



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



RENATO DE BOZZANO RODRIGUES

ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NO
ENTORNO DO AÇUDE ENGENHEIRO ARCOVERDE, MUNICÍPIO DE
CONDADO-PB, NO PERÍODO DE 1989 A 2018

CAMPINA GRANDE
2019

RENATO DE BOZZANO RODRIGUES

**ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NO
ENTORNO DO AÇUDE ENGENHEIRO ARCOVERDE, MUNICÍPIO DE
CONDADO-PB, NO PERÍODO DE 1989 A 2018**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:

Sociedade e Recursos Naturais

LINHA DE PESQUISA:

Gestão de Recursos Naturais

CAMPINA GRANDE
2019

R696a Rodrigues, Renato de Bozzano.
Análise espacial e temporal do uso e cobertura do solo no entorno do açude engenheiro Arcoverde, município de Condado-PB, no período de 1989 a 2018 / Renato de Bozzano Rodrigues. – Campina Grande, 2019. 85 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2019. "Orientação: Prof. Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo".
Referências.

1. Geoprocessamento. 2. Degradação das Terras. 3. Semiárido Brasileiro. 4. Caatinga. I. Araújo, Sérgio Murilo Santos de. II. Título.

CDU 528.852(043)

**Dedico esse trabalho aos meus pais, a
minha esposa e a Condado, minha terra
querida.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser a luz que ilumina o meu caminho e proporciona a graça da vida.

Aos meus pais, Raimundo Melado (*in memoria*) que sempre foi o meu maior exemplo de ser humano e mesmo não mais nesse plano está sempre presente na minha vida, minha mãe Santana, que é tudo na minha vida e sempre me amou incondicionalmente.

A minha esposa, Thayse Machado Rodrigues, sempre ao meu lado com seu amor, apoio e confiança, não medindo esforços para ver o meu sucesso.

Ao meu Orientador, Sérgio Murilo Santos de Araújo pela paciência, segurança, pela orientação significativa e a disponibilidade em me guiar na pesquisa.

Aos meus colegas do mestrado, por compartilharem momentos de aprendizado único, em especial aos meus amigos, Ranyerys Renys, Everton Gomes, Glicia Chaves, Helena de Araújo, Antônio Fagundes, Rosimery Alves, por estarem sempre presente nos momentos de alegria, e proporcionarem solução nos momentos de desespero. Ao meu caro, Magdiel Ferreira, pela valiosa ajuda na construção dos mapas desse trabalho.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais por proporcionarem a construção de novos conhecimentos, em especial ao professor Dr. José Dantas Neto, pelo incentivo moral para ingressar no programa.

Aos mestres que desde os primeiros anos do ensino básico, foram exemplos de determinação e amor ao magistério.

A todos as pessoas que foram importantes na construção do meu ser social, que direto ou indiretamente foram direcionadores de positivities, saberes e coragem.

*Sou o Gibão do vaqueiro, sou o cuscuz sou
rapadura, sou vida difícil e dura, sou
nordeste brasileiro...*

(Bráulio Bessa)

RESUMO

As diferentes atividades realizadas pelo homem transformam paisagem de acordo com suas necessidades, essas transformações evoluem de acordo com suas atividades e seus modelos de desenvolvimento, proporcionam benefícios e danos ambientais. Como forma de analisar esses danos, o sensoriamento remoto é uma ferramenta bastante eficiente. Assim, o estudo teve como objetivo analisar as dinâmicas espacial e temporal do uso e cobertura do solo no entorno do açude engenheiro Arcoverde, localizado no município de Condado-PB, no período de 1989 a 2018. Para alcançar esse objetivo, foi aplicado o índice de vegetação SAVI (índice de vegetação ajustado ao solo), gerado a partir de imagens orbitais dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, capturadas nos anos de 1989, 1999, 2009 e 2018, com o recorte espacial de toda a área da cidade. Também foram utilizadas imagens do satélite CBERS 4, nos anos de 2015, 2016 e 2018, para um recorte espacial poligonal de 76 km² (7600 ha) tendo o açude engenheiro Arcoverde como referência. Os dados de geoprocessamento foram comparados com informações físicas e socioambientais do município. O percentual da vegetação do município cresceu de 44,9% em 1989 para 70,9% em 2018, na área entorno do açude os números foram de 74,4% em 2015 para 70,9% em 2018. Constatou-se que a região analisada passou por um conjunto de transformações decorrentes de fatores naturais e antrópicos, porém não apresenta significativas perdas vegetais.

Palavras-Chave: Degradação das terras; Geoprocessamento; Caatinga; Semiárido brasileiro;

ABSTRACT

The different activities carried out by man transform landscapes according to their needs, these transformations evolve according to their activities and their development models, provide environmental benefits and damages. As a way of analyzing these damages, remote sensing is a very efficient tool. Thus, the study aimed to analyze the especial end temporal dynamics of land use and cover in the surroundings of the Arcoverde *reservoir*, located in the city of Condado, State Paraíba, from 1989 to 2018. To achieve this objective, the SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index), generated from orbital images of the Landsat 5 and Landsat 8 satellites, captured in the years 1989, 1999, 2009 and 2018, with the spatial cut of the whole area of the city. CBERS 4 satellite images were also used in 2015, 2016 and 2018, for a 76km² (7600 hectare) polygonal space cut, with the Arcoverde *reservoir* as a reference. The geoprocessing data were compared with physical and socioenvironmental information of the municipality. The percentage of vegetation in the municipality increased from 44.9% in 1989 to 70.9% in 2018, in the area around the *reservoir* the numbers went from 74.4% in 2015 to 70.9% in 2018. It was verified that the analyzed region underwent a series of transformations due to natural and anthropic factors, but does not present significant plant losses.

Key words: Land degradation; Geoprocessing; Caatinga; Brazilian semiarid;

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Área de abrangência da região do semiárido brasileiro..... | 26 |
| Quadro 1: Relações entre População, Área e PIB do Nordeste da Sudene e do Nordeste Semiárido, em Vários Anos..... | 27 |
| Figura 2: Áreas Susceptíveis à Desertificação – ASD..... | 34 |
| Quadro 2: Níveis de Degradação Ambiental por Classe de Solo..... | 35 |
| Quadro 3: Características dos satélites LANDSAT..... | 38 |
| Figura 3: Localização Geográfica da área de Estudo – Condado/PB..... | 43 |
| Figura 4: Localização Geográfica da área de Estudo – Condado/PB..... | 44 |
| Figura 5: Bacias Hidrográficas da Paraíba..... | 45 |
| Figura 6: Médias climatológica do município de Condado –PB de 2018..... | 46 |
| Figura 7: Médias climatológica do município de Condado –PB de 1989 a 2018..... | 51 |
| Figura 8: Modelo de elevação digital do Município de Condado-PB..... | 52 |
| Figura 9: Mapa do índice SAVI para o ano de 1989 no município de Condado/PB..... | 54 |
| Figura 10: Mapa do índice SAVI para o ano de 1999 no município de Condado/PB..... | 57 |
| Figura 11: Gráfico de precipitação: Condado/PB 1999..... | 58 |
| Figura 12: Mapa do índice SAVI para o ano de 2009 no município de Condado/PB..... | 60 |
| Figura 13: Mapa do índice SAVI para o ano de 2018 no município de Condado/PB..... | 63 |
| Figura 14: Mapa do índice SAVI para o ano de 2015 | 67 |
| Figura 15: Açude engenheiro Arcoverde Condado – PB..... | 68 |
| Figura 16: Açude engenheiro Arcoverde Condado – PB..... | 68 |
| Figura 17: Uso e cobertura do solo na área do perímetro irrigado/ Condado – PB..... | 69 |
| Figura 18: Mapa do índice SAVI do ano 2016 | 71 |

| | |
|--|----|
| Figura 19: Incidência de nuvens..... | 72 |
| Figura 20: Mapa do índice SAVI do ano 2018 | 75 |

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Classes de cobertura, SAVI 1989..... | 55 |
| Tabela 2 – Classes de cobertura, SAVI 1999 | 59 |
| Tabela 3 – Classes de cobertura, SAVI 2009..... | 60 |
| Gráfico 1: Efetivo Bovino, Condado - PB (Unidade: cabeça) | 61 |
| Tabela 4 – Classes de cobertura, SAVI 2018..... | 62 |
| Gráfico 2 – Extração de Madeira (m ³) | 64 |
| Gráfico 3 – Efetivo do Rebanho Bovino..... | 64 |
| Gráfico 4 – Produção Agrícola: Área Plantada (há..... | 65 |
| Tabela 5 – Classes de cobertura, SAVI 2015..... | 66 |
| Tabela 6 – Classes de cobertura, SAVI 2016..... | 70 |
| Gráfico 5 – População Residente / Condado-PB..... | 73 |
| Gráfico 6 – Número de Domicílios - Condado/PB..... | 73 |
| Tabela 7 – Classes de cobertura, SAVI 2018..... | 74 |
| Gráfico 7 – Produção de Banana no Município de Condado - PB (t) | 76 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CONAMA – Conselho Nacional De Meio Ambiente
SIG – Sistema De Informações Geográficas
REM – Radiação Eletromagnética
LANDSAT– Land Remote Sensing Satellite
ERTS – Resources Tecnology Satellite
NASA – National Aeronautics and Space Administration
SAVI - Soil Adjusted Vegetation Index
RBV – Return Bream Vidicon
MSS – Multispectral Scanner System
TM – Thematic Mapper
IFOV – Instantaneous Field Of View
ETM+ – Enhanced Thematic Mapper Plus
IVP – Infravermelho Próximo
IVM – Infravermelho Médio
IVT – Infravermelho Termal
SLC – Espelho Corretor De Linhas
LDCM – Landsal Data Continuity Mission
OLI – Operation Land Imager
TIRS – Termal Infrared Sensor
IV – Índice De Vegetação
IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística
INPE – Instituto Nacional De Pesquisa Espaciais
USGS – United States Geological Survey
BDCB – Banco De Dados Do Brasil
SRTM – Shuttle Radar Topography Mission
GPS – Global Position System
CPRM – Companhia De Pesquisa De Recursos Naturais

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 2 OBJETIVOS | 17 |
| 2.1 Geral: | 17 |
| 2.2 Específicos: | 17 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 18 |
| 3.1 Avaliação da paisagem no processo de uso e ocupação do solo | 18 |
| 3.1.1 Uso e ocupação do solo urbano | 18 |
| 3.1.2 Uso e ocupação do solo rural | 22 |
| 3.2. Características do Semiárido Brasileiro | 24 |
| 3.2.1. Solo e vegetação | 27 |
| 3.2.3. Hidrografia e Bacia Hidrográfica de Drenagem | 29 |
| 2.2.4. Degradação Ambiental | 30 |
| 2.3. Sensoriamento Remoto | 34 |
| 2.3.1 LANDSAT (Land Remote Sensing Satellite)..... | 35 |
| 2.3.2. CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite, Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres). | 38 |
| 2.3.3. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) | 39 |
| 2.3.4. Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)..... | 40 |
| 2.3.5. Modelos Digitais de Elevação (MDE) | 41 |
| 5 METODOLOGIA | 42 |
| 5.1 Caracterização Da Área De Estudo | 42 |
| 5.1.1 Localização Geográfica | 42 |
| 5.1.2 Aspectos Hidrográficos | 44 |
| 5.1.3 Aspectos Fisiográficos | 44 |
| 5.2 Procedimentos metodológicos..... | 46 |
| 5.1 Soil adjusted Vegetation Index (SAVI) | 47 |
| 5.2 Modelos Digitais de Elevação (MDE) | 49 |
| 5.3 Perfil físico-ambiental e socioeconômico | 49 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 50 |
| 6.1 Análise do SAVI, geradas a partir dos satélites, Landsat 5 e Landsat 8. | 51 |

| | |
|---|----|
| 6.1.2 <i>Análise do SAVI do ano de 1989</i> | 52 |
| 6.1.2 <i>Análise do SAVI do ano de 1999</i> | 55 |
| 6.1.2 <i>Análise do SAVI do ano de 2009</i> | 58 |
| 6.1.2 <i>Análise do SAVI do ano de 2018</i> | 61 |
| 6.2 <i>Análise do SAVI, geradas a partir do satélite, CBERS 4</i> | 64 |
| 6.2.1 <i>Análise do SAVI do ano de 2015</i> | 65 |
| 6.2.2 <i>Análise do SAVI do ano de 2016</i> | 68 |
| 6.2.2 <i>Análise do SAVI do ano de 2018</i> | 72 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 76 |
| REFERÊNCIAS | 78 |

1 INTRODUÇÃO

Diante do processo cada vez mais acelerado do crescimento populacional associado ao êxodo rural e à problemática dos impactos ambientais, criou-se um ambiente de fragilidade ambiental sem precedentes. De acordo com a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 001/86, impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. A necessidade crescente de espaço físico e de alimento de qualidade levou o homem a ocupar e usar o solo de modo inadequado às margens e as adjacências dos corpos hídricos.

Segundo Pereira (2001), a construção espacial pode ser caracterizada através da ocupação e utilização de diferentes sistemas naturais que vem satisfazer as necessidades humanas, resultantes em um gama de benefícios, mas também acarretam prejuízos sociais e ambientais. Nesse sentido, diferentes atividades são realizadas pelo homem ao longo da sua evolução, as transformações da paisagem refletem o modelo no qual essas atividades estão pautadas (Gomes et al., 2011).

Como forma de identificação para as constantes alterações no espaço estão disponíveis diversas ferramentas tecnológicas, dentre estas destacam-se os Sistemas de informações geográficas (SIGs), são ferramentas de grande relevância, capazes de proporcionarem análises visuais de grandes áreas com grande capacidade de precisão de dados. A interpretação imagética consiste na identificação de objetos nestas dispostos, apresentando uma leitura do significado a esses objetos. (FLORENZANO, 2002).

Rocha (2000) diz que, os Sistemas de informações geográficas e o sensoriamento remoto disponibilizam diferentes aplicações com multifinalidades, tendo como uma das mais utilizadas a análise ambiental por se tratar de uma ferramenta importante especializada no diagnóstico de uma relevante quantidade de fenômenos ambientais, tendo em vista que propicia a coleta, o armazenamento, o processamento de dados e informações e suas representações.

Através de análises comparativas e classificativas de temas em diferentes períodos, possibilita-se o entendimento do dinamismo da paisagem, assim como a dinâmica do uso e ocupação do solo, com a finalidade de subsidiar políticas conservacionistas de caráter público,

sendo está uma importante ferramenta na avaliação das alterações apresentadas pelos ecossistemas. (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Nessa perspectiva, ao longo da história dos municípios brasileiros o uso e ocupação de solo de forma aleatória, não considerando a legislação vigente e o equilíbrio ambiental, construíram espaços cada vez mais modificados (SILVA et al., 2017), como é o caso do município de Condado, Paraíba. Diante do exposto, busca-se, neste estudo, responder a seguinte questão norteadora: **quais as condições do uso e cobertura da vegetal encontradas no entorno do açude engenheiro Arcoverde em Condado, Paraíba?** Para tanto, pauta-se em uma análise da dinâmica espaço temporal entre os anos de 1989 a 2018, tendo como recorte espacial as margens do açude engenheiro Arcoverde que está localizado no município de Condado – PB. Como meio para tal estudo é fundamental o processamento digital de imagens de satélite, e o levantamento histórico do uso e ocupação do solo da área de estudo.

Este destaca-se por tratar dos aspectos ambientais e sociais em uma região que sofre com os efeitos físicos e político/sociais da seca, onde considera em caráter fundamental a identificação e conseqüentemente a discussão de problemas de ordem ambiental e seus reflexos na qualidade de vida da população e no equilíbrio ecossistêmico. Já no âmbito científico destaca-se pelo fato de apresentar conhecimento de uma área que embora se assemelhe a outras, principalmente inseridas na região semiárida, ainda dispõe de estudo científico específico que retrate, fidedignamente, a realidade local.

Desse modo, a pesquisa possui destaque quanto aos aspectos sociais, ambientais e científicos à medida que considera de fundamental importância a análise dos conflitos relacionados à água que é um recurso natural indispensável a toda forma de vida principalmente em locais onde se apresenta escassa. No meio científico destaca-se, também, pela produção de conhecimento e por estabelecer respostas, frente ao problema diagnosticado na área, contribuindo para demais pesquisas e, então, para o desenvolvimento local sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

Analisar a dinâmica espacial e temporal do uso e cobertura do solo no entorno do açude Engenheiro Arcoverde, município de Condado-PB, no período de 1989 a 2018.

2.2 Específicos:

- Realizar o diagnóstico físico-ambiental e socioeconômico do município de Condado e da área de estudo;
- Diagnosticar as relações de uso e cobertura do solo, bem como o histórico de utilização dos recursos naturais;
- Propor sugestões conservacionistas que possam mitigar os impactos negativos da área;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Avaliação da paisagem no processo de uso e ocupação do solo

A paisagem como um dos objetos de estudo geográfico tem o seu conceito estudado e modificado ao longo do tempo e das escolas que moldaram o pensamento geográfico. Os alemães Alexander Von Humboldt juntamente com Carl Ritter compuseram uma visão individualizada dos elementos, já o alemão Friedrich Ratzel utiliza uma abordagem antropogênica e dialética da paisagem, sendo esta, fruto da distância do homem com a natureza.

O norte americano Carl Sauer aborda o conceito de paisagem de forma associativa aos processos culturais e físicos, atribuindo uma maior complexidade na substituição dos recursos naturais pelos elementos culturais do homem (SAUER, 1925). Ainda com Sauer:

Não podemos formar uma ideia de paisagem a não ser em termos de suas relações associadas ao tempo, bem como suas relações vinculadas com o espaço. Ela está em um processo constante de desenvolvimento ou dissolução e substituição. Assim no sentido corológico, a alteração da área modificada pelo homem e sua apropriação para o uso são de importância fundamental. A área anterior à atividade humana é representada por um conjunto de fatos morfológicos. As formas que o homem introduziu são um outro conjunto. (SAUER, 1998, p. 42).

Para fins desse estudo debruça-se sobre a afirmativa de Moraes que diz ser:

A paisagem um organismo, com funções vitais e com elementos que integram. À geografia caberia buscar estas inter-relações entre fenômenos de qualidades distintas que coabitam numa determinada porção do espaço terrestre. Esta perspectiva introduz a ecologia no domínio da geografia (MORAES, 2007, p. 33).

Com isso, compreende-se a paisagem como o resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (BERTRAND, 1972, p. 141).

3.1.1 Uso e ocupação do solo urbano

No decorrer da história, a zona urbana de uma cidade tem sido apresentada como polo de atrações, ocasionando a acumulação do capital e, conseqüentemente, o crescimento desordenado, resultando em grandes aglomerações populacionais (BRITO, 2009). Esse crescimento urbano desordenado e desigual nas cidades brasileiras tem acarretado uma série de problemas que implicam no desenvolvimento funcional e no uso e ocupação do solo (SILVA, 2015).

De acordo com Takeda (2013), o uso do solo é conceituado como o rebatimento da reprodução social no plano do espaço urbano e a ocupação do solo conceituada como a maneira pela qual a edificação pode ocupar terreno urbano, em função dos índices urbanísticos incidentes sobre o mesmo. Conforme Santos (2008) o processo de ocupação do solo se deu de modo mais intenso no período em que houve a aliança entre ciência e a técnica, com esse avanço tecnológico o homem passou a ter um maior poder de intervenção sobre o meio ambiente, de forma a explorá-lo desordenadamente, culminando na utilização dos recursos em larga escala para fomentar o processo produtivo, o que modificou intensamente a paisagem terrestre, sendo nesse ambiente onde acontecem as interações entre a sociedade e natureza.

De acordo com Ferreira (2011), o processo de urbanização, acelerado com as Revoluções Industriais até meados do século XX em países mais desenvolvidos, era um fenômeno relativamente lento nos países subdesenvolvidos. Contudo, após a II Guerra Mundial se iniciou um processo de urbanização consistente e rápido se estendendo para muitos países em desenvolvimento, notadamente na América Latina e Sudeste Asiático.

No Brasil, segundo o censo populacional de 1940, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), apenas 29,31% da população brasileira vivia em zonas urbanas. Na década de 1970, esse dado aumentou para 55,92% da população total. Na década de 1980, 67,59% da população viviam em zona urbana. Já na década de noventa, 78,35% dos brasileiros residiam nas áreas urbanas. Esse número subiu para 81,24% em 2000, e, no último censo, constatou-se 84,36% da população vivendo na zona urbana. Esse panorama de crescimento demonstra que ocorreu um aumento acelerado da população urbana e, conseqüentemente, do espaço urbano (SILVA, 2015).

Assim, a paisagem foi se tornando fruto da estrutura, das inter-relações e da dinâmica que ocorre em determinado espaço, passando a ser caracterizada como a fisionomia de um sistema. Essa dinâmica contribui para a compreensão da organização do espaço geográfico e desse modo auxilia na maneira mais adequada para a utilização e da convivência com os ambientes físicos (ALVES, 2017). Diante disso, percebe-se que o espaço urbano é constantemente reconfigurado no decorrer do tempo devido ao crescimento populacional e, também, de diversos outros fatores, como os grandes ciclos econômicos e suas principais atividades, desenvolvidas pelos agentes dominantes, sejam estes os proprietários dos meios de produções, como as indústrias, os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos (CORRÊA, 2014; BRITO, 2009). Nesse contexto, destaca-se ainda um espaço ocupado por aqueles que invadem e ocupam terras públicas e privadas, produzindo favelas, ou por aqueles que, dão origens aos loteamentos populares das periferias

urbanas, de forma que entram em cena novos agentes sociais, ligados à criminalidade e ao setor informal de produção de imóveis (CORRÊA, 2014).

Contudo, o espaço urbano provém de ações complexas e dinâmicas que exigem uma constante reorganização espacial e traduzem os interesses dos agentes dominantes, sejam eles com ou sem capital, formal ou informalmente organizados, de forma que compete ao Estado o papel de mediador de conflitos que surgem do intrínseco conjunto de usos da terra (SOARES et al., 2017). A apropriação da sociedade sobre o meio ambiente em busca de recursos para serem utilizados em seus benefícios transforma o meio natural em uma paisagem construída (SILVA, 2015).

De acordo com Calijiri e Cunha (2013), essa ocupação urbana é altamente modificadora do ambiente natural e afeta as propriedades do solo, ocasionando diversos impactos em todos os seus componentes, modificando o solo e os processos superficiais. Tal modificação é iniciada pelo desmatamento e posteriormente pela impermeabilização da superfície do solo, atingindo o balanço hídrico regional e provocando problemas de erosão, assoreamento e inundações.

Pellizaro e Hardt (2006), destacam que o crescimento acelerado das cidades associado à ocupação desordenada e irregular das mesmas, gera condições paisagísticas insalubres e problemas socioambientais que afetam tanto o espaço físico quanto a saúde pública, gerando, segundo Grostein (2001), desastres provocados por erosão, enchentes e deslizamentos, destruição indiscriminada de florestas e áreas protegidas, contaminação do lençol freático e dos reservatórios de abastecimento de água, epidemias e doenças provocadas por umidade e falta de ventilação nas moradias improvisadas ou por esgoto e águas servidas que circulam a céu aberto.

Para Andreoli (2003), a ocupação desordenada do solo urbano expõe uma diversidade de problemas, sejam por planejamento inadequado, inexistência de planejamento ou omissão do poder público, tais problemas incluem: alteração do regime de produção, uma vez que a impermeabilização do solo impede a infiltração da água, acentuando os problemas da erosão urbana e aumentando os picos de cheia; ausência de infraestrutura básica, uma vez que a falta de coleta e tratamento de esgotos e a disposição inadequada de resíduos leva contaminantes aos rios, comprometendo a qualidade da água; desperdício, tendo em vista que diferentes usos da água associados ao baixo custo e a disponibilidade aparentemente abundante torna o recurso natural de uso mais negligente, mal administrado e desperdiçado pelo homem.

Já Tucci et al. (2003), consideram que a ocupação urbana desordenada ocasiona vários conflitos, os mesmos expõem que problemas como, degradação ambiental dos mananciais, aumento dos riscos das áreas de abastecimento com a poluição orgânica e química,

contaminação dos rios por esgotos doméstico, industrial e pluvial, enchentes e falta de coleta e disposição do lixo urbano, têm sido gerados nestes ambientes.

Contudo, Calijiri e Cunha (2013), consideram que se o uso do solo para instalações urbanas respeitar as características geológicas e geotécnicas, os impactos relacionados a essa ocupação são muito menores e os riscos serão minimizados. Segundo o autor, isso pode permitir que uma área urbana possa estar integrada de forma harmônica com o seu entorno e venha funcionar como um sistema que apresente propriedades que permita cumprir sua função, mesmo sendo modificado em relação as suas condições originais.

Assim sendo, o solo em área urbana pode ser considerado como não degradado caso cumpra adequadamente sua função de suporte às atividades instaladas no mesmo, sem apresentar alterações do tipo de contaminação, impermeabilização excessiva ou exploração elevada dos recursos naturais (CALIJIRI e CUNHA, *op. cit.*).

