



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO

Campus Recife

Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental

JÉSSICA DE JESUS RAMOS

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL ÀS MUDANÇAS DO CLIMA NA ZONA DA
MATA SUL DE PERNAMBUCO UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE**

Recife

2019

Ficha elaborada pela bibliotecária Ana Lia Evangelista CRB4/974

R175v
2019

Ramos, Jéssica de Jesus.

Vulnerabilidade ambiental às mudanças do clima na Zona da Mata de Pernambuco utilizando imagens de satélite / Jéssica de Jesus Ramos. --- Recife : O autor, 2019.
42f. il. Color.

TCC (Tecnólogo em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Pernambuco, DASS
2019.

Inclui Referências.

Orientador: Profº Drº Hermade Pereira.

1. Clima. 2. Vulnerabilidade. 3. Satélite. I. Título.

CDD 363.7 (21ed.)

JÉSSICA DE JESUS RAMOS

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL ÀS MUDANÇAS DO CLIMA NA ZONA DA
MATA SUL DE PERNAMBUCO UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE**

Monografia apresentada ao Departamento do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Hernande Pereira

Recife

2019

JÉSSICA DE JESUS RAMOS

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL ÀS MUDANÇAS DO CLIMA NA ZONA DA
MATA SUL DE PERNAMBUCO UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE**

Monografia apresentada como requisito final do Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental ao término do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL ÀS MUDANÇAS DO CLIMA NA ZONA DA
MATA SUL DE PERNAMBUCO UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE**

Trabalho aprovado. Local, data.

Dr. Hernande Pereira da Silva
(Orientador)

MSc Rayanna Barroso de Oliveira Alves
(Examinador externo)

DSc. Ronaldo Faustino da Silva
(Examinador interno)

Recife

2019

*“Amanheci antes do dia
Da janela, um azul dourado
Espelhando as plantas molhadas
Ainda de ontem...a chuva
Que lava e também é lágrima
Bem-te-vi, só convida a viver
Ter mais tempo para degustar as cores
Ouço o mar...a música das conchas
Tudo é infinito, e canto, se agora estou triste
Vejo as palavras brincando com o vento
Na cadeira de balanço
E a alegria da criança das árvores
Toda vida é sim, sagrada
E toda a vitória é nada
Com o diz o poeta encantado em eco
Desejo que dia demore
E o céu me soe o caminho
Assim...meus queridos seguem viagem
Até a alma eterna luminosa
E meu coração de asa, volta pra casa
Acende uma vela...tudo é silêncio
E rezo pro novo dia que vem...”*

Saulo Fernandes

RESUMO

As mudanças climáticas globais pautam discussões de importantes nas esferas política, econômica e sociais, fazendo parte das estratégias de governo de diversos países. Essa preocupação está no índice de vulnerabilidade ambiental a que as populações e territórios estão expostos, sendo as mudanças climáticas um fator agravante. Em Pernambuco, as respostas dessa mudança são percebidas por análises nas alterações dos regimes hídricos nos últimos anos. Na Zona da Mata Sul, caracterizada pela presença da Floresta Atlântica, a tendência é a perda da mata úmida com o aumento da temperatura climática global, segundo dados estimados pelo IPCC. O trabalho demonstra as alterações no uso e ocupação do solo na região e a relação entre a situação atual da paisagem e a vulnerabilidade às mudanças do clima utilizando para isso mapas temáticos elaborados a partir de imagens de satélite Landsat com o uso de softwares QGIS e SPRING. Como resultado, foi observado a redução da cobertura vegetal, dando espaço para a expansão urbana, atividades de antrópicas rurais e principalmente aumento das áreas de solo exposto. As intensas transformações oriundas das ações humanas potencializam ainda mais as vulnerabilidades às mudanças do clima, sendo este o principal fato a se atentar perante a situação de mudanças tão drásticas na paisagem da área de estudo. Essa mudança na conjuntura no uso e ocupação do solo tornam o ambiente mais exposto às mudanças do clima por tanto por agravar a readaptação dos organismos que carecem de um período maior de tempo para se ajustarem às novas condições ambientais.

Palavras-chave: Clima.Vulnerabilidade.Satélite.

ABSTRACT

Global climate change leads to important discussions in the political, economic and social spheres, as part of the governance strategies of various countries. This concern is in the index of environmental vulnerability to which the populations and territories are exposed, being the climatic changes an aggravating factor. In Pernambuco, the answers of this change are perceived by analyzes in the alterations of the water regimes in the last years. In the Southern Forest Zone, characterized by the presence of the Atlantic Forest, the tendency is the loss of wet forest with the increase of the global climatic temperature, according to data estimated by the IPCC. The work shows the changes in land use and occupation in the region and the relationship between the current landscape situation and the vulnerability to climate change using thematic maps elaborated from Landsat satellite images using QGIS and SPRING software. As a result, it was observed the reduction of vegetation cover, giving space for urban expansion, rural anthropic activities and mainly increase of exposed soil areas. The intense changes brought about by human actions further enhance vulnerabilities to climate change, and this is the main fact to watch for the situation of such drastic changes in the landscape of the study area. This change in the conjuncture in the use and occupation of the soil makes the environment more exposed to the changes of the climate, therefore aggravating the readaptation of organisms that need a longer period of time to adjust to the new environmental conditions

Keywords: Climate.Vulnerability.Satellite.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Missões Satélite LANDSAT	21
Figura 2- Utilização do Landsat.....	22
Figuras 3 - Imagem Catálogo INPE LANDSAT, ano 1995	27
Figura 4- Recorte de imagem LANDSAT, Zona da Mata Sul de Pernambuco, ano 1995	28
Figura 5 - Classificação SPRING da Zona da Mata Sul de Pernambuco	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas de Classe Uso e Ocupação do Solo, valores em hectare	39
---	----

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização Zona da Mata Sul de Pernambuco	26
Mapa 2 - Classificação de uso e ocupação do solo no ano 1989	34
Mapa 3-Classificação de uso e ocupação do solo noano 1995	35
Mapa 4-Classificação de uso e ocupação do solo no ano 2000	36
Mapa 5-Classificação de uso e ocupação do solo noano 2007.....	37
Mapa 6-Classificação de uso e ocupação do solo noano 2017	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-Precipitação mensal janeiro de 2000 a janeiro de 2017.....	31
Gráfico 2-Oscilação Medidas de Classe Uso e Ocupação do Solo	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Mudanças Climáticas Globais	16
3.2 Vulnerabilidade Ambiental às Mudanças Climáticas	17
3.3 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento de Imagens de Satélite	20
3.3.1 <i>Satélite LANDSAT</i>	21
3.4 A Zona da Mata Sul de Pernambuco	23
3.4.1 Socioeconomia	23
3.4.2 Clima	24
3.4.3 Vegetação	24
3.4.4 Geomorfologia e solos	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 Caracterização da Área de Estudo	26
4.2 Levantamento e Geoprocessamento de Imagens	27
4.2.1 Imagens Trabalhadas	27
4.2.2 Software Qgis	28

..4.2.3 Software Spring	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6 CONCLUSÃO	41
7 REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

O conceito de estar vulnerável consiste na ideia de existência de perigo, condição de sensibilidade, situação prejudicial. A vulnerabilidade ambiental concerne na fragilidade a uma situação adversa, onde o indivíduo ou ecossistema está propenso a sofrer danos (IPCC, 2014). Essa vulnerabilidade pode decorrer por inúmeros fatores, como condições de insalubridade habitacional, ocupações urbanas desordenadas, desmatamento, entre tantas outras.

