



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

CLAUDOMIRO DA GAMA E GAMA

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO DA ILHA DE
COTIJUBA, BELÉM - PA
ANANINDEUA, PA
2022

CLAUDOMIRO DA GAMA E GAMA

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO DA ILHA DE
COTIJUBA, BELÉM - PA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção de título de Tecnólogo em Geoprocessamento, pela Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento, Universidade Federal do Pará – Campus Ananindeua.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Correia Miranda

ANANINDEUA, PA

2022

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus, por assegurar-me saúde, determinação para durante toda minha vida.

Aos meus pais Luiz Gama e Antônia Gama pelo ensinamento e incentivo que sempre me deram, sou muito grato tê-los como pais.

À minha querida esposa Carla Gama pela paciência, amor, carinho e incentivo e apoio, além de toda ajuda que me foi necessária.

A meu filho e enteado pelo incentivo e entenderem minha ausência em alguns momentos e pelos cafés.

A meu orientador Professor Lúcio Miranda por repassar um pouco de seu vasto conhecimento.

A todos os professores da faculdade de tecnologia em geoprocessamento por possibilitar e realizar um repasse de conhecimento de qualidade.

*“Somos quem pode ser, sonhos que
podemos ter”
Engenheiros do Hawaii*

RESUMO

O geoprocessamento oferece diversas possibilidades de análise e monitoramento de dados ambientais, subsidiando as tomadas de decisões com maior eficiência. Dessa forma, este trabalho tem por objetivo analisar as mudanças ocorridas na ilha de Cotijuba, entre as décadas de 1990, 2000, 2010 e 2022, através de processamento de imagens dos satélites Landsat 5, Landsat 8 e Sentinel 2. Os resultados foram construídos com base na aplicação das técnicas de Classificação não supervisionada associada aos levantamentos de campo para ajustes de dados e à realização de questionário. Ao longo do período analisado, constatou-se a perda de cobertura vegetal e crescimento da área urbanizada na ilha. A correlação entre os anos de 1990 e 2013, apresentou uma perda nas áreas de vegetação primária de 5,37% e crescimento urbano de 7,98%, na comparação entre os anos de 2017 e 2022 obteve uma perda na área de vegetação primária de 2,97% e a área urbanizada um crescimento de 1,97%, dados que evidenciam que as atividades antrópicas têm contribuído com desmatamento progressivo na ilha ao longo das décadas.

Palavras-chave: Geotecnologias. Supressão da vegetação. Ilha de Cotijuba.

ABSTRACT

Geoprocessing offers several possibilities for analyzing and monitoring environmental data, supporting decision-making with greater efficiency. Thus, this work aims to analyze the changes that occurred on the island of Cotijuba, between the 1990s, 2000, 2010 and 2022, through image processing from the Landsat 5, Landsat 8 and Sentinel 2 satellites. The results were constructed with based on the application of unsupervised Classification techniques associated with field surveys for data adjustments and the completion of a questionnaire. Over the period analyzed, there was a loss of vegetation cover and growth of the urbanized area on the island. The correlation between the years 1990 and 2013, showed a loss in the areas of primary vegetation of 5.37% and urban growth of 7.98%, in the comparison between the years 2017 and 2022, there was a loss in the area of primary vegetation of 2.97% and the urbanized area a growth of 1.97%, data that show that human activities have contributed to progressive deforestation on the island over the decades.

Keywords: Geotechnologies. Vegetation suppression. Cotijuba Island.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	9
2.1	OBJETIVO GERAL	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1	USO E COBERTURA DO SOLO	10
3.2	GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	13
4	METODOLOGIA	21
4.1	ÁREA DE ESTUDO	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1	USO E COBERTURA DA TERRA.....	28
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O homem com relação ao meio ambiente deveria ter uma visão de interdependência já que sua sobrevivência depende diretamente da natureza, no entanto, as formas de exploração aos recursos naturais do ponto de vista econômico, em sua maioria, priorizam os meios produtivos degradantes ao ambiente natural com uma concepção errônea de desenvolvimento, porém o pensamento retrógrado do desenvolvimento pautado somente no foco econômico tem sido substituído pelo desenvolvimento que garanta a sustentabilidade, nesse sentido Gerent (2011) destaca que o novo modelo de desenvolvimento exige novas formas de exploração dos recursos naturais, sendo essencial uma discussão multidisciplinar e o conhecimento dos problemas sociais, econômico, políticos e ambientais, para que haja um equilíbrio na inter-relação homem e meio ambiente.

As mudanças na paisagem de determinado espaço geográfico está associada as prática de uso e ocupação do solo, no estado do Pará assim como na região amazônica como todo, o processo de ocupação advém das intenções de integração nacional, com políticas, projetos e infraestrutura que atraíram migrantes para a região (BECKER, 1998, 2001; MACHADO, 1998 apud Vale e Adami, 2018). No estado do Pará o uso e ocupação do solo é bastante diversificado sendo a agricultura, pecuária e extrativismo as principais causadoras de grandes mudanças na paisagem.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como problemática: as mudanças transcorridas na cobertura da terra na ilha de Cotijuba, ocorridas ao longo do tempo por diferentes formas de uso e ocupação, ocasionado pela dinâmica dessa ocupação juntamente com aumento populacional nas últimas décadas.

A ilha de Cotijuba, segundo SILVA; ALMEIDA e GAMA (2021), apresenta um "estágio de fragmentação florestal significativo" tendo como causa as mudanças no uso e ocupação da terra. Nas últimas décadas verifica-se uma intensa perda na cobertura vegetal decorrente da extração de madeira e areia para uso na construção civil motivados por um crescimento populacional desordenado.

Mudança esta ocorrida pelo forte atrativo turístico além da especulação imobiliária na ilha. Dessa maneira um novo processo de uso e ocupação surge para atender uma demanda econômica nova baseada no turismo, substituindo assim,

parte da anterior, no caso a agricultura e extrativismo vegetal, gerando diversos problemas ambientais como, processos erosivos, desflorestamento, assoreamento de rios e lagos, perda da biodiversidade, queimadas provocadas para a limpeza de terreno, poluição do ar como consequência das queimadas e poluição provocada por lixo urbano.

A exploração dos recursos naturais de forma degradante tende a ser substituída por um modelo que garanta o uso sustentável do meio ambiente, garantindo ao homem a utilização da natureza de forma menos danosa possível.

As tecnologias de geoprocessamento utilizadas como auxiliares no monitoramento, análises e estudos do meio ambiente tem se tornado Instrumentos essenciais na estratégia de gestão e planejamento ambiental. Dessa forma, a utilização do sensoriamento remoto para o estudo temporal que, segundo Carvalho et al (2005) apud Torres (2011), "permitem o acompanhamento sazonal da superfície da Terra como, por exemplo, o monitoramento de evolução dos desmatamentos" possibilitando analisar mudanças da cobertura terrestre em determinado período histórico, realizando assim uma análise multitemporal em determinada área.

Neste sentido, este trabalho pretende analisar o uso e cobertura do solo da ilha de Cotijuba, tendo por finalidade compreender de que forma a dinâmica de ocupação influenciaram as mudanças na cobertura da terra ocorridas ao longo das últimas décadas. Dessa forma, espera-se que venha contribuir como base de estudo voltado para conservação e preservação do meio ambiente, auxiliando as ações de políticas públicas voltadas a gestão e planejamento ambiental na ilha de Cotijuba.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAL

Analisar a dinâmica do uso e cobertura do solo na ilha de Cotijuba, Belém PA no decorrer das décadas de 1990, 2000, 2010 e 2022.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diferenciar os usos e cobertura do solo através da classificação de imagens de satélite.

Identificar as mudanças ocorridas cruzando os dados obtidos nas décadas analisadas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 USO E COBERTURA DO SOLO

A conceituação do uso e cobertura da terra segundo IBGE (2006) apud Framil (2013) O uso esta relacionado à utilização da terra, a forma que o homem se relaciona e explora, por meio da habitação, agricultura, pecuária e outras ligadas diretamente a função socioeconômica da terra, já a cobertura esta relacionada ao tipo de recobrimento da terra como, vegetação, águas, areia, casas, avenidas dentre outros elemento presente na superfície terrestre tanto natural com artificial, deste modo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013) o uso e cobertura da terra traz um conceito de sustentabilidade nos seus marcos teóricos e metodológicos, tendo uma visão de conjunto de ações que priorizem a conservação, preservação e a justiça ambiental, no entanto o planejamento e gestão ambiental voltado para um desenvolvimento sustentável nacional e regional buscando o equilíbrio as atividade produtivas e os recursos naturais encontram barreiras, pois as ações que permeiam a sustentabilidade, muitas vezes, acabam sendo suprimidas no processo socioeconómico nas diferentes forma de manejo do sistema produtivo.

Segundo Fernandez (2014), às orientações normativas de defesa e a conservação do meio ambiente, garantidoras de uma maior sustentabilidade, são descumpridas por todas as classes sociais em circunstâncias diferentes e desiguais, no que diz respeito ao aumento da produção a acumulação de capital e à cultura de subsistência sem a devida preocupação com o manejo sustentável dos recursos naturais.

De acordo com Gallopin (2003) apud (SILVA et al., 2016) "para prevalecer a sustentabilidade do uso da terra, tornam-se necessárias mudanças de valores que favoreçam as questões sociais, econômicas e ambientais, simultaneamente". Assim o processo de gestão ambiental e do planejamento deve ser pensado para que possa ser associado aos diversos setores da sociedade criando mecanismos de controle e de educação voltados para uma sustentabilidade mais eficiente.

Dessa forma, o estudo da dinâmica de uso e cobertura da terra como auxiliar do planejamento e gestão ambiental fornece informações que visa a compreensão da dinâmica socioespacial em escalas continentais, nacionais, regionais e locais,

como ferramenta essencial para um planejamento ambiental e social do espaço geográfico.

As imagens de satélites trazem informações importantes e acessíveis para o levantamento de uso e cobertura do solo, possibilitando a visualização e identificação de elementos da superfície geometricamente apresentados. A partir dessas imagens podem ser criados mapas que possibilitam a distribuição de tipologia antrópica, as quais podem ser identificadas por um padrão homogêneo característico da superfície da terra por meio de análises das imagens de sensoriamento remoto (LEITE, ROSA, 2012 apud MENDES, 2021).

Para Torres (2011), "mudanças na cobertura da terra são necessárias para o desenvolvimento da sociedade e, por isso, a elas estão vinculadas consequências tanto negativas quanto positivas".

Santos et al. (2017) destacam que a ampliação dos setores produtivos, a expansão dos aglomerados urbanos e outras atividades antrópicas objetivando suprir as necessidades humana causam ligeiras alterações na paisagem, juntamente com um desenvolvimento contínuo e a falta de um planejamento, engendram inúmeros impactos sociais, ambientais e econômicos.

As interações conflitantes entre a atividade humanas e o meio ambiente geram efeitos negativos aos recursos naturais, ou seja, os impactos ambientais, o qual é conceituado segundo Conselho Nacional de Meio ambiente (CONAMA) em sua resolução 01/86, como "... qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente...", esses impactos oriundos das atividades produtivas que direta ou indiretamente afetam o meio ambiente.

Para MOREIRA (1999), esse conceito é amplo, pois, o impacto ambiental não é toda alteração nas propriedades do ambiente, mas mudanças que provoquem o desequilíbrio das relações constitutivas do ambiente, aquelas que denotam perda das diversidades e que ultrapassam a capacidade de absorção do ambiente.

Dessa forma, podemos dizer que os impactos ambientais são mudanças no meio ambiente provocadas pelos processos produtivos humanos, que geram danos ao meio ambiente e afetem seu potencial de regeneração.

Grande parte dos impactos ambientais surgem como consequência do processo de ocupação em determinado espaço, na Amazônia esse processo

constante se estende até hoje, marcado, sobretudo, por forte iniciativa do estado para a ocupação da região.