Para que isso ocorra, a lei de parcelamento do solo urbano, Lei n. 6.766/1979, estabeleceu uma série de diretrizes para a ocupação urbana. No entanto, somente em 1999, por meio da Lei n. 9785/1999 foi introduzido a necessidade de se respeitar o plano diretor no parcelamento do solo urbano. Com a edição da Lei Federal Estatuto das Cidades (Lei n. 10.257/2001) foram regulamentados os artigos da Constituição Federal referentes ao plano diretor. A CF de 1988 conferiu competência ao Poder Público municipal para promover o adequado ordenamento territorial, o desenvolvimento pleno das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes, desde que observadas as diretrizes gerais traçadas no Estatuto das Cidades em seu Art. 2. Tais resultados podem ser alcançados mediante planejamento e controle de usos, do parcelamento e da ocupação do solo urbano, como preconizados o inciso VIII do artigo 30 e o artigo 182 da CF (TAKEDA, 2013).

De acordo com Takeda (*op. cit.*), o uso e ocupação do solo tem por principais finalidades organizar o território potencializando as aptidões, as compatibilidades, as contiguidades, as complementariedades, de atividades urbanas e rurais; controlar a densidade populacional e a ocupação do solo pelas construções; otimizar os deslocamentos e melhorar a mobilidade urbana e rural; evitar as incompatibilidades entre funções urbanas e rurais; eliminar possibilidades de desastres ambientais; e preservar o meio-ambiente e a qualidade de vida rural e urbana.

Para alcançar tais objetivos, são necessárias ferramentas que permitam e/ou garantam um planejamento urbanístico focado em interesses ambientais e locais. Dentre tais ferramentas, destacam principalmente o Plano Diretor e o Zoneamento Ambiental (TAKEDA, 2013). Portanto, o plano diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, sendo parte integrante do processo de planejamento do Município, devendo o plano

plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e prioridades nele contidas (BRASIL, 2001).

O Zoneamento é outro instrumento de fundamental importância no planejamento de uma cidade, uma vez que garante o ordenamento do seu território. Sendo este dividido em partes onde se definem, para cada uma delas, normas de uso e ocupação do solo. Assim, a legislação definirá, para cada zona em que se divida o território do município, os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, que incluirão, obrigatoriamente, as áreas mínimas e máximas de lotes e os coeficientes máximos de aproveitamento (TAKEDA, *idem*).

3.1.2 Uso e ocupação do solo rural

Os censos demográficos brasileiros realizados a partir da segunda metade do século XX demonstram um decréscimo significativo da população rural e um grande incremento da população urbana (NAKANO, 2004), assim, atualmente a maior parte da população brasileira reside em zonas urbanas. Essa expansão ocorreu a partir de 1950, onde o Brasil deixa de ser um país com características rurais para se direcionar no sentido de um país mais urbanizado (ALBUQUERQUE e ALBUQUERQUE, 2017).

Assim, ficou cada vez mais complexo delimitar o que é rural e o que é urbano. Contudo, Silva (1997), relatou que o rural pode ser entendido como algo continuado pelo urbano do ponto de vista espacial, já do ponto de vista econômico, as zonas urbanas não podem mais ser identificadas apenas com a atividade industrial, nem os campos com a agricultura e a pecuária. Já o IBGE (2014), definiu a zona rural como “aquela que não foi incluída no perímetro urbano por lei municipal. Caracteriza-se por uso rústico do solo, com grandes extensões de terra e baixa densidade habitacional. Incluem campos, florestas, lavouras, pastos e etc”.

No entanto, o meio rural brasileiro se urbanizou nas duas últimas décadas, tendo em vista o processo de industrialização da agricultura e o transbordamento do mundo urbano naquele espaço que tradicionalmente era definido como rural. Como resultado, a agricultura, caracterizada como um setor produtivo relativamente autárquico, com seu próprio mercado de trabalho e equilíbrio interno, passou a integrar-se no restante da economia, associando-se aos chamados “complexos agroindustriais” (SILVA, 1996). Com a modernização das atividades agrícolas, houve o desenvolvimento de ocupação com fins urbanos na zona rural, ocorrendo uma crescente conversão de terras rurais em urbanas (SANTORO; PINHEIRO, 2004).

Silva e Del Grossi (2000), destacam que o espaço rural tem sido foco de valorização para fins não-agrícolas, onde indústrias novas e aquelas tradicionais veem procurando transferir suas plantas para as áreas rurais, buscando minimizar custos ou externalidades negativas, como poluição, fuga dos congestionamentos, dentre outras. Há também a valorização do espaço rural, e conseqüente usos do espaço, votado às questões ecológicas, ou seja, preservação da cultura "country", lazer, turismo ou para moradia. Percebe-se a preocupação crescente com a preservação ambiental e isso estimulou turismo ecológico.

O mesmo ocorre com turismo rural, o que se reflete no número ascendente de fazendas-hotéis e pousadas rurais, visando espaços para lazer. Também se observa a expansão das construções rurais para segunda moradia das famílias urbanas de rendas média e alta, em chácaras e sítios de lazer no interior das cidades (SILVA; DEL GROSSI, 2000). Atrelado a essas atividades, destaca-se o desenvolvimento das novas tecnologias no campo, e conseqüente modernização da agricultura e incorporação de novas técnicas, o que aumentou a produção agrícola e pecuária, bem como o uso desordenado dos recursos naturais, dentre eles o solo. Assim, foram acrescentados outros fatores que passaram a contribuir para o aumento dos problemas ambientais na atualidade (OLIVEIRA, 2013).

Essa intensa modificação e conseqüente ocupação da área rural para produção alimentícia ou o estabelecimento de atividades econômicas promove modificações no ambiente natural. No entanto, quando ocorre planejamento, ou seja, quando se respeita as características e as propriedades do solo, é possível se reestabelecer um novo equilíbrio ambiental. Porém, práticas agropecuárias inadequadas e o avanço das atividades sobre áreas de proteção, podem conduzir a degradação do solo, causando erosão, perda de nutrientes, contaminação por agrotóxicos e, conseqüente, desertificação (CALIJIRI; CUNHA, 2013).

Para Oliveira (2013), esse uso inadequado do solo e causa diversos problemas ambientais, dentre eles estão a deterioração dos recursos hídricos causados pelo uso de agrotóxicos, utilização em larga escala de insumos como adubos químicos, pesticidas, inseticidas e herbicidas, que contaminam o solo, os lençóis freáticos, as águas dos rios e ameaçam a saúde humana; as queimadas praticadas na colheita da cana-de-açúcar que produzem fuligens e poluem o ar, destruindo os nutrientes naturais do solo; a monocultura que acelera o processo de erosão do solo e a transformação de imensas áreas de terras em não fértil e inaproveitável para a agricultura, dentre outros.

A partir da Lei Federal n.º 10.257/2001, denominada Estatuto das Cidades, percebe-se que a adequada organização do solo, tanto na zona urbana como na zona rural, é de fundamental importância, uma vez que busca reduzir ilegalidades e evitar e/ou minimizar a degradação do

meio ambiente rural e urbano (ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, 2017). Tratando-se especificamente do zoneamento urbano ou municipal, é importante destacar que os municípios em sua totalidade, possuem áreas inseridas na malha urbana, e também no perímetro rural, e essas áreas rurais precisam de planejamento quanto aos seus usos e formas de ocupação (TAKEDA, 2013).

O zoneamento, de acordo com Calijiri e Cunha (2013), é um instrumento de planejamento do território e pode ser útil para a adequada integração entre desenvolvimento e a preservação ambiental. Outro importante instrumentos para o município promover a política de desenvolvimento urbano, é o Plano Diretor, que deve ser entendido como um instrumento de desenvolvimento local sustentável com normas voltadas a abranger a totalidade do seu território, compreendendo a área urbana e rural, conforme especificado no art. 40, § 2º, do Estatuto das Cidades (ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, 2017).

Assim, é necessário que o Município assuma sua competência no ordenamento territorial, com a gestão integral do território municipal através de normas como o plano diretor, incluindo a zona rural em suas diretrizes, estabelecendo regras de ocupação e de interesse local também na área rural (ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, op. cit.).

3.2 Características do Semiárido Brasileiro

O semiárido Brasileiro é uma região que abrange 12% do território nacional, cobrindo quase a totalidade da região nordeste e se estende pelo norte de Minas Gerais, contudo, é de conhecimento de muitos estudiosos que embora abranja uma considerável concentração de terras, as riquezas e recursos existentes esteve sob domínio de uma pequena elite que lucra com as condições naturais e sociais da massa. Coutinho et al (2013, p. 11) afirma que a região semi-árida nordestina e apontada como uma região que apresenta uma estrutura histórica de concentração de renda, riquezas, água e terra. Teixeira (2016, p. 773) define o semiárido nordestino por:

O termo semiárido envolve uma referência climática, que marca uma característica do ecossistema desta região, que é o índice de pluviosidade baixa, isto é, menor de 800 mm ao ano. O período de chuva também se restringe a três ou quatro meses durante o ano. Além disso, existe um índice de insolação grande, tendo sol quase todos os dias do ano. A temperatura varia entre 23°C e 27°C. O solo desta região é rochoso, arenoso e raso, que somado ao clima da região é apontado por estudiosos como propenso à desertificação. O ecossistema dessa área tem características particulares. Na região do estado de Pernambuco, predomina o bioma da Caatinga (TEIXEIRA, 2016, p. 773).

Conceito levando em consideração os aspectos físicos que Coutinho completa:

O semiárido brasileiro estende-se por um milhão km² abrangendo uma parte maior dos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí e parte dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Vivem na região aproximadamente 21 milhões de pessoas, que representam 46% da população nordestina e 13% da população brasileira distribuída em 1.162 municípios (COUTINHO et al., 2013, p. 10).

Em 2017 foram atualizadas as áreas que fazem parte do Semiárido brasileiro, disposto pelo Ministério da Integração Nacional:

Figura 1: Área de abrangência da região do semiárido brasileiro



Fonte: BRASIL, 2005.

Exemplificando as características populacionais, tem-se o quadro que analisa um espaço - tempo de 30 anos:

Quadro 1: Relações entre População, Área e PIB do Nordeste da Sudene e do Nordeste Semi-árido, em Vários Anos

| ESPECIFICAÇÃO | NORDESTE DA SUDENE E REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO FNE | | | |
|--|---|----------------|------------------------------|----------------------------------|
| | 1970 | 1980 | 1991 | 2000 |
| Superfície do Nordeste da Sudene (km ²) ²⁴ | 1.662,947 | 1.662,947 | 1.662,947 | 1.797.065,00 |
| Superfície da Região Semi-Árida – RSA – FNE (km ²) ²⁵ | 895.254,40 | 895.254,40 | 895.254,40 | 895.254,40 |
| População do Nordeste da Sudene (hab.) | 29.115,002 | 35.974.182 | 43.751.261 | 53.434.693,00 |
| População da RSA – FNE (hab.) | 11.079.573 | 13.034.487 | 17.847.287 | 19.354.317,00 |
| PIB do Nordeste da Sudene (US\$ 1.00 de 1998) | 25,524,443,306 | 64,956,226,188 | ²⁶ 81,228,378,220 | ²⁷ 109,345,281,499,00 |
| PIB da RSA – FNE (US\$ 1.00 de 1998) | 7,252,588,547 | 16,621,373,469 | 16,115,473,162 | 23,574,106,841,00 |
| Relação entre a Superfície da RSA – FNE e do NE da Sudene (%) | 53,84 | 53,84 | 53,84 | 49,82 |
| Relação entre a População da RSA – FNE e do NE (%) | 38,05 | 36,23 | 40,79 | 36,22 |
| Relação entre o PIB da RSA – FNE e do NE (%) | 28,41 | 25,59 | 19,84 | 21,56 |

Fonte: PAN-Brasil (MMA/SRH, 2005, p.12).

Esse quadro possibilita a análise do Nordeste/semiárido, levando em consideração o crescimento constante da população, mediano da área e aumento significativo do PIB. Contudo, uma breve vistoria a campo identificou-se que o crescimento evidente de riquezas e economia não proporcionou desenvolvimento à região, perpetuando a concentração de renda e terra por uma minoria. Essa minoria ainda detém de políticas públicas de combate a estiagem e, assim garantem a estrutura heterogênea da população.

Além do fator socioeconômico, e grandeza e potencial notáveis, essa região destaca-se ainda pela peculiar característica do clima, Araújo afirma que:

A Região Semiárida do Nordeste do Brasil apresenta como fator de destaque o clima, responsável pela variação dos outros elementos que compõem as paisagens. Ao clima estão adaptados a vegetação e os processos de formação do relevo, com predomínio de um processo sobre outro e de acordo com a época do ano, período seco ou chuvoso; os solos são, em geral, pouco desenvolvidos em função das condições de escassez das chuvas, tornando os processos químicos mitigados (ARAÚJO, 2011, p. 90).

Coutinho et al. (2013) garante que “o clima predominante na região nordestina brasileira é do tipo BShw, conforme a classificação de Koppen, ou seja, tropical seco com uma evaporação em excesso a precipitação, com a ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais”. Araújo (2011, p.91) diz que:

Generalizando, observa-se que diversas localidades na Região do Semiárido brasileiro apresentam precipitações entre 280 a 800 mm de médias anuais. Na maior parte da região as precipitações médias anuais não ultrapassar os 800 mm, embora nos chamados brejos e serras úmidas possam exceder esse total; na verdade predomina na região áreas com precipitações entre os 400 e 600 mm – é geralmente esse o intervalo mais observado nas isoietas médias anuais da região. O período de chuvas é variável dependendo das condições da dinâmica atmosférica, como fluxos das massas de ar durante o ano, do relevo e da exposição aos ventos, etc. Na maior parte do semiárido nordestino predomina o período chuvoso de 3 ou 4 meses; por exemplo, se num dado lugar chove 400 mm o MPC pode representar 280 mm, restando apenas 120 mm para os outros 8 ou 9 meses – o que dá uma média de 13 a 15 milímetros para esses meses. Porém, o que se observa é que há os meses que antecedem o período chuvoso e os meses que o precedem e que naturalmente há chuvas, mas que se apresentam abaixo dos 40 a 30 mm.

O déficit hídrico é usado para identificar a região semiárida também, junto a outras características físicas dão a região semiárida aspecto de notoriedade pois se destaca em grau de influência e crescimento.

3.2.1 Solo e vegetação

O solo é uma das partes que integram a paisagem, ao se analisar a paisagem, percebe-se relações entre os distintos tipos de solos e as mais variadas formas de relevo. Tendo essa disposição do solo propriedades e características topográficas reguladas pelo intemperismo, pelas rochas e as declividades (ZAPAROLI; GASPARETTO, 2010). O conhecimento da distribuição dos tipos de solos na paisagem se faz relevante em diversos estudos, tendo em vista influencia que esse exerce sobre diversos aspectos físicos e sociais. Araújo (2011, p. 93) detalha que:

Na maior parte do semiárido os solos não absorvem a água totalmente, mesmo quando ocorrem as chuvas concentradas; isso por causa destes apresentarem um horizonte B textural, argiloso, horizonte que impermeabiliza o solo e o restante dos horizontes não recebe água como deveria; também há o caso do pisoteio do gado que faz a compactação dos solos, impedindo a infiltração, o que facilita o escoamento das águas, principalmente em Luvisolos crômicos (antigos Brunos Não-cálcicos), [...] e também nos Planossolos. Nos Neossolos (antigos Aluviais e Regossolos) há infiltração, mas a textura destes solos, geralmente arenosa, possibilita a ascensão da água por capilaridade ou concentra-se em profundidade – o primeiro caso ocorre em quase todos os tipos de solos do semiárido. No caso da salinização, a evaporação poderia ser reduzida ou mitigada com cobertura morta, escassa na região; geralmente não se dá valor a esses tipos de medidas ou falta conhecimento para uso da técnica e o uso da cobertura vegetal com finalidades de proteção do solo é uma medida pouco valorizada, pois a cultura da queimada é conservada desde tempos remotos (ARAÚJO, 2011, p. 93).

A topografia dos terrenos apresenta-se predominantemente com relevo ondulado à suavemente ondulado de declividade média à baixa, com exceção de áreas localizadas na porção sul, de relevo ondulado à fortemente ondulado, com declividade média à elevada, como ocorre no Serrote Comprido, Serras da Esperança, Rio de Janeiro, José Pereira, a leste, no serrote do Poldrinho, e, ao norte, nas Serras Vermelha, dos Miguéis e dos Pilões (BRASIL, 2005).

Depois dos recursos hídricos, os solos do semiárido constituem o segundo conjunto de recursos mais escassos, tanto para agricultura de sequeiro como para a irrigação. Nas áreas mais afetadas pelas secas os solos são geralmente ondulados, rasos, na sua maioria pedregosos, erodidos e de fertilidade Médiana, com exceção dos solos de baixadas ao longo das margens dos rios e riachos, e as de chapadas, nem sempre de topografia suave. Segundo o Levantamento Exploratório – Reconhecimento de solos do Estado da Paraíba nos anos de 1972 predomina no Território Médio Sertão, os solos bruno não cálcico fase pedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado associado aos litólicos eutróficos com A fraco, textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila, relevo ondulado substrato gnaisse e granito.

Os solos sertanejos apresentam fertilidade natural alta, porém os teores de Matéria Orgânica e Fósforo são limitados, o uso agrícola se restringe devido à pequena profundidade, susceptibilidade a erosão, pedregosidade superficial e a falta d'água. São mais indicados à pecuária. Outro tipo existente, porém, em menor área é a associação de solos Litólicos Eutróficos com A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa, caatinga hiperxerófila, relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito e afloramento de rochas. (FRANCISCO 2010)

São solos que apresentam fortes limitações à exploração agrícola devido ao relevo acidentado, pedregosidade e rochosidade, susceptibilidade à erosão e falta d'água.

Quanto a vegetação, é denominada Caatinga que parte do pressuposto que:

A vegetação podia funcionar como uma esponja retendo água por mais tempo, no entanto, ela é escassa e esparsa, deixando o solo nu e propenso aos processos erosivos mecânicos, seja pelo vento ou pela água, que arrastam as partículas constituintes daquele, não permitindo sua evolução qualitativa. Vale salientar, que o grau de cobertura do solo na caatinga não foi sempre o que temos hoje; sua vegetação sofreu um processo de degradação pelo uso da lenha, por constantes queimadas e desmatamentos para uso do solo na agropecuária, possibilitando o desaparecimento de diversas espécies ou seu raleamento – o que é uma perda considerável, pois a biodiversidade deste ecossistema é bem rica (ARAUJO, 2011, p. 93).

3.2.3. Hidrografia e Drenagem

O Semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar um déficit hídrico, onde as precipitações anuais são irregulares, de forma concentrada, distribuídas principalmente nos meses de setembro a março, variando entre 300 a 500 mm, podendo chegar a 800 mm (SUDENE, 2000); Malvezzi (2007), essa característica associada à variabilidade temporal das chuvas e a formação do relevo com escoamento para vertente atlântica, originam uma rede hidrográfica onde os cursos apresentam nascentes intermitentes, descarregando em pequenos períodos de chuva torrencial. Segundo Maltchik, (1996), um rio que apresenta característica temporária em um ano com umidade elevada pode apresentar efemeridade em um ano muito seco. ARAÚJO (2011, p. 91) afirma que:

Na Região Semiárida brasileira os rios são, na maioria, intermitentes e condicionados ao período chuvoso, quando realmente se tornam rios superficiais, ao passo que no período seco parecem se extinguir e na realidade estão submersos nas aluviões dos vales, ou baixadas, compondo o lençol freático já com pouca reserva de água (ARAÚJO, 2011, p.91).

Para AB'Saber 1995 afirma que apesar da temporalidade de seus fluxos, as águas dos rios do semiárido chegar a desaguar no Oceano Atlântico, assim, além de evitar o aumento da salinização destes ecossistemas que poderia acarretar problemas mais acentuados a produtividade agrícola.

O Brasil vem enfrentado diversos problemas no que tange a escassez d'água, embora seja entre os do mundo um dos mais privilegiados nesse âmbito, contando com uma reserva de água disponível de 28%, o que equivale a 12% da reserva mundial. A grande dimensão do território e a diversidade climática tornam algumas regiões susceptíveis a baixa disponibilidade de água, a exemplo da região Nordeste, que ao longo de décadas apresenta uma série de catástrofes relacionadas dentre outros fatores com a ingerência desse recurso. Araújo exemplifica:

As poucas bacias sedimentares não apresentam fontes abundantes, salvo poucas exceções, o que não permite a ocorrência de rios perenes – um caso particular é observado na Chapada do Araripe, borda nordeste oriental na região de Crato-Juazeiro, onde as condições naturais são diferenciadas por dois motivos principais: a) o fluxo de massas de ar possibilitando chuvas orográficas como a Ea (massa equatorial atlântica, ou CIT) e a Ec (massa equatorial continental) e b) a disposição geológica da bacia sedimentar do Araripe que aí verte suas águas (ARAÚJO, 2011, p. 93).

Basicamente o problema dos recursos hídricos nas regiões semiáridas brasileira está pautada em dois aspectos, são eles: disponibilidade e demanda de água, onde a captação, o

estoque e principalmente o uso consciente associado a técnicas de irrigação que venha potencializar a gestão da água pode ter grande importância na convivência na região.

A ocupação das bacias hidrográficas e, conseqüentemente, o uso das águas alteram as características físico-químicas e ambientais não apenas dos corpos d'água em si, mas das margens e seu entorno, sendo poucos os cursos d'água que ainda mantêm suas condições naturais conservadas. A preocupação com a degradação do meio ambiente induz a necessidade de se estabelecer métodos de avaliação que sejam eficientes tanto em nível da própria avaliação, quanto como auxiliares nos processos de tomadas de decisões nos processos de gestão ambiental (ALCANTARA, 2013, p. 39).

No entanto, é fundamental consideram questões de ordem socioeconômica e não somente a disponibilidade hídrica quando se discute o desenvolvimento regional, pois um leque maior de variantes podem estarem presentes. A este respeito Sobrinho (2008, p. 141) diz que:

Recurso natural fundamental no alcance do desenvolvimento sustentável, independentemente da dimensão física, ambiental e socioeconômico do em preenchimento, a água é ao mesmo tempo recurso econômico e componente ecológico de importância que vai muito além dos limites físicos da área onde habita e trabalha uma população. Por outro lado, em uma região de elevada demanda, como é o caso das áreas rurais existentes no semiárido brasileiro, não se pode restringir a simples equação do banco entre a disponibilidade, oferta e a demanda requerida de água, nem a uma visão uni setorial de problema da escassez de água que é global e que requer esforços concentrados e participativos de planejamento, utilização e gestão, de modo a assegurar o aumento da qualidade de vida, com a conseqüente e permanente reserva deste capital ecológica para todas as gerações atuais e futuras (SOBRINHO, 2008, p. 141).

O despertar para as relações hídricas se faz necessário diante da sua complexidade e dependência global, regiões brasileiras que até pouco tempo não se restringiam quanto ao uso da água, são pressionadas devido a sua redução da oferta por períodos prolongados, situações antes impensáveis por parte dessas populações se tornaram rotina, despertando novos comportamentos de valoração dos recursos naturais. A importância da água transcende as relações na qual muitas vezes é associada, adotando um caráter de relevância global, que requer maiores mobilizações para o uso discriminado.

3.2.4. Degradação Ambiental

O antropocentrismo que norteia a sociedade atual vem acarretando severas conseqüências ao meio ambiente, tendo se estabelecido uma degradação severa. De acordo com Candido (2008), a degradação ambiental é encarada como produto das transformações adversa dos processos ambientais, sendo uma alteração da qualidade ambiental. Dessa forma, os

impactos negativos ocasionados pelas mudanças do equilíbrio ambiental correspondem a degradação ambiental.

A degradação ambiental pode representar a extinção dos recursos naturais em virtude das ações antrópicas sobre o ambiente. Podendo ocorrer em áreas rurais ou urbanas. Nas áreas rurais, os problemas causados pelo uso e ocupação do solo, transpondo os limites impostos pela natureza, têm acarretado intensos processos de desertificação e assoreamento, acentuando os problemas do êxodo rural, fome e seca (CUNHA; GUERRA, 2011). Souza (2010) diz que, esse processo atinge de maneira mais intensa as populações pobres e rurais, alcançando os grupos em maior vulnerabilidade e impedindo o desenvolvimento equivalente da sociedade. Com relação a degradação ambiental na região do semiárido brasileiro, Crispim et al. (2013) aborda preocupações diante da interligação acentuada e interativa dos meios socioeconômico, físico, biológicos e sua influência por aspectos privados e políticos.

Novos paradigmas e reflexões fazem parte de uma gama de mecanismos inerentes a uma nova perspectiva, diretamente associada a educação, a novos conceitos e estilos. Boff (2005), afirma que é necessário cuidar renunciando as vontades de poder, organizando as intervenções em sintonia com as indicações e ritmos da natureza. Pensar de maneira global e atemporal, podem romper previsões e estabelecer novas estruturas mantenedoras das condições do meio ambiente.

