



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO AMBIENTAL**

DAVID DOS SANTOS AZEVEDO

**USO DO SENSORIAMENTO REMOTO E SIG NA CARACTERIZAÇÃO DAS
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ÀS MARGENS DO RIO TAPACURÁ:
UM ESTUDO NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO
ANTÃO, PERNAMBUCO, BRASIL.**

Recife, 2015

DAVID DOS SANTOS AZEVEDO

**USO DO SENSORIAMENTO REMOTO E SIG NA CARACTERIZAÇÃO DAS
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ÀS MARGENS DO RIO TAPACURÁ:
UM ESTUDO NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO
ANTÃO, PERNAMBUCO, BRASIL.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva
Orientador

Prof^a. Dr^a. Renata M^a Caminha Mendes de O. Carvalho
Co-Orientadora

Recife, 2015

Catálogo na fonte
Bibliotecária Amanda Tavares CRB4 1751

A994u Azevedo, David dos Santos.
Uso do sensoriamento remoto e sig na caracterização das áreas de preservação permanente às margens do rio Tapacurá: um estudo na zona urbana do município de Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brasil. / David dos Santos Azevedo. – Recife, PE: O autor, 2015.
102 f.: il., color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Campus Recife, Coordenação de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Gestão Ambiental, 2015.

Inclui referências.

1. Gestão Ambiental 2. Sensoriamento Remoto. 3. Preservação Ambiental. 4. Vitória de Santo Antão. I. Silva, Hernande Pereira da (Orientador). II. Título.

550.28 CDD

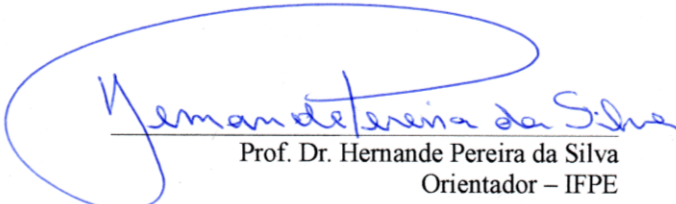
DAVID DOS SANTOS AZEVEDO


**USO DO SENSORIAMENTO REMOTO E SIG NA CARACTERIZAÇÃO DAS
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ÀS MARGENS DO RIO TAPACURÁ:
UM ESTUDO NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO
ANTÃO, PERNAMBUCO, BRASIL.**


Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental.

Data da aprovação: 18/09/2015

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva
Orientador – IFPE


Prof.^ª Dr.^ª Sofia Suely Ferreira Brandão Rodrigues
Examinadora Interna – IFPE


Prof. Dr. Carlos Alberto Borba Schuler
Examinador Externo – UFPE

APRESENTAÇÃO

O autor é graduado em Ciências Biológicas (2008 – 2012) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Campus Acadêmico de Vitória (CAV). Durante a graduação desempenhou diversas atividades de ensino, pesquisa e extensão relacionadas à temática Biodiversidade e Meio Ambiente. Foi monitor de componentes curriculares do curso, participou de diversos eventos científicos em nível regional e nacional, produziu resumos para anais de evento e artigos que foram publicados em revistas e foi bolsista de iniciação científica pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Mantém vínculo com a Prefeitura Municipal de Vitória de Santo Antão desde 2011, quando, ainda estagiário, atuava em escolas municipais como professor e realizava palestras de capacitação no eixo temático Meio Ambiente. Em 2013, foi contratado pela Prefeitura para atuar em programas sociais, se tornando coordenador de departamento no ano seguinte. Desde o início do corrente ano, trabalha na Agência de Meio Ambiente do município de Vitória de Santo Antão (AMAVISA) como Biólogo, onde desenvolve ações e projetos de educação ambiental e discute soluções para a gestão ambiental local. Recentemente, foi concursado e espera assumir no próximo ano, como servidor público municipal, o cargo de Professor.

Atua como docente do Centro Técnico Macêdo de Amorim (CTMA) desde 2014 e da Unidade local do Centro de Ensino Grau Técnico desde o início do corrente ano. Nestes, leciona os componentes curriculares de Medidas de Proteção ao Meio Ambiente, Logística Reversa, Fundamentos de Gestão Ambiental, Responsabilidade Socioambiental e Qualidade, Saúde, Segurança e Meio ambiente (QSMS) e orienta alunos na elaboração de trabalhos científicos para apresentações em eventos locais e nacionais. Também trabalha em Consultoria na elaboração e execução de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

O autor é natural de Vitória de Santo Antão e conhece a necessidade de otimizar a gestão pública no município no que tange aos problemas de meio ambiente, sendo impelido a contribuir para minimizar problemas locais recorrentes. Desta forma, submeteu proposta de pesquisa ao Mestrado Profissional em Gestão Ambiental (MPGA), do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) com vistas a gerar dados que subsidiem a tomada de decisão por parte dos órgãos competentes no âmbito local e estimulem mudanças socioambientais, que signifiquem diretamente em melhoria na qualidade de vida da população do município de Vitória de Santo Antão.

*Aos meus pais, Joseane e Carlos,
pelo exemplo em tudo,
dedico esta.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu rei Jesus, que sonhou comigo este sonho e que me ajudou a concluí-lo. Glórias a Ti em todo tempo, Senhor, Tu és o meu tudo! Não teria conseguido sem o Senhor!

Aos meus pais, pelo amor, confiança, carinho, dedicação e investimento em todos os sentidos. Vocês são meu exemplo, os amo muito! Eu não teria conseguido sem vocês!

À minha namorada, que me completa, que me ensina, que me aproxima de Deus. Me deixa viver pra sempre ao teu lado? Amo você.

Ao meu irmão, pela torcida secreta que tem por mim. Te amo meu irmão!

A toda a minha família que se orgulha, que torce, que ora por mim. Muito obrigado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Hernande Pereira. Preciso publicar isto: mais que orientador, o senhor foi um amigo, um conselheiro, um pai! Exemplo de pesquisador que professa a fé em Deus. Que Deus te leve ainda mais longe! Constrangido e lisonjeado, aqui agradeço.

A minha co-orientadora e coordenadora do Mestrado, Prof^a. Dr^a Renata Carvalho, que conduziu com maestria as diversas demandas que teve e proporcionou momentos magníficos de discussões em sala de aula e fora dela.

Aos demais Professores Doutores que ministraram aulas e trocaram experiências valiosíssimas. Obrigado pela amizade, obrigado pelo pé no chão, obrigado por tudo que vivemos.

Ao meu amigo Fernando Thiago, secretário do mestrado, por todo o serviço prestado e todas as resoluções de problemas realizados.

A todos os meus amigos irmãos que ganhei nesta primeira turma de mestrado. Pelas alegrias e tristezas, lutas e vitórias, muito obrigado. Sinto-me privilegiado de ter vivenciado um pouco de vocês. Obrigado.

A minha amiga, a mestranda Rebeka Santana, com quem tive a oportunidade de compartilhar experiências acadêmicas de grande valia. Admiro sua força, coragem e o seu desbravamento frente às intempéries da vida. Que Deus te abençoe enormemente, minha amiga.

A todos os colegas do Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEOSERE) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) que me ajudaram direta ou indiretamente para finalização desta pesquisa. Cida, obrigado por tudo!

A todos do Mestrado Profissional em Gestão Ambiental (MPGA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) por me proporcionar o

desenvolvimento deste trabalho.

A todos que fazem a Agência Municipal de Meio Ambiente e Prefeitura da Vitória de Santo Antão, pelas experiências profissionais compartilhadas que impulsionaram e proporcionaram o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os meus amigos que me acompanharam, torceram verdadeiramente e oraram por mim. Amigos, agradeço por participarem de mais uma etapa de minha vida. Luan e Lucas, obrigado pelo subsídio nos trabalhos de campo! Deus os abençoe!

Ao nome que é sobre todo nome,

Que é digno de todo louvor,

Eu cantarei:

Quão grande és, meu Deus!”

(How Great is our God – Chris Tomlin)

RESUMO

Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas protegidas nos termos do Código Florestal cuja função ambiental é de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Mesmo sendo protegidas legalmente, é sabido que estas áreas têm sido ocupadas em todo país, principalmente nas manchas urbanas de municípios como resultado do processo de urbanização acelerado e desordenado. Deste processo decorrem diversos impactos ambientais que implicam em prejuízos diretos à saúde e vida humana. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi o de caracterizar as APP às margens do Rio Tapacurá, no centro urbano do município de Vitória de Santo Antão, Pernambuco, com vistas a levantar dados que subsidiem a tomada de decisão por parte do poder público local no que diz respeito à restrição de ocupações irregulares, aprimoramento de sistemas de saneamento e recuperação das áreas degradadas. Para isso, foram utilizados produtos do sensoriamento remoto e foi realizado um trabalho em campo, que possibilitou a atualização das informações para o trecho estudado. As informações foram inseridas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Mediante enquadramento legal de APP no Código Florestal, calculou-se, no trecho estudado, uma área total de 729.500 m², sendo 361.900 m² para a margem direita e 367.600 m² para a margem esquerda. A área total dos fragmentos de mata ciliar foi de 115.267,85 m² enquanto que a área antropicamente ocupada foi de 79.305,15 m². Os principais resultados foram pontos críticos de degradação nas APP do Rio Tapacurá, como a deposição de diversos resíduos sólidos nas margens, o despejo de efluentes domésticos no curso de água, o aterro das margens com resíduo de construção civil e o assoreamento da calha do rio. As técnicas utilizadas neste trabalho foram adequadas, permitindo alcançar o objetivo proposto. O SIG gerado neste trabalho será disponibilizado ao poder público local visando a gestão ambiental municipal pelos órgãos competentes.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; Área de Preservação Permanente; Mata Ciliar; Vitória de Santo Antão; Rio Tapacurá

ABSTRACT

Permanent Preservation Areas (PPA) are protected areas under Forest Code whose environmental role is to preserve the water resources, landscape, geological stability and biodiversity, facilitate gene flow of fauna and flora, soil protection and ensure well-being of human populations. Despite being legally protected, it is known that these areas have been occupied throughout the country, especially in urban spots of municipalities as a result of the accelerated and uncontrolled urbanization. This process causes various environmental impacts that involve direct damage to health and human life. In this context, the aim of this study was to characterize the PPA on the river Tapacurá in the urban center of the town of Vitória de Santo Antão, Pernambuco, in order to collect data that support decision making by the local public authorities with regard to the restriction of illegal occupation, improvement of sanitation systems and recovery of degraded areas. For this, were used remote sensing products and was carried out field work, which enabled the updating of information for the studied area. The information was entered into a Geographic Information System (GIS). By the Forest Code, the total calculated area, for the study area, was 729,500 m², of which 361,900 m² for PPA in the right bank and 367,600 m² for PPA in the left bank. The total area of riparian forest fragments was 115.267,85 m² while the anthropically occupied area was 79.305,15 m². The main results were critical points of degradation in PPA of the river Tapacurá as the deposition of various solid waste on the banks, dumping of domestic sewage in the watercourse, grounding of the banks with construction waste and siltation of the river channel. The techniques used in this work were appropriated and allowed achieve the objective. The GIS generated in this work will be available to local authorities for environmental management by the relevant bodies.

Keywords: Remote sensing; Permanent Preservation Area; Riparian Forest; Vitória de Santo Antão; Tapacurá River.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Espectro eletromagnético.....	24
Figura 2 – Interação REM (fonte: Sol) / Terra/ Satélite Passivo.....	24
Figura 3 – Curvas espectrais demonstrando os diferentes valores de reflectância ao longo do espectro para diferentes alvos na superfície terrestre.....	25
Figura 4 – Interação em um SIG: Dados - Tecnologia - Pessoas.....	32
Figura 5 – Exemplos da aplicação prática de um SIG em diversas áreas.....	33
Figura 6 – Estrutura interna de um SIG.....	34
Figura 7 – Comparação entre dois rios, um com mata ciliar e outro sem mata ciliar, evidenciando a importância desta vegetação.....	38
Figura 8 – Mapa de localização do município de Vitória de Santo Antão e da área de estudo.....	40
Figura 9 – Carta-Imagem do centro urbano de Vitória de Santo Antão cortado pelo Rio Tapacurá.....	42
Figura 10 – Bacia do rio Capibaribe.....	44
Figura 11 – Hidrografia do Município de Vitória de Santo Antão, com destaque para o rio Tapacurá.....	45
Figura 12 – Gráfico pluviométrico dos últimos 10 anos no município de Vitória de Santo Antão.....	47
Figura 13 – Gráfico termopluviométrico baseado em médias climatológicas históricas para o município.	47
Figura 14 – Fragmentos florestais remanescentes no município de Vitória de Santo Antão.....	49
Figura 15 – ArcToolbox do ArcMap, detalhe para a ferramenta de conversão.....	55
Figura 16 – Detalhe da tabela de atributos do shapefile da margem esquerda do rio Tapacurá, com inserção de faixas de APP escalonadas conforme Código Florestal.....	55
Figura 17 – Detalhe da ferramenta de cálculo geométrico, calculando a área do shapefile e retornando-a em metros quadrados.....	57
Figura 18 – Depósito de resíduos sólidos na margem esquerda do rio Tapacurá. Bairro da Mangueira. Ponto de Degradação 1 (PD 1).....	64
Figura 19 – Esgotamento sanitário disposto no rio Tapacurá. Bairro do Jardim Ipiranga (Localidade Mário Bezerra). Ponto de Degradação 2 (PD 2).....	65
Figura 20 – Ocupação irregular, acúmulo de resíduos sólidos, presença de animais e erosão da margem do rio. Bairro do Jardim Ipiranga (Localidade Mário Bezerra). Ponto de Degradação 3 (PD 3).....	65
Figura 21 – Ocupação irregular, lava-jato e oficina causando poluição do recurso hídrico. Bairro do Centro (centro comercial). Ponto de Degradação 4 (PD 4).	66
Figura 22 – Resíduos sólidos e esgotamento sanitário dispostos na margem do rio. Bairro do Centro (Rua Primitivo de Miranda). Ponto de Degradação 7 (PD 7).....	67
Figura 23 – Ocupação irregular e assoreamento evidente no leito do rio. Bairro de Nossa Senhora do Amparo. Ponto de Degradação 5 (PD 5).....	68
Figura 24 – Esgotamento sanitário e resíduos sólidos dispostos no rio Tapacurá. Bairro de Nossa Senhora do Amparo. Ponto de Degradação 6 (PD 6).....	68
Figura 25 – Depósito de resíduos sólidos diversos nas margens do rio Tapacurá. Bairro da Matriz. Ponto de Degradação 9 (PD 9).....	69
Figura 26 – Depósito de resíduos sólidos com destaque para os resíduos referentes a	

reparos de automóveis. Bairro da Matriz. Ponto de Degradação 11 (PD 11)...	69
Figura 27 – Resíduos sólidos acumulados e queimados em terreno às margens do rio. Bairro do Maranhão (localidade do Treze). Ponto de Degradação 8 (PD 8)....	70
Figura 28 – Resíduos de construção civil utilizados como aterro da margem do rio. Bairro do Maranhão. Ponto de Degradação 10 (PD10).....	71
Figura 29 – Ocupação irregular (casas e comércios), Resíduos diversos dispostos nas margens e no curso de água. Bairro do Cajá (Localidade Vila União). Ponto de Degradação 12 (PD 12).....	72
Figura 30 – Resíduos de construção civil e outros depositados na margem do rio Tapacurá. Bairro do Cajá (Localidade Vila União). Ponto de Degradação 13 (PD 13).....	72
Figura 31 – Disposição de ossadas de animais e outros resíduos dentro do rio e erosão da margem. Bairro do Cajá (Localidade Matadouro). Ponto de Degradação 15 (PD 15).....	73
Figura 32 – Grande acúmulo de resíduos sólidos registrado em APP, presença de animais soltos. Bairro de Conceição. Ponto de Degradação 14 (PD 14).....	74
Figura 33 – Contaminação de um córrego afluente na margem esquerda do rio Tapacurá. Bairro de Água Branca (Localidade Por trás do Galpão da Feira). Ponto de Degradação 16 (PD 16).....	74
Figura 34 – Despejo de esgotamento sanitário direto no rio. Bairro de Água Branca (Localidade Militina). Ponto de Degradação 17 (PD 17).....	75
Figura 35 – Ponto de Eutrofização em alagadiço. Bairro do Cajá.....	75
Figura 36 – Ponto de Degradação 1 (PD 1) no bairro da Mangueira e Pontos 2 e 3 (PD 2 e PD 3) no bairro do Jardim Ipiranga.....	81
Figura 37 – Ponto de Degradação 4 (PD 4) no bairro do Centro e Pontos 5 e 6 (PD 5 e PD6) no bairro de Nossa Senhora do Amparo.....	81
Figura 38 – Ponto de Degradação 7 (PD 7) no bairro do Centro, Pontos 8 e 10 (PD 8 e PD 10) no bairro do Maranhão e Ponto 9 (PD 9), no bairro da Matriz.....	82
Figura 39 – Ponto de Degradação 11 (PD 11) no bairro da Matriz.....	82
Figura 40 – Pontos de Degradação 12 e 13 (PD 12, PD 13) no bairro do Cajá e Ponto 14 (PD 14) no bairro de Conceição.....	83
Figura 41 – Ponto de Degradação 15 (PD 15) no bairro do Cajá e Pontos 16 e 17 (PD 16 e PD 17) no bairro de Águas Brancas.....	83
Figura 42 – Mapa de Pontos Críticos de Degradação na APP do Rio Tapacurá.....	85
Figura 43 – Mapa de uso e ocupação do solo na APP do rio Tapacurá, centro urbano de Vitória de Santo Antão.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos sensores remotos, baseado em Novo (1989) e Silva (2009).....	26
Tabela 2 – Larguras fixadas pelo Código Florestal para proteção de faixas marginais de cursos de água natural.....	36
Tabela 3 – Projeção da população do município de Vitória de Santo Antão.....	41
Tabela 4 – Número de domicílios e residentes para cada bairro do centro urbano que mantém contato direto com as margens do rio Tapacurá.....	43
Tabela 5 – Descrição das formações florestais encontradas no município de Vitória de Santo Antão.....	49
Tabela 6 – Resultados do cálculo de área e porcentagem equivalente na APP.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características dos sensores do Satélite Quickbird.....	29
Quadro 2 – Características dos sensores a bordo do satélite GeoEye.....	30
Quadro 3 – Características dos sensores da série de satélites LANDSAT.....	31
Quadro 4 – Espécies da flora encontradas na mata ciliar do município de Vitória de Santo Antão.....	62
Quadro 5 – Resultados descritivos do trabalho em campo sobre cada PD.....	84
Quadro 6 – Ações pontuais e projetos relacionados à proteção das margens do Rio Tapacurá na área de estudo.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMAVISA	Agência de Meio Ambiente de Vitória de Santo Antão
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Climas
APP	Áreas de Preservação Permanente
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONDEPE-FIDEM	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DTR	Departamento de Engenharia Agrícola
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
GRH	Grupo de Recursos Hídricos
GVAgro	Centro de Agronegócios da Fundação Getúlio Vargas
GEOSERE	Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPA	Instituto Agrônomo de Pernambuco
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NASA	National Aeronautics and Space Administration
REM	Radiação Eletromagnética
SEMAS	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SERTA	Serviço de Tecnologia Alternativa
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNE	Sociedade Nordestina de Ecologia
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
USGS	United States Geological Survey

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 JUSTIFICATIVA	18
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	22
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2. REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 SENSORIAMENTO REMOTO	23
2.1.1 APLICAÇÕES DO SENSORIAMENTO REMOTO	26
2.1.2 SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA	28
2.1.2.1 QUICKBIRD	28
2.1.2.2 GEOEYE	29
2.1.2.3 LANDSAT	30
2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	32
2.3 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	35
2.3.1 MATAS CILIARES: IMPORTÂNCIA E PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO	36
3. MATERIAIS E MÉTODOS	39
3.1 MATERIAIS	39
3.1.1 ÁREA DE ESTUDO	39
3.1.1.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	39
3.1.1.2 ASPECTOS POPULACIONAIS.....	39
3.1.1.3 GEOLOGIA, RELEVO E SOLOS.....	43
3.1.1.4 HIDROGRAFIA.....	44
3.1.1.5 CLIMA	46
3.1.1.6 BIOMA.....	48
3.1.1.7 ASPECTOS LEGAIS MUNICIPAIS	50
3.1.2 EQUIPAMENTOS E SOFTWARES.....	51
3.1.3 MATERIAIS DE SENSORIAMENTO REMOTO	51

3.2 MÉTODOS	52
3.2.1 FLUXO DE TRABALHO	52
3.2.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	53
3.2.3 LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS	53
3.2.4 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	54
3.2.4.1 VETORIZAÇÃO	54
3.2.4.2 APLICAÇÃO DE BUFFER	54
3.2.4.3 JUNÇÃO DE POLÍGONOS	56
3.2.4.4 CÁLCULO DE ÁREAS	56
3.2.5 DIAGNÓSTICO ATUALIZADO DAS APP DO RIO	57
3.2.5.1 TRABALHO DE CAMPO	57
3.2.6 ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	58
3.2.6.1 ELABORAÇÃO DE MAPAS	58
3.2.6.2 GEORREFERENCIAMENTO DE IMAGENS	59
3.2.6.3 INSERÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS DE DEGRADAÇÃO	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	60
4.2 DIAGNÓSTICO ATUALIZADO	61
4.2.1 MATA CILIAR	61
4.2.2 OCUPAÇÃO ANTRÓPICA IRREGULAR EM APP	63
4.2.3 PONTOS CRÍTICOS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	80
4.3 PROPOSIÇÕES PRELIMINARES DE RECUPERAÇÃO	86
4.4 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	90
5. CONCLUSÕES	92
6. RECOMENDAÇÕES	94
REFERÊNCIAS	96
APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE CAMPO UTILIZADO NA PESQUISA	102

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

O processo histórico de formação do país esteve marcado por relações conflituosas entre o homem e a natureza. No intuito de suprir as “necessidades” do mundo contemporâneo, sob a égide do sistema econômico capitalista, o homem explorou abusivamente os recursos naturais, gerando impactos socioambientais diversos, muitos dos quais implicaram em danos irreversíveis não só à natureza, mas também à qualidade de vida da população.

Em se tratando da região em estudo, não foi diferente. O município de Vitória de Santo Antão está situado na Mata Pernambucana. Para Machado e Silva-Júnior (2009), os problemas socioambientais desta região “tem origem no seu processo de formação e são frutos de um modelo socioeconômico arcaico, mas vigente até os dias atuais”. Estes mesmos autores destacam que o processo de degradação do meio natural original, caracterizou-se pelo uso intensivo de agrotóxico, queimadas, poluição nos cursos dos rios e no ar e destruição da Mata Atlântica.

O incentivo ao plantio latifundiário da cana-de-açúcar na região intensificou o uso de produtos químicos, estimulou a fragmentação das florestas e impulsionou a ocupação das margens de rios e a destruição de suas matas, o que ocasionou problemas ambientais diversos, tais como o assoreamento dos rios e as conseqüentes enchentes e inundações em épocas de chuvas. O município em destaque já enfrentou quatro grandes inundações (1975, 2005, 2010 e 2011) que causaram prejuízos tanto na zona rural quanto na zona urbana.

O principal curso de água que abastece o município é o mesmo responsável por abastecer a maior barragem da Região Metropolitana do Recife, gerando mais de 25% da água ali consumida: o Rio Tapacurá (BRAGA, 2001). As faixas marginais deste e de outros cursos de água, destacam-se como Áreas de Preservação Permanente (APP), respaldadas legalmente pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/12), dada a sua importância na preservação dos recursos hídricos, da paisagem, do solo e da biodiversidade e na garantia do bem-estar e saúde da população.

Teoricamente, nas APP às margens dos rios deveria existir uma faixa de vegetação preservada e ecologicamente estável, com vistas à contenção de enxurradas, redução do assoreamento da calha do rio, fornecimento de matéria orgânica para as cadeias alimentares, infiltração do escoamento superficial, etc. No entanto, o processo de urbanização desordenado e sem planejamento em todo o país, fez com que as faixas de vegetação original, ou matas

ciliares, fossem desmatadas e as APP ocupadas deliberadamente por moradias, comércios e serviços e até pequenas indústrias.

As matas ciliares desempenham papel de grande importância ecológica. Além das funções acima descritas, é sabido que elas atuam como filtro na absorção do excesso de nutrientes e na retenção de sedimentos e agrotóxicos, além de favorecer o aumento da capacidade de vazão durante a seca, criar microhábitats dentro dos cursos d'água e proteger espécies da flora e fauna (USP, 2006).

Em acréscimo a isto, Macedo (1993) discorre que uma vez preservadas ou recuperadas, ao longo dos cursos de água, estas matas desempenhariam também um papel de corredores ecológicos, interligando a grande maioria dos fragmentos florestais ainda existentes, facilitando o trânsito de animais e sementes e favorecendo o crescimento das populações, as trocas gênicas e conseqüentemente a perpetuação dessas espécies. Apesar de sua evidente importância na estabilidade ecossistêmica local, sabe-se que as práticas de ocupação das faixas marginais, degradação das matas ciliares e estreitamento gradual do leito do rio são recorrentes.