Becker (2001) afirma que “o moderno aparelho de Estado, associada à sua crescente intervenção na economia e no território, que se acelerou e se tornou contínuo o processo de ocupação da Amazônia”. Apesar de o interesse econômico ser um grande fator para a ocupação na região a geopolítica sempre se mostrou mais relevante do ponto de vista a garantir a soberania, visto as pressões internacionais no território, dessa forma o estado buscou várias forma de povoar a região gerando uma estrutura integralizada com país tornando propício à migração para Amazônia, ou seja, o estado tentando realizar uma integração entre a Amazônia e o resto do país, cria a infraestrutura favorável para essa ocupação construindo e implementado, rodovias, ferrovias, usinas hidrelétricas e projetos como Grande Carajás, incentivando a migração para a região, gerando grandes transformações na paisagem (BECKER, 2005; MELLO; FEITOSA, 2020).

Os processos de ocupação acelerado, que juntamente com diferentes tipos de uso da terra resultaram/resultam em danos ambientais sociais e econômicos mais evidentes. A região norte sempre foi marcada por seu elevado nível de danos aos recursos ambientais provocados pela ação humana, motivados por um uso e ocupação caótica dos recursos naturais impulsionada pela forte influência da pecuária, agricultura e extrativismo mineral e vegetal que geram impactos ambientais.

O Pará por ser um Estado com uma vasta extensão territorial se destaca por possuir diversidade de atividade produtivas ligadas a exploração do meio ambiente e diferentes forma do uso da terra, o que por consequência do ponto de vista ambiental produz alto índice de desmatamento, contaminação/diminuição dos recurso hídricos, a erosão, emissão de gases do efeito estufa, causando a destruição de determinado nicho ecológico e causando a extinção de espécies da fauna e flora (SILVA, 2011).

A relação dos diferentes usos e cobertura da terra, a forma que o homem se relaciona com a natureza, resultam em diversos distúrbios aos ecossistemas, trazendo à tona necessidade de instituir uma gestão ambiental pautada em um planejamento que garanta uma exploração sustentável dos recursos naturais, possibilitando e garantindo que o homem utilize a natureza sem comprometer a

questão ambiental, social e econômica, promovendo um desenvolvimento sustentável (TOZI, 2007; SILVA et al., 2016).

Nesse sentido, a sustentabilidade objetiva a criação de mecanismos e procedimentos que minimizem os efeitos da exploração humana ao meio ambiente, garantindo a utilização dos recursos naturais de forma racional dentro dos sistemas produtivos, tornando-se essencial para a conservação e preservação ambiental.

3.2 GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de componentes e procedimentos computacionais utilizando métodos teóricos e práticos tendo por objetivo a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, possibilitando o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) para gerar novos dados espaciais e informações georreferenciadas (ZAIDAN, 2017). Além do SIG podemos destacar como componentes principais do conjunto do geoprocessamento e sensoriamento remoto, a Cartografia digital e o processamento digital de imagem.

Os Sistemas de Informações Geográficas, segundo Piroli (2010, p. 5), "são sistemas de informações destinados a trabalhar com dados referenciados a coordenadas espaciais". De acordo com Fitz (2008), o sistema admite a manipulação de dados através de uma estrutura que permite a tomada de decisão pelo usuário, possibilitando uma interação eficiente entre os componentes do SIG.

É possível destacar ainda que o SIG é composto por quatro componentes: Hardware, parte física do sistema computacional como o processador, teclado, monitor e outros; Software, componente lógico do sistema, entre eles, os programas, aplicativos etc.; *Dataware*, banco de dados, a imagem de satélite e uma planilha são exemplos de dados e como quarto componente o *Peopleware*, que significa usuário do sistema.

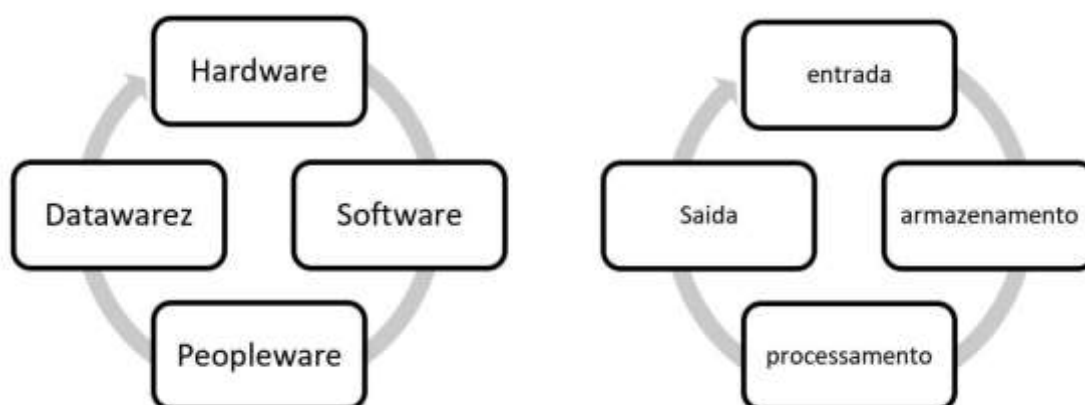
Dessa forma, o SIG pode ainda ser definido como:

um sistema composto por softwares e hardwares que estão submetidos a uma organização de pessoas interligadas para um mesmo fim, que se utilizam de dados georreferenciados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, a edição, o processamento, a análise e a disponibilização,

visando a possibilidade de planejar e monitorar questões ligadas ao espaço físico geográfico através dos produtos gerados pelo sistema (ZAIDAN, 2017, p. 200).

Essas acepções coadunam com a visão global de que o sistema de informação geográfica é parte essencial em cada fase do geoprocessamento, para Zaidan (2017), a estrutura lógica tem que oferecer possibilidade de entrada, armazenamento, processamento e saída, a figura 1 apresenta a estrutura logica do sistema de informação geográfica.

Figura 1 — Estrutura logica do SIG



Fonte: Adaptado de Zaidan (2017)

Para se concretizar o processamento faz-se necessário ter a disponibilidade de dados, sendo assim, o sensoriamento remoto é usado como forma de aquisição destas informações, contribuindo para o levantamento e monitoramento da superfície terrestre.

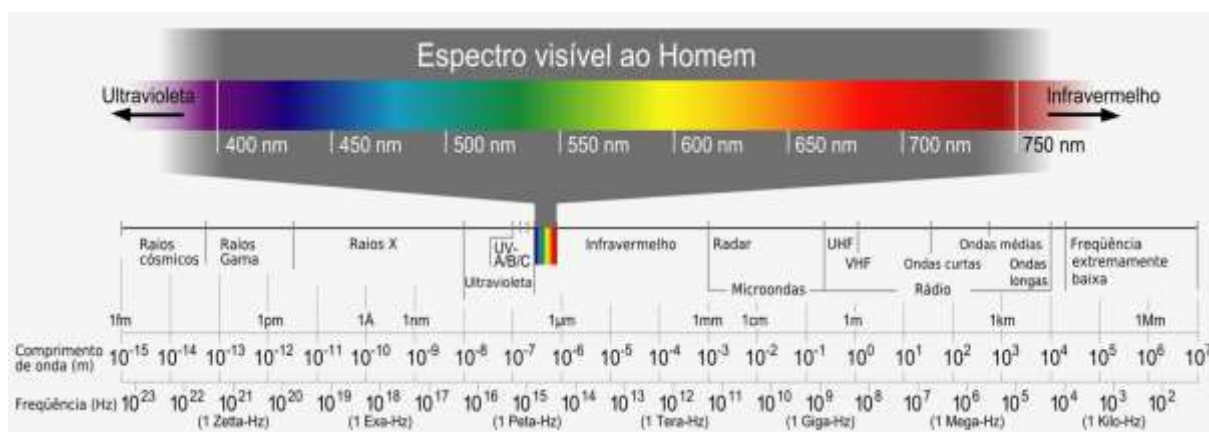
O sensoriamento remoto pode ser definido como uma tecnologia ligada a processamento e coleta de dados a distância, ou seja, sem um contato direto entre o sensor e o objeto na superfície (FLORENZANO 2011). Por sua vez, Novo (2010) argumenta que "sensoriamento remoto implica na obtenção de informação a partir da detecção e mensuração das mudanças que um determinado objeto impõe aos campos de força que o circundam", dessa forma, possui a capacidade de captar e converter dados através de determinados sensores utilizando a energia refletida ou emitida pela superfície terrestre (FITZ, 2008, p. 109 apud FITZ, 2008 p. 97).

Os sensores são sistemas responsáveis pela interação entre a energia proveniente da radiação eletromagnética (REM) e os objetos na superfície terrestre,

convertendo essa energia proveniente dos alvos em imagens ou gráficos, isso por que estes estão correlacionados a distribuição de energia de acordo com suas propriedades físicas químicas e biológicas (NOVO, 2010).

FITZ (2008) descreve que a dinâmica da REM com os objetos ocorre de acordo com o nível dos alvos, e está diretamente ligada aos comprimentos ou frequências de ondas no espectro eletromagnético, assim, subdivididos em bandas ou faixas espectrais como demonstrado na Figura 2.

Figura 2 — Faixa do espectro eletromagnético



Fonte: Micha et al. (2011)

A radiação solar possui vários comprimentos de ondas de diferentes frequências, as principais faixas a serem utilizadas pelo sensoriamento remoto são as que se encontram nas faixas do visível, infravermelha e microondas, e com principais características destas, a faixa do visível, que corresponde a faixa que pode ser vista pelo olho humano, do infravermelho que está ligada ao calor irradiado pelos objetos e a faixa das microondas são as que sofrem menos impactos dos fenômenos atmosféricos (FITZ, 2008). Essas faixas ainda subdividem-se dependendo da variação de limites das bandas e conceitos de cada autor, porém, observemos as demonstrações da tabela 01, proposta por Chen (NOVO, 2010), pode observar a região, o nome do comprimento de onda e o comprimento de ondas para cada faixa espectral.

Tabela 1 — Regiões espectrais

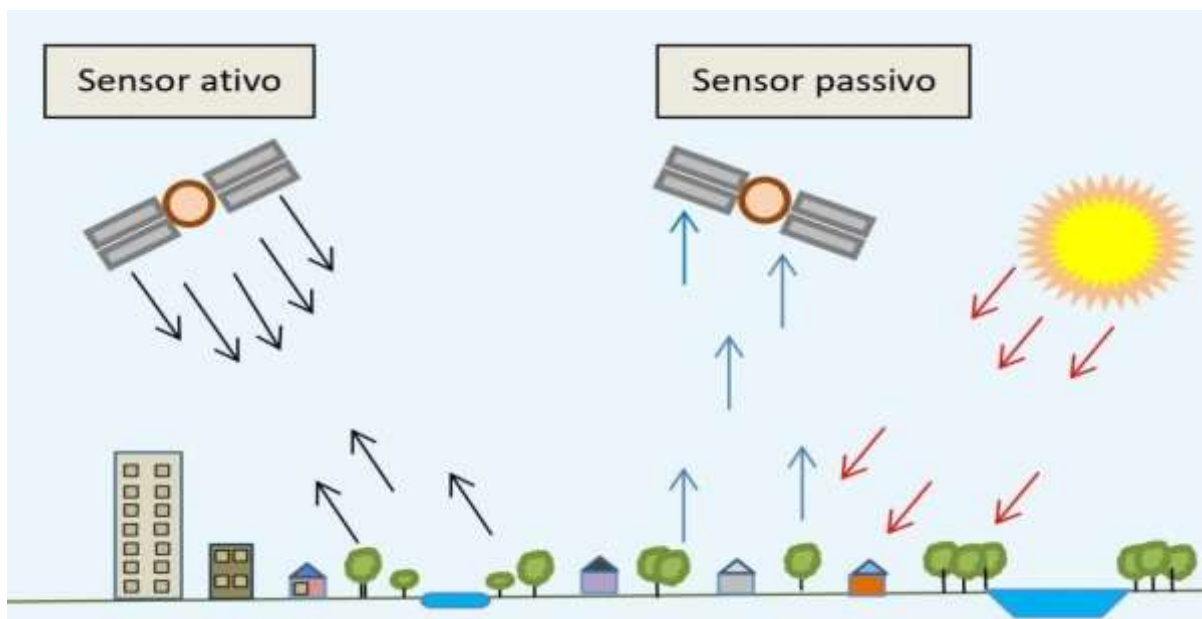
Nome da região	Nome do comprimento de onda	Comprimento de onda
Visível	Violeta	0,38 μm – 0,45 μm
	Azul	0,45 μm – 0,49 μm
	Verde	0,49 μm – 0,56 μm
	Amarelo	0,56 μm – 0,59 μm
	Laranja	0,59 μm – 0,63 μm
	Vermelho	0,63 μm – 0,76 μm
Infravermelha	Infravermelho próximo	0,80 μm – 1,50 μm
	Infravermelho de ondas curtas	1,50 μm – 3,00 μm
	Infravermelho médio	3,00 μm – 5,00 μm
	Infravermelho longo (termal)	5,00 μm – 15 μm
	Infravermelho distante	15 μm – 300 μm
Microondas	Submilimétrica	0,01 cm – 0,10 cm
	Milímetro	0,10 cm – 1,00 cm
	Micro-ondas	1,0 cm – 100 cm

Fonte: Chen apud Novo (2010)

Os sensores estão divididos em dois tipos, sendo estes: ativos e passivos, conforme as fontes de energia utilizada.