Para Godard (2002), a definição de meio ambiente depende da identificação do domínio de existência desse sistema e do modo de ligação que ele estabelece com aquilo que se manifesta como seu meio ambiente. Silva (2007) define meio ambiente sendo uma interação entre o conjunto de diversos elementos, mantenedores do equilíbrio da vida, buscando uma concepção única de ambiente, compreendida dos recursos naturais e culturais.

Dentre diversas práticas que acarretam no processo de degradação ambiental destaca-se o desmatamento, definido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis- IBAMA (2016), como a operação que objetiva a supressão total da vegetação nativa de determinada área para o uso alternativo do solo, onde tem, por sua vez, grande relevância por ocasionar prejuízos muitas vezes irreparáveis, na sua grande maioria realizado de maneira ilegal e sem qualquer princípio ambiental, diminuindo, drasticamente, a medida dos seus avanços, a diversidade dos recursos naturais. (AQUINO; PADOVANI, 2005); haja vista que o homem despreza a capacidade de suporte e resiliência desse ambiente na tentativa de adaptar a natureza as suas mais variadas necessidades (SOUZA, 2006). Exemplo disso é que:

Do ponto de vista estadual, os espaços semi-áridos, subúmidos secos e do entorno que integram o Semi-Árido Baiano correspondem à maior porção

territorial da região do Semi-Árido Brasileiro (36,64% do total). Algumas de suas áreas são susceptíveis à desertificação, embora não se tenha identificado nenhum Núcleo de Desertificação importante, como os quatro já mencionados (PAN, 2005, p. 25).

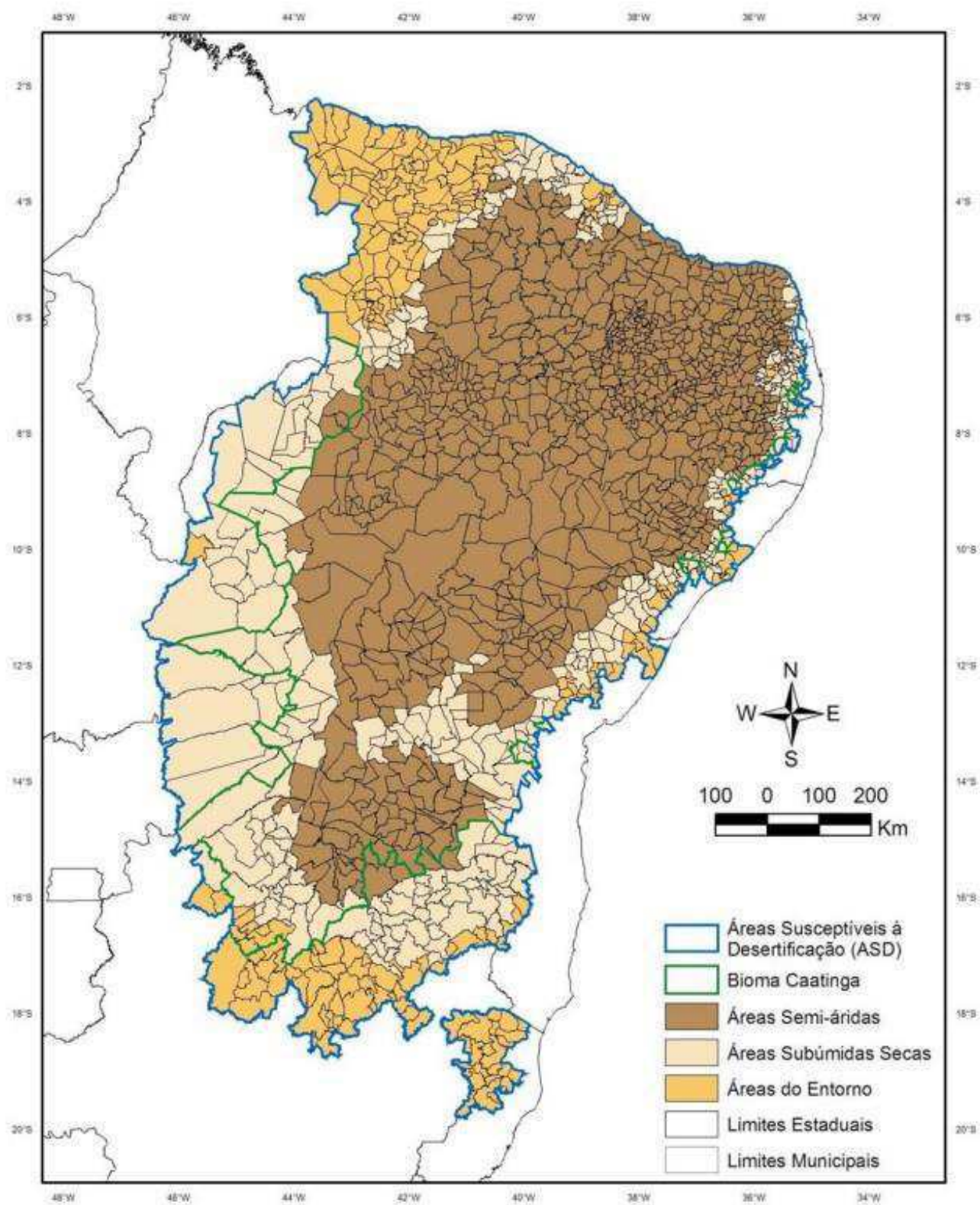
Diversos são os fatores relevante que corroboram para a degradação do semiárido, entres os principais destacam-se as queimadas, salinização dos solos, manejo e ocupação insustentável do solo pelas técnicas agrícolas inadequadas, má gestão dos recursos hídricos, processo erosivo, entre outros. Quanto às queimadas e desmatamento:

As queimadas anuais ainda constituem uma prática generalizada na hinterlândia semi-árida do Nordeste, especialmente nas áreas dotadas de recursos de solo mais escassos, como aquelas que durante muito tempo foram ocupadas com o cultivo de variedades arbóreas de algodão. As queimadas também reforçaram as atividades de formação de pastagens, requeridas para a expansão da pecuária. Com o uso desses procedimentos, só sobrevivem as espécies arbóreas e arbustivas resistentes às queimadas, como as dotadas de mecanismos biológicos adequados, como a casca suberosa ou cortical. Esses procedimentos, no entanto, têm contribuído para reduzir a biodiversidade da Caatinga. De fato, com as queimadas, os solos ficam desnudos, desidratados e desprovidos de matéria orgânica. São submetidos, além disso, à ação esterilizadora dos raios solares e à forte erosão hídrica, que se manifesta no início da estação chuvosa, quando do nascimento das primeiras forrageiras nativas, formadoras de tenra cobertura herbácea. O extravasamento dos processos mencionados propicia o empobrecimento do solo e do revestimento florístico, seguido do assoreamento dos cursos d'água. Tem-se, por fim, o início de processos de desertificação já conhecidos (PAN, 2005, p. 32).

A queimada como pratica agrícola, utilizada durante muitas décadas, constitui fator relevante dentro do processo de desertificação, embora seja coadjuvante diante de uma gama de outros fenômenos sociais e físicos, ocupa espaço e ainda é comumente utilizada em pequenas propriedades na região semiárida. Na maioria das vezes essa é uma das únicas técnicas de preparação do solo conhecida pelo homem do campo, herdada dos seus antepassados, e praticada naturalmente, sem questionamentos ou percepção de dano ao meio ambiente.

Ao longo dos anos às práticas supracitadas na região semiárida tornam-se ainda maiores nas áreas suscetíveis a desertificação:

Figura 02: Áreas Susceptíveis à Desertificação – ASD



Fonte: Adaptação do PAN-Brasil (MMA/SRH, 2005, p. 24).

Essa análise exposta no mapa leva em consideração níveis de degradação expostos abaixo:

Quadro 02: Níveis de Degradação Ambiental por Classe de Solo

| NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL | TIPOS ASSOCIAÇÕES DE SOLOS | RELEVO | SENSIBILIDADE À EROSÃO | TEMPO DE OCUPAÇÃO | PERCENTAGEM EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS MAIS SECAS DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE (%) |
|--------------------------------|---|---------------------------------------|------------------------|--|--|
| Severo | Bruno Não Cálculo | Suave ondulado e Ondulado | Forte | Longo (Algodão) | 38,42 |
| Acentuado | Litólicos | Ondulado, Forte ondulado e Montanhoso | Muito forte | Recente (Cultura de subsistência) | 10,23 |
| Moderado | Podzólico eutrófico, Terra roxa estruturada, Cambissolo ondulado e Forte ondulado | Ondulado e Forte ondulado | Moderado | Longo (Culturas comerciais) | 10,21 |
| Baixo | Planossolos | Plano e Suave ondulado | Moderado | Médio (Pastagem e Cultura de subsistência) | 7,07 |
| TOTAL | | | | | 65,93 |

Fonte: PAN-Brasil (MMA/SRH, 2005, p.34) .

3.3 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto (SR) pode ser definido como uma relação de *softwares* e *hardwares* que coletam informações espectrais de algum ponto da superfície terrestre e realiza o tratamento das mesmas (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018). Conforme Novo (2010), o SR é definido como a utilização de aeronaves, espaçonaves equipadas com modernos sensores capazes de registrar as Radiação Eletromagnética (REM), proporcionando a análise das interações com distintas substâncias existentes na superfície terrestre em suas mais diversas manifestações. Já Moraes (2002), considera a define SR como a ligação direta de aquisição de informações de objetos compositores da superfície da Terra com que necessariamente aconteça contatos diretos. Segundo Vilela (2010), a aquisição de imagens por sensoriamento remoto é uma forma rápida de obter informações sobre determinada região.

Para que aconteça a interação entre os mecanismos de obtenção de imagens e área de captação, Meneses e Almeida (2012) estabelecem bases para o aperfeiçoamento científico, tendo como ponto principal a exigência de que não exista nenhuma matéria no espaço entre o

objeto e o sensor, como consequência a possibilidade de transporte do objeto pelo espaço vazio e como processo, a comunicação, formando um elo entre o sensor e o objeto.

Com o desenvolvimento da tecnologia os sensores se transformaram e adquiriram novas formas e mecanismos de obtenção de imagens e de modificações de energia, apesar de boa parte dos sensores possuem como fonte de energia a radiação solar, equipamentos mais modernos como os sensores ativos (radares e laser) dispõem de fontes próprias de radiação, sendo capazes de eliminar o fator determinante da condição atmosférica e transmitir informações em qualquer condição (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Propriedades como a visão sinóptica permite a observação dos alvos em áreas de difícil acesso, outras de grande importância como os tipos de resolução espectral, possibilita estudos de caracterização dos componentes espectrais de diferentes objetos da superfície, resolução espacial que dimensiona a menor distância entre os objetos que o sensor pode identificar sendo discrepantes, resolução radiométrica capaz de captar as variações de energia em graduação de cinza e a resolução temporal que monitora a frequência da passagem do satélite em um mesmo ponto (SIMONETT, 1983).

Quanto aos níveis de dados coletados através do SR, são atribuídas três categorias, aquelas em laboratório/campo, aeronave e orbital. As pesquisas dos dados coletados na primeira categoria são pautadas na absorção, reflexão e emissão de radiação dos objetos, as fotografias, na segunda as suborbitais, são as aero fotos, na terceira as orbitais, realizadas por satélites artificiais (NOVO, 1992).

Os dados de SR, podem ser utilizados, sob condições controladas, para estimar variáveis geofísicas ou biofísicas como, por exemplo, posição, altura ou profundidade, temperatura, biomassa, concentração de clorofila e de sedimentos, umidade do solo, dentre outros (SOUZA, 2010). Atualmente existe um grande número de satélites de SR em operação e planejados para entrar em operação, dentre eles destacam-se as séries *Landsat* da USA, CBERS da China e do Brasil, ALOS do Japão, dentre outros.

3.3.1 LANDSAT (*Land Remote Sensing Satellite*)

O Sistema *Landsat* teve início na segunda metade da década de 60 e foi denominado inicialmente de *Resources Technology Satellite* (ERTS), a partir de 1975 passou a se chamar *Landsat*, teve o projeto iniciado pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), e era dedicado à observação dos recursos naturais, objetivando obter dados espaciais,

espectrais a temporais da superfície terrestre, de forma global, sinóptica e repetitiva (PELLEGRIN, 2001).

Lançado em 1972, o Landsat-1, primeiro satélite da série, transportava as câmeras *Return Beam Vidicon (RBV)* e *Multispectral Scanner System (MSS)*. Os *Landsat-2* e *Landsat-3*, assim como o Landsat-1 dispunham de praticamente os mesmos equipamentos, com exceção de poucas alterações (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Em 1982 entra em operação o Landsat-4, com mais um novo sensor denominado de *Thematic Mapper (TM)*, operando simultaneamente em sete bandas espectrais, *Instantaneous Field Of View (IFOV)* x ou resolução espacial de 30 x 30 metros, nas seis bandas do visível e do infravermelho refletido e de 120 x 120 metros na banda termal. O perímetro de imageamento por este sensor é de 185 x 185 Km (USGS, 2017).

Após dois anos, em 1984 é lançado o *Landsat-5*, apresentando os mesmos sensores do Landsat-4, com uma resolução temporal de mais ou menos 16 dias. Projetado para uma sua vida útil de três anos, o *Landsat-5* forneceu dados globais de alta qualidade da superfície da Terra por 28 anos e 10 meses, ficando inativo apenas em 2011 (CHUVIECO, 1990).

No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) realiza o processamento e comercialização dos dados *TM/Landsat-5*. São realizadas as operações de recepção e gravação das imagens na região de Cuiabá (MT) por meio de uma antena de rastreamento, local que por ser o centro geográfico da América do Sul, permite o recobrimento da maioria dos seus países. As fitas gravadas são encaminhadas para Cachoeira Paulista (SP) para serem tratadas no Laboratório de Processamento de Imagens. Com a geração dos produtos corrigidos, as imagens no formato fotográfico ou digital estão disponíveis aos usuários (VENTUREIRE, 2007)

Quanto ao *Landsat-6*, o mesmo não conseguiu orbitar a Terra devido a falhas no lançamento, assim o seu sucessor, o *Landsat-7* lançado em 1999, foi equipado com o *Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)* e com bandas no visível (V), infravermelho próximo (IVP) e infravermelho médio (IVM) e de 30 metros de resolução, contando também com uma banda pancromática de 15 metros e outra no infravermelho termal (IVT) de 60 metros. Tal satélite enviou dados completos para a Terra até 2003, quando passou a apresentar problemas de recepção na parte mecânica do espelho corretor de linha (SLC). (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Assim, foi lançado o Landsat-8 também chamado de *Landsat Data Continuity Mission (LDCM)*, entrou em funcionamento no ano de 2013, possui o sensor *Operational Land Imager (OLI)* com 9 bandas espectrais e o sensor *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* com 2 bandas espectrais no infravermelho termal, projetada para detectar nuvens do tipo cirros e estudos de

áreas costeiras, bandas 10 (10.6 – 11.19 μm) e (1111.5 – 12.51 μm) e resolução espacial de 100 metros (PIRES; FERREIRA JÚNIOR, 2015).

Conforme Epiphany (2002), essa série de satélites, tornou-se a principal na área de SR devido à grande quantidade de informações aliada a longevidade e fornecimento contínuo de dados de qualidade. No Quadro 3, é possível visualizar, de forma resumida, as principais características dos satélites *Landsat*.

Quadro 3: Características dos satélites *LANDSAT*

| Missão Land Remote Sensing Satellite (Landsat) | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|---------------------------------|
| Instituições Responsáveis | NASA (<i>National Aeronautics and Space Administration</i>) e USGS (<i>U.S. Geological Survey</i>) | | | | | | | |
| País/Região | Estados Unidos | | | | | | | |
| Satélite | LAND SAT 1 | LAND SAT 2 | LAND SAT 3 | LAND SAT 4 | LAND SAT 5 | LAND SAT 6 | LANDSAT 7 | LAND SAT 8 |
| Lançamento | 23/07/1972 | 22/01/1975 | 05/03/1978 | 16/07/1982 | 01/03/1984 | 05/10/1993 | 15/04/1999 | 11/02/2013 |
| Local de Lançamento | Vandenberg Air Force Base | Vandenberg Air Force Base | Vandenberg Air Force Base | Vandenberg Air Force Base | Vandenberg Air Force Base | Vandenberg Air Force Base | Vandenberg Air Force Base | NASA Kennedy Space Center (KSC) |
| Veículo Lançador | Delta 900 | Delta 2910 | Delta 2910 | Delta 3920 | Delta 3920 | Titan II | Delta-II | Atlas-V 401 |
| Situação Atual | Inativo (06/01/1978) | Inativo (25/02/1982) | Inativo (31/03/1983) | Inativo (1993) | Inativo (22/11/2011) | Inativo (05/10/1993) | Ativo (Interrompeu recepção no Brasil em 31/05/2003) | Ativo |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------|
| Órbita | Polar, helios-síncrona | Polar, helios-síncrona | Polar, helios-síncrona | Polar, helios-síncrona | Polar, helios-síncrona | Polar, helios-síncrona | Polar, helios-síncrona | Circular |
| Altitude | 917 km | 917 km | 917 km | 705 km | 705 km | 705 km | 705 km | 705 km |
| Inclinação | 99,2° | 99,2° | 99,2° | 98,20° | 98,20° | 98,20° | 98,2° | 98,2° |
| Tempo de Duração da Órbita | 103,3 min | 103 min | 103 min | 99 min | 99 min | 98,9 min | 98,9 min | 99 min |
| Horário de Passage m | 9:30 AM | 9:30 AM | 9:30 AM | 9:45 AM | 9:45 AM | 10:00 AM | 10:00 AM | 1:40 PM |
| Período de Revisita | 18 dias | 18 dias | 18 dias | 16 dias | 16 dias | 16 dias | 16 dias | 16 dias |
| Tempo de vida projetad o | 1 ano | 1 ano | 1 ano | 3 anos | 3 anos | s.d. | 5 anos | 5 anos |
| Instrum entos Sensore s | RBV e MSS | RBV e MSS | RBV e MSS | MSS e TM | MSS e TM | ETM | ETM+ | OLI e TIRS |

Fonte: Embrapa (2018)

3.3.2. CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite, Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres).

Buscando reverter a dependência das imagens de satélite fornecidas por outros países, os governos do Brasil e da China celebram em julho de 1988 um acordo bilateral para a construção de dois satélites de SR, o programa foi denominado de CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres*). Os primeiros satélites, os CBERS 1 e 2, são praticamente idênticos em seus sensores, e os demais equipamentos e tecnologias que estão a bordo (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Os satélites CBERS-1 e CBERS-2 foram lançados respectivamente nos anos de 1999 e 2003, a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan, na República Popular da China. Compostos por dois módulos, o mesmo acomoda os sistemas ópticos CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), IRMSS (Imageador por Varredura de Média Resolução) e WFI (Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada) (INPE, 2018). O terceiro satélite da série, o CBERS-2B, tem praticamente as mesmas características dos seus antecessores, apresentando modificação no sistema óptico, onde foi substituído o imageador infravermelho por varredura mecânica (IRMSS), pela câmera imageadora de alta resolução pancromática (HRC (INPE, 2018).

A continuidade da missão CBERS se deu através de um novo projeto, os CBERS 3 e 4, com características distintas, nova distribuição de custos e participação dos trabalhos e novos sensores foram acoplados, estabelecendo uma nova geração de satélites. Tais satélites preservam características importantes presentes nos satélites anteriores, apesar de possuírem novas modificações, garantido que os usuários possam manter as atividades sem interrupção (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Os satélites foram equipados com quatro câmeras com desempenhos geométricos e radiométricos melhorados. Esses quatro sensores ópticos operam na faixa espectral do visível e do infravermelho, por meio de resoluções espaciais que variando de 5 a 70 metros. O CBERS-3 foi lançado, no ano de 2012 conforme previsto em seu plano, no entanto, devido falhas o com o veículo lançados Longa Marcha 4B, o satélite não foi posicionado na órbita que estava prevista, ocasionando sua reentrada na atmosfera terrestre. Devido a falha ocorrida com o CBERS-3, o lançamento do CBERS-4 previsto para ocorrer em 2015, foi antecipado para 2014 (RODRIGUES; ARAÚJO, op. cit.).

Ainda de acordo com Rodrigues e Araújo (op. cit.), o projeto tem previsão de continuidade com o lançamento do CBERS 04A, previsto para ser lançamento em 2018, mas devido a problemas financeiros por parte do governo Brasileiro, uma nova previsão de lançamento foi estabelecida para 2019. Esse novo satélite propõe nova câmera com resolução entre 2 e 60 m, taxa de dados duas ou três vezes maior do que o seu antecessor e vida útil de cinco anos.

3.3.3. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

De acordo com Eastman (1998), o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) ou IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada), o mesmo foi desenvolvido por DR.

Rouse diretor do Centro de Sensoriamento Remoto do Texas A&M University em 1974. A sua utilização está voltada basicamente para análises de coberturas vegetais em diferentes escalas e regiões por meio de SR.

Tal satélite reduz várias formas de ruídos multiplicativos como discrepâncias de nuvens, atenuação atmosférica, sombra, de iluminação, e determinadas variações topográficas (SILVA, 2004). Sua capacidade de destacar o contraste da radiação refletida nos intervalos espectrais do vermelho e infravermelho está diretamente relacionada à atividade fotossintética, favorecendo a identificação de distintas fito fisionomias e os impactos relacionados a antropização (MASCARENHAS; F; FERREIRA, 2009).

A equação que gera a ação do NDVI é expressa pela refletância do infravermelho próximo (IVP) e a refletância do vermelho (V), dividida, respectivamente, pela soma das duas:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{IVP} - \text{V}}{\text{IVP} + \text{V}}$$

Por meio da utilização primária de dados digitais do *Landsat* MSS, o índice produz um IV (índice de vegetação) espectral que separa vegetação verde do brilho do solo ao fundo. As imagens NDVI também são capazes de possibilitar, o monitoramento das dinâmicas climáticas de uma respectiva região de acordo com as condições cíclicas anual de precipitação e respectivamente as respostas das plantas aos regimes de chuva ou seca (RODRIGUES E ARAÚJO, 2018).

3.3.4. Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)

A constatação de Huete (1988) de que o NDVI apresentava algumas variações em regiões onde a vegetação é de baixa densidade, os levaram a criação de um novo índice denominado de *soil adjusted vegetation index*, que tem melhor desempenho em áreas de baixa cobertura vegetal, sendo este uma melhoria do NDVI a partir da aplicação da constante L, minimizando os efeitos da cor do solo nos seus resultados. A equação geradora é:

$$\text{SAVI} = \frac{\text{IVP} - \text{V}}{\text{IVP} + \text{V}} \cdot (1 + L)$$

A constante L varia entre 0 a 1, na cobertura vegetal de menor densidade o fator L é 1, para cobertura com densidade de vegetal intermediária o fator será 0,5, já para áreas muito densas adota-se a constante 0,25, quando o fator L for igual a 0, o índice SAVI será idêntico ao NDVI (Meneses, 2012). Os valores positivos indicam áreas vegetadas e os valores negativos representam, corpos, nuvens ou áreas desvegetadas (ALVARENGA; MORAES, 2014).

Os indicadores SAVI e NDVI representam a densidade e as condições da vegetação verde. O SAVI é uma adaptação do NDVI, no entanto utiliza um fator de ajuste para minimizar o efeito da influência do solo quanto à vegetação, amenizando o background do solo. (QI et al., 2000).

3.3.5. Modelos Digitais de Elevação (MDE)

Os MDEs são uma das melhores formas de se representar as variações superficiais de altitude da Terra, uma vez que esses podem ser utilizados na obtenção de informações sem a necessidade de existir trabalho direto na área, gerando visualizações por meio de uma projeção geométrica ou produzindo cálculos de volume, área, entre outros. Por apresentar diferentes aplicações, como o monitoramento de florestas, estimativa de perdas de solo e classificação das formas do relevo, esse modelo vem ganhando destaque, principalmente nos estudos geomorfológicos na área das Geociências (MANFRÉ et al., 2014; SOLBERG et al., 2010).

Uma gama de MDEs com diferentes resoluções estão disponíveis no mercado, de forma gratuita ou pago, portanto ao se optar por trabalhar com algum desses modelos é importante considerar fatores como precisão, características de aplicação na área, assim como os possíveis erros na aquisição (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Considerados de alta resolução, os MDEs com resolução de até 5 metros, possibilitam levantamentos de alta precisão em áreas de difícil acesso, assim como os de resolução de 20 metros, considerados de média resolução, são facilmente encontrados no mercado (EMBRAPA, 2014).

De acordo com Timbó (2008), apesar do melhoramento da tecnologia proporcionar grandes avanços é necessário considerar a existência de variáveis que incidem em erros, sendo necessário o constante estudo de maneira sistêmica na eliminação dessas variáveis. Os erros mais frequentes nos modelos de elevação relacionados ao processamento dos dados são fatores como topografia do terreno e a geometria do imageamento.