No município em estudo, as propriedades rurais têm no cultivo de hortaliças sua principal fonte de renda, somada aos incentivos dos programas sociais do Governo Federal. Este cultivo é frequentemente realizado em áreas próximas a cursos de água (geralmente o rio Tapacurá e seus afluentes), requerendo, por vezes, a remoção total ou parcial de áreas ciliares e ambientes nativos adjacentes às margens de lagos, lagoas e nascentes.

Já no centro urbano, estas áreas, que deveriam estar em plena preservação no intuito de suavizar os impactos antrópicos diretos sobre o corpo hídrico, são indiscriminadamente ocupadas por moradias, precárias ou não, pocilgas, estábulos e depósitos de resíduos sólidos, o que gera poluição e contaminação direta e, então, comprometimento dos ecossistemas locais aquáticos e terrestres.

Na tentativa de transformar esta realidade, algumas ações já foram desenvolvidas no município. Em 2001, o professor Dr. Ricardo Braga da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), através, realizou um diagnóstico da sub-bacia do Tapacurá e publicou um Plano de Ação para a gestão ambiental da bacia como um todo. Em 2006, um estudo pontual da então Escola Agrotécnica Federal, através de oficinas, palestras, exposições e reflorestamento pontual buscou sensibilizar a população de dois bairros na zona urbana sobre a estreita relação da comunidade com o rio e da importância de sua preservação.

Entre 2006 e 2009, baseado no Plano de Ação publicado em 2001, foi desenvolvido pela Sociedade Nordestina de Ecologia (SNE) em parceria com o Serviço de Tecnologia

Alternativa (SERTA) e Grupo de Recursos Hídricos (GRH) da UFPE o projeto “Reflorestágua: Reflorestando e Protegendo as águas do Tapacurá”. Este projeto, financiado pela Petrobrás, realizou as etapas de educação ambiental e mobilização social, reflorestamento participativo de matas ciliares na zona rural, monitoramento de água participativo e estímulo à participação social nas políticas públicas.

Em 2012, um grande projeto, fruto de uma cooperação entre o campus local do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) e a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), foi aprovado. Este objetivou a recuperação de matas ciliares e ambientes associados em 25 comunidades rurais, engenhos e assentamentos do município. Por fim, em 2013, Moura et. al. (2013) fizeram um trabalho de educação ambiental em outro bairro na zona urbana, na qual executaram a prática simbólica de reflorestamento de mata ciliar.

O desenvolvimento destes trabalhos revela a falta de parceria e investimento público local nas questões ambientais, de modo que esta lacuna foi preenchida por projetos de pesquisa e extensão de Instituições de ensino ou Organizações não governamentais, financiadas ou não por órgãos de fomento.

No entanto, com a constituição da Agência de Meio Ambiente local (AMAVISIA) em 2012, a postura quanto a estas questões tem sido mudada aos poucos no município. Partindo do entendimento de que compete ao poder público local compatibilizar a razão entre homem e o meio ambiente, ou seja, efetivar a gestão ambiental descentralizada preconizada na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), a Agência local vem realizando o licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras, projetos de educação ambiental, ações de mobilização ambiental e fiscalização ambiental.

A ideia de realizar esta pesquisa surgiu da necessidade de um diagnóstico atualizado das APP às margens do rio Tapacurá exclusivamente do núcleo urbano do município, que referencie e estimule a tomada de decisão por parte do Poder Público local.

O rio Tapacurá, margeia 10 bairros na zona urbana, sendo cinco pela margem direita (Jardim Ipiranga, Nossa Senhora do Amparo, Maranhão, Redenção e Conceição) e cinco pela margem esquerda (Mangueira, Centro, Matriz, Cajá e Água Branca). Para Ceconi (2010), o meio urbano especificamente, causa degradação de ordem e importância maior e mais intensa, se comparado com o meio rural, tendo em vista seus impactos mais acentuados sobre os recursos naturais. Para a mesma autora, em se tratando de urbanização em áreas que margeiam cursos de água, estes impactos têm proporções ainda maiores.

A partir do conhecimento do estado das matas ciliares, os órgãos responsáveis pela

preservação ambiental podem tomar providências para a recuperação não só das matas ciliares, mas também dos ambientes relacionados a elas, visando à conservação da fauna e flora locais, a proteção dos recursos hídricos, o controle da erosão e assoreamento, melhoria do microclima na área e no seu entorno e aproveitamento do potencial paisagístico para a criação de áreas de lazer e proteção ambiental.

Além disso, ao servir de base para projetos de recuperação de áreas ciliares, este trabalho também subsidia dados para tratar outros problemas recorrentes do município em estudo, como as enchentes sazonais, o mau gerenciamento de resíduos sólidos, o controle de problemas de ordem sanitária, o monitoramento da qualidade de água, a manutenção da fauna associada aos ecossistemas e o desenvolvimento de programas de educação ambiental consistentes.

No primeiro semestre do corrente ano, foram retomadas no município as discussões sobre o projeto “Janelas para o Rio”, uma ação estratégica da Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) financiada pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), que busca a revitalização da bacia hidrográfica do rio Capibaribe, na qual se insere a sub-bacia do rio Tapacurá. Esta ação havia sido elencada no eixo socioambiental do Plano Hidroambiental da Bacia do Capibaribe, em 2010, e busca recuperar áreas, inclusive urbanas, através da recomposição da vegetação com espécies nativas, da contenção de encostas e controle da erosão, proteção das margens dos corpos de água e criação de unidades de conservação. Os municípios de Vitória de Santo Antão e Taquaritinga do Norte já contam com áreas incluídas neste projeto.

Sendo assim, o presente trabalho contribuirá ainda de forma significativa quando da execução de tal projeto, pois mapeia e diagnostica previamente a área, o que fornece contribuições tanto para as etapas de elaboração de projeto arquitetônico e paisagístico, quanto na fase de construção de um parque ou unidade de conservação municipal, previstos no edital do FEHIDRO.

O uso do Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas para caracterização das áreas de preservação adjacentes ao rio servirá como instrumento para mudanças socioambientais na área em estudo, bem como servirá de base para sanar problemas ambientais de interesse da sociedade local, corroborando com a descrição da linha de pesquisa escolhida para o mestrado (Tecnologias e Inovações ambientais).

Sob a evidente importância das Áreas de Preservação Permanente e matas ciliares marginais aos cursos de água, sob o indiscutível impacto gerado a estas áreas com desmatamento e ocupação irregular e ilegal, sob a falta de investimento da gestão local em

solucionar os problemas socioambientais decorrentes deste impacto e sob a iminência da implantação de um projeto estadual de requalificação do centro urbano, justifica-se este trabalho de pesquisa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar as Áreas de Preservação Permanente (APP) às margens do rio Tapacurá, no núcleo urbano do município de Vitória de Santo Antão – PE, utilizando sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG).

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir do objetivo geral deste estudo, evidenciam-se os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Delimitar as Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo do rio mediante seu enquadramento legal pelo Código Florestal.
- ✓ Elaborar diagnóstico atualizado da ocupação das APP na zona urbana do município.
- ✓ Propor ações de recuperação para as áreas degradadas identificadas durante a pesquisa.
- ✓ Elaborar Sistema de Informações Geográficas (SIG) que subsidie as ações de tomada de decisão por parte dos órgãos competentes no município de Vitoria de Santo Antão.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SENSORIAMENTO REMOTO

Uma das definições mais citadas para sensoriamento remoto é a descrita por Lillesand e Kiefer (1987) como sendo "a ciência e arte de receber informações sobre um objeto, uma área ou fenômeno pela análise dos dados obtidos de uma maneira tal que não haja contato direto com este objeto, esta área ou este fenômeno".

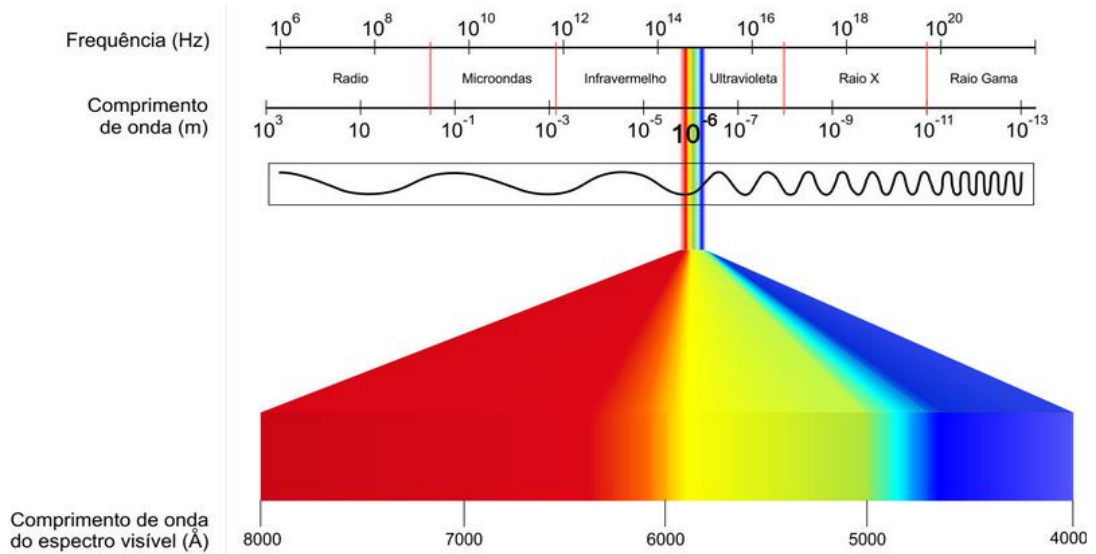
Em outras palavras, o sensoriamento remoto compreende a obtenção de dados sobre determinada área ou objeto através de um sensor (de onde vem a palavra "sensoriamento") e este se encontra numa posição remota, não fazendo contato com esta área ou objeto (de onde vem a palavra "remoto"). Compreende ainda, a transformação dos dados obtidos em produtos passíveis de serem interpretados e sua análise posterior.

Estes dados ou informações são obtidos mediante o meio denominado energia ou radiação eletromagnética (REM), cuja fonte principal é a luz do sol. A energia eletromagnética se propaga na forma de ondas eletromagnéticas através do espaço e estas representam perturbações periódicas de campos elétricos e magnéticos originados por uma fonte energética, com frequência e comprimento de onda específico. A luz visível ou luz branca é um conjunto de ondas, com diferentes frequências e comprimentos, que nosso cérebro traduz como cores. Deste modo, cada cor identificada corresponde a uma determinada onda eletromagnética, com frequência e comprimento característico (SILVA, 2009).

O conjunto de todas as ondas eletromagnéticas compõe o Espectro Eletromagnético, no qual as ondas estão ordenadas segundo sua frequência e catalogadas em grupos ou regiões com características semelhantes (MENESES; ALMEIDA, 2012), como mostra a Figura 1.

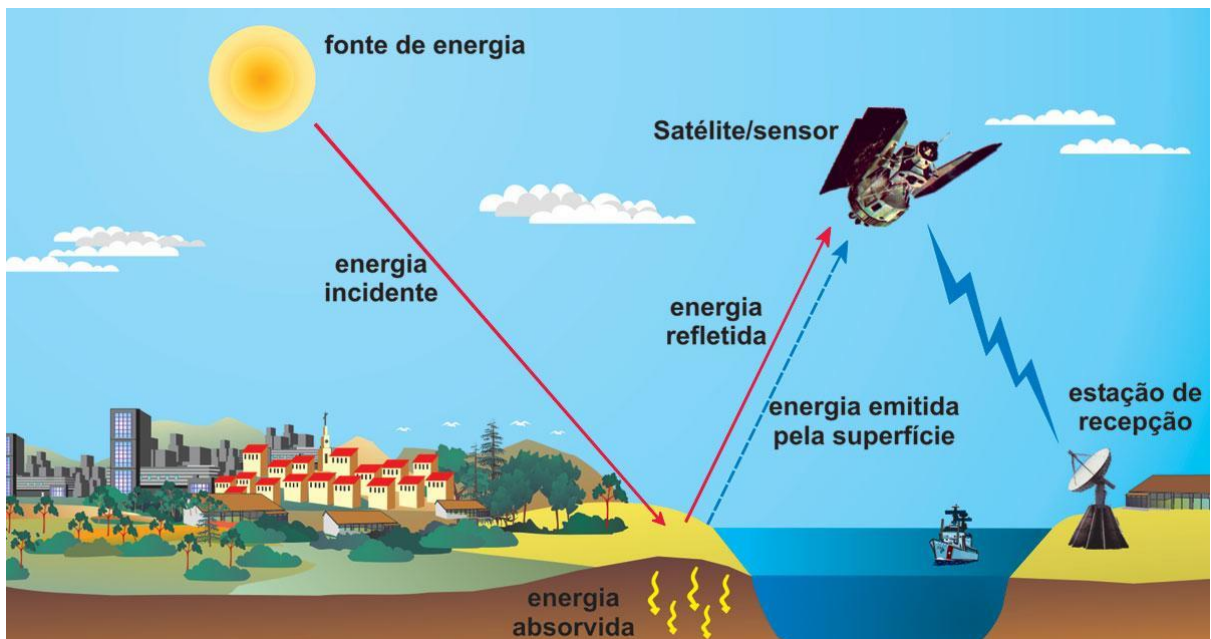
Ao interagir com a superfície terrestre, a REM pode sofrer absorção, reflexão e transmissão, dependendo das propriedades desta superfície e do intervalo espectral considerado. Os comprimentos de onda nos quais a radiação é refletida e transmitida são utilizados na identificação dos alvos no sensoriamento remoto, pois os sistemas de aquisição de dados, ou "sensores" são dispositivos capazes de detectar a REM em determinadas faixas do espectro eletromagnético proveniente de um objeto, transformá-las em um sinal elétrico e registrá-las, de tal forma que este possa ser armazenado ou transmitido em tempo real para estações de recepção, onde posteriormente são convertidos em informações que descrevem as feições dos objetos que compõem a superfície terrestre (Figura 2).

Figura1 – Espectro eletromagnético.



Fonte: Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF-UFRGS), 2015.

Figura 2 – Interação REM (fonte: Sol) / Terra/ Satélite Passivo.

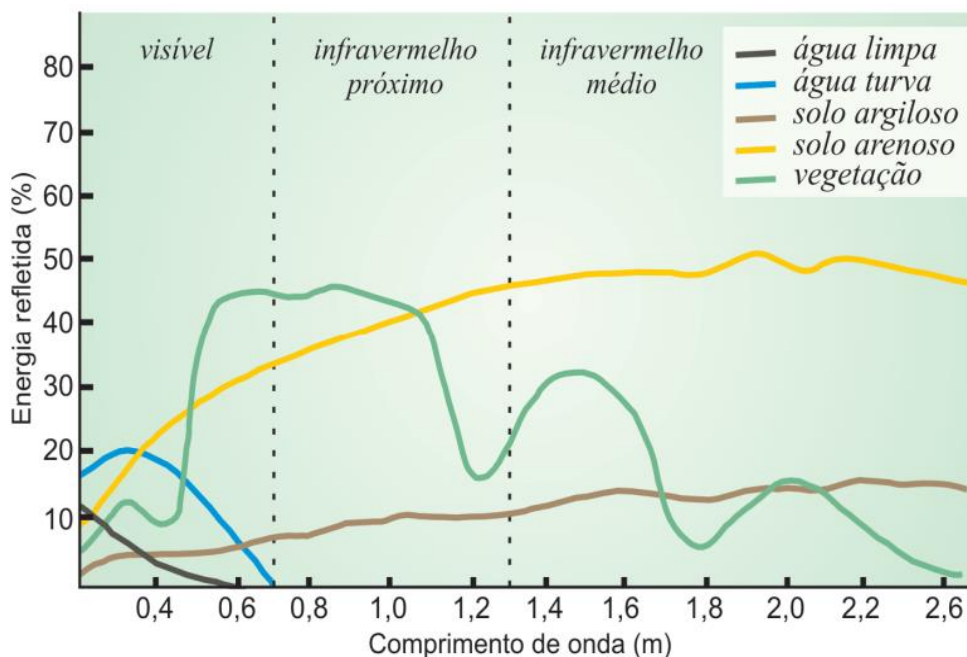


Fonte: Florenzano, 2007.

Neste contexto, se define o conceito de assinatura espectral dos alvos, como sendo o conjunto dos valores sucessivos da reflectância do objeto ao longo do espectro eletromagnético, ou seja, as feições deste, sendo que a forma, a intensidade e a localização de cada banda de absorção é que caracterizam o objeto (STEFFEN; MORAES, 1993).

Tal conceito é demonstrado na Figura 3, onde se observa que diferentes alvos têm curvas espectrais completamente diferentes, o que os caracteriza e singulariza.

Figura 3 – Curvas espectrais demonstrando os diferentes valores de reflectância ao longo do espectro para diferentes alvos na superfície terrestre.



Fonte: Florenzano, 2007.

A qualidade dos sensores geralmente é especificada pela sua capacidade de obter medidas detalhadas da REM. As características dos sensores estão relacionadas com a resolução espacial (determina o tamanho do menor objeto que pode ser identificado em uma imagem), espectral (relacionada ao número de bandas que o sensor possui, à largura em comprimento de onda das bandas e às posições que as bandas estão situadas no espectro eletromagnético) e radiométrica (compreende a medida pelos detectores da intensidade de radiação da área de cada pixel unitário). A resolução temporal (refere-se à frequência que o sensor revisita uma área e obtém imagens periódicas ao longo de sua vida útil) também caracteriza os sensores (MOREIRA, 2001; SILVA, 2009; MENESES; ALMEIDA, 2012).

Além disso, estes mesmos sensores estão classificados em orbitais e suborbitais, imageadores e não imageadores, passivos e ativos (NOVO, 1989; SILVA, 2009), cujas definições estão especificadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos sensores remotos, baseado em Novo (1989) e Silva (2009).

<i>Classificação do Sensor</i>	<i>Definição</i>
Orbital	Aquisição de dados é feita com os sensores acima da atmosfera terrestre
Suborbital	Aquisição de dados é feita com os sensores dentro da atmosfera terrestre
Imageadores	Fornecem como produto uma imagem da área/objeto/fenômeno observados
Não-imageadores (radiômetros)	Apresentam como produto final resultados em forma de dígitos ou gráficos
Passivos	Não emitem a energia, ou seja, o sensor capta a energia originada de uma fonte externa ao sistema sensor, geralmente a energia do sol
Ativos	Tem a capacidade de emitir a energia que irá interagir com os objetos

Fonte: Elaborada pelo autor, 2015.

Vale a ressalva de que os satélites orbitais são subclassificados ainda em geoestacionários e de órbita baixa. Os primeiros estão posicionados a 36.000 km de altitude, o que lhes fornece um grande campo de visada e uma visão sinóptica completa. O nome geoestacionário descreve a sua órbita, que acompanha o movimento de rotação da Terra, fazendo com que o mesmo, em relação à Terra, esteja imóvel (EPIPHANIO, 2002).

Já os de órbita baixa estão entre 700 e 1.000 km de altitude aproximadamente e o seu menor campo de visada (em relação aos geoestacionários) é compensado pela trajetória circular, quase polar e heliossíncrona, ou seja, sincronizada com o sol. Estas características permitem a obtenção de dados com maiores resoluções tanto espacial quanto temporal, essenciais ao diagnóstico e monitoramento ambiental (EPIPHANIO, 2002).

As imagens de satélite são um dos principais produtos do sensoriamento remoto e resultam do registro de diferenças espectrais nas formas de variações tonais, de cores ou densidade que representam os alvos e assim constituem ferramentas importantes no planejamento ambiental e gestão ambiental de áreas (VALÉRIO FILHO; PINTO, 1996).

Dada as suas diversas características e possibilidades, pode-se assinalar que o uso de satélites permite caracterizar com mais eficiência, rapidez e economia as transformações no meio ambiente, tanto de origem natural quanto antrópicas.

2.1.1 APLICAÇÕES DO SENSORIAMENTO REMOTO

Os produtos do sensoriamento remoto são utilizados em diversas áreas do conhecimento, com aplicações em pesquisas na área de saúde, educação, turismo, segurança e

infraestrutura, mas é no viés ambiental que ele se torna essencial. Segundo Saito (2009), os dados de sensoriamento remoto podem dar auxílio no monitoramento e na representação de alvos na superfície terrestre, sendo assim, uma ferramenta de grande importância na análise ambiental.

Em alguns casos, esta tecnologia permite a realização de levantamentos a custos relativamente baixos, minimizando a quantidade de trabalho de campo e fornecendo dados com maior rapidez, além de oportunizar estudos sobre processos resultantes da intervenção humana ou da natureza, em longo prazo (SILVA, 2009).

Ao retratarem parte, ou uma face da superfície terrestre, os dados de sensoriamento remoto, especialmente as imagens de satélite, permitem fazer a ligação entre o local e o global. A análise de um espaço local constitui referência para a compreensão de outros espaços, pois no local está aglutinado o regional, o continental, o global e vice-versa. Este fato possibilita estudos integrados, envolvendo vários campos do conhecimento (FLORENZANO, 2005).

A tecnologia é utilizada ainda no mapeamento de fragmentos florestais possibilitando a elaboração de planos de conservação, como a implantação de corredores ecológicos, que são essenciais no controle de fluxos biológicos na paisagem reduzindo os riscos de extinção local e favorecendo recolonizações (METZGER, 2003).

O monitoramento da cobertura vegetal em diferentes escalas e para diferentes ambientes, também é outra aplicação do sensoriamento remoto, já que o comportamento espectral da vegetação apresenta alta absorção da REM na região do espectro visível, capturada pela clorofila para a realização da fotossíntese (SILVA, 2009).

As imagens de satélite, em específico, são especialmente importantes na elaboração de projetos de recuperação de áreas, onde se faz necessário mapear e conhecer a região em seu contexto completo, possibilitando a identificação de Áreas de Proteção Permanente (APP) preservadas, ocupações irregulares, pontos críticos de impactos ambientais e áreas prioritárias de intervenção.

Em seu artigo, Sausen (2010) resume que após o advento do sensoriamento remoto, os estudos ambientais deram um salto enorme em termos de qualidade, agilidade e número de informações, pois através de seu uso é possível:

“atualizar a cartografia existente; desenvolver mapas e obter informações sobre áreas minerais, bacias de drenagem, agricultura, florestas; melhorar e fazer previsões com relação ao planejamento urbano e regional; monitorar desastres ambientais tais como enchentes, poluição de rios e reservatórios, erosão, deslizamentos de terras, secas; monitorar desmatamentos; realizar estudos sobre correntes oceânicas e

movimentação de cardumes, aumentando assim a produtividade na pesca; fazer estimativa da taxa de desflorestamento da Amazônia Legal; criar suporte de planos diretores municipais; realizar estudos de Impactos Ambientais (EIA) e Relatórios de Impacto sobre Meio Ambiente (RIMA); fazer um levantamento de áreas favoráveis para exploração de mananciais hídricos subterrâneos; realizar monitoramento de mananciais e corpos hídricos superficiais; realizar levantamento Integrado de diretriz para rodovias e linhas de fibra ótica; realizar monitoramento de lançamento e de dispersão de efluentes em domínios costeiros ou em barragens; fazer estimativa de área plantada em propriedades rurais para fins de fiscalização do crédito agrícola; identificar áreas de preservação permanente e avaliação do uso do solo; implantar polos turísticos ou industriais; e avaliar o impacto de instalação de rodovias, ferrovias ou de reservatórios.” (SAUSEN, 2010, p.2)

A observação a partir do espaço é ainda mais importante para países de dimensões continentais, como o Brasil. Imagens de satélites são fundamentais para coletar, de forma rotineira e consistente, informações sobre a superfície da Terra como as necessárias para avaliar mudanças globais, as florestas, a evolução do agronegócio, estudos urbanos e costeiros. Satélites também são importantes para obter informação de forma rápida sobre eventos cuja localização e ocorrência é de difícil previsão ou acesso, como desastres naturais (enchentes, por exemplo), ou produzidos pelo homem (queimadas, poluição causada por derramamento de óleo no mar) (INPE, 2013).

2.1.2 SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

2.1.2.1 QUICKBIRD

A série de satélites comerciais Quickbird é controlada pela Empresa norte-americana DigitalGlobe. Apesar do primeiro satélite da série não ter obtido sucesso, quando lançado em 2000, o segundo, lançado um ano mais tarde, opera ativamente e oferece imagens comerciais de alta resolução espacial. O sistema opera em órbita heliosíncrona a aproximadamente 450 km de altitude (EMBRAPA, 2013; DIGITALGLOBE, 2014).

O período de revisita deste satélite é de apenas 3,5 dias e possui alta resolução espacial, possibilitando aplicações na área de mapeamentos urbanos e rurais que necessitam de alta precisão dos dados (cadastró, redes, planejamento, telecomunicações, saneamento, transportes), além de aplicações voltadas à área ambiental, dinâmica de uso e cobertura das terras, agricultura e recursos florestais (EMBRAPA, 2013; DIGITALGLOBE, 2014).

