

MARIA CLARA GOMES DE MORAES

DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE DO RESERVATÓRIO DO PIRAPAMA, CABO DE SANTO
AGOSTINHO – PE.

RECIFE

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL

DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE DO RESERVATÓRIO DO PIRAPAMA, CABO DE SANTO
AGOSTINHO – PE.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao
curso de Engenharia Florestal da UFRPE, como
parte das exigências para a obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Florestal.

RECIFE
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

M827d Moraes, Maria Clara Gomes de
Dinâmica de uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação
Permanente do Reservatório do Pirapama, Cabo de Santo Agostinho
– PE / Maria Clara Gomes de Moraes. – 2019.
45 f.: il.

Orientador: Emanuel Araújo Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Florestal, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referência e apêndice(s).

1. Áreas protegidas - Pernambuco 2. Sistemas de informação
geográfica 3. Solos florestais 4. Vegetação – Mapeamento
5. Desmatamento I. Silva, Emanuel Araújo, orient. II. Título

CDD 634.9

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL

DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE DO RESERVATÓRIO DO PIRAPAMA, CABO DE SANTO
AGOSTINHO – PE.

MARIA CLARA GOMES DE MORAES

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao curso de Engenharia Florestal da UFRPE,
como parte das exigências para a obtenção
do grau de bacharel em Engenharia
Florestal.

APROVADO EM: 11/07/2019

Orientador
Prof. Dr. Emanuel Araújo Silva
(Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)

Banca examinadora:

Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto
(Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)

Eng. Florestal Aline da Costa Ribeiro (MSc)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino e a minha mãe, que não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar sempre com coragem para enfrentar os desafios da vida, por me iluminar e por não me deixar desistir diante dos inúmeros obstáculos.

Aos meus pais e tia: Geruza Gomes de Moraes, Pedro Vieira de Moraes e Genilda Gomes da Motta, que com todo amor e dedicação fizeram o melhor para que eu chegasse até aqui.

Aos meus irmãos e prima: Pedro Vieira de Moraes Jr, Maria Cláudia Gomes de Moraes e Fernanda Motta, pelo apoio, incentivo e ajudas em diferentes momentos da minha vida.

A todos os familiares Motta, pelo apoio e incentivo nos estudos.

A João Carlos Pereira pela paciência, incentivo, determinação e companheirismo maximizados nos últimos anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Emanuel Araújo Silva, pelo crédito, apoio, sabedoria, acessibilidade, confiança e incentivo que concede sempre aos seus discentes.

Aos professores Simone Mirtes Araújo Duarte e Marcelo Nogueira, pelo apoio em um momento crítico em minha vida pessoal que refletiu na minha graduação.

À minha grande amiga Rayane Mireli Silva Gomes, fonte de luz, incentivo e amor nos mais difíceis momentos de minha vida. Serei sempre grata a me clarear à vida!!

A todos que incentivaram e colaboraram para a realização e finalização deste trabalho, deixo o meu muito obrigado a todos vocês.

RESUMO

A ação sobre os ambientes naturais ocorre paralelamente à evolução humana sobre o planeta, dessa forma, a ausência de planejamento adequado associado ao crescimento desordenado das cidades e de atividades agrícolas influenciam diretamente na descaracterização e disfuncionalidade das APPs. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi levantar a ocorrência de conflitos do uso e ocupação do solo existentes nas Áreas de Preservação Permanente do Reservatório do Pirapama-PE entre os anos de 2003 e 2018, conforme os parâmetros de proteção estabelecidos pela legislação ambiental. Para tanto, as APPs foram delimitadas utilizando o software Google Earth Pro e através do software QGis 2.14 foi gerado o *shapefile* para recorte da área de estudo. Logo, utilizando imagens dos satélites Landsat 5 e 8, sensores TM (*Thematic Mapper*) e OLI/TIRS (*Operational Land Imager/ Thermal Infrared Sensor*) com resolução de 30 metros, dos anos 2003, 2010 e 2018, foi possível mapear 5 classes de uso e ocupação do solo na escala 1:35.000 em ambiente QGis. Realizou-se a classificação supervisionada das imagens por meio do plugin SCP, sendo a exatidão deste mapeamento avaliado pelo Índice Kappa. A evolução dos conflitos de uso do solo foi obtida por meio da sobreposição dos mapas gerado com as classificações das imagens. De posse, foi possível determinar o quantitativo de APPs preservadas e de área em desacordo com a legislação. Os resultados apresentaram que atividades antrópicas impactaram quase 4,65 km² de vegetação nativa, equivalente a 33,3% da área de estudo. Houve redução significativa da classe de cobertura “floresta preservada” para uso do solo dos tipos agricultura, área urbana e solo exposto, esta decresceu de 90,4% em 2003 para 81,8% em 2010 e decresceu para 66,7% até 2018. A classe de Agricultura representa, atualmente, 2,46km² (17,6%) da área, sendo a principal ocorrência de conflito de uso do solo das APPs. Pelo índice Kappa, as classificações das imagens dos anos de 2003 e 2010 obtiveram o resultado “muito bom”, sendo 0,62 e 0,80, respectivamente, enquanto a classificação do ano de 2018 obteve um resultado “excelente”, correspondendo a 0,82 pelo índice. Considerando a diminuição do tempo hábil para o monitoramento territorial, destaca-se a importância do estudo da dinâmica de uso e ocupação do solo por meio do sensoriamento remoto para as unidades gestoras e fiscalizadoras. Sendo tais estudos essenciais para tomada de decisões quanto à gestão e manutenção destas áreas frente a legislação e preservação ambiental.

Palavras-chave: Áreas de Preservação Permanente, geoprocessamento, análise temporal, desmatamento.

ABSTRACT

Action on natural environments occurs in parallel with human evolution on the planet, so the absence of adequate planning associated with the disorderly growth of cities and agricultural activities directly influence the decharacterization and dysfunctionality of PPPs. In view of the above, the objective of this work was to raise the occurrence of conflicts of land use and occupation in the Permanent Preservation Areas of the Pirapama-PE Reservoir between 2003 and 2018, according to the protection parameters established by environmental legislation. To do so, the APPs were delimited using the software Google Earth Pro and through the software QGIS 2.14 was generated the shapefile for trimming the study area. Therefore, using images from the Landsat 5 and 8 satellites, TM (Thematic Mapper) and OLI / TIRS (Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor) with resolution of 30 meters, from 2003, 2010 and 2018, it was possible to map 5 classes of use and occupation of the soil in the 1: 35,000 scale in the QGIS environment. The supervised classification of the images was done through the SCP plugin, and the accuracy of this mapping was evaluated by the Kappa Index. The evolution of the conflicts of use of the soil was obtained by means of the overlap of the maps generated with the classifications of the images. In possession, it was possible to determine the amount of preserved APPs and of area in disagreement with the legislation. The results showed that anthropic activities impacted almost 4.65 km² of native vegetation, equivalent to 33.3% of the study area. There was a significant reduction in the "forest preserved" class of land use for agriculture, urban area and exposed soil, from 90.4% in 2003 to 81.8% in 2010 and decreased to 66.7% by 2018 (17.6%) of the area, being the main occurrence of land use conflict of PPAs. By the Kappa index, the image ratings of the years 2003 and 2010 obtained the "very good" result, being 0.62 and 0.80, respectively, while the classification of the year 2018 obtained an "excellent" result, corresponding to 0,82 by index. Considering the decrease of the time for territorial monitoring, the importance of the study of the dynamics of land use and occupation through remote sensing for the management and inspection units is highlighted. Such studies are essential for making decisions regarding the management and maintenance of these areas in front of legislation and environmental preservation.

Keywords: Permanent Preservation Areas, geoprocessing, temporal analysis, deforestation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A mais antiga barragem que se tem registro no Brasil. Barragem de Apipucos, na cidade do Recife/PE, em 1577 (CBDB, 2011).	17
Figura 2 - Localização do Reservatório do Pirapama na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama.	23
Figura 3 - Cruzamento de camadas no SCP em software QGis (2.14).	29
Figura 4 - Gráfico de uso e ocupação do solo em km ² dos anos de 2003, 2010 e 2018.....	33
Figura 5 - Uso e ocupação do solo no Reservatório do Pirapama no ano de 2003.	34
Figura 6 - Uso e ocupação do solo no Reservatório do Pirapama no ano de 2010.	35
Figura 7 - Uso e ocupação do solo no Reservatório do Pirapama no ano de 2018.	35
Figura 8 - Conflitos de uso e ocupação do solo nas APPs do Reservatório do Pirapama em 2010.	39
Figura 9 - Conflitos de uso e ocupação do solo nas APPs do Reservatório do Pirapama em 2018.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Imagens dos satélites utilizadas para a classificação do uso e ocupação do solo.	24
Tabela 2 - Índice de Kappa.	27
Tabela 3 - Uso e ocupação do solo em km ² e porcentagem dos anos de 2003, 2010 e 2018.	30
Tabela 4 - Matriz de Confusão (2003); AG = Agricultura; CD = Corpos d'água; AU = Área urbana; SE = Solo exposto; FP = Floresta preservada	35
Tabela 5 - Matriz de Confusão (2010); AG = Agricultura; CD = Corpos d'água; AU = Área urbana; SE = Solo exposto; FP = Floresta preservada; NU = Nuvens	36
Tabela 6 - Matriz de Confusão (2018); AG = Agricultura; CD = Corpos d'água; AU = Área urbana; SE = Solo exposto; FP = Floresta preservada	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 CONCEITO E FUNÇÕES DE BARRAGEM	16
3.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E AREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	17
3.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	20
3.4 GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO ESTUDO DE APPs	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 ÁREA DE ESTUDO	23
4.2 BASE DE DADOS.....	24
4.3 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE APP.....	25
4.3.1 CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	25
4.4 CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA	26
4.5 AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DOS MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	26
.....	26
4.6 ÁREAS DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	28
4.7 CRUZAMENTO DOS MAPAS TEMÁTICOS.....	28
4.8 MAPA DA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	31
5.2 ACURÁCIA DOS MAPAS DE USO E COBERTURA DO SOLO	36
5.3 DINÂMICA DE USO NAS APPs	38
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
7. REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

A ação sobre os ambientes naturais ocorre paralelamente à evolução humana sobre o planeta Terra. Ao longo dos séculos de exploração dos recursos naturais, principalmente após a Revolução Industrial, estima-se que somente nas últimas duas décadas cerca de 29 milhões de hectares de florestas em toda Terra foram devastadas (FAO, 2011), para servir de matéria-prima na produção dos mais diversos objetos que promovem a vida humana, cedendo lugar às cidades, à agricultura, ou mesmo servindo como combustível na produção de energia.

Nesse sentido, durante os últimos anos, o debate sobre a gestão dos recursos naturais tem ganhado fôlego, além de atrair não só o interesse dos pesquisadores, como também dos planejadores e formuladores de políticas de gestão dos recursos naturais (PERNAMBUCO, 2010).

As áreas de preservação permanente por imposição da legislação vigente hoje, no Estado brasileiro, abrangem espaços territoriais e bens de interesse nacional especialmente protegidos, “cobertos 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).

As Áreas de Preservação Permanente (formações florestais associadas a cursos d’água) são amplamente protegidas pela Legislação Ambiental Brasileira, que estabelece exigências diferenciadas para a cobertura vegetal destinada a proteger córregos, lagos, nascentes, margens de rios e reservatórios de água, conforme Código Florestal, sob a Lei nº 12.651/12.