Correlacionando com as mudanças climáticas, a vulnerabilidade se dá pela potencialidade de situações em que alterações de regime de precipitação e temperatura causam efeitos sobre o meio ambiente, tanto de maneira direta (alagamentos, secas, derretimento de geleiras) como indiretos (aumento do nível do mar, mortes por elevadas temperaturas, crises hídricas).

Para a mitigação dos efeitos relacionados às mudanças do clima que mais assolam o Estado de Pernambuco, foram criadas políticas públicas de ação direta vulnerabilidades ambientais detectadas em estudos e pesquisas prévias.

Como objetivo de medida para ação direta, foi desenvolvida a Política Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de Pernambuco, criada em 2010. Observa-se, contudo, que em análises realizadas a partir de imagens de Satélite LANDSAT na Zona da Mata Sul do Estado, existe uma perda considerável da vegetação nativa, elucidando um cenário com propensão crescente para o aumento da vulnerabilidade ambiental potencial.

A área pernambucana de predomínio do Bioma da Mata Atlântica, caráter que deu origem ao nome da mesorregião, desde o período colonial sofre com demasiados processos de uso do solo e da vegetação. Seu histórico de exploração se deu graças à proximidade com os portos litorâneos, o que facilitou a logística de transporte da produção, além da disponibilidade hídrica pluviométrica consideravelmente elevada em comparação ao interior do Estado.

Na Zona da Mata Sul a produção da cana-de-açúcar ainda consiste no principal método produtivo. Porém, muitos desses monocultivos nos últimos

anos vêm sendo abandonados, tanto pelo esgotamento do solo como por enfraquecimento mercantil do valor da cana.

Essa atual condição de abandono de solos expostos, com baixo aporte nutricional e totalmente desnudos, reduzem drasticamente a absorção hídrica, impactando no volume dos reservatórios subterrâneos e mudando as características do microclima local pela perda da umidade.

Somadas às mudanças climáticas causadas pela emissão de gases do efeito estufa a perda da floresta atlântica e os intensos processos de impermeabilização do solo, a Zona da Mata Sul de Pernambuco agrega um conjunto de fatores favoráveis de indução para potenciais vulnerabilidades ambientais.

Com o presente trabalho, as afirmações quanto a ocorrência dessa vulnerabilidade será demonstrada pela modificação da paisagem da região e a correlação com as mudanças do clima.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O trabalho busca o potencial de vulnerabilidade às mudanças climáticas como resultado do uso e ocupação do solo, utilizando imagens de satélite como ferramenta de análise espaço temporal numa extensão regional.

2.2. Objetivos específicos

- Demonstrar a relação entre vulnerabilidade potencial e mudanças climáticas na região de estudo a partir das alterações no uso e ocupação do solo.
- Utilizar imagens de satélite para a criação de mapas temáticos que apresentam a evolução espaço-temporal da modificação da paisagem para a análise e escala regional.
- Estabelecer a vulnerabilidade potencial as mudanças do clima a partir das condições ambientais observadas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Mudanças Climáticas Globais

A Terra ao longo do seu período de formação teve sua atmosfera modificada de modo até chegar às condições atuais. Assim, devido a composição química, estrutura e relevo do planeta, atravessou diferentes períodos climáticos como glaciações. As mudanças climáticas naturais do clima estão associadas a processos que incluem a movimentação das placas tectônicas, vulcanismo, variações da órbita terrestre e movimentações oceânicas (ZOLHO, 2010).

Como não poderia ser diferente, o clima exerce influências sobre o homem, assim como o homem exerce influência sobre o clima através de suas atividades como urbanização, industrialização, desmatamento, agricultura e pecuária (AYOADE, 2007).

Mesmo estas sendo ações locais, percebeu-se que os impactos causados por estas atividades, com intensas emissões de carbono, provocam alterações climáticas em países distantes com menores índices de poluição, como também a noção de que prejudicial essa situação pode se tornar para as gerações futuras (IPCC, 2014).

Uma das consequências sobre o clima relacionada às atividades humanas é o chamado aquecimento global decorrente da emissão de gases do efeito estufa são apontados, por relatórios como o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

Contudo, para ser considerada uma mudança do clima são necessárias certas condicionantes. Uma mudança do clima pode ser definida como alterações no estado médio do clima, passível de identificação através da observação de mudanças na média e na variabilidade de suas características habituais, estendendo-se por um período de tempo considerável de décadas ou mais (IPCC, 2012 apud FONSECA, 2013, p. 6).

Ayoade (2007) observa ainda que devemos nos ater as escalas de variação do clima, sugerindo uma nomenclatura para essas variações:

- Flutuações do clima: período menor que 30-35 anos;
- Mudanças seculares ou instrumentais do clima: 100-105 anos;
- Variações durante um tempo histórico: milhares de anos;
- Variações nas escalas geológicas: milhões de anos.

Considerando que a emissão de gases do efeito estufa tiveram sua intensificação no século XVIII com a Revolução Industrial, e desde então a queima de combustíveis fósseis cresceu, é possível compreender o impacto das atividades humanas sobre a atmosfera.

Hansen et. Al. (2016), traz a percepção quanto ao efeito da emissão dos GEE e o equilíbrio da atmosfera terrestre. Com a elevada concentração de gases na atmosfera reagindo com a radiação solar, existe mais energia entrando do que saindo do planeta. Assim, as mudanças do clima ocorrem para que o equilíbrio se restabeleça, porém é necessário frear a emissão massiva desses gases para que os organismos tenham tempo de se readaptar ao novo clima.

3.2 Vulnerabilidade Ambiental as Mudanças Climáticas

Considerando que cada recorte do ecossistema atingido responde de maneira específica às mudanças em seu equilíbrio, devido à variabilidade em sua composição e formação, as paisagens têm comportamentos adversos quando forças naturais propulsoras respondem às alterações causadas por meio de processos acionados em seu sistema (SANTOS, 2007).

Graças a grande interdependência entre os elementos que formam as paisagens, pensar em meio ambiente envolve tanto os espaços naturais quanto antrópicos, sendo impossível realizar uma análise isolada.

Por causar efeitos de magnitude global atingindo todos os sistemas terrestres, as preocupações com as Mudanças Climáticas deixaram de ser um assunto pautado apenas pela pesquisa científica acadêmica, ganhando espaço nas discussões e planejamentos político, urbano e econômicos como uma temática central nos mais variados âmbitos.

Assim, mudança do clima passou a ser um tema de grande relevância a partir do momento em que se percebeu a sua potencialidade de exercer forças diretas sobre a vida humana em todo o planeta, com maior ênfase em aglomerados urbanos, já que neles estão concentrados a maior parte da população.

As áreas urbanas atualmente ocupam menos de 2% da superfície da Terra, porém servem de abrigo para 50% da população do mundial (GARCÍAS e SILVA, 2010). Considerando o número de vidas humanas aglomeradas num mesmo espaço, as cidades são os espaços sociais mais impactados pelas ameaças da mudança do clima (HALL et al, 2009), logo tornam-se ambientes de elevada vulnerabilidade aos impactos causados.

Entende-se que a vulnerabilidade às mudanças climáticas podem ser agravadas por fatores antrópicos e sociais que não estão diretamente relacionados ao clima, como crescimento populacional, urbanização desordenada, desmatamento, atividades em regiões de alto risco e exploração de recursos naturais (KRUG, 2008).

As mudanças em relação ao uso e ocupação do solo somada à crescente demanda por recursos naturais, trazem um quadro evolutivo para as vulnerabilidades em diversas regiões e países longo do tempo, carecendo de medidas para adaptação às mudanças, com o objetivo de controlar a situação atual evitando seu agravamento no futuro (FRANKE e HACKBART, 2008).

