



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

SYANNE D' ELIZETE SILVA DE OLIVEIRA

**MUDANÇAS NA COBERTURA DA TERRA NO LITORAL TAUÁ-
VIGIA-COLARES, ESTADO DO PARÁ**

ANANINDEUA-PA
2019

SYANNE D' ELIZETE SILVA DE OLIVEIRA

**MUDANÇAS NA COBERTURA DA TERRA NO LITORAL TAUÁ-
VIGIA-COLARES, ESTADO DO PARÁ**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito para a obtenção do Grau de Tecnólogo em Geoprocessamento, sob a orientação do Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa, da Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento – FTG da UFPA.

ANANINDEUA – PA

2019

SYANNE D' ELIZETE GOMES DA SILVA OLIVEIRA

**MUDANÇAS NA COBERTURA DA TERRA NO LITORAL TAUÁ-
VIGIA-COLARES, ESTADO DO PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para a obtenção do título de Tecnólogo em Geoprocessamento pela Universidade Federal do Pará (UFPA) – Campus Ananindeua, orientado pelo Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa.

Data da Aprovação: 18/12/2019

BANCA EXAMINADORA:

Estêvão José da Silva Barbosa

Orientador

Lúcio Correia Miranda

Examinador Interno

Antônio Arthur Cruz do Nascimento

Examinador Externo

Jamais me esquecerei do apoio que obtive durante a jornada; do incentivo e da motivação que recebi; do carinho e do amor que a mim foram dados; de Deus e todos os que torceram e me ajudaram na caminhada.

AGRADECIMENTOS

Bondoso Deus, a Ti, toda a glória!

Obrigada Senhor pela aprovação e por todo auxílio durante a caminhada. Agradeço-te profundamente por ter concedido a mim o privilégio cursar a graduação ao lado da minha irmã e também amiga, Serena.

Ah, o que dizer da minha pequena, porém grandiosa família! Meu agradecimento é ínfimo, mas sincero. A minha mãe Elizete; à minha irmã, serena; ao meu irmão, Werlles; e a todos os demais, lhes expresso o meu amor!

Ao meu professor e orientador, Estêvão José da Silva Barbosa, eu só tenho a agradecer por ter me escolhido como membro do seu projeto de pesquisa. Agradeço-lhe por toda ajuda prestada, por seus auxílios e sua dedicação os quais foram fundamentais em toda a minha trajetória na FTG.

Sinto-me lisonjeada pelo carinho recebido de todo os colegas da Faculdade e, em especial ao Henrique, que em muito contribuiu com este trabalho. Como também aos amigos de infância e, principalmente, do meu amigo Luan, que sempre me ajudou com incentivo e motivação.

À Universidade Federal do Pará – Campus Ananindeua, pela oportunidade de crescimento intelectual e profissional.

Meu reconhecimento a todos que colaboraram na concretização deste sonho.

OBRIGADA!

RESUMO

A zona costeira é um espaço de grande interesse para o ser humano, e por ser uma área de constante dinâmica, faz-se indispensável o monitoramento sobre a mesma. Durante as últimas décadas, o aumento populacional nas regiões litorâneas têm sido significativo, ocasionando várias situações de desequilíbrio socioambiental, com fortes impactos nos ecossistemas. A Zona Costeira Amazônica não foge a esta regra. O grande objetivo deste estudo é acompanhar com detalhe as causas das principais mudanças na cobertura da terra relacionadas com três municípios, Santo Antônio do Tauá, Colares e Vigia, estudados durante os períodos de 1984, 1994 e 2017 através de produtos de sensoriamento remoto e suas aplicações, que possibilitam obter dados essenciais que permitem o monitoramento ambiental. As imagens utilizadas no projeto foram cenas do *Land Remote Sensing Satellite* (LANDSAT), órbita-ponto 223/61, que abrange os três municípios, obtidas gratuitamente do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), feita a combinação R5-G4-B3 para o sensor TM do LANDSAT 5, e R6-G5-B4 do sensor OLI, do mesmo satélite. Por meio da classificação supervisionada puderam ser observadas as mudanças na cobertura da terra e, a partir disso, percebeu-se de forma nítida as mudanças ao longo do tempo na área de estudo. Com base nos resultados, foi possível identificar o impacto das intervenções humanas, para fins diversos relacionados com usos rurais e urbanos, sobretudo a manipulação da cobertura vegetal, transformando a paisagem. Isso foi demonstrado por dinâmicas como a expansão de classes como o cultivo permanente, areais e capoeiras. Em contrapartida, a floresta ombrófila, devido à degradação da cobertura vegetal, diminuiu suscetivelmente, o que evidencia um significativo desmatamento na área. Na linha de costa observou-se o crescimento da vegetação de mangue, ligado à dinâmica dos fatores costeiros que atuam na baía de Marajó.

Palavras-chave: Zona Costeira Amazônica. Cobertura da terra. Análise multitemporal.

ABSTRACT

The coastal zone is a space of great interest to humans, and because it is an area of constant dynamics, it is essential to monitor it. During the last decades, the population increase in coastal regions has been significant, causing several situations of social and environmental imbalance, with strong impacts on ecosystems. The Amazon Coastal Zone is no exception to this rule. The main objective of this study is to follow in detail the causes of the main changes in land cover related to three municipalities, Santo Antônio do Tauá, Colares and Vigia, studied during 1984, 1994 and 2017 through remote sensing products and their applications, which make it possible to obtain essential data for environmental monitoring. The images used in the project were scenes from Land Remote Sensing Satellite (LANDSAT), orbit-point 223/61, which covers the three municipalities, obtained free of charge from the website of the National Institute for Space Research (Inpe), made the combination R5-G4-B3 for the LANDSAT 5 TM sensor, and R6-G5-B4 for the OLI sensor from the same satellite. Through the supervised classification, changes in land cover could be observed and, from this, it was clearly perceived the changes over time in the study area. Based on the results, it was possible to identify the impact of human interventions for various purposes related to rural and urban uses, especially the manipulation of vegetation cover, transforming the landscape. This was demonstrated by dynamics such as the expansion of classes such as permanent cultivation, sand and capoeiras. On the other hand, the ombrophilous forest, due to the degradation of the vegetation cover, decreased considerably, which shows a significant deforestation in the area. In the coast line the growth of the mangrove vegetation was observed, linked to the dynamics of the coastal factors that act in Marajó bay.

Key words: Amazon Coastal Zone. Land cover. Multitemporal analysis.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantificação das classes (ha) de cobertura da terra no Litoral Tauá-Colares-Vigia (PA), anos de 1984 (acima), 1994 (meio) e 2017 (embaixo).....	39
Gráfico 4 – Quantificação das classes (ha) de cobertura da terra na localidade de Santa Terezinha, no município de Santo Antônio do Tauá (PA), anos de 1984 (a), 1994 (b) e 2017 (c).....	44
Gráfico 5 – Quantificação das classes (ha) de cobertura da terra na localidade de Tracuateua da Ponta, no município de Santo Antônio do Tauá (PA), anos de 1984 (a), 1994 (b) e 2017 (c).....	45
Gráfico 6 – Quantificação das classes (ha) de cobertura na cidade de Colares (PA) e seu entorno, anos de 1984 (a), 1994 (b) e 2017 (c).....	47

LISTA DE MAPAS

Mapa1 – Área de localização dos Municípios estudados	16
Mapa 2- Uso e ocupação nos Municípios de Tauá-Colares-Vigia, 1984.....	33
Mapa 3- Uso e ocupação nos Municípios de Tauá-Colares-Vigia, 1994.....	34
Mapa 4 - Uso e ocupação nos Municípios de Tauá-Colares-Vigia, 2017.....	35
Mapa 5 - Uso e ocupação de Santa Terezinha.....	38
Mapa6 - Uso e ocupação de Tracuateua de Ponta.....	39
Mapa 7 - Uso e ocupação da área em urbana de Colares, 1984.....	40
Mapa 8 - Verificação de pontos/classes em trabalho de campo.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados espectrais do Landsat 5 e Landsat 8.....	26
Tabela 2 - Landsat 5, 1984.....	27
Tabela 3 - Landsat 5, 1994.....	37
Tabela 4 - Landsat 8, 2017.....	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos trabalhos relacionados à análise da cobertura da terra na área de estudo.....	22
--	----

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma contínua e variada linha de costa, que alcança mais de 8 mil quilômetros de extensão, sendo uma das maiores do mundo. Assim, mostra-se como um espaço importante do ponto de vista natural e social, o que faz dela alvo constante de pesquisadores que buscam aprofundar-se no conhecimento sobre as áreas litorâneas. Nesta realidade, mapear, observar e analisar as mudanças na cobertura da terra em parte da Zona Costeira Amazônica (ZCA), de 1984 a 2017, foi o objetivo principal deste trabalho, especificamente os Municípios de Santo Antônio do Tauá, Colares e Vigia de Nazaré – aqui chamados de Litoral Tauá-Colares-Vigia. Esta área se localiza nas imediações de Belém, a capital do Estado do Pará.

A princípio, a zona costeira ou zona de costa é a faixa de transição entre a terra e o mar, sendo marcada pela elevada produtividade e biodiversidade (LEVIN et al., 2001), sendo então um espaço influenciado por feições naturais como estuários, manguezais, ilhas, pântano salino, praias e outros (SUMMERFIELD, 1991). Quanto ao aspecto social, a zona costeira é importante por apresentar ocupação e uso intensos, associados a atividades urbano-industriais, portuário-industriais, pesqueiras, turísticas, dentre outras. Devido à intensa ocupação neste espaço e ao sobreuso crescente dos recursos naturais que ele oferece, diversas têm sido as ações que assolam a zona costeira ambientalmente. Com relação ao aspecto econômico, é fortemente marcado pelos fluxos e infraestruturas associados com os mercados nacionais e internacionais, em conflito com populações tradicionais que nela habitam. Durante as últimas décadas, o aumento populacional nas zonas costeiras tem sido significativo, e em nível de Brasil afetou todos os estados litorâneos (MORAES, 2007).

Para se ter uma ideia desta realidade, pode-se lembrar que o processo de colonização teve início pela zona costeira, e que quatorze capitais dos estados brasileiros estão localizadas neste espaço, o qual concentra cerca de 70% das riquezas produzidas (MORAES, 2007).

Assim, a zona costeira é uma área de intensa dinâmica, provocando mudanças nos meios físico-químico, biológico e social (SILVA; TEODORO 2015). Por isso, tal espaço está sujeito a grandes e rápidas mudanças, fazendo-se indispensável o seu monitoramento.

A faixa costeira amazônica contém características oceanográficas e meteorológicas singulares quando comparadas a outras regiões costeiras do país. Com pouca variação térmica, acentuada precipitação e com temperaturas anuais superiores a (20 °C) concebe um dos maiores áreas de mangue do mundo. Além do mais a linha de costa amazônica recebe influência de estuários por meio do rio Amazonas, considerado o maior rio do mundo.

Nesta pesquisa, buscou-se identificar as mudanças da cobertura da terra em parte da ZCA, conforme já dito, pela utilização de produtos de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento para o tratamento e classificação supervisionada de imagens orbitais, tipo de procedimento metodológico consolidado para o estudo, o monitoramento e a gestão de mudanças socioambientais e socioespaciais.

A ZCA assume peculiaridades hidrográficas e ecossistêmicas por causa da grande influência da rede hidrográfica regional, onde o Amazonas e o Tocantins despejam grande volume de água doce no mar. De acordo com Diegues (1972) o litoral amazônico percorre a costa desde a foz do rio Oiapoque, no Amapá, seguindo em direção ao delta do Paraíba, entre o Maranhão e o Piauí. A mesma apresenta vasta biodiversidade em peixes, crustáceos e aves. Além disso, possui uma extensa faixa de manguezais, campos inundáveis, dunas e praias. No estuário amazônico, as várzeas se misturam aos manguezais. Por sua localização estratégica e relevância ecossistêmica, a ZCA é um importante espaço social e econômico, o que deve ser levando em consideração nas gestões estaduais e municipais (DIEGUES, 1972).

A busca por dados e informações a respeito do uso do solo e da cobertura da terra e está comumente baseada em análise multitemporal por via espacial remota e/ ou presencial antrópica. Tal análise envolve elementos da natureza como, por exemplo, vegetação, água e rocha, e construções humanas que recobrem a superfície da terra (IBGE, 2016). Esse tipo de classificação é apontada como pré-requisito básico utilizado no sensoriamento remoto, tendo como base o mapeamento temático, o monitoramento ambiental e outros (LV et al., 2013).

A partir disso, a presente pesquisa é um estudo de caso das mudanças da cobertura da terra na ZCA, especificamente o Litoral Tauá-Colares-Vigia, que no seu contexto pode ser entendida como área representativa das dinâmicas no entorno de Belém – capital do estado e núcleo de região metropolitana. Os resultados aqui contidos mostram, inicialmente, a análise geral para a área de estudo, para, em um segundo momento, detalhar alguns espaços críticos de mudanças socioambientais e socioespaciais: Santa Terezinha e seu entorno, caracterizado pelo avanço do agronegócio nos últimos anos; Tracuateua da Ponta e seu entorno, que ainda são um espaço de mudanças menos intensas na chamada “Região das Ilhas”; a cidade de Colares e seu entorno, mais sujeitos à dinâmica costeira da baía de Marajó.

É importante destacar que o foco das análises não somente esteve voltado para as modificações da cobertura vegetal, que são ápice da degradação ambiental; mas, também, as formas artificiais da expansão urbana, pastagens, cultivos, marcas da extração mineral, e suas sucessões provenientes da manipulação antrópica da superfície.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Entender as mudanças na cobertura da terra no Litoral Tauá-Colares-Vigia, Estado do Pará, por meio de análise multitemporal dos períodos entre 1984, 1994 e 2017.