O sistema atual é provido de dois instrumentos sensores, o multispectral (MS) com resolução espacial de 2,4 metros e o pancromático (PAN) com resolução espacial de 61 centímetros. Este satélite é capaz de realizar visadas no ângulo de imageamento, o que

permite agilidade na obtenção de imagens de determinado local (EMBRAPA, 2013; DIGITALGLOBE, 2014).

O Quadro 1 mostra um detalhamento sobre seus instrumentos sensores, no que diz respeito à suas resoluções.

Quadro 1 – Características dos sensores do Satélite Quickbird.

Características	Sensor Pancromático (PAN)		Sensor Multiespectral (MS)	
Resolução Espectral (nm)	Pancromática	445-900	Azul	450-520
			Verde	520-600
			Vermelho	630-690
			Infravermelho próximo	760-900
Resolução Espacial	61 a 72 cm		2,4 a 2,8 m	
Resolução Temporal	De 1 a 3,5 dias dependendo da latitude			
Resolução Radiométrica	11 bits			
Área Imageada	16,5 x 16,5 km			

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2013.

2.1.2.2 GEOEYE

A missão GeoEye opera atualmente com um único satélite de órbita heliossíncrona a 681 km de altitude. O satélite leva a bordo dois instrumentos sensores, sendo um multiespectral de resolução espacial de 1,6 metros e um pancromático, com 41 centímetros de resolução espacial. Com um período de revisita de no máximo 3 dias, este satélite é capaz de adquirir imagens de alta resolução de extensas áreas no globo (EMBRAPA, 2013; GEOEYE, 2014).

Desde que foi lançado, o satélite GeoEye contribui para disseminar o uso de imagens de satélite em aplicações diversas, tanto no mercado quanto na pesquisa científica. Dentre as principais aplicações destacam-se os mapeamentos urbanos e rurais de alta precisão, diagnóstico e monitoramento do uso e cobertura das terras em áreas urbanas, estudos de áreas verdes urbanas, agricultura de precisão, cadastros rurais e laudos periciais em questões ambientais. Além disso, este sistema é um dos responsáveis por aproximar o cidadão comum do uso das tecnologias geoespaciais, pois provê importantes sistemas disponíveis na web (EMBRAPA, 2013; GEOEYE, 2014).

Desde a fusão da GeoEye com a Digital Globe, em fevereiro de 2013, é esperado o lançamento do satélite GeoEye 2, com a mais alta resolução espacial de qualquer sistema de imagem comercial, chegando a uma resolução pancromática de 30 cm e resolução multiespectral de 1,20 metros. Em julho de 2014, a DigitalGlobe anunciou que o satélite será

lançado em 2016 e será renomeado para WorldView 4 (GEOEYE, 2014).

O Quadro 2 mostra um detalhamento dos instrumentos sensores do satélite GeoEye em operação, no que diz respeito à suas resoluções.

Quadro 2 – Características dos sensores a bordo do satélite GeoEye.

Características	Sensor Pancromático (PAN)		Sensor Multiespectral (MS)	
	Resolução Espectral (nm)	Pancromática	450-800	Azul
Verde				510-580
Vermelho				655-690
Infravermelho próximo				780-920
Resolução Espacial	41 cm		1,65 m	
Resolução Temporal	3 dias (no máximo)			
Resolução Radiométrica	11 bits			
Área Imageada	15,2 km			

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2013.

2.1.2.3 LANDSAT

A série LANDSAT teve início na década de 60, através de um projeto da Agência Espacial Americana para observação dos recursos naturais terrestres. A missão, então denominada Earth Resources Technology Satellite (ERTS) passou a se chamar LANDSAT na década seguinte. Controlado pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) e pela United States Geological Survey (USGS), o projeto envolveu o lançamento de oito satélites ao todo (EMBRAPA, 2013; INPE, 2014).

A partir dos três últimos satélites operacionais da série, foi possível gerar os dados mais recentes sobre a ocupação de diferentes regiões da terra.

O satélite LANDSAT 5 foi lançado em 1984 e operou com os instrumentos MSS (Multiespectral Scanner System) e TM (Thematic Mapper). O primeiro sensor deixou de mandar informações em 1995, no entanto o sensor TM continuou ativo até 2011, dando suporte às diversas temáticas, especialmente relacionadas aos recursos naturais (EMBRAPA, 2013; INPE, 2014).

O LANDSAT 6 não atingiu a órbita, devido a problemas no seu lançamento, sendo projetado o LANDSAT 7. Este foi lançado em 1999, operou com o instrumento ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus), caracterizado por 8 faixas espectrais, sendo uma pancromática com resolução espacial de 15 metros, outra no infravermelho termal com resolução espacial de 60 metros e as demais com resolução espacial de 30 metros (EMBRAPA, 2013; INPE, 2014).

Em 2013, o LANDSAT 7 encerrou suas atividades, sendo substituído pelo LDST (LANDSAT Data Continuity Mission) ou LANDSAT 8, de quem se recebe as imagens mais atualizadas da superfície da terra atualmente. Este satélite opera com dois sensores: O OLI (Operational Land Imager), que trabalha na faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, além de uma banda pancromática; e o TIRS (Thermal Infrared Sensor) com bandas espectrais na faixa do infravermelho termal. Ambos sensores darão continuidade aos produtos gerados a partir das plataformas anteriores, além de possibilitar agora estudos de áreas costeiras e detecção de nuvens do tipo cirrus (EMBRAPA, 2013; INPE, 2014).

O Quadro 3 mostra um detalhamento dos instrumentos sensores citados acima, no que diz respeito à suas resoluções.

Quadro 3 – Características dos sensores da série de satélites LANDSAT.

Características	MSS	TM	ETM +	OLI	TIRS	
Resolução Espectral (µm)	Costal	-	-	-	0,433-0,453	-
	Azul	-	0,45-0,52	0,45-0,515	0,45-0,515	-
	Verde	0,5-0,6	0,52-0,6	0,525-0,605	0,525-0,6	-
	Vermelho	0,6-0,7	0,63-0,69	0,63-0,69	0,63-0,68	-
	Infravermelho próximo (IP)	0,7-1,1	0,76-0,9	0,76-0,9	0,845-0,885	-
	Infravermelho médio (IM)	-	1,55-1,75 2,08-2,35	1,55-1,75 2,09-2,35	1,56-1,66 2,1 -2,3	-
	Infravermelho Termal (IT)	10,41-12,6	10,4-12,5	10,4-12,5	-	10,3-11,3 11,5-12,5
	Pancromático (P)	-	-	0,52-0,9	0,5-0,68	-
	Cirrus	-	-	-	1,36-1,39	-
Resolução Espacial (m)	57 x 79	120 no IT 30 nos demais	60 no IT 15 no P 30 nos demais	15 no P 30 nos demais	100	
Resolução Temporal	16 dias	16 dias	16 dias	16 dias	16 dias	
Área Imageada	185 km	185 km	183 km	185 km	185 km	
Resolução Radiométrica	8 bits	8 bits	8 bits	12 bits	12 bits	

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2013.

A continuação da série LANDSAT é especialmente importante para a utilização e aperfeiçoamento dos algoritmos desenvolvidos ao longo dos últimos 30 anos de pesquisas na área de sensoriamento remoto.

Estes satélites são amplamente utilizados em mapeamentos temáticos diversos na área de recursos naturais, agricultura, silvicultura, pedologia, queimadas, proteção e conservação da natureza, monitoramento ambiental, poluição, na hidrologia, mapeamentos de áreas alagadas, eutrofização, na prospecção geológica, atualização de mapas e cartas, classificação

de tipos de rochas, recursos minerais, mapas geomorfológicos, na construção de mapas de uso e cobertura das terras, atualização de mapas e dados cartográficos, mapas de aptidão agrícola das terras, identificação de áreas irrigadas, mudanças climáticas e também no planejamento urbano e regional, infraestrutura, indicadores sociais e índices de vegetação (INPE, 2013).

Os satélites referenciados acima têm contribuído consideravelmente para o desenvolvimento de pesquisas e projetos em diversas regiões do planeta. A base de dados gerados por eles e administrados por grandes empresas de geoinformação e Institutos de Pesquisas Espaciais brasileiros e estrangeiros possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa.

2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

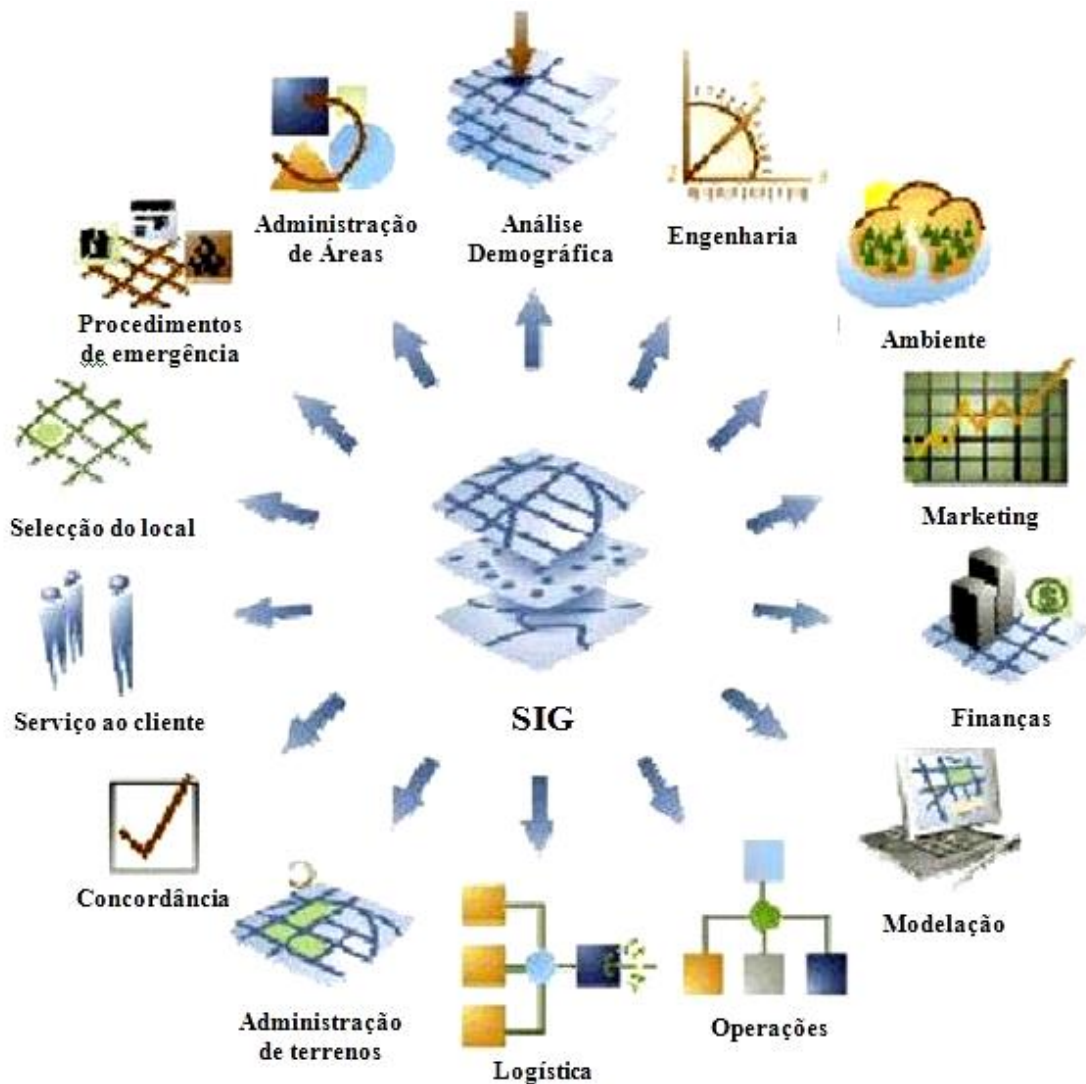
Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode ser considerado um tipo de Sistema de Informação que “envolve de forma sistêmica e interativa Banco de Dados, Tecnologia e Pessoal, sendo capaz de realizar análises espaciais, armazenar, manipular, visualizar e operar dados georreferenciados para a obtenção de novas informações” (DANTAS et al., 1996 apud MENESES, 2003). A Figura 4 mostra a interação que ocorre entre os dados, o aparato tecnológico e o recurso humano em um SIG.

Figura 4 – Interação em um SIG: Dados - Tecnologia - Pessoas.



Lisboa-Filho e Iochpe (1999) discorrem que o SIG constitui um sistema de hardware, software e procedimentos projetados para suportar captura, gerenciamento, manipulação, análise, modelagem e consulta de dados referenciados espacialmente. Desta forma, constitui um poderoso instrumento para solução de problemas de planejamento e gerenciamento diversos, sendo aplicado nas mais variadas áreas de conhecimento, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Exemplos da aplicação prática de um SIG em diversas áreas.



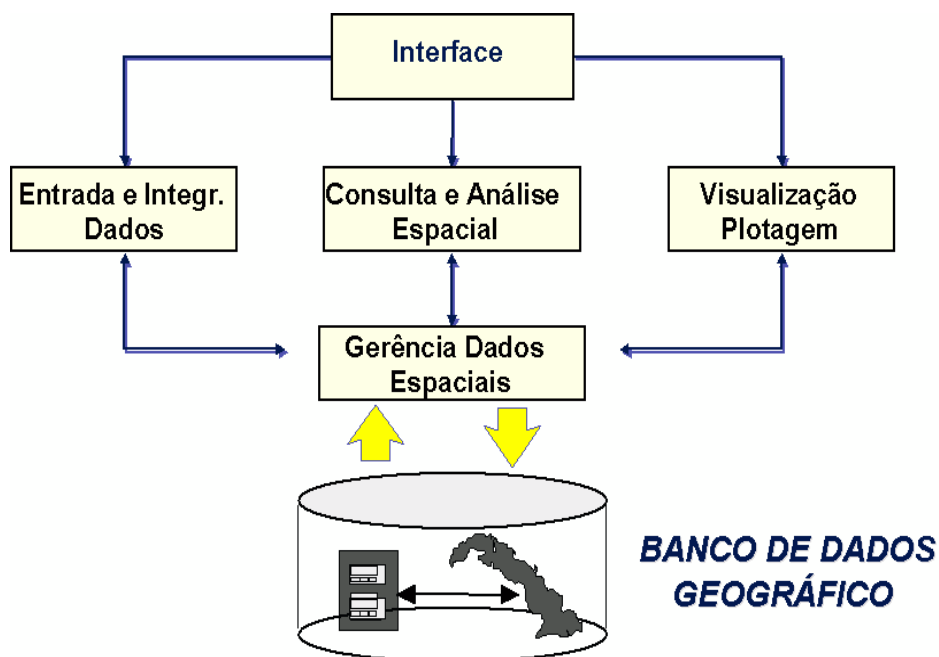
Fonte: Sene e Moreira, 2010.

De uma maneira geral, trata-se de um sistema dedicado ao tratamento de dados geográficos, ou seja, é um sistema que preserva o atributo locacional de dados espaciais e que são capazes de armazenar, manipular, visualizar e editar grandes quantidades de dados estruturados em um banco de dados.

O SIG constitui um ambiente computacional utilizado para integrar dados cartográficos, cadastrais, de sensores remotos, redes e modelos numéricos de terreno. Assim, imagens de satélite podem prover informações em um curto espaço de tempo e a baixo custo, numa forma compatível com os requerimentos técnicos de uma plataforma SIG (CÂMARA, 1993).

As imagens de satélite integradas em um ambiente SIG não consistem apenas em mais um plano de informação, mas sim, em uma fonte de dados que permite a extração de uma grande quantidade de informações temáticas sobre a região que foi imageada. Permite também consultar, recuperar, visualizar, manipular e plotar o conteúdo de um banco de dados georreferenciados (Figura 6). É uma ferramenta poderosa para análise e manipulação de um grande número de informações espaciais (CÂMARA, 1993).

Figura 6 – Estrutura interna de um SIG.



Fonte: INPE, 2015.

Silveira (2004) considera o ambiente SIG como uma caixa de ferramentas digital (toolbox) para coleta, armazenamento, busca, análise, transformação e exposição de dados espaciais (dados com uma posição x, y, z).

Estabelecer correlações espaciais e modelagens diversas para os mais variados estudos, permitir a integração de elementos em um único banco de dados e possibilitar a apresentação dos resultados da análise dos processos na forma de mapas, são vantagens

adicionais oferecidas por um SIG, destacadas por Silva (2009).

De uma forma mais clara, são nestes ambientes que se criam mapas e se armazenam bancos de dados georreferenciados, além de se processarem todas as análises espaciais e ambientais.

O SIG tem algumas peculiaridades. Ele dispõe de dois tipos de dados da superfície terrestre: as definições topológicas de uma estrutura do terreno e os atributos e qualidades que essa estrutura possui. Estes podem ser representados por dois tipos de formato digital: o ráster e o vetor. O primeiro, com uma estrutura de dados mais simples, cujas simulações são efetuadas mais eficientemente, tendo em vista sua unidade espacial, o pixel, ter mesma forma e tamanho. São representadas por imagens de satélites e fotografias aéreas e são mais orientados para análises de dados de ambientes contínuos tais como biomassa vegetal, tipo de solo, pluviosidade e temperatura. Já o segundo, possui uma representação gráfica mais complexa, é mais eficiente na relação com bancos de dados, portanto, é indicado para o manejo destes dados (SILVEIRA, 2004). Este último é representado por arquivos shape.

Além disso, Silveira (2004) aponta que para um SIG ser considerado verdadeiro, ele precisa dispor de alguns atributos essenciais: Base de dados espacial e atributiva, Sistema de exposição cartográfica, Sistema de digitalização de mapas, Sistema administrador (ou gerenciador) da base de dados (SGBD), Sistemas de análise geográfica e estatística, Sistema de processamento de imagens e, por fim, Sistemas de apoio à decisão.

2.3 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas protegidas nos termos do Código Florestal Brasileiro, cobertas ou não por vegetação, com a função ambiental de “preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

Elas são tanto rurais, quanto urbanas, devendo-se aplicar força de lei para mantê-las protegidas, dada sua importância na estabilidade ecológica local. A supressão vegetal em tais áreas é restrita e segundo resolução 369/2006 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), só pode ser feita mediante autorização prévia do órgão ambiental competente nos casos excepcionais de utilidade pública, interesse social ou atividades de baixo impacto ambiental, associando-se medidas mitigatórias e compensatórias.

O novo Código Florestal, Lei nº 12.651/12, dispõe sobre a proteção da vegetação

nativa e altera o antigo código (Lei nº 4.771/65) e a resolução CONAMA 303/02, trazendo novas definições e limites para as APP.

Segundo o novo Código Florestal devem ser preservadas permanentemente restingas, veredas e manguezais em toda sua extensão, bordas de tabuleiros ou chapadas em faixas maiores que 100 metros nas projeções horizontais, áreas em altitude superior a 1800 metros qualquer que seja a vegetação, encostas (ou partes da encosta) com declividade superior a 45 graus, topos de morro, montes, montanhas e serras com altura mínima de 100 metros e inclinação média de 25 graus (BRASIL, 2012).

Devem ser integralmente protegidas ainda, nos termos do Novo Código, as áreas no entorno de nascentes e olhos de água no raio de 50 metros, de reservatórios de água artificiais na faixa definida pela licença ambiental do empreendimento, de lagos e lagoas naturais em zona rural na largura mínima de 50 metros quando a lâmina de água é inferior a 20 hectares e 100 metros quando superior, de lagos e lagoas naturais em zona urbana na largura mínima de 30 metros, bem como as faixas marginais de qualquer curso de água natural, excetuando-se os efêmeros (BRASIL, 2012).

Em se tratando exclusivamente desta última modalidade, o novo Código Florestal determina a preservação das margens de acordo com a largura do curso de água. Tais faixas são preservadas em larguras mínimas escalonadas a contar da borda da calha do leito regular do rio, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Larguras fixadas pelo Código Florestal para proteção de faixas marginais de cursos de água natural.

Largura do curso de água (leito regular)	Largura mínima destinada a Preservação
Menor que 10 m	30 m
De 10 a 50 m	50 m
De 50 a 200 m	100 m
De 200 a 600 m	200 m
Superior a 600 m	500 m

Fonte: Elaborada pelo autor (baseado na Lei 12.651/12), 2015.

2.3.1 MATAS CILIARES: IMPORTÂNCIA E PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO

Primitivamente, as Áreas de Preservação Permanente às margens dos rios dispunham de uma faixa de vegetação nativa, preservada e ecologicamente estável, as chamadas matas ciliares. Adjacentes aos corpos hídricos, estas matas ocupavam dezenas de metros a partir das margens e apresentavam variações na composição florística e na estrutura da comunidade

biótica, dependendo das interações que estabeleciam entre o ecossistema aquático e sua vizinhança (OLIVEIRA-FILHO, 1994).

As matas ciliares são indispensáveis para o equilíbrio entre os sistemas produtivos e o modo de vida das pessoas e principalmente para propiciar a qualidade de água, evitar erosões nos solos e consequente assoreamento do rio e preservar a biodiversidade, garantindo alimento, abrigo e o fluxo gênico entre as espécies da flora e da fauna (ANDRADE; SANQUETTA; UGAYA, 2005).

Conhecidas como matas de galeria, matas de várzea, vegetação ripária ou vegetação ribeirinha, as matas ciliares são ecossistemas que funcionam como reguladores do escoamento de água, sedimentos, nutrientes e poluentes, entre os interflúvios de uma bacia hidrográfica e o canal de escoamento do rio, tais como um sistema de filtragem, ou como um sistema tampão, protegendo um dos recursos de vital importância aos ecossistemas naturais e ao homem, o recurso hídrico (SEMA, 2010).

Para Leandro e Viveiros (2003), os ecossistemas ciliares também tem a função de garantir a quantidade da água “pois não há floresta sem água, nem água sem floresta”. Estes ecossistemas regulam o fluxo de água, influenciando na manutenção da vazão dos cursos hídricos, pois retém a água da chuva, aumentando a infiltração das águas do escoamento superficial no solo e liberando-a gradativamente para o lençol freático e o corpo de água. Além disso, fornecem sombra, mantendo a estabilidade térmica da água, prevenindo o aumento da temperatura da água e a perda de água por evaporação (LIMA; ZAKIA, 2004).

A afirmação acima foi corroborada este ano por pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e do Centro de Agronegócios da Fundação Getúlio Vargas (GVAgro), em um estudo preliminar sobre a crise hídrica do Estado de São Paulo. Este estudo afirmou que há uma ligação causal entre a ocupação das margens e a destruição das matas ciliares nos municípios que compõem o sistema Cantareira e o colapso deste sistema. Para que a natureza continue fornecendo o valioso bem, faz-se necessário que se mantenham saudáveis os ecossistemas que contribuem para a produção da água, como as áreas de recarga de águas subterrâneas e as matas que protegem as nascentes e os cursos dos rios (RIGUEIRA, 2015).

Assim como a quantidade, a qualidade da água é diretamente proporcional à preservação das matas ciliares. Elas agem como filtros, reduzindo a entrada de fertilizantes e agrotóxicos para o rio, e promovendo a absorção de nutrientes, contribuindo muito para manter alta a quantidade de oxigênio dissolvido na água. Além disso, a copa das árvores reduz o impacto direto da chuva no solo e o emaranhado de raízes dá estabilidade às margens,

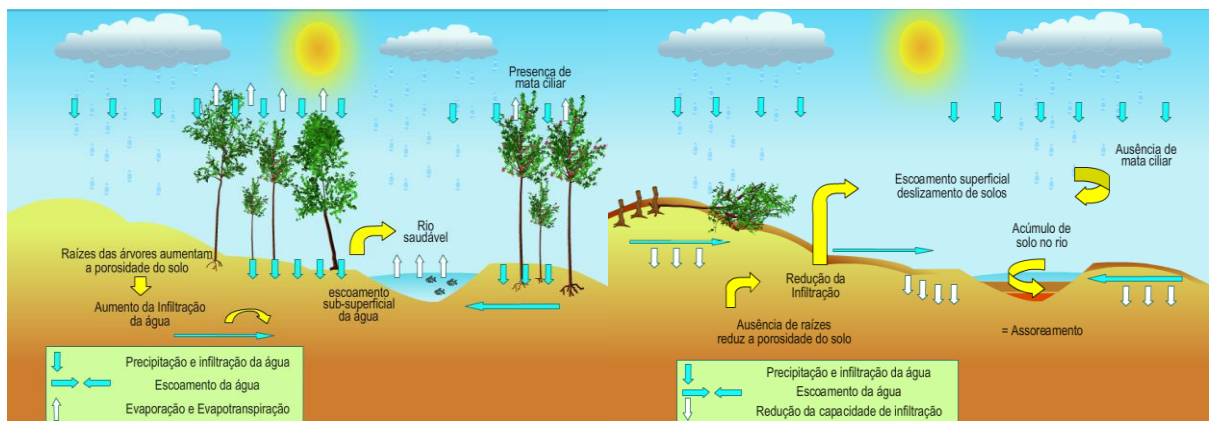
minimizando processos erosivos e dificultando o escoamento superficial de partículas e sedimentos diversos que causam poluição e assoreiam os recursos hídricos (LIMA; ZAKIA, 2004).

