliação das classificações.

As medidas de acurácia têm por finalidade dizer o quanto um valor de uma observação ou medida está próximo do seu valor real, isto é, o quanto está correto e isento de erros. O índice Kappa (K) é uma medida de precisão importante associada à matriz de confusão, pois sua representação é completa, isto é, considera todos os elementos da matriz (Cohen, 1960; Congalton, 1991), e não apenas os elementos da diagonal principal, como acontece com o índice de Exatidão Global. Os intervalos dos valores de Kappa foram propostos por Landis e Koch (1977), conforme mostrado na Tabela 3. Para melhor visualização da metodologia, a Figura 4 ilustra um fluxograma com as etapas do trabalho.

Tabela 3. Resultados de concordância com base no índice Kappa (Adaptado de Landis e Koch,1977).

Índice Kappa	Concordância
0,00	Sem correspondência
0,00 a 0,20	Insignificante
0,21 a 0,40	Discreto
041 a 0,60	Moderado
0,61 a 0,80	Substancial
0,81 a 1,00	Excelente

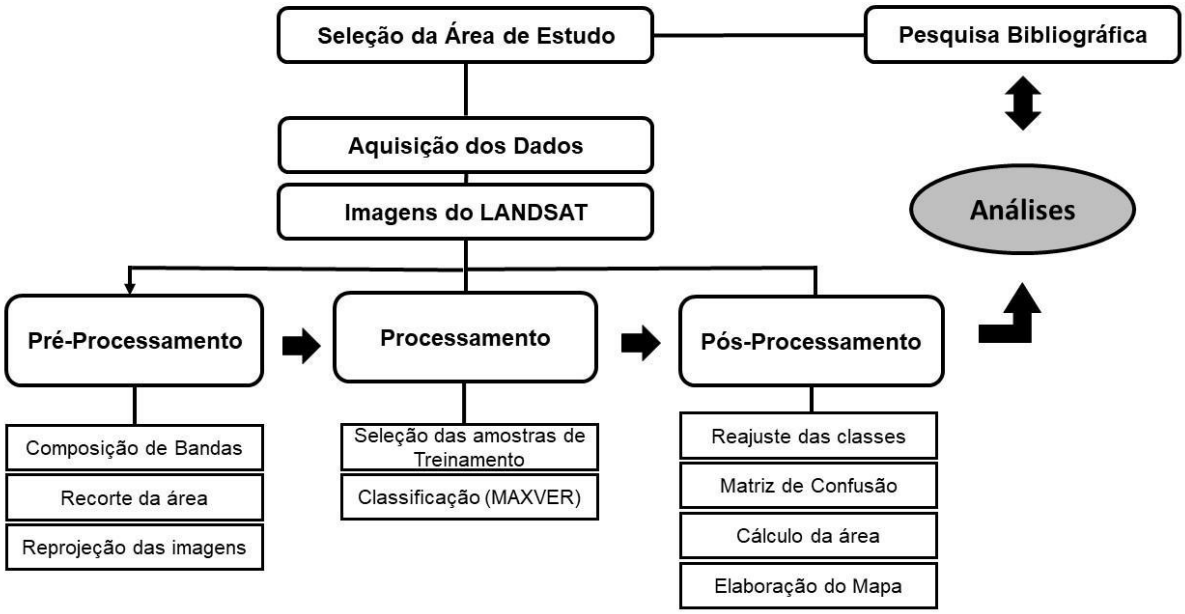

Figura 4. Fluxograma da metodologia de trabalho utilizada.

Resultados e discussão

Avaliação das classificações

A matriz de confusão, apresentada na Tabela 4, mostra que em 1985, os componentes "Solo exposto" e "Água" foram os que mais tiveram erros. O "Solo exposto" apresentou confusão com o componente "Área de Ressaca" e o segundo que é o componente "Água" confundiu com "Área de Ressaca". Em 2002, o maior erro foi em "Solo Exposto" confundindo com "Área Urbana" e "Vegetação". Em 2022, os maiores erros foram nas classes "Solo exposto" que confundiu com "Área Urbana" e "Área de Ressaca" com Solo Exposto. Em todos os anos o componente "Vegetação" não gerou erros. O Índice de Exatidão Global apresentou em todos os anos um percentual maior que 90% o que mostra que esta classificação é satisfatória em cada classe proposta (Tabela 5). O Índice Kappa que avalia todos os dados da matriz teve um valor próximo de 1 (Tabela 5), em todos os anos, o que indica que esse índice está no nível Excelente segundo a Tabela 1 apresentada na metodologia.