Os sensores ativos são aqueles que utilizam sua própria energia produzida, emitindo essa energia em direção ao objeto para poder captar sua reflectância, já os sensores passivos necessitam de uma fonte externa de energia para captar a reflexão dos alvos, sendo energia do sol a principal fonte externa (FITZ, 2008). Na Figura 03 é possível observar como se dá o processo nos diferentes sensores.

Figura 3 — Sensor ativo e passivo



Fonte: O autor (2021)

Os sensores em geral estão acoplados em aeronaves em altitudes predefinidas pelo levantamento a ser realizado ou em satélites na órbita terrestre. Os produtos obtidos por estes sensores podem ser, desde fotografias aéreas no caso dos levantamentos aéreos até imagens orbitais, sendo as últimas e radar e/ou satélites registradas em bandas específicas do espectro, que diferencia as duas maneira de aquisição dessa cenas é distância em que se encontra o sensor e o alvo, além de período predeterminado de obtenção de uma imagem, ou seja à resolução temporal dos satélites, além da resolução supracitada outra resolução a serem mencionadas as quais estão sujeitas a características determinadas pelas próprias imagem coletadas (FITZ, 2008). Desse modo, as características importantes das imagens digitais na perspectiva do processamento dos dados são:

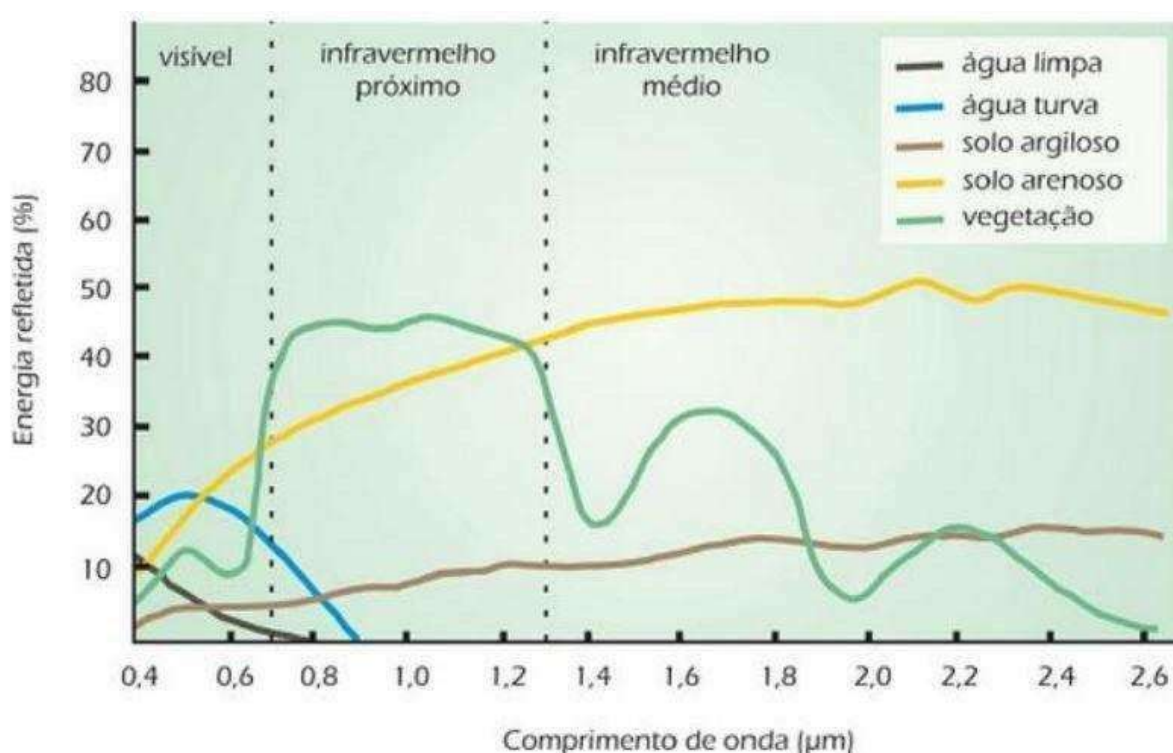
a) resolução espectral, ou seja, o número de bandas e as regiões espectrais a que se referem; b) a resolução espacial dos dados, ou seja, o tamanho do pixel no terreno (em metro) ; c) a resolução radiométrica, ou seja, o número de elementos discretos que representa o brilho de cada pixel; d) os dados auxiliares que permitirão sua correção radiométrica e geométrica (NOVO, 2010, p. 279).

Os conhecimentos dessas características são de grande importância para a correta análise, processamento das imagens as quais estão diretamente ligadas ao objetivo final do trabalho.

Para Novo (2010) "temos que conhecer o comportamento espectral do alvo de interesse. Sem conhecê-lo, corremos o risco de desprezar faixas espectrais de grande significância na sua discriminação", logo o conhecimento das características físicas e químicas e biológicas de cada alvo da superfície terrestre e como cada um reage as mudanças da radiação de acordo com a faixa do espectro. Deste modo, é essencial atentar para o comportamento espectral dos principais componentes da superfície e quais as faixas principais utilizadas para determinados estudos.

As curvas espectrais dos principais objetos da superfície terrestre podem ser visualizadas no Gráfico 01.

Gráfico 1 — Curva espectral da vegetação, água e solo



Fonte: Florenzano (2011)

No gráfico observamos as principais bandas utilizadas e o comportamento de cada objeto nas diferentes faixas do espectro e qual a faixa esse alvo tem maior resposta espectral.

Processamento digital de imagem

O processamento digital de imagens é um conjunto de técnicas voltadas para análises, realce e ou a extração de informações inerentes ao assunto trabalhado, podendo ser criadas composições coloridas a partir de combinação de bandas espectrais, combinação de imagens, além de variações de imagens a partir de diferentes sensores (NOVO, 2010). Dessa forma, existem múltiplas possibilidades de manipulações tanto no realce como disposições de bandas, para a criação de uma imagem colorida.

Segundo Novo, a possibilidade de criar imagens coloridas está no chamado aditivo de formações de cores primárias, as quais são vermelho, verde e azul (RGB).

Nesse processo, filtros com as cores primarias RGB são associados a cada uma das bandas. A intensidade de cada cor será modulada pelo nível digital de cada pixel de cena (0 a 255, para uma imagem com resolução de 8 bits). Um pixel que tenha nível 0 em todas as três bandas será reproduzido como preto na imagem colorida resultante. Um pixel que tenha nível 127 nas bandas associadas à cor vermelha (R) e Verde (B) será exibido com a cor Amarela e assim sucessivamente (NOVO, 2010, p. 285).

Esse processo possibilita a mesclagem de diferentes bandas tornando possível a visualização e formação de diversas composições coloridas visando uma melhor interpretação de cada objeto na imagem da superfície terrestre.

Dentre as técnicas de processamento digital, destacam-se os métodos de classificação de imagens, sendo aqui destacada a classificação não supervisionada que, segundo Fitz (2008) é a identificação de determinados elementos na imagem pela associação de padrões específicos de pixels realizando assim uma comparação espectral entre os alvos de determinada área.

Para Novo (2010.....) "As técnicas de classificação visam, em última análise, atribuir a cada pixel um rotulo em função de sua propriedade espectrais e/ou espaciais", sendo possível atribuir significado para distinguir cada objeto na imagem, possibilitando uma análise quantitativa do dados dessa manipulação.

Em geral, o Geoprocessamento é utilizado como ferramenta para estudos e análises das atividades antrópicas sobre o espaço de forma a auxiliar o planejamento ambiental, desenvolvendo um conjunto de metodologias para a interpretação de informações georreferenciadas que levem em conta não somente os ambientes modificados pelo homem, mas também o ambiente natural que estão inseridos (GOIS, 2010).

De acordo com o autor citado, o planejamento ambiental surgiu devido o aumento por demandas de “terra, água, recursos energéticos e biológicos que motivou a necessidade de organizar o uso da terra” possibilitando um uso sustentável com proteção ambiental, definindo as relações entre as atividades humanas e o ambiente natural.

Nesse sentido o geoprocessamento como auxiliar no planejamento ambiental o que permite aplicações complexas, tais como: mapeamento temático, estudo de impacto ambiental, estudo que visem criação de área de proteção ambiental, o ordenamento territorial dentre outros. O geoprocessamento oferece diversas possibilidades para o processamento de dados ambientais pela diferente forma de gestão tanto na esfera pública como na privada, neste sentido, a aplicação do geoprocessamento vem se tornando essencial para auxiliar nas estratégias de planejamento ambiental, sobretudo no uso, ocupação e cobertura da terra que é o foco deste trabalho.

Índice de Vegetação

O *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) é um índice que mede o vigor da vegetação. Em geral as vegetações saudáveis absorvem consideravelmente a radiação na faixa do visível em especial a banda do vermelho (RED) no processo de fotossíntese, de outra forma a mesma vegetação reflete bastante a radiação do infravermelho principalmente o do infravermelho próximo (NIR) (TAGLIANI, 2012), O NDVI é dado pelo cálculo da equação, $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$. A partir da equação encontramos os valores que varia no intervalo entre -1 e 1, dessa forma quanto mais próximo de 1 mais saudável e maior a densidade da cobertura vegetal e (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007A Apud ULLMANN, 2015).

4 METODOLOGIA

O procedimento metodológico iniciou-se com a escolha da área que seria realizado análises, nesse caso a ilha de Cotijuba, logo após foram levantados os dados bibliográficos por meio de livros, dissertação, teses, legislações e documentos. Em seguida foi realizada uma entrevista com moradores da ilha através de um questionário com 25 perguntas, posteriormente foram baixados os dados geográficos (arquivos Rastes e vetores) para análises e confecções dos mapas. Foram utilizadas imagens de satélites Landsat 5 (sensor TM), Landsat 8 (sensor OLI) e Sentinel 2A sensor MSI baixadas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos, USGS (United Service Geological Survey), os dados referentes à cada imagem encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 — Dados das imagens.

Ano	Satélite	Sensor	Resolução espacial	Orbita-Ponto	Data	Bandas
1990	Landsat 5	TM	30	223 - 61	01/11/1990	3,4,5 e 1
2013	Landsat 8	OLI	30	223 - 61	27/07/2013	4,5,6 e 2
2017	Sentinel 2A	MSI	10	T22MGD	20/07/2017	4,8,11 e 2
2022	Sentinel 2A	MSI	10	T22MGD	24/02/2022	4,8,11 e 2

Fonte: O autor (2022)

Após baixar as imagens foram realizadas as composições (RGB) R5,G4,B3 e R4,G5,B1 Para o satélite Landsat 5; para o satélite Landsat 8 as composições (RGB) R6,G5,B4 e R5,G6,B2; já para o satélite Sentinel 2A as composições (RGB) R11,G8,B4 e R8,G11,B2. Crósta (2002), menciona que é possível utilizar quaisquer três bandas para a composição RGB, no entanto, a seleção e alocação (ordem das bandas na composição) devem ser realizadas com cautela para que contenha as informações espectrais desejadas, possibilitando uma melhor percepção das informações na imagem.