Pontuam-se também como funções dessa vegetação a interligação dos fragmentos florestais na região facilitando o trânsito de diversas espécies de animais, pólenes e sementes, favorecendo o crescimento das populações de espécies nativas; as trocas gênicas e, conseqüentemente, a reprodução e a sobrevivência dessas espécies; e a contenção de enxurradas pela estabilidade que estas proporcionam às margens (MACEDO; KAGEYAMA; COSTA, 1993; PRIMACK; RODRIGUES, 2001; METZGER, 2003; LIMA; ZAKIA, 2004).

Apesar de sua evidente importância, esta vegetação continua sendo vastamente degradada. A perda da cobertura arbórea, em curto prazo, provoca então o maior escoamento das águas na superfície da terra, visto que a antiga manta amortecedora de folhas caídas foi substituída pela terra nua. Além disso, os solos tropicais sofrem rápida e degenerativa mudança, em termos de fertilidade, quando se remove a vegetação natural da floresta úmida. Sob o extremo microclima criado de repente, a oxidação e a lixiviação tornam o solo árido e improdutivo (DREW, 1994).

A Figura 7 faz uma comparação de um rio com mata ciliar e outro sem mata ciliar, evidenciando a importância destas para estabilidade das margens e qualidade do recurso hídrico em contato.

Figura 7 – Comparação entre dois rios, um com mata ciliar (esquerda) e outro sem mata ciliar (direita), evidenciando a importância desta vegetação.



Fonte: ANA, 2015.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

3.1.1 ÁREA DE ESTUDO

3.1.1.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Vitória de Santo Antão está localizado na mesorregião da Mata Pernambucana e na Microrregião de Vitória de Santo Antão do Estado de Pernambuco. Limita-se a norte com os municípios de Glória do Goitá e Chã de Alegria, a sul com Primavera e Escada, a leste com Moreno, Cabo de Santo Agostinho e São Lourenço da Mata e a oeste com Pombos.

A área municipal é de 335,942 km², representando aproximadamente 0,35% do Estado. Apenas 5,71 km² (1,7%) da área total do município é urbanizada (EMBRAPA, 2006). Sua sede (08° 07' 05" S, 35° 17' 29" O) encontra-se a uma altitude aproximada de 156 metros, distando 55 km da capital, cujo acesso é feito pela BR-232 (IBGE, 2010).

Além da BR-232, destacam-se as rodovias estaduais PE-045 (acesso à Escada) e PE-050 (acesso à Glória do Goitá) e a Avenida Henrique de Holanda, antiga BR-232, principal rodovia localizada no perímetro urbano local.

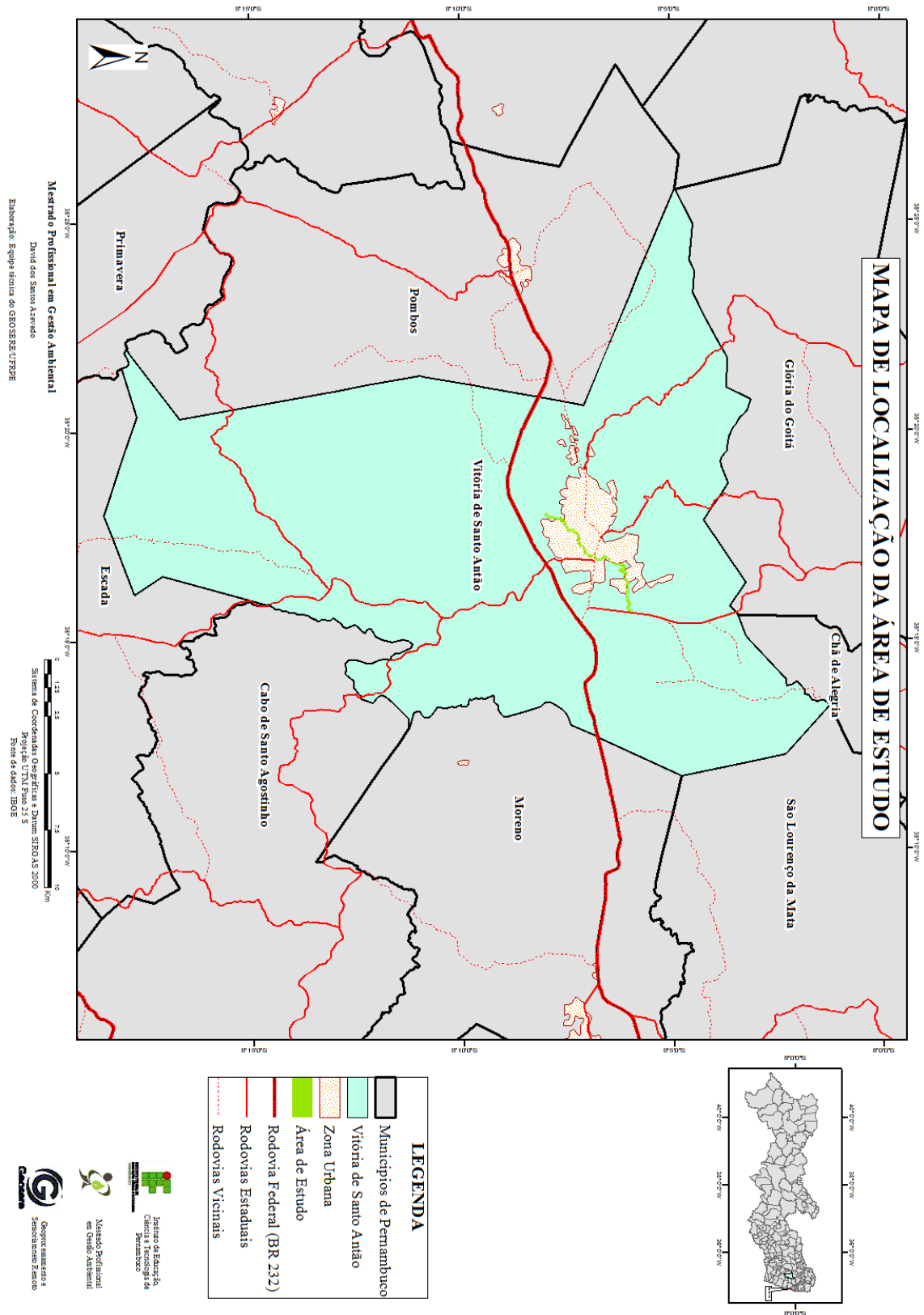
A Figura 8 mostra o mapa de localização do município, bem como a área em estudo, inserida em seu núcleo urbano.

3.1.1.2 ASPECTOS POPULACIONAIS

O último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontou para o município de Vitória de Santo Antão, uma população total de 129.974 habitantes, sendo 113.429 na zona urbana e 16.545 na zona rural. A densidade demográfica do município é de 348,80 habitantes por unidade de quilômetro quadrado (IBGE, 2010).

Segundo o mesmo instituto, a população estimada para o ano de 2015 foi de 135.805 habitantes (IBGE, 2010).

Figura 8 – Mapa de localização do município de Vitória de Santo Antão e da área de estudo.



Fonte: Equipe Técnica GEOSERE/ UFRPE, 2015.

O governo do estado, por sua vez, faz uma projeção de 137.195 habitantes já para o ano de 2016, o que representa um incremento de 5,55% desde o último censo oficial (Tabela 3) (SEMAS, 2012).

O incremento populacional é destacado para os próximos anos, principalmente em função da recente industrialização do município, que já conta com diversas empresas operando em seu parque industrial, tais como Mondelez International, Br Foods, Metalfrio Solutions, Isoeste, Roca e outras em fase de planejamento e instalação, o que atrai pessoas de municípios circunvizinhos em busca de empregos.

Tabela 3 – Projeção da População do município de Vitória de Santo Antão

Ano	População total
2010	129.974
2012	132.750
2014	135.526
2016	137.195
2020	140.116
2024	142.488
2028	144.643
2032	146.582

Fonte: Adaptado de SEMAS, 2012.

Com a industrialização repentina vem a especulação imobiliária e o número crescente de loteamentos e condomínios. Além disso, cada pedaço de terra no município se valoriza, especialmente no centro urbano cortado pelo rio Tapacurá (Figura 9).

Ao todo são dez bairros marginais a este rio na zona urbana, sendo cinco em sua margem direita (Jardim Ipiranga, Nossa Senhora do Amparo, Maranhão, Redenção e Conceição) e cinco em sua margem esquerda (Mangueira, Centro, Matriz, Cajá e Água Branca).

Estes mantêm contato direto com o rio Tapacurá, seja no acesso feito através de pontes, seja na ocupação de suas margens para fins diversos, tais como comércio e serviço, moradia ou criação de animais.

Figura 9 – Carta-Imagem do Centro Urbano de Vitória de Santo Antão cortado pelo Rio Tapacurá.



Fonte: Equipe Técnica GEOSERE/ UFRPE, 2015.

A Tabela 4 mostra os dados do último censo do IBGE quanto ao número total de domicílios particulares permanentes e de moradores (ou população residente) pertinentes a cada um destes bairros.

Tabela 4 – Número de Domicílios e Residentes para cada bairro do centro urbano que mantém contato direto com as margens do rio Tapacurá.

	Bairros	Nº Domicílios	Nº Residentes
Margem Direita	Jardim Ipiranga	1796	5777
	N. Sra. Amparo	1271	4171
	Maranhão	154	566
	Redenção	751	2461
	Conceição	533	1681
Margem Esquerda	Mangueira	782	2383
	Centro	810	2393
	Matriz	1761	5387
	Cajá	2340	7644
	Água Branca	863	2827

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do IBGE (Censo 2010).

3.1.1.3 GEOLOGIA, RELEVO E SOLOS

Segundo o levantamento realizado pelo Serviço Geológico do Brasil, em 2005, o referido município localiza-se geologicamente na Província Borborema, sendo constituído por unidades litoestratigráficas formadas nas eras Neoproterozóica, Mesoproterozóica e Paleoproterozóica. São litotipos dos complexos da Suíte calcialcalina de médio a alto potássio Itaporanga, Granitóide Indiscriminado, da Suíte Intrusiva leucocrática peraluminosa, Vertentes, Belém de São Francisco e Salgadinho (CPRM, 2005).

O relevo da região geralmente é movimentado e irregular, com aspecto ondulado e montanhoso. Apresenta inclinações a oeste e elevadas altitudes no centro urbano, onde se destacam bairros residenciais como Livramento, Bela Vista, Alto José Leal e Nossa Senhora do Amparo (BRAGA, 2001; MORAIS et al., 2011).

Os solos predominantes na região são os latossolos, solos podzólicos (argissolos) e gleissolos de várzea. Os latossolos encontram-se distribuídos nos topos planos, com profundidade considerável e sendo bem drenados. Nas vertentes íngremes, encontram-se os solos podzólicos medianamente profundos, com alta drenagem. Já os gleissolos, encontram-se nos fundos de vales estreitos com solos orgânicos e encharcados (CPRM, 2005).

3.1.1.4 HIDROGRAFIA

A Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) destaca que o município de Vitória de Santo Antão está inserido na grande bacia dos rios litorâneos, mais especificamente nas Unidades de Planejamento Hídrico (UP) 02, 03 e 15 o que compreende as bacias hidrográficas do rio Capibaribe, rio Ipojuca e grupo de bacias de pequenos rios litorâneos 2 – GL 2.

A bacia hidrográfica do rio Capibaribe (Figura 10) é a única na qual o município está completamente inserido. Esta bacia apresenta uma área de drenagem de 7.454,88 km², correspondente a 7,58% da área do estado. A nascente do rio que dá nome a bacia situa-se na divisa dos municípios de Jataúba e Poção, no agreste, e seu curso percorre vários centros urbanos do estado por aproximadamente 280 km até sua foz (APAC, 2015).

Figura 10 – Bacia do Rio Capibaribe.



Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), 2010.

Um dos mais destacados afluentes do rio Capibaribe é o rio Tapacurá (ou Itapacurá¹). Este é o principal rio que abastece tanto as comunidades rurais quanto as urbanas do município de Vitória de Santo Antão.

Com nascente no município de Gravatá, se estende por 72,6 km atravessando seis

¹ Para alguns historiadores ou cidadãos ligados à cultura local, a palavra “Tapacurá” não existe, pois a origem da palavra em Tupi-Guarani é Itapacurá. Das palavras indígenas, I (substantivo) é rio, água; ITÁ (substantivo) é pedra; PA (substantivo) é espaço; CURA (verbo) é tampar, fechar. Desta forma, a pequena supressão da letra “I” condenaria a função de rio e a palavra “Tapacurá” significaria “pedra tampada” ou “pedra que tampa”. Apesar destas considerações, na academia, tanto em se tratando do rio, quanto da barragem de mesmo nome, o prefixo “I” não tem sido praticado.

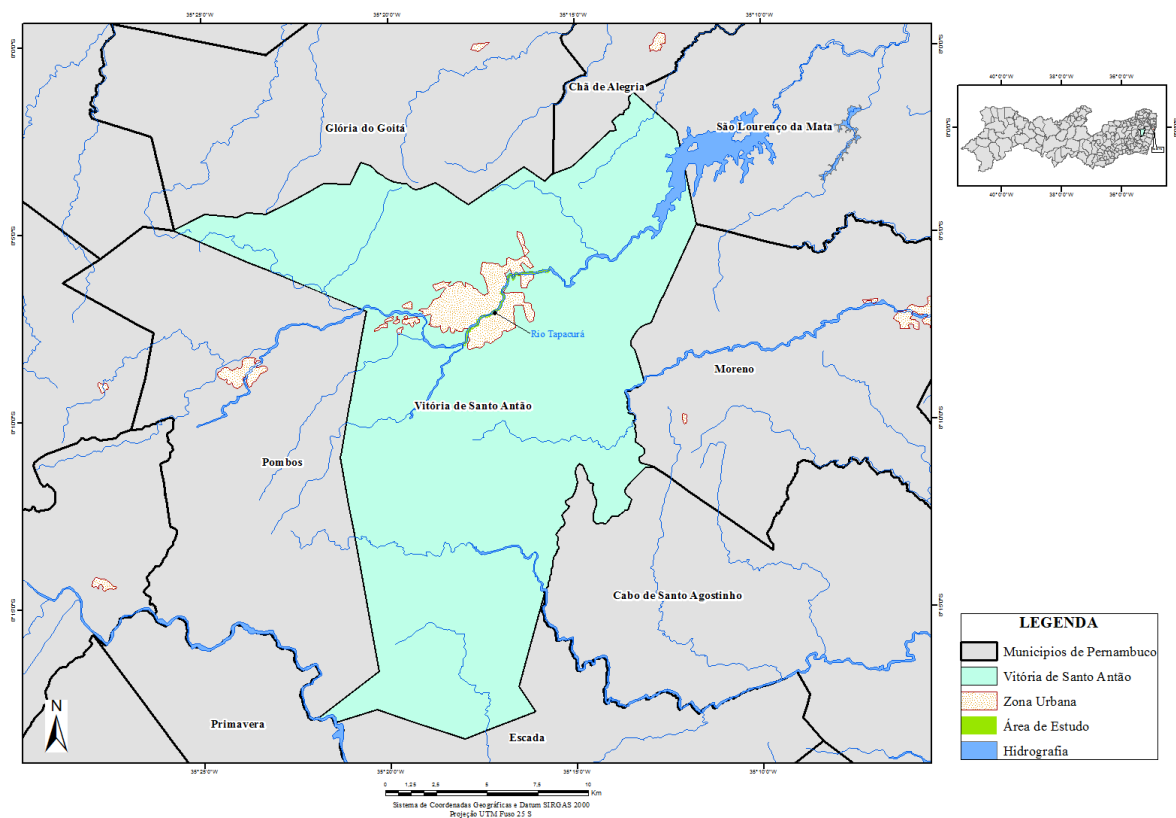
municípios e estando distribuído da seguinte forma: 4,3% em Gravatá, 2,8% em Chã Grande, 31,2% em Pombos, 38,6% em Vitória de Santo Antão, 3,3% em Moreno e 19,8% em São Lourenço da Mata. Sua área total de drenagem é de 470,5 km² (BRAGA, 2001).

Os principais afluentes do rio Tapacurá são o rio Várzea do Una e os riachos Pororoca, Água Azul, Itapessirica, Natuba, Bento Velho, Pacas, Tamatá-mirim e Miringaba pela margem direita e os riachos Jurubeba, Gameleira e do Meio pela margem esquerda. Junto a seus afluentes, este rio constitui a sub-bacia hidrográfica de mesmo nome e abastece a maior barragem da Região Metropolitana do Recife, gerando mais de 25% da água ali consumida. (BRAGA, 2001; MORAIS et al., 2011).

Dada a sua importância, este rio inclui-se no Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Capibaribe, que prevê a urgência de medidas efetivas para sua restauração completa (SRH, 2010).

Depois de passar pelo distrito industrial e zona rural do município, o rio Tapacurá adentra o núcleo urbano, onde se encontra a área em estudo. A Figura 11 representa a Hidrografia do município, destacando o Rio Tapacurá.

Figura 11 – Hidrografia do Município de Vitória de Santo Antão, com destaque para o rio Tapacurá.



Fonte: Equipe Técnica GEOSERE/ UFRPE, 2015.

Na zona urbana, este rio estabelece contato direto com os bairros da Mangueira, Centro (na localidade da Rua Primitivo de Miranda), Matriz (na localidade do Bairro Universitário), Cajá (nas localidades de Vila União e Matadouro) e Água Branca (incluindo a localidade de Militina) pela margem esquerda, no sentido montante-jusante.

Neste mesmo sentido, pela margem direita, o rio margeia os bairros do Jardim Ipiranga (incluindo a localidade Mário Bezerra), Nossa Senhora do Amparo, Maranhão, Redenção e Conceição (incluindo as localidades Conceição I e Conceição II).

Assim que deixa o centro urbano, o rio novamente passa pelo distrito industrial local, destacando-se o contato com o Loteamento Green Valley e com a indústria alimentícia BR *Foods* (Sadia), de quem também recebe carga de efluentes sanitários e industriais.

Neste ponto de saída, na ponte da PE-50, à jusante do município, existe uma estação para monitoramento da água ligada à Secretaria Estadual de Recursos Hídricos sob referência CB-62.

3.1.1.5 CLIMA

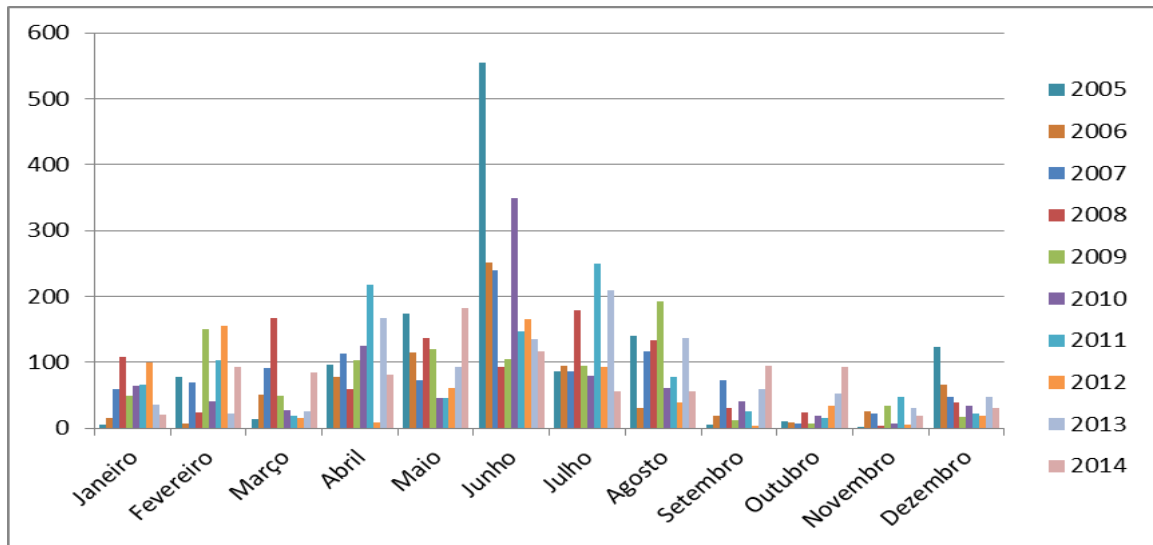
O clima da região é quente e úmido do tipo tropical com chuvas de outono-inverno (março-setembro), classificado como As', segundo a classificação de Köppen. A temperatura mensal média oscila entre 23 e 27° C, enquanto a umidade relativa do ar, durante os meses de março a julho, é superior a 70% (MORAIS et al., 2011).

Dados da Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) demonstram que nos últimos dez anos (2005-2014) a pluviosidade máxima na região ocorre de abril a agosto, podendo chegar aos 555,5 mm mensais (junho de 2005) e aos 1.287,2 mm anuais (2005) (Figura 12). Os maiores índices pluviométricos mensais registrados coincidiram com as três enchentes que afligiram moradores, comerciantes e agricultores da zona urbana e rural do município, as enchentes de 2005 (junho – 555,5 mm), 2010 (junho – 349,8 mm) e 2011 (julho – 249,9 mm). A média pluviométrica anual estipulada para a região é de 60 a 100 mm.

No corrente ano a chuva acumulada mensal não passou dos 259,6 mm em junho. Estes dados foram gerados a partir do Posto Pluviométrico código 488 da APAC, instalado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) no próprio município.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ao longo dos últimos cinco anos (2010-2014), a amplitude na temperatura média da região foi de 24°C a 30°C, com média anual de 26°C a 27° C.

Figura 12 – Gráfico pluviométrico dos últimos 10 anos em Vitória de Santo Antão.

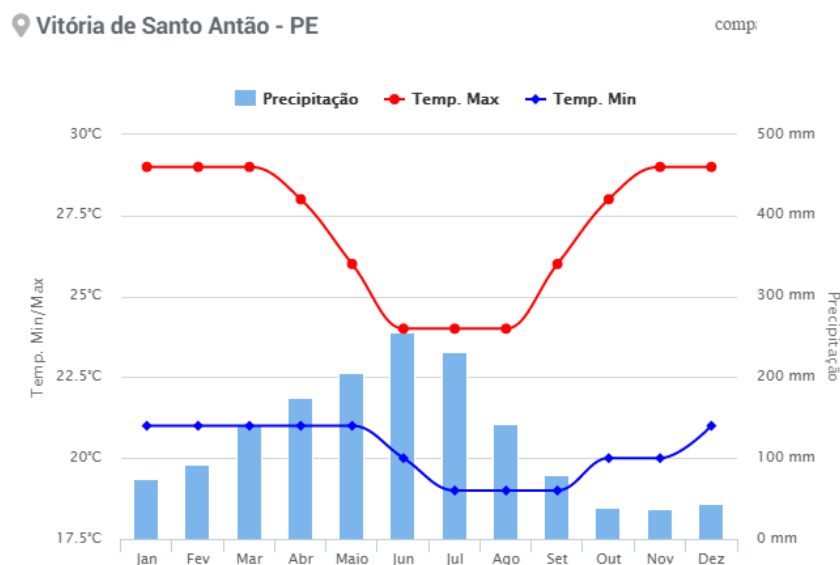


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da APAC, 2015.

A amplitude da umidade relativa do ar ao longo dos últimos cinco anos foi de 62% a 90%, nos períodos mais secos e mais chuvosos, respectivamente, conforme dados de pluviometria acima referenciados. Os dados de temperatura e umidade foram registrados a partir da estação de referência mais próxima, nº 82900 – Recife Curado.

A Figura 13 demonstra, para o município de Vitória de Santo Antão, o comportamento da chuva e temperatura baseado em médias climatológicas calculadas a partir de uma série histórica de 30 anos. Este cálculo foi realizado pelo site de meteorologia Climatempo.

Figura 13 – Gráfico termopluiométrico baseado em médias climatológicas históricas para o município.



Fonte: Climatempo, 2015.

3.1.1.6 BIOMA

O município de Vitória de Santo Antão está completamente inserido no bioma Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA, 2014).

Este bioma recobria originalmente uma faixa contínua à costa brasileira ao longo de 17 estados e também em parte do Paraguai e Argentina, numa extensão de 1,5 milhões de km². Especificamente na região Nordeste, a Mata Atlântica cobria uma área de 56.000 km² (COSTA, 2012).

Devido a sua enorme extensão no sentido norte-sul e a grande variação pluvial e no relevo, a Mata Atlântica destaca-se pela elevada biodiversidade e alto nível de endemismo tanto de plantas vasculares quanto de peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (COSTA, 2012).

No entanto, a histórica exploração desenfreada dos seus recursos naturais e a crescente urbanização nos últimos séculos anos reduziram a cobertura florestal original a menos de 16%. À região Nordeste resta pouco menos de 12% da floresta original, com remanescentes fortemente fragmentados, o que a caracteriza como a porção da Floresta Atlântica brasileira mais degradada (COSTA, 2012).

Diante da alta riqueza faunística e florística e das iminentes ameaças antrópicas a tal patrimônio, o bioma Mata Atlântica é considerado prioridade mundial na conservação da biodiversidade, estando incluído entre os 34 “pontos quentes” (hotspots) para conservação no mundo (COSTA, 2012).