2.2 Objetivos específicos

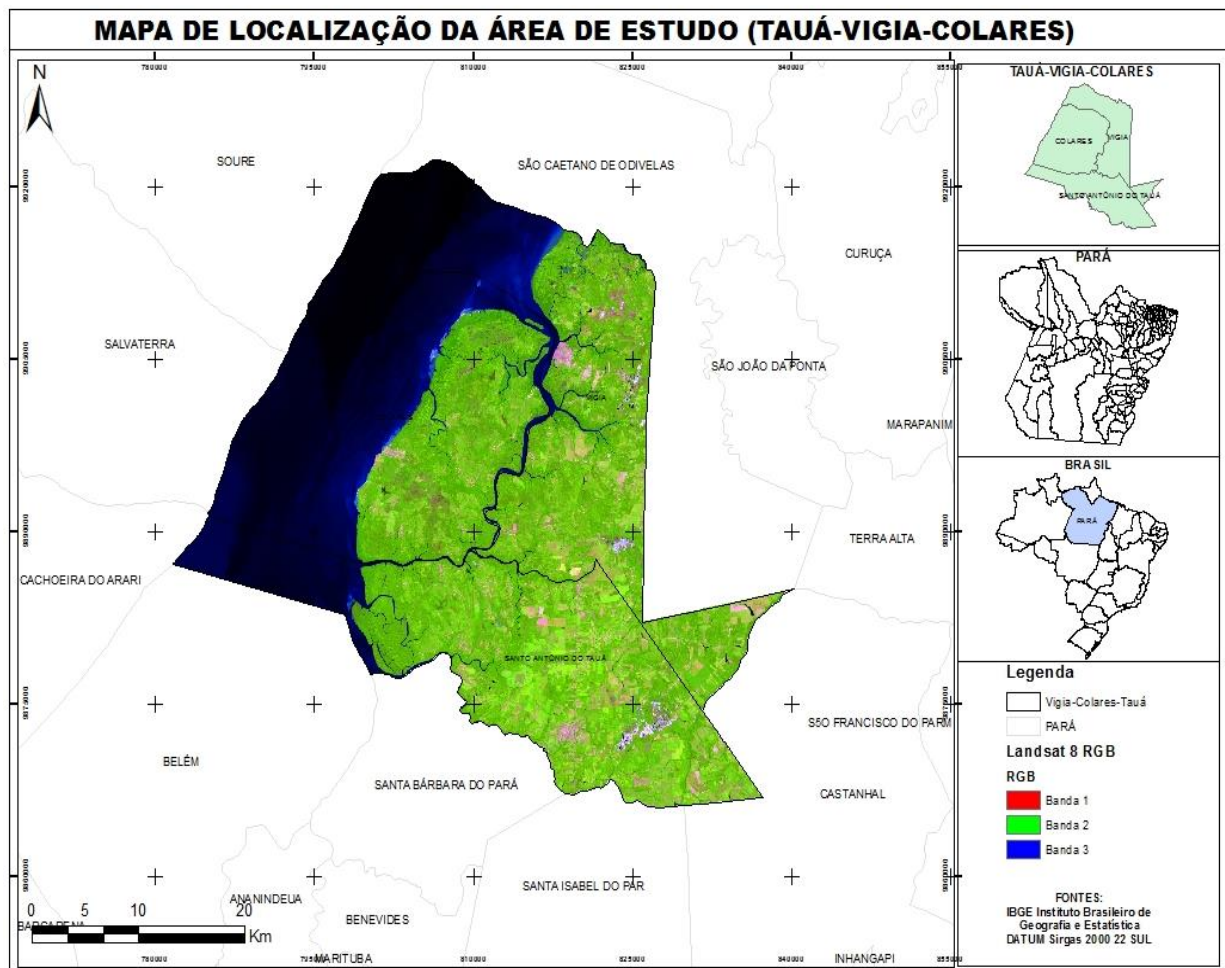
- Realizar mapeamentos da cobertura da terra;
- Entender os padrões da cobertura da terra em diferentes períodos;

3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é formada pelos municípios de Colares, de Santo Antônio do Tauá e de Vigia de Nazaré (ou apenas Vigia). Os três municípios dispõem de territórios semelhantes em extensão (> 610 km²), sendo pequenos no contexto da região amazônica. A posição geográfica da área se enquadra nas coordenadas de 0° 49' 9" S e 01° 12' 27" S, 47° 58' 8" W e 48° 19' 04" W (Mapa 1). A partir da nova divisão regional do IBGE, fazem parte da Região Intermediária de Belém e Região Imediata de Belém. Por via rodoviária, a distância entre Belém e a sede municipal de Tauá é cerca de 55 km, e 100 km para os demais municípios.

Os municípios vizinhos à área de estudo são: Belém (pelo Distrito de Mosqueiro), Santa Bárbara do Pará; Santa Izabel do Pará; Castanhal; e São Caetano de Odivelas. Com exceção do último, os demais fazem parte da Região Metropolitana de Belém (RMB). A oeste se encontram as baías de Marajó e do Sol.

Mapa 1 – Localização dos municípios estudados



Fonte: elaboração própria

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Caracterização dos municípios

4.1.1 Colares

O início da ocupação de Colares, a exemplo de Vigia, está relacionado com as tribos dos Tupinambás. Por volta do século XVII chegaram os frades da Ordem Jesuíta, de modo que resultou na constituição da Vila de Vigia em 1693, a qual subordinou à sua jurisdição a ilha de Colares. Os jesuítas estabeleceram dois núcleos de aldeamento em Colares, um na atual sede municipal e outro mais ao norte, que foram convertidos em vilas ou lugares em 1757. A emancipação mais recente em relação a Vigia, após algumas fases nos séculos XVIII e XIX, ocorreu no ano de 1961. A ligação rodoviária com Belém, por meio da PA-140 e depois a BR-316, deu-se apenas na segunda metade do século XX, mas para isso é preciso fazer a travessia de balsa em Penhalonga. Por via fluvial pode ser acessada diretamente pela baía de Marajó. A economia se destaca pela pesca, pela extração de lenha, atividades de subsistência, com picos de atividade turística em julho, janeiro/fevereiro e alguns feriados ao longo do ano (COLARES, 2016).

4.1.1.1 Território e população

Vista como uma ilha, o município de Colares possui um território de 609,792 km² e apresentava, no censo 2010, uma população de 11.381, mais de 60% dela vivendo na zona rural, onde se encontram diversos povoados, núcleos ribeirinhos, e comunidades tradicionais quilombolas. Para o ano de 2019, estimou-se uma população de 12 mil pessoas. A densidade demográfica em 2010 era de 18,66 habitantes por km². Colares faz limite com os municípios de Vigia e Santo Antônio do Tauá. A ilha de Colares (principal, pois existem outras menores) é separada do continente por meio do Furo da Laura ou rio Guajará-Mirim. A sua sede municipal está localizada à margem da baía do Marajó, com distância de 93,9 km da capital do Estado, Belém (SILVA et al., 1999).

4.1.1.2 Aspectos biofísicos

4.1.1.2.1 Solos e relevo

Os solos encontrados no município de Colares são: Gleissolo Háptico, Gleissolo Tiomórfico, Latossolo Amarelo, Espodossolo Ferrocárbico, Neossolo Flúvico e Neossolo Quartzarênico (SILVA et al., 1999). O relevo é compartimentado pela Planície Costeira (planícies flúvio-marinhas, cordões arenosos) e o Baixo Planalto Costeiro (terra firme), além de pequena extensão da Planície Amazônica (BARBOSA, 2007).

4.1.1.2.2 Vegetação

Segundo a classificação adotada pela Embrapa (CARVALHO et al. 1988), neste município a vegetação nativa é composta por quatro formações que se distinguem uma das outras, sendo estas: Floresta Equatorial Subperenifólia hidrófila e higrófila de várzea; Floresta Equatorial Subperenifólia (sobre terra firme); Campos Equatoriais-higrófilos; e o Mangue.

4.1.1.2.3 Hidrografia

Colares é delimitada do continente pelo Furo da Laura ou rio Guajará-Mirim, sendo banhado pela baía do Marajó a oeste. O furo da Laura é um meio de comunicação ativo pelo fluxo de embarcações de porte pequeno e médio durante todo ano. Vários igarapés e canais de maré estão ligados a esta drenagem. Com relação à baía de Marajó, esta é agraciada pelas belezas naturais das praias, servindo como pontos turísticos.

4.1.2 Santo Antônio do Tauá

Após os tupinambás, dos quais não ainda existem vestígios materiais conhecidos, a ocupação de Santo Antônio do Tauá teve início por meio dos rios, ainda nos séculos XVII e XVIII, mas foi no século XIX com a implantação de colônias agrícolas na parte mais interior do município que se intensificou o surgimento de propriedades rurais e povoados, entre eles a vila que deu origem à sede municipal. As colônias foram criadas no eixo ou próximas da antiga estrada Santa Isabel-Vigia, atual Rodovia PA-140, que permite o acesso para a BR-316 e a partir dela para Belém. Ainda hoje a agricultura é a principal atividade econômica (IBGE,

2019). A emancipação do município de Santo Antônio do Tauá em relação à Vigia ocorreu primeiramente em 1955, sendo extinto neste mesmo ano, com um posterior e definitivo desmembramento em 1961 (IBGE, 2019).

4.1.2.1 Território e população

O Município de Santo Antônio se estende por 537,6 km². No último censo havia 26.673 habitantes. Sua densidade demográfica, naquele ano, era de 49,6 habitantes por km², bem superior a de Colares, e cerca de metade da população vivia na zona urbana da Sede Municipal e nas vilas de São Raimundo Borralhos e Espírito Santo do Tauá. O Padrão de ocupação fora da cidade e das vilas se caracteriza por povoados, alguns em processo de urbanização, travessas agrícolas e núcleos mais isolados nas ilhas. Para o ano de 2019 a estimativa populacional foi de cerca de 31 mil habitantes. Faz limites com Vigia, Colares, Castanhal, Santa Isabel do Pará, Santa Bárbara do Pará e Belém. É banhado a oeste pela baía do Sol, onde deságua o rio Tauá.

4.1.2.2 Aspectos biofísicos

4.1.2.2.1 Solos e relevo

Os solos encontrados no município de Santo Antônio do Tauá são: Gleissolo Háptico, Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo, Espodossolo Ferrocárbico, Neossolo Flúvico e Neossolo Quartzarênico (RODRIGUES et al., 2004). O relevo é compartimentado pela Planície Costeira (planícies flúvio-marinhas, cordões arenosos), Planície Amazônica, Baixo Planalto Costeiro e Platô da Zona Bragantina (terra firme) (BARBOSA, 2007).

4.1.2.2.2 Vegetação

A floresta secundária é predomina em Santo Antônio do Tauá, contudo, a floresta ombrófila densa dos baixos platôs e das várzeas (aluvial) também se faz presente. Existe, ainda, franjas de mangue e campos naturais (BARBOSA, 2007).

4.1.2.2 Hidrografia

O acidente hidrográfico mais importante é o rio Tauá, que tem sua nascente em Santa Isabel do Pará e segue em direção SE-NW, passando por outros municípios até chegar à baía do Sol, a nordeste da ilha de Mosqueiro. Também possuem expressão o rio Mojuim e o igarapé Braço Esquerdo do Marapanim, que seguem para NE; e o rio Bituba, que vai ter sua foz no furo da Laura, este delimitando Tauá e Colares. Na Região das Ilhas parte da drenagem é caracterizada por canais de maré.

4.1.3 Vigia

A cidade de Vigia teve sua origem na sesmaria doada ao fidalgo português Dom Jorge de Álamos, no século XVII, tendo sido elevada à condição de Vila em 1693. O contexto de sua ocupação colonial está ligada com a fundação de Belém e a conquista do vale do rio Amazonas, em 1916. Os primeiros habitantes foram os índios Tupinambás, que residiam em uma aldeia chamada de Uruitá. O governo colonial constituiu em Vigia um posto alfandegário, que tinha por finalidade controlar e proteger a entrada no Amazonas. No século XIX o município foi agitado pela revolta da Cabanagem, e se tornou um importante entreposto pesqueiro. No seu interior foram criadas colônias agrícolas na passagem para o século XX, associada com a abertura da estrada Santa Isabel-Vigia (atual PA-140). A partir de Vigia foram desmembrados vários outros municípios como Curuçá, Marapanim, São Caetano de Odívelas, Colares e Santo Antônio do Tauá. Na história e formação cultural de Vigia os jesuítas tiveram fundamental importância, e algumas das suas heranças são a Igreja Matriz de Vigia e a Capela do Senhor dos Passos, chamada de Igreja de Pedra. A área urbana da sede municipal foi formada, além de Vigia, pelo núcleo do Arapiranga, que também se formou como entreposto da pesca. A atividade pesqueira sustenta a economia municipal, seguida pela agricultura (VIGIA, 2018).

4.1.3.1 Território e população

O município de Vigia se estende por 539,079 km², e possuía uma população de 47.889 de acordo com o último censo demográfico, de 2010; estimou-se para 2019 uma população de 52.216 habitantes. Mais de 70% da população em 2010 já vivia nas zonas urbanas, principalmente na Sede Municipal, e uma parte menor na Vila de Porto Salvo. Entre os povoados se destaca o de Santa Rosa, na PA-140. A densidade demográfica em 2010 era

de 88,983 habitantes por km², a maior da área de estudo. Vigia faz limite com São Caetano de Odivelas, Colares e Santo Antônio do Tauá.