O Sistema Pirapama, localizado no município do Cabo de Santo Agostinho, na Região Metropolitana do Recife, é o maior sistema de abastecimento de água do Estado de Pernambuco. O Reservatório do Pirapama, que faz parte desse sistema foi concluído em 2008 e tem capacidade de acumular 61 milhões de litros cúbicos de água (CEPAN, 2013).

Com o intuito de salvaguardar o meio ambiente e os recursos naturais, a legislação ambiental instituiu no ordenamento jurídico, dentre outros, uma área especialmente protegida, onde não é permitido construir, plantar ou explorar atividade econômica, ficando a cargo de órgãos ambientais abrirem exceção à restrição e, assim, autorizar o uso e mesmo supressão de vegetação em APPs, mas, para isso, devem ser comprovadas as hipóteses de utilidade pública, interesse social do empreendimento ou baixo impacto ambiental (art. 8º da Lei nº 12.651/12) (BRASIL, 2012).

Com a perspectiva de manutenção da área florestada ao longo do trajeto de toda a barragem de Pirapama, foi criada a título de exemplo, a Associação de Pequenos Produtores Rurais de Pirapama, ou Eco-Pirapama, situada no Engenho Matapagipe, distrito Pirapama, projeto desenvolvido especialmente para proteger o rio Pirapama, manancial de extrema importância para o abastecimento público de água do Recife e de sua Região Metropolitana.

Tem-se, portanto, que com o agravamento das questões ambientais torna-se notória a inquietação tanto das organizações públicas quanto da iniciativa privada no tocante à preocupação com o uso racional dos recursos naturais.

Contudo, a construção da barragem de Pirapama, com a consequente formação de reservatório para utilização de seu recurso hídrico superficial, com o intuito de fornecer água à população, deve estabelecer-se em harmonia com a sua mata ciliar preservada. Não obstante, a área de preservação sofre a influência de tensores degradantes, em parte causados pelo uso e ocupação da terra, de forma desordenada e ilegal, devido à expansão urbana predatória e antropizante.

Considerando que a barragem de Pirapama é fundamental para o abastecimento da Região Metropolitana do Recife, visto que representa um incremento de 50% da produção de água da supramencionada região, beneficiando cerca de três milhões de pessoas no Recife, Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho e, indiretamente, os municípios de São Lourenço da Mata e Camaragibe (CEPAN, 2013; COMPESA, 2005).

Diante disso, é importante registrar o comprometimento de extensa área da bacia, originalmente de mata atlântica, pela cultura de cana-de-açúcar. Esta monocultura tem afetado drasticamente a qualidade das águas e dos solos, devido à fertirrigação e aos sucessivos descartes de efluentes industriais e de esgotos sanitários, sem tratamento prévio, no rio (SILVA JUNIOR, 2008).

Portanto, o grau de degradação ambiental, nas APPs, associado aos processos de ocupação do território para habitação e para o desenvolvimento de atividades agroindustriais, assim como os consequentes problemas de desmatamento, assoreamento e poluição das águas da barragem, configura-se num grave problema hoje detectado (CEPAN, 2013).

Dessa forma, faz-se necessária a preservação da vegetação nativa (Mata Atlântica) na APP do referido manancial, na medida em que as matas ciliares são indispensáveis para a conservação dos recursos hídricos, do solo e das espécies da fauna e da flora. No caso específico dos reservatórios de abastecimento, as matas ciliares ainda ajudam na manutenção

da disponibilidade e qualidade da água, na redução da perda de volume útil dos mananciais por assoreamento (CEPAN, 2013).

Do ponto de vista de qualidade ambiental dos corpos d'água e manutenção da floresta nativa é fundamental a realização de estudos para diagnosticar os tipos de usos e ocupações presentes nos limites das áreas de preservação permanente, uma vez que os impactos dessas atividades podem trazer consequências negativas para o meio ambiente. Diante disso, o mapeamento destas áreas para o planejamento territorial, e as ações de campo nos âmbitos local, facilita as fiscalizações que visam ao cumprimento da legislação ambiental.

É indispensável a identificação e delimitação das APPs em um município. Sendo assim, o uso das geotecnologias, sobretudo as imagens de satélite de alta resolução espacial, permitem analisar como ocorre o uso inadequado do solo, agilizando assim o período hábil de fiscalização no cumprimento das leis pertinentes, tendo como referência os aspectos técnicos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Mapear a dinâmica de uso e ocupação do solo existentes nas Áreas de Preservação Permanente localizadas no Reservatório do Pirapama- PE, conforme os parâmetros de proteção estabelecidos pela legislação ambiental.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as classes de uso e ocupação do solo presentes nas APPs localizadas no Reservatório do Pirapama- PE;
- Realizar mapeamento e análise temporal do uso e ocupação do solo nas APPs;
- Identificar e quantificar a ocorrência de áreas com conflitos de uso do solo em APPs entre os anos de 2003, 2010b e 2018.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONCEITO E FUNÇÕES DE BARRAGEM

Medeiros e Lopes (2011) enfatizam que barragem pode ser definida como sendo um elemento estrutural, construída transversalmente à direção de escoamento de um curso d'água, destinada a criação de um reservatório artificial de acumulação de água.

Segundo Cardia e Anderaos (2012), as barragens vêm ao longo do tempo desenvolvendo um papel social importante no sentido de promover a garantia de abastecimento de água e segurança de várias populações, seja no cenário nacional ou mundial. No entanto, para o mínimo entendimento dos assuntos relacionados a estas barreiras artificiais que necessitam cada vez mais de métodos eficazes de segurança, é importante primeiramente entender o que vem a ser uma barragem. Nesse sentido, podem-se conceituar as barragens de maneira informal como sendo uma construção no sentido de formar um barramento em um determinado curso d'água para que esta seja represada para atender a várias finalidades.

Paralelamente, Medeiros e Medeiros (2012) nos trazem que sendo a água essencial para a grande maioria das atividades humanas, as barragens desempenham importante papel no desenvolvimento socioeconômico de uma região, especialmente daquelas que apresentam disponibilidade hídrica restrita, como é o caso do semiárido do Nordeste.

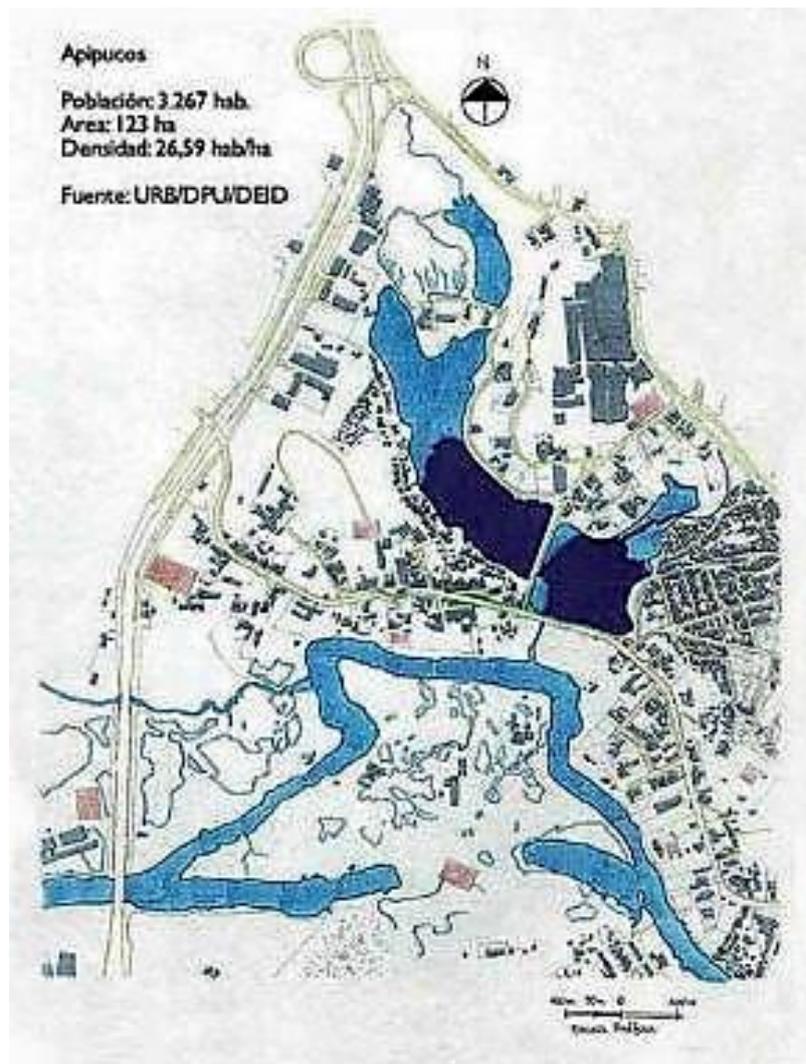
As secas no Nordeste e o desenvolvimento do país foram os fatores determinantes para a implantação do grande número de barragens construídas desde a última década do século XIX (BALBI et al., 2012).

A maioria das grandes barragens do Brasil (pela classificação da CIGB) encontra-se na Região Nordeste, a maior parte delas em aterro compactado, sem serem muito altas. Os anos 50 e 60 do século passado foram os anos dourados na construção de barragens para combate às secas. No final do Século XX o DNOCS executou sua última barragem, Castanhão, cuja finalidade principal foi o abastecimento de água da cidade de Fortaleza (CBDB, 2011).

A mais antiga barragem que se tem notícia em território brasileiro foi construída onde hoje é área urbana do Recife, PE, possivelmente no final do Século XVI, antes mesmo da invasão holandesa. Conhecida presentemente como açude Apipucos (Figura 1) aparece em um mapa holandês de 1577. A barragem original foi alargada e reforçada para permitir a construção de uma importante via de acesso ao centro do Recife. Há referências também ao

dique Afogados construído no rio Afogados, um braço do rio Capibaribe. O dique tinha três metros de altura e cerca de 2 km de extensão, tendo sido concluído em dezembro de 1644, em 1650 sofreu transbordamento por ocasião de uma grande cheia, tendo acusado situação de colapso em vários pontos (CBDB, 2011).

Figura 1 - A mais antiga barragem que se tem registro no Brasil. Barragem de Apipucos, na cidade do Recife/PE, em 1577 (CBDB, 2011).



Fonte: CBDB (2011).

3.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As Áreas de Preservação Permanente (formações florestais associadas a cursos d'água) são amplamente protegidas pela Legislação Ambiental Brasileira, que estabelece exigências diferenciadas para a cobertura vegetal destinada a proteger córregos, lagos,

nascentes, margens de rios e reservatórios de água, conforme Código Florestal, sob a Lei nº 12.651/12.

O primeiro Código Florestal brasileiro, que foi editado em 23 de janeiro de 1934 através do Decreto Federal 23.793/34, tendo sua publicação no Diário Oficial, como “Acto do Governo Provisório”, datada de 21 de março de 1935, apresentava um caráter técnico já com uma óptica de conservação das funções básicas dos ecossistemas naturais e com uma preocupação sobre a importância da conservação de todos os tipos de vegetação nativa. Trazendo a seguinte redação:

CAPITULO II
DA CLASSIFICAÇÃO DAS FLORESTAS

Art. 3º. As florestas classificam-se em:

- a) protetoras;
- b) remanescentes;
- c) modelo;
- d) de rendimento.

Art. 4º. Serão consideradas florestas protetoras as que, por sua localização, servirem conjunta ou separadamente para qualquer dos fins seguintes:

- a) conservar o regime das águas;
- b) evitar a erosão das terras pela ação dos agentes naturais;
- c) fixar dunas;
- d) auxiliar a defesa das fronteiras, de modo julgado necessário pelas autoridades militares;
- e) assegurar condições de salubridade pública;
- f) proteger sítios que por sua beleza mereçam ser conservados;
- g) asilar espécimens raros de fauna indígena (BRASIL, 1934).