Tabela 4. Matriz de confusão com os atributos escolhidos, nos anos de 1985, 2002 e 2022.

MATRIZ DE CONFUSÃO - 1985						
ATRIBUTO	**Vegetação**	**Água**	**Área Urbana**	**Área de Ressaca**	**Solo Exposto**	**Total**
Vegetação	**4433**	0	0	0	0	4433
Água	2	**126**	0	31	5	164
Área Urbana	12	0	**336**	2	4	354
Área de Ressaca	0	21	3	**699**	19	742
Solo Exposto	9	0	13	58	**1307**	1387
TOTAL	4456	147	352	790	1335	7080
MATRIZ DE CONFUSÃO - 2002						
Vegetação	**5619**	0	0	0	0	5619
Água	0	**413**	1	10	0	424
Área Urbana	0	0	**574**	1	10	585

Área de Ressaca	7	2	7	**375**	11	402
Solo Exposto	32	0	40	13	**357**	442
TOTAL	5658	415	622	399	378	7472
MATRIZ DE CONFUSÃO - 2022						
Vegetação	**4469**	0	0	0	0	4469
Água	5	**113**	4	0	0	122
Área Urbana	1	0	**1585**	0	4	1590
Área de Ressaca	0	3	2	**279**	24	308
Solo Exposto	9	0	32	16	**622**	679
TOTAL	4484	116	1623	295	650	7168

Tabela 5. Índice de Exatidão Global, em percentagem e Índice Kappa.

Ano	Índice de Exatidão Global (%)	Índice Kappa
1985	96,67	0,9484
2002	92,36	0,8927
2022	97,01	0,9562

Mudanças no uso e cobertura do solo

Após a aplicação dos procedimentos metodológicos de pré-processamento, processamento e pós-processamento foi possível mapear e analisar o uso e cobertura do solo na região do ex-Distrito da Fazendinha no Estado do Amapá nos anos de 1985 a 2022. Na Tabela 6 mostra os dados em metros quadrados e percentuais das classes por ano analisado. Identificou-se a predominância da classe "Vegetação" na região com uma porcentagem de 58% e em segundo lugar "Solo exposto" com 28%, em 1985 (Figura 5). Em 2002 é possível observar o aumento da classe "Área Urbana" de 2% para 6% e Solo exposto para 37%, havendo uma diminuição na classe "Vegetação" caindo para 40%(Tabela 6).

Tabela 6. Dados quantitativos em m² e porcentagem das classes estudadas.

Classes/Ano	1985	%	2002	%	2022	%
Vegetação	14.510	58	9.940	40	11.670	47
Água	600	2	1.100	4	770	3
Área Urbana	560	2	1.590	6	4.670	19
Área de Ressaca	2.350	9	2.980	12	940	4
Solo Exposto	6.870	28	9.280	37	6.830	27

De maneira geral, esse fato se relaciona ao processo de imigração após a criação do Estado, em 1988, e, também, pela implantação da Área de Livre Comércio de Macapá e Santana (ALCMS), em 1992 (IEPA, 2004; Porto, 2005; Cantuária, 2011). Em escala mais local, o crescimento da população está associado aos concursos públicos realizados no final da década de 80 e início da década de 90 para o atendimento da demanda da criação de infraestruturas do Novo Estado que agora necessitava de mão-de-obra para a sua gestão administrativa, o que atraiu migrantes de diversos lugares do Brasil (Santos, 2010). Isso foi observado, também, por Costa et al (2022), no qual demonstraram que a população da Cidade de Macapá aumentou ao longo dos anos desde 1960

com 46.905 habitantes para 398.204 habitantes em 2010, constatado nos anos estudados realizados de 1985 a 2015.