4 METODOLOGIA

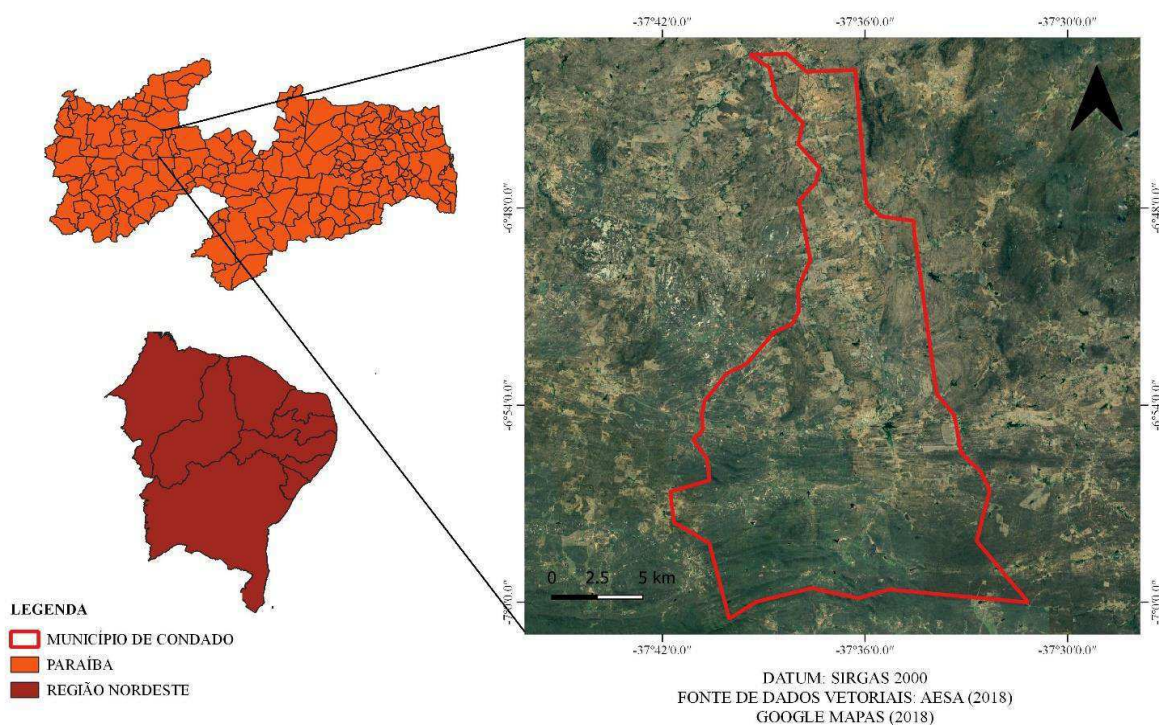
4.1 Caracterização Da Área De Estudo

4.1.1 Localização Geográfica

O Estudo foi conduzido na área que abrange o município de Condado e o entorno do reservatório Engenheiro Arcoverde. Que está localizado a noroeste do estado da Paraíba, numa altitude de aproximadamente 250 metros; suas coordenadas geográficas são 6° 54' 30" de latitude sul e 37° 35' 50" de longitude oeste de *Greenwich*. O município de Condado está localizado na mesorregião região do sertão paraibano e microrregião Sousa, Paraíba (IBGE 2010).

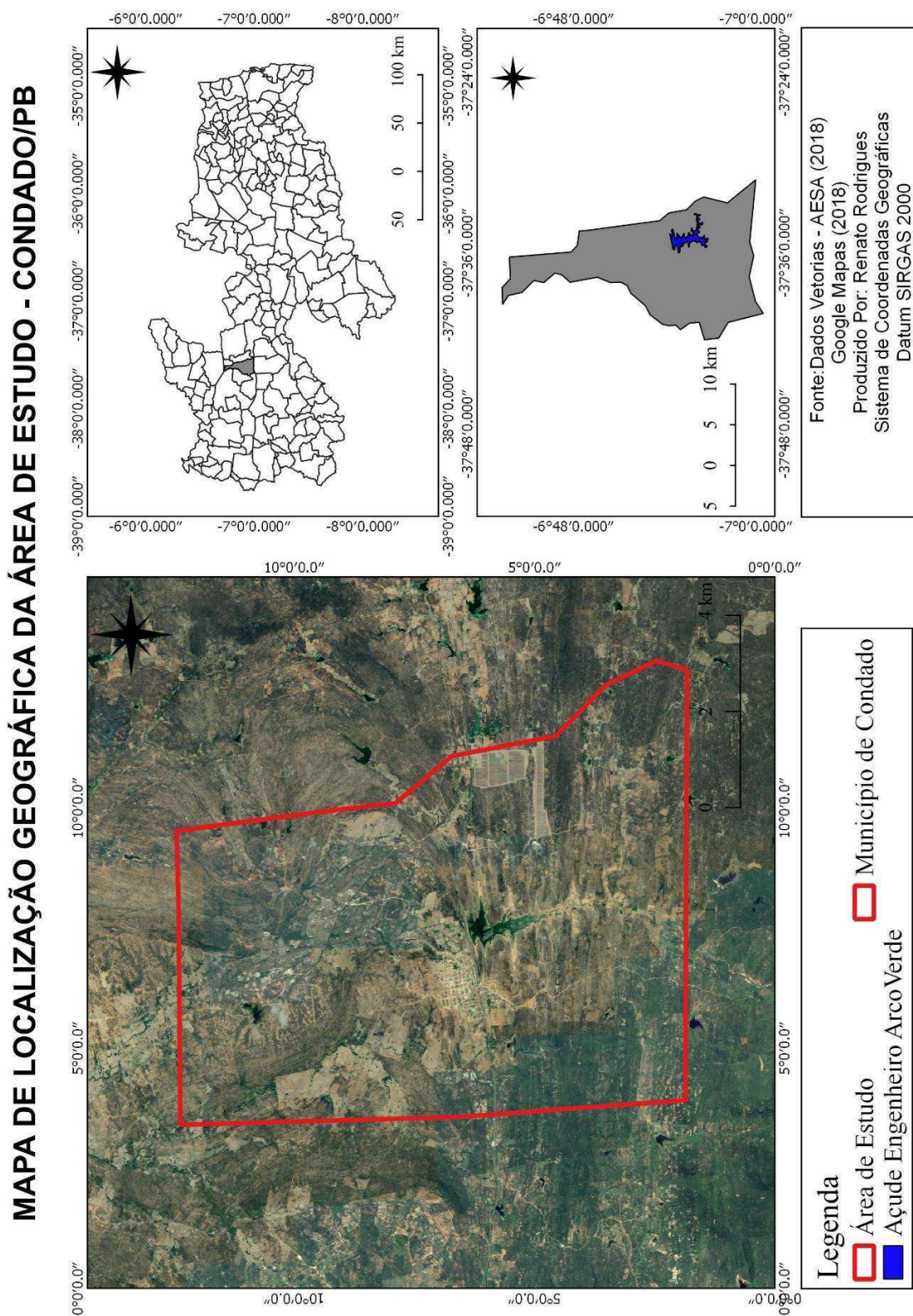
Limita-se ao norte com os municípios de Paulista, Pombal e Vista Serrana; leste com Vista Serrana e Malta, Sul com Catingueira e oeste com Pombal e São Bento do Pombal. Possui área de 281 km². A sede municipal situa-se a uma altitude de 241 metros, com coordenadas de 9.235.970NS e 854.565EW. Com uma distância de 362 km da capital paraibana, João Pessoa. (IBGE 2010). As figuras 3 e 4 representam a localização geográfica dos recortes espaciais estudados

Figura 3: Localização Geográfica da área de Estudo – Condado/PB



Autor: Renato Rodrigues (2018)

Figura 4: Localização Geográfica da área de Estudo – Condado/PB



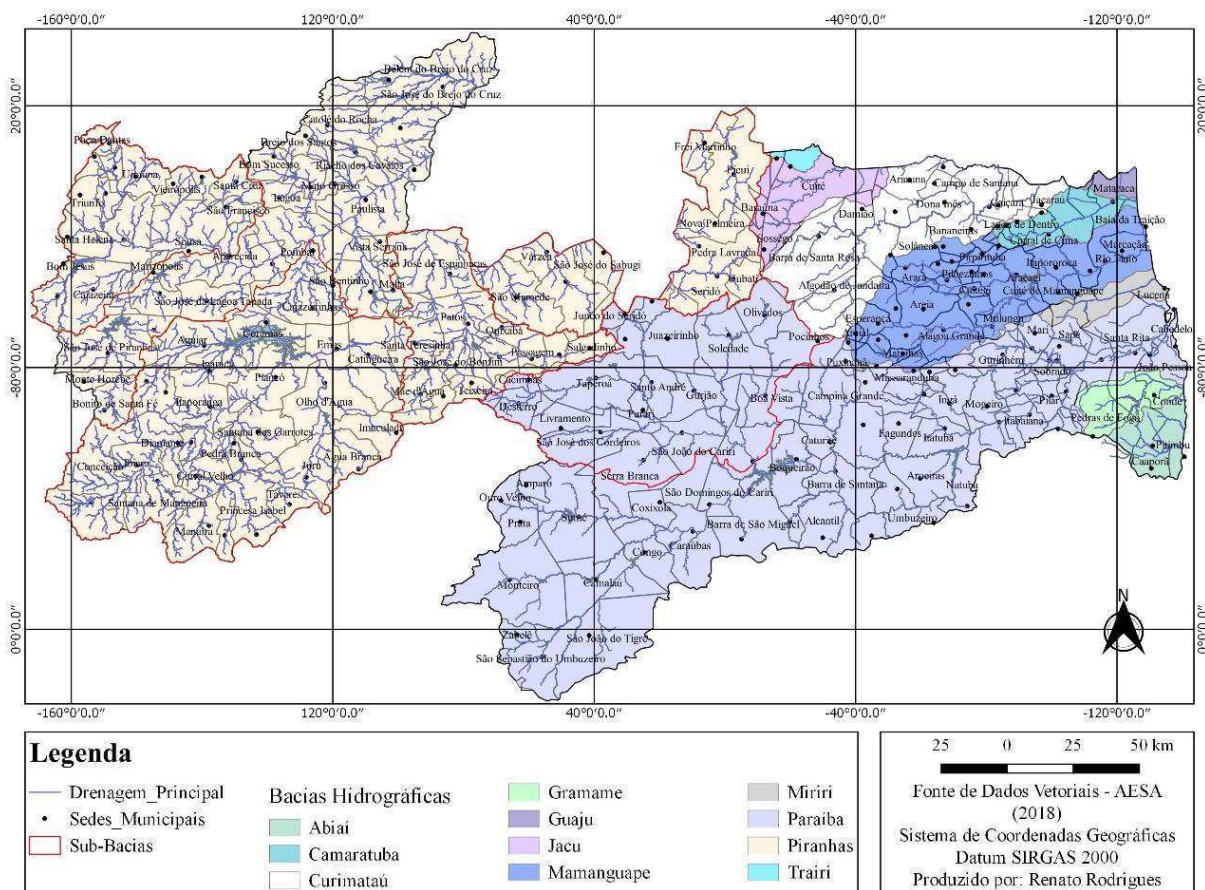
Autor: Renato Rodrigues (2018)

4.1.2 Aspectos Hidrográficos

O município de Condado encontra-se inserido nos domínios da bacia Hidrográfica do Rio Piranhas, região do médio Piranhas. Os principais cursos d'água são os riachos da Caiçara, Pau Branco, Morcego, da Furna, São Francisco, São Vicente, dos Borges, do Cipó, Pedra d'Água, Manuela, Macapá, do Juá, das Assentadas e os córregos Covão e Catolé.

O principal corpo de acumulação é o Açude Engenheiro Arcoverde (36.834.375 m³). Todos os cursos de água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico. Esta região é parte integrante da bacia do médio piranhas, a qual faz parte do conjunto das seis sub-bacias que compõe a bacia do rio Piranhas. A bacia hidrográfica do açude Engenheiro Arcoverde apresenta uma área de 124 Km² e drena riachos de regime intermitente.

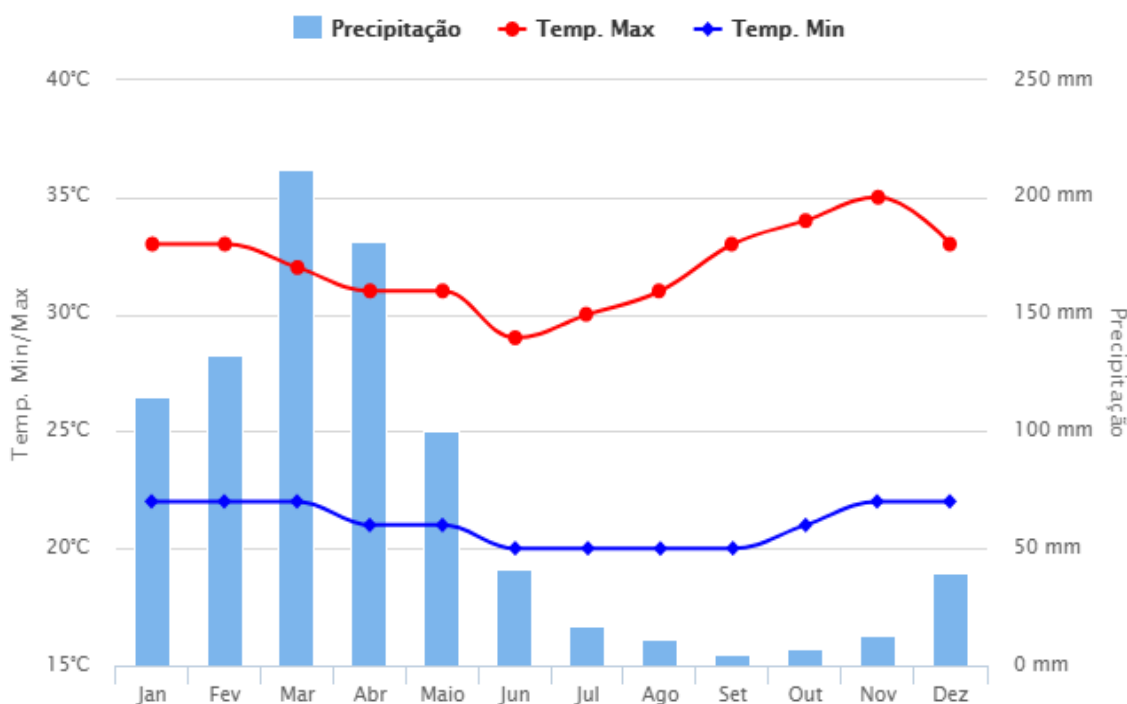
Figura 5: Bacias Hidrográficas da Paraíba



4.1.3 Aspectos Fisiográficos

De acordo com instituto nacional de meteorologia (INMET) 2018, o município de Condado está situado no Polígono das Secas. Segundo a classificação de Köppen possui clima Aw'- Quente e úmido com chuvas de verão e outono. Na divisão do Estado da Paraíba em regiões bioclimáticas o município possui clima 4a Th - tropical quente com seca acentuada tendo sete a oito meses secos. A pluviometria média é de 781 mm. A distribuição das chuvas durante o ano é irregular com 78% de seu total concentrando-se em quatro meses.

Figura 6: Médias climatológica do município de Condado-PB (2018)



Fonte: Clima tempo (2018).

A vegetação é do tipo Caatinga. A temperatura média anual situa-se entre 26 a 27 °C. A topografia dos terrenos apresenta-se predominantemente com relevo ondulado à suavemente ondulado de declividade média baixa, com exceção de áreas localizadas na porção sul, de relevo ondulado à fortemente ondulado, com declividade média à elevada, como ocorre no Serrote Comprido, Serras da Esperança, Rio de Janeiro, José Pereira, a leste, no serrote do Poldrinho, e, ao norte, nas Serras Vermelha, dos Miguéis e dos Pilões. (CPRM 2005).

4.2 Procedimentos metodológicos

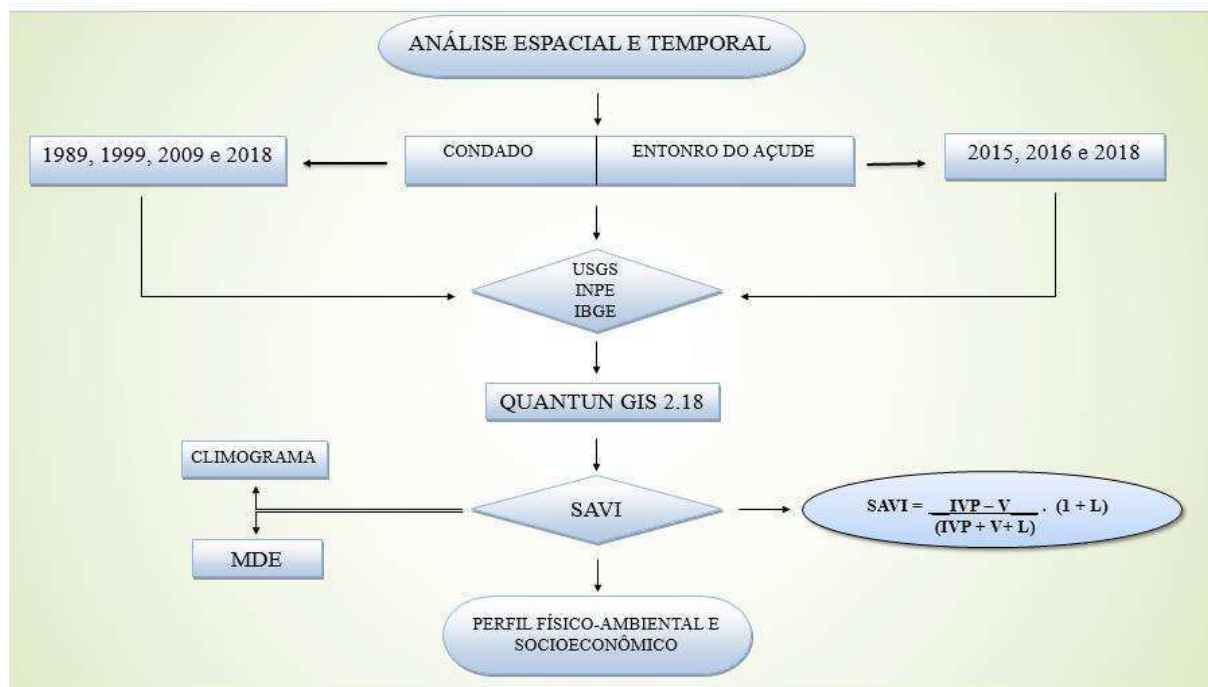
Como forma de análise se adotou o método da análise espacial e temporal, onde se delimitou a escala temporal entre os anos de 1989 a 2018. Os produtos foram divididos e seu recorte espacial baseados na qualidade de resolução dos satélites, para os anos de 1989, 1999, 2009 e 2018 foi analisada uma área de 280 km² que corresponde ao município de Condado-PB, demarcadas temporalmente, principalmente devido à disponibilidade de imagens com nenhuma ou baixa incidência de nuvens. Para isso foram utilizados, arquivo *raster* e *shapefile* da área da bacia e microbacia da área de estudo disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), imagens dos satélites orbitais *Landsat 5 TM* e do *Landsat 8 OLI* adquiridas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As respectivas imagens dos satélites possuem resolução espacial de 30 m pixel ao solo, com períodos de coleta das imagens correspondendo ao período seco.

A análise dos anos de 2015, 2016 e 2018, se deram em um recorte espacial de menor amplitude com área total de 76 km² que compreende a montante e jusante do açude Engenheiro Arcoverde. As imagens que formam a base de dados *raster* e *shapefile*, foram capturadas pelos CBERS 4 e disponibilizadas pelo INPE e IBGE. A resolução espacial disponibilizada corresponde a 10 m, apresenta baixa incidência de nuvens e corresponde ao período seco da região.

A obtenção de informações para quantificar e mapear a cobertura vegetal, assim como os dados relativos à ação antrópica, foram realizadas a partir de imagens, tendo sua validação comprovada através de um climograma da região, produzido com base nos dados do Banco de Dados climáticos do Brasil (BDCB). As configurações hipsométricas foram realizadas através do MDE, o sensor utilizado foi o *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução de 90 m e sistema de coordenadas WGS84. Como ferramenta de georreferenciamento para o tratamento das imagens obtidas foi utilizado o software livre *QGis 2.18 Las Palmas*.

Com o intuito de complementar as informações foram realizadas visitas a campo com a finalidade de coletar dados e informações acerca das principais atividades desenvolvidas na área, como ferramenta na captação de imagens foi utilizada Câmera fotográfica digital com resolução de 16 MP, integrada ao smartphone samsung *galaxy A6 plus*.

O fluxograma abaixo sintetiza os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.



5.1 Soil adjusted Vegetation Index (SAVI)

Utilizando do método que corresponde a uma análise multitemporal de múltiplos fatores referentes à água, solo e vegetação, tendo como aplicação a equação:

$$\text{SAVI} = \frac{\text{IVP} - \text{V}}{\text{IVP} + \text{V} + \text{L}} \cdot (1 + \text{L})$$

Foi gerado um mapa de caracterização da cobertura vegetal, sendo representadas as bandas 3 e 4 do satélite *landsat* 5, sensor SRTM, o fator L de ajuste de correção do efeito de brilho do solo, onde este varia de acordo com a densidade da cobertura vegetal, durante aplicação da fórmula, foi o valor 0.5. É importante frisar que as imagens apresentaram boa qualidade, sem a interferência de nuvens. Essa equação corresponde à geração do SAVI da área correspondente ao município de Condado/PB no período de 1989, 1999, 2009.

$$\text{SAVI} = \frac{\text{BAND3} - \text{BAND4}}{\text{BAND3} + \text{BAND4} + 0.5} \cdot (1 + 0,5)$$

A banda 3 do satélite *Landsat* 5 representa na equação por IVP, caracteriza-se por apresentar um intervalo 0.63 – 0.69. De acordo com o INPE (2018), a aplicação dessa, permite o bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação, apresenta bom contraste entre

diferentes tipos de cobertura vegetal, a análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal, mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria, entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal e identificação de áreas agrícolas. Sendo a banda mais utilizada para delimitar as manchas urbanas, incluindo identificação de novos loteamentos. Já a banda 4, caracterizada por representar o intervalo 0.77 – 0.90, permite o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água, a obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia, proporciona a análise e o mapeamento de feições geológicas e estruturais, mapeamento de áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas, visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas e a identificação de áreas agrícolas.

Para a geração dos mapas de caracterização da cobertura vegetal do ano de 2018 foram representadas as bandas 4 e 5 do satélite *landsat 8*, sensor OLI.

$$\text{SAVI} = \frac{\text{BAND4} - \text{BAND5}}{\text{BAND4} + \text{BAND5} + 0.5} \cdot (1 + 0.5)$$

A banda 5 tem um intervalo de 0.85 – 0.88, apresentando sensibilidade ao teor de umidade das plantas, proporcionando a observação do estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico, sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.

A geração dos mapas referentes aos anos de 2015, 2016 e 2018, foram utilizadas as bandas 3 e 4 do satélite CBERS 4, sensor PAN.

$$\text{SAVI} = \frac{\text{BAND4} - \text{BAND3}}{\text{BAND4} + \text{BAND3} + 0.5} \cdot (1 + 0.5)$$

A banda 3 tem um intervalo de 0.63 – 0.69, já a banda 4 possui intervalo de 0.77 – 0.89. O sensor PAN conta com largura de faixa imageada de 60 km e taxa bruta de dados de 100 Mbit/s para as bandas utilizadas.

Os mapas e as informações foram tratados e confeccionados no software *QGiz 2.18 Las Palmas*. A fórmula do índice foi aplicada na calculadora *raster*, para representar os elementos de cobertura territorial (água, solo exposto e vegetação), aplicando-se a paleta simples de falsa cor, essa variado de azul para elementos negativos, a exemplo dos corpos de água, passando

pela tonalidade marrom representando valores intermediários, representando o solo exposto, por fim a tonalidade verde representando a vegetação, dividida em três categorias (arbórea, arbustiva e gramínea). A geração dos mapas em períodos distintos gerou informações quantitativas sobre os avanços ou redução da vegetação, dos corpos hídricos e do solo exposto, a partir dessas informações foi possível caracterizar os pontos da área de estudo que sofreram os maiores graus de antropismo decorrentes das práticas agrícolas, da expansão urbana, da agropecuária, e outras atividades.

5.2 Modelos Digitais de Elevação (MDE)

Os dados para a construção do mapa MDE foram obtidos no site da Embrapa relevo, caracterizados por possuírem resolução espacial de 90 m e configuração de 4.000 pixels por km². O software *Q Gis 2.18 Las Palmas* foi utilizado para o tratamento das imagens. A precisão isométrica foi evidenciada através do elemento cor, e a representação 3D digital, as cores quentes representam as altitudes elevadas, no mapa caracterizado pela cor marrom e as cores frias serão representadas pela cor branca, nesse sentido, aplica-se a paleta simples de falsa cor, variada do branco para o marrom. Para representar o formato 3D foi utilizada a ferramenta *2threejs*, o valor de verticalidade aplicado variou de 0.002 a 0.003. O cálculo de delimitação da bacia fornecendo dados a respeito do perímetro da bacia e da declividade do terreno, que subsidiarão a análise dos processos de escoamento superficial recorrentes na área.