As alterações climáticas impulsionam variabilidades anormais ao ambiente gerando estímulos que desencadeiam respostas dos ecossistemas (KRUG, 2008) gerando as vulnerabilidades. Algumas características dão indícios à ocorrência das respostas dessas alterações como o aumento na temperatura média global (aquecimento global), alterações nos regimes médios hídricos e de precipitação, acidificação e elevação do nível da água dos oceanos devido ao seu aquecimento (UNFCCC, 2007).

A incidência crescente dos chamados eventos extremos (inundações, secas, tempestades) são considerados resposta do meio ambiente às essas

mudanças climáticas, funcionando como válvulas de escapes para os desequilíbrios causados aos ecossistemas naturais.

Ao longo do período terrestre, sempre ocorreram mudanças naturais no clima, porém nos últimos 150 anos as alterações vêm ocorrendo de maneira acelerada em relação aos períodos anteriores (NOBRE, 2012) impulsionando os eventos extremos que estão ocorrendo em maiores números de frequência e velocidade em relação as variedades ambientais naturais ocorridas ao longo do tempo terrestre, sem a influência antrópica.

Essa característica resulta da resposta diferenciada de cada sistema ambiental às mudanças climáticas, dependendo da magnitude do impacto, período de duração, limite de tolerância e capacidade adaptativa (KRUG, 2008).

O termo “vulnerabilidade” recebe diferentes definições como: características de pessoas ou grupos em termos de sua “capacidade de antecipar, resistir, manejar e recuperar-se dos impactos causados por desastres” (BLAIKIE *et al*, 1994) ou “a capacidade diferenciada de grupos ou indivíduos de manejar riscos, baseada em suas posições relativas nos mundos físico e social” (DOW, 1992).

A vulnerabilidade às mudanças climáticas pode ser definida como “a propensão de sofrer danos” (IPCC, 2014). Pode-se correlacionar a vulnerabilidade ambiental com a diferença entre impacto potencial e a autonomia quanto a capacidade adaptativa planejada (KRUG, 2008). Um ambiente vulnerável recebe impactos com maior intensidade e de maneira desastrosa na ocorrência de eventos extremos.

Relacionar vulnerabilidade ambiental e mudanças climáticas é a melhor maneira para entender as respostas do meio ao desequilíbrio da sua dinâmica natural, a reversibilidade, prevenção e a minimização dos impactos negativos.

3.3 Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento de Imagens de Satélite

O sensoriamento remoto é definido como a ciência pela qual são recebidas informações de objetos, áreas ou fenômenos sem que estabeleça o contato direto com o mesmo (LILLESAND & KIEFER, 1987).

No que diz respeito às imagens de satélite, a captura de informações é estabelecida pela energia eletromagnética que presente em qualquer corpo que possua temperatura acima de zero (0 Kelvin), sendo esse uma fonte de emissão de energia térmica (ENGENHARIA CARTOGRÁFICA, 2017).

O método de sensoriamento remoto é vital, principalmente no que concerne aos estudos de grandes extensões territoriais ou áreas de difícil acesso, entre outros, onde situações obstantes limitam a visita em loco pelo observador.

Por meio dos métodos, técnicas e ferramentas do sensoriamento remoto, é possível agregar informações que, posteriormente, são tratadas e analisadas através do geoprocessamento para a obtenção de dados.

O Geoprocessamento é uma ferramenta de suma importância para os estudos territoriais no Brasil em devido a sua extensão territorial, a dinâmica de transformação das suas paisagens e da constante necessidade de monitoramento dos recursos naturais e expansão urbana. Tal técnica é definida como a coleta e tratamento de dados obtidos por meio de diversas tecnologias, resultando em um banco de informações espaciais e de desenvolvimento (RODRIGUES, 1990).

As imagens de satélite são de uso recorrente na realização do geoprocessamento. De acordo com Florenzano (2002) essas imagens proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (da dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre.

Com a captura de imagens de satélite de sensoriamento remoto pode-se realizar o geoprocessamento da região da Zona da Mata Sul, gerando dados que dificilmente seriam obtidos de maneira ágil e eficiente sem a geração de custos.

3.3.1 Satélite LANDSAT

O Landsat (Land Remote Sensing Satellite) consiste num programa desenvolvido em cooperação entre o United States Geological Survey (USGS) e a NASA iniciado anos 70, compondo o sistema de Missões de Sensoriamento Remoto do Programa USGS Land Remote Sensing (LRS).

Em seu histórico de atividades, o ERTS-1 ou Landsat 1 foi o primeiro satélite do programa lançado em 1975, desenvolvido essencialmente para levantamento de dados de recursos naturais, levando a bordo câmeras RBV (Return Beam Vidicon) e MSS (Multispectral Scanner System). A figura abaixo traz a evolução dos satélites da série, bem como os sensores presentes.

Figura 1 - Missões Satélite LANDSAT

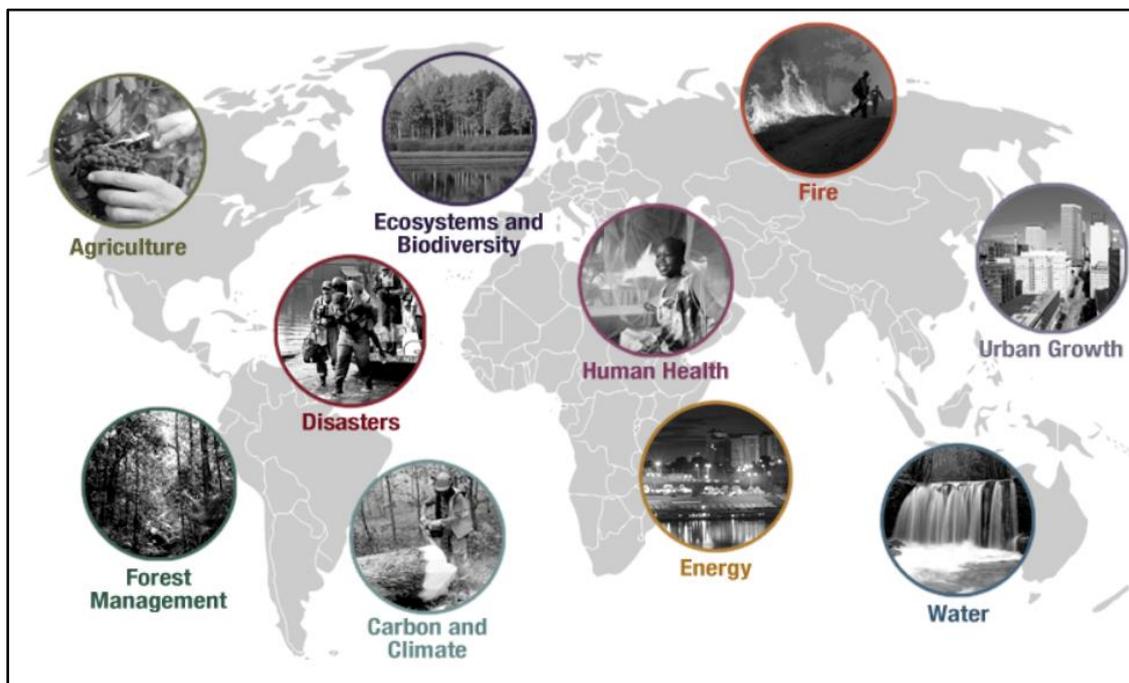
Missão Land Remote Sensing Satellite (Landsat)								
Instituições Responsáveis	NASA (National Aeronautics and Space Administration) e USGS (U.S. Geological Survey)							
Pais/Região	Estados Unidos							
Satélite	LANDSAT 1	LANDSAT 2	LANDSAT 3	LANDSAT 4	LANDSAT 5	LANDSAT 6	LANDSAT 7	LANDSAT 8
Lançamento	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 Passagem	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 projetado	1 ano	1 ano	1 ano	3 anos	3 anos	s.d.	5 anos	5 anos
Instrumentos Sensores	RBV e MSS	RBV e MSS	RBV e MSS	MSS e TM	MSS e TM	ETM	ETM+	OLI e TIRS

Fonte: Embrapa, 2017

Hoje, o sistema é considerado o maior banco de dados a partir de sensoriamento remoto com resolução moderada. O programa possui informações de fundamental importância para a elaboração de dados quanto a mudanças da paisagem, contribuindo para a realização de pesquisa, educação, planejamento regional, mapeamento e ações emergenciais em situações de desastre (USGS, 2017).