Em outras partes da Amazônia, precisamente no Pará Gutemberg et al., 2021, apresenta um percentual de mais de 23% de perda da cobertura verde em apenas 19 anos, fruto da agricultura e pecuária e mais tarde da ocupação urbana.

Carvalho (2013) argumenta que o aumento da degradação de áreas verdes é resultado da falta de previsão legal de proteção de áreas verdes nos instrumentos de planejamento urbano da cidade. Pereira, Nunes e Araújo (2021), também observam que a falta de planejamento urbano na ocupação da terra é um fator de aumento da mancha urbana em detrimento a conservação de áreas verdes.

Outro fato a ser observado, ainda, é que a "Área Urbana" cresceu na região Sul do mapa em 2022 (Figura 6). Tal fenômeno resultou da criação de residenciais no formato condomínio, além da formação de novos bairros como o do Vale Verde e, ainda, o aumento da população residente dentro do polo e mini- polo da Fazendinha. Tal pode estar associado à busca pela vivência nas proximidades do Balneário da Fazendinha, que é uma área turística no qual teve a recomposição e construção da sua praia realizada em 1999, conforme dados da SUFRAMA (2003) em estudo entre os anos 1997 a 2002. Assim, essa localidade tem ganhado notoriedade desde a sua reestruturação, seja para fins residenciais ou comerciais. Cid et al., 2023 em seu estudo corrobora a análise de decréscimo de áreas de floresta e aumento da ocupação humana bem como, defende que isso se dá pelo crescimento da agricultura comercio e turismo.