4.1.3.2 Aspectos biofísicos

4.1.3.2.1 Solos

Por analogia a Santo Antônio do Tauá e Colares (SILVA et al., 1999; RODRIGUES et al., 2004; BARBOSA, 2007), pois não existem levantamentos pedológicos mais atualizados, os solos encontrados em Vigia são os tipos: Gleissolo Háplico, Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo, Espodossolo Ferrocárbico, Neossolo Flúvico e Neossolo Quartzarênico. O relevo é compartimentado pela Planície Costeira (planícies flúvio-marinhas), Planície Amazônica, Baixo Planalto Costeiro e Platô da Zona Bragantina (terra firme) (BARBOSA, 2007).

4.1.3.2.2 Vegetação

À semelhança de Santo Antônio do Tauá, a floresta secundária é predomina em Vigia, contudo, a floresta ombrófila densa dos baixos platôs e das várzeas (aluvial) também se faz presente. Existe, ainda, franjas de mangue e campos naturais (BARBOSA, 2007).

4.1.3.2.3 Hidrografia

O limite entre Vigia e Colares é feito pelo furo da Laura ou rio Guajará-Mirim, para onde convergem a maior parte dos rios e igarapés de Vigia, a exemplo do Baiacu, Guarimã e Curuçá, além de afluentes menores e diversos canais de maré. Outra parte da drenagem vai se direcionar para o rio Barreta, mais ao norte, no limite com São Caetano de Odivelas; e para o rio Mojuim, a oeste, limite com o mesmo município.

4.2 Síntese dos estudos sobre a cobertura da terra na área de estudo

A partir do levantamento bibliográfico, foram identificados e sistematizados alguns trabalhos que realizaram análises da cobertura da terra na área de estudo ou próximo dela, foi observada a nomenclatura utilizada para representar as mesmas classes, nos municípios da parte Nordeste do Estado do Pará (Quadro 1).

Quadro 1 – Síntese dos trabalhos relacionados à análise da cobertura da terra na área de estudo de acordo com cada autor mais classes propostas

WHATRIN, et al. (2009)	OLIVEIRA, et al. (2010)	PROJETO RADAM (1974)*	DA SILVA et al. (1999)	FERREIRA et al. (2011)	RODRIGUES et al. (2004)	CASSES PROPOSTAS
Hidrófilas de Várzea		Formações Pioneiras Marítimas e Manguezal (Mangue-Pmg)		Resex	Manguezal com predominância em Avicênia, Relevo Plano (Mga)/ Manguezal com predominância em Siriúba (Mg)	Mangue
Floresta Ombrófila Densa /Aluvial/ planaltos / Tabuleiros		FDPI Periodicamente Inundada Latifoliada /FDPM Periodicamente Inundada, Mista/ FDHE Floresta baixos Platôs, com coberturas emergentes	Floresta Ombrófila Densa de Planície Aluvial com Bambu		Floresta Ombrófila Densa de terra firme e Planície Aluvial	Floresta ombrófila
Capoeira	Capoeira Alta/ Capoeira Baixa/ Floresta Antropizada	Floresta Secundária Latifoliada (FSL)			Capoeira Baixa (Cb)/ Capoeira Média (Cm)/ Capoeira Alta (Ca)	Floresta Secundária
			Pastagem Natural com Caranã	Não Floresta		Cerrado
Agropecuária		AP Agropecuária		Agropecuária		
					Culturas Perenes (Cpd)	Cultivo Permanente
						Cultivo Temporário
Produção Familiar	Cultura Agrícola		Associação de Capoeira Baixa + Culturas Anuais e/ou Perenes e Pastagem Abandonada		Capoeira Baixa + Cultura Temporária + Pastagem	Capoeira
	Pasto Limpo/ Pato Sujo	Pastagem			Pastagem/ Macega	Pastagem ou cultivo baixo
	Solo sob Preparo*					Solo Exposto
			Área Urbana	Núcleo Urbano/ Pequenas Comunidades	Área Urbana (Au)	Área urbana
Corpos d'Água	Corpos D'Água		Hidrografia	Hidrografia		Massa d'água
						Áreal
	Nuvem/ Sombra			Outros		

Fonte: elaboração própria, a partir das referências contidas no quadro

4.2.1 Veloso et al. (1974)

Capítulo “Vegetação” do relatório do Projeto Radambrasil, volume 5, Folha SA-22 Belém, a partir de identificação e mapeamento com base em imagens de radar controlado em mosaicos de 1:100.000. Propôs-se as seguintes classes de cobertura da terra: FM – Formações pioneiras marítimas e manguezal; FDP – Floresta periodicamente inundada latifoliada, FDPM – Floresta periodicamente inundada mista; FDHE – Florestas baixas dos platôs com cobertura emergente; FSL – Floresta secundária latifoliada; AP – Agropecuária e pastagem.

4.2.2 Ferreira et al. (2011)

Texto intitulado “O geoprocessamento como ferramenta à análise do uso e cobertura da terra no Município de São João da Ponta – PA: subsídios ao monitoramento de uma Unidade de Conservação. Estudo realizado no Município de São João da Ponta – PA”. A Caracterização do uso e da cobertura da terra foi gerada a partir de imagens de satélite LANDSAT, definindo as seguintes classes: RESEX, Não floresta, Agropecuária, Núcleo urbano/pequenas comunidades, Hidrografia.

4.2.3 Watrin et al. (2009)

Texto intitulado “Levantamento do Uso e Cobertura da Terra em Área da Reserva Extrativista Verde para Sempre, Porto de Moz, PA”. A pesquisa foi realizada no Município de Porto de Moz (PA), com intuito de realizar um levantamento em semidetalhe do uso e cobertura da terra em área da reserva extrativista. Foram identificadas as seguintes classes: Florestas hidrófilas de várzea; Capoeira; Agropecuária; Produção familiar; Corpos d’água; Floresta ombrófila densa/aluvial; e Floresta de planaltos/tabuleiros. Apesar da área de estudo deste trabalho ser mais distante em relação ao Litoral Tauá-Vigia-Colares, ele foi selecionado pelas semelhanças com o objetivo da pesquisa e por ser uma análise representativa de um espaço mais interior da zona costeira.

4.2.4 Rodrigues et al. (2004)

Publicação da Embrapa Amazônia Oriental, na série de levantamentos pedológicos, com o título de “Caracterização e classificação de solos do Município de Santo Antônio do Tauá, Estado do Pará”. Fez-se a caracterização, mapeamento e avaliação da potencialidade dos solos do Município de Santo Antônio do Tauá. A classificação aplicada a partir de sensoriamento remoto (SR) e trabalho de campo foram: Manguezal com predominância em avicênia, relevo plano (mga); Manguezal com predominância em siriúba (mg); Floresta ombrófila densa de terra firme e planície aluvial; Capoeira baixa (cb); Capoeira média (cm); Capoeira alta (ca); Culturas perenes (cpd); Capoeira baixa + cultura temporária + pastagem/macega; área urbana (au). Em relação aos anteriores apresenta um maior detalhamento das classes de cobertura da terra.

4.2.5 Silva et al. (1999)

Trata-se de outra publicação da Embrapa, “Levantamento de solos de alta intensidade e mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra do Município de Colares – Estado Do Pará”. A pesquisa foi direcionada para a identificação das unidades pedogênicas, associada com a identificação da cobertura vegetal e do uso da terra. A metodologia utilizada foi a mesma dos autores supracitados, obtendo-se as seguintes classes: Floresta ombrófila densa de planície aluvial com bambu; Pastagem natural com caraná; Associação de capoeira baixa + culturas anuais e/ ou perenes e pastagem abandonadas; Área urbana; e Hidrografia.

4.3 Sensoriamento remoto (SR)

4.3.1 Princípios básicos do sensoriamento remoto

O sensoriamento remoto (SR) é compreendido com a soma de elementos e atividades que permitem uma detecção dos objetos presentes na superfície terrestre. Esta detecção é permitida sem que haja a necessidade de um toque direto com o alvo. O SR está intimamente ligado à energia eletromagnética, e é por meio da energia emitida ou refletida pelos alvos que os sensores registram o comportamento dos elementos presentes na superfície podendo, deste modo, ser possível obter a extração, detecção e interpretação das informações (NOVO, 1989).

O comportamento dos alvos se dá pela quantidade de radiação eletromagnética emitida ou refletida pelo objeto, determinada pelas interações biológicas e físico-químicas de cada elemento representado na imagem.

É importante esclarecer que, dentro dos fundamentos do SR, os termos radiação eletromagnética e energia eletromagnética equivalem-se. Sendo assim, entende-se que é por meio da emissão e da reflexão energia que os sensores realizam os registros dos alvos.

4.3.2 Parâmetros da energia eletromagnética

Considera-se que a luz pode ser uma energia radiante que se propaga como ondas transversas (NOVO, 1989). Algumas definições são básicas para o entendimento da luz e suas formas de propagação:

Velocidade da luz (c): 300.000 k/s;

- Comprimento de onda (λ): é a distância ente entre duas cristas e de acordo com a direção da propagação é que seu comprimento é medido;
- Frequência (ν): é a quantificação de oscilações completas que uma onda faz a cada segundo e sua unidade é s⁻¹. Esta oscilação por segundo pode ser chamada de Hertz (Hz);
- Velocidades de propagação (v_i): desdobramento da frequência em relação ao comprimento.

4.3.3 Espectro eletromagnético

O espectro eletromagnético é formado por ondas eletromagnéticas com extensa faixa de comprimentos de onda e frequências de oscilação (NOVO, 1989).

O espectro é caracterizado por algumas subdivisões de faixas e sua energia pode ser organizada de forma contínua em função de frequência ou comprimento de onda (NOVO, 1989). Além disso, o espectro eletromagnético se prolonga desde o pequeno comprimento de onda que envolve os raios cósmicos, ou seja, partículas de alto valor energético percorrendo até as ondas de baixa frequência, logo, as de comprimentos de ondas grandes.

O comprimento das ondas tende a crescer à medida que se desloca para a direita, sendo possível afirmar que quanto maior for o comprimento de onda, menor será a frequência e, conseqüentemente, menor será a quantidade de energia. A faixa mais utilizada no SR percorre de 0,3 μm a 15 μm , nas faixas do visível e infravermelho, a exemplo do que se faz

nos sensores *Thematic Mapper* (TM-5, TM-7) e OLI (8) do *Land Remote Sensing Satellite* – LANDSAT (Tab. 1).

Tabela 1 – Utilização das bandas do LANDSAT neste trabalho Resolução espectral dos sensores remotos utilizados pelo

LANDSAT 5 SENSOR TM	
BANDA	RESOLUÇÃO ESPECTRAL μm
1- AZUL	0.45 - 0.52
2 - VERDE	0.50 – 0.60
3 VERMELHO	0.63 - 0.69
4 IV PRÓXIMO	0.76 - 0.90
5 IV MÉDIO	1.55 - 1.75
6 – IV TERMAL	10.4 – 12.5
7 – IV MÉDIO	2.08 – 2.35
LANDSAT 8 SENSOR OLI	
BANDA	RESOLUÇÃO ESPECTRAL μm
1 – COSTEIRA/ AEROSOL	0.433 – 0.453
2 – AZUL	0.450 – 0.515
3 - VERDE	0.525 – 0.600
4 - VERMELHO	0.630 - 0.680
5 - IV PRÓXIMO NIR	0.845 - 0.885
6 - IV MÉDIO SWR	1.560 - 1.660
7 – SWR	2.100- - 2.300
8 – PAN	0.500 - -0.680
9 – CIRRUS	1.360 – 1.390

Fonte: elaboração própria

5 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa inclui o levantamento bibliográfico (exposto no capítulo anterior), levantamento documental-cartográfico, revisão de literatura, processamento e classificação de imagens orbitais, classificação supervisionada, extração e quantificação de feições, e trabalhos de campo.

As cenas de satélites foram obtidas do banco de imagens do *Land Remote Sensing Satellite* (LANDSAT), com órbita-ponto 223/61, resolução espacial 30 m x 30 m/pixel, que engloba os três municípios estudados. O uso de imagens LANDSAT é consolidado para as análises de mapeamento da cobertura da terra em escala média. Tais imagens foram obtidas gratuitamente do site Instituto Nacionais de Pesquisas Espaciais (INPE). As cenas receberam tratamento com: retificação, recorte (área de estudo), reprojeção (SIRGAS 2000) e coloração em falsa cor, na composição RGB (*red – green – blue*). As composições foram feitas pela combinação R5-G4-B3 para o sensor TM do LANDSAT 5, e R6-G5-B4 do sensor OLI, do mesmo satélite. É preciso destacar que, apesar do tratamento e classificação de uma cena do ano de 2008, a mesma foi descartada por apresentar grandes distorções de classes quando processada. Sendo assim, o recorte temporal desta pesquisa abrangem intervalos de tempo entre as cenas de 1984 1994 e 2017 (Tab. 2 a 4).