Desta forma, a vegetação da área de estudo encontra-se legalmente protegida não só pelo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/12) e Política Florestal do Estado (Lei Estadual nº 11.206/95), mas também pela Lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428/06).

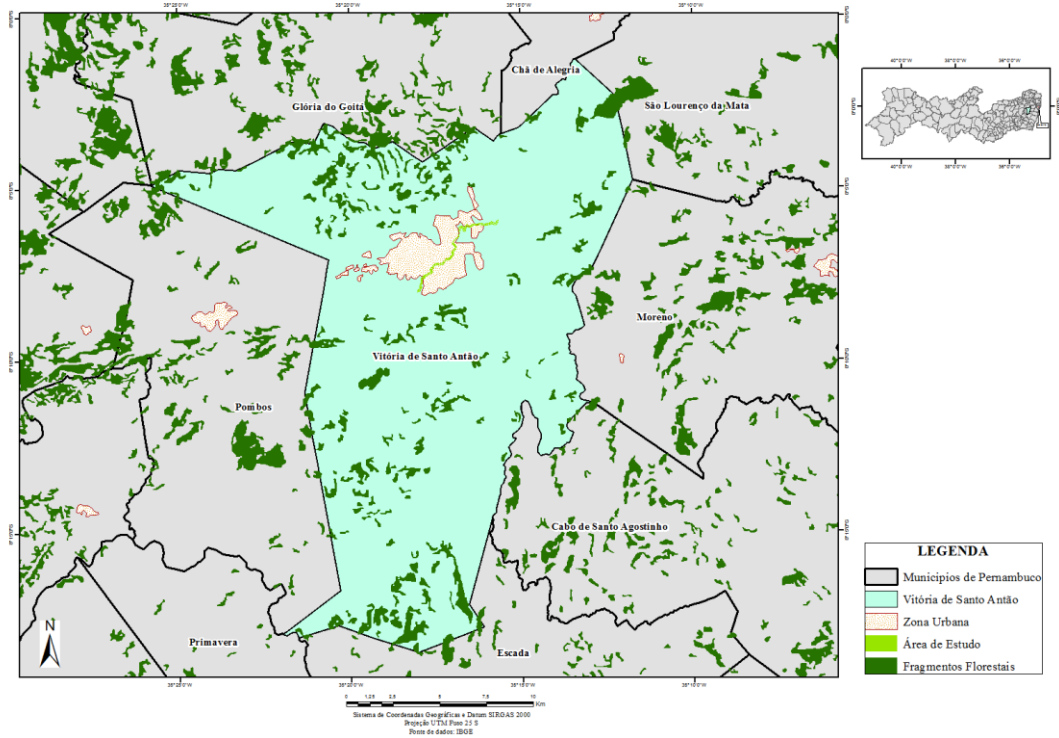
Em seu Atlas de Remanescentes Florestais, a Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) estimam que o município de Vitória de Santo Antão possua 8% de remanescentes florestais em seu território. Apesar de bem dispersos e fragmentados, os remanescentes somam uma área de até 2874 hectares (SOS MATA ATLÂNTICA, 2014).

A Figura 14 mostra os fragmentos florestais remanescentes de Mata Atlântica no município em estudo e nos municípios circunvizinhos.

É possível encontrar na territorialidade do município uma área de “muito alta” prioridade na proteção da vegetação (a sudeste, nas sub-bacias do rio Ipojuca e rio Pirapama) e uma área de “alta” e “extremamente alta” importância biológica (a nordeste, na sub-bacia do

Tapacurá próximo à barragem de mesmo nome). No entanto, não existe nenhuma categoria de Unidade de Conservação no município (SOS MATA ATLÂNTICA, 2014; CPRH, 2015).

Figura 14 – Fragmentos florestais remanescentes no município de Vitória de Santo Antão.



Fonte: Equipe Técnica GEOSERE/ UFRPE, 2015.

Predominam no município de Vitória de Santo Antão as formações de Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta Tropical Subcaducifolia e de Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Tropical Pluvial (SOS MATA ATLÂNTICA, 2014), caracterizadas abaixo na Tabela 5, conforme Costa (2012).

Tabela 5 – Descrição das formações florestais encontradas no município de Vitória de Santo Antão.

Formação	Definição
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta de interior, com um regime climático marcado por uma estação com chuvas intensas de verão, seguidas por um período de estiagem. Algumas árvores perdem as folhas na seca.
Floresta Ombrófila Densa	Floresta com vegetação diversificada e abundante, devido à constante umidade vinda do oceano. Inclui as matas da planície costeira e as matas de encosta com alta umidade. Grande concentração de cipós e bromélias.

Fonte: Costa, 2012

O Plano de Gestão Ambiental da Sub-bacia do Tapacurá admite haver na sub-bacia em que se encontra o município em estudo, para além do bioma Mata Atlântica, algumas formações remanescentes da Caatinga, especialmente na porção sul-ocidental, próximo às escarpas da Serra das Russas, ao norte e sul da BR-232 e a oeste do município de Pombos (BRAGA, 2001).

3.1.1.7 ASPECTOS LEGAIS MUNICIPAIS

O município em estudo dispõe de três importantes instrumentos legais no ordenamento territorial e defesa do meio ambiente.

O primeiro deles é a Lei Orgânica Municipal que funciona como a carta magna do município, da qual derivam as demais leis. Esta dispõe de um capítulo exclusivo sobre a proteção ao meio ambiente (Capítulo IV), onde detalha que o desenvolvimento territorial deve estar conciliado com a proteção ambiental, incumbindo-se ao poder público municipal ações efetivas e permanentes de gestão ambiental (Art. 84º e 87º).

O segundo é o Plano Diretor, Lei municipal 3.199/2006, que está sendo atualizado e dispõe sobre desenvolvimento urbano do município de uma forma geral. Este instrumento orienta-se pelo princípio da preservação e recuperação do ambiente natural (Capítulo I, Art. 4º, inciso IX), colocando diretrizes para restrição do uso e ocupação de áreas sujeitas à inundação e recuperação de áreas verdes degradadas (Capítulo III, Art. 8º, inciso IX, alíneas ‘c’ e ‘f’). Além disso, em se tratando da temática trabalhada nesta pesquisa, as Políticas Públicas de Desenvolvimento Físico-Ambiental descritas no Capítulo III destacam a necessidade da implantação de ações, tais como:

“j. elaborar plano de macro drenagem urbana, contemplando medidas tais como, recuperação e ampliação de canais, canalizações, implantação e redimensionamento de travessias, recuperação de margens e recomposição de vegetação ciliar; tendo como enfoque prioritário o combate às enchentes; l. recuperar áreas verdes degradadas e implantar programa de expansão dos parques públicos, praças e áreas arborizadas;” (Capítulo III, Art. 12, inciso II, alíneas ‘j’ e ‘l’)

O terceiro instrumento legal é o Código de Defesa do Meio Ambiente, Lei municipal 3.768/2013, que rege a política de proteção, conservação e melhoria ambiental na territorialidade de Vitória de Santo Antão. Esta lei traz em seus capítulos conceitos (Capítulo I), padrões de qualidade, restrições, sanções, penalidades e medidas mitigatórias relacionadas

a cada tipo de poluição (Capítulos IV, V, VI, VII, VIII), artigos de defesa da fauna e flora (Capítulo IX, X, XI) e a Educação Ambiental como instrumento (Capítulo XII).

No que se refere especificamente às faixas marginais aos corpos de água, declara:

“Art. 61. Serão consideradas áreas de preservação as faixas marginais dos rios que atravessam a cidade da Vitória de Santo Antão sendo vetada a autorização de edificações e loteamentos nessas faixas. 2º Na referida faixa de preservação, deverá ser providenciada a reposição da cobertura vegetal arbórea quando não mais existir, permitindo o seu uso para lazer, turismo e outras atividades, as quais não depredem o ecossistema (Capítulo IX, Art. 61, § 2º)”

3.1.2 EQUIPAMENTOS E SOFTWARES

Foram utilizados equipamentos e softwares licenciados pertencentes ao Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEOSERE) localizado no Departamento de Engenharia Agrícola (DTR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Para o cálculo de APP às margens do rio no Centro urbano e Elaboração do SIG, foram utilizados os softwares Google Earth e o ArcGIS versão 10.

O Google Earth é um aplicativo de mapas em três dimensões que permite visualizar feições do planeta e interagir virtualmente, utilizando um vasto banco de dados que inclui imagens de satélite, imagens aéreas, mapas e informações sobre o terreno. É disponibilizado gratuitamente para o uso em computadores pessoais, sendo compatível com os sistemas operacionais mais utilizados no mundo. Já o ArcGIS, pertencente a empresa ESRI, é o software de Sistema de Informações Geográficas mais vendido no mundo, no qual se cria e gerencia mapas, se analisa informações mapeadas e se gere as informações geográficas em um banco de dados. É um programa completo, amplamente utilizado em trabalhos técnicos e pesquisas científicas.

Para o diagnóstico atualizado das áreas, foi utilizada no trabalho em campo uma câmera fotográfica semiautomática Samsung WB 100, além de uma trena e um GPS Garmin Etrex Venture.

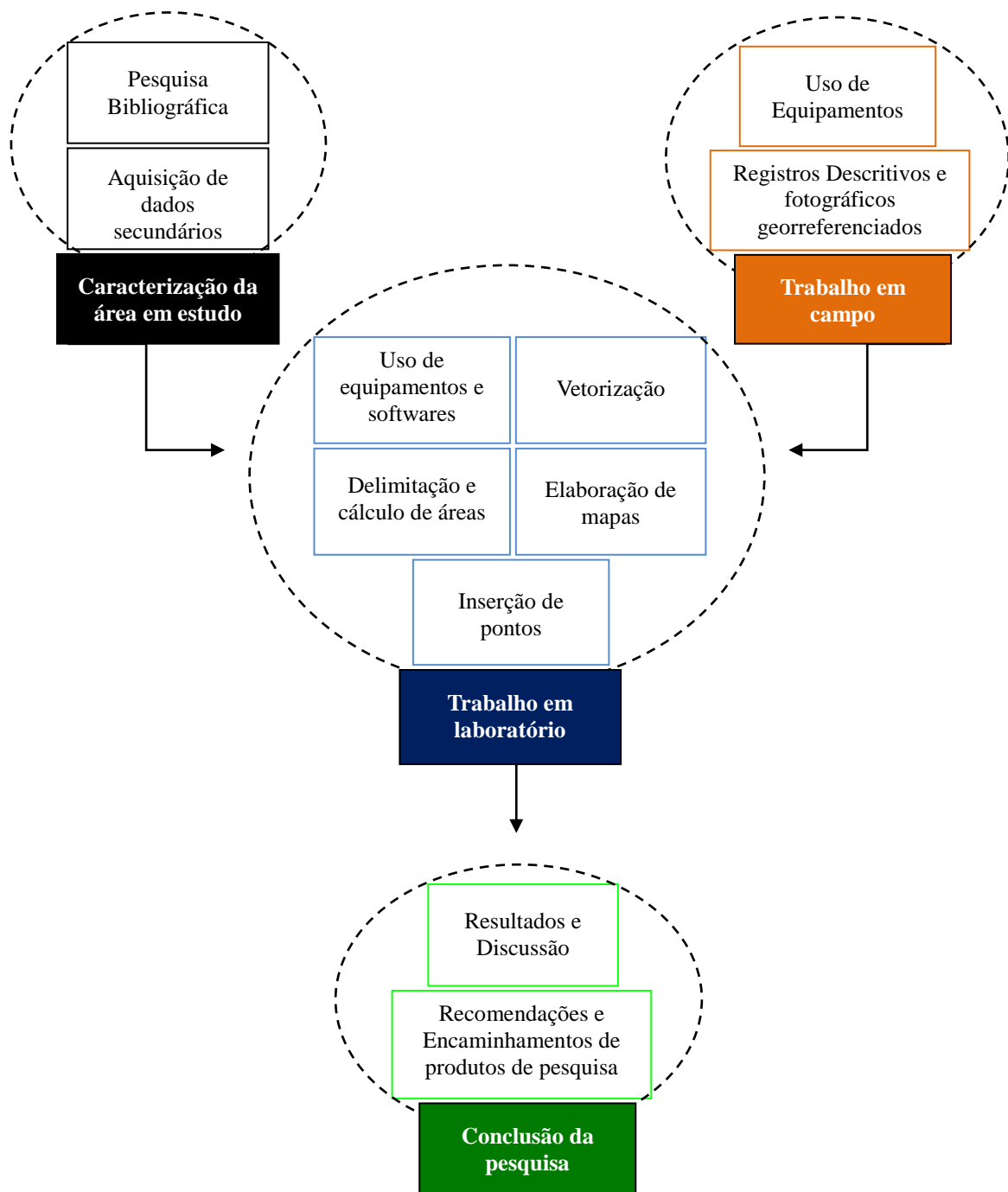
3.1.3 MATERIAIS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Foram utilizadas as bases de imagens dos satélites Quickbird, GeoEye e LANDSAT disponíveis nos softwares Google Earth e ArcGIS. Estas imagens viabilizaram os trabalhos de

elaboração de mapas, vetorização, inserção de pontos georreferenciados e cálculo de áreas preservando o atributo locacional.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 FLUXO DE TRABALHO



3.2.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Para a devida fundamentação teórica desta pesquisa, bem como levantamento de autores para o confronto e discussão dos resultados obtidos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em portais da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Google Acadêmico, bibliotecas municipais e bibliotecas de instituições de ensino tais como a do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE campus Vitória de Santo Antão e campus Recife), a da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Nos mecanismos de busca, foram inseridas palavras-chave relacionadas às categorias teóricas trabalhadas nesta pesquisa.

Para selecionar a literatura pertinente, foram analisados imediatamente os títulos e os resumos e em seguida o corpo de cada trabalho.

O levantamento bibliográfico trouxe artigos, teses, monografias, resumos expandidos, cartilhas e livros datados desde 1985 até 2015.

3.2.3 LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS

O levantamento de dados secundários relacionados ao município deu subsídio principalmente à caracterização da área de estudo.

Foram consultadas instituições como a Prefeitura, Procuradoria, Câmara de Vereadores e Agência de Meio Ambiente de Vitória de Santo Antão (AMAVISA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC), Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE-FIDEM), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Fundação SOS MATA ATLÂNTICA e Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH).

Esta pesquisa retornou dados tais como instrumentos legais locais, diagnósticos pretéritos da bacia e sub-bacia hidrográfica, dados censitários em planilhas de Excel, dados quantitativos de aspectos físicos e dados locais do estado de Pernambuco dispostos em arquivos shape.

Tais dados foram tratados e filtrados para o município em estudo e, só então, trabalhados.

3.2.4 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

3.2.4.1 VETORIZAÇÃO

Os trabalhos de vetorização foram realizados sobre a base de imagens de satélites do Google Earth. Na escala histórica oferecida pelo programa, a imagem mais atualizada do centro urbano de Vitória de Santo Antão datava do ano de 2011. Sobre esta, foi realizada a vetorização individualizada da margem direita e em seguida da margem esquerda.

Foram selecionados como pontos de início e final de vetorização a junção do rio Tapacurá com seu afluente rio Natuba e a ponte sobre a PE 050, respectivamente. Estes pontos encontram-se nos extremos do núcleo urbano do município.

É importante ressaltar que as margens foram vetorizadas considerando o disposto no Novo Código Florestal, que considera a delimitação da APP a contar da borda da calha do leito regular do rio, isto é, da calha por onde correm as águas durante o ano, não considerando a cota máxima do rio sob o aspecto sazonal.

Os resquícios de mata ciliar e as habitações irregulares nas Áreas de Preservação Permanente também foram vetorizados, mas isto só foi possível depois da etapa de delimitação das APP. Todo este trabalho foi feito sobre a alta ampliação oferecida pelo programa Google Earth, correspondente a escala numérica aproximada de 1:1000 e altitude do ponto de visão de 380 metros.

A vetorização resultou em arquivos KML (Keyhole Markup Language), uma linguagem de marcação padrão que permite a exibição de dados geográficos em SIG, tais como pontos, linhas, polígonos e imagens.

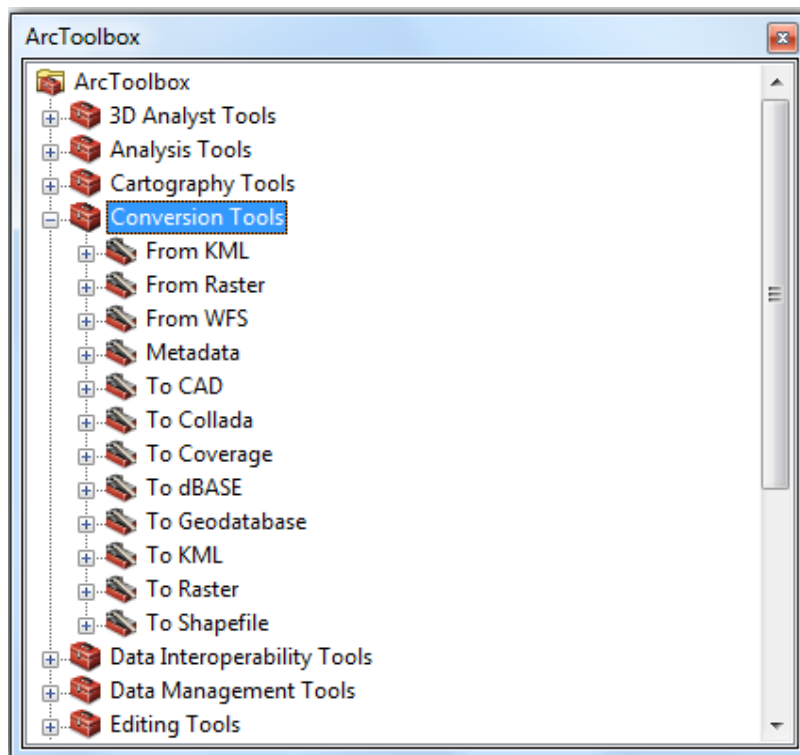
3.2.4.2 APLICAÇÃO DE BUFFER

Após a vetorização das margens do rio de maneira individualizada no Google Earth, os arquivos foram importados para o ArcMap (íntegra o ArcGIS) e transformados em arquivos shape, utilizando-se a ferramenta de conversão do ArcToolBox do software (Figura 15).

Em seguida, procedeu-se a conversão do Sistema Global de Coordenadas geográficas, haja vista que os arquivos do Google Earth não estavam padronizados no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) e projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM). Para este procedimento utilizou-se a ferramenta de gestão de

dados também do ArcToolBox. A partir destas alterações, foi possível ter um shapefile padronizado.

Figura 15 – ArcToolbox do ArcMap, detalhe para a ferramenta de conversão.



Fonte: ArcMap, 2015.

A partir de então foi necessário criar pontos de quebra nos vetores das margens haja vista que a delimitação das APP, segundo o Novo Código Florestal, é escalonada de acordo com a largura do rio.

As variações no comprimento da calha regular do rio foram consideradas antes de se utilizar a operação de delimitação das margens, utilizando ferramentas de mensuração (Measure) e quebra de pontos (Split Tools). Só então foi possível adicionar, na tabela de atributos de cada shape (margem esquerda e margem direita), uma coluna com os enquadramentos de APP correspondentes para cada trecho individualizado (Figura 16).

Por fim, o comando de delimitação de APP, ou buffer, comumente utilizado em SIGs, foi executado e gerou para cada trecho de cada margem a área de proteção correspondente em novo shape.

Estes foram convertidos em kml, utilizando a mesma ferramenta de conversão citada anteriormente, e retornaram para o Google Earth a fim de delimitar a vetorização dos resquícios de matas ciliares e ocupações irregulares em áreas de preservação.

Figura 16 – Detalhe da tabela de atributos do shapefile da margem esquerda do Rio Tapacurá, com inserção de faixas de APP escalonadas conforme Código Florestal.

FID	Shape *	OM	FolderPath	S	A	B	C	E	S	P	S	APP
0	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	50
1	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	50
2	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	30
3	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	50
4	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	30
5	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	50
6	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	30
7	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	50
8	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	30
9	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	50
10	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	30
11	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	50
12	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	30
13	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	50
14	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	50
15	Polyline ZM	0 r	rio_margem_esquerda.kml	0	0	0	-	0			0	30

Fonte: ArcMap, 2015.

3.2.4.3 JUNÇÃO DE POLÍGONOS

A vetorização dos alvos “fragmentos de vegetação ciliar” e “ocupações irregulares em APP” geraram diversos polígonos correspondentes a cada trecho de rio analisado. Sendo assim, os polígonos tiveram de ser salvos como um único arquivo kml que em seguida foi convertido em shape e ajustado quanto à projeção cartográfica e sistema geodésico de referência.

Este procedimento de junção dos diversos polígonos vetorizados possibilitou uma melhor visualização e manipulação no Sistema de Informações Geográficas e a realização do cálculo de área total destes alvos.

3.2.4.4 CÁLCULO DE ÁREAS

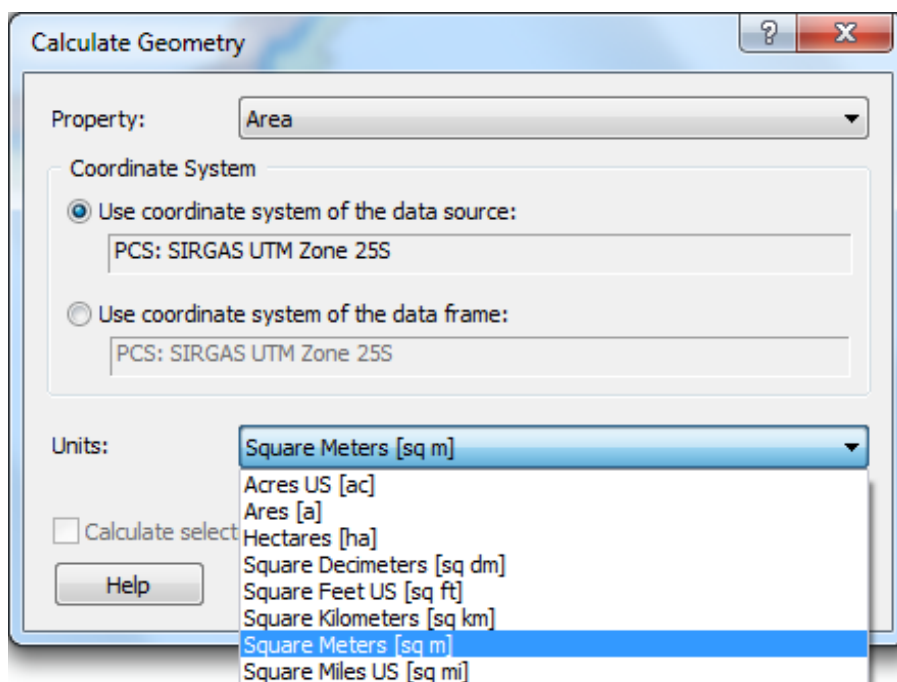
Delimitadas as áreas de preservação permanente às margens do rio e criados os respectivos arquivos shape, foi possível inserir campo na tabela de atributos e efetuar o

comando de cálculo de área, que retornou a área em metros quadrados (Figura 17). Da mesma forma se procedeu com os shapefiles correspondentes aos resquícios de vegetação ciliar e ocupação irregular.

Esta etapa permitiu diagnosticar não só a área total de preservação permanente, mas também a área total correspondente a vegetação ciliar e ocupação antrópica para ambas as margens do trecho estudado.

Só a partir dos cálculos de área foi possível estabelecer os percentuais de APP recoberta por vegetação ciliar e de APP indevidamente ocupada por habitações, comércios e outras atividades humanas.

Figura 17 – Detalhe da ferramenta de cálculo geométrico, calculando a área do shapefile e retornando-a em metros quadrados.



Fonte: ArcMap, 2015.

3.2.5 DIAGNÓSTICO ATUALIZADO DAS APP DO RIO

3.2.5.1 TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo consistiu em percorrer a extensão do rio no trecho estudado e observar para cada um dos dez bairros cujo contato com o rio é direto, as seguintes características: ocupações irregulares em APP, características da vegetação e pontos críticos

de degradação ambiental. Para isto, foi padronizado um instrumento de levantamento de dados, preenchido para cada bairro em todas as visitas (Apêndice A).

No decorrer deste trabalho, além dos registros descritivos, foram realizados diversos registros fotográficos que foram separados em pastas correspondentes a cada bairro, a fim de compor um banco de dados que será disponibilizado, junto aos outros produtos desta pesquisa, ao poder público local.

3.2.6 ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

O Sistema de Informações Geográficas foi composto por diversos shapefiles baixados de sites institucionais e adquiridos durante cursos e eventos científicos ao longo do mestrado. Todos os arquivos encontravam-se no Sistema Geodésico de Referência em uso no Brasil, o SIRGAS 2000, e sob a projeção cartográfica mais utilizada no mundo, a Universal Transversa de Mercator (UTM).

Os temas que compuseram o SIG estavam direcionados a Região Nordeste ou ao estado de Pernambuco. Para caracterizar o município, foi necessário fazer o recorte de cada shape no ArcMap utilizando a ferramenta Clip do ArcToolBox. Só então foram observadas características exclusivas do município e realizada a atualização de alguns shapes, com inserção ou rearranjo de pontos a partir do Start Editing.