Por realizar observações repetitivas e sinópticas, ou seja, permitir a visualização simultânea de diversas partes de um mesmo sistema, o Landsat possui um conjunto de informações agrupadas conforme demonstrado abaixo:

Figura 2 - Utilização do Landsat



Fonte:Landsat, 2018

Os sensores Landsat funcionam por meio da captação e armazenamento das ondas de energia eletromagnética da Terra, incluindo espectro de energia irradiada desde pequeno comprimento como raios gama e raios-x, até ondas de rádio (Landsat Science), o que possibilita a obtenção de imagens de alta qualidade e com riqueza de detalhes.

No Brasil, os dados do Landsat são captados por aparelhagens do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), pelo departamento de Divisão de Geração de Imagens (DGI) que realiza a recepção, gravação, processamento, armazenamento e distribuição das informações tanto do Landsat como de outros sensores e satélites.

Desde 2004 passaram a ser disponibilizadas gratuitamente pela internet imagens do Landsat captadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais no seu Catálogo de Imagens (INPE, 2018).

3.4 A Zona da Mata Sul de Pernambuco

Ao longo do tempo, a região que corresponde a Zona da Mata sul de Pernambuco tem sido impactada negativamente em detrimento da supressão da cobertura vegetal nativa, processo iniciado desde o período colonial, a priori com a extração de Pau-Brasil e posteriormente com a floresta dando lugar ao monocultivo da produção de cana-de-açúcar.

3.4.1 *Socioeconomia*

Devido às suas condições de baixa fertilidade dos solos em função dos regimes pluviométricos, levando ao carreamento de nutrientes, e a elevada movimentação do relevo (declives >20%) limitam a mecanização agrícola (TORRES E PFALTZGRAFF, 2014).

O monocultivo da cana-de-açúcar ainda se faz predominante na Zona da Mata Sul, cultura que constituiu a base econômica da região considerada seu grande marco histórico, exercendo influências sobre as construções socioeconômicas da região (SCOTT, 2002).

A partir de levantamento de dados obtidos pelo último censo do IBGE (2010), a população total da Zona da Mata Sul está estimada em 774.870 mil habitantes, em sua maioria ocupando áreas urbanas.

Contudo, a dinâmica populacional apresentadas nos últimos censos, demonstra um elevado processo migratório de massa populacional das áreas

rurais para os centros urbanos, elevando a densidade demográfica desses espaços. Isso se deu principalmente pela expulsão do homem do campo para dar espaço ao monocultivo da cana ao longo do tempo, e não por condições de trabalho atrativas nas áreas urbanas (SCOTT, 2002).

Com seu elevado percentual de umidade associada às suas características mineralógicas constituintes, região possui forte potencial para a exploração de argila e caulim, rochas ornamentais e águas subterrânea (GOMES, 2001).

3.4.2 *Clima*

O clima segundo Köppen é classificado como Ams', caracterizado como tropical quente e úmido com chuvas de outono/inverno e verão seco, sendo os meses de junho e julho característicos com elevado volume de precipitação acumulada (RIBEIRO FILHO, et. al, 2005).

O período chuvoso se estende entre os meses de fevereiro a julho, enquanto o período seco vai de agosto a janeiro, com índices pluviométricos acima dos 1200 mm³/ano, com evapotranspiração elevada, mas graças ao grande volume de chuvas somada ao Planalto da Borborema, as precipitações orográficas mantêm a umidade da região. A Zona da Mata Sul possui percentual de chuvas maior em comparação com a área norte da região, por possuir faixa de precipitação mais larga.

A temperatura média da região varia entre 24°C e 25°C, com baixas oscilações durante o ano mesmo no período de inverno graças à proximidade equatorial, com ausência de características sazonais decorrentes da baixa latitude (RIBEIRO FILHO, et. al, 2005).

3.4.3 *Vegetação*

Composta por formações florais nativas e ecossistemas associados (como mangues, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves de florestas), no Estado de Pernambuco predominam as florestas do tipo Ombrófila e Semidecíduais.

De acordo com Lima (2007), na região da Zona da Mata Sul predominam dois tipos de vegetação: floresta tipo ombrófila densa e florestas estacionais

semidecíduais. A vegetação do tipo ombrófila densa, classificada anteriormente como subperenifólia, possuindo espécies altas (20 a 30 m). Já a vegetação do tipo estacionária semidecíduais, anteriormente classificadas como subcaducifólias, formam-se em ambientes com umidade mais baixa, na transição entre a zona costeira úmida e o semiárido. Possui espécies com até 20 m em seu estrato mais alto, e recebe o nome de estacionária semidecidual por perder parte de suas folhas na estação mais seca e aparentar aspecto ombrófilo denso nos períodos chuvosos.

3.4.4 Geomorfologia e solos

O domínio morfoclimático da região é denominado como Mares de Morros contínuos, caracterizado por colinas do tipo mamelonar, separando a região litoral do Agreste, recebendo influências diretas dos ventos alísios litorâneos que contribuem para os processos erosivos. Possui ainda algumas formações como tabuleiros costeiros e plataformas denominadas chãs, regiões de morros bastante dissecados, áreas originadas por erosão de superfícies antigas no período pré-cambriano e nas bacias sedimentares (Banco de Dados do Estado).

Devido às suas características climáticas e geomorfológicas, a região está suscetível a vulnerabilidades como processos erosivos, queda de blocos, deslizamentos e enchentes.

A região dispõe de mineralizações originadas em rochas sedimentares e de intrusões magmáticas, maior quantidade de água mineral ou potável de mesa em relação ao resto do Estado, metais ferrosos, além de outras rochas e minérios de interesse industrial (CPRM, 2010).