5.3 Perfil físico-ambiental e socioeconômico

A construção dos perfis propostos se deu mediante pesquisa bibliográfica, onde buscou-se informações qualitativas e quantitativas a respeito das características físico-ambiental e socioeconômico da área de estudo, as fontes são de características secundárias, sendo obtidas através dos sites oficiais ou solicitação in loco nos órgãos da administração pública, municipal, estadual e federal. Como mecanismo de complementação das informações foram produzidos diferentes gráficos.

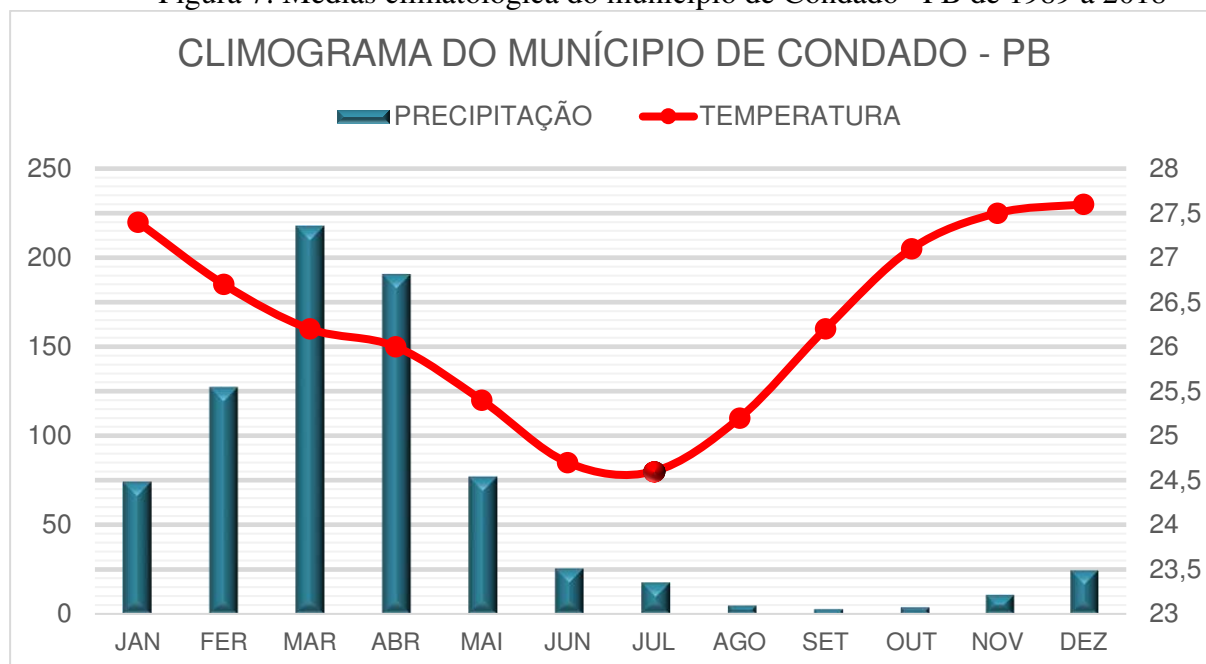
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como forma de melhor representação dos resultados, as imagens foram captadas em períodos com características climáticas semelhantes, a representação dessa similaridade ocorre através do climograma desenvolvido com base nos dados fornecidos pelo banco de dados meteorológico do Brasil (BD CLIMA), corresponde à média anual de temperatura e precipitação relacionada ao período de 1989 a 2018.

Constate-se que dentre as medias apresentadas, as maiores precipitações são registradas nos meses de janeiro a maio, os meses de março a abril são os mais úmidos com 218 e 191mm respectivamente, com relação as temperaturas no primeiro semestre existe uma variação decrescente entre 27,4° no mês de janeiro a 24,7° no mês de junho.

No segundo semestre ocorre uma variação inversa aos primeiros meses do ano, as temperaturas começam a aumentar a partir do mês de julho com variação positiva de aproximadamente 3° até o mês de dezembro. As medias pluviométricas são estáveis, não registram alterações significativas, mantendo-se baixas não ultrapassando os 25 mm no mês de dezembro, o mais chuvoso. Na figura 7 se observa o comportamento climatológico no período estudado.

Figura 7: Médias climatológica do município de Condado –PB de 1989 a 2018

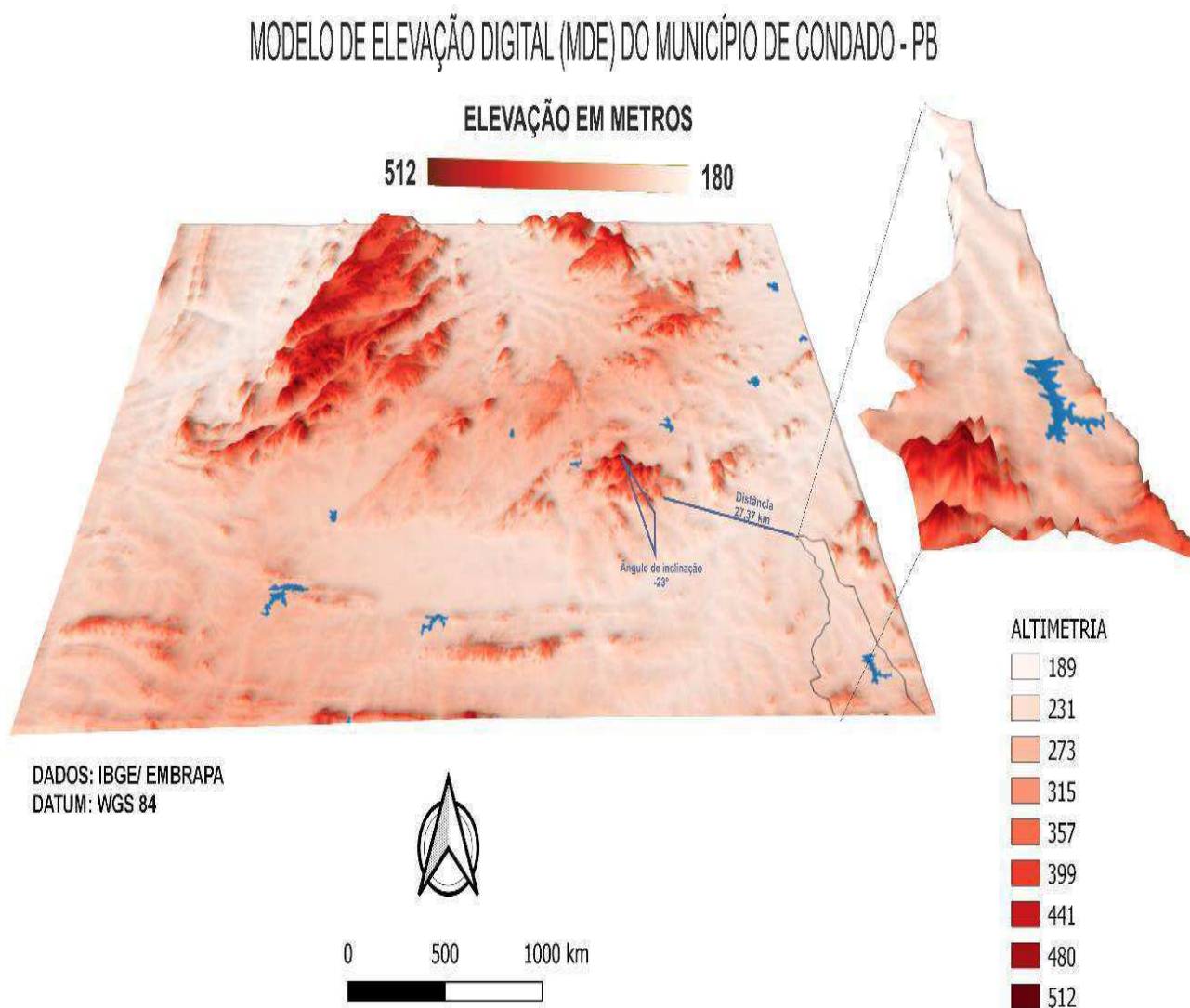


Fonte: Dados: Banco de dados climáticos do Brasil. Autor: Renato Rodrigues, 2018.

A partir desse levantamento constata-se que os recortes temporais estabelecidos na pesquisa correspondem aos períodos secos no município de Condado-PB, representando maior semelhança entre as características físicas da área de estudo.

Para evidenciar a influência que o escoamento superficial exerce na dinâmica hídrica e vegetal da área de estudo, o MDE representado na figura 5 delimita a bacia de drenagem. Observa-se que a predominância do terreno se apresenta com declividades a baixo 357 m, sendo exceção as áreas limítrofes com o município de Catingueira ao sul, que apresentam relevo fortemente ondulado próximo a 400 m.

Figura 8: Modelo de elevação digital do Município de Condado-PB



Autor: Renato Rodrigues (2018)

6.1 Análise do SAVI, geradas a partir dos satélites, *Landsat 5 e Landsat 8*.

6.1.2 Análise do SAVI do ano de 1989

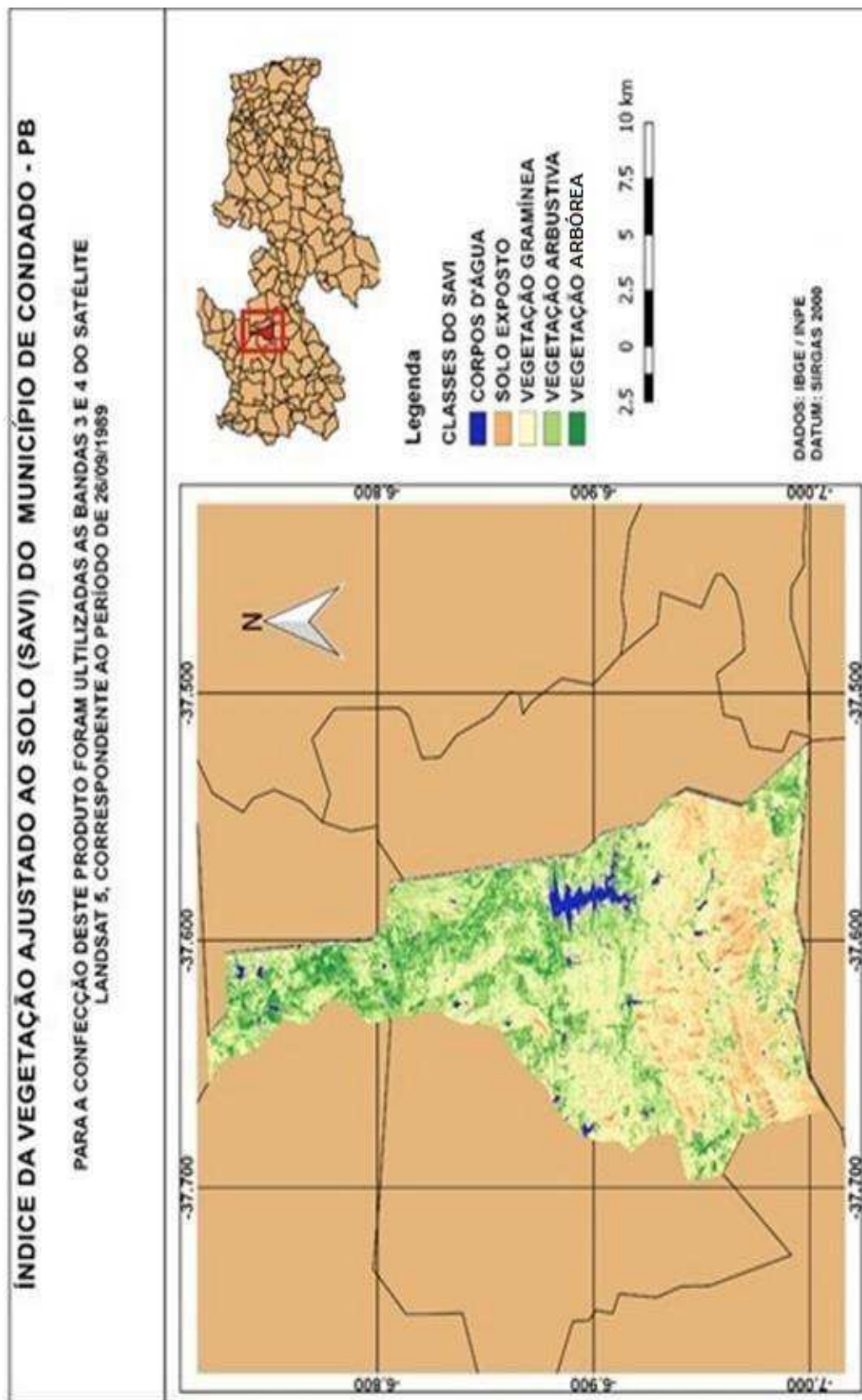
A análise do uso e cobertura do solo em 26/09/1989 compreendeu toda a extensão do município, a princípio, a observação visual do produto SAVI evidencia uma grande área verde situada a jusante do açude, essa região compreende ao perímetro irrigado engenheiro Arcoverde, onde mesmo tratando-se de um período seco ainda era mantida a irrigação dos cultivos por meios de poços artesianos, canais de irrigação superficial e irrigação por gravidade, garantindo a reflectância espectral referente a vegetação densa e arbustiva.

O Perímetro Irrigado entrou em operação em 1972 e possui área total de 858,39 hectares. Sua área irrigável é de 282,92 hectares, dividida em 55 lotes, que são ocupados por 52 irrigantes. Nesse ano o perímetro ainda contava com significativa produção de culturas permanentes de banana, goiaba e coco, assim como as culturas temporárias de feijão, milho, arroz, melancia, tomate e melão.

A figura 9 representa uma área de 280 km² correspondendo a 100% do território do município de Condado- PB, distribuída em cinco classes, com valores negativos relacionados aos corpos d'água e progressivamente relacionado a vegetação densa, a tonalidade de cores varia do azul para os corpos d'água, a verde escuro para a vegetação densa.

A análise da cobertura do solo mostra que a maior parte do município corresponde a incidência de solo exposto, localizados principalmente ao sul, com extensão de 149,72 km², representam 53,6% do percentual analisado. Essa região ocupa porções de áreas não irrigadas, mantendo como base da economia a criação de gado e a agricultura de sequeiro. A extração de madeira como combustível era pratica comum nesse período, grande parte da população, principalmente na zona rural, não dispunha de outra fonte energética e utilizava a madeira para a produção de carvão.

Figura 9: Mapa do índice SAVI para o ano de 1989 no município de Condado/PB



Autor: Renato Rodrigues (2018)

A baixa densidade de reflectância da vegetação gramínea não a distingue com exatidão do solo exposto, no entanto representa 4,1% ou 11,51km². A vegetação arbustiva representa 26% o equivalente a 73,03 km², estando espaçada por toda a região norte e oeste e uma pequena fração a sudeste, na região limítrofe com os municípios de Malta e Catingueira, a maior presença desse tipo de cobertura vegetal na área de jusante do reservatório se dá em virtude das áreas de culturas temporária e permanentes do perímetro irrigado.

Outro fator que apresenta relevância com a região do perímetro irrigado é a vegetação densa, evidenciada principalmente nessa mesma região e na área de mata ciliar do açude e de outros corpos d'água, com uma representação de 14,8%, em extensão territorial corresponde a uma área de 41,57km². No período analisado a maior parte da população residia em áreas rurais a sul do território, área que compreendia em sua maior parte ou governo federal, distribuída em lotes na forma de arrendamento a pequenos produtores, esse fator demográfico pode ter sido determinante na distribuição da cobertura vegetal apresentada. Outro fator relevante para a presença de mata ciliar, se deu em virtude da constante atuação de fiscalização do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca) no açude Engenheiro Arcoverde contra a expansão das atividades agropecuárias na região circundante ao reservatório.

Por se tratar de um período de escassez hídrica os corpos d'água representam 1,5% do percentual de cobertura, representando apenas 4,21km². Sendo a principal representação desse percentual o açude engenheiro Arcoverde. A tabela 1 representa a síntese das informações adquiridas através do processamento das imagens

Tabela 1 – Classes de cobertura, SAVI 1989

| Classes | Percentual | Área em km ² |
|---------------------|------------|-------------------------|
| Vegetação densa | 14.8 % | 41.57 |
| Vegetação arbustiva | 26 % | 73.03 |
| Vegetação gramínea | 4.1 % | 11.51 |
| Solo Exposto | 53.6 % | 149.72 |
| Corpos d'água | 1.5 % | 4.21 |
| Total | 100 % | 280 km ² |

Autor: Renato Rodrigues (2018)

6.1.2 Análise do SAVI do ano de 1999

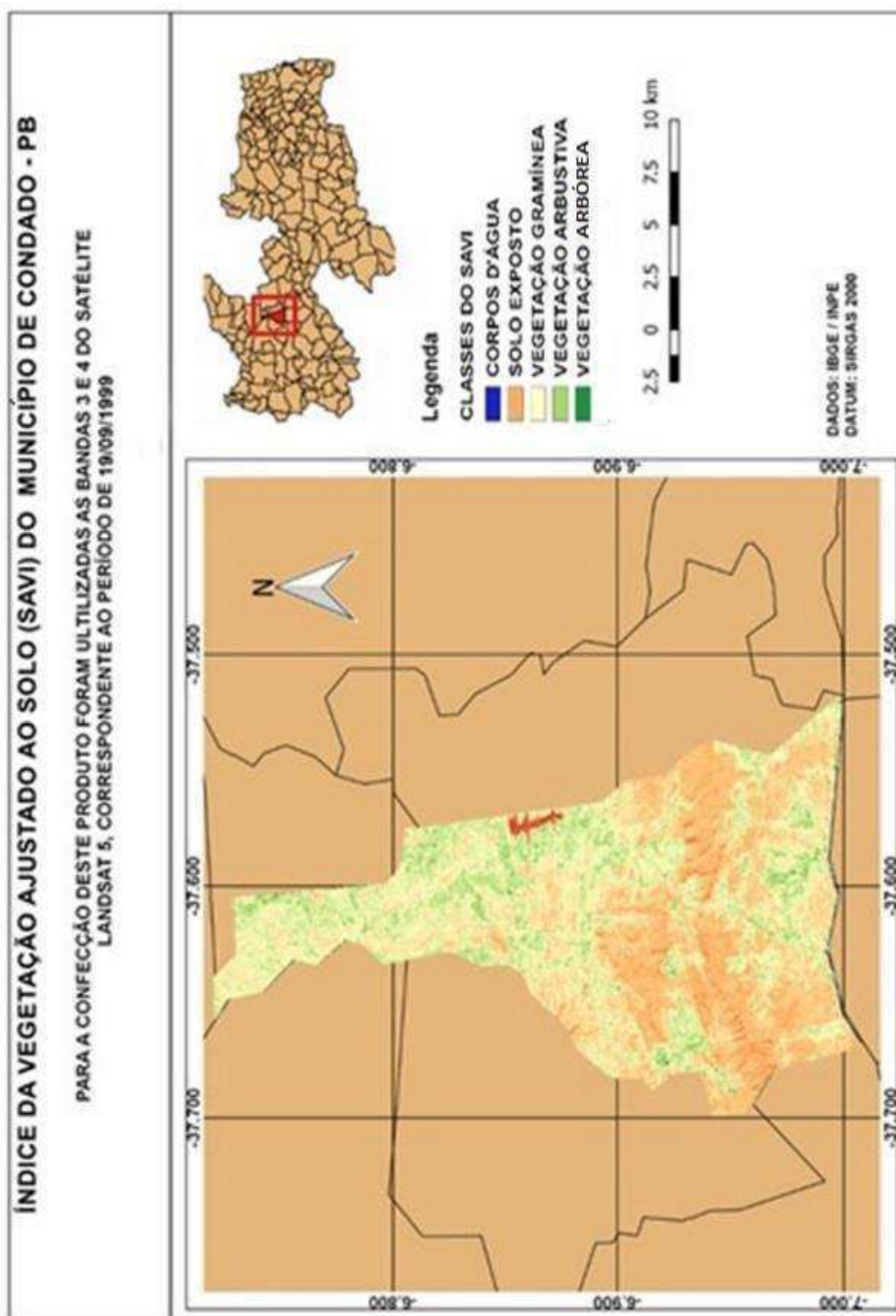
A classe com maior representatividade corresponde a vegetação densa, disposta em 35,5% do território, em extensão corresponde a 99,4 km² de uma área total de 280km². Com 28,3% o equivalente a 79,24km², a vegetação arbustiva representa a segunda maior expressão no território. O solo exposto se apresenta com 13,2% equivalendo a 36,96 km², enquanto os corpos d'água aparecem com apenas 3% de toda a área, em extensão são apenas 8,4 km².

Os cálculos apresentam redução significativa no solo exposto, em contrapartida as classes de vegetação e corpos d'água representaram um percentual maior da área. Quando se compara a distribuição das coberturas com o ano de 1989, a classe de vegetação densa considerada de grande porte, apresenta crescimento significativo de 20.7%. Outra vegetação que apresentou progressão no território foi a vegetação gramínea, registrando um crescimento de 15,9%.

Com relação a outra classe de vegetação, embora tenha apresentado registro de menor expressão, a vegetação arbustiva aumentou em 2,3% sua cobertura. Em síntese a soma da progressão apresentada pelas classes de cobertura vegetal, representaram a importância de 38,9%. Os corpos hídricos também apresentaram crescimento de 1,5%. Em oposição ao expressivo crescimento da vegetação, os solos expostos representaram um decréscimo de 40,1%.

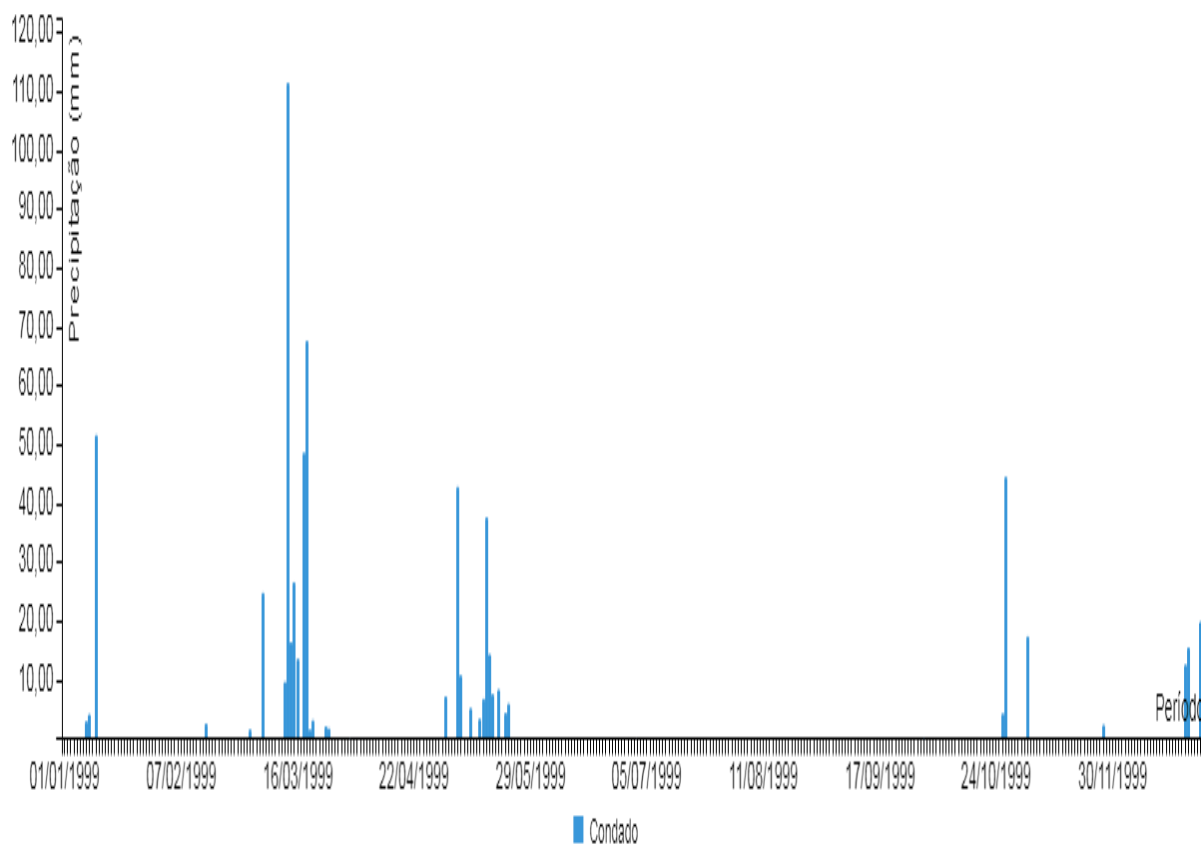
O crescimento da classe vegetal no recorte temporal analisado se dá em virtude do antropismo e das condições de precipitação apresentadas. De acordo com os dados meteorológicos fornecidos no site da AESA as precipitações ao longo do ano de 1999, estiveram dentro dos padrões esperado para região (781), esse, é possível fator responsável pela vegetação arbustiva e gramínea, considerada de pequeno porte, apresentarem maior cobertura de refletância na área, outro fator que pode explicar o significativo crescimento, está relacionada aos processos demográficos.