Compuseram o SIG os arquivos em shape de regiões de desenvolvimento de Pernambuco, bacias hidrográficas, municípios pernambucanos, município de Vitória de Santo Antão, rodovias federais e vicinais (atualizado para o município em estudo), localidades urbanas (atualizado para o município em estudo), solos, hidrografia geral, rio Tapacurá (atualizado para o município em estudo), fragmentos florestais, margens do rio individualizadas e APP correspondentes (gerados neste trabalho), matas ciliares e ocupações em APP (gerados neste trabalho) e pontos críticos de degradação em APP no núcleo urbano (gerado neste trabalho).

3.2.6.1 ELABORAÇÃO DE MAPAS

O banco de dados descrito acima subsidiou a elaboração de mapas que caracterizam o município em estudo. Os mapas foram criados no Layout View do ArcMap com todos os elementos básicos exigidos: legenda, norte magnético, informações dos sistemas de coordenadas e projeção, escala e grid georreferenciado.

3.2.6.2 GEORREFERENCIAMENTO DE IMAGENS

Para Elaboração da carta-imagem do centro urbano do município e mapa de pontos críticos de degradação ambiental, foi necessário utilizar uma imagem salva do Google Earth. Como esta imagem não é salva preservando o atributo locacional, foi necessário georreferenciá-la utilizando o ArcMap. Para esta etapa foram inseridos 30 pontos de controle georreferenciados na imagem obtida.

3.2.6.3 INSERÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS DE DEGRADAÇÃO

As coordenadas Geográficas dos pontos críticos de degradação em APP no núcleo urbano, coletadas no trabalho em campo, foram digitadas em uma tabela de Excel e em seguida importados para o ArcMap. Procedeu-se a visualização dos pontos (Display XY Data) e a transformação deste arquivo em shapefile para compor mais um layer (ou camada) do SIG elaborado neste trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A margem direita do rio apresentou extensão vetorizada de 7,88 km, enquanto que a esquerda mediu 7,89 km. Nesta extensão, a maior largura registrada para o rio, considerando seu leito regular, foi de 64,2 m e a menor de 3,3 m. Estes valores foram registrados pontualmente, pois se observou que em toda a extensão do rio, a largura do leito variou de 5 a 50 m. Desta forma, os valores extremos não foram considerados na operação buffer.

Como a calha menor do rio apresentou larguras escalonadas (5 a 50 m), os buffers de área foram aplicados também escalonadamente, visando a correspondência ao Código Florestal. Nas áreas onde extensão era menor que 10 m, se aplicou buffer de 30 m para direita e para esquerda. Quando ultrapassado o valor de 10 m, foi aplicado um buffer de 50 m para cada lado.

Estas operações resultaram em uma Área de Preservação Permanente de 361.900 m² para margem direita e 367.600 m² para margem esquerda, totalizando 729.500 m² de área legalmente protegida no núcleo urbano do município.

Considerando a área total das APP, sabe-se que apenas 15,80% (115.267,85 m²) desta área está ocupada por vegetação, sendo 6,39% (46.637,65 m²) na margem direita e 9,41% (68.630,2 m²) na margem esquerda.

As ocupações antrópicas somaram 10,87% (79.305,15 m²) da área total de preservação permanente para o trecho marcado do rio. Destes, 5,62% (41.033,91 m²) estão na margem direita e 5,25% (38.271,24 m²) na margem esquerda.

O percentual restante da área total calculada para APP, equivalente a 73,33% (534.927 m²), estava ocupada por vegetação rasteira (geralmente gramíneas ou herbáceas diversas), bancos de areia ou alagadiços associados direta ou indiretamente ao rio.

A Tabela 6 reúne os principais resultados obtidos na delimitação das APP.

Tabela 6 – Resultados do cálculo de área e porcentagem equivalente na APP.

Uso	Área total em m ²	Porcentagem (%)
APP	729.500	100
Fragmentos de mata ciliar	115.267,85	15,80
Ocupação antrópica	79.305,15	10,87
Outros (vegetação herbácea, bancos de areia, áreas alagadas)	534.927	73,33

Observa-se que em ambas as margens os valores pertinentes à vegetação ciliar são ínfimos, o que pode estar relacionado às ocupações irregulares em APP que fortalecem a degradação e desmatamento destes ecossistemas.

Além disso, ressalta-se que as matas ciliares no trecho analisado encontravam-se em alto estágio de degradação e fragmentação, o que pode comprometer ainda mais suas funções ambientais.

4.2 DIAGNÓSTICO ATUALIZADO

4.2.1 MATA CILIAR

Durante a vetorização da vegetação ciliar, o sensoriamento remoto permitiu identificar que os resquícios ali presentes correspondiam a árvores isoladas e pequenos adensamentos de arbustos e árvores fortemente fragmentados e degradados. Estes registros datavam do ano de 2011.

O trabalho de campo corroborou estas informações e fez um levantamento atualizado das principais espécies da flora (arbustos e árvores) presentes nas margens do rio Tapacurá, no trecho que corta o núcleo urbano do município em estudo.

Foi encontrada uma variedade de espécies considerável, no entanto a maioria encontrava-se isolada. Outro detalhe é que foram encontradas poucas espécies nativas da mata atlântica, predominando as exóticas, subspontâneas e invasoras. As principais espécies foram listadas no Quadro 4.

O Plano Hidroambiental da Bacia do Capibaribe, que diagnosticou de uma maneira geral a vegetação às margens dos rios e riachos da bacia hidrográfica, afirma que as matas ciliares correspondem a faixas estreitas e descontínuas de vegetação exótica potencialmente invasora ou de árvores isoladas pioneiras e exóticas.

Em se tratando especificamente de áreas urbanas da Zona da Mata (região onde se insere o rio Tapacurá), este plano destaca ainda as principais espécies encontradas em APP: *Cecropia sp* (embaúba), *Mimosa bimucronata* (espinheiro) e *Syzygium cumini* (azeitona-roxa) (SRH, 2010).

Assim como o que foi diagnosticado no plano referenciado anteriormente, o presente trabalho destaca a grande quantidade de exóticas e pioneiras presentes nestas formações. Das 31 espécies encontradas, 19 foram classificadas como exóticas, o correspondente a mais de 60% das espécies (63,33%). Além disso, foi possível constatar a degradação nas áreas

visitadas através da presença de espécies como Fedegoso e Espinheiro, encontradas com bastante frequência em áreas degradadas.

Quadro 4 – Espécies da flora encontradas na mata ciliar do município de Vitória de Santo Antão.

Nome vulgar	Nome Específico	Família	Nativa ou Exótica
Acácia mimosa	<i>Acacia podalyriifolia</i>	Fabaceae (Mimosoideae)	Exótica (Austrália)
Acerola	<i>Malpighia glabra</i>	Malpighiaceae	Exótica (Antilhas)
Algaroba	<i>Prosopis juliflora</i>	Fabaceae (Leguminosae)	Exótica (Peru)
Algodoeiro-da-praia	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Malvaceae	Exótica (Pacífico)
Azeitoneira	<i>Syzygium cumini</i>	Myrtaceae	Exótica (Índia)
Bambu	<i>Bambusa gracilis</i>	Poaceae	Exótica (Ásia)
Bananeira	<i>Musa spp.</i>	Musaceae	Exótica (Ásia)
Brasileirinho	<i>Erythrina indica picta</i>	Fabaceae (Leguminosae)	Exótica (Austrália e Ásia)
Cajazeira	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Nativa (América do Sul)
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidaceae	Exótica
Castanhola	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	Exótica (Índia)
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	Exótica (Ásia)
Embaúba	<i>Cecropia sp.</i>	Urticaceae	Nativa
Espinheiro	<i>Mimosa bimucronata</i>	Fabaceae (Mimosoideae)	Nativa (América do Sul)
Fedegoso-gigante	<i>Senna alata</i>	Fabaceae (Leguminosae)	Nativa (América do Sul)
Fruta-pão	<i>Artocarpus incisa</i>	Moraceae	Exótica (Ásia)
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Nativa (América Tropical)
Jambeiro	<i>Syzygium malaccense</i>	Myrtaceae	Exótica
Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	Exótica (Índia)
Jenipapeiro	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	Nativa (América Tropical)
Lacre	<i>Vismia brasiliensis</i>	Clusiaceae	Nativa
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae (Mimosoideae)	Exótica (América Central)
Mamona	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	Exótica (África)
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Exótica (Ásia)
Pau-brasil	<i>Caesalpinia echinata</i>	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nativa
Pau-cigarra	<i>Senna multijuga</i>	Fabaceae (Leguminosae)	Nativa
Pinheira	<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	Exótica (Antilhas)
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Fabaceae (Mimosoideae)	Nativa (Nordeste do Brasil)
Siriguela	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	Nativa (América do Sul)
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae (Leguminosae)	Nativa (América Tropical)
Tamarineiro	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	Exótica

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

A presença de espécies frutíferas diversas como bananeira, acerola, mangueira, carambola, azeitoneira e jabeira confirmam a ocupação humana em APP já que estas árvores são plantadas pelo homem tanto para subsistência quanto para o comércio.

4.2.2 OCUPAÇÃO ANTRÓPICA IRREGULAR EM APP

Depois que nasce no município de Gravatá, o rio Tapacurá corta os municípios de Chã Grande e Pombos onde recebe alta carga de esgotos domésticos e agrotóxicos (BRAGA,2001). Assim que adentra o município em estudo, o rio corta a comunidade rural de Dois Leões, e os bairros de Cajueiro, Campinas e Caiçara, com os quais estabelece contato indireto. Adentra no distrito industrial do município onde recebe carga de efluentes industriais e passa pelas comunidades rurais de Natuba e Figueiras, onde recebe nova carga de agrotóxicos.

Só então chega à área em estudo, aos bairros que formam o núcleo urbano do município de Vitória de Santo Antão e que estabelecem contato direto com ele. São dez bairros ao todo, cinco pela margem direita e cinco pela margem esquerda.

Para cada um dos bairros foi realizado diagnóstico de ocupação antrópica irregular nos limites da APP. Além disso, foram georreferenciados Pontos Críticos de Degradação Ambiental (PD) que serão detalhados no subitem seguinte.

O bairro da Mangueira (margem esquerda) tem 2383 moradores distribuídos em 782 moradias particulares permanentes (IBGE, 2010). O trabalho de campo evidenciou neste bairro a presença de muitas casas e pequenos comércios (lojas e bares) ocupando irregularmente a Área de Preservação Permanente.

Além disso, foi possível identificar uma comunidade com casas muito precárias, pocilgas e estábulos, próximo à ponte sobre o rio. A maioria das pessoas que ali moram são catadores de materiais recicláveis, cuja sobrevivência depende da venda para recicladoras e também de programas federais de transferência direta de renda, como o Bolsa Família e outros programas municipais, como o Mais Renda. As últimas enchentes do rio afetaram diretamente estes moradores tendo em vista que os mesmos sobrevivem praticamente no mesmo nível do rio. Apesar de beneficiados com o Programa Federal Minha Casa Minha Vida, em 2010, a maioria voltou ao seu lugar de origem.

Esta ocupação irregular resulta no despejo direto do esgotamento sanitário no rio, depósito de resíduos diversos na margem e presença de animais (cavalos, porcos e galinhas) vagueando e também poluindo o recurso hídrico.

Nesta comunidade (Figura 18) foi marcado o primeiro ponto crítico de degradação ambiental (PD 1), o qual deve ser observado com prioridade pelo poder público local, já que este é o bairro mais próximo da Prefeitura municipal.

Figura 18 – Depósito de resíduos sólidos na margem esquerda do rio Tapacurá. Bairro da Mangueira. Ponto de Degradação 1 (PD 1).



Fonte: David Azevedo, 2015.

O bairro do Jardim Ipiranga (margem direita) registra a segunda maior população residente dentre os bairros estudados. São 5777 moradores, distribuídos em 1796 domicílios, segundo último censo do IBGE (IBGE, 2010).

Durante a visita em campo foi possível observar diversas ocupações irregulares na margem do rio. São geralmente casas de médio a baixo padrão, prédios residenciais, comércios diversos como oficinas de reparos automotivos, bares de pequeno porte e campos de futebol e até atividades de agricultura, nas proximidades com a comunidade de Figueiras.

Como consequência desta ocupação indevida, foram registrados e georreferenciados dois pontos de degradação no bairro (PD 2 e PD 3), que correspondem ao despejo do esgotamento sanitário direto no rio (Figura 19) e depósitos de resíduos sólidos diversos com presença de animais e erosão da margem (Figura 20), ambos na localidade do Mário Bezerra.

Figura 19 – Esgotamento sanitário disposto no rio Tapacurá. Bairro do Jardim Ipiranga (Localidade Mário Bezerra). Ponto de Degradação 2 (PD 2).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 20 – Acúmulo de resíduos sólidos, presença de animais e erosão da margem do rio. Bairro do Jardim Ipiranga (Localidade Mário Bezerra). Ponto de Degradação 3 (PD 3).



Fonte: David Azevedo, 2015.

O bairro do Centro (margem esquerda), com 2393 moradores e 810 residências (IBGE, 2010), destaca-se pelo processo de verticalização de prédios e construção de estabelecimentos e galpões em APP em função da especulação imobiliária, já que neste encontra-se a principal avenida comercial do município, a Avenida Mariana Amália.

Além das construções diversas, foram registrados lava-jatos e oficinas nas margens do rio (no centro comercial), bem como casas extremamente precárias e pocilgas (na Rua Primitivo de Miranda).

Foi registrado que os moradores de casas extremamente precárias utilizam a água do rio que mina de escavações feitas em sua margem para sua assepsia, pois nem todos dispõem de sistema de abastecimento de água, o que causa doenças recorrentes aos locais.

São consequentes a estas ocupações a desembocadura de óleos e detergentes provenientes de alguns lava-jatos beira-rio, depósito e queima de resíduos sólidos e assoreamento da calha do rio. As Figuras 21 e 22 mostram as áreas degradadas georreferenciadas para o bairro (PD 4 e PD 7).

Figura 21 – Ocupação irregular, lava-jato e oficina causando poluição do recurso hídrico.

Bairro do Centro (centro comercial). Ponto de Degradação 4 (PD 4).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 22 – Resíduos sólidos e esgotamento sanitário dispostos na margem do rio. Bairro do Centro (Rua Primitivo de Miranda). Ponto de Degradação 7 (PD 7).



Fonte: David Azevedo, 2015.

O bairro de Nossa Senhora do Amparo (margem direita) tem 4171 habitantes distribuídos em 1271 domicílios (IBGE, 2010). Mais uma vez a ocupação desordenada em APP chama à atenção, pois neste bairro algumas casas se projetam para dentro do rio, fazendo com que já não exista área de margem livre.

Pequenos mercados, vendas e salões de beleza também foram observados, sobretudo nas proximidades da ponte que liga o bairro ao centro comercial do município. Foram registrados ainda pocilgas e estábulos, bem como animais soltos vagando pela margem.

Foram georreferenciados para este bairro dois pontos de degradação ambiental: drástico assoreamento observado (Figura 23, PD 5) e disposição de esgotos domésticos e resíduos sólidos no rio e em suas margens (Figura 24, PD 6).

O bairro da Matriz (margem esquerda), com 5387 habitantes e 1761 moradias (IBGE, 2010), apresentou um pequeno adensamento de casas próximas ao rio, sobretudo nas proximidades do Maranhão. Além disso, foram registrados poucos bares e vendas, um campo de futebol e uma grande propriedade onde se executa serviços para automóveis.

Desta ocupação resultam a degradação de matas ciliares, encaminhamento de esgotos in natura para o rio e o depósito de resíduos sólidos diversos incluindo filtros de automóveis e resíduos de construção civil. Foram registrados neste bairro dois pontos críticos de depósito

irregular de resíduos sólidos (Figuras 25 e 26, PD 9 e PD 11).

Figura 23 – Ocupação irregular e assoreamento evidente no leito do rio. Bairro de Nossa Senhora do Amparo. Ponto de Degradação 5 (PD 5).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 24 – Esgotamento sanitário e resíduos sólidos dispostos no rio Tapacurá. Bairro de Nossa Senhora do Amparo. Ponto de Degradação 6 (PD 6).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 25 – Depósito de resíduos sólidos diversos nas margens do rio Tapacurá. Bairro da Matriz. Ponto de Degradação 9 (PD 9).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 26 – Depósito de resíduos sólidos com destaque para os resíduos referentes a reparos de automóveis. Bairro da Matriz. Ponto de Degradação 11 (PD 11).



Fonte: David Azevedo, 2015.

O bairro do Maranhão (margem direita) possui 566 habitantes e 154 domicílios particulares permanentes levantados no último censo do IBGE (IBGE, 2010).

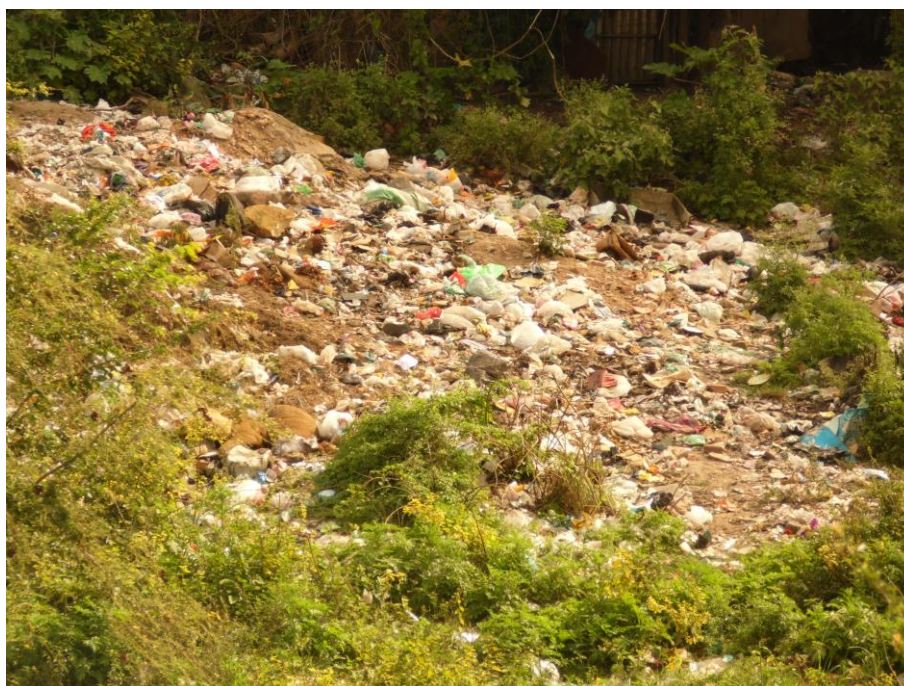
Foram encontradas nas APP muitas habitações, pocilgas e estábulos e alguns pontos de agricultura comercial, destacando-se a cultura de banana. Além disso, comércios pequenos como serralharias, vendas e lava-jatos foram registrados, sobretudo nas proximidades à ponte de acesso ao bairro. Destaca-se ainda um campo de futebol e casas de baixo padrão na localidade do Treze.

Muitos destes moradores têm sofrido com enchentes em épocas chuvosas no município. Na última grande enchente, em 2011, as “casas ciliares”, moradias que ocupam indevidamente as áreas ciliares da margem, foram danificadas severamente, provocando inclusive óbitos.

Destacam-se como impactos ambientais, a deposição e disposição final incorreta de resíduos sólidos, erosão e aterro das margens e contaminação do recurso hídrico tanto por efluentes domésticos, quanto por dejetos provenientes da criação de animais.

Foram registrados dois pontos de degradação neste bairro, nas Figuras 27 e 28 (PD 8 e PD 10).

Figura 27 – Resíduos sólidos acumulados e queimados em terreno às margens do rio. Bairro do Maranhão (localidade do Treze). Ponto de Degradação 8 (PD 8).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 28 – Resíduos de construção civil utilizados como aterro da margem do rio. Bairro do Maranhão. Ponto de Degradação 10 (PD10).



Fonte: David Azevedo, 2015.

O bairro do Cajá (margem esquerda), segundo o último censo do IBGE em 2010, tem população residente de 7644 moradores distribuídos em aproximadamente 2340 domicílios particulares permanentes. Este é o bairro com maior número de residentes.

Durante a visita a campo, ficou evidenciado a degradação de mata ciliar, decorrente da invasão das margens, principalmente pelas camadas pobres da população. São casas, barracos, pocilgas e estábulos, campos de futebol, bares e vendas.

Como impactos pode-se relatar o assoreamento da calha do rio como resultado da extração não licenciada de areia das margens e depósito de resíduos de construção civil e a contaminação da água pela deposição de resíduos (eletroeletrônicos, de construção civil e outros) e presença de inúmeras pocilgas nas margens do rio.

Tamanha a ocupação indevida nas margens deste bairro, foram registrados três pontos críticos de degradação nas localidades de Vila União (Figuras 29 e 30, PD 12 e PD 13) e Matadouro (Figura 31, PD 15).

Figura 29 – Ocupação irregular (casas e comércios), resíduos diversos dispostos nas margens e no curso de água. Bairro do Cajá (Localidade Vila União). Ponto de Degradação 12 (PD 12).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 30 – Resíduos de construção civil e outros depositados na margem do rio Tapacurá. Bairro do Cajá (Localidade Vila União). Ponto de Degradação 13 (PD 13)



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 31 – Disposição de ossadas de animais e outros resíduos dentro do rio e erosão da margem. Bairro do Cajá (Localidade Matadouro). Ponto de Degradação 15 (PD 15).



Fonte: David Azevedo, 2015.

No bairro de Redenção (margem direita), foram registrados poucas ocupações irregulares às margens do rio. Apesar de ter expressiva população residente com 2461 pessoas distribuídos em 751 domicílios (IBGE, 2010), as moradias do bairro não estabelecem contato direto com o rio, mas sim com um canal pluvial que, poluído, leva os resíduos sólidos e efluentes sanitários por fim ao rio Tapacurá. Não foi registrado nenhum ponto crítico de degradação ambiental neste bairro, porém ressalta-se a proximidade de atividades antrópicas como horticultura, criação de animais e escavação de barreiras no limite da APP.

O bairro de Conceição (margem direita) tem 1681 moradores e 533 domicílios (IBGE, 2010). Apesar do pequeno número de residências e moradores registrados em APP, o bairro apresentou um ponto crítico de expressiva degradação ambiental, onde consta um grande depósito de resíduos sólidos (incluindo resíduos eletroeletrônicos), pocilgas e pastagem à beira do rio e erosão de margem. Este ponto crítico (PD 14) está registrado na Figura 32.

O último bairro é o de Água Branca (margem esquerda) com 2827 moradores e 863 domicílios (IBGE, 2010). Neste bairro foi registrada uma casa luxuosa em APP, bem como casas de baixo e médio padrão na localidade de Militina.

Foram referenciados dois pontos críticos de degradação ambiental em APP: a alta descarga de poluentes no rio através de córregos contaminados com choro e efluentes

sanitários (Figura 33, PD 16) e um ponto de depósito e queima de resíduos sólidos e escoamento do esgotamento sanitário direto para o rio, mais a jusante (Figura 34, PD 17).

Figura 32 – Grande acúmulo de resíduos sólidos registrado em APP, presença de animais soltos. Bairro de Conceição. Ponto de Degradação 14 (PD 14).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 33 – Contaminação de um córrego afluente na margem esquerda do rio Tapacurá. Bairro de Água Branca (Por trás do Galpão da Feira). Ponto de Degradação 16 (PD 16).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Figura 34 – despejo de esgotamento sanitário direto no rio. Bairro de Água Branca (Localidade Militina). Ponto de Degradação 17 (PD 17).



Fonte: David Azevedo, 2015.

Ao longo da pesquisa em campo foi possível observar pontos de eutrofização da água (Figura 35) em pequenos barreiros e alagadiços naturais ao longo das APP nos bairros do Centro, Cajá e Água Branca.

Figura 35 – Ponto de eutrofização em alagadiço. Bairro do Cajá.



Fonte: David Azevedo, 2015.

Durante os trabalhos de laboratório, com o uso do sensoriamento remoto, já havia sido constatada a presença de diversas ocupações nas APP, como casas de baixo, médio e alto padrão além de comércios diversos e campos de futebol.

Os trabalhos de campo confirmaram tais ocupações, bem como possibilitaram perceber que, desde 2011 (data do banco de imagens do software utilizado), a prática de uso e ocupação do solo em APP tem aumentado deliberadamente, destacando-se galpões e prédios comerciais no centro, moradias precárias sem esgotamento sanitário e o número de pocilgas e estábulos para criação de animais.

Além disso, se observou em campo que, à medida que a ocupação das margens aumenta, geram-se problemas como aterro do rio com resíduos de construção civil, despejo de efluentes sanitários no curso de água e depósito de resíduos sólidos de todas as naturezas, incluindo resíduos com componentes perigosos, como pilhas e baterias, resíduos eletroeletrônicos e resíduos farmacêuticos. Todo este panorama tem gerado impactos de grande magnitude aos recursos naturais no trecho estudado.