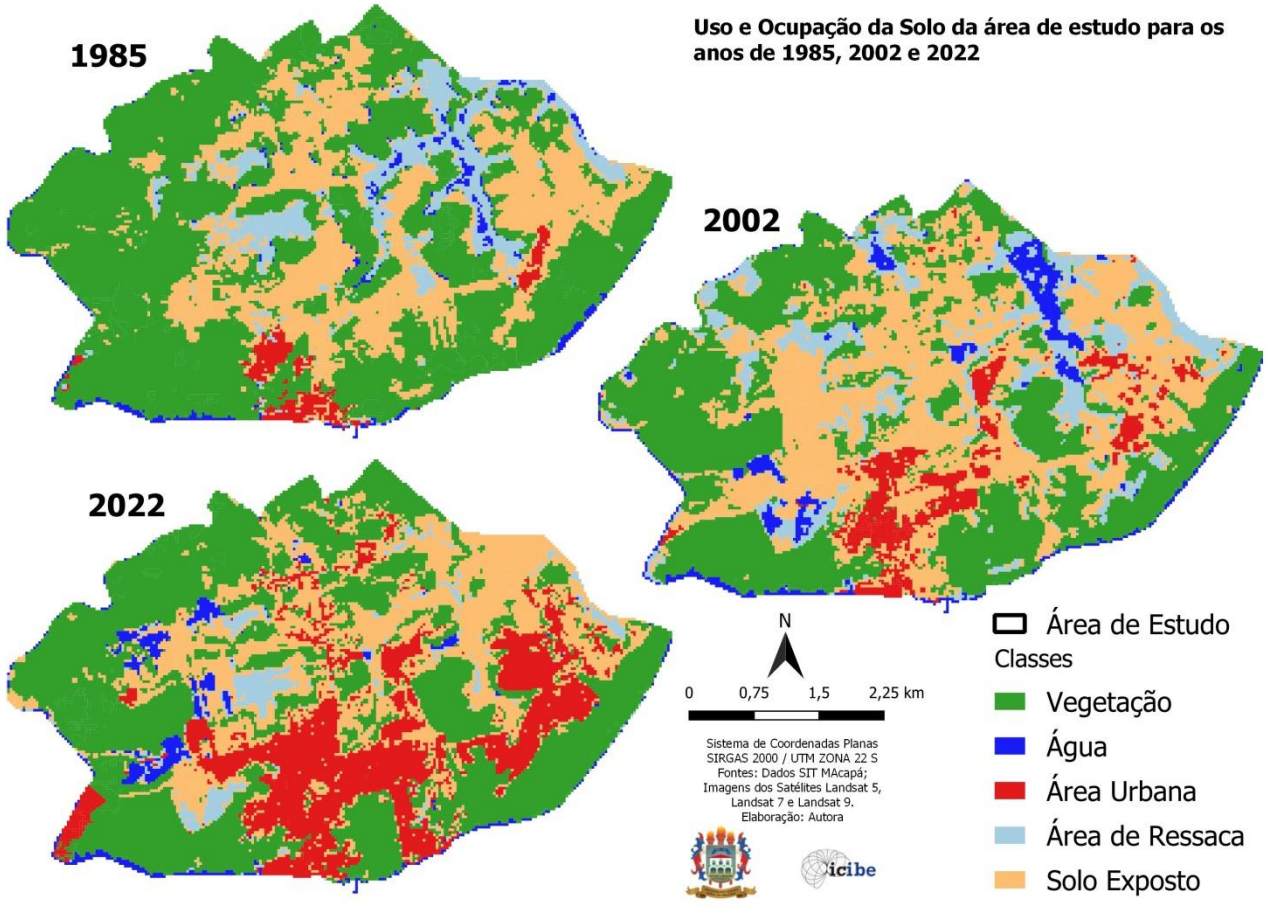

Figura 6. Mapa de Uso e Ocupação do solo da área de estudo nos anos de 1985, 2002 e 2022.

Vale destacar ainda que nessa região na porção mais a sudoeste onde se encontra a UC APA da Fazendinha existe um considerável avanço da população do entorno para dentro da APA, o que, consequentemente, tem causado o aumento da poluição dos corpos de água e desmatamento. Tal situação gera, em contrapartida, a insalubridade no local, principalmente na época das cheias, que trazem os dejetos sanitários, uma vez que não há serviços de saneamento na região, ocasionando, por vezes, o aparecimento de doenças (Santos & Monte, 2014; Castro Neto, Brito & Dias, 2017; Almeida &

Euler, 2022). Problemas esses elencados nas demais áreas do estudo.

No ano de 2022 podemos observar o aumento da classe "Área Urbana", representando 19% da região, e diminuição da classe "Área de Ressaca", compreendendo 4% da cobertura do solo, também verificado a partir da análise de 2002, pois se observa que ocorreu um aumento gradativo nos intermédios de ambas as áreas. A diminuição dessas áreas de ressaca pode estar associada a datação das imagens estarem próximas do Verão, conforme mostrado previamente na Tabela 1, sendo classificado como "Solo exposto" ou "Vegetação", a parte sem a presença de água, o que explica seu percentual em 2002. Nesse período, as ressacas secam consideravelmente (Melo Junior, 2017), além de que passaram a ser ocupadas por residências do tipo palafita (Andrade, 1995) ou sofreram aterramento para os mais diversos fins. O fato é que as condições de vida dessas pessoas são visivelmente de baixa qualidade e o avanço da ocupação ainda assim aumenta, conforme também descrito por Medeiros, Uliana e Araújo (2020) essas regiões sofrem intensa ocupação urbana de forma acelerando e desordenada gerando significativamente alteração da qualidade ambiental, principalmente por conta de lançamentos de forma direta de objetos e efluentes domésticos não tratados nos corpos d' nos corpos d água de dejetos e efluentes domésticos não tratados. Ainda, segundo o mesmo autor, o Igarapé da Fortaleza (Bairro de Macapá e Santana) já apresentam significativo grau de degradação ambiental, em que ocorreu a remoção de matas ciliares, causando a erosão de suas margens, o assoreamento intensivo e mais urbanização desordenada, o que gerou reflexos negativos na qualidade da água. Isso se deve a falta da operacionalização das autoridades públicas que não criam políticas públicas, principalmente, socioambientais, deixando a população marginalizada (Gomes et al, 2011).Não diferente, Baia e Sanches 2021, que verificaram tal aumento na ocupação de áreas de ressaca em seu estudo nos municípios de Macapá e Santana, ponderam também que estas ocupações trazem agravamento de questões socioambientais como, aumento da criminalidade, doenças causadas pela água por conta da sua poluição com lixo doméstico e pelo esgoto, concluindo que ações governamentais devem ser urgentes.