Tabela 2 – Metadados da cena de satélite LANDSAT do ano de 1984

Satélite	L5
Sensor	TM
Órbita	223
Ponto	61
Data da Passagem	27/07/1984
Orientação da Imagem	8.19998
Ângulo de incidência solar	40.9529
Azimute sol	57.8872
Elevação do Sol	49.0471

Fonte: elaboração própria

Tabela 3 – Metadados da cena de satélite LANDSAT do ano de 1994

Satélite	L5
Sensor	TM
Órbita	223
Ponto	61
Data de passagem	21/06/1994
Orientação da imagem	8.19998
Ângulo de incidência solar	44.0297
Azimute sol	53.2331
Elevação do Sol	45.9703

Fonte: elaboração própria

Tabela 4 – Metadados da cena de satélite LANDSAT do ano de 2017

Satélite	L8
Sensor	OLI
Órbita	223
Ponto	61
Data de passagem	09/07/2017
Orientação da imagem	8.19998
Ângulo de incidência solar	44.0295
Azimute sol	47.25810923
Elevação do Sol	53.3481855

Fonte: elaboração própria

5.1 Tratamento das cenas em geoprocessamento

A retificação foi aplicada separadamente a cada cena. Este procedimento foi realizado ligando os pontos de controle na cena original e seus correspondentes a serem georreferenciados na cena já georreferenciada. Tais pontos, em número de 20 a 30, foram coletados a partir da visualização de elementos facilmente identificáveis como cruzamento de estradas e rios conhecidos, por exemplo. Esta técnica nos possibilitou obter imagens de saída georreferenciadas com erro médio inferior a 0,1 pixel. O georreferenciamento foi feito através do *plugin* Georreferenciador GDAL, no QGIS 2.18, pelo tipo de transformação “Linear”, método de reamostragem “Vizinho mais próximo” e SRC alvo EPSG: 4674 SIRGAS 2000.

5.2 Classificação supervisionada

Com as imagens tratadas, as mesmas foram impressas em folhas A3 e A0 para a visualização dos padrões de cobertura da terra, que de imediato permitiu identificar algumas classes de cobertura, depois confrontadas com as classificações disponíveis na literatura (item 4.2). Cada classe possui um padrão, nas composições R-G-B, de cor e textura, além de uma geometria específica e certos aspectos de contato/transição para as demais classes. Ao final, foram definidas 10 classes de cobertura da terra:

- Mangue/ecótono mangue-várzea;
- Floresta ombrófila densa;

- Floresta secundária (capoeira);
- Cerrado;
- Cultivo permanente;
- Cultivo baixo e pastagem
- Solo exposto;
- Areal;
- Área urbana;
- Massa d'água.

Deve-se ressaltar que classificações supervisionadas preliminares foram feitas no programa QGIS 2.18, porém os resultados foram considerados insatisfatórios. A classificação final utilizou o *software* cartográfico ARCGIS, versão 10.5.1, licenciado para UFPA – Núcleo Univesitário de Ananindeua – Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO). Para cada uma das classes foram selecionadas 30 (trinta) mostras de superfície (alvos). Além disso, toda a classificação passou pelo filtro, o que permitiu o melhoramento das imagens. Esta foi a fase de classificação geral da área de estudo.

Após a escolha de espaços críticos para análise em maior detalhe (Santa Terezinha, Tracuateua da Ponta, Colares e o entorno destas localidades), foram feitos recortes das cenas pelo *software* AutoCad 2016 versão estudantil para fazer o recorte perfeito da área desejada.

Foi criado um retângulo no CAD a partir de um par de coordenadas extraídas da própria área de estudo e, após isso, o mesmo foi transformado em uma camada vetorial para então seguir com os procedimentos dentro do Arcgis. Para cada área selecionada foi feita uma nova classificação supervisionada, utilizando-se as aquelas classes da análise geral e o mesmo número de mostras de superfície/alvos (30).

5.3 Trabalho de campo

Quanto à atividade de campo, a mesma foi realizada para se observar se as classes obtidas em laboratório, no mapeamento temático, coincidiam com a realidade. Sendo assim, nos dirigimos à localidade de Santa Terezinha e às cidades de Santo Antônio do Tauá e Colares, percorrendo estradas na área de estudo. Foram observadas as condições do meio em termos da cobertura e uso da terra. Além disso, foram coletados pontos de GPS em cada localidade referida e intermediários no trajeto entre elas.

5.4 Descrição das classes de cobertura da terra

5.4.1 Massa d'água

A massa d'água é oriunda dos oceanos e corpos hídricos continentais. Na área de estudo, a água do oceano adentra o continente por meio da baía de Marajó, assim sendo, os corpos hídricos principais constituem verdadeiros estuários, onde se encontram as fozes dos rios Tauá, Guajará-Mirim/furo da Laura, dentre outros (BARBOSA, 2007). Na composição R-G-B aparecem como alvos de cor azul-escuro (água menos turva) a azul mais claro (água mais turva), lisas e homogêneas. Além dos estuários, a massa d'água representa os rios com maior largura e os lagos naturais ou artificiais (açudes), inclusive acumulações hídricas em cavas de extração de areia. Sua geometria é em parte linear, em parte circular

5.4.2 Área urbana

A zona urbana é identificada como um padrão de grande heterogeneidade de cores, texturas e geometrias, misturando tons de magenta, verde e branco. Este aspecto tem a ver diretamente com as construções civis para serviços, moradia, superfícies pavimentadas etc. Contudo, cada área urbana tem o seu diferencial, sendo umas com mais adequadas condições de infraestrutura, e outras com menos estruturas; algumas preservam mais o “verde”, e outras o destroem quase que integralmente. A malha de ruas (arruamento) pode ser muito diversa de acordo com tamanho da população e as fases e lógicas de expansão urbana.

5.4.3 Cerrado

O termo “cerrado” é comumente empregado como um conjunto de ecossistemas com matas-galeria ou de topo, entremeados a campos da zona central do Brasil, de clima tropical sub-úmido, correlacionável com o cinturão das savanas africanas (EITEN, 1977). A sua fisionomia apresenta um conjunto de campos formados por gramíneas que coexistem com os arbustos e árvores. Nas cenas do LANDSAT, composição R-G-B, os cerrados aparecem como manchas de magenta a roxo, que tendem a serem mais lisas e homogêneas à medida que a intervenção antrópica se mostra menos sutil. Corresponde à classe campo equatorial higrófilo da classificação de Silva (1999), e como não floresta em IBGE (2016).

5.4.4 Solo exposto

Esta classe está relacionada às áreas que tiveram a exposição do solo devido à retirada de vegetação para a implantação de alguma atividade – pecuária, agricultura, extração mineral, uso urbano, entre outras. Sedimentação com acréscimo natural do terreno e sem uma colonização efetiva por vegetação também se inclui nesta classe. Para uma classificação, envolve uma taxa de cobertura da superfície superior a 30%, de modo que o solo exposto passa a ser predominante na resposta espectral quando comparado com os demais alvos.

5.4.5 Cultivo permanente

As culturas permanentes são vistas como aquelas que não necessitam de serem replantadas anualmente, pois possuem espécies agregadas ao solo, possibilitando mais de uma colheita. De forma diferente ao cultivo pelas culturas temporárias, a permanente possui uma duração mínima de aproximadamente quatro anos. Assim, entende-se que a área plantada ou cuidada para receber o plantio não necessita de um novo plantio, pois sua produção se renova por vários anos sucessivos, isto é, em ciclos (IBGE, 2016).

5.4.6 Areal

Sob um ponto de vista natural, o areal se forma por causa da dificuldade de fixação da vegetação causada pela intensa dinâmica de sedimentos, provocada pela ação dos ventos e mobilidade da água. A intensa arenização de solos em áreas de degradação antrópica ou mesmo por fatores naturais, sobretudo em regiões de vegetação de campo natural, também pode dar origem a areais. Na área de estudo, porém, os areais são, efetivamente, cavas de extração de areia de uso imediato na construção civil, que aparecem como manchas de tom branco na composição R-G-B, misturadas a lagos. Estas manchas aparecem associadas ao substrato dos Espodossolos (BARBOSA, 2007).

5.4.7 Pastagem ou cultivo baixo

As classes de pastagem ou cultivo baixo são representadas por feições de notável simetria nas suas delimitações, embora de extensão variável. A pastagem difere em seu tom das manchas de cerrado e campo natural, pois se apresenta em tons de verde claro e também

misturado ao magenta, na composição R-G-B, muito semelhante ao que ocorre com o cultivo baixo. Por causa desta dificuldade em separá-las, as duas classes foram consideradas como uma classe somente. O cultivo baixo pode representar a lavoura temporária, ou ainda uma fase inicial (em crescimento) da lavoura permanente. A geometria mais simétrica e regular das pastagens e cultivos indicam, claramente, sua origem antrópica. Sua textura é, quase sempre, mais homogênea, a não ser quando os sistemas produtivos são “abandonados” e se permite o crescimento da vegetação secundária.

5.4.8 Capoeira

A floresta secundária, popularmente conhecida no Brasil como “capoeira”, surge a partir do abandono das áreas que anteriormente tenham sido utilizadas em cultivos e para a formação de pastagens, desde que haja tempo suficiente sem novas intervenções antrópicas e, a partir disso, evoluem gradativamente como um estágio de sucessão natural. Esta vegetação também é proveniente da devastação da floresta, como regeneração da cobertura vegetal. Para Mórán et al. (1994), quanto mais desenvolvida for esta classe (capoeiras maduras), mais se assemelha em suas características espectrais à própria vegetação primária, devido ao seu porte e estratos se tornarem os mesmos, embora menos biodiversa. Na composição R-G-B aparece esta classe em vários tons de verde, no geral mais claros que o da vegetação nativa.

5.4.9 Floresta ombrófila

Esta classe se enquadra ao nível das regiões fitoecológicas, pois se adequa ao sistema primário da vegetação (IBGE, 1992). A floresta ombrófila é caracterizada por árvores de porte alto, densas, podendo atingir uma altura de aproximadamente 50 m dependendo da região. Na composição R-G-B o seu tom é de um verde mais escuro, e textura heterogênea por causa das diferenças de altura do dossel das árvores. Não se fez distinção entre a floresta de várzea e a de terra firme. Em contextos de intensa antropização, como é o caso da área de estudo, as florestas ombrófilas nativas estão muito fragmentadas, e se confundem com estágios mais bem desenvolvidos da vegetação secundária.

5.4.10 Mangue

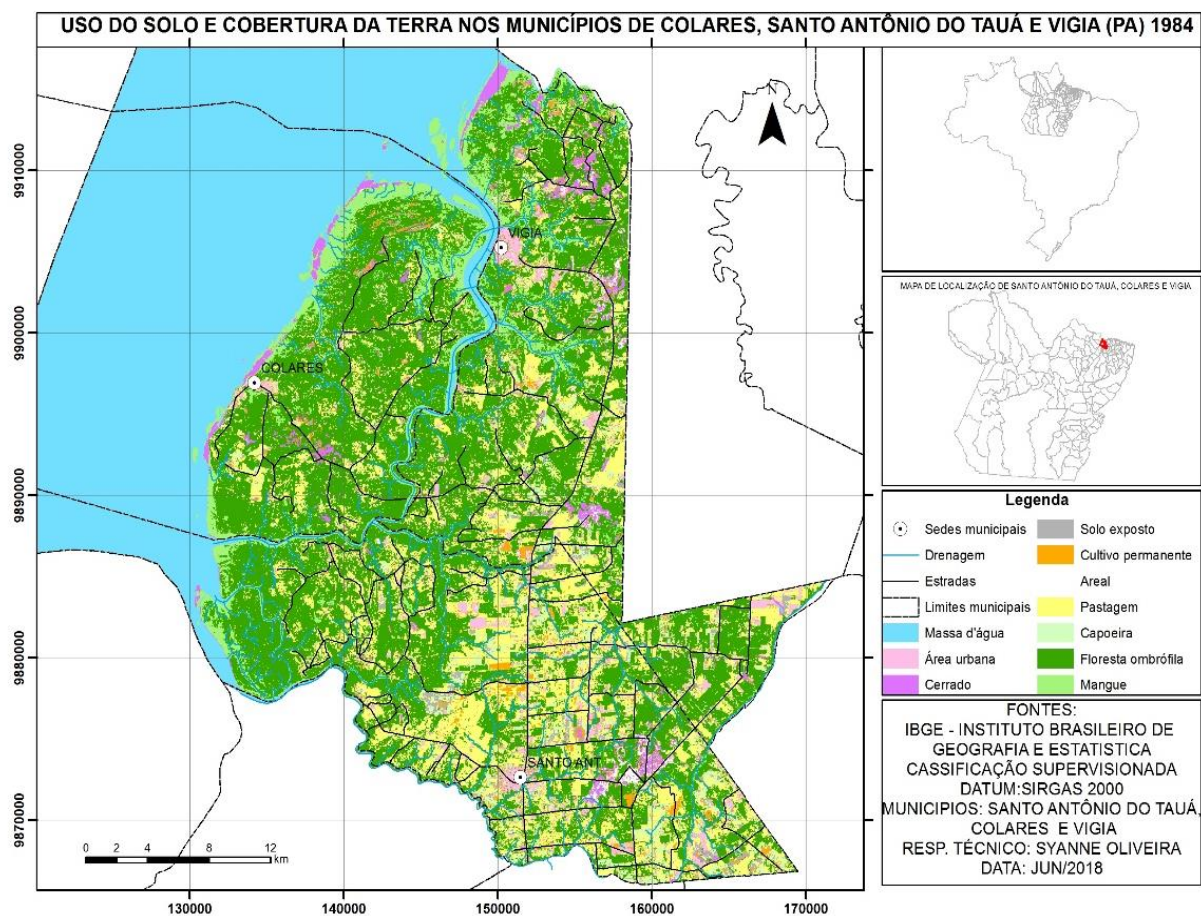
A vegetação de mangue é formada por plantas e arbustos possuindo raízes aéreas ou pneumatóforos, adaptadas ao característico solo dos manguezais, que são lamosos e pobres em oxigênio; e também em função da presença de sal e da intensa ação dos ventos na costa (SILVA et al., 1999). No geral, o tom desta vegetação na composição R-G-B é mais clara que o da floresta ombrófila, e sua textura mais homogênea, uma vez que se constituem em um tipo de floresta com pouca diversidade de espécies de árvores. Por se tratar a área de estudo como parte de um estuário muito influenciado pela volumosa descarga de águas doces, os mangues aparecem misturados com a várzea e campos inundáveis, por isso, foram considerados como ecótonos. É a vegetação que mais bem representa aos fatores costeiros, e sua ocorrência pode ser um indicativo de mudanças da linha de costa, ligada à dinâmica da baía de Marajó.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Classificação geral da cobertura da terra na área de estudo

Os primeiros resultados foram obtidos já nos meses iniciais da pesquisa, com uma classificação geral da cobertura da terra nos três municípios (Mapas 2 a 4, Gráficos 1 a 3).