Na década de 1960 foi regulamentado o Código Florestal Brasileiro Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965, e a partir deste ano passou-se a utilizar o termo Áreas de Preservação Permanente, possibilitado maior atenção a estas e especificando sua conservação. A Lei nº 4.771, de 1965, permaneceu em vigor até o ano de 2012, quando foi aprovado Novo Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012), após anos de discussões das bancadas ambientalistas e ruralistas pela proposição de medidas que trariam mudanças bruscas na ocupação do meio ambiente.

De acordo com BRASIL (2012) o reconhecimento da importância que as Áreas de Preservação Permanente (APP) possuem 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.

Para Estevam e Pereira (2015), as alterações na Lei Federal nº 12.651 causaram muitos embates entre ambientalistas e ruralistas, principalmente no que se refere às alterações dos limites de preservação das APPs.

O novo Código Florestal estabelece diversas categorias de APPs, e para cada uma delas, define os limites da faixa de proteção na qual a vegetação deve ser preservada (BRASIL, 2012). Dessa forma, as limitações de APPs são apresentadas a seguir:

I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- 30 metros para os rios de até 10 metros de largura;
- 50 metros para os rios que tenham de 10 a 50 metros de largura
- 100 metros para os rios entre 50 a 200 metros de largura;
- 200 metros para os rios entre 200 a 600 metros de largura;
- 500 metros para os rios acima de 600 metros.

II - As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais;

- 100 metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 ha de superfície, cuja faixa marginal será de 50 metros;
- 30 metros, em zonas urbanas;

III - As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, um raio mínimo de 50 metros;

IV - 100 metros nas bordas de chapadas;

V - As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

VI - Os manguezais, em toda a sua extensão;

VII - As restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VIII - No topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação sempre em relação à base;

IX - As áreas em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação;

X - Em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (BRASIL, 2012).

As restrições e permissões da continuidade das atividades nas áreas consolidadas foram incluídas com a alteração dada na Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 pela Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, dispositivo legal que complementa o Novo Código Florestal, onde define que as APPs continuam as mesmas para efeito de conceituação. No entanto, houve mudanças para a necessidade de recomposição dessas áreas.

O Decreto 7.830 de 17 de outubro de 2012, estabeleceu um escalonamento de acordo com tamanho da propriedade, referenciada em módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais, conforme:

As faixas marginais de rio, seja ele perene ou intermitente:

- Para os imóveis rurais com área de até 1 módulo fiscal, 5 metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.
- Para os imóveis rurais com área superior a 1 módulo fiscal e de até 2 módulos fiscais, faixas marginais em 8 metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.
- Para os imóveis rurais com área superior a 2 módulos fiscais e de até 4 módulos fiscais, faixas marginais em 15 metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.
- Para os imóveis rurais com área superior a 4 módulos fiscais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais:
 - I - No entorno de nascentes e olhos d'água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 metros.
 - II - Faixa marginais de 30 metros, ao longo dos rios. (BRASIL, 2012).

A legislação florestal vigente permitiu diferentes formas de delimitações e restrições de uso nas áreas a serem preservadas, podendo estas serem incluídas também no cálculo da Reserva Legal do imóvel (BRASIL, 2012), o que reduziu a quantidade de áreas de proteção e preservação da vegetação nativa nas propriedades.

Para Schäffer et al. (2011) as APPs exercem um efeito tampão reduzindo a drenagem e o carreamento de substâncias para os corpos d'água. Por sua vez, as florestas ripárias proporcionam o sombreamento das águas, com consequente controle de temperatura, ao mesmo tempo em que agem como filtros de sedimentos, material orgânico, pesticidas, fertilizantes e outros tipos de agentes poluentes que podem agredir os mananciais e as águas subterrâneas.

Coelho Júnior (2010) pontua que no meio urbano as APPs têm o potencial de funcionar como amenizadores de temperatura (controle climático), diminuir os ruídos e o nível de gás carbônico (melhoria da qualidade do ar), promover equilíbrio de distúrbios do meio (proteção contra enchentes e secas), protegerem as bacias hidrográficas para abastecimento de águas limpas (controle e suprimento de águas), proporcionar abrigo para a fauna silvestre (controle biológico e refúgio da fauna), promover a melhoria da saúde mental e física da população que as frequenta (função recreativa e cultural), e contribuir para o melhoramento estético da paisagem.

3.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Segundo Vanzela et al. (2010), o uso e a ocupação dos solos exerce influência marcante no escoamento superficial e aporte de sedimentos no leito dos mananciais, podendo alterar a qualidade e a disponibilidade da água. Assim, o estabelecimento de correlações

entre o uso e ocupação dos solos e os recursos hídricos é uma importante informação para o planejamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica.

Para Leite e Rosa (2012), conhecer e monitorar o uso e ocupação da terra de determinada área, a fim de compreender os padrões e organização do espaço, é uma estratégia primordial para gestão do ambiente, uma vez que as influências do uso inadequado podem ser analisadas.

De acordo com Santos et al. (2017), a distribuição incorreta do uso da terra em APPs e todas as atividades desenvolvidas no limite dessas áreas podem gerar grandes problemas ambientais, que podem ser irreversíveis, influenciando diretamente na perda da biodiversidade. Assim, Coelho et al. (2014) afirma que os problemas e impactos ambientais podem ser mitigados por meio da utilização de informações espaço-temporais das modificações ocorridas na paisagem no auxílio de tomada de decisões e como subsídio para o monitoramento do uso e da cobertura do solo.

A partir de dados sobre cobertura da vegetação é possível realizar estudos e obter outras informações do espaço físico do terreno, pois a cobertura vegetal de uma região é o reflexo do clima e dos solos e mantém uma relação com os demais componentes da paisagem (SANTOS JUNIOR et al., 2015).

Nardini et al. (2014), afirma que o planejamento do uso do solo é de grande importância para que o desenvolvimento de uma sociedade não a prejudique. Para isto faz-se necessário uma adequada utilização dos recursos naturais bem como um bom aproveitamento das áreas de uso. Visto que o uso inadequado do solo gera perdas significativas ao meio ambiente e aumento de áreas conflitivas.

3.4 GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO ESTUDO DE APPs

Para Santos Junior et al. (2015), o processamento de imagens de satélites permite obter informações que admitem quantificar alterações naturais ou antrópicas ocasionadas à cobertura vegetal ou da paisagem de uma determinada área.

A aplicação do sensoriamento remoto, segundo Lima (2011), se expandiu em diversas áreas devido à disponibilidade gratuita de imagens de satélites e de alguns programas computacionais de forma que, atualmente, dados obtidos através do Sensoriamento Remoto estão presentes no dia a dia do cidadão comum.

Souza et al. (2011) acrescenta que, devido aos avanços tecnológicos na área do Sistema de Informação Geográfica (SIG), as pesquisas ambientais tiveram um novo norte pois, para lidar com recursos naturais é necessária a observação e a análise feita de maneira multitemporal. Através do Sistema de Informação Geográfica é possível avaliar e monitorar

áreas desmatadas, por exemplo, estudo que necessita acompanhamento devido sua dinâmica espacial. Portanto, o pesquisador amparado pelo Sensoriamento Remoto, através do exercício de interpretação das imagens, consegue construir diversos mapas com datas diferentes.

Muitos trabalhos foram realizados utilizando técnicas de geoprocessamento na elaboração de mapas ambientais para estudo das APPs. Silva Junior (2018) trabalhou com o mapeamento de APPs para analisar o processo de antropização na Barragem Pirapama, PE; Pamplona (2017), utilizando geoprocessamento estimou mudanças no uso e cobertura da terra no município de Barreiras-BA entre 1990 e 2016; Silva (2015), quantificou a degradação ambiental no município de Parrari – PB, através de análise por meio de sensoriamento remoto.

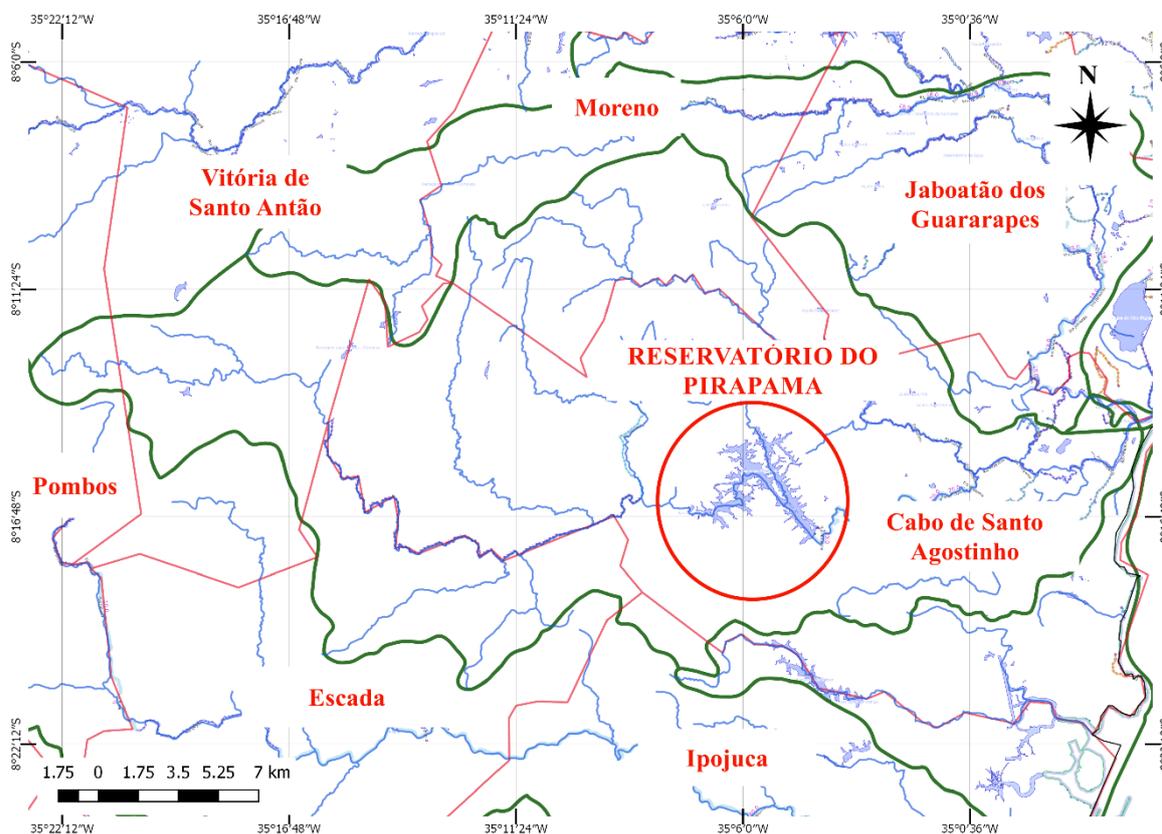
Para Romagnol (2012), o geoprocessamento condiz no processamento rápido e eficiente, e colabora na investigação da adequação do uso da terra, principalmente no que diz respeito as Áreas de Preservação Permanente, que se mostram muito importantes na preservação da biodiversidade e recursos hídricos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O Reservatório do Pirapama está situado na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama, que localiza-se na porção centro-sul da Região Metropolitana do Recife e na Zona da Mata Pernambucana, nos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Escada, Ipojuca, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Pombos e Vitória de Santo Antão, tendo o primeiro município a maior porção em ocupação, correspondente a cerca de 76% (CEPAN, 2013 & BACALHAU, 2015). Entre as latitudes $8^{\circ}07'29''$ e $8^{\circ}21'00''$ S e as longitudes $34^{\circ}56'20''$ e $35^{\circ}23'13''$ W (GAMA, 2003). Para representação neste estudo, foi utilizado uma adaptação do recorte espacial da bacia adotado por Cruz (2009), como mostra na figura 2.