Para o processamento e análise dos dados foram realizadas uma sequência de etapas, o software escolhido para realizar os processamentos foi ArcGis 10.7, a sequência de etapas e os principais comandos para cada procedimento estão listados abaixo.

I) Inicialmente o Sistema de Projeção e Datum das imagens foram ajustadas para SIRGAS 2000 / UTM 22S; (**Arc toolbox >> Data Management Tools >> Projections and Transformations >> Raster > Project Raster**)

II) Reamostragem de pixel das imagens das bandas SWIR 1 (B11) Sentinel de 20 metros para 10 metros para realizar a composição; (**Arc toolbox >> Data Management Tools >> Raster >> Raster Processing > Resample**)

III) Logo após foram realizados testes de composições de banda buscando uma melhor caracterização da ilha, melhorando a visualização e análise dos alvos da área; (**Arc toolbox >> Data Management Tools >> Raster >> Raster Processing > composite Bands**)

IV) Posteriormente as composições foram recortadas usando o vetor (*shape de Cotijuba*) da área de estudo; (**Arc toolbox >> Data Management Tools >> Raster >> Raster Processing > Clip**).

V) Foram realizados NDVI para cada ano analisado;

VI) Em seguida foi realizada a classificação não supervisionada utilizando como entrada de dados as composições e os NDVI's; (**Arc toolbox >> Spatial Analyst Tools >> Multivariate >> Iso Cluste Unsupervisid Classification**)

VII) Após, foram realizadas as conversões de dados Rastes em Vetores (Polígonos); **Arc toolbox >> conversion tools >> From Raster > Raster to Polygon**)

VII) Como forma de pós processamento das classificações não supervisionadas, foram analisadas as classes para a reclassificação tendo com auxílio as composições de bandas RGB's, nas quais foram identificadas as classes de cobertura por períodos de levantamento, período entre 1990 à 2013 foram identificadas até 6 classes em 1990 e 7 classes em 2013, já no período correspondente a 2017 à 2022 foram identificadas 8 classes.

VIII) Foram realizadas correções em polígonos das classes que apresentavam erros na classificação, correções feitas através de interpretação visual tendo como base as imagem das composições RGB's, e percepção de visita de campo.

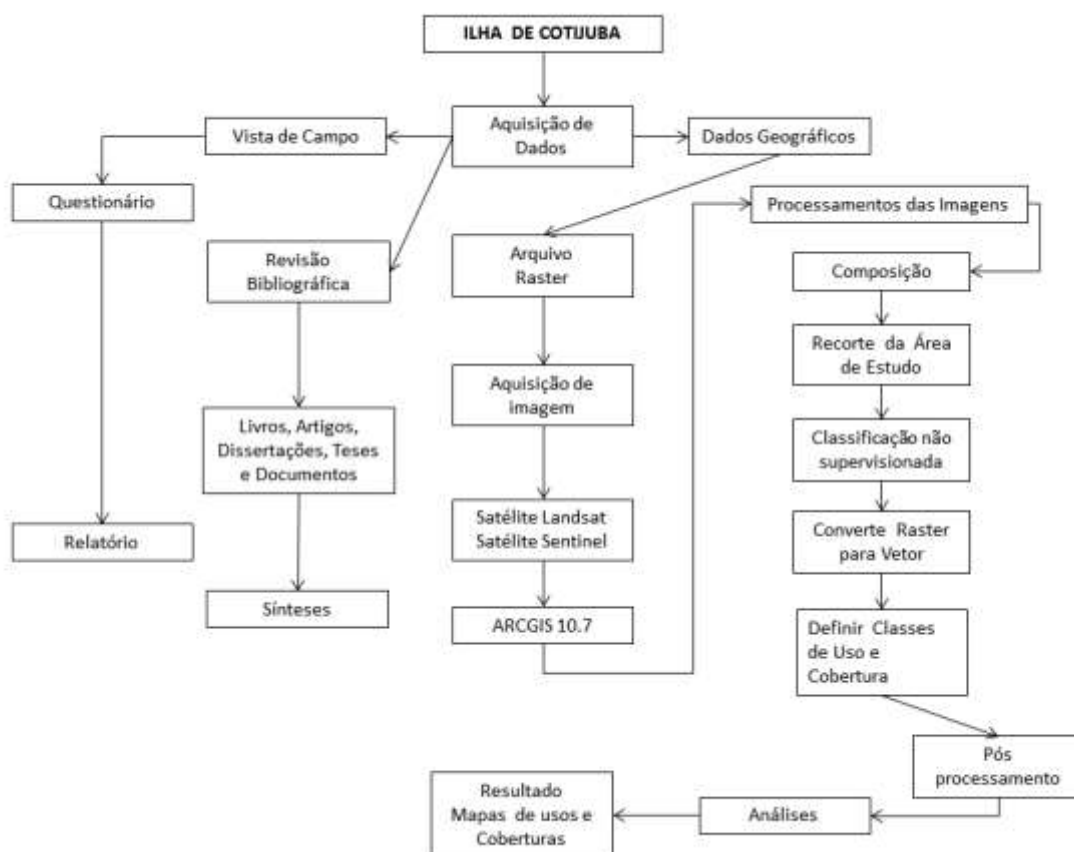
IX) Foram realizados os processos de quantificações de áreas de cada classes para ser demonstrar a porcentagem de cada cobertura.

As etapas VII, VIII e IX foram realizadas por meio de técnicas de manipulação de dados utilizando as ferramentas de edição de vetor, além de modificações e inclusão de dados nas tabelas de atributos através das calculadoras de campo e Geometria.

X) Foram realizadas as confecções dos mapas demonstrando assim as distribuições geográficas de cada classe na ilha de Cotijuba.

Para visualizar todo o contexto organizacional da metodologia buscou-se desenvolver o Fluxograma 1 que exprime cada etapa da pesquisa e suas demonstrações evidenciando desde a área de estudo até o resultado final.

Fluxograma 1 — Plano Metodológico



Fonte: O autor (2022)

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A ilha de Cotijuba encontra-se localizada nas coordenadas $1^{\circ} 15' 30'' S$ e $48^{\circ} 33' 30'' W$, sendo a terceira maior ilha do município de Belém com uma área aproximadamente de 16 km², cercada pela baía de Santo Antônio ao norte, baía do Marajó a oeste e furo do Mamão a leste /sul, estando à 9 km do distrito de Icoaraci e cerca de 33 km do centro municipal (SILVA; ALMEIDA; GAMA, 2021; BELLO; HUFFNER, 2012).

A ilha de Cotijuba segundo o plano diretor de Belém no que diz respeito a divisão territorial conforme suas características estas dividida em Macrozona do Ambiente Urbano (MZAU) e Macrozona do Ambiente Natural (MZAN), outras subdivisões podem ser verificadas como o caso de zona urbana (ZAU) sendo a parte com predomínio de urbanização localizada na parte oeste sul da ilha e a zona natural (ZAN) estas caracterizada por possuir na área uma vegetação conservada, com preservação do patrimônio histórico, cultural e arqueológico (BELÉM, 2008).

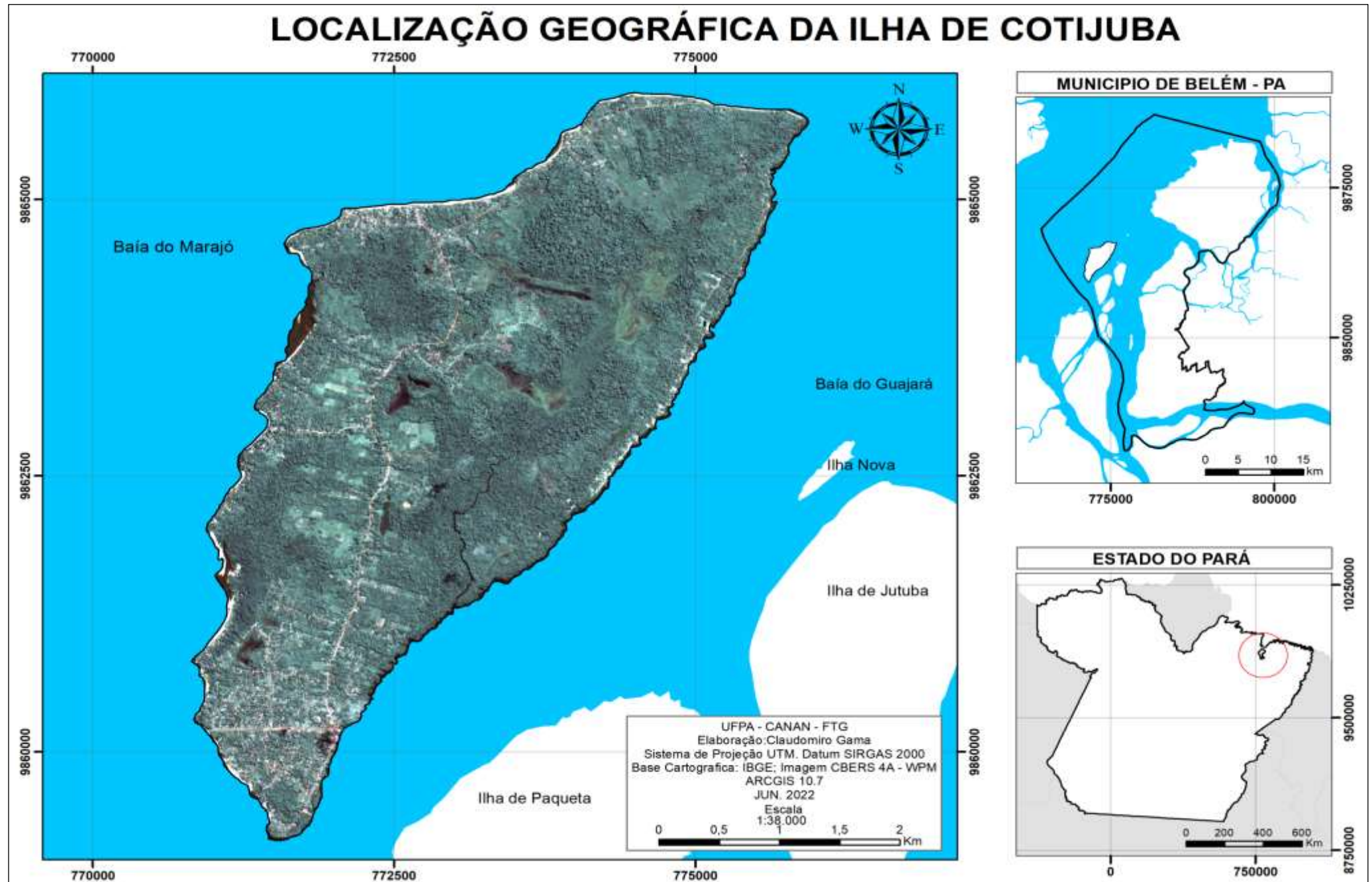
Apesar de muitos autores, segundo Borges (2014), declararem dubiamente que o Cotijuba é uma APA, Área de Proteção Ambiental, o projeto de lei não foi aprovado, "portanto a mesma não possui plano de manejo, visto que este só poderia existir se a ilha fosse legalmente constituída como APA", no entanto, segundo Cavalcanti (2021) em reportagem de 03 de julho de 2021 revela que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (Semma) está elaborando novo projeto de lei para criação da APA Cotijuba, muito esperado pelos moradores da ilha que tem desde 1990 Cotijuba apenas o status de APA.

O processo histórico de ocupação da ilha de Cotijuba se deu pela criação do engenho fazendinha para o embranquecimento de arroz em 1784 criando uma das primeiras relações econômica com Belém; mas tarde no século XIX Cotijuba foi utilizada estrategicamente por militares para defesa da capital, sendo um dos cenários das batalhas na guerra dos cabanos ocorrida entre 1835 e 1840; em meados de 1930 foi criado o educandário Nogueira de Farias pra abrigar os menores infratores que eram apreendidos em Belém mais tardes se transformando em presidio, a partir de 1985 ocorre a intensificação da ocupação na ilha pois a Associação de Moradores da Ilha de Cotijuba começou a realizar a doação

indiscriminada e sem qualquer critério de lotes de terra, o que provocou um alto índice de ocupação das terras na ilha (BELLO; HUFFNER, 2012; SILVA, 2018).