Mapa 2 – Classificação da cobertura da terra no Litoral Tauá-Vigia-Colares (PA), ano de 1984



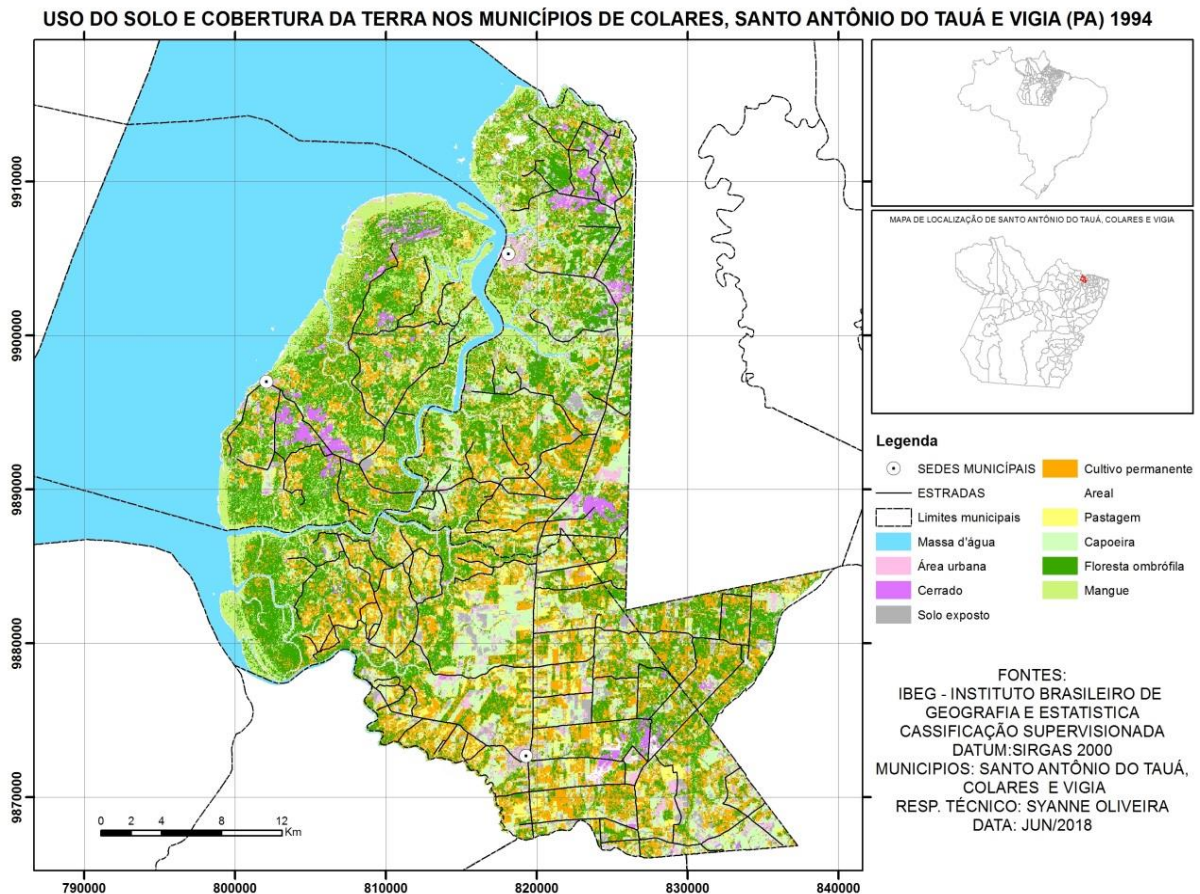
Fonte: elaboração própria

Os resultados desta fase inicial foram os seguintes, considerando a evolução nos três períodos:

- No ano de 1984, ponto de partida da análise, o cultivo baixo/pastagem apresentou baixa representação espacial, contudo, passou a se expandir como uma classe de cobertura da terra nas décadas seguintes, e da mesma forma sucedeu com o areal que gradativamente expandiu seu crescimento. Isto deve indicar o aumento da pecuária, da lavoura temporária e da extração mineral entre os sistemas produtivos locais, isto é, nos municípios da área de

estudo, o que de pronto já encontra paralelo no crescimento das lavouras de dendê e coco da baía, assim como da área destinada ao pastoreio do gado bovino, dinâmicas apontadas em trabalho recente de Albuquerque (2019) para Santo Antônio do Tauá, mas que também ocorrem em Vigia e Colares.

Mapa 3 – Classificação da cobertura da terra no Litoral Tauá-Vigia-Colares (PA), ano de 1994

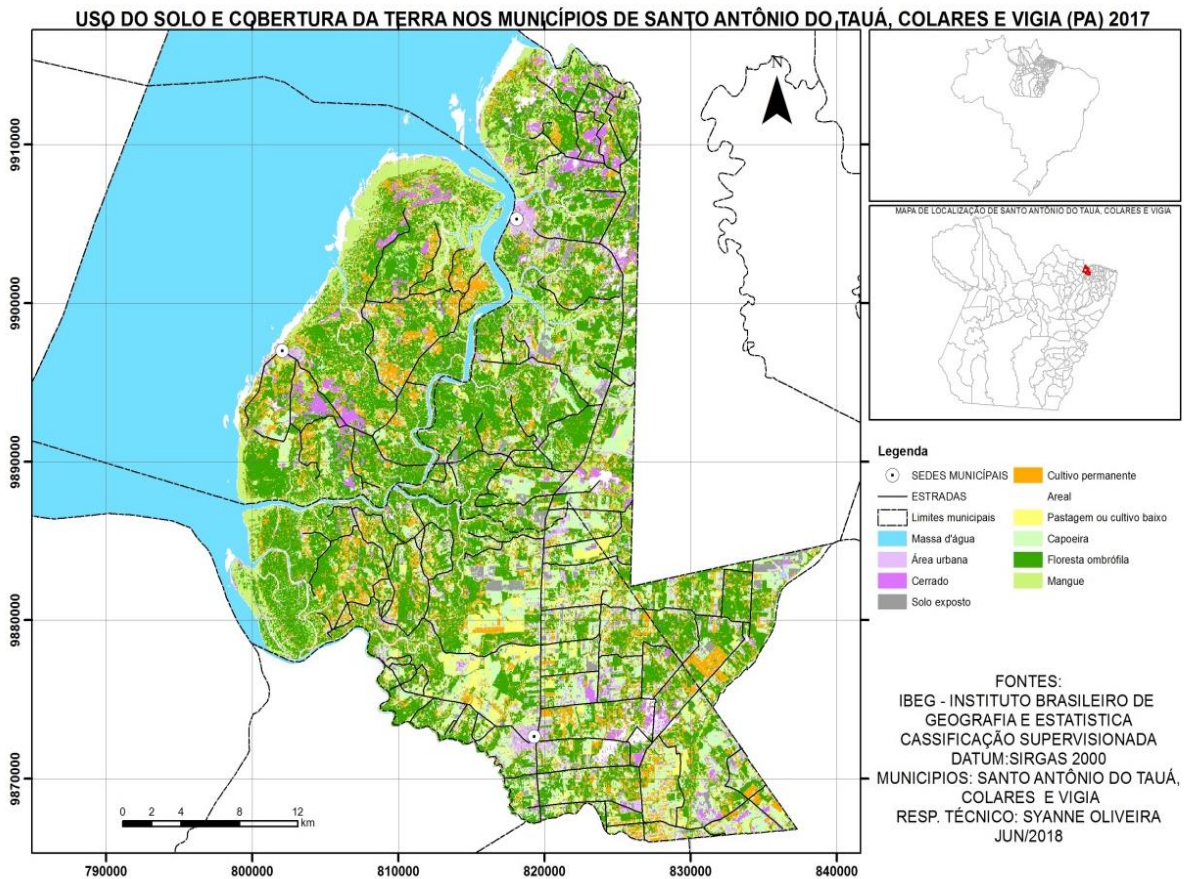


Fonte: elaboração própria

- Seguindo a mesma linha de evolução, ocorreu também o crescimento das áreas de vegetação secundária (“capoeira”), que eram menores em 1984, e seguiram aumentando nos períodos seguintes, fato que pode ser explicado na esteira do crescimento das pastagens e das lavouras temporárias, que funcionam em ciclos que permitem, em alguns casos, uma sucessão natural da cobertura vegetal.
- De forma semelhante, houve uma evolução do mangue, dando sequência aos anos seguintes em sua trajetória positiva. Diferente das classes citadas acima, o mangue indica propriamente uma dinâmica natural, identificada com a progressão lamosa da linha de costa

ao longo das baías do Sol e Marajó, criando sítios favoráveis para a colonização de novos espécimes, principalmente dos gêneros *Rizophora* e *Avicenia* (BARBOSA, 2007).

Mapa 4 – Classificação da cobertura da terra no Litoral Tauá-Vigia-Colares (PA), ano de 2017

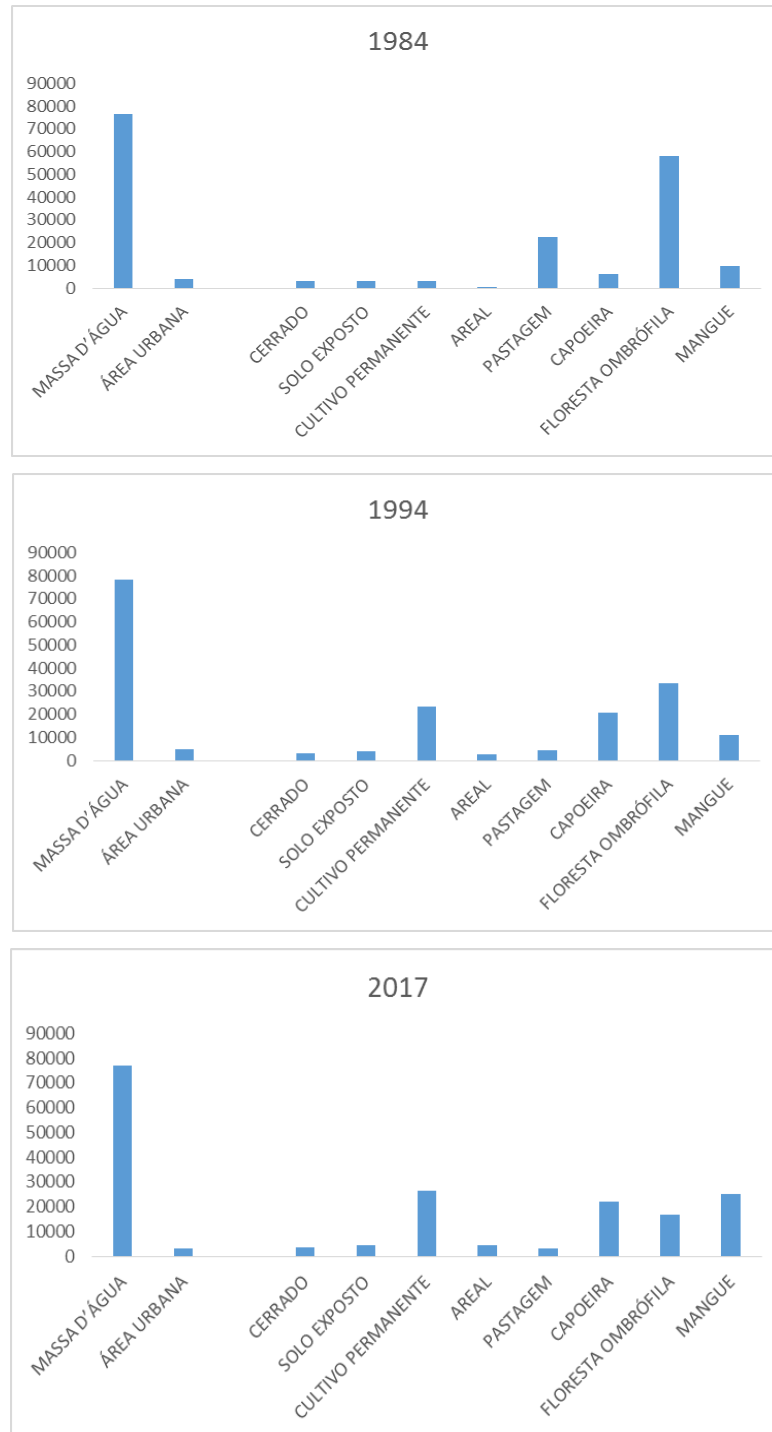


Fonte: elaboração própria

- De mesmo modo que as classes anteriormente expostas, houve um crescimento do cerrado, o qual se expandiu até 1994, para, contudo, diminuir em 2017. Deve-se admitir a necessidade de estudos adicionais sobre a expansão do cerrado, que possam confirmar a possibilidade de uma distorção na classificação de 1984 para 1994, ou, de outro modo, algum processo de savanização local ou dinâmica semelhante. Para 2017, contudo, é lícito que se possa confirmar uma redução, uma vez que os areais se expandem, em sua maior parte, por sobre manchas com este tipo de vegetação, que coincidem com os Espodossolos, fato visível de imediato em uma simples comparação visual entre cenas de dois períodos.
- Seguindo a mesma tendência do cerrado, o solo exposto teve uma trajetória variável, com ciclos de expansão e retração. No último período, de 1994 para 2017, ele se expandiu. O crescimento das manchas de solos expostos está ligado com esta dinâmica dos sistemas

produtivos, que podem gerar, de um período para outro, mais áreas de pousio ou mesmo em preparação para instalação de cultivos, pastagens, além da expansão urbana, atividades que demandam a retirada de cobertura vegetal e raspagens de terra.