Figura 10: Mapa do índice SAVI para o ano de 1999 no município de Condado/PB



Autor: Renato Rodrigues (2018)

Figura 11: Gráfico de Precipitação: Condado/PB 1999



Fonte: AESA, 2018.

Com base nas análises dos censos demográficos do IBGE dos anos de 1991 e 2010, observa-se a redução da população absoluta do município, onde em 1991 contava com a população residente de 7.399, diminuindo para 6.495 no ano 2000, além dessa redução, o êxodo rural levou a população urbana ao percentual de 63,53%, enquanto a população rural se restringiu a 36,47%. A redução da densidade populacional absoluta, juntamente com a densidade populacional rural, pode ter levado a diminuição das ações antrópicas, possibilitando a resiliência da vegetação em diferentes extratos.

A condição Hídrica do açude é a principal responsável por ter dobrado a relevância dos corpos hídricos nos dados. De acordo com o monitoramento dos corpos hídricos da AESA, o reservatório apresentava em 1999 volume de 9.164.850m³, 30% da sua capacidade total. A figura 11 que representa a variação pluviométrica no ano de 1999 na cidade de Condado-PB, mostra o baixo volume de precipitação, consequentemente refletindo na espacialidade dos corpos hídricos.

Tabela 2 – Classes de cobertura, SAVI 1999

| CLASSES | PERCENTUAL | ÁREA EM KM ² |
|---------------------|------------|-------------------------|
| Vegetação densa | 35.5 % | 99.4 |
| Vegetação arbustiva | 28.3 % | 79.24 |
| Vegetação gramínea | 20 % | 56 |
| Solo Exposto | 13,2 % | 36.96 |
| Corpos d'água | 3 % | 8.4 |
| Total | 100 % | 280 km ² |

Autor: Renato Rodrigues (2018)

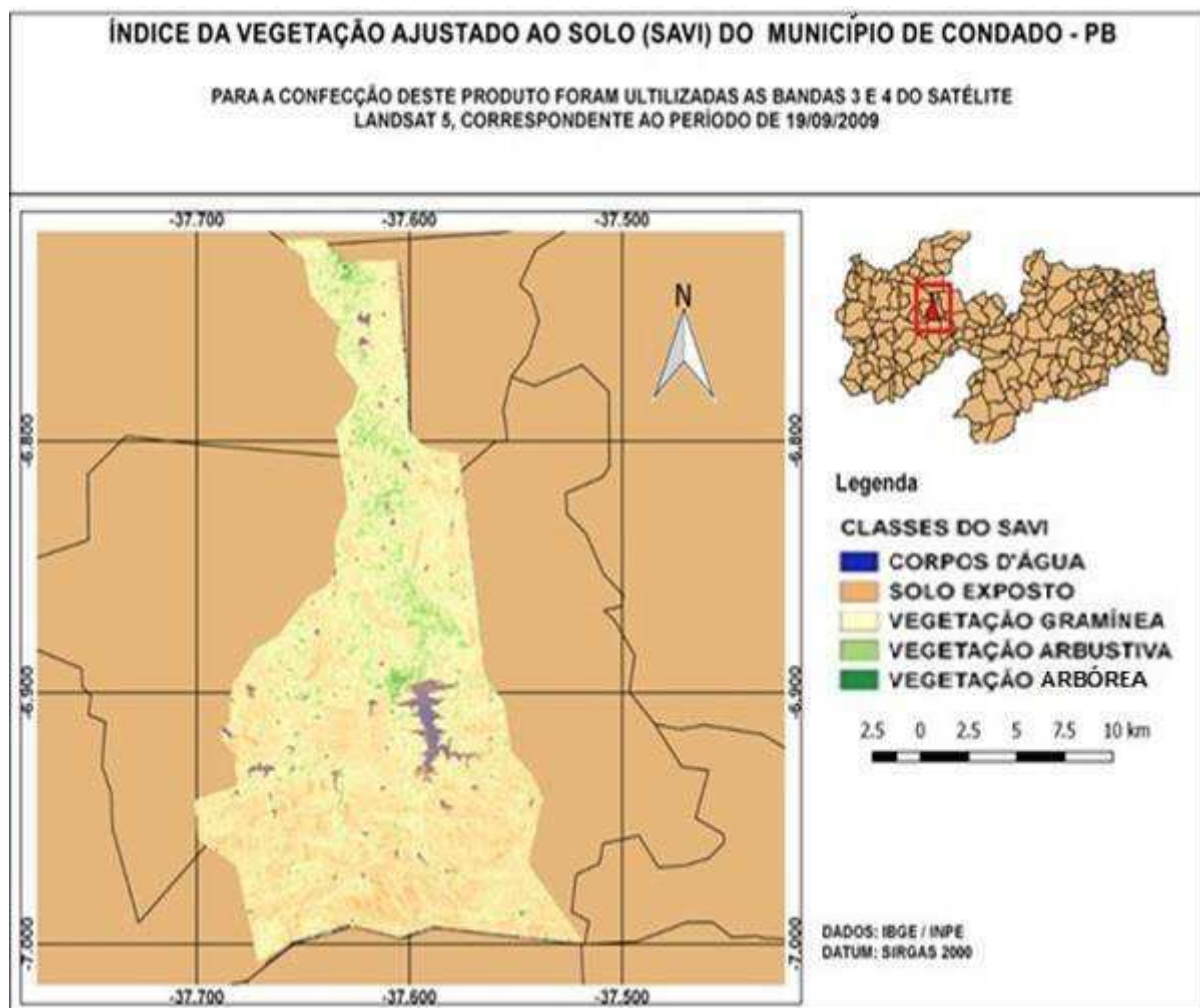
6.1.2 Análise do SAVI do ano de 2009

Na figura 12 que representa o índice SAVI do Município de Condado – PB relativo a 19/09/2009, o cálculo da área espectral apresenta-se o com a classe vegetal preponderando, onde os valores referentes a vegetação densa atingem o percentual de 28%, transformando esse número em km² obtém-se a cobertura de 78.4 km², representando a maior cobertura dentre as classes selecionadas.

As coberturas de Vegetação arbustiva e gramínea são muito próximas, com respostas respectivas de 25,8% e 24%, representando juntas uma área de 72,24 e 67,2 km². Compilando todos os valores referentes as classes de vegetação, obtém-se o valor percentual de 77,8% e a cobertura de 217 km². Mesmo Diante do significativo volume geral o solo exposto compreende 16,2% ou 45,36 km². As áreas de corpos d'água somam 16,8 km², correspondendo ao percentual de 16,8% dá área.

A observação do mapa SAVI não permite a definição com clareza das classes dos elementos evidenciados, ocorrendo a sobreposição dos pixels em decorrência da qualidade de resolução da imagem do satélite *landsat 5*, a observação mais clara é possível através da aproximação da imagem no software de tratamento. Os pixels não visualizados na imagem foram processados pelo algoritmo de cálculo do software utilizado, gerando assim os números apresentados.

Figura 12: Mapa do índice SAVI para o ano de 2009 no município de Condado/PB



Autor: Renato Rodrigues (2018)

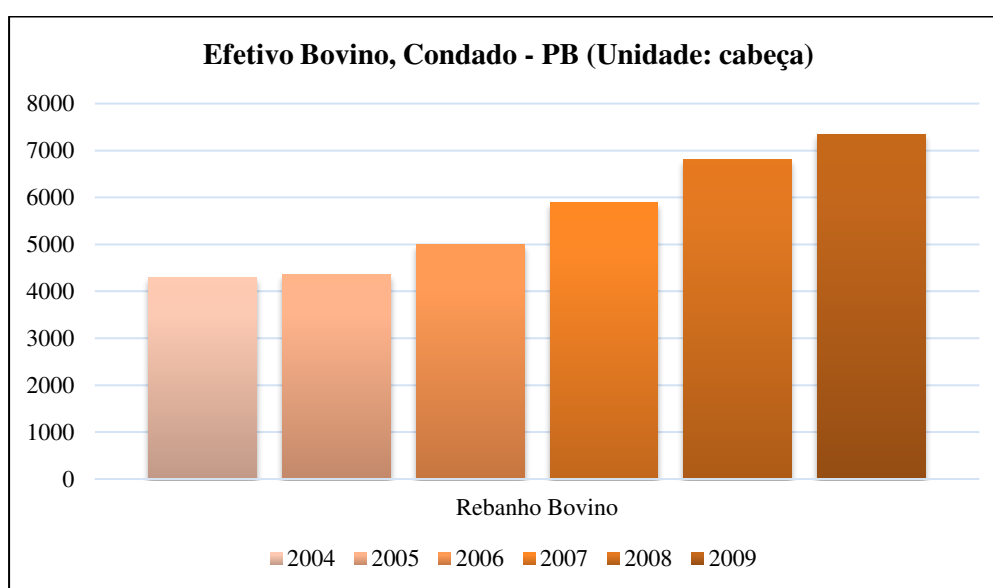
Tabela 3 – Classes de cobertura, SAVI 2009

| CLASSES | PERCENTUAL | ÁREA EM KM ² |
|---------------------|------------|-------------------------|
| Vegetação densa | 28 % | 78.4 |
| Vegetação arbustiva | 25,8 % | 72.24 |
| Vegetação gramínea | 24 % | 67.2 |
| Solo Exposto | 16.2 % | 45.36 |
| Corpos d'água | 6 % | 16.8 |
| Total | 100 % | 280 km ² |

Autor: Renato Rodrigues (2018)

Comparando os produtos SAVI de 1999 e 2009 se observa poucas alterações na composição da vegetação, onde os dados de 1999 apresentavam uma cobertura dos três componentes de 234,64 km², enquanto no ano de 2009 os números foram de 217,84 km², com uma redução de 16,8 km². Um dos fatos responsável pela redução da vegetação densa está associado ao crescente aumento do rebanho bovino, a atividade agropecuária é uma das principais atividades econômicas da região. A supressão vegetal ocorre com a finalidade de produzir pastagem, a madeira de maior porte costuma ser utilizada na confecção de cercas divisórias entre as propriedades rurais.

Gráfico 1: Efetivo Bovino, Condado - PB (Unidade: cabeça)



Fonte: IBGE (2018)

O gráfico 1 construído a partir de dados fornecidos pelo IBGE (2018), mostra que o rebanho bovino no município de Condado apresentou um crescimento de 71%, esse número representa o quantitativo de 3,050 animais em um período que compreende os anos de 2004 a 2009.

Outro ponto que apresentou crescimento com relação ao produto SAVI anterior foram os corpos d'água, esse crescimento de 50% se deu principalmente em virtude do aumento considerável do volume hídrico do açude engenheiro Arcoverde. De acordo com a AESA (2018), o reservatório passou de aproximadamente 9.164.850 m³, 30% da sua capacidade, para 35.776.325 m³ o equivalente a 97% da sua capacidade. Com isso a área de espelhamento foi ampliada gerando maior refletância desse elemento.

6.1.2 Análise do SAVI do ano de 2018

A representação do SAVI do ano de 2018 com o recorte espacial do município de Condado-PB apresentou similaridade na progressão do percentual dentre as classes de vegetação. A vegetação gramínea está distribuída em uma área de 56 km², equivalente a 20% do território analisado. Com pouco mais de 5,3% a vegetação arbustiva ocupa uma área de 70,84 km².

O percentual de vegetação arbórea é 4,7% maior em relação a vegetal arbustiva, com uma área de 85,4%, esta representa na maior porção do território. Comparando as vegetações arbóreas e gramíneas e diferença chega a 10%. Diante da presença significativa da composição vegetal a resolução espectral referente ao solo exposto representou 20% e as áreas de valores negativos representadas pelos corpos d'água corresponderam a 4,2% ou 11,76 km².

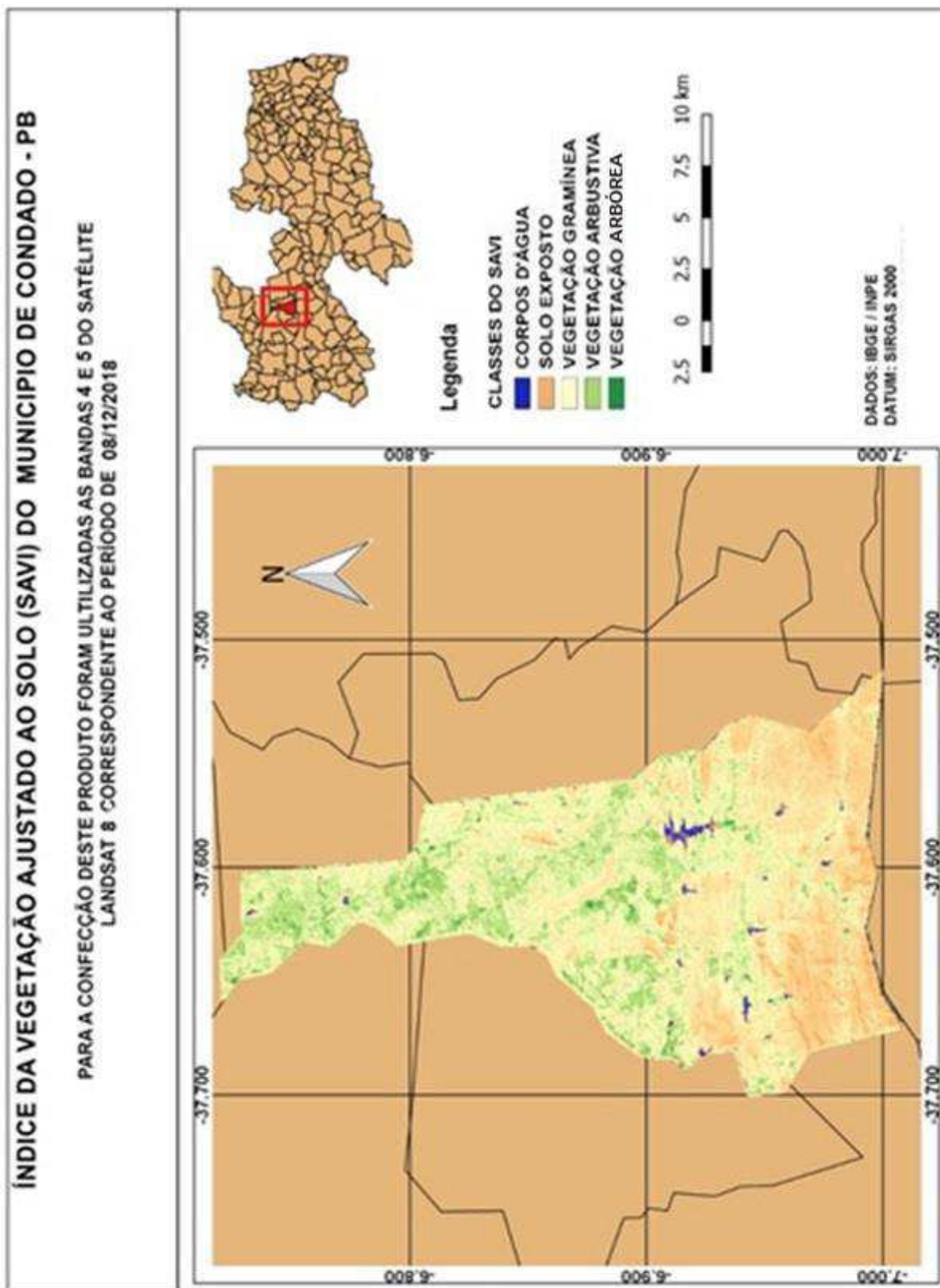
Tabela 4 – Classes de cobertura, SAVI 2018

| CLASSES | PERCENTUAL | ÁREA EM KM² |
|---------------------|-------------------|-------------------------------|
| Vegetação densa | 30.5 % | 85.4 |
| Vegetação arbustiva | 25.3 % | 70.84 |
| Vegetação gramínea | 20 % | 56 |
| Solo Exposto | 20 % | 56 |
| Corpos d'água | 4.2 % | 11.76 |
| Total | 100 % | 280 km ² |

Autor: Renato Rodrigues (2018)

Tendo como parâmetro as imagens SAVI de 19/09/2009, observa-se que não ocorrem discrepantes alterações nas respostas espectrais dos elementos propostos. Analisando os fatores relacionados as condições naturais e antrópicas, observa-se que, na intersecção de tempo entre as duas imagens as precipitações foram registradas a baixo das medias para a região, caracterizando um longo período de estiagem que se iniciou no ano de 2013 ao ano de 2017, as condições pluviométricas se estabeleceram, assim as condições naturais construíram paisagens que oscilaram, mas se reestabeleceram dentro da sua dinâmica. No aspecto antrópico alguns números que podem indicar as formas de uso e cobertura do solo nesse intervalo de tempo, refletem similaridade dos números.

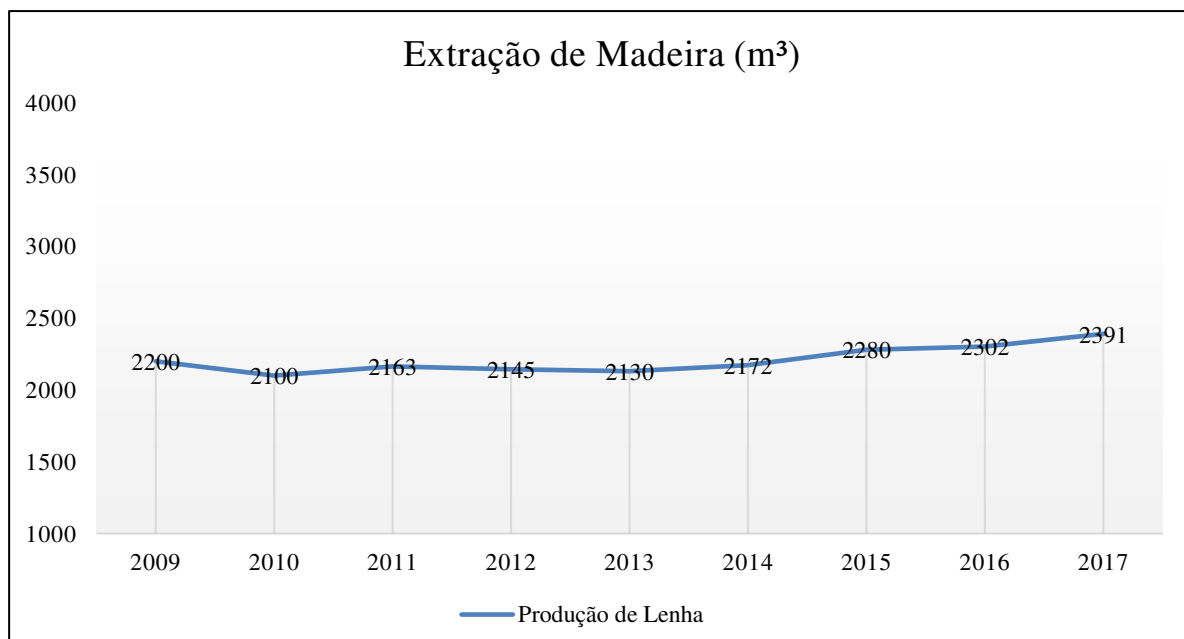
Figura 13: Mapa do índice SAVI para o ano de 2018 no município de Condado/PB



Autor: Renato Rodrigues (2018)

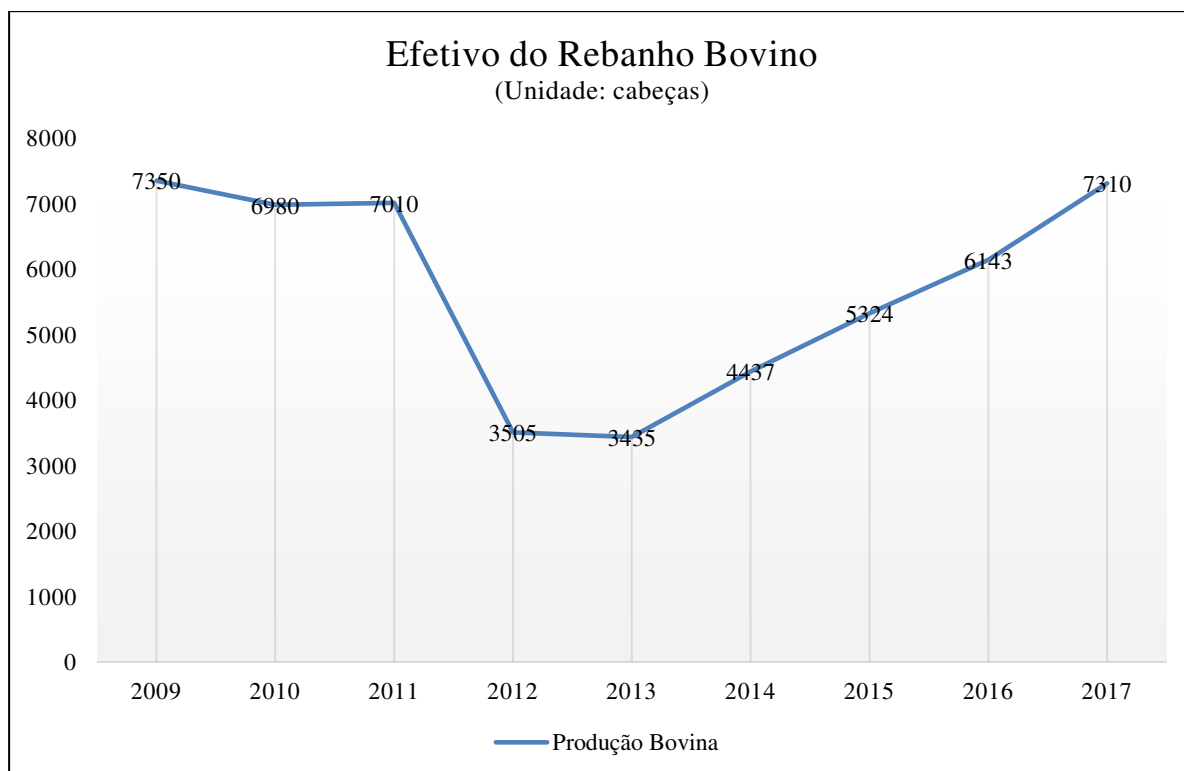
Os gráficos abaixo apresentam os quantitativos referentes as produções de madeira, bovina e grão no intervalo de tempo de 2009 a 2017.

Gráfico 2 – Extração de Madeira (m³)



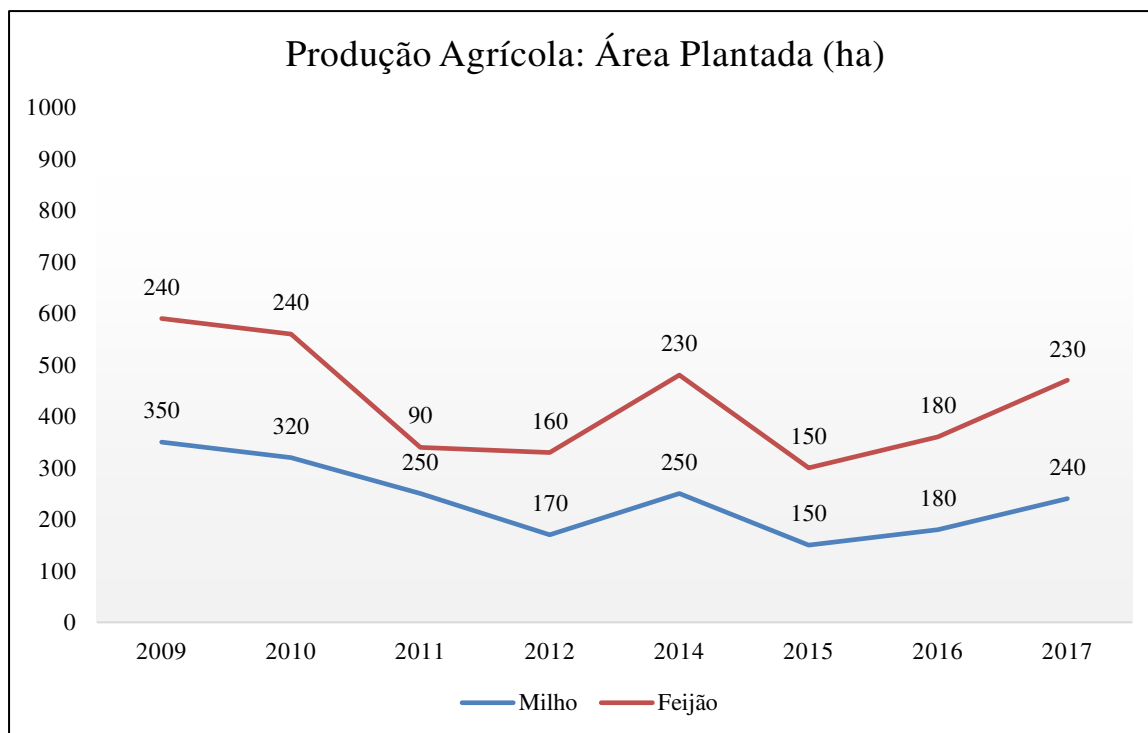
Fonte: IBGE (2018)

Gráfico 3 – Efetivo do Rebanho Bovino



Fonte: IBGE (2018)

Gráfico 4 – Produção Agrícola: Área Plantada (ha)



Fonte: IBGE (2018)

No gráfico 2 que representa a extração de madeira para a produção de lenha, não ocorreu significativa variação na quantidade produzida entre os anos de 2009 a 2017, podendo ser um dos fatores que evidencia a semelhança na manutenção dos resultados do produto gerado. Assim como a supressão vegetal para a produção de lenha se mantém estável, o rebanho bovino, representado no gráfico 3, apresenta-se praticamente com o mesmo número de animais, onde em 2009 o rebanho era composto por 7350 cabeças e em 2017 o acréscimo foi de apenas 30 animais. A extensão das áreas agrícolas de feijão e milho, principais culturas temporárias adotadas no município, representadas no gráfico 4, seguem o mesmo padrão de continuidade das atividades anteriores, tendo maior discrepância na produção de milho com redução na área plantada de 110 há no comparativo das extremidades temporais do gráfico. É importante salientar que a fonte de dados (IBGE), não disponibiliza informações referentes ao ano de 2013 para produção de milho e feijão.