O Plano Hidroambiental da Bacia do Capibaribe (onde se insere o rio Tapacurá, que corta o município em estudo) legitima que nas áreas urbanas, as APP são ocupadas por edificações geralmente precárias, sem esgotamento sanitário, servindo também de depositário de resíduos sólidos.

Destaca também que as APP dos rios e riachos que compõem a bacia apresentam-se em elevado grau de degradação. Desta forma, a restauração destas áreas deve ser tratada como prioridade no planejamento da bacia, haja vista a urgência de medidas efetivas que viabilizem a conservação de seus recursos físicos, biológicos e socioeconômicos (SRH, 2010).

O Plano de Ação para a Gestão Ambiental do Rio Tapacurá, corrobora a falta de saneamento básico como um dos maiores problemas no núcleo urbano do município estudado, sobretudo nos bairros periféricos, que contribuem com grande parte da carga poluidora do rio.

Ainda segundo o plano, isto provoca doenças por veiculação hídrica, especialmente na população de baixa renda, e resulta no quadro de eutrofização, com proliferação de algas tóxicas e consequentes riscos à população (BRAGA, 2001).

Os problemas socioambientais acima relatados foram reapresentados no diagnóstico deste trabalho, o que sugere a inércia do poder público local quanto à mitigação destes danos.

Além das fontes poluidoras referenciadas, Braga (2001) destaca a existência de um matadouro funcionando e de lava-jatos no contexto urbano. O presente trabalho verificou que as atividades do matadouro público municipal foram interditadas desde 2012, entretanto o

ponto de degradação próximo (PD 15) evidenciou a presença de diversas ossadas de animais depositadas nas margens do rio. Quanto aos lava-jatos, foi possível identificar que esta atividade constitui uma das mais frequentes tanto nas proximidades do rio Tapacurá (PD 4), quanto nas proximidades de canais pluviais ou de afluentes, o que sugere uma maior fiscalização por parte do órgão ambiental local.

As dez comunidades visitadas neste trabalho pertencem ao perímetro mais central do município, onde se desenvolve o comércio e, portanto, cada pedaço de terra tem alto valor na especulação imobiliária. Nos últimos anos há, ainda, uma mudança nos investimentos no meio rural para as áreas periurbanas e urbanas, decorrente de impulsos na produção industrial do município. Isto impulsiona principalmente as construções irregulares em APP para o desenvolvimento de bares e restaurantes, salões de beleza, lava-jatos e outros serviços.

Sendo assim, urge o desenvolvimento de medidas drásticas no planejamento territorial, que visem a restrição da ocupação antrópica e a recuperação das áreas de preservação permanente às margens do rio Tapacurá, isto é, faz-se necessário cumprir a lei instituída. Alencar (2015) assevera que o cumprimento do Novo Código Florestal nas cidades sempre gera a maior celeuma, enquanto que nas comunidades rurais gera punição rigorosa, o que demonstra que no país esta lei parece ter “dois pesos e duas medidas”.

Assim como as grandes civilizações da história da humanidade tiveram seus berços às margens de grandes rios (Tigre, Nilo, Jordão, Eufrates), no Brasil, a história mostra cidades nascendo às margens de rios, onde edificações emergem em áreas de preservação permanente e causam conflitos com a legislação ambiental (ALENCAR, 2015).

Este processo de ocupação irregular em APP, ao longo da história do país, se estabeleceu como uma necessidade do crescimento econômico e populacional. Mas não unicamente sob o império da necessidade, e sim, muitas vezes, em função do desrespeito ou ignorância para com as leis que visam manter áreas destinadas à preservação de recursos críticos à sociedade, tais como o recurso hídrico. Assim, a conseqüente destruição ou degradação dos ecossistemas ali presentes levou a extinção local de muitas espécies de plantas e animais, muitas das quais nem se chegou a conhecer, ou avaliar, em termos de suas potencialidades de uso em benefício do próprio homem (USP, 2006).

Os registros fotográficos, realizados durante a pesquisa de campo, comprovaram o desrespeito não só as delimitações impostas pela Lei 12.651/12, que institui o Novo Código Florestal Brasileiro, mas também a todas as legislações municipais que dispõem sobre o ordenamento territorial e preveem a defesa do meio ambiente.

A Lei Orgânica do município institui que o desenvolvimento deve estar conciliado

com a proteção ambiental, incumbindo-se ao poder público municipal ações efetivas e permanentes de gestão ambiental (Art. 84º e 87º). Já o Plano Diretor, que orienta-se pelo princípio da preservação e recuperação do ambiente natural, propõe ações prioritárias que incluam a recuperação de margens e recomposição de vegetação ciliar (Capítulo III, Art. 12, inciso II, alínea 'j'). Além disso, o Código de Defesa do Meio Ambiente municipal explicita a preservação integral de áreas marginais aos cursos de água, vetando as edificações para fins de moradia e comércio nestas áreas e determina a recuperação florestal para atividades de lazer e turismo (Capítulo IX, Art. 61, §2º).

Apesar deste aparato legal, este trabalho evidenciou que ao invés de intocadas, as APP do núcleo urbano vêm sendo irregularmente ocupadas, com consequências para a saúde ambiental e, portanto, saúde humana. Além disso, nenhuma ação efetiva e drástica tem sido tomada no que concerne a gestão ambiental destas áreas.

Apesar da considerável diferença no número de residentes e também de domicílios entre as comunidades trabalhadas, pode-se notar que os impactos ambientais sobre as margens do rio se repetem em todo perímetro urbano e sugerem revitalização imediata.

O enfrentamento destes problemas ambientais, sociais e econômicos, apesar de retórico, tem sido pouco efetivado nos municípios brasileiros. Segundo o último censo realizado, a região Nordeste possui 19 milhões de pessoas sem serviços ou tratamentos adequados de coleta de resíduos sólidos, por exemplo, o que significa um grande impulso à destinação final incorreta, seja na queima ou enterra, na disposição sobre terrenos baldios e logradouros e até mesmo na disposição em corpos hídricos e ambientes associados (IBGE, 2011).

O rio Tapacurá, é o principal rio que abastece o município de Vitória de Santo Antão. Em todo seu percurso, o rio sofre grandes impactos, principalmente decorrentes da ocupação indevida de suas margens. Ao longo das comunidades rurais do município, tal ocupação se dá com fins a agricultura, seja de subsistência ou comercial. Já nas áreas urbanas, são as moradias, geralmente precárias, que ocupam a margem do rio. Braga (2001), destaca o conflito de uso da água deste rio, tanto para as atividades de irrigação de lavouras, como para o abastecimento público, uso industrial, entre outros.

Especificamente nas comunidades urbanas, os fatores ocupação indevida das margens do rio e falta de um sistema de saneamento eficazes, proporcionam o fortalecimento da cultura de depositar resíduos e conduzir esgotos domésticos diretos ao rio, o que gera poluição e contaminação indiscriminada do corpo hídrico e, então, comprometimento dos ecossistemas locais aquáticos e terrestres.

Associado a isto, outro evidente impacto ambiental decorrente da ocupação indevida é a destruição de grandes áreas de mata ciliar. Estas matas constituem faixas de vegetação adjacentes aos corpos hídricos, ao longo dos quais podem ocupar dezenas de metros a partir das margens e apresentar variações na composição florística e na estrutura da comunidade biótica, dependendo das interações que se estabelecem entre o ecossistema aquático e sua vizinhança (OLIVEIRA-FILHO, 1994). Apesar de serem de grande importância ecológica, sua degradação naquela região é evidente.

Em seu estudo, na Região Metropolitana de Fortaleza, Loureiro e Meireles (2010) afirmam que a apropriação desordenada do solo urbano faz com que os indicadores de qualidade ambiental se agravem localmente, principalmente devido à contaminação por esgotos domésticos.

Para o município em estudo, Braga (2001) evidenciou que no trecho entre os municípios de Pombos e Vitória de Santo Antão, a qualidade de água piora consideravelmente estando comprometida pelo lançamento de efluentes domésticos e de pequenas fontes industriais, além do depósito de resíduos sólidos.

Melo (2012) identificou, através de análises de qualidade de água no período seco e chuvoso, a situação crítica de poluição e comprometimento do recurso hídrico oriundo do rio Tapacurá e também associou tal situação à poluição por esgotos domésticos, como evidenciado neste trabalho. Além disso, Dantas et al. (2010), confirmam que o rio Tapacurá é poluído por descargas de esgotos domésticos, industriais e agrícolas, o que leva ao comprometimento da qualidade de sua água.

Sobre a incorreta disposição de resíduos sólidos no ambiente, explicitada neste trabalho, Mucelin e Belline (2008) trazem que a produção exacerbada de lixo e a forma com que esses resíduos são tratados ou dispostos no ambiente geram intensas agressões tanto no contexto urbano quanto no não urbano. Segundo os mesmos autores, o desenvolvimento tecnológico contemporâneo e as culturas das comunidades têm contribuído para que essas alterações antrópicas ocorram com maior frequência.

Além disso, afirmam que a geração de lixo nas cidades é inevitável, devido à cultura do consumo, porém os serviços de coleta continuam ineficientes, não prevendo sequer a segregação dos resíduos na fonte (MUCELIN; BELLINE, 2008). Esta ineficiência do sistema de coleta foi fotografada na região em estudo, o que evidencia falhas no gerenciamento dos resíduos e o tímido investimento local em projetos de educação ambiental.

Ao ocupar as margens e provocar a destruição das matas ciliares, os danos ao ecossistema local são potencializados, tendo em vista suas importantes funções ecológicas tais

como a manutenção da qualidade da água, além da conservação da quantidade de animais e plantas nativas da região, tanto terrestres como aquáticos; a regulação do regime hídrico; a estabilização de margens do rio; a redução do assoreamento da calha do rio; a interligação dos fragmentos florestais na região facilitando o trânsito de diversas espécies de animais, pólenes e sementes, favorecendo o crescimento das populações de espécies nativas; as trocas gênicas e, conseqüentemente, a reprodução e a sobrevivência dessas espécies (MACEDO; KAGEYAMA; COSTA, 1993; PRIMACK; RODRIGUES, 2001; METZGER, 2003).

Os problemas socioambientais registrados por Braga (2001) e que ainda sucedem no trecho estudado do município de Vitória de Santo Antão depois de praticamente 15 anos, são os desmatamentos e ocupações desordenadas registrados em margens de rio, a poluição hídrica por efluentes domésticos, industriais e de pequenas fontes poluidoras (lava-jatos, oficinas, etc), a falta de levantamentos florísticos, fitossociológicos e faunísticos que permitam um diagnóstico da biodiversidade, a ineficiência de sistema de limpeza urbana e saneamento básico, erosão das margens e conseqüente assoreamento da calha do rio.

Alguns pontos já foram mudados desde o advento da criação da AMAVISA, como por exemplo, o desenvolvimento de projetos e ações ambientais, as discussões da gestão ambiental territorial de forma pontual, o licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras, a fiscalização e aplicação de autos de infração quando do desrespeito às normas ambientais.

No entanto, tendo em vista o diagnóstico realizado nesta pesquisa, pode-se afirmar que ainda há uma necessidade extrema não apenas de se atualizar os instrumentos legais de ordenamento territorial ou de propor criticamente mais soluções para os problemas, mas sim de efetivar ações já propostas, envolver os munícipes e criar indicadores que permitam o monitoramento da decisão tomada. Isto é, realizar a gestão ambiental local de maneira holística, democrática, participativa e sustentável.

4.2.3 PONTOS CRÍTICOS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

O trabalho exploratório às margens do rio possibilitou a visualização de alguns pontos críticos de degradação ambiental que tinham em comum a falta de vegetação ciliar, a ocupação urbana desordenada, os impactos ambientais recorrentes e a impossibilidade de recuperação natural, haja vista seu alto estágio de degradação.

Os pontos de degradação ambiental (PD) foram ordenados no sentido montante-jusante do rio e especializados sobre uma imagem de alta resolução, para melhor observação através

do Sensoriamento Remoto (Figuras 36 a 41).

Figura 36 – Ponto de Degradação 1 (PD 1) no bairro da Mangueira e Pontos 2 e 3 (PD 2 e PD 3) no bairro do Jardim Ipiranga.



Fonte: BaseMap (ArcGIS), 2015. Imagem GeoEye, anterior a 2011. Escala: 1: 2500.

Figura 37 – Ponto de Degradação 4 (PD 4) no bairro do Centro e Pontos 5 e 6 (PD 5 e PD6) no bairro de Nossa Senhora do Amparo.



Fonte: BaseMap (ArcGIS), 2015. Imagem GeoEye, anterior a 2011. Escala: 1: 2500.

Figura 38 – Ponto de Degradação 7 (PD 7) no bairro do Centro, Pontos 8 e 10 (PD 8 e PD 10) no bairro do Maranhão e Ponto 9 (PD 9), no bairro da Matriz.



Fonte: BaseMap (ArcGIS), 2015. Imagem GeoEye, anterior a 2011. Escala: 1: 2500.

Figura 39 – Ponto de Degradação 11 (PD 11) no bairro da Matriz



Fonte: BaseMap (ArcGIS), 2015. Imagem GeoEye, anterior a 2011. Escala: 1: 2500.

Figura 40 – Pontos de Degradação 12 e 13 (PD 12, PD 13) no bairro do Cajá e Ponto 14 (PD 14) no bairro de Conceição.



Fonte: BaseMap (ArcGIS), 2015. Imagem GeoEye, anterior a 2011. Escala: 1: 2500.

Figura 41 – Ponto de Degradação 15 (PD 15) no bairro do Cajá e Pontos 16 e 17 (PD 16 e PD 17) no bairro de Águas Brancas.



Fonte: BaseMap (ArcGIS), 2015. Imagem GeoEye, anterior a 2011. Escala: 1: 7000.

Os principais pontos críticos registrados foram georreferenciados e posteriormente inseridos no SIG elaborado, resultando no Mapa Global de Pontos Críticos em APP no Rio

Tapacurá (Figura 42). O Quadro 5 compila os Pontos de Degradação (PD) evidente e breve descrição dos impactos, bem como bairros correspondentes e coordenadas geográficas.

Quadro 5 – Resultados descritivos do trabalho em campo sobre cada PD.

Pontos Críticos De Degradação Ambiental				
Ref.	Bairro	Descrição	Lat.(S)	Long.(O)
PD 1	Mangueira	Ocupação Irregular (casas precárias, pocilgas e estábulos); Depósito de resíduos sólidos, Esgotamento sanitário despejado no rio; Animais nas margens	8° 7'31.25"	35°17'45.87"
PD 2	Jardim Ipiranga	Ocupação Irregular (casas); Esgotamento sanitário despejado no rio	8° 7'28.37"	35°17'37.08"
PD 3	Jardim Ipiranga	Ocupação Irregular (casas) Depósito de resíduos sólidos, Animais nas margens; Erosão da margem	8° 7'27.06"	35°17'36.15"
PD 4	Centro	Ocupação Irregular (galpões, oficinas e lava-jatos); Resíduos das atividades despejados no rio	8° 7'20.39"	35°17'37.79"
PD 5	Nsa Sra Amparo	Ocupação Irregular (casas e vendas); Esgotamento sanitário despejado no rio; Assoreamento	8° 7'20.78"	35°17'35.57"
PD 6	Nsa Sra Amparo	Ocupação Irregular (casas); Depósito de resíduos sólidos; Esgotamento sanitário despejado no rio; Animais nas margens	8° 7'19.20"	35°17'34.29"
PD 7	Centro	Ocupação Irregular (casa precárias, pocilgas); Depósito e queima de resíduos sólidos; Esgotamento sanitário despejado no rio; Uso de água do rio pelos locais; Assoreamento	8° 7'12.58"	35°17'27.22"
PD 8	Maranhão	Ocupação Irregular (casas, pocilgas e estábulos); Depósito e queima de resíduos sólidos, Animais nas margens	8° 7'14.01"	35°17'23.21"
PD 9	Matriz	Ocupação Irregular (casas); Depósito de resíduos sólidos; Esgotamento sanitário despejado no rio	8° 7'12.62"	35°17'22.89"
PD 10	Maranhão	Ocupação Irregular (casas, serralharias, lava-jatos, pocilgas); Aterro da margem com resíduos de construção civil	8° 7'13.47"	35°17'15.29"
PD 11	Matriz	Depósito e queima de resíduos sólidos (incluindo peças de automóveis)	8° 6'54.17"	35°17'1.05"
PD 12	Cajá	Ocupação Irregular (casas, bares e outros comércios); Depósito de resíduos sólidos (incluindo resíduos de construção civil, móveis, roupas, etc) dentro do curso de água; Esgotamento sanitário despejado no rio	8° 6'50.18"	35°16'59.30"
PD 13	Cajá	Ocupação Irregular (casas, campo de futebol); Depósito de resíduos sólidos	8° 6'46.10"	35°16'55.72"
PD 14	Conceição	Ocupação Irregular (pocilgas); Grande depósito de resíduos sólidos (incluindo resíduos eletroeletrônicos); Animais nas margens; Erosão da margem	8° 6'44.76"	35°16'53.15"
PD 15	Cajá	Ocupação Irregular (casas e muitas pocilgas); Esgotamento sanitário despejado no rio, Depósito de resíduos sólidos (incluindo resíduos eletroeletrônicos e ossadas de animais abatidos outrora)	8° 6'29.29"	35°16'54.70"
PD 16	Água branca	Esgotamento sanitário despejado indiretamente no rio (canais completamente poluídos, com carga alta de efluentes juntando-se ao rio)	8° 6'8.19"	35°16'45.69"
PD 17	Água branca	Depósito e queima de resíduos sólidos; Esgotamento sanitário despejado no rio	8° 6'6.70"	35°16'28.40"

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

4.3 PROPOSIÇÕES PRELIMINARES DE RECUPERAÇÃO

Apesar de indispensáveis para o equilíbrio ecológico entre os sistemas (ANDRADE; SANQUETTA; UGAYA, 2005), as matas ciliares foram historicamente degradadas pelo intenso, rápido e desordenado processo de urbanização e industrialização nos centros urbanos de todo o país.

No caso da área em estudo, Zona da Mata pernambucana, onde as matas ciliares são compostas de remanescentes florestais de mata atlântica, a degradação é histórica. Depois da extração do Pau-Brasil a atividade econômica implantada na atual Região da Zona da Mata foi o monocultivo latifundiário de cana-de-açúcar.

Essa cultura exótica foi implantada objetivando atender uma demanda do mercado mundial e com isso foi implantada em extensas áreas – latifúndios. Para isto, os colonizadores degradaram parte expressiva de nossa fauna e flora, em especial a Mata Atlântica. Segundo a Organização Não Governamental, SOS Mata Atlântica, hoje resta menos de 3% da sua formação original no Estado. Grande parte dessa vegetação original foi substituída pela cana-de-açúcar, por imposição dos colonizadores europeus ainda no século XVI (MACHADO; SILVA-JÚNIOR, 2009).

O Plano de Ação para a Gestão Ambiental do Rio Tapacurá, elaborado por Braga (2001), diagnosticou que apenas 6,4 % da superfície total da sub-bacia representa a cobertura vegetal remanescente fortemente fragmentada que tem sofrido queimadas e desmatamentos para expansão agrícola e pecuária, acelerando a erosão do solo e contribuindo para a redução do potencial hídrico da bacia.

O processo de urbanização também foi (e continua sendo) um dos fatores de degradação de tais áreas. Autores apontam que a urbanização em áreas que margeiam cursos de água, causam impactos de duas a três vezes maiores que em pequenas comunidades rurais. Isto porque traz consigo problemas como falta de saneamento básico, que ocasiona o lançamento de efluentes sanitários in natura e disposição de resíduos sólidos diversos nas margens ou nos cursos de água, poluição e contaminação hídrica do rio e dos lençóis freáticos, doenças e catástrofes à população, tais como enchentes (BARROS et al., 1995; TUCCI, 2002; BRITES, 2005; CECONI, 2010)

Na tentativa de transformar esta realidade, algumas ações já foram desenvolvidas no município de Vitória de Santo antão. Estas ações estão reunidas no Quadro 6 para um melhor entendimento.

Quadro 6 – Ações pontuais e projetos relacionados à proteção das margens do Rio Tapacurá na área de estudo.

Ano	Ações e Projetos	Autor(es)	Objetivos
2001	Gestão ambiental da bacia do rio Tapacurá – Plano de ação	Professores da UFPE sob coordenação do professor Ricardo Braga (BRAGA, 2001)	Realizar diagnóstico da sub-bacia do Tapacurá e respectivo plano de gestão ambiental
2006	Recuperação e preservação de uma área de mata ciliar do Rio Tapacurá no município de Vitória de Santo Antão – PE como instrumento de educação ambiental	Alunos de um projeto de extensão orientados pela professora Rogéria Mendes, da então Escola Agrotécnica Federal local (ILÁRIO et al., 2006)	Reflorestar simbolicamente uma área degradada no centro urbano, buscando sensibilizar a população de dois bairros quanto à importância das matas ciliares
2006 a 2009	“Reflorestágua: Reflorestando e Protegendo as águas do Tapacurá”	Sociedade Nordestina de Ecologia (SNE) em parceria com o Serviço de Tecnologia Alternativa (SERTA) e Grupo de Recursos Hídricos da UFPE. Projeto, financiado pela Petrobrás.	Realizar as etapas de educação ambiental e mobilização social, reflorestamento participativo de matas ciliares na zona rural, monitoramento de água participativo e estímulo à participação social nas políticas públicas
2012-2015	Recuperação de matas ciliares e ambientes degradados por meio da transferência de tecnologias sustentáveis	Professores do <i>campus</i> local do IFPE em parceria com a Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente (BARRETO et al., 2012)	Plantar 200 mil mudas de espécies nativas, visando recuperar matas ciliares e ambientes degradados em 25 comunidades rurais, engenhos e assentamentos no município
2013	Reflorestamento de uma área de mata ciliar do Rio Tapacurá, como instrumento para a educação ambiental	Alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do <i>campus</i> local da UFPE sob orientação de um professor do mesmo núcleo (MOURA et al., 2013)	Sensibilizar alunos e comunidade sobre a importância das matas ciliares através da educação ambiental e prática de reflorestamento simbólico em uma área da zona urbana.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Como diagnosticado no trabalho de campo, nenhuma das ações desenvolvidas no município significou uma mudança efetiva na recuperação das áreas de preservação permanente, especialmente no centro urbano.

O projeto “Janelas para o Rio” é outra ação prevista para a localidade desenvolvida pela Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) e financiada pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), que busca a revitalização da bacia hidrográfica do rio Capibaribe, na qual se insere a sub-bacia do rio Tapacurá.

Esta ação havia sido elencada no eixo socioambiental do Plano Hidroambiental da Bacia do Capibaribe, em 2010, e busca recuperar áreas, inclusive urbanas, através da recomposição da vegetação com espécies nativas, da contenção de encostas e controle da

erosão e proteção das margens dos corpos de água. Os municípios de Vitória de Santo Antão e Taquaritinga do Norte já contam com áreas incluídas neste projeto.

O edital da FEHIDRO para o município de Vitória de Santo Antão foi aprovado entre 2010 e 2011, porém nenhuma ação ainda foi realizada. Recentemente, foram retomadas no município as discussões sobre este projeto.

Na iminência de se desenvolver o projeto “Janelas para o Rio”, que diferente dos já realizados volta-se prioritariamente para zona urbana do município, há uma demanda de diagnósticos atualizados das margens e dados técnicos georreferenciados que subsidiem as etapas e ações de recuperação previstas. Neste contexto, os resultados demonstrados e os produtos disponibilizados ao Poder público local poderão subsidiar as ações vindouras de requalificação do município.

O termo “recuperação”, quando utilizado para áreas degradadas, geralmente refere-se não só a inserção de espécies nativas através do replantio, mas a garantia do alcance da estabilidade ecológica local, isto é, o retorno do local a uma forma de utilização que será obtida em conformidade com os valores ambientais, econômicos, estéticos e sociais de circunvizinhança (MOTA, 2008). A recuperação é apenas um termo genérico que inclui todos os aspectos de qualquer processo que leve uma nova utilização da área degradada (MENDES-FILHO, 2004).

Sobre os sistemas de recuperação indicados, Rodrigues e Gandolfi (2004) consideram que reconstruir ecossistemas ciliares implica em conhecer a complexidade dos fenômenos que se desenvolvem nestas formações, tendo em vista sua gama de funções ecológicas, tais como abrigar inúmeras espécies, fornecer alimentos à fauna, proteger os cursos de água, evitar erosões nos solos e preservar a biodiversidade, regular o fluxo de água, aumentar a infiltração das águas do escoamento superficial no solo, manter a qualidade da água, reduzir o impacto direto da chuva no solo, agir como filtros, reduzindo a entrada de fertilizantes e agrotóxicos para o rio, conter as enxurradas e reduzir o assoreamento da calha do rio, manter a estabilidade térmica da água, prevenindo o aumento da temperatura da água e mantendo mais alta a quantidade de oxigênio na água e, portanto, auxiliam para melhorar a qualidade da água (LEANDRO; VIVEIROS, 2003; LIMA; ZAKIA, 2004).