Figura 2 - Localização do Reservatório do Pirapama na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama.



Fonte: o Autor.

Com nascente localizada no município de Pombos, agreste pernambucano, o rio Pirapama percorre cerca de 80 km de extensão até desembocar no rio Jaboatão, entre os municípios de Cabo de Santo Agostinho e Jaboatão dos Guararapes (CPRH, 2001).

A bacia do rio Pirapama limita-se ao Norte com as Bacias dos rios Jaboaão e Tapacurá -afluente do Capibaribe, a Oeste com a bacia do rio Ipojuca, ao Sul com as Bacias dos rios Ipojuca e Massangana e a Leste com o Oceano Atlântico (GAMA,2003).

Geologicamente, a região do reservatório está assentada sob rochas antigas, constituídas por Embasamento Cristalino formado por rocha graníticas e magmáticas de idade pré-cambriana. Os maciços cristalinos em sua maior parte estão capitados por seu solo residual, sendo comum a presença de rochas expostas sobre o terreno (CEPAN, 2013). Quanto a geomorfologia, encontra-se um relevo em que predominam morros de topos arredondados com altitudes superiores a 60 m (SILVA JUNIOR, 2018).

Os principais solos encontrados na área são os podzólicos e os latossolos, caracterizados por fertilidade natural baixa e forte acidez, apresentando, ainda, os primeiros, acentuada susceptibilidade à erosão. Ainda ocorrem em menor escala a associação de gleissolos e solos aluviais, areias quartzosas marinhas e solos indiscriminados de mangue (GAMA, 2001).

A área de reservatório está situada na faixa intertropical com predominância de massas de ar equatoriais e tropicais carregadas de umidade. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região do reservatório é do tipo A' (pseudo tropical), quente e úmido, tropical chuvoso com verão seco. A média mensal de temperatura varia entre 26°C e 28°C, enquanto a umidade relativa do ar é superior a 70% durante os meses de março a setembro (CPHR, 2003).

A vegetação é de domínio da Floresta Atlântica, classificada mais especificamente segundo sistema de Veloso *et.al.* (1991) como Floresta Ombrófila Densa. Esse tipo de vegetação apresenta características ecológicas de ambientes ombrófilos (de sombra), com precipitação bem distribuída ao longo do ano, com temperaturas elevadas, e associadas latossolos distróficos e, excepcionalmente a solos eutróficos. Sua fisionomia é caracterizada pela presença de árvores de grande e médio porte, com presença de lianas lenhosas e epífitas em abundância (CEPAN, 2013).

4.2 BASE DE DADOS

Inicialmente, para mapear e avaliar a dinâmica no uso e ocupação do solo na área de estudo, foi realizada pesquisa na interface do EarthExplorer (EE), desenvolvida pelo United States Geological Survey (USGS). Com isso, foram selecionadas imagens dos satélites Landsat 5 e 8, sensores TM (*Thematic Mapper*) e OLI/TIRS (*Operational Land Imager/*

Thermal Infrared Sensor) com resolução de 30 metros, dos anos 2003, 2010 e 2018. Sendo tal escolha de período realizada considerando uma imagem da área antes da construção da barragem; uma imagem após a construção e uma imagem para verificação atual da área. Foram escolhidas imagens que apresentavam boa qualidade e pouca quantidade de nuvens sobre a área objeto de estudo, apresentadas na Tabela 1. Além de imagens do software Google Earth Pro como apoio para posterior utilização na delimitação da área de estudo e no processo de verificação visual na etapa de classificação supervisionada.

Tabela 1 - Imagens dos satélites utilizadas para a classificação do uso e ocupação do solo.

Período	Satélite/Sensor	Órbita	Pontos	Data de aquisição
2003	Landsat-5 Instrumento TM	214	66	01/07/2003
2010	Landsat-5 Instrumento TM	214	66	02/06/2010
2018	Landsat-8 Instrumento OLI/TIRS	214	66	05/04/2018

Fonte: o Autor.

As imagens desse estudo foram checadas e corrigidas geometricamente para garantir a fidelidade na análise espaço-temporal. Para a composição das imagens foram utilizadas as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do Landsat-5 sensor TM e as bandas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 do Landsat-8 sensor OLI/TIRS.

4.3 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE APP

Utilizando o software Google Earth Pro, atendendo rigorosamente a Lei 12.651 que instituiu o Código Florestal Brasileiro, que trata dos limites de APPs, foi criado o polígono de delimitação da área de estudo. Que posteriormente foi vetorizado e transformado em *shapefile* no software QGis 2.14.

A partir das imagens com as bandas compostas, foi realizada a composição de mosaicos, a partir do polígono da área de estudo obtido no software Google Earth Pro. Cada mosaico foi recortado para compor apenas os limites da área de estudo.

4.3.1 CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Para a classificação do uso e ocupação do solo foi utilizado o software de geoprocessamento QGis 2.14. Utilizando como base para o estudo imagens dos satélites *Landsat 5 e 8* e, de acordo com o que foi observado, em campo e por meio de imagens da plataforma Google Earth Pro, foram estabelecidas 5 classes (Agricultura, Corpos D'água, Área Urbana, Solo exposto e Floresta preservada). Para auxiliar na interpretação visual da

imagem que recobre a área de estudo e padronizar o processo, foram utilizados três dos sete elementos interpretativos da classificação visual propostos por Novo (2010): cor para cada composição colorida RGB (*Red, Green, Blue*), formas e texturas.

Para a subsequente classificação digital supervisionada, foram definidas 5 classes: agricultura, rio, solo urbano, solo exposto e mata preservada. De acordo com Silva et al (2013), para melhor identificação das classes de ocupação do solo, imagens com menor quantidades de nuvens propiciam melhor visualização espectral. Houve dificuldade na visualização de uma pequena parte da área no mosaico referente ao ano de 2010 devido a presença de nuvens na imagem que foi do período chuvoso, interferindo na determinação das classes nesta área.

Assim, no mapa temático da classificação referente ao ano de 2010 houve maior porcentagem de solo exposto, isso porque a área coberta por nuvens foi incluída a esta classe no processo. Deste modo, para classificação de uso e ocupação do solo da imagem do ano de 2010, foi necessário criar uma classe adicional (nuvens), para que as áreas com presença de nuvens fossem diferenciadas das áreas de solo exposto, que possuem pixels facilmente confundíveis com os de nuvens.

4.4 CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

Utilizando o software QGis foi realizada a classificação da imagem obtida de cada ano, por meio do *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP). Com as classes previamente definidas, amostras foram coletadas sobre as imagens com evidências de agricultura, rio, solo urbano, solo exposto, mata preservada e nuvens. Após a definição de assinaturas espectrais extraídas das amostras de cada classe de interesse na imagem, foi feita a classificação supervisionada. As assinaturas espectrais de cada classe foram utilizadas como entrada do algoritmo de *Máxima Verossimilhança* para então classificar os tipos de uso e ocupação em toda a área de estudo, gerando uma imagem classificada.

Ainda em ambiente QGis foi extraído o relatório de classificação para avaliação da acurácia e o índice Kappa, com intuito de obter a validação das informações obtidas com a classificação.

4.5 AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DOS MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Nesta fase a precisão da classificação foi computada de modo a permitir observar os efeitos do processamento através da matriz de confusão e várias estatísticas: precisão geral,

precisão do usuário, precisão do produtor e índice de Kappa para cada uma das classes de ocupação.

Após o processamento, para a avaliação da acurácia da classificação do uso e ocupação do solo foi calculada a Matriz de Confusão, onde os pontos amostrais nas imagens classificadas foram comparados com pontos de uma imagem de referência. A análise da matriz de confusão permitiu identificar classes para as quais a discriminação é difícil, por exemplo por uma pequena diferença espectral.

A acurácia foi estimada pela soma da diagonal principal, composta pelas amostras corretamente classificadas, dividida pelo número total de unidades de amostra em toda a matriz de confusão. Salientando que, se o número total de pixels correto em uma categoria é dividido pelo número total de pixels classificados nessa categoria, então este resultado é uma medida de erro de omissão. Esta medida, também chamada de precisão do usuário, é indicativa da probabilidade que um pixel classificado na imagem realmente representa essa categoria no campo. Já o cálculo da precisão do produtor ou erro de comissão é feito dividindo o número total de amostras corretas pelo número total de unidades nos dados de referência (CONGALTON; GREEN, 1999).

Assim como a acurácia geral, o coeficiente *Kappa* quantifica a concordância entre a escolha de amostras feitas pelo operador e a escolha aleatória feita no processamento, incluindo neste cálculo um fator que subtrai a interferência do acaso. O cálculo deste coeficiente não foi realizado pelo SCP, porém o arquivo .csv gerado no processamento da matriz de confusão pôde ser aberto como planilha eletrônica.

O índice Kappa varia de 0 a 1. Obter o valor do índice igual a zero indica que a classificação é considerada péssima, não sendo melhor que uma classificação aleatória de pixels. Obter o valor do índice igual a um indica que a classificação é considerada excelente, sendo o processo altamente eficiente. Assim, quanto mais próximo do valor 1 melhor é a precisão, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Índice de Kappa.

Índice Kappa	Qualidade
= 0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

onte: Pamplona (2017).

4.6 ÁREAS DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

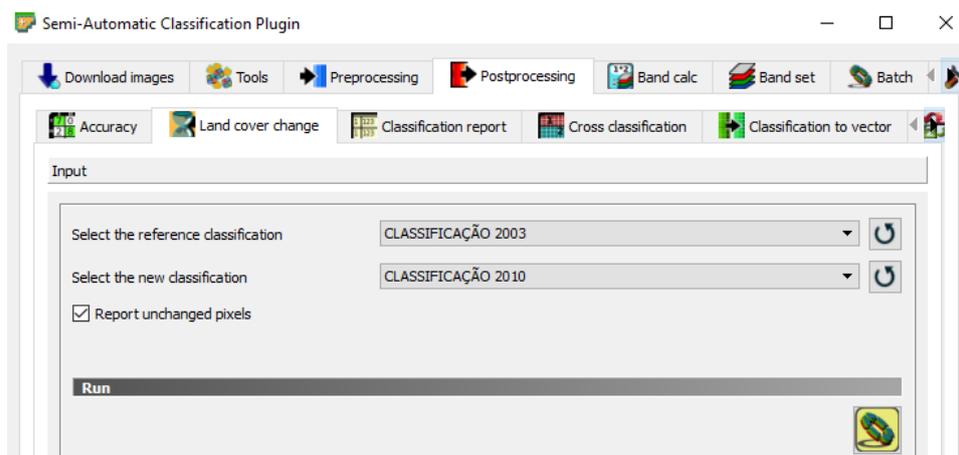
Para estimar as áreas das classes existentes foram utilizadas as imagens classificadas dos anos de 2003, 2010 e 2018. A mensuração foi feita a partir da contagem de pixel de cada classe, multiplicado pela área efetiva de cada pixel (900m²). A contagem dos pixels de cada classe foi obtida por meio da soma das assinaturas correspondentes à cada classe, fornecido pelo plugin *Group Stats*.