Silva (2018) destaca que a partir da década de 90 surge um novo processo de mudança na ilha de Cotijuba, no que tange ao seu uso e ocupação, passando a atender uma demanda econômica nova baseada no turismo, substituindo assim, parte da anterior, no caso a agricultura e extrativismo vegetal, por novas estruturas que atendessem o cenário turístico. Foram criados bares, pousadas e meios de transportes específicos que acabaram por iniciar um processo de especulação imobiliária na ilha, causando grandes degradações ao meio ambiente principalmente pelo desmatamento sofrido pela retirada da cobertura vegetal e extração de areia para a construção civil para suprir o crescimento populacional o qual segundo o último censo demográfico de 2010 a população da ilha correspondia à 3.356 habitantes (IBGE, 2010).

Mapa 1 — Localização da área de estudo

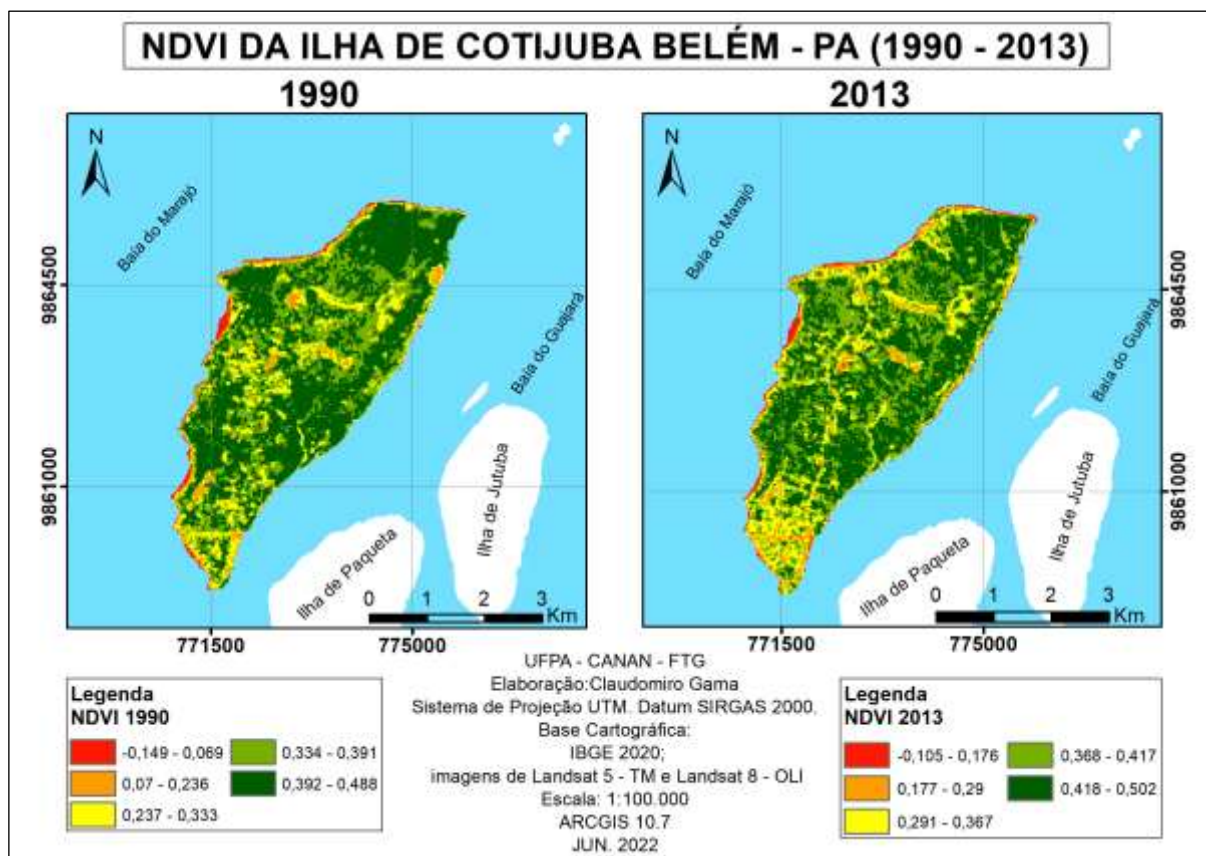


Fonte: O autor (2022)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os valores dos índices de vegetação obtidos para cada imagem podemos avaliar a cobertura vegetal para os anos de levantamento, os dados obtidos estão localizados nos Mapa 2 e Mapa 3.

Mapa 2 — Índice de Vegetação (NDVI 1990 - 2013)

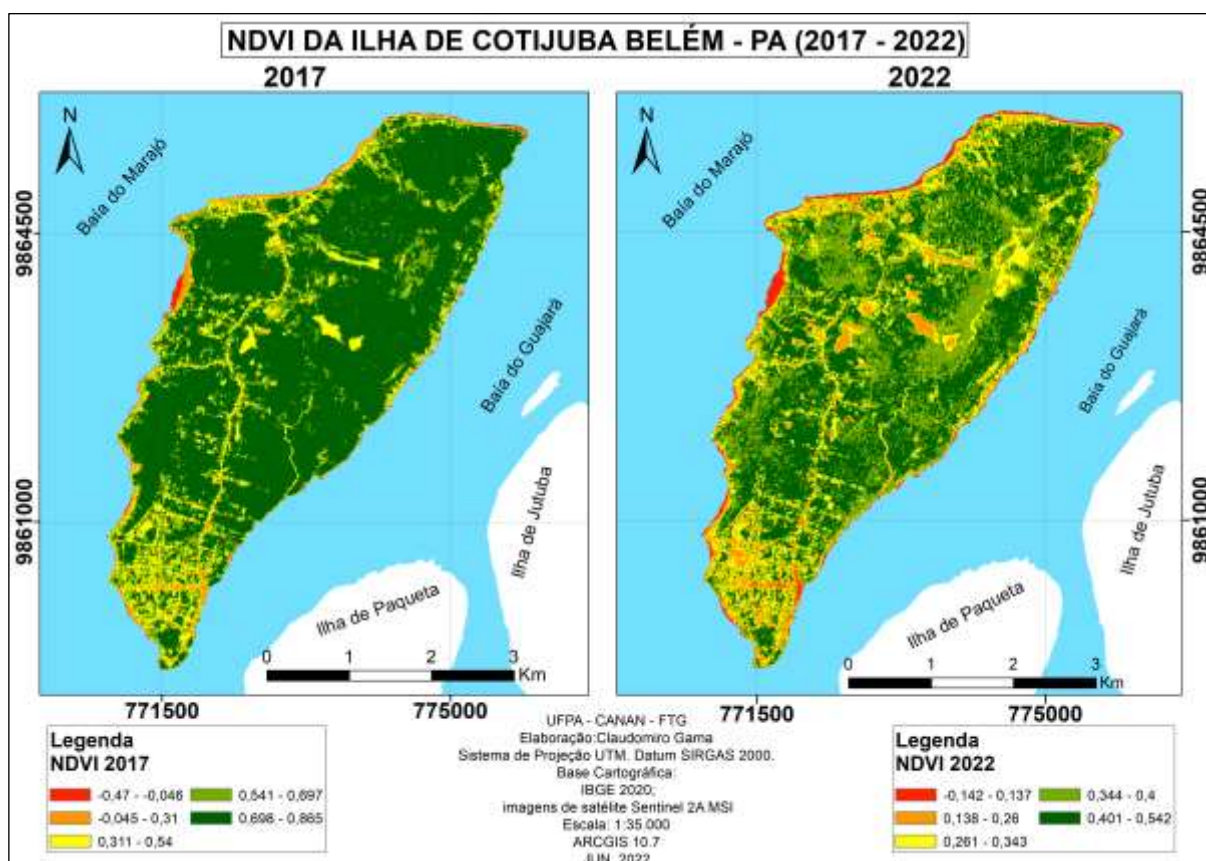


Fonte: O autor (2022)

Os valores representados na legenda são os índices de vegetação, onde os valores mais próximos do índice -1 corresponde a uma baixa cobertura vegetal, enquanto os valores que se aproximam do índice 1 tem uma melhor cobertura vegetal, dessa forma os mapa que corresponde ao ano de 1990 e 2013 apresenta baixa cobertura vegetal sendo mais evidentes nas áreas antropizadas, como a parte sul da ilha onde esta localizada a área com maior concentração de moradias, outros pontos com baixa cobertura vegetal são as áreas localizadas aos extremos oeste e norte onde estão localizadas as principais praias da ilha, além das áreas correspondentes ao lagos.

Realizando uma comparação entre os intervalos máximos e mínimo de cada ano onde obteve NDVI 1990 de -0,149 à 0,488 e NDVI de 2013 de 0,105 à 0,502.

Mapa 3 — Índice de Vegetação (NDVI 2017 = 2022)



Fonte: O autor (2022)

Assim, como o Mapa 2 os índices de vegetação destaca as áreas antropizadas, áreas de praias e de lagos com menor índice, sendo os intervalos máximo e mínimo de cada ano obteve NDVI 2017 de -0,47 à 0,865 e NDVI 2022 de -0,142 à 0,542.

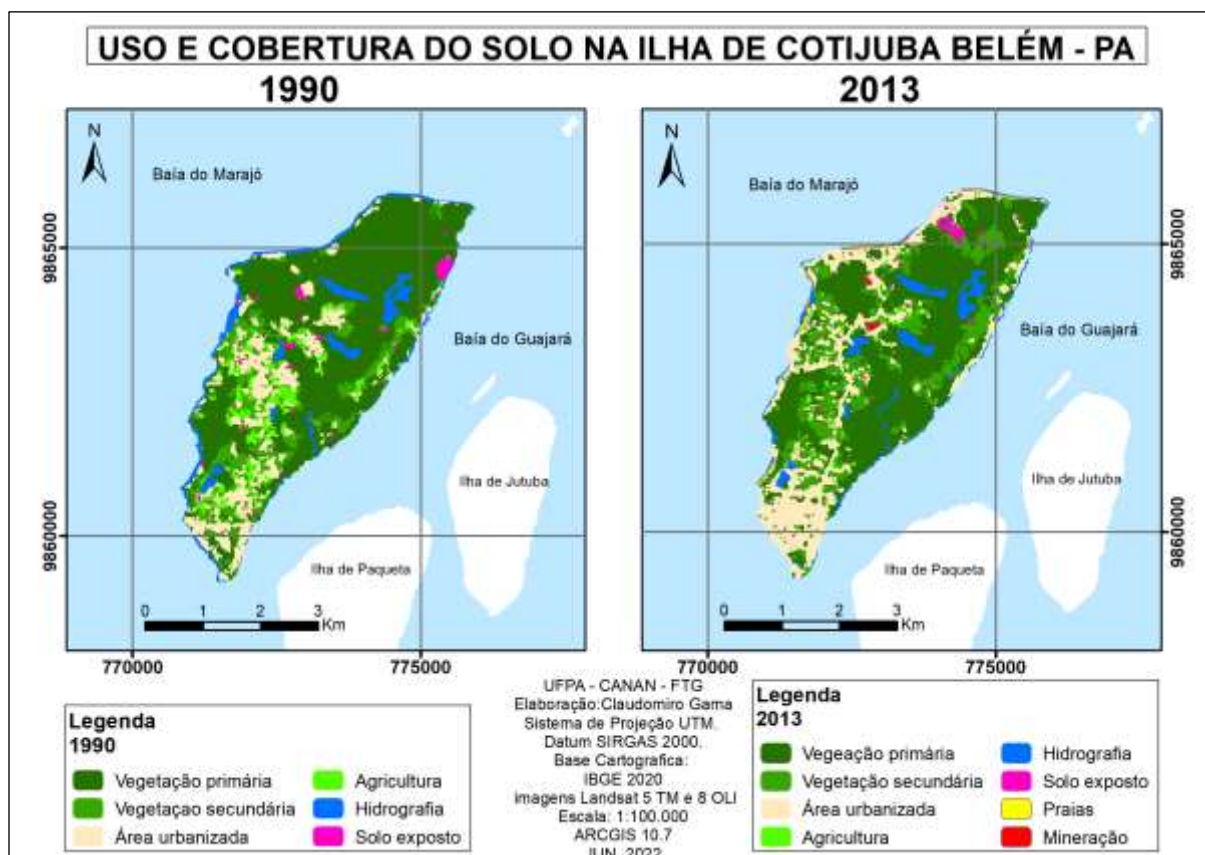
USO E COBERTURA DA TERRA

Os resultados foram analisados, correlacionando e divididos entre as décadas de 1990 à 2013 e 2017 à 2022, motivado em razão da fonte de dados (satélites), visto que as características distintas entre os sensores podem influenciar no momento das análises e consequentemente nos resultados, dessa forma a divisão

foi o artifício encontrado para que possa realizar uma análise temporal com um maior período e melhor qualidade no levantamento.