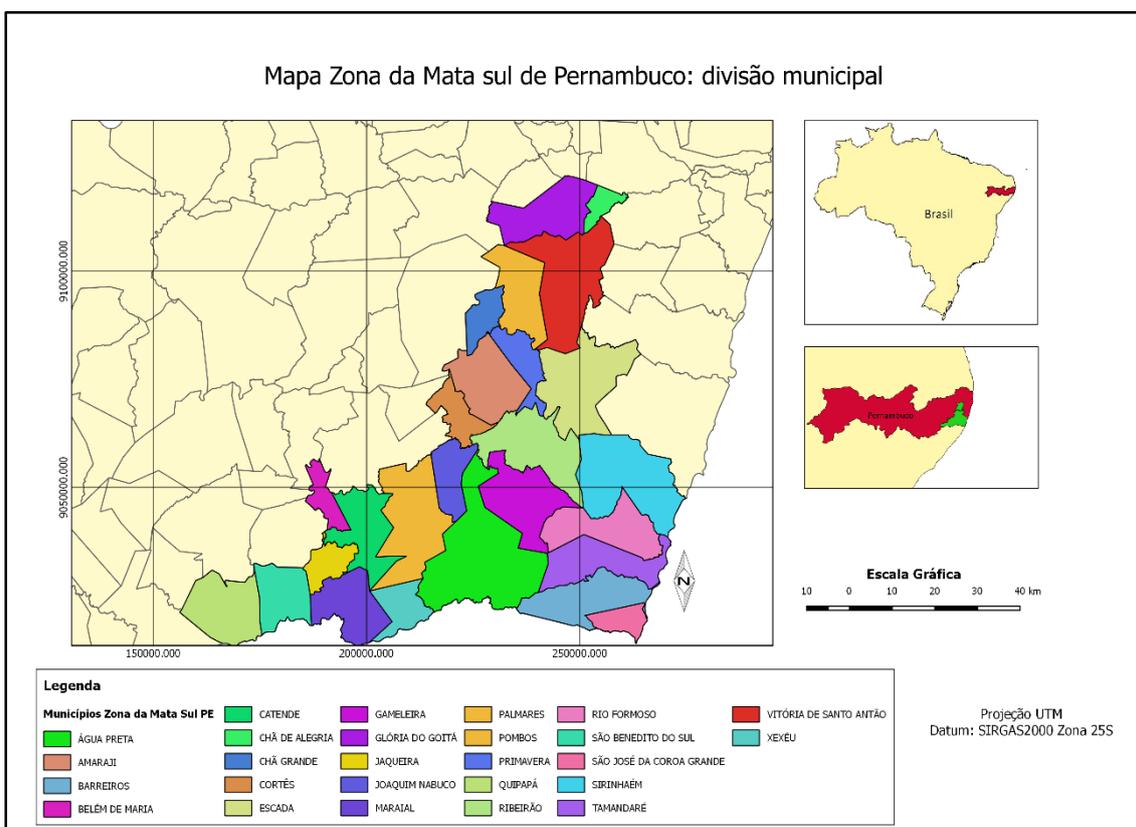
Com percentual de umidade maior em relação a região norte, a ZMS é composta por solos em sua predominância dos tipos GleissoloHáplico com característica hidromórfica composto por areia, OrganossoloHáplico pouco evoluído e elevada presença de matéria orgânica, Latossolo Amarelo com maior grau de intemperismo, e Argissolo Vermelho-Amarelado composto por argila (JACOMINE, 2009).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área de estudo

Região litorânea, localizada entre a mesorregião metropolitana do Recife e o Agreste pernambucano, a ZMS é composta por 26 municípios, ocupando uma área de 8.432,40 Km², o que corresponde a 8,6% do território do Estado de Pernambuco.

Mapa 1: Localização Zona da Mata Sul de Pernambuco



Fonte: Elaborado pelo autor

Por ser uma região com regime de precipitação e temperatura elevados, foram consideradas informações quanto às oscilações em média desse parâmetros na região com dados obtidos pelo Agritempo entre os anos de 2000 a 2006, quando foram iniciadas as medições. Os dados obtidos estão apresentados mais adiante dentro dos resultados.

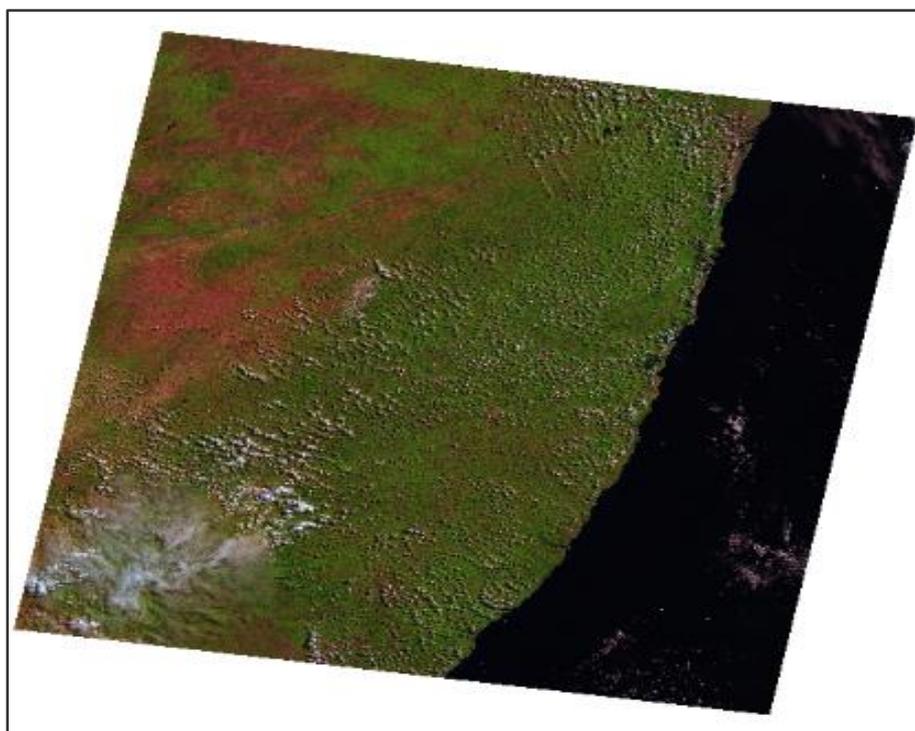
4.2 Levantamento e Geoprocessamento de Imagens

4.2.1 Imagens trabalhadas

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas imagens de satélite LANDSAT dos anos de 1989 até 2017 obtidas pelo Catálogo de Imagens o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). As imagens foram selecionadas por critérios com menor cobertura de nuvens e mesmo período de revisita considerando a estação mais seca, no caso entre os meses de setembro a março. Foram selecionadas as bandas correspondentes à cor natural, no caso RGB (Red, Green e Blue).

O quantitativo de cobertura de nuvens na região é elevado, o que dificulta muito a obtenção de imagens de boa qualidade disponibilizadas de maneira gratuita. Assim, a análise foi realizada em imagens com intervalos de tempo suficientes nos anos de 1989, 1995, 2000, 2007 e 2017 onde a visualização da região em uma mesma estação do ano, em que a cobertura de nuvens fosse reduzida, a exemplo a figura 3

Figuras 3: Imagem Catálogo INPE LANDSAT, ano 1995.



Fonte: Catálogo de Imagens INPE.

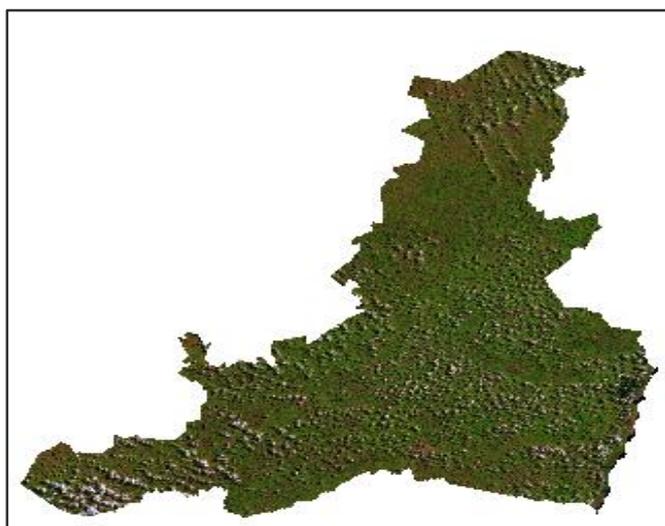
4.2.2 Software QGIS

O QGIS ou Quantum GIS é um software de geoprocessamento livre com múltiplas aplicações, que ganhando espaço entre os adeptos ao longo do tempo, tanto por ser um software gratuito como também a ampla possibilidade de usos e fácil compreensão por parte dos usuários. A capacidade em produzir bons resultados conectando banco de dados amplia as suas possibilidades como gerenciador, bem como produção de arquivos para sistemas corporativos. Outras vantagens do programa são o suporte para comportar arquivos grandes, mesmo sendo um programa leve para armazenamento.