4.7 CRUZAMENTO DOS MAPAS TEMÁTICOS

No QGis, foi escolhida a ferramenta *Land Cover Change* do plugin SCP. O comando permite cruzar duas camadas raster mantendo as informações de ambas no arquivo resultante da operação. No caso em questão, foram cruzadas as classificações de uso e ocupação do solo do ano de 2003 com a classificação do ano de 2010, gerando um novo arquivo, que herda em seu relatório as informações das camadas de origem, o mesmo procedimento foi realizado com a classificação do ano de 2010 com a classificação do ano de 2018.

Para a análise das áreas de preservação permanente em cada mapa temático quanto a dinâmica de uso e ocupação do solo no período em estudo foi realizado o cruzamento dos arquivos *raster* através da opção *Land Cover Change*, exemplificada na figura 3.

Figura 3 - Cruzamento de camadas no SCP em software QGis (2.14).



Fonte: o Autor.

A partir destes resultados criou-se um novo campo no arquivo .csv gerado no processo e aberto em planilha eletrônica. Este campo serviu para discriminação dos resultados. No presente estudo os conflitos de uso considerados se referem a qualquer tipo de uso antrópico identificado nos limites das áreas que deveriam ser destinadas a preservação permanente.

Desta forma, as áreas de vegetação atendentes à legislação, quanto a definição de APP, observadas no ano de 2003 que se mantiveram em 2010 foram classificadas como preservadas, enquanto as áreas de mata que em 2003 já se apresentavam em discordância com a legislação ou tiveram sua cobertura alterada para solo exposto, agricultura ou área urbana no decorrer do período até 2010 foram classificadas como desmatamento. Já as áreas em discordância com legislação que tiveram recuperadas a sua funcionalidade e caracterização como APP foram classificadas como regeneração.

A metodologia foi reproduzida para os demais anos selecionados para a realização do estudo.

4.8 MAPA DA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Realizou-se então, a edição dos atributos da camada formada pelo processo anteriormente descrito para elaboração dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo da área objeto de estudo. Subsidiado pelo relatório em arquivo .csv gerado pelo processo foi possível identificar as alterações de cada classe e modificar as cores correspondentes às mesmas para uniformizar suas apresentações no mapa.

Assim, para representar áreas classificadas como desmatamento foi utilizada a cor vermelha, para regeneração foi utilizada a cor verde claro e para as áreas preservadas foi utilizada a cor verde escuro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

As imagens dos satélites dos satélites Landsat 5 e 8, sensores TM (*Thematic Mapper*) e OLI/TIRS (*Operational Land Imager/ Thermal Infrared Sensor*) com resolução de 30 metros, dos anos 2003, 2010 e 2018 e os levantamentos de campo permitiram identificar e mapear as 5 classes de uso e ocupação do solo no reservatório Pirapama, sendo: Floresta, Agricultura, Corpos D'água, Solo Exposto e Área urbana.

Na Tabela 3 estão descritas as áreas ocupadas por cada classe de uso e ocupação do solo analisadas na área de estudo em cada ano, sendo um total de 13,95 km² de APPs analisadas.

Tabela 3 - Uso e ocupação do solo em km² e porcentagem dos anos de 2003, 2010 e 2018.

Nº	Classes de Uso e Ocupação do Solo	2003		2010		2018	
		Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)	Área (km ²)	(%)
1	Agricultura	0,28	2	1,1	7,9	2,46	17,6
2	Corpos D'água	4,83	34,6	4,48	32,1	4,78	34,3
3	Área urbana	0,93	6,7	1,14	8,2	1,48	10,6
4	Solo exposto	0,13	0,9	0,3	2,1	0,71	5,1
5	Floresta preservada	7,78	55,8	5,8	41,6	4,53	32,4
6	Nuvens			1,13	8,1		
Total (km²)		13,95					

Fonte: o Autor.

Como pode ser observado na tabela 3 a vegetação preservada encontrava-se predominante na área, representando 55,8 % (7,78 km²) do uso e ocupação total, seguido pelo corpo d'água com 34,6 % (4,83 km²). Estes valores correspondiam a mais de 80% da área total objeto de estudo. Entretanto, pode ser observado que no ano de 2003 já havia desconformidade de uso do solo quanto às áreas de preservação permanente, havendo presença de agricultura, área urbana e solo exposto, sendo 2% (0,28 km²); 6,7% (0,93 km²) e 0,9% (0,13 km²) respectivamente.

Ressalta-se que, embora a legislação atual seja posterior ao ano desta observação do estudo, a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, apresentava um caráter técnico com uma óptica de conservação das funções básicas dos ecossistemas naturais e com uma preocupação sobre a importância da conservação de todos os tipos de vegetação nativa. Onde as áreas ao

redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais eram consideradas APPs, sendo esta definição citada no Art 2º da presente lei.

Ainda conforme dados de áreas da tabela 3 foi possível observar uma clara expansão das áreas influência antrópica. As áreas de desmatamento, que incluem áreas de agricultura, ocupação urbana e solo exposto, destacaram-se como a mudança mais evidente no uso e ocupação do solo. Havendo, no decorrer dos quinze anos, alterações no uso do solo de modo a tornar a área desmatada superior a três vezes, 4,65 km² (33,3%), a área inicialmente pertencente a esta classificação, 1,34 km² (9,6%), no ano de 2003.

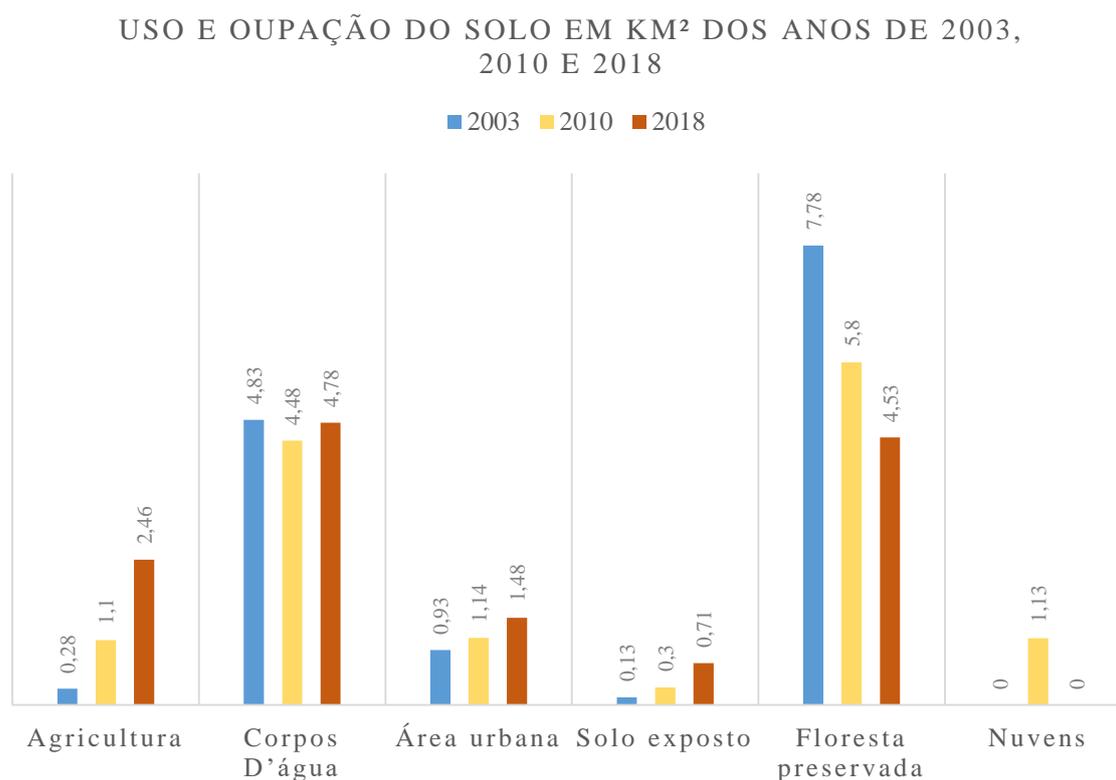
A expansão mais alarmante, contudo, é da classe Agricultura, que representa mais da metade (52,9%) da área total em conflito com a legislação na observação mais atual, ano de 2018 (2,46 km² de 4,65 km²) correspondente a (17,6%) da área total de estudo. Além disso, a área com agricultura em 2018 possui extensão superior ao total de área em conflito com a legislação em 2003 (que considera agricultura, área urbana e solo exposto).

A redução, alteração ou perda total da flora dá-se pela prática de cultivos agrícolas e execução de construções civis. Estas práticas destacam-se como potencialmente degradadoras por interferir na função da vegetação natural, que é proteger os rios e reservatórios de assoreamentos, evitar transformações negativas nos leitos, garantir o abastecimento dos lençóis freáticos e preservação da vida aquática (SILVA JUNIOR, 2018).

Ainda conforme Silva Junior (2018), não se sabe ao certo quando as ocupações tiveram início e de acordo com relato de moradores, no ano de 2002 já havia registros de ocupações, sendo de forma mais intensa em meados do ano de 2008, ano em que, conforme a CEPAN (2013), foi concluído o Reservatório do Pirapama, com capacidade de acumular 61 milhões de litros cúbicos de água, que faz parte do Sistema Pirapama, maior sistema de abastecimento de água do Estado de Pernambuco.

Conseqüentemente, houve diminuição da área ocupada pela floresta preservada. Ao analisar os dados desta classe em 2003, observou-se uma área de 7,78 km². Até 2010, a área de floresta preservada foi reduzida para 5,8 km². Em 2018, foi observada uma redução de área da floresta preservada para 4,53 km², equivalente a 41,8% em relação a área total desta classe observada em 2003. A dinâmica das classes de uso e ocupação do solo pode ser facilmente observada na figura

Figura 4 - Gráfico de uso e ocupação do solo em km² dos anos de 2003, 2010 e 2018.



Fonte: o Autor.

Esta classe é representada pela vegetação natural da região, mata atlântica. Formação vegetal que está presente em grande parte da região litorânea brasileira. De grande importância para manutenção do ecossistema, a mata atlântica caracteriza-se pela vegetação exuberante, com acentuado higrofitismo.