Se tratando de atividades que geram significativas alterações na paisagem, em decorrência da ausência de práticas de manejo e sustentabilidade adotadas no município, a análise dessas informações retrata o antropismo no comportamento nas classes selecionadas no estudo de uso e cobertura do solo.

6.2 Análise do SAVI, geradas a partir do satélite, CBERS 4

6.2.1 Análise do SAVI do ano de 2015

A análise dos dados do produto SAVI, correspondente a um perímetro poligonal de 76 km², localizado em uma área que compreende a montante e jusante do açude engenheiro Arcoverde, são evidenciados na imagem além das cinco classes preestabelecidas e analisadas nos mapas anteriores, com imagens fornecidas pelos satélites *Landsat*, foi delimitado como forma de identificação, o perímetro urbano do município, onde sua resposta espectral está inserida no quantitativo referente a classe de solo exposto para os anos de 2015, 2016 e 2018.

As classes de vegetação correspondem ao percentual de 74,7% da área total, tendo a maior representação através da vegetação arbustiva, compreendendo 29,7%, uma área de 22,5 km². A vegetação densa corresponde a 25% e a gramínea 20%, respectivamente apresentam áreas de 19 e 15km². O solo exposto com 25,1% se estende por uma área muito próxima a vegetação densa, apresentando a diferença mínima de 0,2 km². Os valores negativos correspondentes aos corpos d'água são os que apresentaram menos resposta espectral, com um percentual de 0,2% e uma área de apenas 0,30km².

Tabela 5 – Classes de cobertura, SAVI 2015

| CLASSES | PERCENTUAL | ÁREA EM KM² |
|---------------------|-------------------|-------------------------------|
| Vegetação densa | 25 % | 19 |
| Vegetação arbustiva | 29,7 % | 22.5 |
| Vegetação gramínea | 20 % | 15 |
| Solo Exposto | 25,1 % | 19,2 |
| Corpos d'água | 0,2 % | 0,30 |
| Total | 100 % | 76 km ² |

Analisando o mapa e os cálculos das respostas espectrais, observa-se que a representação dos corpos hídricos é significativamente baixa, essa realidade justifica-se com base nos índices de precipitação e principalmente no volume hídrico no mês de setembro do açude engenheiro Arcoverde, de acordo com dados da AESA, contava com apenas 1.768.626,25 m³, 4,8% da sua capacidade total. Ao final desse ano o reservatório não recebeu recarga d'água, acarretando no colapso total, tendo seu volume reduzido a zero. As figuras 14 e 15 retratam esse momento.

Figura 14: Mapa do índice SAVI para o ano de 2015

Fonte: Renato Rodrigues, 2018

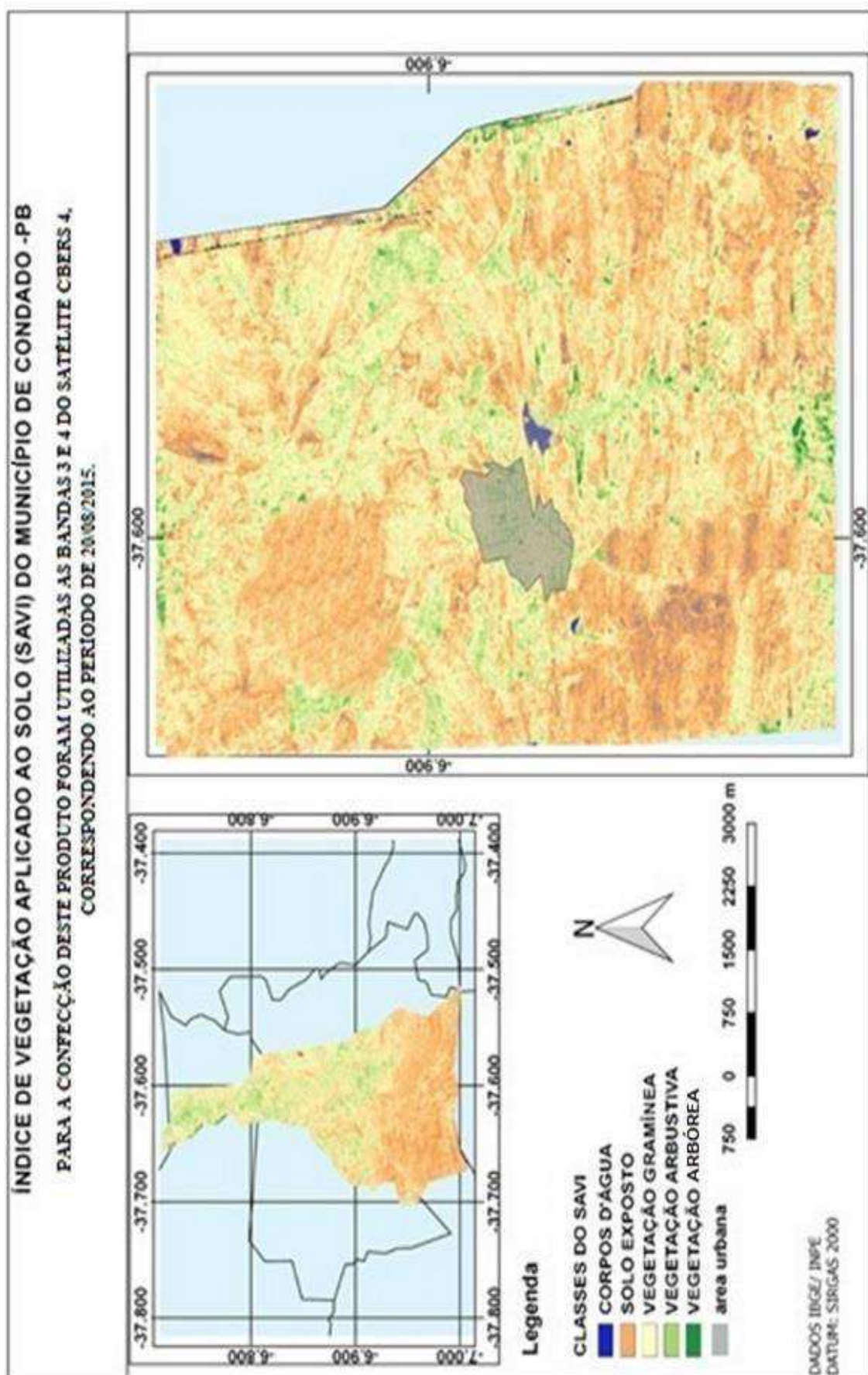
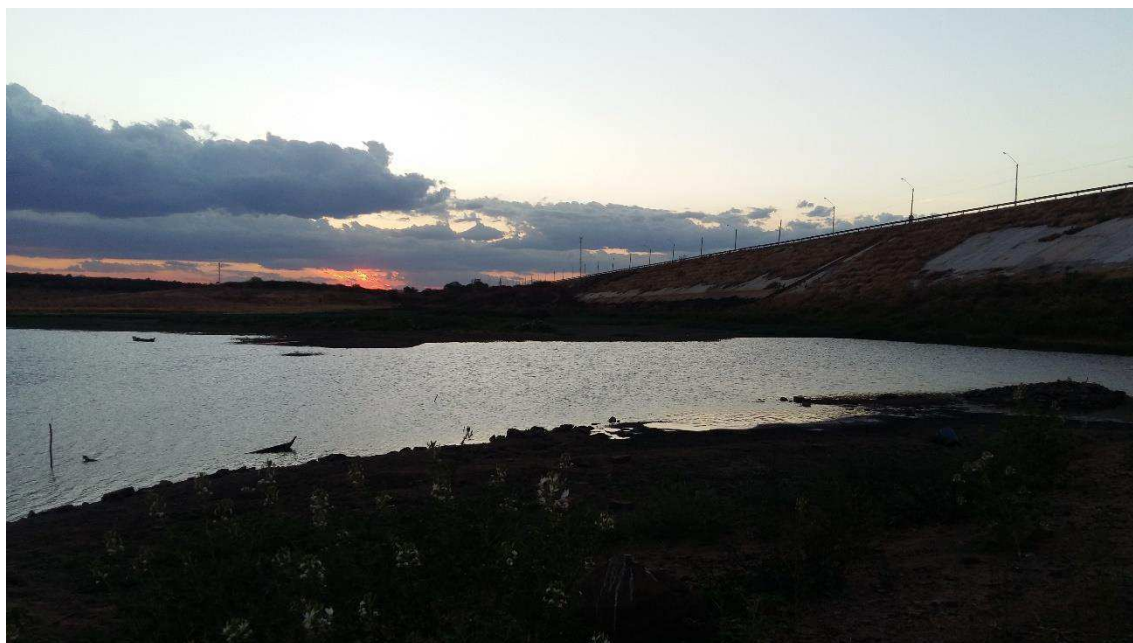


Figura 15: Açude engenheiro Arcoverde Condado – PB



Fonte: Renato Rodrigues (2015)

Figura 16: Açude engenheiro Arcoverde Condado – PB



Fonte: Renato Rodrigues (2015)

Os demais corpos hídricos de menor capacidade de armazenamento a exemplo do açude inserido no sitio pedra d'água, localizado a noroeste do perímetro urbano e do açude localizado no sitio alagamar a nordeste da imagem, tem área de espelho d'água muito reduzida, portanto com representação espectral baixa.

A vegetação arbustiva e gramínea remanescente compreende principalmente a vegetação forrageira das espécies conhecidas como capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) e braquiária cultivado nas áreas de várzea e no leito húmido do açude engenheiro Arcoverde, utilizada pelos pecuaristas para alimentar o rebanho bovino, outras área com essa densidade de vegetação são formadas por espécies perenifólias como o juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), a oiticica (*licania Rigida*), e a algaroba (*Prosopis Juliflora*), que margeiam e integram a mata ciliar dos riachos da região.

Figura 17: Uso e cobertura do solo na área do perímetro irrigado/ Condado - PB



Fonte: Renato Rodrigues (2015)

Embora a produção agrícola de grãos como feijão e milho representem uma área plantada de 150 ha (gráfico 4) no município, a região evidenciada não apresenta em sua base produtiva esse tipo de cultura, em virtude do direcionamento histórico implementado pelos órgãos que administravam a área e pelas associações que ao longo dos anos permaneceram com a mesma base, predominando nas áreas ao norte do reservatório a produção de frutas como banana, goiaba, manga, coco, entre outras.

6.2.2 Análise do SAVI do ano de 2016

Na figura 12 que representa o produto SAVI do ano de 20/08/2016 os resultados das cinco classes apresentam a vegetação densa com 25,9 %, correspondendo a área de 19,68 km². As classes de vegetação arbustiva e gramínea também apresentam percentual do intervalo de 20%, sendo a vegetação arbustiva ocupando área de 20,06 km², o equivalente a 26,4%, e a vegetação gramínea representando 20% ou 15,2 km² da área total.

O solo exposto tem similaridade com esse percentual das vegetações, aproximando-se dos números representados pela vegetação gramínea, sendo o seu percentual de 20,6%, com área de 12,67 km². Os corpos d'água correspondem a 7,1% ou 5,39 km² do território analisado.

Tabela 6 – Classes de cobertura, SAVI 2016

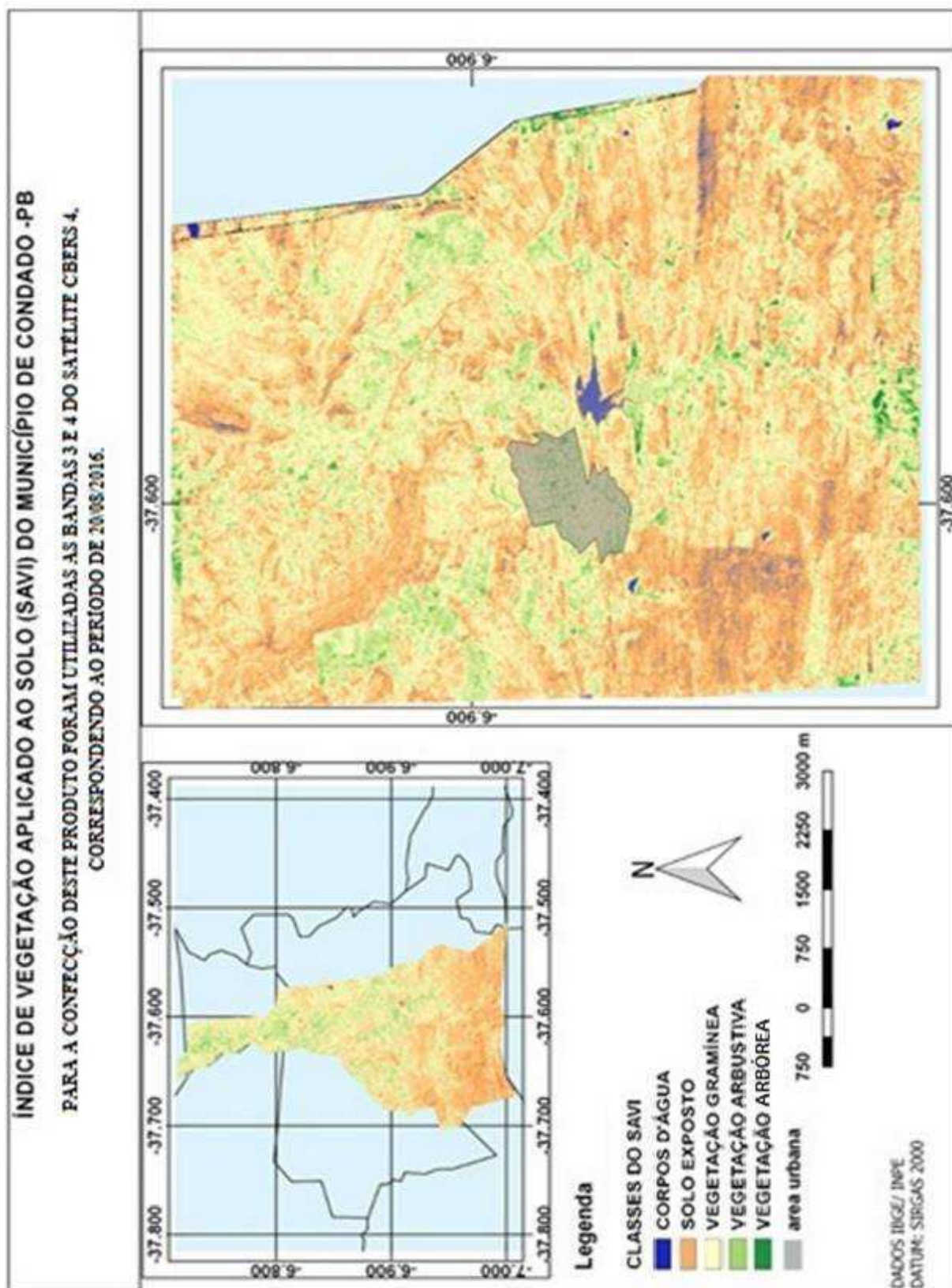
| CLASSES | PERCENTUAL | ÁREA EM KM² |
|---------------------|-------------------|-------------------------------|
| Vegetação densa | 25,9 % | 19.68 |
| Vegetação arbustiva | 26.4 % | 20.06 |
| Vegetação gramínea | 20 % | 15.2 |
| Solo Exposto | 20.6 % | 15.67 |
| Corpos d'água | 7.1 % | 5.39 |
| Total | 100 % | 76 km ² |

Autor: Renato Rodrigues (2018)

De acordo com os dados de precipitação da AESA (2018) Os anos de 2015 e 2016 apresentam características climáticas semelhantes, estando dentro da faixa de precipitação de 0 a 500 mm. Destaca-se como fator principal de mudança espectral, a resposta relacionada aos corpos d'água, onde no ano de 2016 foi evidenciado como sendo região negativa, portanto caracterizada como corpo hídrico, uma área localizada a sudeste do açude engenheiro Arcoverde, essa área compreende a uma região de serra com elevação de aproximadamente 400 m.

Na imagem da figura 19, captada pelo satélite *landsat 8* e fornecida pelo Google Earth é possível observar a incidência das nuvens citadas.

Figura 18: Mapa do índice SAVI do ano 2016



Fonte: Renato Rodrigues, 2018

Figura 19: Incidência de Nuvens



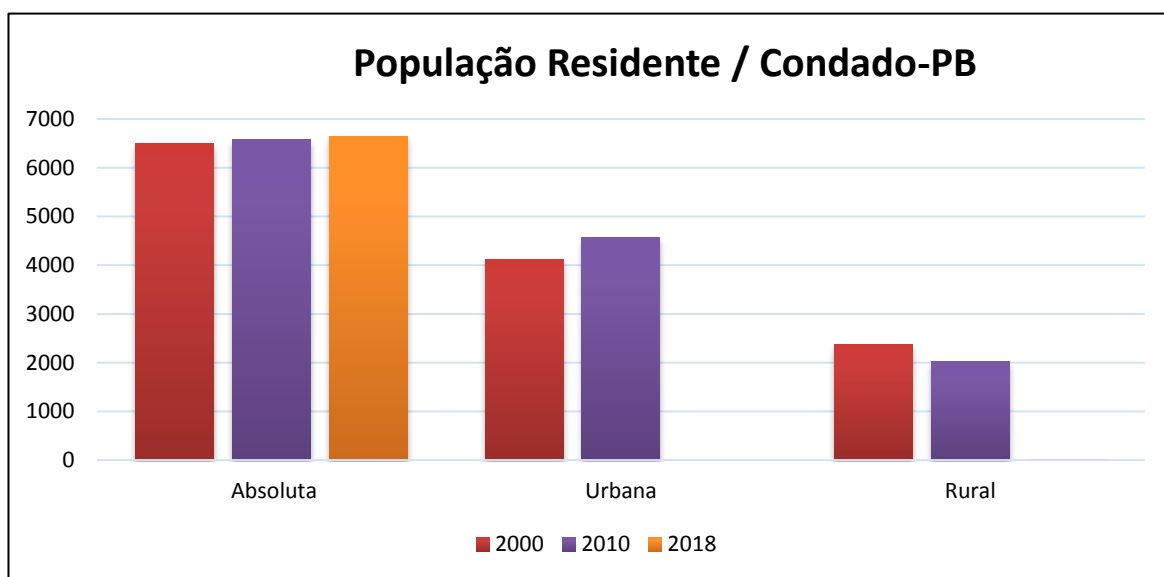
Fonte: Google Earth (2018)

O reservatório principal contava com apenas 1,21% (445.452,20 m³) da sua capacidade total no período analisado, no mesmo período do ano anterior esse valor era superior em 3,59%, sendo este o principal responsável pela reflectância hídrica da área, pode-se inferir que a interferências das nuvens foram responsáveis pela a alteração do resultado apresentado no SAVI.

A partir dessa constatação, dos números apresentados no gráfico 3 referente ao efetivo do rebanho bovino, apresentaram crescimento de 819 cabeças, é possível que a área de vegetação densa e arbustiva tenha maior cobertura, em virtude do cultivo de capim na área do leito do açude. Com base nas informações dos censos demográficos do IBGE de 2000, 2010 e as estimativas para 2018.

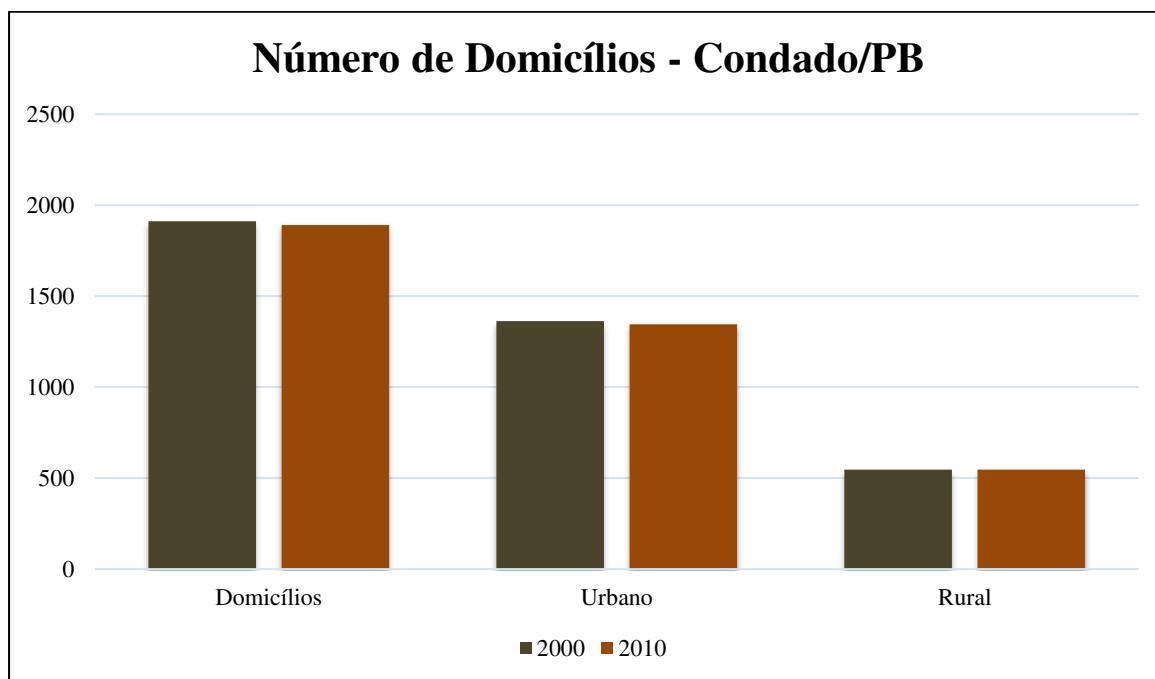
Compreende-se que a área urbana não representou aumentos significativos nos números da classe de solo exposto, pois o crescimento demográfico se manteve baixo, assim como o êxodo rural, não gerando expansão da sua área. Como mostra aos gráficos comparativos de população residente e número de domicílios.

Gráfico 5 – População Residente / Condado-PB



Autor: IBGE (2018)

Gráfico 6 – Número de Domicílios - Condado/PB



Autor: IBGE (2018)

6.2.2 Análise do SAVI do ano de 2018

As classes vegetais correspondem a uma área de 53,87 km², o equivalente a 70,9% do percentual da área. A vegetação densa com maior representação, compreende a 27%, se estendendo por 20,52 km², em seguida a classe das arbustivas com 23,8% e área de 18,08 km² e com pouco menos de 3,7% a vegetação gramínea corresponde a uma área de 15,27 km². O solo exposto está disposto em um percentual de 16,4% (12,46 km²). O corpo d'água representa 9,67 km² e equivalente a 12,7%.