O Software foi utilizado nas etapas de composição da imagens e elaboração dos mapas temáticos. Para a composição das imagens coloridas foram selecionadas as bandas que correspondiam a composição RGB para a realização do mosaico.

Com a sobreposição de uma imagem Vetorial que correspondia a área da Zona da Mata Sul, foi feito o recorte da imagem Raster. A figura >>> corresponde ao resultado obtido após a composição e o recorte.

Figura 4: Recorte de imagem LANDSAT, Zona da Mata Sul de Pernambuco, ano 1995



Fonte: Catálogo de Imagens INPE, composição e recorte realizados pelo autor

O Software também foi utilizado para a elaboração dos mapas temáticos que correspondem ao resultado do uso e ocupação do solo após a classificação realizada no SPRING.

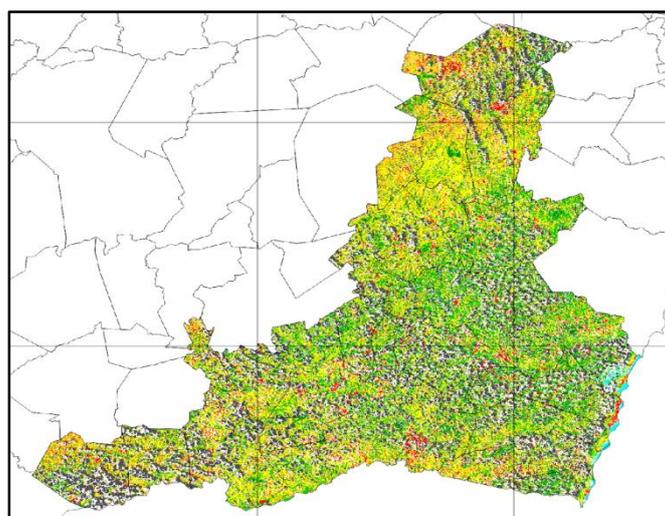
4.2.3 Software SPRING

O SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas), é um software de 2ª geração composto por um banco de dados desenvolvido pelo INPE para sistemas LINUX e Windows. O uso do software SPRING pode ser facilmente apreendido para o uso de finalidade tanto simples como complexas para a análise de imagens.

Para o trabalho desenvolvido, o SPRING foi utilizado para a Classificação Supervisionada do uso e ocupação do solo de imagens pela qual se deu o levantamento das principais vulnerabilidades presentes na Zona da Mata Sul de Pernambuco.

O critério utilizado para a diferenciação das áreas é realizado pelo próprio software por meio de leitura de pixels, onde foram escolhidas as cores que correspondesse a cada área de diferenciação: vermelho solo exposto e áreas urbanas, amarelo para atividades de agricultura e pastagem, verde para vegetação e azul para corpos d'água.

Figura 5: Classificação SPRING recorte Zona da Mata Sul de Pernambuco



Fonte: Catálogo de Imagens INPE, recorte e classificação realizados pelo autor

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As precauções e discussões quanto a necessidade de ações para mitigação dos efeitos do clima sobre o meio socioambiental ganhou maiores contribuições com a divulgação dos relatórios do IPCC, tratando de alertas para tomadores de decisões públicas.

O Estado de Pernambuco possui desde o ano de 2010 a Política estadual de Enfrentamento às Mudanças do Clima, tendo à partir dela elaborado o Plano Estadual, visando fortalecer as ações voltadas para esta temática.

De acordo com o Plano, as maiores vulnerabilidades ambientais do Estado em relação às mudanças do clima são o aumento do nível do mar e o processo de desertificação que na época já ameaçava 135 cidades do interior.

O que chama a atenção neste ponto é a ausência de informações no Plano quanto às vulnerabilidades existentes na região da Zona da Mata. Considerando o intenso processo de atividades antrópicas presentes na região, e o quanto a floresta atlântica foi reduzida a poucos fragmentos, não abordar as vulnerabilidades ambientais da região frente às mudanças do clima dentro do Plano estadual pode elevar o potencial de impactos que a região pode sofrer.

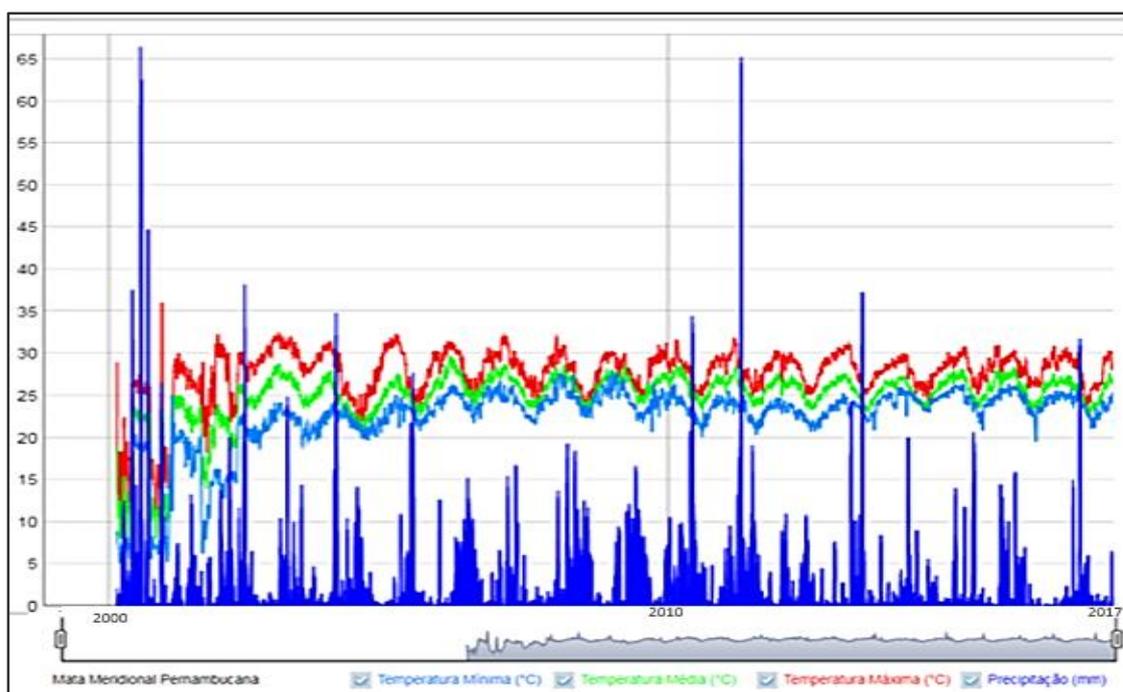
A Mata Atlântica compõe o grupo dos grandes blocos de florestas Sul Americanas, assim como a Floresta Amazônica e as Florestas Andinas, estando isolada desses grupos pelas formações abertas de Caatinga, Cerrado e Chaco (SILVA e CASTELI, 2003). Suas características de pluviosidade e temperatura específicas, propiciaram o desenvolvimento de ambientes ricos em variedade biológica, sendo seu isolamento um fator contribuinte para a riqueza e endemismo.

O conjunto de fatores que condicionam o desenvolvimento dos organismos da Mata Atlântica é o que torna o ambiente, assim como outras de florestas tropicais, vulnerável às mudanças do clima, pois sua biota é adaptada às condições de um ambiente úmido, fresco e com sazonalidades específicas (WILLIAMS, et. al. 2003).

De acordo com o relatório do IPCC (2014), com a elevação da temperatura e queda nos níveis de precipitação, as florestas como a Mata Atlântica tendem a perder sua característica úmida, desencadeando mudanças em toda a sua estrutura ecossistêmica e potencial perda de alguns organismos mais sensíveis a essas alterações.