Além dos fatores relatados acima, ocorreram outros usos impactantes como a extração de argila para olarias, a criação de búfalos e a piscicultura que vem ocorrendo de forma indiscriminada (Takiyama, 2012). A determinação de piscicultura pode ser evidenciada próximo à Rodovia principal, através de formas geométricas uniformes com a determinação do componente "Água". Outros fatores como extração de argila e criação de búfalos sugerem a formação de solo exposto nos anos de 2002 e 2022.

A classe "Vegetação" aumentou para 47% no ano de 2022, em função da classificação citada acima sobre as "Áreas de Ressaca" secarem nos meses do verão e classificar como "Solo Exposto" ou "Vegetação".

A Área de Proteção Ambiental da Fazendinha sofreu impacto não tão evidente do ponto de vista da análise do mapeamento, porém, no ano de 2022, é bem perceptível o avanço da mancha urbana na direção sudoeste do mapa na Figura 6, com a mudança da paisagem definida pela modificação dessas classes. Os residentes do Igarapé da Fortaleza, ali presentes, acabam exercendo muitas pressões antrópicas sobre a APA, fato constatado por Castro Neto et al (2017) e Gasparinetti et al., (2018). Em outros estudos como de Borges e Costa (2023), também corroboram que tais pressões, exercidas em APA's, se tornaram bem evidentes ao longo dos anos.

Outro fato importante observado foi que o desenvolvimento das áreas urbanas, também, se deu de forma a acompanhar o percurso das rodovias, ruas e ramais. Fato esse comumente constatado em diversos estudos realizados sobre ocupação populacional na Amazônia como de Sales e Fontes (1993) no qual corroboram essa forma de ocupação com danos gerados às áreas verdes.

Na classe "Água", que compreendia 4% em 2002, foi possível observar diminuição para 3%, em 2022. Esse fato ocorre porque em alguns pontos, como o extremo sudoeste, houve um aumento de palafitas nas margens do Igarapé da Fortaleza, além de que as imagens são do período que já inicia o verão, conforme citado na metodologia sobre o clima da região.

Conclusão

A partir das análises das imagens dos anos 1985, 2002 e 2022 realizadas através do mapeamento e classificação das classes, podemos verificar que houve crescimento da área urbana e diminuição da cobertura vegetal. Isso está relacionado a construções urbanas (habitações) e demais infraestruturas governamentais e comerciais, substituindo áreas verdes. Pode estar atrelado também a busca pela vivência nas proximidades do Balneário da Fazendinha, pois essa região ganhou notoriedade desde a sua reestruturação, seja para fins residenciais

ou comerciais. Houve diminuição da classe Área de Ressaca, seja por influência da estação Verão das imagens de satélite em meses como julho e agosto, seja por ter dado lugar a Área Urbana, isto é, construções urbanas. De modo geral, a ocupação populacional em larga escala, em detrimento a vegetação e Áreas de Ressaca, gera diminuição da biota local, além de fatores como poluição dos corpos d'água, desmatamento, insalubridade do local, principalmente na época das cheias, que trazem os dejetos sanitários. Esses fatores decorrem da falta de operacionalização das autoridades públicas com criação de políticas públicas. Além disso, outros usos impactantes ocorrem de forma indiscriminada nessas áreas. Fato este que deve ser evidenciado diante das autoridades locais para melhor gestão. Por fim, o contínuo aumento de área urbana pode gerar o futuro aparecimento de ilhas de calor, o que pode ser estudado na área especificamente, bem como pode ser realizado o estudo de Zonas Permeáveis e Impermeáveis a fim de buscar medidas a serem tomadas pelas autoridades governamentais sobre possíveis enchentes/inundações.

Agradecimentos

Agradecemos a Deus pelo dom da vida de estar de pé para caminhar em nossa jornada, aos familiares que são um incentivo em todos os momentos direta ou indiretamente e ao Programa de Pós-Graduação em Geoprocessamento e Georreferenciamento de Imóveis Rurais da Universidade Federal Rural da Amazônia, pela excelência na qualidade do ensino e no incentivo a pesquisa.