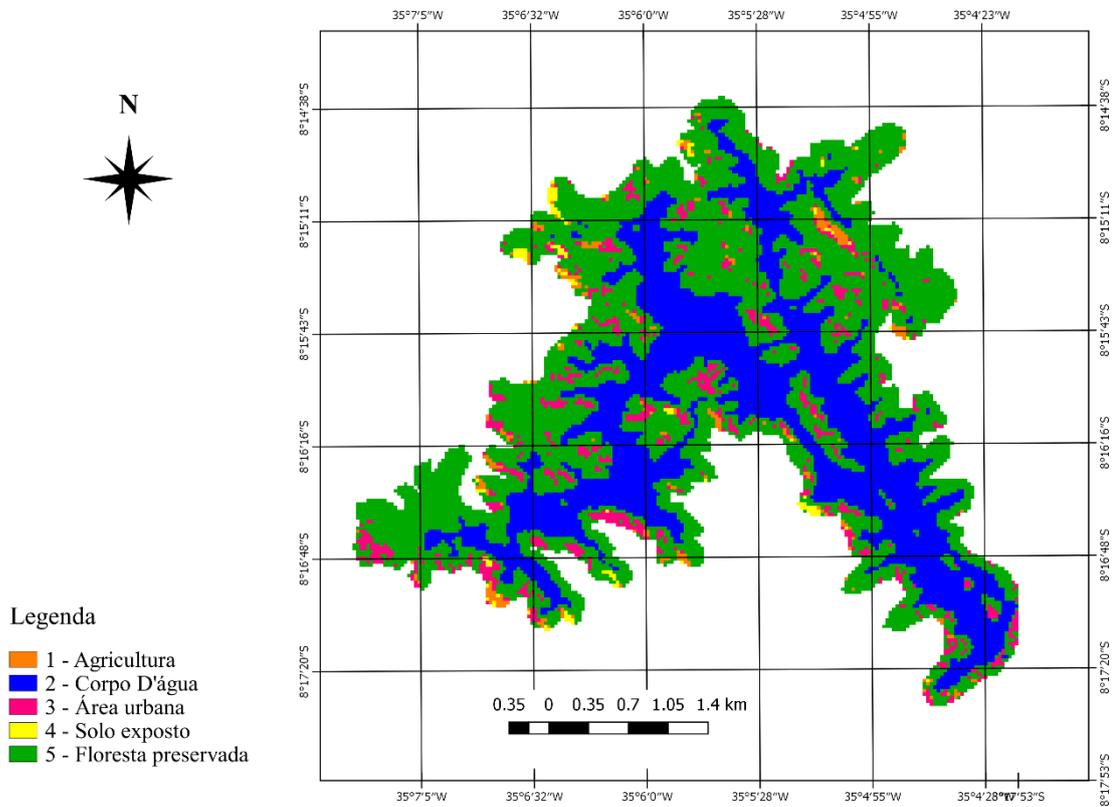
A Mata Atlântica, como toda floresta tropical, abriga um elevado número de espécies. Embora as florestas tropicais ocupem apenas 7% da superfície do planeta, elas abrigam aproximadamente a metade das espécies existentes (MOURA, 2006).

Exibindo uma variação gradiente da fauna, a Mata Atlântica é também responsável pela manutenção da biodiversidade, sendo extremamente valiosa como recurso potencial. Muitos produtos naturais são extraídos deste bioma para a subsistência de populações humanas geograficamente isoladas ou socialmente excluídas, alguns de seus produtos são usados pela indústria (MOURA, 2006).

Outra observação é a variação da área do corpo hídrico no período de estudo. Esta variação pode ter ocorrido devido a efeitos da sazonalidade climática da região e a confusão entre corpo d'água e sombras no processo de classificação.

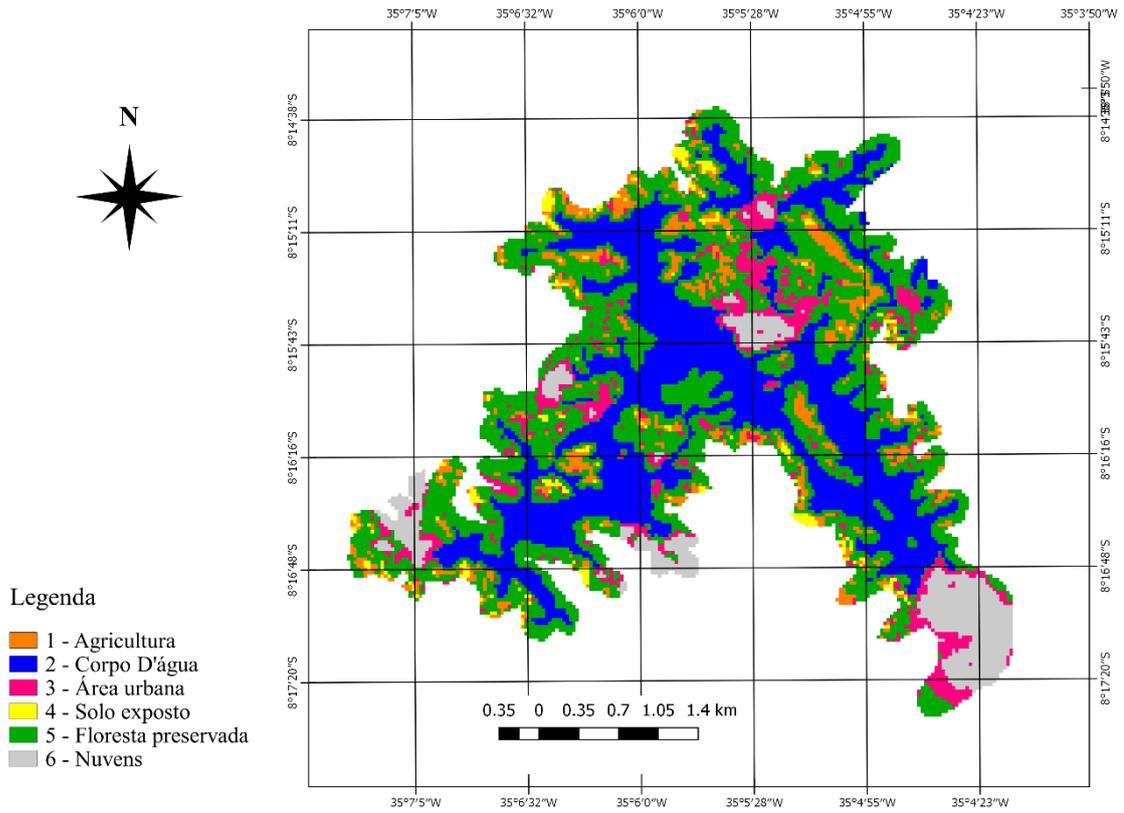
As figuras 4, 5 e 6 apresentam a evolução do uso e ocupação do solo ao longo de 15 anos nas áreas de preservação permanente do Reservatório do Pirapama.

Figura 5 - Uso e ocupação do solo no Reservatório do Pirapama no ano de 2003.



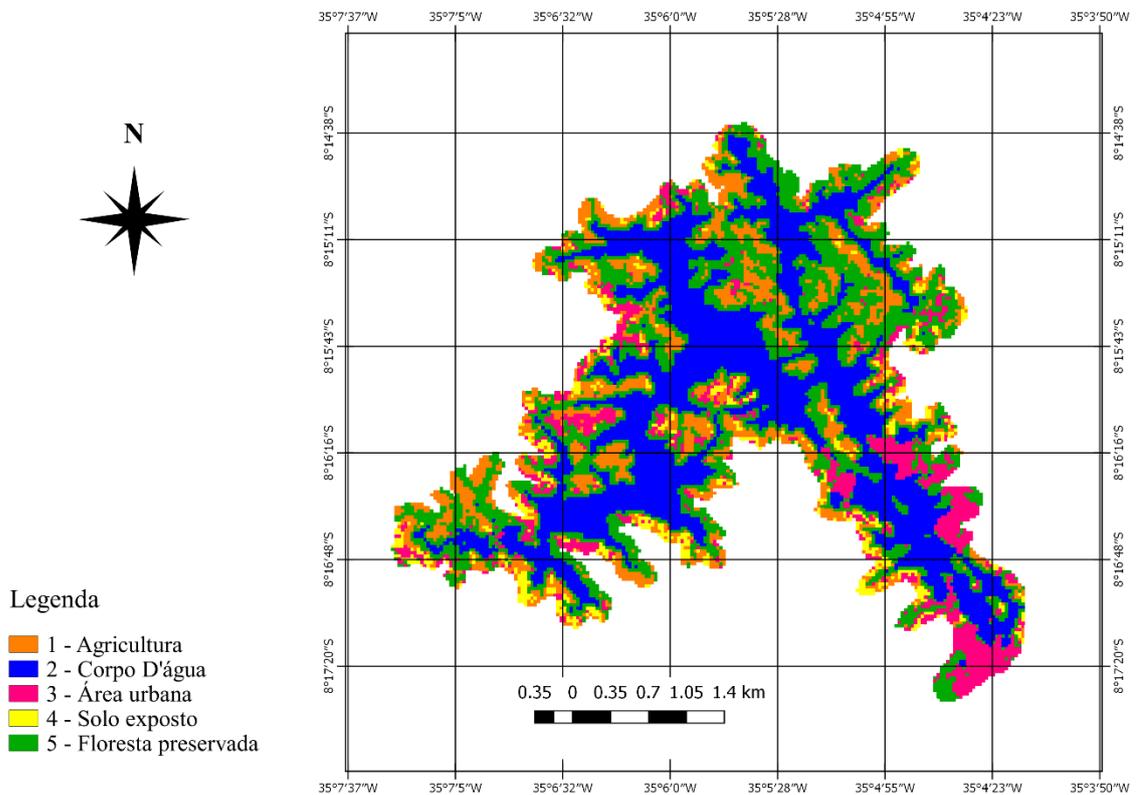
Fonte: o Autor.

Figura 6 - Uso e ocupação do solo no Reservatório do Pirapama no ano de 2010.



Fonte: o Autor.

Figura 7 - Uso e ocupação do solo no Reservatório do Pirapama no ano de 2018.



Fonte: o Autor.

5.2 ACURÁCIA DOS MAPAS DE USO E COBERTURA DO SOLO

Por meio da matriz de confusão de cada classificação apresentada nas Tabelas 4, 5 e 6, pode-se observar a exatidão das classificações. Os valores da diagonal principal (em negrito) referem-se à porcentagem das amostras de cada classe corretamente classificadas.

Como pode ser notado, na matriz referente à classificação do ano de 2003 o produto dessa análise indica que a classe de “Corpos D’água” obteve o maior valor de nível de acerto, sendo a exatidão do usuário e do produtor próxima de 100%. Seguido da classe de “Floresta preservada”, cujo exatidão de usuário e produtor foram de 53,8% e 72,4%, respectivamente.

A falta de dados de campo do ano de 2003, em amostras realizadas na área de estudo, foi um dos possíveis fatores que reduziram a acurácia para algumas classes, o que revela os valores de exatidão do usuário e do produtor das classes de “Agricultura” (20% e 2,1%); “Área urbana” (17,1% e 1,6%) e “Solo exposto” (66,7% e 18,2%).

Tabela 4 - Matriz de Confusão (2003); AG = Agricultura; CD = Corpos d’água; AU = Área urbana; SE = Solo exposto; FP = Floresta preservada.

		Classificação					Total	Exat. Prod.	
		AG	CD	AU	SE	FP			
Referência	AG	1			1	3	5	2,1%	
	CD		834	15		7	856	99,3%	
	AU	11	2	6	3	13	35	14,6%	
	SE	1			2		3	18,2%	
	FP	27	4	18	5	63	117	72,4%	
Total		40	840	39	11	86			
Exat. Usu.		20,0%	97,4%	17,1%	66,7%	53,8%			
Exat. Global		88,2%							
Índice Kappa		0,62							

Fonte: o Autor.

Analisando o produto da classificação do ano de 2010, pode ser observado que a classe de “Floresta preservada” apresentaram confusão com a classe de “Solo exposto” levando a segunda classe a obter acurácia de valor 0%, essa inexistência de exatidão é justificada pela dificuldade que houve ao discriminar solo exposto, isso se dá pelo fato da classe ter um comportamento espectral de difícil assimilação, sendo muitas vezes confundida com áreas que apresentam vegetação rala e de e de pequeno porte.

As classes “Agricultura” e “Área urbana” obtiveram valores, conforme índice de Kappa, entre “Bom” e “Muito Bom” quanto à exatidão dos dados analisados, considerando assim que houve uma boa estimativa para as classes. A classe de “Floresta preservada” apresentou acurácia entre 63 e 77% e indicou que o desempenho na classificação de acordo com o índice de Kappa foi “Muito Bom”.

Tabela 5 - Matriz de Confusão (2010); AG = Agricultura; CD = Corpos d’água; AU = Área urbana; SE = Solo exposto; FP = Floresta preservada; NU = Nuvens.