A Zona da Mata Sul é historicamente uma região de índices consideráveis de precipitação. O gráfico abaixo apresenta a precipitação e temperatura na região entre os anos de 2000, ano de início da formação do banco de dados disponibilizados pela AGRITEMPO, e 2017. Com ele podemos constatar a variação nos seus períodos chuvosos habituais, e com o já existe uma baixa nos índices de precipitação nos últimos anos e elevação da temperatura média.

Gráfico 1: Precipitação mensal janeiro de 2000 a janeiro de 2017



Fonte: AGRITEMPO 2018

A partir dos dados podemos considerar que o maior volume de chuvas durante o recorte de tempo apresentado foi agosto de 2008 com precipitação média de 10,4 mm e o menos chuvoso foi novembro de 2015 com 0,0 mm. Os meses de maiores concentrações de chuvas durante a análise estão entre maio

e julho, períodos onde comumente são noticiados eventos extremos de inundações em decorrência da elevada concentração de precipitação em poucos dias.

Contudo, segundo boletins da APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima), de janeiro até agosto do ano de 2015 com um acumulado médio de precipitação ficou em torno de 921,4 mm, abaixo dos 1247 mm, que seria o valor estimado, tendo um desvio de 25% abaixo do esperado. Em 2016 o quadro se repetiu, o que levou a classificar os meses tipicamente chuvosos (junho, julho e agosto) como muito secos (Boletim do Clima APAC).

As alterações climáticas impulsionam variabilidades anormais ao ambiente gerando estímulos que desencadeiam respostas dos ecossistemas (KRUG 2008).

As condicionantes climáticas estão diretamente relacionadas a temperatura e precipitação, logo, variações contínuas nesse fatores desencadeiam em outras mudanças, impulsionando a geração de vulnerabilidades diversas.

Assim, podemos entender que as vulnerabilidades ambientais surgem como resultado de um ciclo de mudanças sendo as vulnerabilidades tanto respostas de desequilíbrios ambientais como também geradoras de novas mudanças.

De acordo com Franke e Hackbart (2008), às intensas alterações ambientais causadas pelo uso e ocupação do solo trazem um quadro evolutivo para as vulnerabilidades ecossistêmicas.

As florestas tropicais do mundo são responsáveis pela detenção de aproximadamente 25% do Carbono existente na biosfera, abarcam aproximadamente 90% da diversidade biológica do planeta, têm participação ativa na proteção de bacias hidrográficas, no fluxo hídrico, reciclagem de nutrientes e formação de chuvas (ZOLHO, 2010).

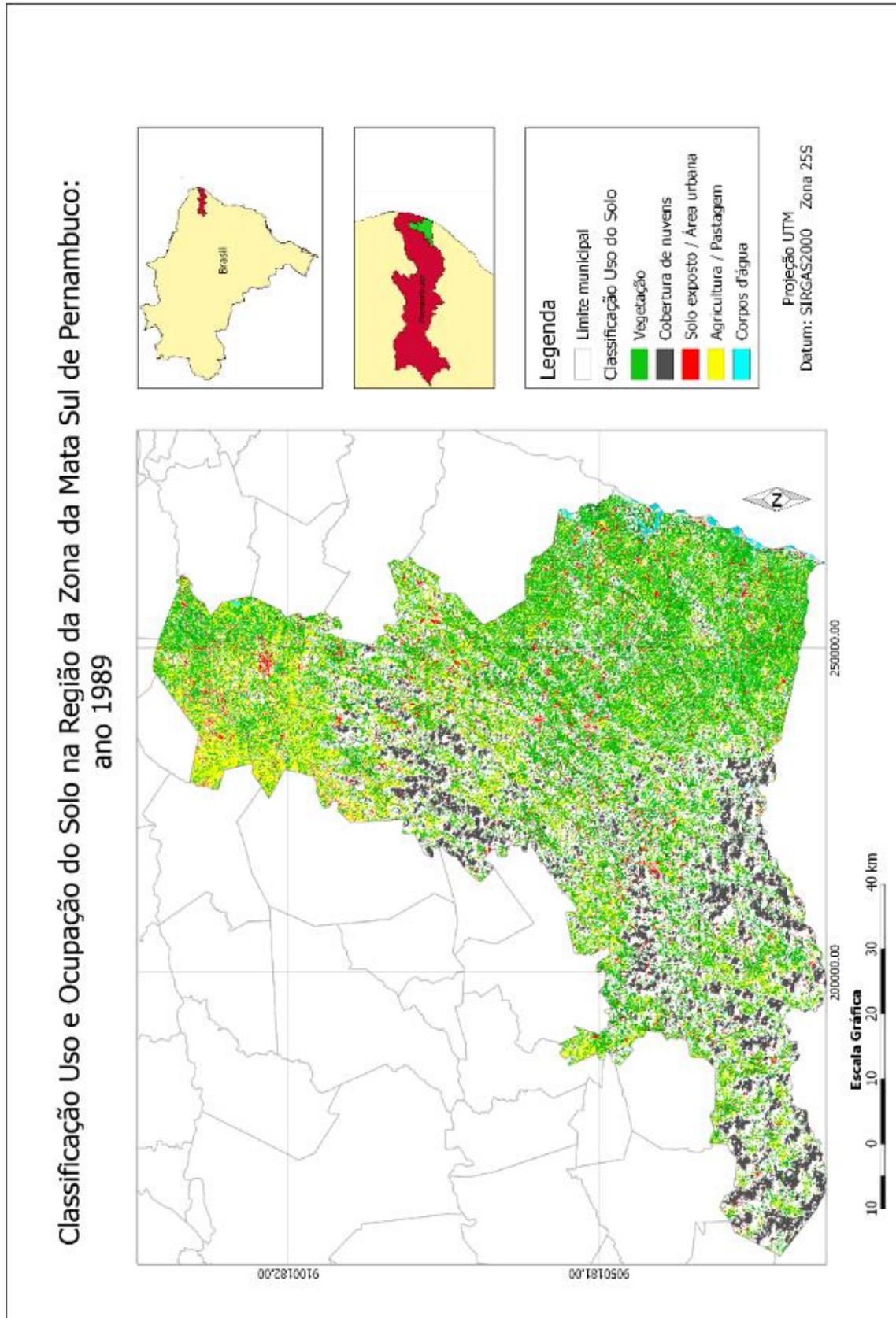
A perda de um fator tão ativo na dinâmica do planeta, como são as florestas, desencadeiam em efeitos sobre todos esses fatores, impactando negativamente os ecossistemas e a sociedade, crescendo as condições de

vulnerabilidade às mudanças do clima. A Floresta Atlântica Sul Americana de acordo com dados estatísticos ocupa o primeiro lugar em perda de habitat, com mais de 90% da sua floresta original devastada (SILVA e CASTELI, 2003).

A Mata Atlântica que antes cobria toda a região litorânea do Estado de Pernambuco e que deu o nome para a mesorregião, possui hoje apenas poucos fragmentos adentrando pela Zona da Mata Norte e Sul, e ainda em algumas áreas da Região Metropolitana do Recife (RAMALHO, 2014). O processo de perda de floresta nativa e mudanças no uso e ocupação do solo teve início desde o período colonial.