Referências

Almeida, V. C. De, Euler, A. M. C 2022. Integração de serviços ecossistêmicos para o planejamento local e sua influência nas políticas públicas e na comunidade o caso da APA da fazendinha, Macapá, Amapá. Embrapa Amapá 20p.

Amorim, R. F.; Almeida, S. A. S.; Cuellar, M. Z.; Costa. A. M. B.; Gomes, C. (2007). Mapeamento de Uso e Ocupação do solo na Bacia Hidrográfica Piranhas/Açu, utilizando imagens CBERS e técnicas de classificação supervisionada. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR 2007, Florianópolis, SC. (Anais), São José dos Campos: INPE, p. 3710.

Andrade, R. F., (1995). Políticas de Desenvolvimento Regional, Migração, Urbanização e saúde na Amazônia brasileira. Revista Brasileira de Geografia Física v.15, n.02 (2022) 694-709. 707

Araujo, E. M., Mamede, G. L., do Vale, J. P. M., & Araújo E. M, (2021) Uso do sensoriamento remoto como estratégia para análise e gestão do uso dos solos. Revista GAMA 7(1) 23-33

Azevedo, L. G. (1967). Tipos eco-fisionômicos de vegetação do Território Federal do Amapá. Revista Brasileira de Geografia. 25-51.

Baia, R. T., & Sanches, A. M. P. (2021). Evolução das ocupações das áreas de ressacas dos municípios de Macapá e Santana, no estado do Amapá, no período de 2010 a 2020: aspectos espaciais, sociais, econômicos e ambientais. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, 2(3), 02. https://doi.org/10.51189/rema/1680

Borges, R. D.; Costa, V. C. da)2023). Identificação de classes de uso e ocupação do solo nas APAs que compõem a zona de amortecimento da RebioTingua/Rio de Janeiro com classificação supervisionada semiautomática. Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto, 4, 018-029.

Campos, J. & Cunha, H. (2015). Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. Biota- Amazônia, 5(4), 110-118.doi:https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaAmazônia. 5, 110-118

Cantuária, E. R., (2011). APA do Curiaú e a Cidade de Macapá: Relações Sociais, Jurídicas e Ambientais. Dissertação (Mestrado). Macapá, UNIFAP.

Carvalho, G. M. (2013). Crescimento urbano e perda de áreas verdes em Macapá: riscos e possibilidades de proteção. Trabalho de Conclusão de Curso: Macapá/AP. 73 p.

Castro Neto, H. C; Brito, D. M.; Dias, T. C. A. C. (2017). Conflitos socioambientais e Gestão na Área de Proteção Ambiental da Fazendinha, Amapá, Brasil. 6º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade.. 11p. Disponível: http://itr.ufrrj.br/sigabi/anais. Acesso: 05 Set. 2022.

Cid, Y. P. M., Barros, W. V. R. de, Costa, M. do S. S., Ribeiro, E. dos S., Marinho, J. L. M., Carneiro, F. da S. Pinheiro K. A. O, & Frazão, A. da S. (2023). Landscape analysis in time and space through the supervised classification of the municipality of Belém in the period 2008 to 2020. Research Society and Development, 12(3), https://doi.org/10.33448/rsdv12i3.38022

Cohen, J. A. (1960). Coeficient of Agreement for Nominal Scales. Educational and Measurment. Vol XX, No 1, p. 37-46.

Congalton, R. (1991). A Review of Assessing the Accuracy of Classification Remotely Sensed Data. Remote Sensing of Environment, USA, n 37, p. 35-36.

Costa, L., C. S. Maneschy, R.Q. Canto, L. O. (2022). O processo de expansão urbana e seu impacto na cobertura vegetal de Macapá. Revista Brasileira de Geografia Física, 15, 16.

Crósta, A. P. (1992). Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas, SP: IG/Unicamp, 170 p.

Cunha, K. L. (2009). Uso de imagens dos satélites Landsat E CBERS no mapeamento da suscetibilidade à erosão na região de Primavera do Leste – MT. Cuiabá, MT, Instituto de Física. 63 f. : il.