		Classificação						Total	Exat. Prod.
		AG	CD	AU	SE	FP	NU		
Referência	AG	26		2		13		41	54,2%
	CD		811			2		813	96,5%
	AU	1	19	21		4		45	51,2%
	SE	3		6	0			9	0,0%
	FP	10	10	7	11	67		105	77,0%
	NU			3			109	112	100,0%
Total		40	840	39	11	86	109		
Exat. Usu.		63,4%	99,8%	46,7%	0,0%	63,8%	97,3%		
Exat. Global		91%							
Índice Kappa		0,80							

Fonte: o Autor.

Quanto à classificação de uso e ocupação do solo do ano de 2018, pode ser observado que a exatidão global (94,4%) e índice de Kappa (0,82) apresentaram valores superiores aos demais anos. A alta acurácia pode ser explicada devido à realização de visita à área de estudo, além do apoio de imagens da plataforma Google Earth, o que proporcionou uma maior precisão na identificação dessas classes.

O menor acerto observado ocorreu na classe de “Solo exposto” (57,1%). É comum isso ocorrer com essa classe, pois muitas vezes a mesma é confundida com outras coberturas, principalmente, quando não há disponibilidade de imagens predominantemente limpas, proporcionando na imagem uma mistura espectral entre pixels correspondentes, dificultando a separação dos usos.

Pamplona (2017), constatou em seu estudo de mudanças no uso e cobertura da terra a necessidade de criação de classes que podem interferir nas assinaturas espectrais das classes definidas para um estudo e conseqüentemente dificultar a classificação digital supervisionada. Dessa forma a criação da classe de “Nuvens” foi criada para que as áreas

com pouca presença de nuvens não interferissem na leitura espectral das coberturas estudadas.

Tabela 6 - Matriz de Confusão (2018); AG = Agricultura; CD = Corpos d'água; AU = Área urbana; SE = Solo exposto; FP = Floresta preservada.

		Classificação					Total	Exat. Prod.	
		AG	CD	AU	SE	FP			
Referência	AG	25		6	1	4	36	52,1%	
	CD		840				840	100,0%	
	AU			28	2	12	42	68,3%	
	SE	2		2	8	2	14	72,7%	
	FP	13		3		68	84	78,2%	
Total		40	840	39	11	86			
Exat. Usu.		69,4%	100,0%	66,7%	57,1%	81,0%			
Exat. Global		94,4%							
Índice Kappa		0,82							

Fonte: o Autor.

No geral, o índice Kappa das imagens classificadas através da metodologia utilizada apresentaram acertos de 61,6%, 80,1% e 82,4 %, sendo estes valores considerados como muito bom e excelente. Resultados semelhantes (61,3%) foram encontrados por Silva Junior, (2018) ao analisar o processo de antropização na Barragem Pirapama, PE e por Pamplona (2017), que ao estimar mudanças no uso e cobertura da terra no município de Barreiras-BA entre 1990 e 2016 obteve um índice de 81%. Especificamente, para este fim, a classificação de uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente do Reservatório do Pirapama realizada a partir da metodologia adotada pode ser considerada apropriada, visto sua avaliação pelo índice de Kappa.

5.3 DINÂMICA DE USO NAS APPs

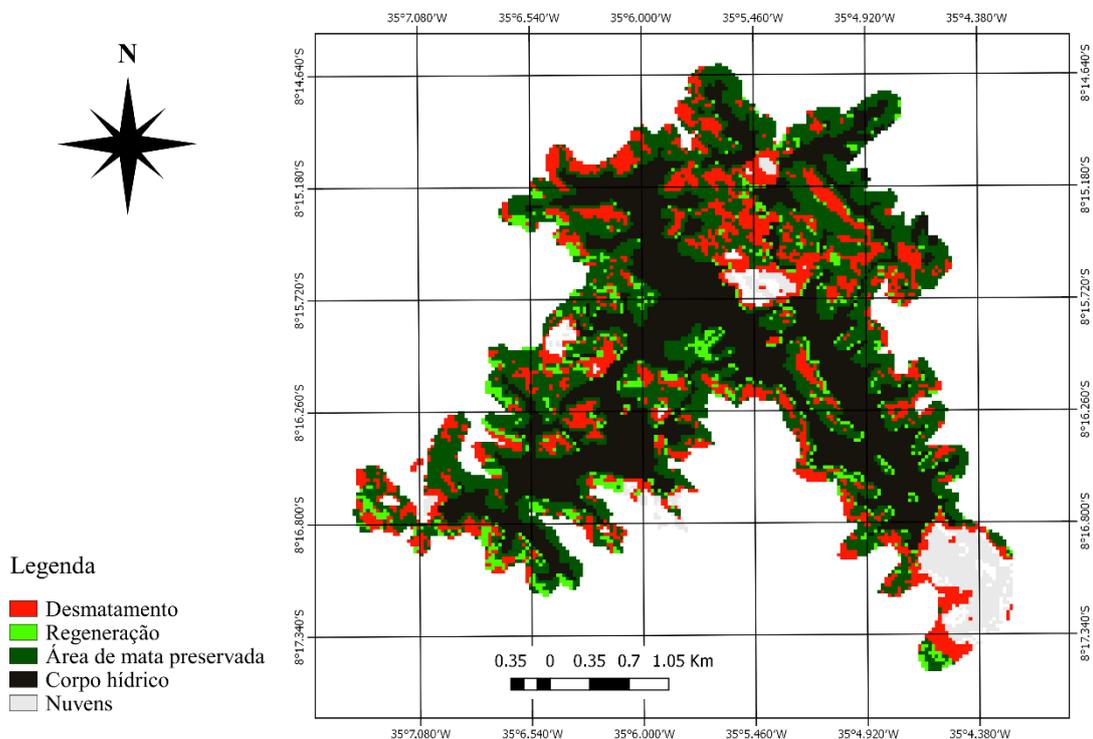
A partir das figuras 7 e 8, mapas temáticos produtos dos cruzamentos das classificações realizadas de imagens dos anos de 2003, 2010 e 2018, foi possível observar a dinâmica de uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente no que tange a legislação. No ano de 2003 cerca de 1,34 km² da área encontravam-se em discordância no que se refere ao uso do solo em APP. Isso correspondendo a 9,61% do total da área em conflito. Em 2010, após o registro informal da população local de intensificação das

ocupações, a área correspondente a conflitos de uso e ocupação do solo quase dobrou, ficando em cerca de 2,54 km², o que correspondia a 18,21% do total da área.

Atualmente, considerando os dados obtidos em 2018, as áreas de preservação permanente que se encontram em conflito de uso e ocupação do solo correspondem a cerca de 4,65 km² (33,33%) do total da área, praticamente um terço da área total de áreas de preservação permanente do Reservatório do Pirapama encontram-se em desconformidade segundo sua definição na legislação vigente.

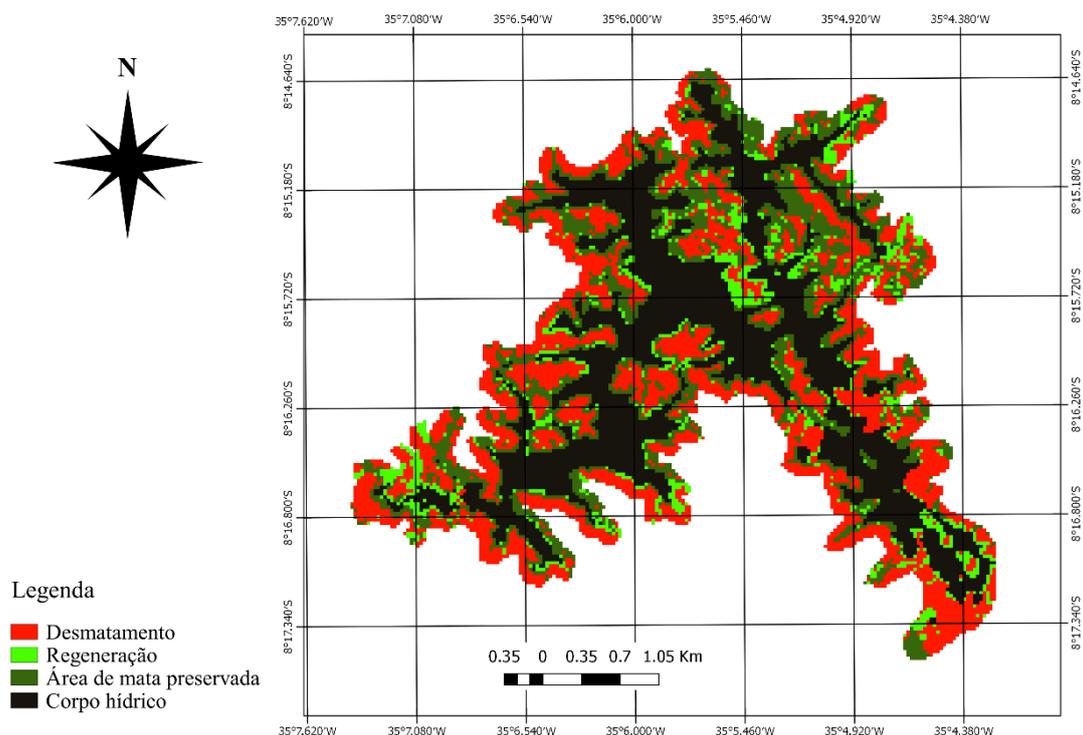
Nos mapas, apresentam-se na cor verde escuro as áreas de vegetação atendentes à legislação, quanto a definição de APP, observadas no ano de 2003, que se mantiveram em 2010 e 2018, classificadas como “Área de mata preservada”. Enquanto as áreas de mata que em 2003 já se apresentavam em discordância com a legislação ou foram alteradas para solo exposto, atividades agrícolas ou ocupação urbana, classificadas como “Desmatamento”, estão representadas pela cor vermelha, já as áreas em discordância com legislação que tiveram recuperadas a sua funcionalidade e caracterização como APP, classificadas como “Regeneração” estão representadas pela cor verde claro.

Figura 8 - Conflitos de uso e ocupação do solo nas APPs do Reservatório do Pirapama em 2010.



Fonte: o Autor.

Figura 9 - Conflitos de uso e ocupação do solo nas APPs do Reservatório do Pirapama em 2018.



Fonte: o Autor.

As matas ciliares são de grande importância para os sistemas ambientais, principalmente pela sua característica de desempenhar papel na conservação e preservação dos recursos hídricos e do solo. Além de possuírem grande relevância ecológica, como refúgio para diversas espécies da fauna e flora (CEPAN, 2013).

A devastação das matas ciliares ocorre por vários fatores, como ocupação urbana e depósito e tratamento irregular de lixo, prática pecuária e exploração da atividade agrícola.

A ocupação irregular ocorre em alguns pontos das áreas de preservação permanente da barragem, sendo uma pequena quantidade de residências, o que ocasiona descaracterização da paisagem natural, poluição visual e demais danos.

Conforme o Código Florestal, a supressão de vegetação em área de preservação permanente somente pode ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto.

Outro impacto decorrente da ocupação irregular é disposição e tratamento inadequado dos resíduos sólidos, no qual, é realizada a queima e o despejo de lixo doméstico em locais inadequados, gerando poluição atmosférica, poluição do solo e do lençol freático.

O descarte inadequado de resíduos sólidos nos centros urbanos, sem qualquer tratamento, está contaminando os lençóis freáticos de várias regiões brasileiras. Essa situação é ainda pior ao se considerar que a água potável vai se tornar, em breve, um fator de grande competitividade entre as nações, pois está transformando-se em recurso cada vez mais escasso (SANCHES et al., 2006).