Gráficos 1 a 3 – Quantificação das classes (ha) de cobertura da terra no Litoral Tauá-Colares-Vigia (PA), anos de 1984 (acima), 1994 (meio) e 2017 (embaixo)



Fonte: elaboração própria

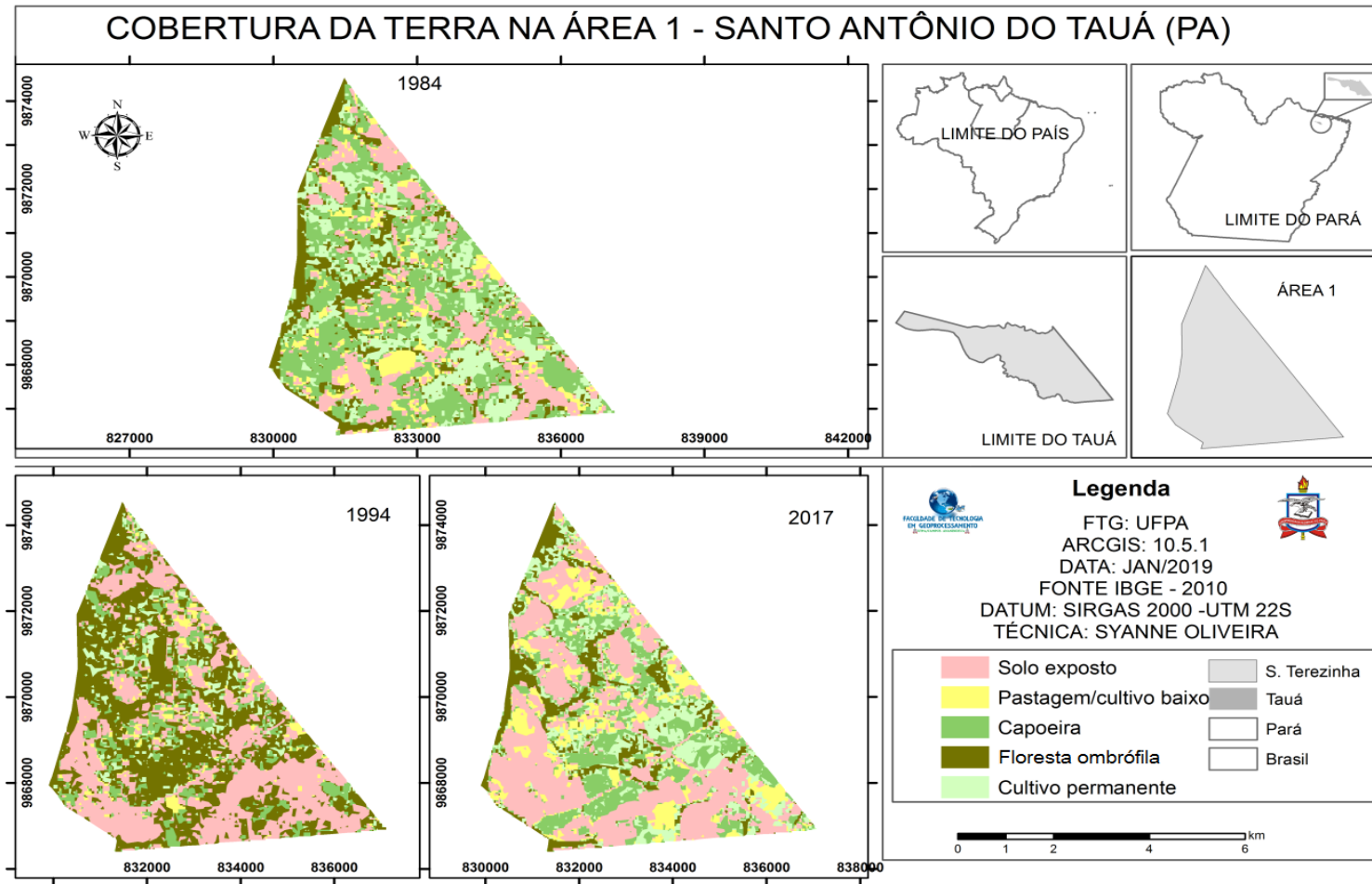
- A classe de área urbana se expandiu entre 1984 e 1994, entretanto, voltou a decrescer significativamente em 2017. Vale ressaltar que este comportamento não tem correspondência no real, já que a expansão urbana é identificada em qualquer análise espacial ou demográfica. Todas as sedes municipais da área de estudo aumentaram em tamanho físico e populacional a partir de 1984, o que é demonstrado pelos dados dos censos demográficos (IBGE, 2019). Não foi diferente com as vilas e até mesmo com os povoados em vias de urbanização. Para confirmar este resultado, foram feitos novos testes de classificação, contudo, o resultado se manteve igual para esta classe. Uma explicação para isto pode estar na má interpretação das respostas espectrais dos alvos, devido à grande semelhança entre a área urbana e o solo exposto. É importante frisar esta possível má interpretação, principalmente, com a cena de 2008, e que por este motivo optou-se em retirá-la de avaliação.
- Por fim, a floresta ombrófila, devido à intensa utilização do uso do solo e degradação da cobertura de vegetação nativa foi a única classe que decresceu suscetivelmente com o passar dos anos, o que representa o desmatamento gradativo da superfície, e sua antropização. A classe massa d'água, por sua vez, apresentou poucas alterações em área, o que mostra a estabilidade dos estuários e a pouca representatividade dos lagos interiores, seja os naturais, seja os artificiais, pelo menos na escala mapeada.

6.2 Classificação da cobertura da terra para espaços selecionados

Como dito anteriormente, os primeiros resultados da pesquisa se referiram a uma análise mais geral que recobriu todo o território dos três municípios e, com o avançar dos estudos, a intenção foi a de explorar mais algumas áreas selecionadas com o intuito de buscar entender padrões mais específicos da cobertura da terra, suas mudanças a partir das últimas décadas do século passado e tendências atuais no século XXI.

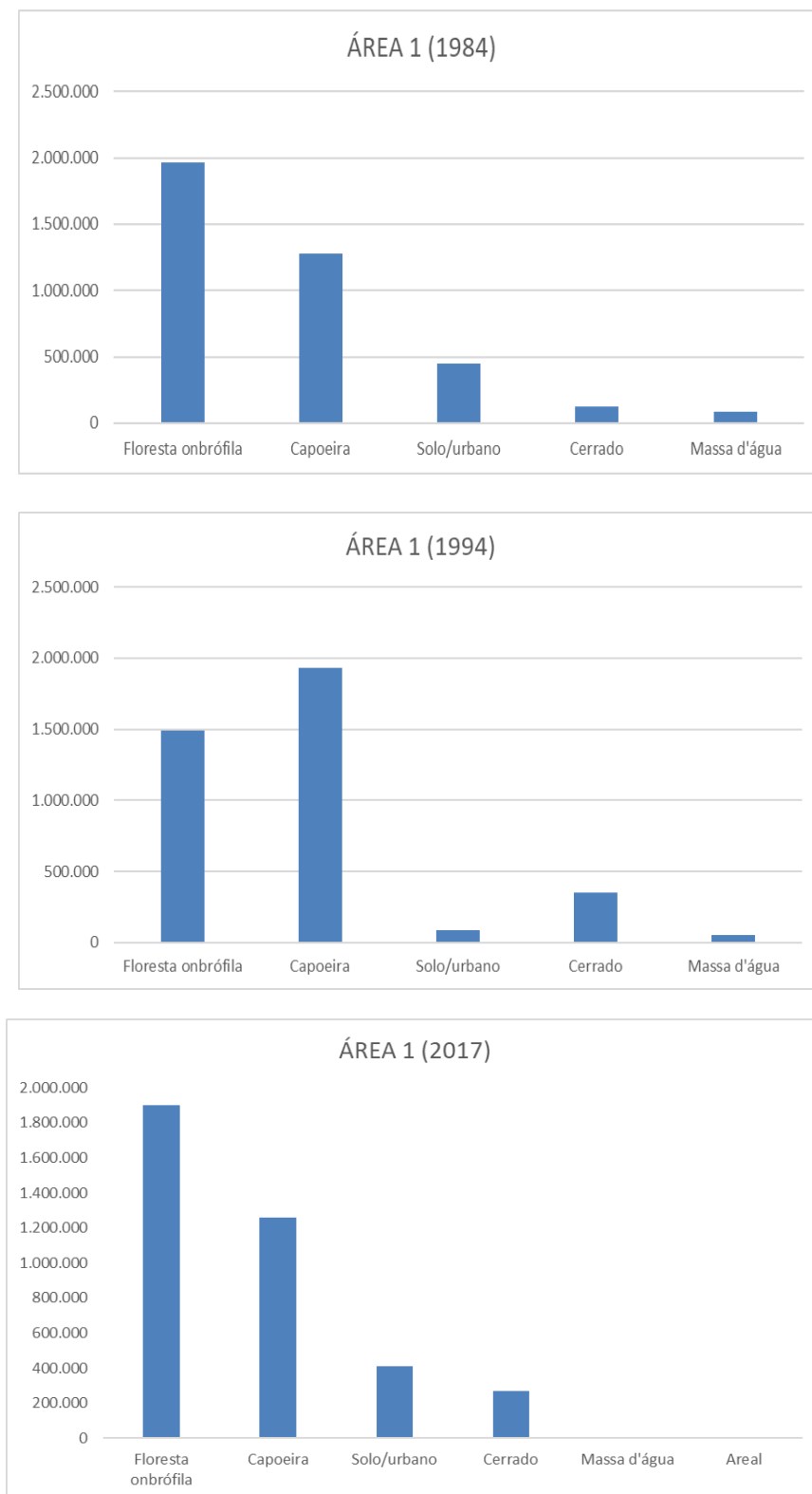
Mediante isso, três espaços foram selecionados, sendo eles: 1) Santa Terezinha e o seu entorno, na parte sudeste de Santo Antônio do Tauá, que se localiza no eixo da recém-asfaltada Rodovia PA-242 (que liga as PA's 140 e 136); 2) Tracuateua de Ponta e o seu entorno, na parte oeste de Santo Antônio do Tauá, mais conhecida como "Região das Ilhas", que se articula ao eixo rodoviário principal (PA-140) por meio de um ramal, chamado de ramal dos Borrachos; e (3) A área urbana de Colares e seu entorno, incluindo parte do litoral da baía de Marajó (Mapas 5 a 8, Gráficos 4 a 6).

Mapa 5 – Classificação da cobertura da terra na localidade de Santa Terezinha e entorno, município de Santo Antônio do Tauá (PA), anos de 1984, 1994 e 2017.



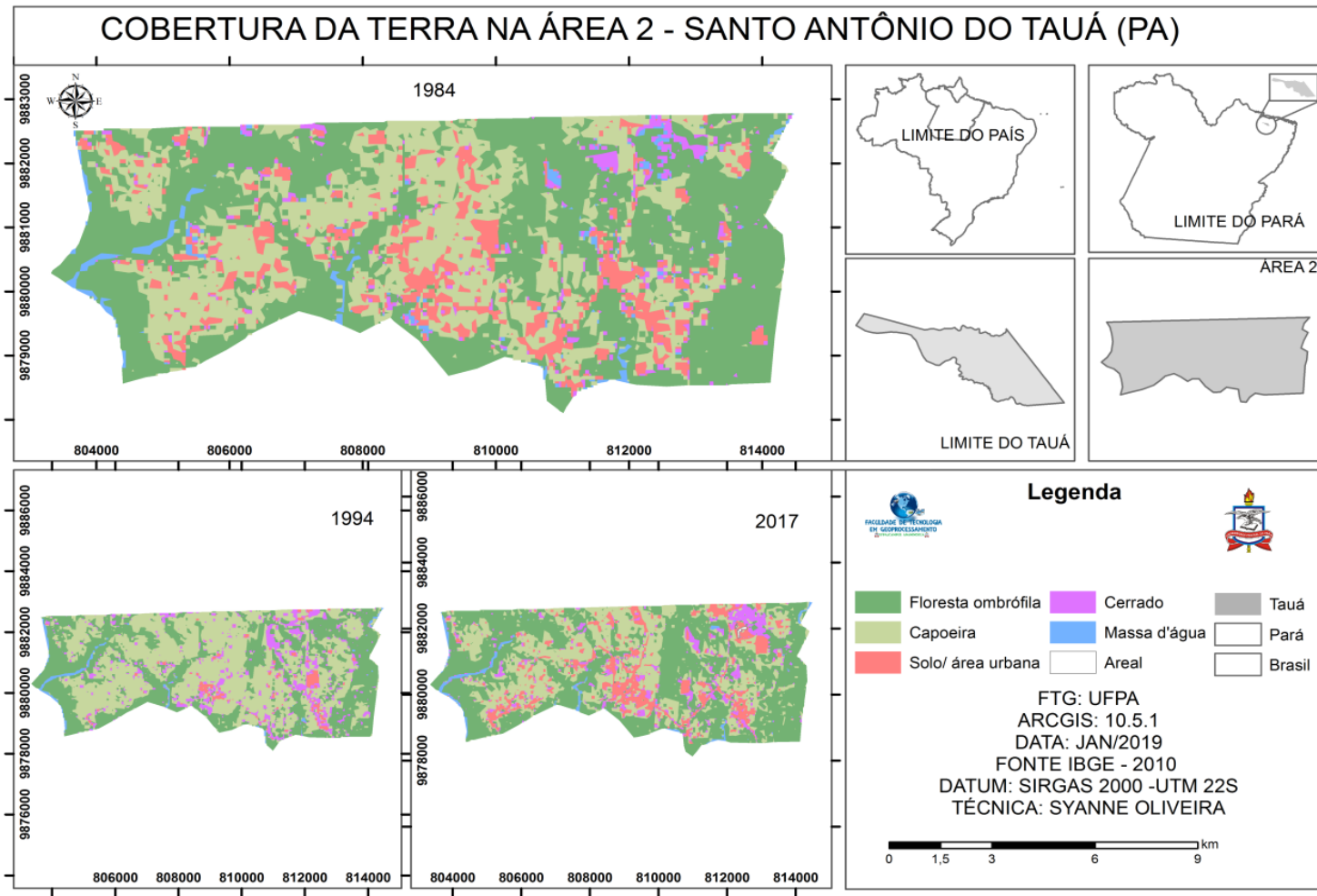
Fonte: elaboração própria

Gráfico 4 – Quantificação das classes (ha) de cobertura da terra na localidade de Santa Terezinha, no município de Santo Antônio do Tauá (PA), anos de 1984 (a), 1994 (b) e 2017 (c)