Os mapas de uso e cobertura da terra da ilha de Cotijuba apresentam a distribuição geográfica das classes para cada ano de levantamento, assim como as tabelas com as suas respectivas área e porcentagens.

Mapa 3 — Uso e cobertura do solo (1990 – 2013)



Fonte: O autor (2022)

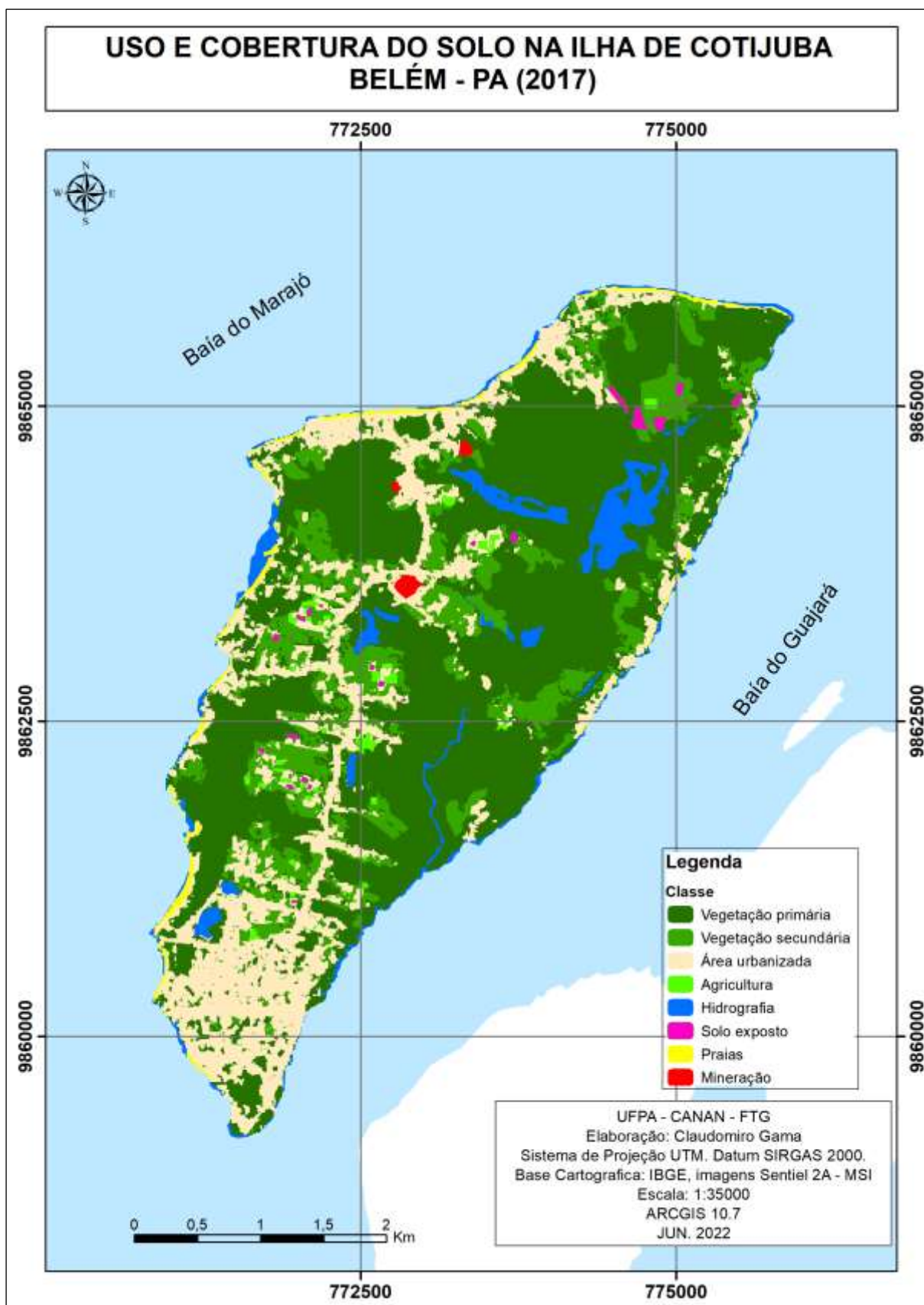
Tabelas 3 e 4 — Dados referentes por classes (1990 - 2013)

Uso e cobertura do solo 1990		
Classe	Área - km ²	Porcentagem %
Vegetação primária	8,992	55,97%
Vegetação secundária	2,255	14,04%
Área urbanizada	2,368	14,74%
Agricultura	0,949	5,91%
Hidrografia	1,266	7,88%
Solo exposto	0,235	1,46%
Total	16,065	100,00%

Uso e cobertura do solo 2013		
Classe	Área - km ²	Porcentagem %
Vegetação primária	8,129	50,60%
Vegetação secundária	2,882	17,94%
Área urbanizada	3,65	22,72%
Agricultura	0,135	0,84%
Hidrografia	0,948	5,90%
Solo exposto	0,156	0,97%
Praias	0,122	0,76%
Mineração	0,043	0,27%
Total	16,065	100,00%

Fonte: O autor (2022)

Mapa 4 — Uso e cobertura do solo (2017)



Fonte: O autor (2022)

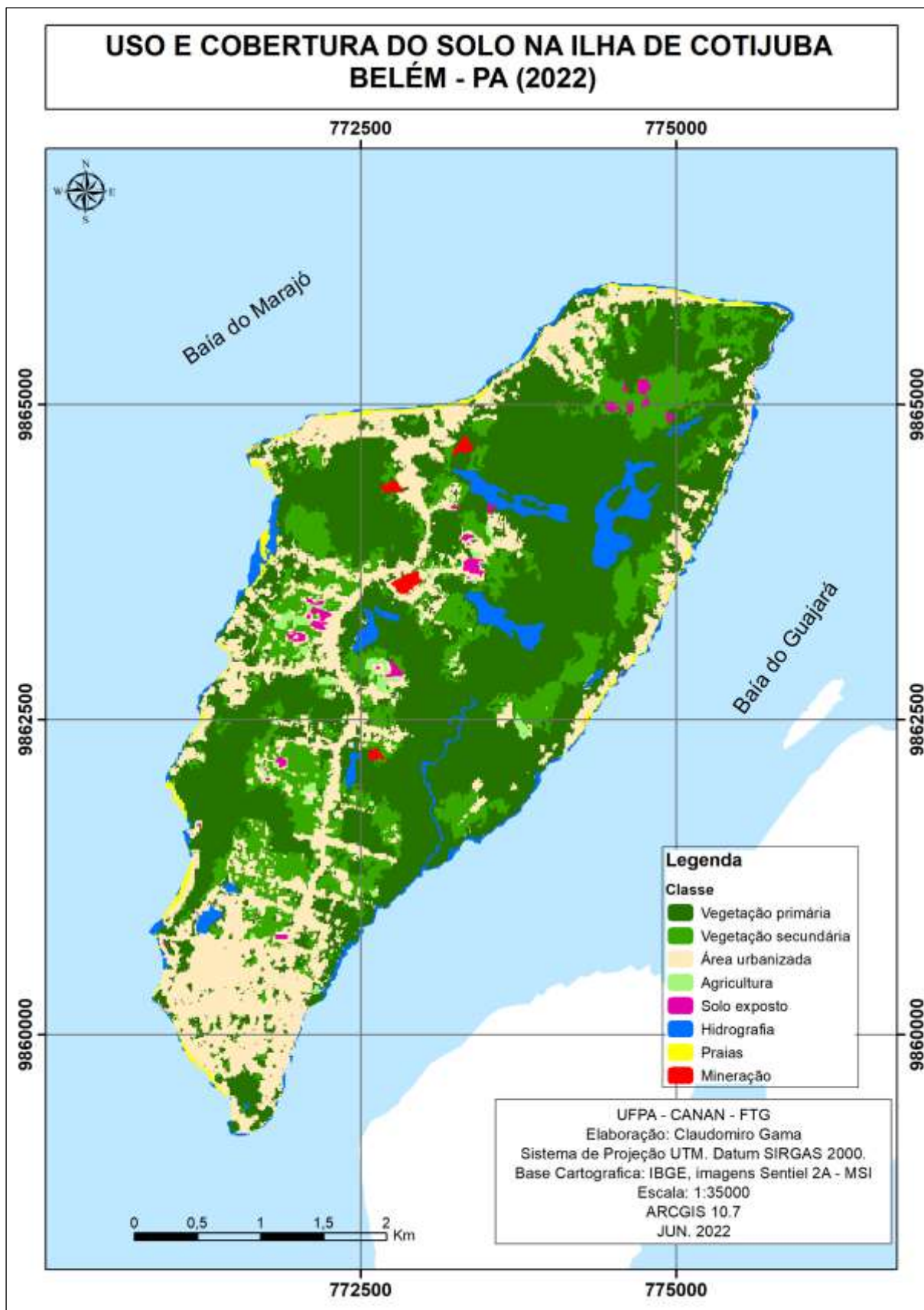
Tabela 5 e 6 — Dados referentes às classes (2017 - 2022)

Uso e cobertura do solo 2017		
Classe	Área - km ²	Porcentagem %
Vegetação primária	8,868	55,20%
Vegetação secundária	2,481	15,44%
Área urbanizada	3,435	21,38%
Agricultura	0,124	0,77%
Hidrografia	0,843	5,25%
Solo exposto	0,069	0,43%
Praias	0,203	1,26%
Mineração	0,042	0,26%
Total	16,065	100,00%

Uso e cobertura do solo 2022		
Classe	Área - km ²	Porcentagem %
Vegetação primária	8,391	52,23%
Vegetação secundária	2,676	16,66%
Área urbanizada	3,69	22,97%
Agricultura	0,153	0,95%
Hidrografia	0,797	4,96%
Solo exposto	0,115	0,72%
Praias	0,185	1,15%
Mineração	0,058	0,36%
Total	16,065	100,00%

Fonte: O autor (2022)

Mapa 5 — Uso e cobertura do solo (2022).