Tabela 7 – Classes de cobertura, SAVI 2018

| CLASSES | PERCENTUAL | ÁREA EM KM² |
|---------------------|-------------------|-------------------------------|
| Vegetação densa | 27 % | 20.52 |
| Vegetação arbustiva | 23.8 % | 18.08 |
| Vegetação gramínea | 20.1 % | 15.27 |
| Solo Exposto | 16.4 % | 12.46 |
| Corpos d'água | 12.7 % | 9.67 |
| Total | 100 % | 76 km ² |

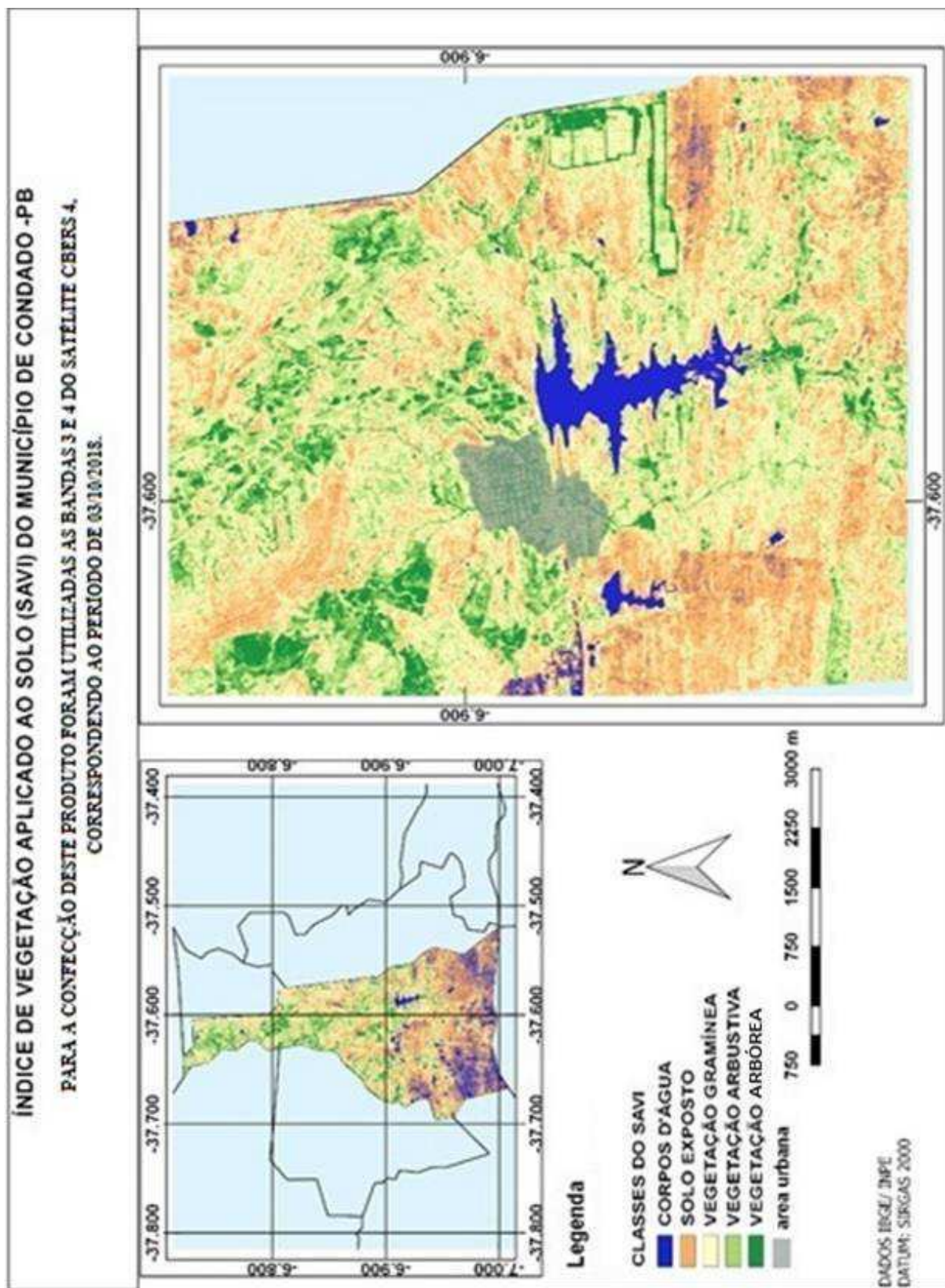
Fonte: Renato Rodrigues, 2018

As respostas visuais do colorido das classes do SAVI são mais intensas se comparadas com as demais imagens, os cálculos de vegetação apresentam semelhanças com o ano de 2016, com ressalvas para as áreas dos corpos hídricos, em virtude das precipitações do ano anterior, aumentaram significativamente os volumes dos reservatórios. Na região leste, é observado no mapa áreas verdes que corresponderiam a vegetação densa, no entanto fazem parte do campo de energia fotovoltaica instalado que se instalou na região.

A vegetação densa com maior percentual da área de 76 km² está localizada principalmente nas regiões dos principais afluentes do açude engenheiro Arcoverde, que são os riachos do alagamar e timbaúba, e ao norte do mesmo na região do perímetro irrigado. Essa vegetação aos mesmos moldes do ano de 2016 continua sendo formada pelas espécies forrageiras que alimentam o rebanho bovino.

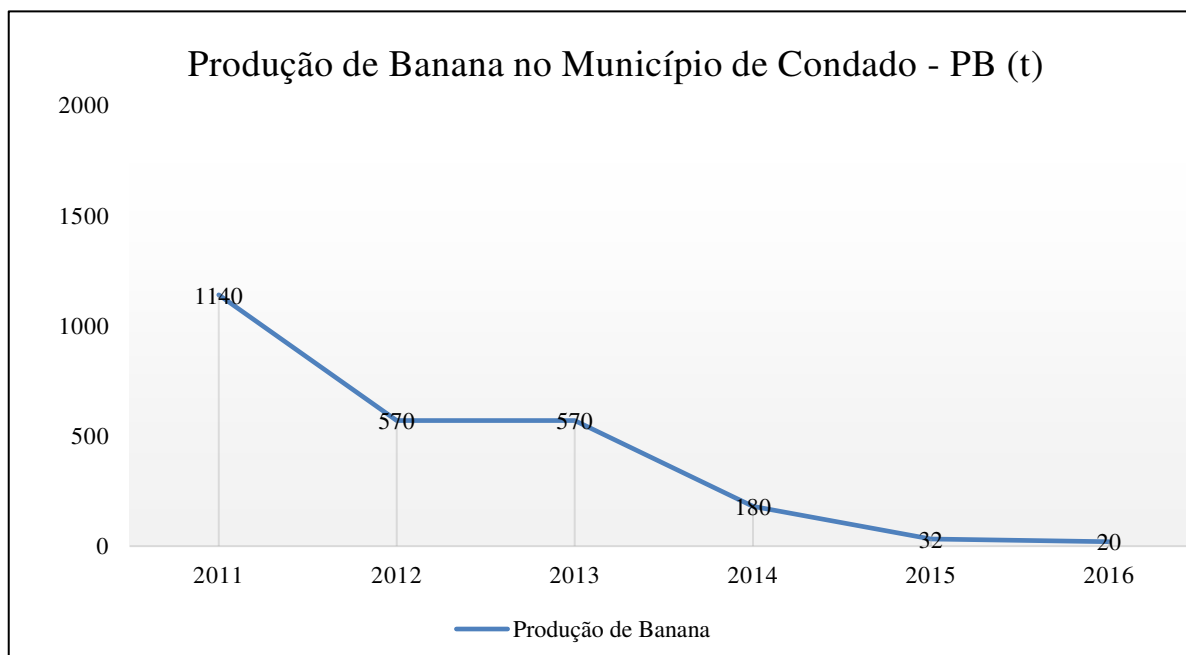
É comum em períodos com maior disponibilidade de recursos hídricos o aumento desse rebanho, conseqüentemente o avanço da produção para suprir as necessidades de alimentação. Embora a finalidade do perímetro irrigado seja a produção agrícola de culturas destinadas a nutrição humana, muitos produtores direcionam suas atividades para a pecuária, principalmente pela insegurança hídrica, por questões econômicas e culturais.

Figura 20: Mapa do índice SAVI do ano 2018



Fonte: Renato Rodrigues, 2018

Gráfico 7 – Produção de Banana no Município de Condado - PB (t)



Autor: IBGE (2018)

Como mostra o gráfico, a produção de banana, uma das principais culturas desenvolvidas no perímetro, sofreu uma queda acentuada na sua produção, são reflexos principalmente das condições de disponibilidade de água, que afetam diretamente a migração do modelo de produção agrícola para a pecuária, ressignificando as relações de uso e cobertura do solo.

O açude engenheiro Arcoverde encontrava-se no ano de 2016 com seu volume próximo a zero, com as substanciais chuvas nos meses de janeiro e fevereiro de 2017, esse volume passou para 17,59% da sua capacidade. Com os índices pluviométricos que se sucederam, foi mantido até 10/2018 o equivalente de 15,19, esses números refletem o aumento espectral da área dos corpos d'água no período analisado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do índice de vegetação SAVI realizada no município de Condado-PB e da área entorno do açude engenheiro Arcoverde, utilizando imagens fornecidas pelos satélites *Landsat 5*, *Landsat 8* e do satélite CBERS 4, mostrou-se satisfatória para a análise temporal de aproximadamente 30 anos. Ressalta-se que, em decorrência a resolução espacial dos satélites utilizados, se fez necessários o complemento de informações que pudessem representar com maior exatidão o uso e cobertura do solo na área de estudo.

A análise evidenciou constantes alterações ao longo do espaço de tempo delimitado, não existindo um fator preponderante responsável pelas formas de uso e cobertura do solo. As relações antrópicas e climáticas formam um conjunto de meios que dinamizam as alterações daquela paisagem. Fatores como as condições pluviométricas, o volume do reservatório principal, as atividades econômicas e o dinamismo demográfico, configuram-se como os principais condicionantes identificados.

Os fatores demográficos foram mais significativos nos anos de 1989 a 1999, pois apresentaram maiores transformações, em virtude da redução da população absoluta e do êxodo rural. As atividades agrícolas são significativas ao longo de todo o estudo, estando essas influenciando de formas distintas na região do perímetro irrigado e nas demais áreas, onde, em decorrência da oferta hídrica é comum a presença de culturas permanentes, e as culturas temporais de sequeiro são estendidas as demais áreas. Dentro dessa dinâmica, a pecuária é o elemento antrópico de maior impacto, pois sempre foi a base da economia local. Grande parte das formas de uso e cobertura do solo reconfiguram-se diante da pecuária, pois em períodos com maior ou menor oferta hídrica a atividade se mantém, adaptando suas necessidades de acordo com a realidade que se apresenta.

Por se tratar de uma região semiárida, as condições hídricas contribuem substancialmente no uso e cobertura do solo. Os regimes de chuva aliados ao volume do açude engenheiro Arco verde, possibilitam a variabilidade das características vegetais naturais e a sazonalidades das atividades econômicas, refletindo diretamente nas configurações da paisagem.

Diante dos dados apresentados e de todo o levantamento realizado, a área de estudo não apresentou gradativa reduções na vegetação, também não foram identificados grandes impactos ambientais. No entanto para que não ocorra a expansão do desmatamento e a degradação ambiental na região, a adoção de práticas agropecuárias ambientalmente adequadas capazes de melhorar a produtividade, a seleção de espécies com melhor adaptação ao clima semiárido,

assim como a aplicação de políticas públicas voltadas a convivência com o semiárido e a educação ambiental são indispensáveis.

REFERÊNCIAS

AB.SÁBER, A. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AESA. **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em: <http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas.html>

Acesso em 23/05/2018.

http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas-grafico/?id_municipio=60&date_chart=1999-12-31&period=year

Acesso em 23/12/2018.

ALBUQUERQUE, P. C.; ALBUQUERQUE, M. P. A Ocupação da Zona Rural com fins Urbanos, o Ordenamento Territorial pelo Município e a Cidade Sustentável. **Rev. de Direito Urbanístico, Cidade e Alteridade**. Brasília, v. 3, n. 1, p. 36 – 57. 2017.

ALCANTARA, Hugo Moraes de. **Estabelecimento De Metodologia Para A Conservação E Recuperação De Pequenas Bacias Hidrográficas Do Semiárido**. Tese apresentada ao Programa de PósGraduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande. 2013, 141p.

ALVARENGA, A. S; MORAES, M. F. Processamento digital de imagens LANDSAT – 8 para obtenção dos índices de vegetação NDVI e SAVI visando a caracterização da cobertura vegetal no município de Nova Lima – MG. In: **Revista MundoGeo**, 77, jul. /ago. 2014. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/>

Acesso em 20/04/2018.

ALVES, J. S. **Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Riacho Curimataú**. 65f. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

ANDREOLI, C. V. et al. **A crise da água e os mananciais de abastecimento**. Mananciais de abastecimento: planejamento e gestão – Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: Sanepar; Finep, 2003.

ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. **A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos**. Revista Científica da FASETE. n. 5, 2011.

BADOLATO, I. S. **Extração de Modelo Digital de Elevações Acelerada em GPU**. 2014. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação) -Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. R. **RA'EGA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/download/3389/2718>. Acesso em: 10/01/2019

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, 2001.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Ministério do Meio Ambiente**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria Interministerial nº 1. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil**. MMA, Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba; Marcos Oliveira Santana, (Org). Brasília. Ministério Meio Ambiente. 2007, 242p.

BRITO, C. D. S. B. **O processo de uso e ocupação do solo urbano previsto no plano diretor de São Luís - MA**. 104 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2009.

CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 5ª edição. 832 p., 2013.

CANDIDO, Humberto Goes. **Degradação ambiental da bacia hidrográfica do Rio Uberaba/ MG**. 2008. 96 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/d/2805.pdf>
Acesso em 20/04/2018.

CRISPIM, A. B., MELO, C. C. F.; ALMEIDA, I. C. S.; OLIVEIRA, L. S.; **Bases introdutórias sobre degradação ambiental no semiárido brasileiro**. In: 3º Seminário Regional Norte e Nordeste de Pós-Graduação em Geografia. 2013. João Pessoa/PB. Anais...João Pessoa/PB: UFPB, 2013. Disponível em: Acesso em 20/03/ 2018.

CHUVIECO, E. **Fundamentos de teledetección espacial**. Madrid: Ediciones Rialp, 1990. 453 p. CLIMA TEMPO. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/6045/condado-pb>. Acesso em 20/04/2018.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. 1986, resolução 001/86. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>
Acesso em 20/03/2018.

CORRÊA, R. L. **Sobre agentes sociais, escala e produção do espaço: um texto para discussão**. A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios. Contexto, São Paulo, 2014.

COUTINHO, Maria Janiele Ferreira; CARNEIRO, Maria Socorro de Souza; EDVAN, Ricardo Loiola; PINTO, Andrea Pereira. **Atividade pecuária como estabilizador do semiárido brasileiro.** São Paulo: *Veterinária e Zootecnia*. 20,3 (set. 2013): Direitos autorais: COPYRIGHT 2013. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Disponível em: <http://www.fmvz.unesp.br/>, acesso: 08/01/2019.

CPRM. **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.** Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16022/2/Rel_Condado.pdf
Acesso em 23/05/2018.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Degradação ambiental.** In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia de meio ambiente. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

DNOCS. **Departamento Nacional de Obras Contra a Seca.**
/Disponível em: http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/pb/eng_arcoverde.htm. Acesso em: 05/03/2018.

EMBRAPA. **A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Satélites de Monitoramento.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_landsat.html. Acesso em: 20/04/2018.

EPIPHANIO, José Carlos Neves. **Satélites de sensoriamento remoto.** São José dos Campos: DSR INPE, 2002. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/capitulo_2.pdf Acesso em 26/05/2018. Acesso em: 02/03/2018.

EASTMAN, J. R. Idrisi for Windows. **Manual do usuário.** Trad. HASENACK, H.; WEBER, E. Porto Alegre: UFRGS, Centro de Recursos Idrisi, Brasil, 1998.

FERREIRA, P. F. M. **Diagnóstico dos impactos socioambientais urbanos em Itacaré (BA).** 413f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas - SP, 2011.

FLORENZANO T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos; 2002. PMid:12421608

FRANCISCO, Carlos Roberto Megna. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização agrícola do estado da Paraíba utilizando sistema de informações geográficas.** Dissertação (Mestrado em Manejo de Solos e Água) - Centro de Ciências. Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010. 117p.

GOMES D.D.M, Mendes L.M.S, Medeiros CN, Verissimo CUV. Análise multitemporal do processo de degradação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Jaibas no Estado do Ceará. **Geografia Ensino & Pesquis**, 2011; 15(2): 41-62.

GROSTEIN, M. D. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. **São Paulo em Perspectiva**, v.15, n.1, p.13-19. 2001.

Huete, A.R. A **Soil-adjusted vegetation index (SAVI)**. *Remote Sensing of Environment*, v. 25, p. 295-309, 1988.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **MANUAL da base territorial 2014**. Rio de Janeiro, 2014.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/condado/pesquisa/15/11863>.

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/82/cd_1991_n13_caracteristicas_populacao_domicilios_pb.pdf

https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13_1.shtm&paginaatual=1&uf=25&letra=C

Acesso em: 15 de dezembro de 2018.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index>

INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Divisão de geração de imagens. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> Acesso em: 02/03/2018.

MALTCHIK, L. **Nossos rios temporários, desconhecidos, mas essenciais**. *Ciência Hoje*. 1996 a. v. 21; p.64-65.

MANFRÉ, L. A.; NÓBREGA, R. A. De A.; QUINTANILHA, J. A. **Regional and local topography subdivision and landform mapping using SRTM-derived data: a case study in southeastern Brazil**. *Environmental Earth Sciences*, v. 73, pp 6457–6475. 2010. DOI: 10.1007/s12665-014-3869-2.

MASCARENHAS, Luciane Martins de Araújo; FERREIRA, Manuel Eduardo; FERREIRA, Laerte Guimarães. **Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do Rio Araguaia**. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 5–18, abr. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n1/v21n1a01> Acesso em: 02/04/2018.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Orgs.). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: Universidade de Brasília / Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2012. 266p.

MORAES, A.C.R. 2007. **Geografia: pequena história crítica**. 21ª ed. São Paulo.

NAKANO, K. **O Plano Diretor e as zonas rurais. O município e as áreas rurais**. Instituto Pólis, São Paulo – SP, 2004.

NASA, **National Aeronautics and Space Administration**. Disponível em: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-5/> Acesso em: 24/04/2018.

NOVO, Evelyn Márcia L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. 387p

OLIVEIRA, M. G. S. **Meio Ambiente e Eco Desenvolvimento Rural: O impacto do desenvolvimento rural sobre o meio ambiente**. Programa de Pós-Graduação em Sociologia da UNESP-Campus de Araraquara, Araraquara-SP, 2013.

PELLIZZARO, P. C.; HARDT, L. P. A. **Efetividade do Planejamento Urbano e Regional: a Cidade Planejada e a Cidade Real**. III Encontro da ANPPAS. Brasília – DF, 2006.

PELLEGRIN, Luiz Alberto. **Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas ao mapeamento de uso do solo: a bacia do Rio Pará com um Exemplo**. 2001. 109 p. Dissertação (Mestrado em Tratamento da informação espacial) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/teses/online/DST07.pdf> Acesso em: 24/04/2018.

PEREIRA, G. **A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, Paraná, n.3, p.33-51, 2001.

PIRES, Erika Gonçalves; Ferreira Júnior, Laerte Guimarães. **Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8**. Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 17 - SBSR, João Pessoa, abril 2015. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1671.pdf> Acesso em: 26/04/2018.

Qi J. Chehbouni A., Huete A.R., Kerr Y.H., **Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI)**. 1994. Remote Sens Environment. 48:119-126.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. 3ªed. Editora do autor, Juiz de Fora, 2000.

RODRIGUES, R. B.; ARAUJO, S. M. S. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento no Contexto Brasileiro e Internacional: Ferramentas para a Análise da Vegetação. **Rev. Científica Semana Acadêmica**. v. 1, n. 154, p. 1-21, 2018.

SANTORO, P.; PINHEIRO, E. **O município e as áreas rurais**. Instituto Pólis, São Paulo - SP, 2004.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**. 6ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SAUER, O. **A morfologia da paisagem**. In: CORRÊA;ROZENDAHL (Orgs.). Paisagem tempo e cultura, Rio de Janeiro:EdUERJ, 1998

SILVA, A. A. **Uso de dados MODIS para o monitoramento ambiental nos cerrados: Um estudo a partir de dados MOD13Q1 realizados através de um modelo de mistura espectral.** Dissertação de Mestrado, Goiânia, 20017.

SILVA, C. V. F. **Planejamento do uso e ocupação do solo urbano integrado ao mapeamento de áreas com risco de inundação.** 164 f. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. São Paulo, 2015.

SILVA, J. G.; DEL GROSSI, M. E. **Ocupações Rurais Não-Agrícolas: o Novo Rural Brasileiro.** Oficina de Atualização Temática. Projeto Rurbano, FAPESP/ PRONEX/CNPq-FINEP. Campinas - SP, 2000.

SILVA, J. G. **A Nova Dinâmica da Agricultura Brasileira.** Instituto de Economia/ Unicamp, Campinas - SP, 1996.

SILVA, J. G. O Novo Rural Brasileiro. **Revista Nova economia**, Belo horizonte, v.7, n.1, p.43-81. 1997.

SOARES, B. F., CHACON, S. S., QUEIROZ, I. S., SOUZA, F. L. M. Território e Espaço Urbano: Uma Análise sobre o Processo de Formação/Expansão do Bairro Seminário em Crato – CE. **Revista de Geografia**. Recife, v. 34, n. 3, 2017.

SOUZA, R. B. **Sensoriamento Remoto: conceitos fundamentais e plataformas.** Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Santa Maria – RS, 2010.

SOBRINHO, J. R. **Tratamento de águas residuárias domésticas para irrigação usando plantas aquáticas.** Em, AGRA, J. T. N.; AGUIAR J. O. Água, solo e educação ambiental: História, planejamento e gestão. Campina Grande: EDUFCEG, 2008.

SOLBERG, S. et al. **Estimating spruce and pine biomass with interferometric X-band SAR.** Remote Sensing of Environment, v. 114, pp. 2353-2360. DOI: 10.1016/j.rse. 2010.

SOUZA, M. J. N. de. **Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará.** In: LIMA, L. C; MORAIS, J. O; SOUZA, M. J. N. de. Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Parte I. Fortaleza: FUNECE, 2010.

SIMONETT, D. S. **The development and principles of remote sensing.** In: Manual of remote sensing. Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry, 1983. v.1, p. 1-34.

SUDEMA. **Superintendência de Administração do Meio Ambiente.** Paraíba 92: Perfil Ambiental e Estratégia. João Pessoa: SUDEMA, 1992.

TAKEDA, T. O. **Breves considerações sobre as principais ferramentas que subsidiam o uso e ocupação do solo urbano.** PUC/GO - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia-GO, 2013.

TIMBÓ ELMIRO, M. A. **Correção de modelos digitais de elevação INSAR através de superfícies de ajustes geradas por métodos de interpolação espacial.** 2008. 206p. (INPE15382-TDI/1401). Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2008.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETO, O. M. C. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “visão mundial da água”. **BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador**, v. 13, n. ESPECIAL, p. 357-370. 2003.

USGS. **Science for a changing world. Landsat missions.** Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites> Acesso em: 24/04/2018.

VENTURIERI, A. **Introdução as Técnicas de Sensoriamento Remoto.** Apostila. Belém, 2007.

VILELA, M.A.M.A. **Metodologia para Monitoramento da Qualidade da Água de Reservatórios utilizando Sensoriamento Remoto.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, 2010.

ZAPAROLI, F. C. M.; GASPARETTO, N. V. L. **Distribuição de solos e sua relação com o relevo em uma vertente no município de Floraí-PR.** Boletim de Geografia, Maringá, v. 28, p. 49-63, 2010.

R696a

Rodrigues, Renato de Bozzano.

Análise espacial e temporal do uso e cobertura do solo no entorno do açude engenheiro Arcoverde, município de Condado-PB, no período de 1989 a 2018 / Renato de Bozzano Rodrigues. – Campina Grande, 2019.

85 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo".

Referências.

1. Geoprocessamento. 2. Degradação das Terras. 3. Semiárido Brasileiro. 4. Caatinga. I. Araújo, Sérgio Murilo Santos de. II. Título.

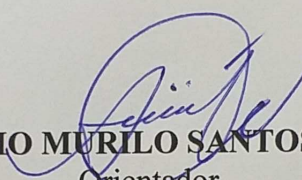
CDU 528.852(043)

RENATO DE BOZZANO RODRIGUES

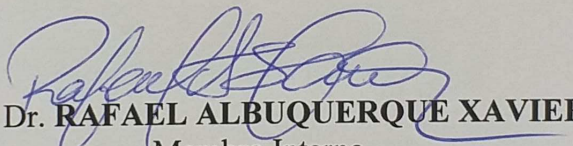
“ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NO ENTORNO
DO AÇUDE ENGENHEIRO ARCOVERDE, MUNICÍPIO DE CONDADO-PB, NO PERÍODO
DE 1989 A 2018.”

APROVADA EM: 15/02/2019

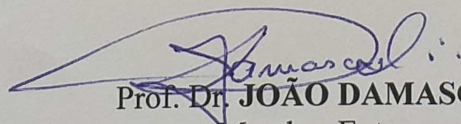
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. **SÉRGIO MURILO SANTOS DE ARAÚJO**
Orientador



Prof. Dr. **RAFAEL ALBUQUERQUE XAVIER**
Membro Interno



Prof. Dr. **JOÃO DAMASCENO**
Membro Externo