Dutra, L.V.; Souza, R.C.M.; Mitsuo, F.A.; Moreira, J.C. (1981). Análise automática de imagens multiespectrais. São José dos Campos: INPE, 1981.

EMBRAPA. (2020). Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. Satélite de Monitoramento. Disponível em: https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/landsat. Acesso em: 11 de janeiro de 2023.

Felipe, A. S., Santos, G. D., Marini, M. J. (2019). Qualidade de vida nas Cidades Inteligentes e Sustentáveis: Uma discussão teórica. IX Seminário Internacional sobre Desenvolvimento regional, Processos, Políticas e Transformações Territoriais. Santa Cruz do Sul. 11-13 p. Disponível: https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/view/19260.

Gasparinetti, P. Almeida, V. C. de, Euler, A. M. C., Lira-Guedes, A. C. (2018) Avaliação de serviços ecossistêmicos e investimentos prioritários para o desenvolvimento de produtos da sociobiodiversidade e da Gestão Ambiental na APA da Fazendinha Amapá documento de discussão (On Line). Macapá. CSF: Embrapa Amapá. 33.

Gomes, R.K.S.; Takiyama, L.R.; Pereira, L.C.C.; Silva U.R.L.; Ferreira, R.C.M. (2011). Social diagnosis and guidelines for coastal management in environmental protection areas of the amazon littoral (Amapá, Brazil). Journal of Coastal Research. Special Issue 64, 1331-1335.

Gutemberg, Arthur & Moura, Andion & Gonçalves, Andrei & Silva, Jessica & Santana, Juliana & Rafaela, Tárita & Ferreira, Zahluth & Wemerson, Shimon & Costa, Ladeira. (2021). Brazilian Journal of Development Geoprocessamento: Utilização da técnica de classificação supervisionada para cálculo de remanescente florestal Geoprocessing: Use of the supervised classification technique for calculating forest remnants. Brazilian Journal of Development. 7. 51722-51737. 10.34117/bjdv7n5-528. Doi:10.34117/bjdv7n5-528

IBGE. (1990). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão regional do Brasil: downloads. Rio de Janeiro.

IBGE. (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do censo demográfico 2010: Amapá. Rio de Janeiro.

IEPA, (2004). Instituto De Pesquisa Científicas E Tecnológicas Do Estado Do Amapá Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor Costeiro Estuarino do Estado do Amapá - ZEEC-AP. Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro – GERCO/AP, Macapá/AP.

IEPA (2008). Macrodiagnóstico do estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE. 3 ed. Ver. Ampl. Macapá: IEPA, 139, Disponpivel: http:/www.iepa.ap.gov.br/arquivopdf/macrodiagnostico.pdf. Acesso em: 30 jan. 2023

INPE. (2020). Instituto De Pesquisas Espaciais. Divisão de Imagens. Disponível: http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php. Acesso em: 22 de dezembro de 2022.

Landis, J. R; Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. Washington.

Lei Estadual nº 2427, 31 de dezembro de 2020. (2020). Dispõe sobre a delimitação e tombamento das áreas de ressaca localizadas no Estado do Amapá Macapá, AP.

Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (2000). Sistema Nacional de Unidades de Conservação DF: Planalto (Presidência da república) disponível:https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-macapa-ap.Acesso:14 jun 2023 em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/lei19985.htm. acessado em:05 fevereiro de 2023

Lei Municipal nº 029 de 20 de janeiro de 2004 (2004). Plano diretor de Macapá- AP. Disponível:https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-macapa-ap. Acesso: 14 Jun 2023

Medeiros, J. M. M., Uliana, B. B. & Araújo, D. S. (2020). Áreas de preservação permanente urbanas e parques lineares na região Norte: conflitos na lagoa dos Índios, Macapá. Amapá. Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, 18(s/n), 1-19

Melo Junior, D. R.; Belém, F. L.; Lima, E. Q.; Rocha, G.F. (2017). Mapeamento e análise multitemporal do uso e cobertura da terra da Região da Cidade de Macapá/AP. Ciência Geográfica - Bauru. Vol. XXI – (2). 14 p.