Fonte: O autor (2022)

Tabela 7 e 8 — Diferença entre às classes (1990 – 2013 e 2017- 2022)

	Diferenças entre 1990 e 2013 (%)	Área em km ²	Aumentou ou Diminuiu
Vegetação primária	-5,37%	-0,863	diminuiu
Vegetação Secundária	+3,90%	+0,627	aumentou
Área urbanizada	+7,98%	+1,282	aumentou
Agricultura	-5,07%	-0,814	diminuiu
Hidrografia	-1,98%	-0,318	diminuiu
Solo exposto	-0,49%	-0,079	diminuiu
Praias	0,76%	-0,122	nova classe
Mineração	0,27%	-0,043	nova classe

	Diferenças entre 2017 e 2022 (%)	Área em km ²	Aumentou ou Diminuiu
Vegetação primária	-2,97%	-0,477	diminuiu
Vegetação Secundária	+1,21%	+0,195	aumentou
Área urbanizada	+1,59%	+0,255	aumentou
Agricultura	+0,18%	+0,029	aumentou
Hidrografia	-0,29%	-0,046	diminuiu
Solo exposto	+0,29%	+0,046	aumentou
Praias	-0,11%	-0,018	diminuiu
Mineração	+0,10%	+0,016	aumentou

Fonte: O autor (2022)

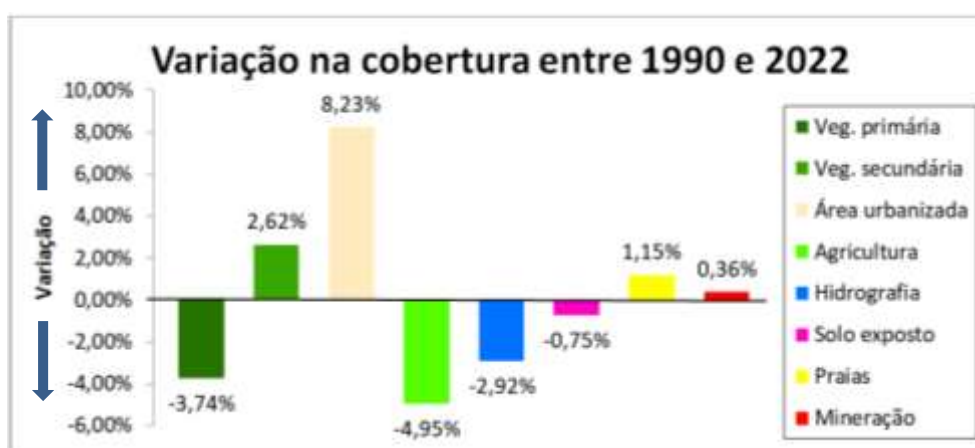
Ao analisar os dados obtidos através dos mapas, das quantificações e realizando o cruzamento das informações referente as imagens de satélites Landsat 5 e Landsat 8 foi possível obter as diferenças entre as classes, onde para o período de 1990 e 2013, houve a diminuição da Vegetação primária em 5,37% o que equivale a 0,863 km² sendo a que mais diminuiu no período; já para a vegetação secundária ouve um a ganho de 3,90% equivalendo a 0,627 km²; a área urbanizada foi a que sofreu um maior crescimento de 7,98% o que seria 1,282 km²; a classe correspondente à agricultura apresentou perda de 50,07% o que corresponde a 0,814 km²; na classe hidrografia percebeu uma variação de perda de 1,98% equivalente a 0,318 km², no entanto, essa alteração pode ser motivada pela oscilação das dinâmica das mares juntamente com o período de aquisição das imagens de satélites, visto que as datas coincidem com períodos de verão e inverno amazônico; o solo exposto teve uma diminuição de 0,49% equivalendo a 0,079 km²; na comparação entre 1990 e 2013 não foi possível realizar a comparação entre as classes de praias e mineração visto que não foram identificados as classe no ano 1990.

Através dos dados das imagens do satélite Sentinel 2A foram produzidos os mapas, analisado e correlacionado às informações das classes dos anos de 2017 e 2022 obtendo-se os resultados das diferenças entre as classes, onde, a classe correspondente a vegetação primária teve uma perda de 2,97% o que equivale a 0,477 km²; já a vegetação secundária teve um ganho de 1,21% equivalendo à 0,195 km²; a classe área urbanizada teve um crescimento de 1,59% que corresponde a 0,255 km; a agricultura cresceu 0,18% correspondendo a 0,029 km²; a classe correspondente a hidrografia obteve um decréscimo de 0,29% equivalendo a 0,46

km²; o solo exposto aumentou em 0,29% correspondendo a 0,046; a classe correspondentes as praias assim com a de hidrografia podem ter sofrido variação devido a influencia da mare, a classe de praia teve uma diminuição de 0,11% o equivalente a 0,018 km² e a classe correspondente a mineração (areia, pedra) aumentou em 0,10% o que corresponde a 0,016 km².

A partir das análises dos cruzamentos entre os dados de 1990 a 2013 e 2017 a 2022 é possível garantir que a ilha de Cotijuba vem passando por mudanças de cobertura principalmente no que diz respeito a cobertura vegetal e um avanço na urbanização da ilha, como pode ser visualizados no gráfico 2 sobre a variação da cobertura entre o primeiro ano analisado e o de 2022, o que de maneira geral pode ser entendido como um dos fenômenos que traduzem o aumento de antropização em determinadas áreas onde destacam-se as regiões dos extremos norte, oeste e leste da ilha, o que pode ser visualizado nos mapas de uso e cobertura do solo, dessa forma destacasse que a exploração dos recursos naturais para suprir as necessidades do aumento de moradias e crescimento da exploração turística gerou e vem gerando a diminuição de determinadas áreas naturais. De fato, a extração de determinados recursos persiste com força ainda hoje, dentre elas destacam-se a extração de areia, pedra e madeira, vale destacar que essa constatação foi observada in loco no período de visita de campo e aplicação de questionário a população da ilha.

Gráfico 2 — Variação entre 1990 - 2022



Fonte: O autor (2022)

Ratificando o contexto até aqui destacado pela pesquisa, apresenta-se a visão social dos moradores da ilha de Cotijuba com a apresentação dos relatos

descritivos referenciando aspectos sociais, políticos e econômicos da região estudada.

Para isso foi realizada visita de campo para aplicação de entrevistas com a finalidade de analisar a percepção dos moradores da ilha de Cotijuba sobre o espaço em que vivem além que criar um mecanismo de controle entre o que é visualizado nas análises de sensores remotos e o que a comunidade de um determinado espaço percebe e realizar uma correlação entre os dados obtidos por levantamento de satélite e pesquisa de campo.

As entrevistas foram realizadas em diferentes pontos da ilha de Cotijuba utilizando questionário com 25 perguntas, com um total de 25 moradores sendo 13 do sexo feminino e 12 do sexo masculino, com idade que varia entre 29 á 70 anos, com diferente escolaridade sendo predominante o 2º grau completo e da 5º serie do ensino fundamental, no questionário 1 podem ser visualizadas as perguntas utilizadas na realização das entrevistas como os moradores.

Questionário 1 — Entrevista na ilha de Cotijuba

Questionário com moradores de Cotijuba
1- Nome
2- Sexo
3- Idade
4- Escolaridade.
5- Local de nascimento.
6- Tipo de residência
7- Qual atividade você exerce?
8- A quanto tempo você mora na ilha?
9- Qual a transformação você percebeu na ilha?
10- Quais os problemas você percebe na ilha?
11- Quais as doenças mais comuns nas ilhas?
12- Como é a questão do armazenamento e a coleta de lixo?
13- Qual a participação da prefeitura de Belém no processo de coleta de lixo?
14- como você avalia o saneamento básico na ilha (esgoto, drenagem de água de chuva e residuais líquidos produzidos nas residências e nas instalações hoteleiras)?
15- Como se dá o acesso de água em sua residência?
16- Como você qualifica a qualidade da água que consome?
17- Como você percebe hoje a atividade pesqueira e se ainda é rentável?
18- Como você percebe hoje a atividade agrícola e se ainda é rentável?
19- A quanto tempo você percebe que o turismo tem ganhado relevância?
20- O turismo tem contribuído para a melhoria da qualidade de vida na ilha? Explique.
21- como você classifica a saúde pública na ilha?
22- como você percebe a situação da segurança pública na ilha?
23- Na ilha tem condições ideias para uma qualidade de vida?
24- o que você acha que precisa para uma qualidade de vida?
25- Como você classifica o nível de conservação ambiental da ilha? Explique.

Fonte: O autor (2022)

Entre os entrevistados observou-se que a grande maioria é oriunda da cidade de Belém e que moram na ilha a pelo menos vinte anos, o que segundo eles permitiu fixar residência na ilha com construções de casa de alvenaria desempenhando funções variadas como agricultores, moto taxistas, vendedores ambulantes e comerciantes.

Durantes as perguntas abertas em que se solicitou que respondesse sobre qual a transformação que haviam percebido na ilha de Cotijuba durante os anos em que habitam o lugar, a maioria respondeu que uma das principais mudanças observadas foram o advento da energia elétrica e, por conseguinte, o crescimento populacional o que é ratificado pela pesquisa quando detecta as mudanças antrópicas nas análises de imagem de satélite.

Com o aumento populacional, um dos maiores problemas percebidos pelos entrevistados foram o surgimento e aumento de violências e uso e tráfico de drogas, além destas violações, os moradores também sugerem a necessidade de maior infraestrutura para os transportes, para a região é fundamental linhas de barcos que possam garantir o direito que é constitucional de ir e vem, no entanto o transporte oferecido tem gerado muitos problemas para os moradores que precisam se deslocar para o centro de Belém, aliado a isso também esta o alto valor da passagem visto que grande parte da população tem renda relativamente baixa.

Com relação as questões sobre coleta e destino dos resíduos produzidos pela ilha e doenças observadas na população foi possível identificar entre os entrevistados que, existe um conhecimento comum sobre a coleta e destino do resíduo e que tudo que é produzido é coletado por uma cooperativa prestadora de serviço para a prefeitura de Belém, a qual separa o que é pode ser reciclado e o que é destinado aos aterros sanitários, feito essa seleção, os resíduos sólidos segue de barco para o distrito de Outeiro e de lá para o aterro sanitário municipal. Relacionado às doenças, não existe especificações quanto à doenças, os processos preventivos de fato funcionam, existe um sistema de saúde com médicos, exames e encaminhamentos que alcançam os moradores e que garantem atendimento a todos reduzindo processos de doenças entre a comunidade, a resposta ao questionamento sobre a saúde publica foi em quase total como sendo muito boa.

Nas questões relativas ao saneamento básico percebeu-se no discurso dos entrevistados uma avaliação negativa de quase todos, isso por que entende que a ilha não tem tubulações nem vias pavimentadas, uma das entrevistadas relatou que *“saneamento somente em parte das ruas principais, no restante da ilha é precário”* (M.S. 55 anos). Por outro lado, ainda houve em menor número entrevistados que entendem a não realização de alguns serviços relativos ao saneamento e em sua colocação refere o saneamento como *“normal, já que a ilha não pode receber alguma infraestrutura devida algumas leis, por exemplo, as vias não podem ser asfaltadas”* (J.R. 39 anos). Dessa forma percebe-se que existe um conhecimento sobre a estrutura de uma ilha que para parte dos entrevistados é considerado uma APA reafirmando que como uma região que deve ser preservada é necessária muito mais informação e conhecimento às comunidades que lá vivem para que possam junto, preservar o ambiente.

Quando questionados sobre a questão da água, a grande maioria se referiu como uma água de qualidade, entretanto, com a água encanada, disponibilizada pelo poder público mediante pagamento de taxas de consumo sugerem alguns problemas por que falham no abastecimento por muitos momentos, sobretudo em períodos de alta temporada, também há de se destacar que boa parte dos entrevistados possui água de poço artesiano e garantem que também é de qualidade.

Aos entrevistados foi questionado sobre a atividade pesqueira e agrícola sobre se ainda existe relevância social e financeira nessas ações no contexto diário entre os moradores da ilha, como resposta um dos entrevistados respondeu que *“deu uma pequena diminuída atualmente na vila 30 famílias sobrevive da pesca e do turismo, a grande parte da pesca é consumida o que sobra é vendida, mas dependendo do dia e da quantidade ainda dá para tirar uma renda, a pesca é artesanal”* (M.S. pescador da ilha com 54 anos). A maioria dos entrevistados informaram que existe sim um grande potencial da pesca na vida de muitos moradores da ilha e que ainda faz parte do potencial de sustentação de algumas famílias dividindo espaço com o turismo e atividades comerciais. Quanto ao potencial agrícola, os entrevistados apresentam respostas divergentes, uns referem ser uma área pouco rentável e que tem diminuído bastante em face do potencial turístico, outros que ganhou uma referência e incentivo da prefeitura de Belém, que passou a estimular cooperativas e

que fazem uma parceria com as escolas, fornecendo o alimento às mesmas promovendo assim um possível aumento no desenvolvimento do setor agrícola.

Ao longo dos questionamentos e respostas dos entrevistados percebe-se sempre uma importância destacada ao setor turístico, isso por que entre os entrevistados, o maior relato das mudanças ocorridas na ilha data do início dos anos 2000 com o advento da energia elétrica. Antes da disponibilização da energia havia um setor turístico em pequeno desenvolvimento, porém, esse movimento se intensificou de fato com a construção de pousadas, bares e outros pontos comerciais que só puderam incrementar seus estabelecimentos e alavancar o comércio turístico com a chegada da energia elétrica. A evolução dos acontecimentos a partir da chegada dos cabos de energia e implantação de um sistema elétrico até nas áreas mais longínquas promoveu o nascimento de um setor turístico com a força de um novo empreendimento, famílias passaram a substituir algumas tarefas manuais como pesca e agricultura e se lançaram na perspectiva de explorar o potencial da bela ilha de Cotijuba e é o que produz sustento pra muitas famílias atualmente.