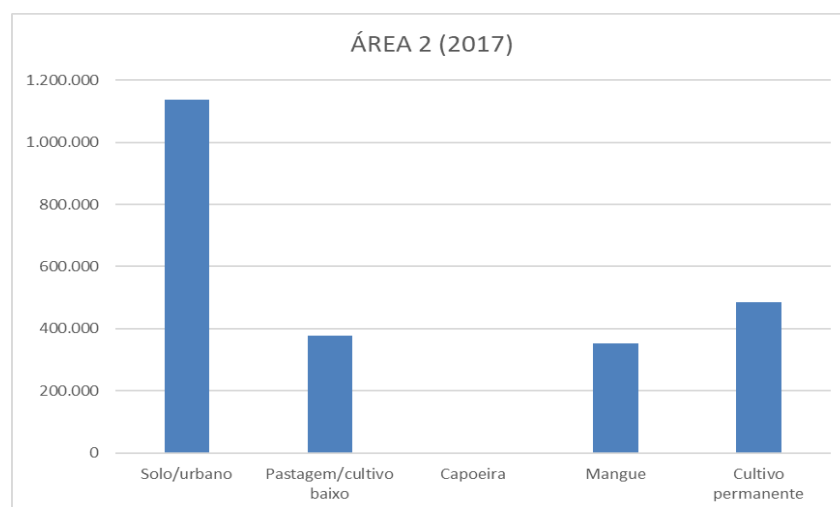
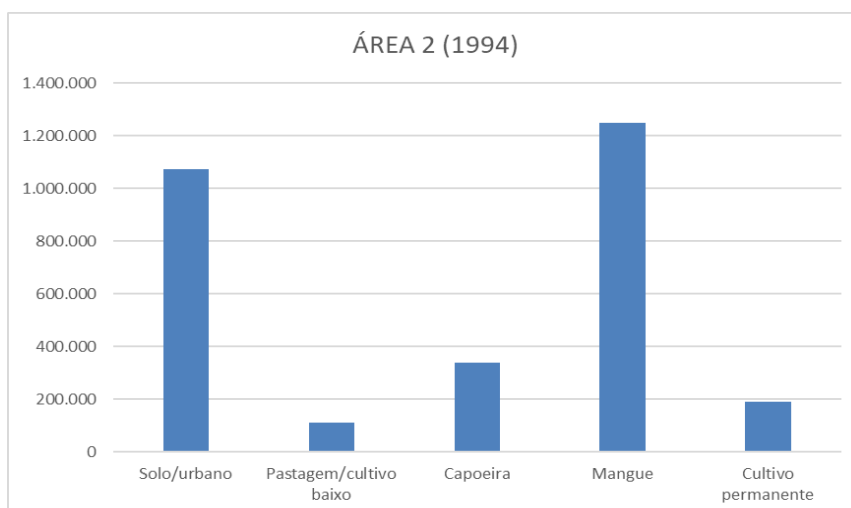
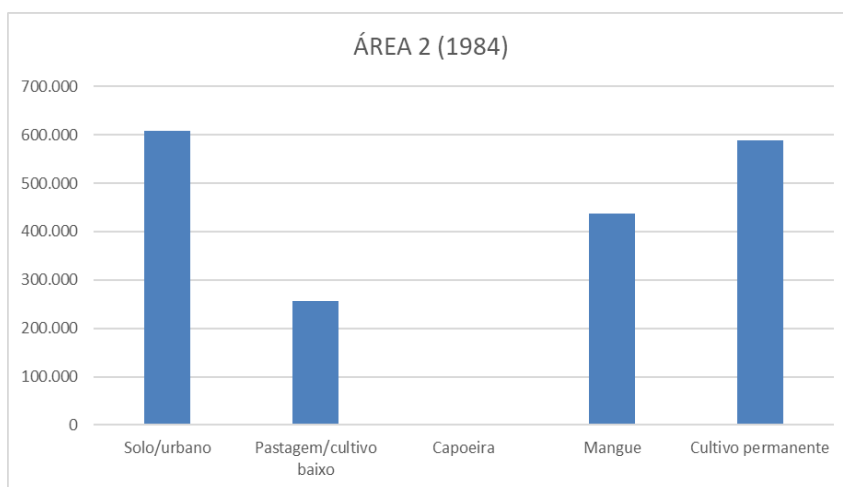
Fonte: elaboração própria

Mapa 6 – Classificação da cobertura da terra na localidade de Tracuateua da Ponta, no município de Santo Antônio do Tauá (PA), anos de 1984, 1994 e 2017



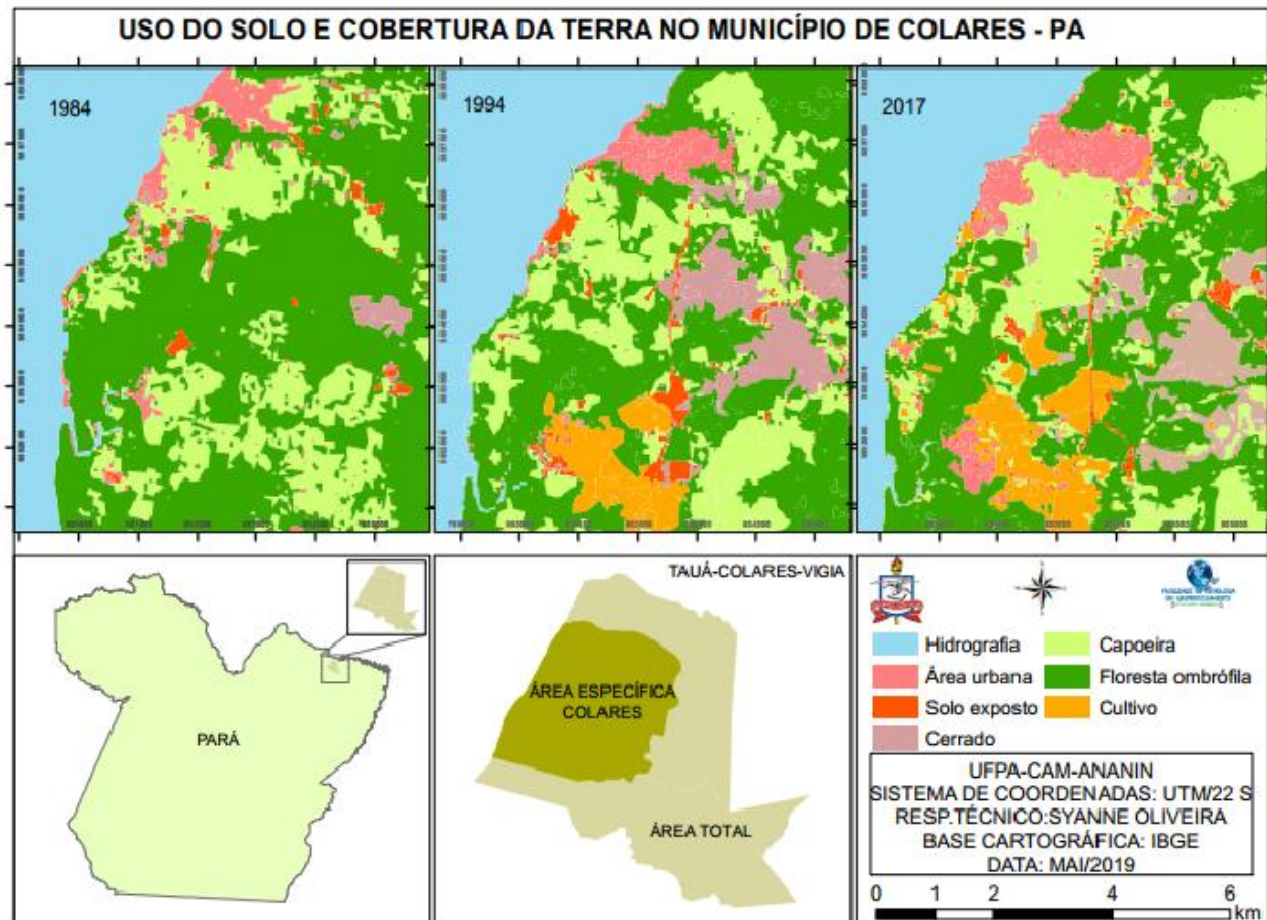
Fonte: elaboração própria

Gráfico 5 – Quantificação das classes (ha) de cobertura da terra na localidade de Tracuateua da Ponta, no município de Santo Antônio do Tauá (PA), anos de 1984 (a), 1994 (b) e 2017 (c)



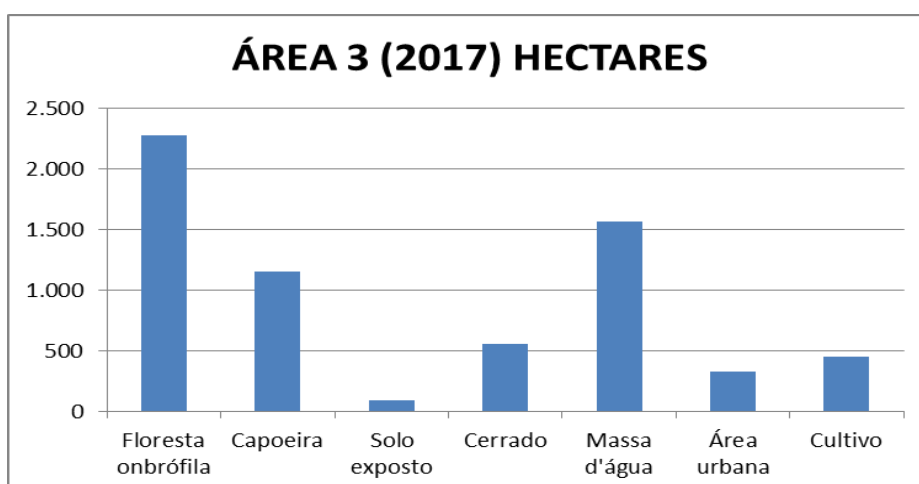
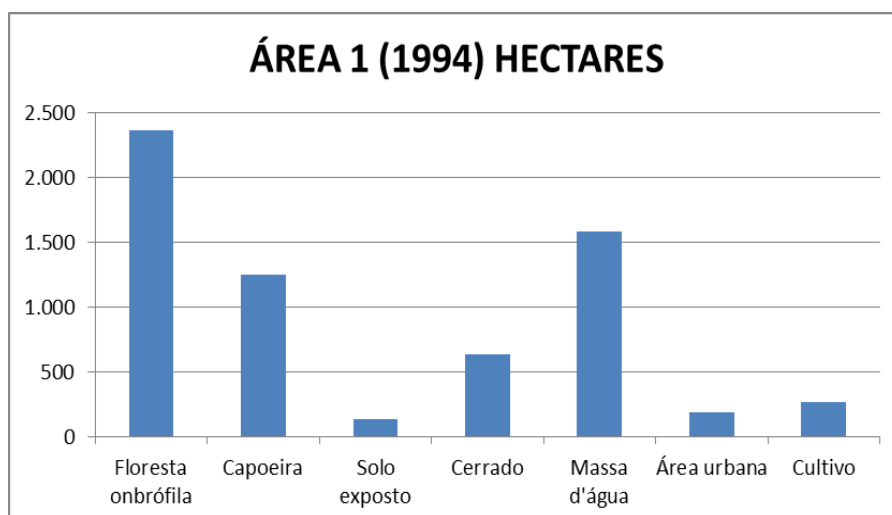
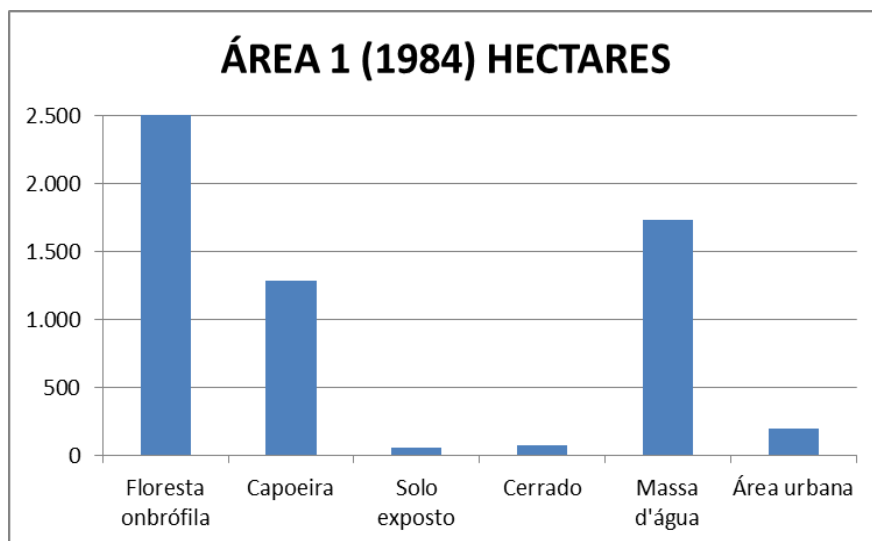
Fonte: elaboração própria