Moreira, P. H. O., da Cunha, A. C., & da Costa, A. C. L. (2021). Índice de tendencias climáticas de longo prazo em área urbana na Amazônia Oriental. Revista Brasileira de geografia Fisica, 14(6), 3378-3339

Paranhos Filho, A. C. et al., (2021) Geotecnologia para aplicações ambientais, Maringá – PR. Uniedusul, 392.

Pereira, P. B., Nunes, H. K. de B., Araújo, F. de A. da S.(2021) Análise multitemporal de uso ocupação e cobertura da terra na zona Leste da cidade de Caxias/Maranhão/Brasil. Revista Brasileira de

Geografia Física, [S.I] 14, 1415-1428. Doi: https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1415-1428

Piroli, E. L. (2010).Introdução ao geoprocessamento Porto, J. L. R. (2005). Aspecto da ação do estado na fronteira amazônica: A experiência do território federal/Estado do Amapá. Macapá, 28p.

. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos. 46 p.

Rodrigues, M. T; Pollo, Et. al. (2014). Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicado ao uso da terra para avaliação entre classificadores a partir do Índice Kappa. - Garça, SP: Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal. Ano XII. Vol. 23. Número 1. 60 – 70 p. Disponível: http://hdl.handle.net/11449/140792. Acesso: 27 out 2022.

Rosa, R. (2009). Introdução ao sensoriamento remoto. EDUFU. Uberlândia.

Sales, M. F. L; Fontes, R. M. O. (1993). Efeitos da atuação governamental e da exploração madeireira no desmatamento da Amazônia. Revista Arvore. V. 17. nº 3. p 375 – 388.

Q-Gis. (2002). Ferramenta Q-GIS. Disponível: https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html. Acesso: 27 ago 2022

Santos, I.M.B.; Montes, M.N.N. (2014). Análise da dinâmica de ocupação na Área de Proteção Ambiental da Fazendinha e entorno, entre os anos de 2003 e 2009. (Trabalho de Monografia). Macapá: UNIFAP.

Santos, E. R. C., (2010). Grandes projetos amazônicos e configuração geográfica do Amapá. In: Porto, J. L. R. et al., 2010. Interações Fronteiriças no Platô das Guianas. Rio de Janeiro: Publit, 1, 45-72.

Soares, T. O., de Almeida, A. A., de Morais, A. E. F., da Costa Sousa, M. C. B., & Leite, T. S. A. (2019). Impactos Ambientais Causados Pelo Desmatamento: Uma Revisão Sistemática Da Literatura. Revista Saúde E Meio Ambiente, v. 9, n. 2, p 60-73.

SUFRAMA. (2003). Superintendência da Zona Franca de Manaus. Interiorizando o Desenvolvimento no Estado do Amapá. Disponível em: https://www.gov.br› suframa › pt-br › publicacoes. Acesso em 10 de janeiro de 2023.

Takiyama, L. R. Et al. (2012). Projeto zoneamento ecológico econômico urbano das áreas de ressacas de Macapá e Santana, estado do Amapá: Relatório Técnico Final. Macapá: IEPA, 84p.: il.

Tavares, J. P.N. (2014). Características da climatologia de Macapá-AP. Caminhos de Geografia. Uberlândia/MG v. 15, n. 50. 138–151p.

Tom, C. H.; Miller, L. D. (1984). An automated land-use mapping comparison of the bayesian maximum likelihood and linear discriminant analysis algorithms. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol. 50 (2), pp. 193-207.

Valente, M. A., Campos, A. G. S.; Watrin, O. S. (2015). Mapeamento dos solos do bioma cerrado do Estado do Amapá. INPE. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (Anais). 8p.

Venturieri, A.; Santos, J. R. dos. (1998). Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal. In: Assad, E. D.; Sano, E. E. (Ed.). Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. 2. ed. rev. amp. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Planaltina, DF: Embrapa-CPAC. p. 351-371.

USGS. U.S. Department of the Interior (USGS) Landsat Missions Disponível: https://www.usgs.gov/land-seources/nli/lansat/lansat-satellite-missionsqtscience_support_page_related_con=2#qt-science_support_paage_related_con. Acesso em 28 set, 2022.