Paisagem, no sentido geral, é toda porção de terreno contemplada de uma perspectiva natural ou estética. Miyazak (2014) afirma que a transformação da paisagem ocorre por meio da intervenção da sociedade, que evidencia o modo de produzir e de consumir o espaço urbano. Assim, os compartimentos geomorfológicos são apropriados e ocupados pela mesma, que os esculturam a partir de construções e edificações com diversos usos. Isso se configura no espaço por meio de cortes em vertentes, terraplanagem em áreas de topos, retificação de cursos d'água em fundos de vale, além da impermeabilização dessas feições geomorfológicas.

Resultado dos impactos já citados, a redução da fauna é resultante principalmente pela redução da flora, uma vez que com a retirada de vegetação há como consequência a evasão da vida silvestre. Também pode ser considerada a prática da caça devido ao aumento de presença humana na área.

A fragmentação das matas é o maior impacto sobre a fauna, uma vez que a preservação da biodiversidade, a médio e longo prazo, depende de grandes áreas contínuas para garantir sua variabilidade genética, dispersão, reprodução e alimentação.

As áreas de solo exposto estão frequentemente associadas aos recuos das áreas produtivas de culturas anuais. Nas áreas sem regeneração existe um predomínio de espécies herbáceas invasoras, conforme visita *in loco*. Tais áreas podem se apresentar em processo erosivo e um solo frágil, o monitoramento destas áreas é fundamental para que impeça o avanço deste processo (CEPAN, 2013).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados do estudo da dinâmica espaço-temporal de uso e ocupação do solo nas APPs do Reservatório do Pirapama-PE, estima-se que as atividades antrópicas impactaram cerca de 4,65 km² de vegetação nativa, equivalente a 33,3% da área de estudo.

A utilização de imagens orbitais, combinada com técnicas de geoprocessamento evidenciaram resultados bastante confiáveis, mostrando a eficiência do método para o processo de análise necessário para atingir os objetivos desse trabalho. Ter o conhecimento das etapas pelas quais passaram os fragmentos florestais nativos em sua evolução temporal registrada na composição de imagens de satélite foi decisivo para compreensão do estado atual em que se encontram estes fragmentos.

Dessa forma, confirma-se a importância do emprego de técnicas de sensoriamento remoto na avaliação espaço-temporal de alterações de uso e ocupação do solo, para fins de análises da degradação ambiental.

Considerando a diminuição do tempo hábil para o monitoramento territorial, destaca-se a importância do estudo da dinâmica de uso e ocupação do solo por meio do sensoriamento remoto para as unidades gestoras e fiscalizadoras. Sendo tais estudos essenciais para tomada de decisões quanto à gestão e manutenção destas áreas frente a legislação e preservação ambiental.

Assim, os resultados apresentados representaram um diagnóstico para a gestão adequadas destas APPs. Onde podem ser contemplados aspectos para preservação como a recuperação de áreas com solo exposto; controle de espécies exóticas invasoras; contenção do avanço da área urbana; enriquecimento de áreas em regeneração e um estudo da efetividade das medidas mitigadoras e/ou compensatórias referente ao projeto de construção da barragem.

7. REFERÊNCIAS

BACALHAU, J. R. Simulação da disponibilidade hídrica e operação de reservatórios de abastecimento em relação à variabilidade Climática: bacia do rio Pirapama em Pernambuco.- Recife: A Autora, 2015.

BALBI, D. A. F., BARBOSA, L. R. A., SILVA, E. Do S. Plano de ações emergenciais para barragens das PCH da CEMIG GT. Comitê Brasileiro de Barragens. VIII Simpósio sobre Pequenas e Medias Centrais Hidrelétricas. Porto Alegre – RS. 01 a 04 de Maio. T31-A02. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, 25 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm Acesso em: 15 de mai de 2019.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Brasília, DF, 15 de setembro de 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm Acesso em: 15 de mai de 2019.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nº s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, DF, 17 de outubro de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm Acesso em: 15 de mai de 2019.

BRASIL. DECRETO nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Approva o codigo florestal que com este baixa. s.l. 23 de janeiro de 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm Acesso em: 15 de mai de 2019.

BRASIL. DECRETO nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. Brasília, DF, 17 de outubro de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm Acesso em: 15 de mai de 2019.

CARDIA, R. J. e R., ANDERAOS, A. Algumas considerações sobre a importância do plano de ação emergencial - PAE - Comitê Brasileiro de Barragens. VIII Simpósio sobre Pequenas e Medias Centrais Hidrelétricas, Porto Alegre – RS. 01 a 04 de Maio. 2012.

CBDB. COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS. A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens / [coordenador,

supervisor, Flavio Miguez de Mello ; editor, Corrado Piasentin]. - Rio de Janeiro : CBDB, 2011. 524 p. ISBN 978-85-62967-04-7.

CEPAN. CENTRO DE PESQUISAS AMBIENTAIS DO NORDESTE. Projeto de Adequação Ambiental do Reservatório Pirapama. Recife, 2013.

COELHO JÚNIOR, L. Intervenções nas áreas de preservação permanente em zona urbana: uma discussão crítica acerca das possibilidades de regularização. Custos legais. Revista eletrônica do ministério público. Disponível em: http://www.prrj.mpf.gov.br/custoslegis/revista_2010/2010/aprovados/2010a_Tut_Col_Lauro.pdf Acesso: 19/03/2018.

COELHO V. H. R., MONTENEGRO S. M. G. L., ALMEIDA C. N., LIMA E. R. V., RIBEIRO NETO A. & MOURA G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.18, n.1, p.64-72, 2014.

COMPESA. COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. Alternativas para mudança no regime de racionamento da rede de distribuição na Região Metropolitana do Recife no ano de 2005. Recife, 2005.

CONGALTON, R. G.; and GREEN, K. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. New York: Lewis Publishers, 1999.

CRUZ, A.S. Estudo da Bacia Hidrográfica do rio Pirapama empregando tecnologias de geoinformação. Dissertação de Mestrado (Tecnologia Ambiental). Instituto de Tecnologia de Pernambuco - ITEP. 2009.

CPRH/DFID. Projeto Pirapama: construindo o desenvolvimento sustentável local. Uma experiência que vale a pena conhecer e repetir. Governo do Estado de Pernambuco, CPRH/DFID. 2001.

CPRH. Companhia Pernambucana de Meio Ambiente. 2003. Diagnóstico Socioambiental do Litoral Sul de Pernambuco. Recife.

ESTEVAM, L.S.; PEREIRA, S.A. Áreas de preservação permanente a luz do novo código florestal. Anais. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. João Pessoa - PB, vol.1, p. 2301-2308, 2015.

FAO. *State of the World's Forests Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome. 165p. 2011. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i2000e/i2000e.pdf> Acesso em: 14 de jun de 2018.

GAMA, Ana Maria de Freitas – Avaliação da agenda 21 da bacia hidrográfica do rio Pirapama. Recife: A autora, 2003. 172 folhas: Il., fig., tab., quadro. Dissertação (mestrado) – UFPE. CFCH. Gestão e Políticas Ambientais, 2003.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio formiga, Tocantins. Revista Eletrônica de Geografia. Uberlândia – MG, vol.4, n.12, p. 90-106, 2012.

MEDEIROS, C. H. de A. C. e LOPES, M. da G. O Risco Da Classificação De Barragens Por Categoria De Risco, Com Base Em Método de Ponderação de Fatores, Com Foco Na

Avaliação Do Potencial De Risco. Comitê Brasileiro De Barragens. XXVIII Seminário Nacional De Grandes Barragens. Rio De Janeiro – RJ, 25 A 28 De Outubro, T104-A17. 2011.

MEDEIROS, C. H. de A. C.; MEDEIROS, Y. D. P. A Structural Framework For Dam Safety Plan According To Brazilian National Law On Dam Safety CIGB-ICOLD 2012 Kyoto. International Symposium On Dams For A Changing World, Kyoto, Japan, June 5, page 5-31 / 5-36. 2012.

NOVO, E.M.L.M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 3ª edição revista e ampliada. 2010.

PAMPLONA, N. L. Mudanças no uso e cobertura da terra no município de Barreiras-BA entre 1990 e 2016. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Brasília, 2017.

PERNAMBUCO. Diagnóstico ambiental e elaboração do projeto de restauração florestal da Zona de Preservação Ecológica do Complexo de Suape. Governo do Estado de Pernambuco/SUAPE. Relatório Técnico. Recife. 2010.

ROMAGNOL, I. I. Geoprocessamento aplicado na análise do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da microbacia do rio da Prata-SP. Revista Geonorte, Manaus – AM. vol.2, n.4, p.1519 – 1527, 2012.

SANCHES, S.M.; SILVA, C.H.T.P.; VESPA, I.C.G.; VIEIRA, E.M.. A Importância da Compostagem para a Educação Ambiental nas Escolas. Química Nova na Escola. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. nº 23. maio de 2006. p. 10-13.

SANTOS JÚNIOR, J. L.; PONZONI, F. J.; CHAVES, J. M. Utilização de dados provenientes do Modelo Linear de Mistura Espectral e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada em imagens TM/Landsat 5 e ETM+/Landsat 7 para a verificação de alterações da cobertura vegetal na APA do Pratigi – BA. Anais. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, p. 2171-2177, 2015.

SANTOS, W. A.; ALMEIDA, Q. A.; CRUZ, F. J.; MELLO, A. A.; SANTOS, B. R.; LOUREIRO, C. D.; Conflito de uso da terra em áreas de preservação permanentes da bacia do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. Revista de Ciências Agrárias. Recife – PE, vol. 60, n. 1, p. 19-24, 2017.

SCHÄFFER, W. B. et al.. Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação e Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA, 2011. 96 p.: il. Color.; 29 cm. + mapas. (Série Biodiversidade, 41).

SILVA, G. J. F. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE PARARI-PB: UMA ANÁLISE POR MEIO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Revista Geografar Curitiba, v.10, n.2, p.140-164, dez./2015 Disponível em: www.ser.ufpr.br/geografar Acesso em: 15 de abr de 2019.

SILVA JUNIOR, D. A. ANÁLISE DOS ASPECTOS DA ANTROPIZAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA BARRAGEM DE PIRAPAMA, CABO DE SANTO AGOSTINHO, PERNAMBUCO, BRASIL. MONOGRAFIA – IFPE. IFPE, Recife, 2018.

SILVA JÚNIOR, J.F. Fitossociologia do componente arbóreo em um remanescente de Floresta Atlântica no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, [s.l], v. 3, n. 3, p. 276-282. 2008.

SILVA, M. C.; PAULINI, F.; LOPES, F. B.; FIORAVANTI, M. C. S.; SERENO, J. R. B. A heterogeneidade dos sistemas de produção agropecuários e da paisagem: um ponto de partida para compreender a conservação de recursos genéticos animais. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 9, p. 1-24, 2013.

SOUZA, U. B., SOUZA, S. F., SANTOS, C. A. P., AMARAL, A. G. Uso do sensoriamento remoto na análise da dinâmica da paisagem em um período de 20 anos no anel da soja, Oeste da Bahia. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais. Curitiba: INPE, p. 3014, 2011.

VANZELA, L. S., HERNANDEZ F. B. T. & FRANCO R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.14, n.1, p.55-64, 2010.

VELOSO, H.P., RANGEL FILHO, A.L.R. e LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE.Rio de Janeiro, 1991.