Com os avanços turísticos, aumento populacional e evolução de relações comerciais também agregam a esse contexto aumento de violências, necessidades de maior segurança, problemas como tráfico e drogas acabam alcançando a sociedade que antes era pacata e sem maiores problemas sociais. Entre os entrevistados muito se destacou a necessidade de maior infraestrutura policial, escolar, de transporte e de trabalho sinalizando questões sociais de grandes cidades e na visão de uma entrevistada pra que esses modelos sociais não afundem a beleza de Cotijuba seria necessário *“melhorar a infraestrutura dos aparatos públicos e a educação sobre turismo para a preservação da ilha garantido um turismo sem desmatamento gerando renda trabalho para a população”* (T.C. 38 anos).

É importante destacar que entre os entrevistados é possível perceber que existe uma consciência ambiental quanto a questão da conservação da ilha e sobre os problemas que ameaçam a sobrevivência de quem vive nela. Uma entrevistada informa que a consciência ambiental para alguns é *“..muito ruim, ainda há muito desmatamento, extração de madeira, areia e pedra o grande problema nisso e a fiscalização pelos órgãos públicos que não tem.”* (Y.G. 47 anos). Referem ainda que é urgente a necessidade de fiscalização para que moradores cuidem da sua área de

forma sustentável e quem visita a ilha tenha a consciência de preservação, para isso seriam necessários políticas públicas de proteção e de fiscalização que pudesse ter controle e responsabilizar os que exploram o ambiente de forma predatória, porém, este ainda é um sonho que muitos moradores aguardam, mas que ainda esperam um dia ter a ilha de Cotijuba como um lugar que preserve a natureza gerando bem estar a todos os moradores, e ainda como complemento de campo foi confeccionado a carta imagem 1 da ilha de Cotijuba destacando alguns dos locais visitados para este trabalho.

Carta Imagem 1 — Ilha de Cotijuba



O presente relatório vem contribuir com os dados dos levantamentos de satélite na pesquisa de uso e cobertura da terra, visto que muitos pontos percebidos nos resultados das análises coincidem com a percepção que os moradores têm do espaço da ilha de Cotijuba, como a percepção do aumento da urbanização, o aumento de áreas exploradas indevidamente, diminuição de áreas agrícolas o que comprova as mudanças citadas no relatório sobre a dinâmica sócio econômicas com o crescente mercado turístico na ilha.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica do espaço geográfico promovida pelo homem vem contribuindo para a degradação do ambiente natural, visto que os processos produtivos e a dinâmica da expansão urbana promovem um crescente índice populacional ocasionando diversos problemas sociais, econômicos e ambientais.

Nas interações entre o homem e natureza percebemos uma desvantagem em relação ao meio natural, determinando ainda mais um cenário de devastação ao meio ambiente, isso por que as explorações intensas por inúmeros usos não permitem uma recuperação do espaço natural.

A exploração dos recursos naturais de forma danosa tende a ser substituída por um modelo que garanta o uso sustentável, tornando possível ao homem a utilização dos recursos naturais priorizando a conservação e preservação do meio ambiente.

A consciência ambiental de uma população deve ser prioritária para construção e implementação de políticas de preservação ambiental, tornando possível a compreensão do meio ambiente que vivem como um espaço de relação cooperativa entre o homem e a natureza, principalmente para os moradores da ilha de Cotijuba onde a grande maioria tem sua sobrevivência ligada aos atrativos naturais como suas lindas praias.

O planejamento ambiental torna-se um instrumento que possibilita o processo na organização de informações com o intuito de programar e atingir determinadas metas ambientais, como as de preservação sustentável, por exemplo, para isso pode se utilizar das tecnologias do geoprocessamento para coletar dados geográficos e contribuir dessa forma como auxiliares no monitoramento, análises e estudos do meio ambiente.

Dessa maneira o presente trabalho realizou uma análise temporal na ilha de Cotijuba, além da produção de um relatório de campo, para correlacionar com os dados de sensoriamento remoto, evidenciando a partir do levantamento de imagens de satélites em quatro períodos distintos, uma perda progressiva da cobertura vegetal nos períodos estudados além do crescimento de áreas urbanizada na ilha, o que também são destacados pelos moradores na pesquisa.

Ressalta-se ainda, que do ponto de vista da análise multitemporal e do relatório discorrido a partir de dados obtidos ao longo da pesquisa, uma paulatina mudança no modelo produtivo da ilha, haja vista que grande parte de áreas antes agrícola passaram a ser reconhecido nas análises como áreas de vegetação secundária demonstrando a ocorrência de uma mudança no meio de subsistência, nesse caso da agricultura para o trabalho ligado ao turismo.

Assim, espera-se que este trabalho possa fomentar outros estudos que promovam a conservação e preservação do meio ambiente, auxiliando as ações de políticas públicas voltadas a gestão e planejamento ambiental e, sobretudo utilizando os recursos do sensoriamento remoto com viés técnico e tecnológico.

REFERÊNCIAS

BECKER, Bertha K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 9, n. 53, p. 71 - 86, 2005.

BECKER, Bertha K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários?. **PARCERIAS ESTRATÉGICAS**, v. 6, n. 12, p. 135 - 159, 2001.

BELLO, Leonardo Augusto Lobato ; HUFFNER, João Gabriel P. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA EXPANSÃO URBANA NA ILHA DE COTIJUBA, BELÉM-PA. **CAMINHOS DE GEOGRAFIA**, Uberlândia, v. 13, n. 44, p. 286 - 298, 2012.

BELÉM. **LEI Nº 8655, DE 30 DE JULHO DE 2008**. Plano Diretor de Belém. Belém - PA. Câmara Municipal de Belém, 2008. Disponível em: http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/Plano_diretor_atual/Lei_N8655-08_plano_diretor.pdf. Acesso em: 27 jun. 2022.

BORGES, Adriano Dias. **Diagnostico da Geodiversidade da Ilha de Cotijuba**: Contribuições para a Análise de Implantação de Infraestrutura de Geoturismo. Belém, 2014 Dissertação (Mestrado e Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

BRASIL. CONAMA. resolução n. 01/86, de 16 de fevereiro de 1986. **Diário Oficial da União**: Seção 01, Rio de Janeiro, ano 1986, p. 2548 - 49. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 18 jan. 2022.

CAVALCANTI, Alexandra. Ilha de Cotijuba pode se tornar Área de Proteção Ambiental. **Diário Online**, ano 2021, 3 jul. 2021. Disponível em: <https://dol.com.br/noticias/para/661012/ilha-de-cotijuba-pode-se-tornar-area-de-protecao-ambiental?d=1>. Acesso em: 27 jun. 2022.

CRÓSTA, Alvaro Penteado. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. UNICAMP/Instituto de Geociências, reimpressão,2002.

FERNANDEZ, Fernando Negret. Planejamento regional e o desafio da sustentabilidade. **Revista Política e Planejamento Regional (PPR)**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 81 - 102, 2014.

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

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, v. 3, f. 64, 2011. 128 p. (versão digital 2013).

FREITAS, Vaneza Andrea Lima de ; BASSO, Lindamara de Oliveira ; FERRI, Renan . CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO NOS MUNICÍPIOS DO SUDOESTE DO PARANÁ: SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Pato Branco/PR Departamento Acadêmico de Agrimensura** , Pato Branco, 2015.

GERENT, Juliana . A Relação Homem-Natureza e suas Interfaces. **Cadernos de Direito**, v. 11, n. 20, p. 23 - 46 , 2011.

GOIS, Djalma Villa. **Planejamento Ambiental e o Uso do Geoprocessamento no Ordenamento da Bacia Hidrográfica do Rio da Dona BAHIA - BRASIL**. Aracaju, 2010 Tese (Doutorado em geografia) - Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2010.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo. **Censo Brasileiro de 2010**, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 27 jun. 2022.

INPE. **Divisão de Geração de Imagem**. Instituto Nacional de pesquisas Espaciais. Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php#:~:text=%C3%89%20a%20banda%20mais%20utilizada,a%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1reas%20agr%C3%ADcolas.&text=Os%20corpos%20de%20%C3%A1gua%20absorvem,delineamento%20de%20corpos%20de%20%C3%A1gua.. Acesso em: 27 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais técnicos de geociências**: Manual técnico de uso da terra. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

MELLO, Andréa Hentz; FEITOSA, Nathália Karolinne. Dinâmicas da ocupação territorial na Amazônia: Reflexões sobre os impactos socioambientais pós-pandemia decorrentes do avanço do desmatamento. **Unifesspa: Painel Reflexão em tempos de crise**, v. 15, 2020.

MENDES, Bárbara Flávia nunes. **DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOCAJUBA, ZONA COSTEIRA PARAENSE**. Belém PA, 2021 Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém PA, 2021.

MICHA, Daniel Neves *et al.* Enxergando o escuro: A física do invisível. **Física na Escola**, v. 12, n. 2, 2011.

MOREIRA, A. C. M. L. Megaprojetos e Ambiente Urbano: Parâmetros para Elaboração do Relatório de Impacto de Vizinhança. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. [s.l.], n. 7, p. 109-120, 1999. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/137137>. Acesso em: 20 jan. 2022.

NOVO, Evlyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4 ed. São Paulo: Editora Blucher, f. 194, 2010. 388 p.

PIROLI, Edson Luís . Introdução ao geoprocessamento. **Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Ourinhos**, Ourinhos – SP, outubro 2010.

SANTOS, Leovigildo Aparecido Costa *et al.* Análise Multitemporal do Uso e Cobertura da Terra em Nove Municípios do Sul do Tocantins, Utilizando Imagens Landsat. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, RR, v. 11, n. 2, p. 111-118, 2017.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, María Laura. **O Brasil**. Editora Record, v. 3, f. 238, 2017. 476 p.

SILVA, Cesar A da. Estudo de Impactos Ambientais. **E-TEC INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, Curitiba-PR, 2011.

SILVA, Elias Klelington ; ALMEIDA, Arlete Silva ; GAMA, Luana Helena Oliveira Monteiro. Ilhas ameaçadas com o desflorestamento: análise da fragmentação florestal da ilha de Cotijuba, Belém, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, Belém - PA, v. 16, n. 2, p. 203 - 213, 2021.

SILVA, Elias klelington.L.R. Uso da Terra da Orla do Vai Quem Quer, Ilha de Cotijuba, Belem/PA. **Caribeña de Ciencias Sociales**, 2018. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/09/uso-terra-daorla.html> //hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1809uso-terra-daorla. Acesso em: 27 jun. 2022.

SILVA, Félix LÉLIS da *et al.* Dimensões do Uso e Cobertura da Terra nas Mesorregiões do Estado do Pará. **Revista ESPACIOS**, v. 37, n. 5, 2016.

TAGLIANI, Carlos Roney Armani *et al.* **Ensino virtual de uso de geotecnologias para cursos de graduação: módulo II: introdução ao sensoriamento remoto**. 2012.

TORRES, Daniel Ricalde. **Análise Multitemporal do Uso da Terra e Cobertura Florestal com Dados dos Satélites Landsat e Alos**. Santa Maria, RS,

2011 Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa maria, RS, 2011.

TOZI, Shirley Capela. **Municipalização da gestão ambiental**: situação atual dos municípios do Estado do Pará. Belém, 2007 Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

ULLMANN, JASIARA DANUZA. **ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARREAS NO PERÍODO DE 1970-2015**. FRANCISCO BELTRÃO, 2015 Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná Coordenação de Engenharia Ambiental Curso de Engenharia Ambienta, 2015.

VALE, Jones Remo Barbosa; ADAMI, Marcos. **Dinâmica do uso e ocupação da terra das áreas desflorestadas no estado do Pará** - Inpe, 2018.

ZAIDAN, Ricardo Tavares. Geoprocessamento Conceitos e Definições. **Revista da Geografia**, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, p. 195-201, 2017.