Mapa 7 – Classificação da cobertura da terra na localidade urbana do município de Colares (PA), anos de 1984, 1994 e 2017



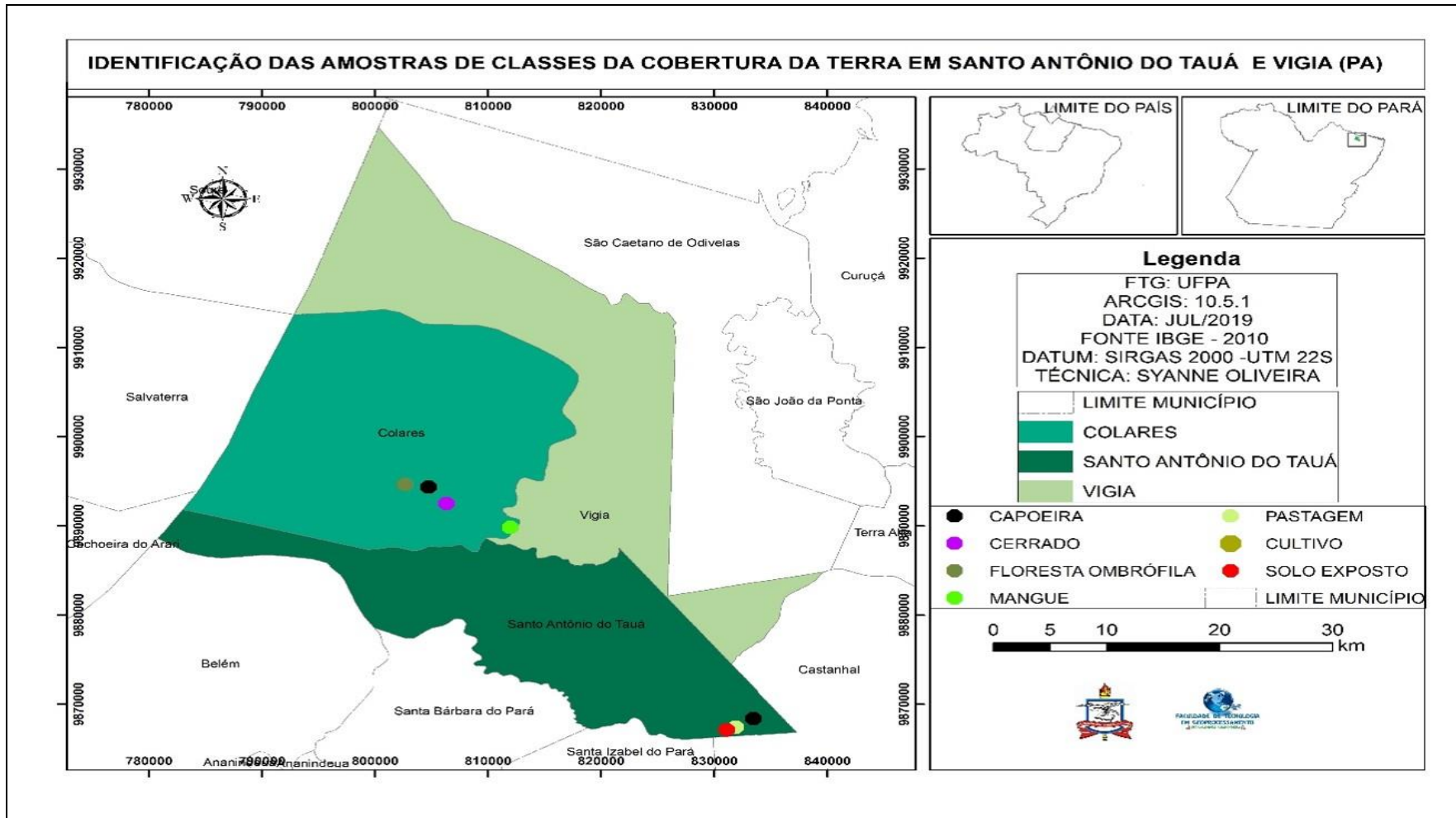
Fonte: elaboração própria

Gráfico 6 – Quantificação das classes (ha) de cobertura na cidade de Colares (PA) e seu entorno, anos de 1984 (a), 1994 (b) e 2017 (c)



Fonte: elaboração própria

Mapa 8 – Verificação de pontos/classes em trabalho de campo



Fonte: elaboração própria

Na área 1, observou-se grandes mudanças na cobertura da terra entre 1984 e 2017, com a diminuição da floresta ombrófila no último período e o aumento da pastagem/cultivo baixo e solo exposto, devido à expansão da pecuária e do plantio de coco da baía, o que foi verificado em campo. Em contrapartida, nota-se a expansão da capoeira e, enfatizando mais uma vez, do solo exposto. Quanto ao cultivo permanente, notou-se que nos primeiros períodos havia somente pequenas plantações esparsas, possivelmente associadas com a agricultura familiar. No período mais recente, contudo, observa-se que há a presença da lavoura permanente em grandes terrenos, ou seja, concentração do cultivo em determinadas áreas, ao estilo do agronegócio – além do coco, também o dendê, conforme observado por Albuquerque (2019). A análise em uma escala maior (detalhe) confirmou o que já havia sido notado na análise geral.

Para a área 2 (Tracuateua da Ponta), notou-se com grande evidência que no início da análise (1984) a capoeira que já era bem presente, e se expandiu ainda mais a partir do segundo período (1994-2017), contudo, não avançou no período posterior. Isto pode ser respondido pelo avanço do solo exposto e da área urbana, que se mostraram crescentes em todos os períodos. Assim como o solo exposto e área urbana, o cerrado e o areal também se expandiram no decorrer dos anos. O areal, que não era visto nas imagens anteriores, por exemplo, pôde ser muito bem notado no último período. Esta, apesar de ser uma área com impactos menos drásticos se comparada à área 1, também apresenta certo dinamismo, com a repetição dos ciclos de destruição da vegetação secundária.

Por último, na área 3 (área urbana de Colares) notou-se a forte presença da floresta ombrófila no ano de 1984 e, para os anos seguintes, o seu decréscimo. Contudo, é importante frisar que, mediante o alto porte da capoeira, e levando em consideração a sua semelhança espectral dos alvos da floresta nativa, é possível que haja uma indefinição das respostas acompanhadas pelos sensores. Quanto ao solo exposto e o cerrado, verifica-se que ambos atingem seu maior estágio durante a fase intermediária (1994). A área urbana, por sua vez, seguiu sempre em expansão. O destaque para a área de Colares está, além da área urbana, no cultivo baixo/pastagem, o que mostra, por um lado, as mudanças na cobertura da terra que são ocasionadas pela consolidação da cidade, aumento da atividade turística que leva a uma pressão maior sobre o uso do solo, e, por outro, a emergência de novos sistemas produtivos na ilha, com a pecuária e o plantio de coco da baía.

7 CONCLUSÃO

A respeito dos resultados, percebeu-se que o cultivo permanente possuía um baixo nível em 1984, passou a ter uma alta produção na década seguinte; assim também ocorreu com o areal, que gradativamente, disparou em seu crescimento. Seguindo a mesma linha de crescimento, podemos incluir a capoeira, que se expandiu consideravelmente. Assim sucedeu, também, com o mangue, que evoluiu com anos seguintes.

Diferente das classes citadas acima, a pastagem, em 1984, abrangia grandes áreas e, com o passar dos anos decresceu. Semelhante a esta classe, temos o cerrado que se expandiu em 2008, contudo diminuiu em 2017. Da mesma forma o solo exposto, que cresceu em 1994, declinou em 2008 e tornou a se expandir em 2017. Diferente das demais classes, a massa d'água esteve sempre em equilíbrio.

Em meio os resultados citados, a área urbana se mostrou com um crescimento até o período de 2008, entretanto decresceu significativamente em 2017. Neste caso, deve-se, pois admitir que houve uma limitação técnica da pesquisa, que precisa ser corrigida.

Por fim, a floresta ombrófila, devido à intensa utilização do uso do solo e degradação da cobertura vegetal decresceu no início ao fim do recorte temporal da pesquisa. Ela é a classe que mais expressa as dinâmicas de ocupação e uso da terra e dos recursos naturais que levam à antropização da superfície na região amazônica. O mangue, já referido, de outro modo, é um apontador da dinâmica costeira da baía de Marajó, controlada por fatores naturais.

O Litoral Tauá-Colares-Vigia, assim, é um espaço representativo dos processos socioambientais e socioespaciais do entorno de Belém. A evolução das classes de cobertura da terra entre 1984 e 2017 mostra que o processo de urbanização avançou, no entanto, nem de longe deve ser tomado como o fator principal ou único. Os espaços rurais também possuem grande dinamismo, com processos que transformaram os sistemas produtivos. Avançaram, em espacial, a pecuária e o agronegócio do dendê e do coco da baía, aos moldes de uma lavoura permanente. Nesse contexto, a vegetação secundária aparece como elemento dos ciclos da agropecuária e o do manejo constante das florestas.

8 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. M. S. **Território municipal e gestão pública rural em Santo Antônio do Tauá/PA**. 2018. 122f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Belém: UFPA, 2018.

CASTRO, Pedro Arthur Augusto. O Espectro eletromagnético e as interações de cada faixa espectral com a matéria.

DIEGUES, F.M.F. 1972. Introdução à Oceanografia do Estuário Amazônico. XXVI Congresso Brasileiro de Geologia. **I Simpósio de Oceanografia e Geologia Marinha**. P 201 – 317.

EITEN, George. Delimitação do conceito de cerrado. **Arquivos**, 1977.

HARIDASAN, Michael. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.

HARIDASAN, Michael. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.

IBGE. **Santo Antônio do Tauá**. Disponível em: **Técnico e Uso da Terra** Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2019.

IBGE. **Mapa IBGE. Santo Antônio do Tauá**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/santo-antonio-do-taua/panorama>>. Acesso em: 08 jul. 2019.

KAYSER, Bernard. *La renaissance rurale. Sociologie des campagnes du monde occidental*. Paris, Armand Colin, 1990.

LV, Z.; YU, X.; ZHANG, Z., WANG, G. Automatic Remote Sensing Image Classification Method Based on Spectral Angle and Spectral Distance. **Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) IEEE International**, p.31403143, 20113.

MORAES, Elisabete Caria. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

PEREIRA, Luci Cajueiro Carneiro; DA SILVA, Iracely Rodrigues; DA COSTA, Rauquীরio Marinho. Uso e ocupação em uma comunidade pesqueira, na margem estuário do rio Caeté (PA, Brasil). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 13, 2006.

PINTO, Rodrigo de Amorim. **Conflitos ambientais em Santo Antônio do Tauá (PA):** considerações a partir do Direito Ambiental.

RODRIGUES, T. E. et al. Caracterização e classificação dos solos do Município de Santo Antônio do Tauá, Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental. Documentos**, 2004.

SAMPAIO, Sandra Maria Neiva; WATRIN, O. dos S.; VENTURIERI, A. Dinâmica da cobertura vegetal e do uso da terra do " polígono dos castanhais" no sudeste paraense. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2000.

SILVA, J. M. L. et al. Levantamento de solos de alta intensidade e mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra do município de Colares-Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 1999.

SILVA, Pedro; TEODORO, Ana Cláudia. A aplicabilidade das imagens do satélite FORMOSAT-2 na classificação de zonas costeiras.

VASCONCELOS, Cíntia Honório; NOVO, E. M. L. M. Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens-fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat5, na região do reservatório de Tucuruí-PA. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 3, p. 487-493, 2004.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL FILHO, Antonio Lourenço Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

WATRIN, O. dos S.; DE OLIVEIRA, P. M. Levantamento do uso e cobertura da terra em área da reserva extrativista Verde para Sempre, Porto de Moz, PA. **Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2009.

APÊNDICE
(Registros fotográficos)

Apêndice 1 – Rio Guajará-Mirim no ponto de travessia entre Colares e Vigia (Penhalonga). Classe massa d'água



Foto: Henrique Rodrigues, jul. 2018

Apêndice 2 – Fazenda localizada em ramal no sul de Colares. Pastagem, e ao fundo capoeira



Foto: Henrique Rodrigues, jul. 2018

Apêndice 3 – Mancha de cerrado na PA-238, rodovia de acesso para Colares



Foto: Syanne Oliveira, jul. 2018

Apêndice 4 – Área urbana de Santo Antônio do Tauá



Foto: Syanne Oliveira, jul. 2018

Apêndice 5 – Areal no município de Vigia



Foto: Estêvão Barbosa, jun. 2018

Apêndice 6 – Plantio de coco na baía na PA-242, próximo à localidade de Santa Terezinha, município de Santo Antônio do Tauá



Fonte: Syanne Oliveira, jun 2018