Segundo Crestana (2006), a escolha do método de recomposição florestal mais adequado para uma determinada área vai depender de vários fatores, dentre os quais estão: o grau de degradação da área, o histórico da área, a disponibilidade de sementes e mudas no mercado, a existência de máquinas e implementos agrícolas e dos recursos financeiros disponíveis para tal fim.

Deve-se considerar sempre de início os processos naturais de recuperação da floresta, pois a recuperação não compreende apenas o replantio de mudas. Em muitos casos, o simples isolamento da área já é suficiente para que ela se recupere gradual e naturalmente.

Este trabalho identificou que a maioria das áreas de preservação permanente que compõem o centro urbano necessita tanto da inserção de uma comunidade florestal, tendo em vista seu máximo estado de degradação, quanto do enriquecimento das espécies da comunidade, a fim de aumentar a diversidade da flora, atrair polinizadores e dispersores e recuperar sua estabilidade ecológica.

Tais classificações são trazidas por Silva et al. (2008), em que a inserção ou implantação de comunidade florestal é utilizada em áreas altamente impactadas, com pouca ou nenhuma vegetação remanescente, observadas neste estudo em todas as comunidades. Calheiros et al. (2004) fazem a ressalva de que este sistema de recuperação deve considerar os aspectos de hidrologia, de solo, de clima, o plantio de diversas espécies vegetais para obter-se uma diversidade florística, sua distribuição e manutenção (regar, adubar, combater a insetos, etc) para que efetivamente cheguem a compor uma comunidade.

Já o enriquecimento de espécies na comunidade constitui a técnica de manutenção de algumas características bióticas e abióticas da formação ciliar original. Ela é indicada para áreas que apresentam algum tipo de cobertura vegetal, também observado em todas as comunidades trabalhadas. Nesta técnica introduzem-se espécies diversas de plantas, sendo estas escolhidas com o objetivo de aumentar a diversidade vegetal na área e proporcionar a manutenção de polinizadores e dispersores (espécies atrativas à fauna) (SILVA; BARRETO; BARROSO, 2008).

Para nenhuma das áreas, porém, indicou-se a regeneração natural, também descrita por Silva et al. (2008). Isto porque este sistema considera que a vegetação que sobrou na área é capaz de regenerar-se naturalmente, adotada no caso da área apresentar características da formação ciliar original, o que não foi observado na área de estudo. Além disso, esta técnica demandaria o isolamento da área para garantir a autorrecuperação da cobertura vegetal, o que seria politicamente inviável tendo em vista o alto índice de ocupação das áreas ciliares no município.

É necessário ainda que se compreenda que a restauração ambiental de áreas de preservação permanente, não só ao longo de margens de rios, mas de todas as outras modalidades de APP previstas pelo Código Florestal, precisa ser uma prioridade analisada com extrema seriedade por todos os atores sociais locais. Isto porque o sucesso das iniciativas depende de articulações com associações de bairros, cooperativas, Organizações Não

Governamentais (ONGs), Instituições de ensino, Comerciantes e poder público municipal, que assegurem a continuidade e monitoramento do projeto diuturnamente (SRH, 2010).

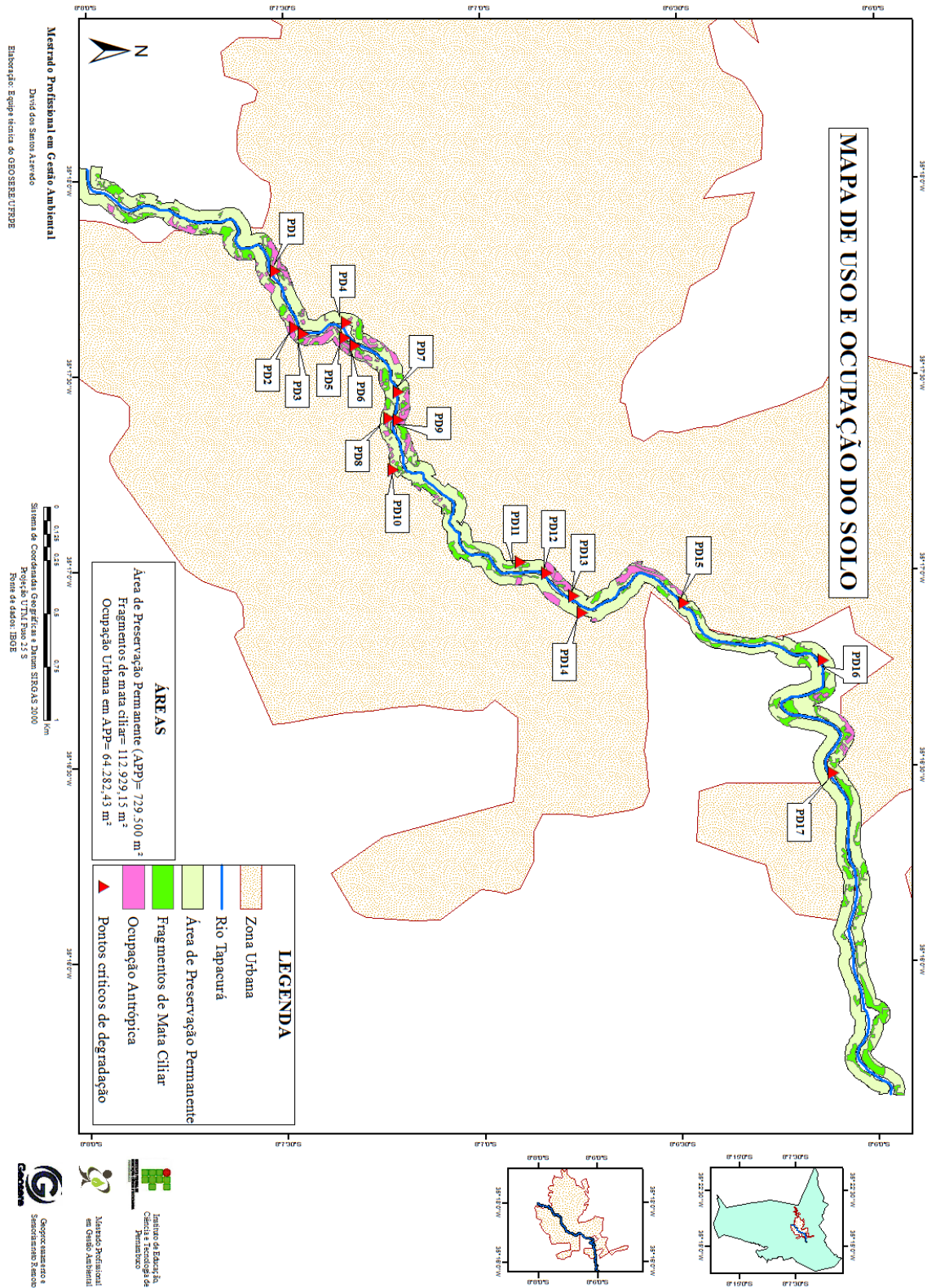
4.4 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Todas as etapas desta pesquisa culminaram em um mapa de uso e ocupação do solo georreferenciado, que delimita as APP na área em estudo, destaca as ocupações irregulares e resquícios de vegetação e mostra os pontos críticos, onde há urgência na consideração por parte do poder público (Figura 43).

Todos os arquivos shapefile utilizados, além daqueles pertinentes apenas ao município serão disponibilizados à Prefeitura Municipal de Vitória de Santo Antão, visando uma melhor manipulação dos dados e tomada de decisão.

Além disso, todo o SIG elaborado pode subsidiar ações municipais diversas de melhoria na qualidade de vida da população.

Figura 43 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo na APP do Rio Tapacurá, centro urbano de Vitória de Santo Antão.



Fonte: Equipe Técnica GEOSERE/ UFRPE, 2015.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho evidencia a urgência no desenvolvimento de projetos de recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APP) no centro urbano do município de Vitória de Santo Antão, haja vista o seu alto nível de degradação.

Dos 729.500 m² delimitados como APP no trecho estudado, apenas 15,80% estavam ocupados por vegetação ciliar notadamente degradada e fragmentada, composta por 31 espécies de porte arbóreo-arbustivo que em sua maioria eram exóticas (63,33%) e típicas de áreas degradadas.

A ocupação antrópica na área de estudo representou 10,87%. Foram identificadas em campo casas de baixo, médio e alto padrão, estabelecimentos de comércio e serviço, agricultura, criação de animais, depósito e queima de resíduos sólidos, descarga de efluentes, e pontos de eutrofização.

Um total de 17 pontos críticos de degradação ambiental foram fotografados e georreferenciados. Foi sugerida a completa recuperação da área com a inserção ou enriquecimento da comunidade florestal, na tentativa de mitigar os impactos ambientais observados.

Os dados possibilitaram a elaboração de um mapa de uso e ocupação das APP no centro urbano do município de Vitória de Santo Antão, onde foram destacados os fragmentos ciliares, a ocupação antrópica e os pontos críticos referenciados acima.

Todos os registros comprovaram que o rio Tapacurá sofre impactos das mais diversas ordens ao adentrar o centro urbano do referido município. O rápido processo de urbanização e a consequente degradação de mata ciliar para a ocupação indevida das margens do rio não negam ser os principais causadores destes impactos. Além disso, a tradição cultural do consumo desenfreado de bens que ficam obsoletos com muita rapidez e a falta de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e saneamento eficazes, proporcionam a poluição e contaminação indiscriminada do corpo hídrico e, então, comprometimento total dos ecossistemas aquáticos e terrestres em escala local e regional.

Assim como em todo o Brasil, os problemas ambientais destacados neste trabalho são recorrentes e na maioria das vezes encontram-se entrelaçados numa relação de causa e consequência, em que o agente determinante é sempre o homem e o determinado é sempre o ambiente.

Desta forma, pode-se afirmar que há uma urgência em medidas de gestão ambiental, tendo em vista que os estudos realizados anteriormente pouco influenciaram nas práticas

cotidianas das comunidades, já que não foram disseminados ou aplicados.

Este trabalho contribui significativamente com a gestão ambiental municipal, pois subsidia dados ao poder público para o investimento em projetos com certa urgência, haja vista o diagnóstico atualizado da região. Além disso, subsidia trabalhos iminentes de revitalização do rio e criação de parques e unidades de conservação em parceria com organizações estaduais.

6. RECOMENDAÇÕES

Por se tratar de um importante corpo hídrico da hidrografia local situado no perímetro urbano, a revitalização das APP adjacentes ao rio Tapacurá representaria um importante instrumento para a recomposição da paisagem e para a utilização de seu potencial paisagístico, com a criação de espaços de lazer e ecoturismo (parques ou unidades de conservação municipais), além de ajudar na manutenção da qualidade do recurso hídrico.

Associado a projetos de educação ambiental, que estimulassem o resgate da noção de pertencimento da comunidade ao meio ambiente, o projeto teria resultados também na qualidade de vida e bem-estar da população, direito legislado na Constituição Federal de 1988, em seu capítulo sobre o meio ambiente (Capítulo VI, artigo 225).

Além disso, urge também o desenvolvimento de projetos e planos coadunados à legislação pertinente no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos sólidos (Plano Estadual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos) o controle de problemas de ordem sanitária (Plano de Saneamento Básico), a qualidade dos recursos hídricos (monitoramento dos Padrões de Qualidade Ambiental), a manutenção da flora e fauna nos ecossistemas ciliares (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas), o desenvolvimento de programas de educação ambiental consistentes (Plano municipal de Educação Ambiental) e a tomada de decisão quanto a catástrofes naturais, tais como as enchentes sazonais recorrentes.

Recomenda-se a aplicação da metodologia utilizada para a delimitação das áreas de preservação permanente, para todo o município a fim de subsidiar dados para a gestão municipal total inclusive em áreas rurais.

A tomada de decisão pelo Poder Público em relação aos pontos críticos de degradação e outros resultados explicitados, nunca deve estar dissociada da participação e comunicação popular. Resolver um problema pontual jamais será duradouro sem o envolvimento e o diálogo com os que são os maiores afetados. Portanto recomenda-se que no processo de gestão ambiental, o poder público municipal conte com instituições, ONGs, associações de moradores e comerciantes principalmente no aspecto de monitoramento e fiscalização das benfeitorias realizadas.

Sugere-se também o apoio a atividades de baixo impacto ambiental e que valorizem a biodiversidade local nestas áreas, bem como a criação de áreas verdes de uso público às margens de rios ainda não ocupadas, permitindo o usufruto dos benefícios das áreas verdes às populações locais e evitando usos indevidos.

A criação e implementação de unidades de conservação de proteção integral e de uso

sustentável, com mecanismos eficientes de gestão, controle ambiental, extensão rural e educação ambiental também é um caminho sugerido neste trabalho.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, CPHR. Consulta às informações sobre o estado de Pernambuco. Disponível em: <<http://sigcabure.cprh.pe.gov.br/>> . Acesso em: 20 mar. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, ANA. Apostila Estruturação da Gestão Ambiental Municipal. 2015. 280 p.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA, APAC. Consulta às informações sobre bacias hidrográficas do estado. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5>. Acesso em: 20 mar. 2015.

ALENCAR, G. V. **Novo Código Florestal Brasileiro**: Ilustrado e de fácil entendimento. Vitória: Editora do Autor, 2015. 313p.

ANDRADE, J.; SANQUETTA, C. R.; UGAYA, C. Identificação de áreas prioritárias para recuperação da mata ciliar na UHE Salto Caxias. **Espaço energia**, Paraná, n. 3., 2005.

BARRETO, S. P. C. D.; CANDEIA, B. L.; SANTOS, E.; SOUZA, L. C. A.; Recuperação de matas ciliares e ambientes degradados por meio da transferência de tecnologias sustentáveis. Projeto submetido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia campus Vitória de Santo Antão ao Ministério do Meio Ambiente. 2012.

BARROS, R. T. V.; CHERNICHARO, C. A. L.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p.

BRAGA, R.A.P. **Gestão ambiental da bacia do rio Tapacurá**: Plano de ação – UFPE/ CTG/ DECIVIL / GRH. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2001. 101 p.

BRASIL. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília, DF, 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm> Acesso em: 25 jun. 2014.

BRASIL. Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm> Acesso em: 25 jun. 2014.

BRITES, A. P. Z. **Avaliação da qualidade da água e dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana**. Santa Maria, 2005. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Preservação e recuperação de Nascentes (de água e de vida)**. Piracicaba: Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Câmara Técnica de Conservação e Proteção aos Recursos Naturais, 2004. 40 p.

CÂMARA, G. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. In: CONFERÊNCIA

LATINOAMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, 4., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1993. p 157-183.

CECONI, D. E. **Diagnóstico e recuperação da mata ciliar da sanga lagoão do ouro na microbacia Hidrográfica do Vacacaí-Mirim, Santa maria – RS.** Santa Maria, 2010. 132f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

CLIMATEMPO. Disponível em: <
<http://www.climatempo.com.br/climatologia/1608/vitoriadesantoantao-pe>>. Acesso em 25 jun. 2015.

COSTA, C. **Uma Floresta de oportunidades:** um novo olhar sobre a Mata Atlântica do Nordeste. Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2012. 56 p.

CRESTANA, M. S. M.; FERRETTI, A. R.; TOLETO FILHO, D. V.; ÁRBOCZ, G. F.; SHIMIDT, H. A.; GUARDIA, J. F. C. **Florestas:** Sistemas de recuperação com essências nativas, produção de mudas e legislação. São Paulo: Imprensa oficial, 2006. 248 p.

DANTAS R. R. L.; PEIXOTO, A. L. F.; LIMA, C. M.; TAVARES, R. G.; SILVA, V. P. Diagnóstico da poluição do rio Tapacurá devido ao lançamento de esgotos sanitários. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10., 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2010.

DIGITAL GLOBE. Data Sheet about Quickbird Satellite. Disponível em: <
<http://content.satimagingcorp.com.s3.amazonaws.com/static/satellite-sensor-specification/QuickBird-PDF-Download.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2014.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente.** 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. 206p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. Campinas, 2006. Mapeamento e Estimativa da Área Urbanizada do Brasil. Disponível em: <
<http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br/conteudo/uf/pe.html>>. Acesso em: 25 set. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. Campinas, 2013. Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <
<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 01 set. 2013.

EPIPHANIO, J. C. N. Satélites de Sensoriamento Remoto. In: RUDORFF, B. F. T.; MORAES, E. C.; PONZONI, F. J.; CAMARGO JÚNIOR, H.; CONFORTE, J. C.; MOREIRA, J. C.; EPIPHANIO, J. C. N.; MOREIRA, M. A.; KAMPEL, M.; ALBUQUERQUE, P. C. G.; MARTINI, P. R.; FERREIRA, S. H.; TAVARES JÚNIOR, S. S.; SANTOS, V. M. N. (Org.) **Curso de uso de sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente.** São José dos Campos: INPE, 2002. Cap. 2, p. 23-59.

FLORENZANO, T. G. Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 17, p. 24-29. 2005.

FLORENZANO, T.G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto.** 2 ed. São Paulo: Oficina de

Textos, 2007. 101 p.

GEOEYE. Fact Sheet about GeoEye-1 Satellite. Disponível em: <<http://content.satimagingcorp.com.s3.amazonaws.com/static/satellite-sensor-specification/GeoEye-1-PDF-Download.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2014.

ILÁRIO, C. A. B.; OLIVEIRA, S. E.; NASCIMENTO, R. M. Recuperação e preservação de uma área de mata ciliar do Rio Tapacurá no município de Vitória de Santo Antão – PE como instrumento de educação ambiental. In: JORNADA NACIONAL DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília, Ministério da Educação, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Censo demográfico de 2010. Dados Referentes ao município de Vitória de Santo Antão, PE. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Sinopse do Senso Demográfico de 2010. Rio de Janeiro, 2011.

INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, IF - UFRGS. Aula sobre radiação. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aularad.htm>>. Acesso em: 17 mar. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, INPE. São José dos Campos, 2013. Apresenta texto sobre lançamento do satélite CBERS-3. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3425>. Acesso em: 22 out. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, INPE. Características das Imagens do Satélite LandSat TM, ETM e MSS: português. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/arqdocs.php>>. Acesso em: 10 mar 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, INPE. Processamento Digital de imagens no software Spring, uma introdução. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/~carlos/Academicos/Cursos/Pdi/pdi_spring.html>. Acesso em: 17 mar. 2015.

LEANDRO, M. D.; VIVEIROS, C. A. F. Mata ciliar, área de reserva permanente. **Linha Direta**, n. 296, 2003.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote Sensing and Image interpretation**. 2 ed. Nova Iorque: John Wiley and Sons, 1987. 721 p.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Org.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: EDUSP/Fapesp, 2004. Cap.3, p.33-44.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. Um estudo sobre modelos conceituais de dados para projeto de bancos de dados geográficos. **IP-Informática Pública**, Belo Horizonte, v.1, n.2, p. 67-90. 1999.

LOUREIRO, C. V.; MEIRELES, A. J. A. Ocupação irregular e alteração da qualidade

ambiental do baixo curso dos rios Maranguapinho/CE e Ceará/CE. In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 16., 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AGB, 2010. p. 1-11.

MACEDO, A. C.; KAGEYAMA, P. Y.; COSTA, L. G. S. **Revegetação: Matas Ciliares e de proteção ambiental.** São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 27p.

MACHADO, M.R.I.M.; SILVA JÚNIOR, J. P. A Mesorregião da mata pernambucana e os impactos socioambientais gerados em função do monocultivo da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 4., 2009, Niterói. **Anais eletrônicos...** Niterói: UFF, 2009. Disponível em: <<http://www.uff.br/vsinga/trabalhos/Trabalhos%20Completos/Maria%20Rita%20Machado.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2013.

MELO, S. C. **Análise quali-quantitativa no Rio Tapacurá no município de Vitória de Santo Antão (PE).** Recife, 2012. 63 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental). Centro Universitário Maurício de Nassau, 2012.

MENDES-FILHO, P. F. **Potencial de reabilitação do solo de uma área degradada através da revegetação e do manejo microbiano.** Piracicaba, 2004. 89f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.

MENESES, H. B. **Interface Lógica em Ambiente SIG para Bases de Dados de Sistemas Centralizados de Controle do Tráfego Urbano em Tempo Real.** Fortaleza, 2003. 182f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Universidade Federal do Ceará, 2003.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. D. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Brasília: UnB, 2012. 266 p.

METZGER, J. P. Estrutura da estrutura de paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN-JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo de Vida Silvestre.** Curitiba: Editora da UFPR, 2003. Cap., p. 423-453.

MORAIS, P. H. F.; ÁLVARES, J. A.; JATOBÁ, L.; BASTOS, D. A. H. **História da Vitória de Santo Antão: 1983 a 2010.** 1.ed. Vitória de Santo Antão: CEPE, 2011. 595 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** 1 ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. 250 p.

MOTA, S. **Gestão Ambiental de recursos hídricos.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008. 343 p.

MOURA, D. F.; VERÇOSA, C. J.; SOUZA, C. M.; SOUZA, T. G. S.; NEVES, R. F. Reflorestamento de uma área de mata ciliar do rio Tapacurá, como instrumento para a Educação Ambiental. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 2013, Recife, **Anais/Resumos...** Recife: SBPC, 2013. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/7937.htm>>. Acesso em: 20 ago 2014.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 111-124. 2008.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 387p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras (MG), v.1, n.1, p. 64-72. 1994.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Paraná: Editora Vida, 2001. 328p.

RIGUEIRA, D. **Como restaurar sua floresta**. Mucugê: Conservação Internacional (CI-Brasil); Secretaria do Meio Ambiente - Governo do Estado da Bahia (Sema); Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Inema), 2015. 20p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Org.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 3. ed. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2004. p. 235-247.

SAITO, E. A. Identificação de áreas de mata ciliar em região do Pontal do Paranapanema-SP utilizando fusão de imagens CCD/CBERS-2B e HRC/CBERS-2B. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 2989-2994.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SOROCABA, SEMA. **Programa de recuperação de mata ciliar e nascentes de Sorocaba**. Sorocaba, 2010. 57p.

SAUSEN, T. M. Sensoriamento Remoto e suas aplicações para recursos naturais. Material didático, AEB escola, Projeto Educa SeRe III- Carta-Imagem CBERS, São José dos Campos: INPE, 2010.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE, SEMAS. Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco. Recife, 2012. 304 p.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SRH. Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Capibaribe: Tomo I - Diagnóstico Hidroambiental - Volume 01/03/ Projetos Técnicos. Recife, 2010. 389 p.

SENE, E.; MOREIRA, J. C. **Geografia Geral e do Brasil: espaço geográfico e globalização**. Volume 01: ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, CPRM. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Vitória de Santo Antão – PE. Recife: CPRM/ PRODEEM, 2005. 11 p.

SILVA, H. P. **Mapeamento das áreas sob risco de desertificação no semiárido de Pernambuco a partir de imagens de satélites**. Recife, 2009. 153 f. Tese (Doutorado em

Ciências do Solo). Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

SILVA, M. P. S.; BARBOSA, T. R. L.; BARROSO, D. G. **Preservação de nascentes**. Niterói: Programa Rio Rural, 2008. 19f.

SILVEIRA, V. F. Geoprocessamento como instrumento de gestão ambiental. In: PHILIPPI JR., A.; ROMÉRIO, M.A.; BRUNA, G.C. (Org.) **Curso de Gestão Ambiental**. São Paulo: USP, 2004. Cap. 27, p. 945-968.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2012-2013. São Paulo, 2014. 61 p.

SOS MATA ATLÂNTICA. Estatísticas dos remanescentes florestais da mata atlântica por Município ordenado por UF e decréscimo 2012-2013, ano base 2013. São Paulo, 2014. 61 p.

STEFFEN, A. C., MORAES, E. C. Introdução à radiometria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 1993. p. 1-12.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002, 712 p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, USP. **Adequação ambiental de propriedades rurais: recuperação de áreas degradadas e restauração de matas ciliares**. Piracicaba: LERF, ESALQ, Depto. Ciências Florestais, 2006. 66 p.

VALERIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F. Imagens orbitais aplicadas ao levantamento de dados do meio físico: Contribuição ao planejamento de microbacias hidrográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 8., 1996, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1996. p.77-94.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO. Assembleia Municipal Constituinte. Lei Orgânica do Município de Vitória de Santo Antão. Vitória de Santo Antão, 1990.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO. Câmara Municipal de Vereadores. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Lei Municipal, nº 3.199/2006. Vitória de Santo Antão, 2006.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO. Câmara Municipal de Vereadores. Código de Defesa do Meio Ambiente. Lei Municipal, nº 3.768/2013. Vitória de Santo Antão, 2013.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE CAMPO UTILIZADO NA PESQUISA



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PERNAMBUCO



MESTRADO PROFISSIONAL
EM GESTÃO AMBIENTAL

INSTRUMENTO DE CAMPO		Nº ___/2015
Bairro		Localidade
Diagnóstico		
<i>Vegetação ciliar (espécies)</i>		
<i>Uso e ocupação do solo (habitações, criação de animais, agricultura, etc.)</i>		
<i>Pontos Críticos de degradação ambiental</i>		
Nº	Coordenadas Geográficas	Descrição

Croqui de Locação e Situação

Observações