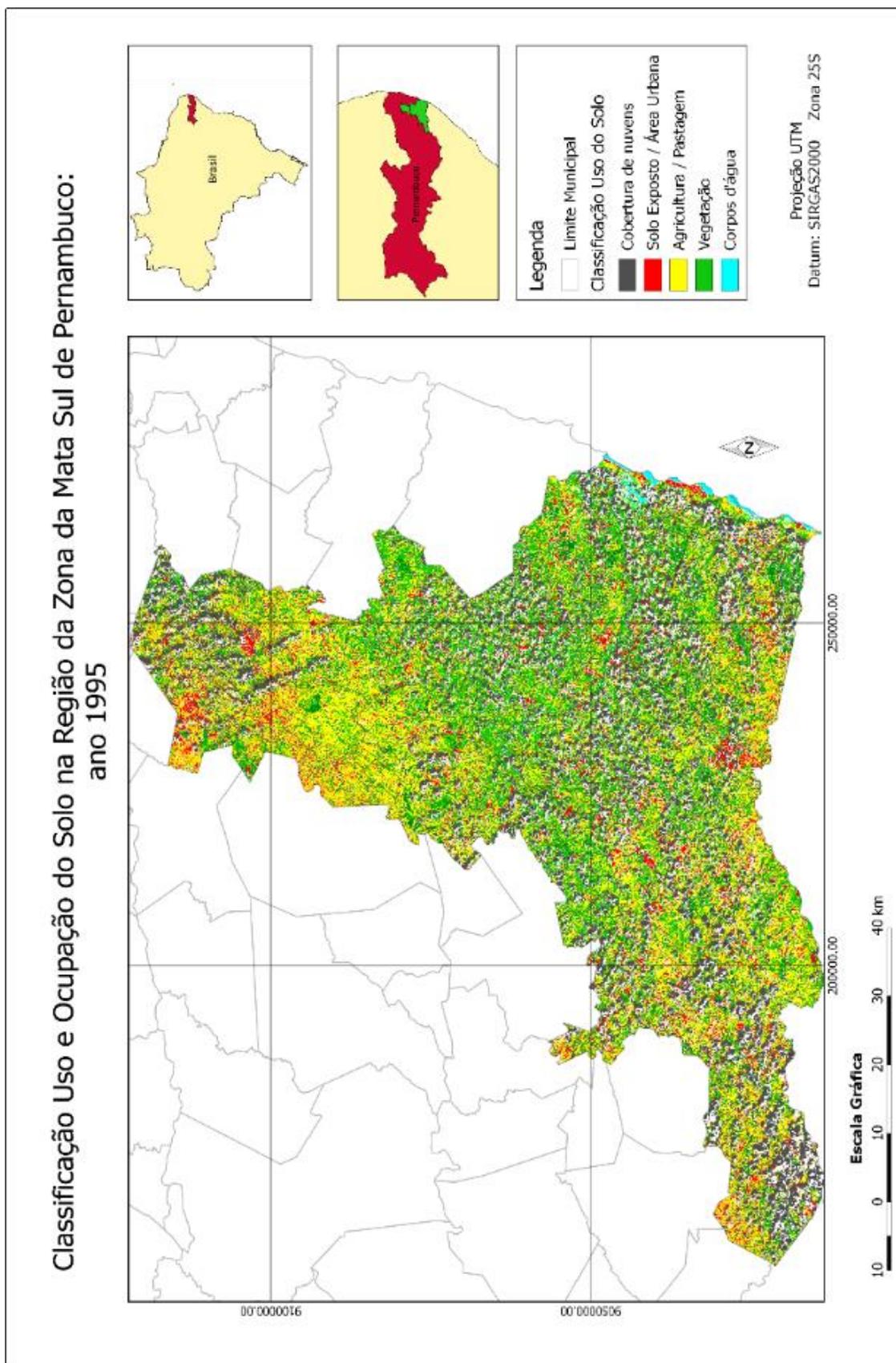
Mapas (2, 3, 4, 5 e 6) elaborados com imagens de satélite Landsat mostram o quadro evolutivo das alterações ocorridas na região entre os anos de 1989 até 2017.

Mapa 2 - Classificação de uso e ocupação do solo no ano 1989



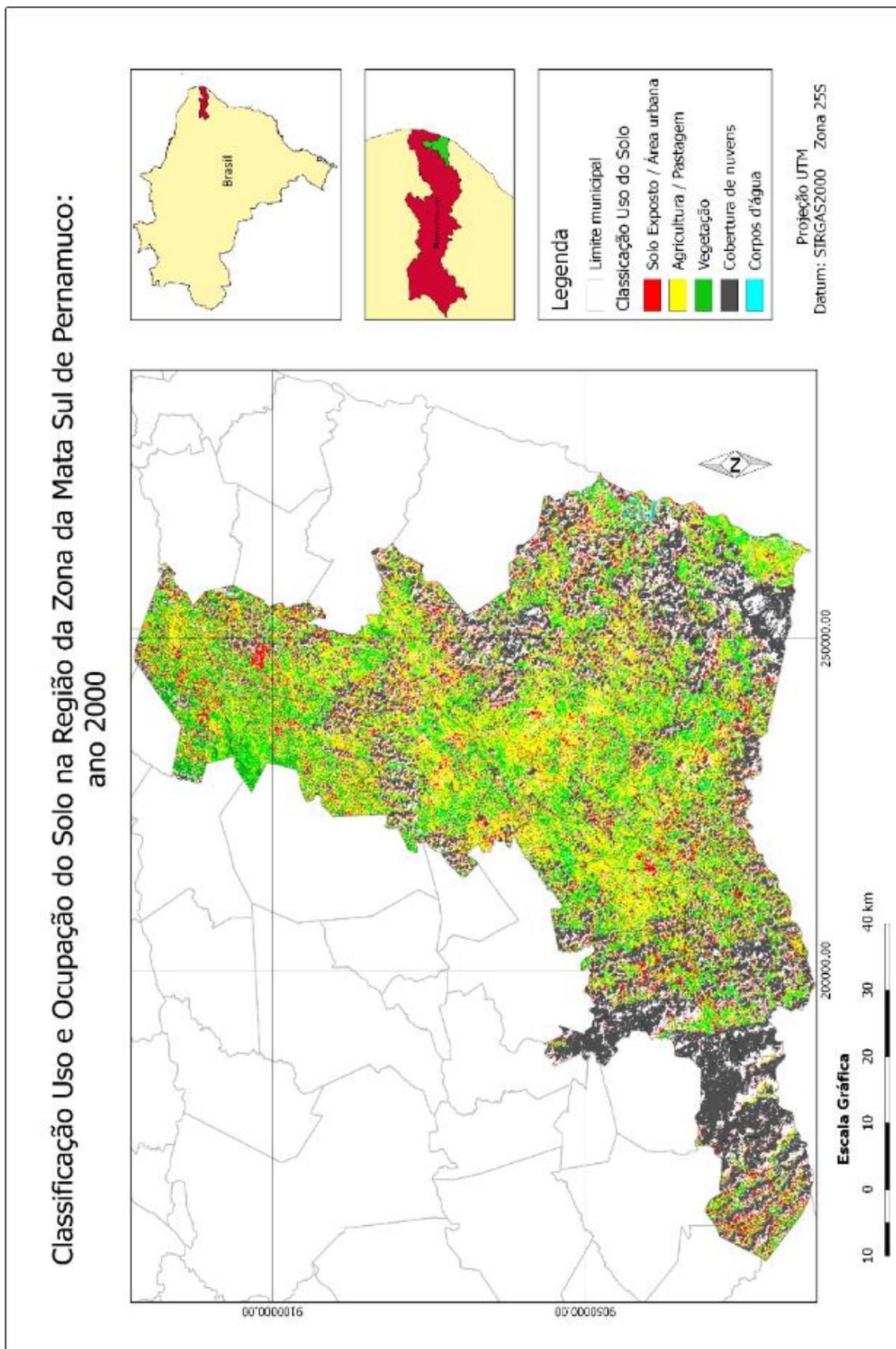
Fonte: elaborado pelo autor

Mapa 3 - Classificação de uso e ocupação do solo no ano 1995



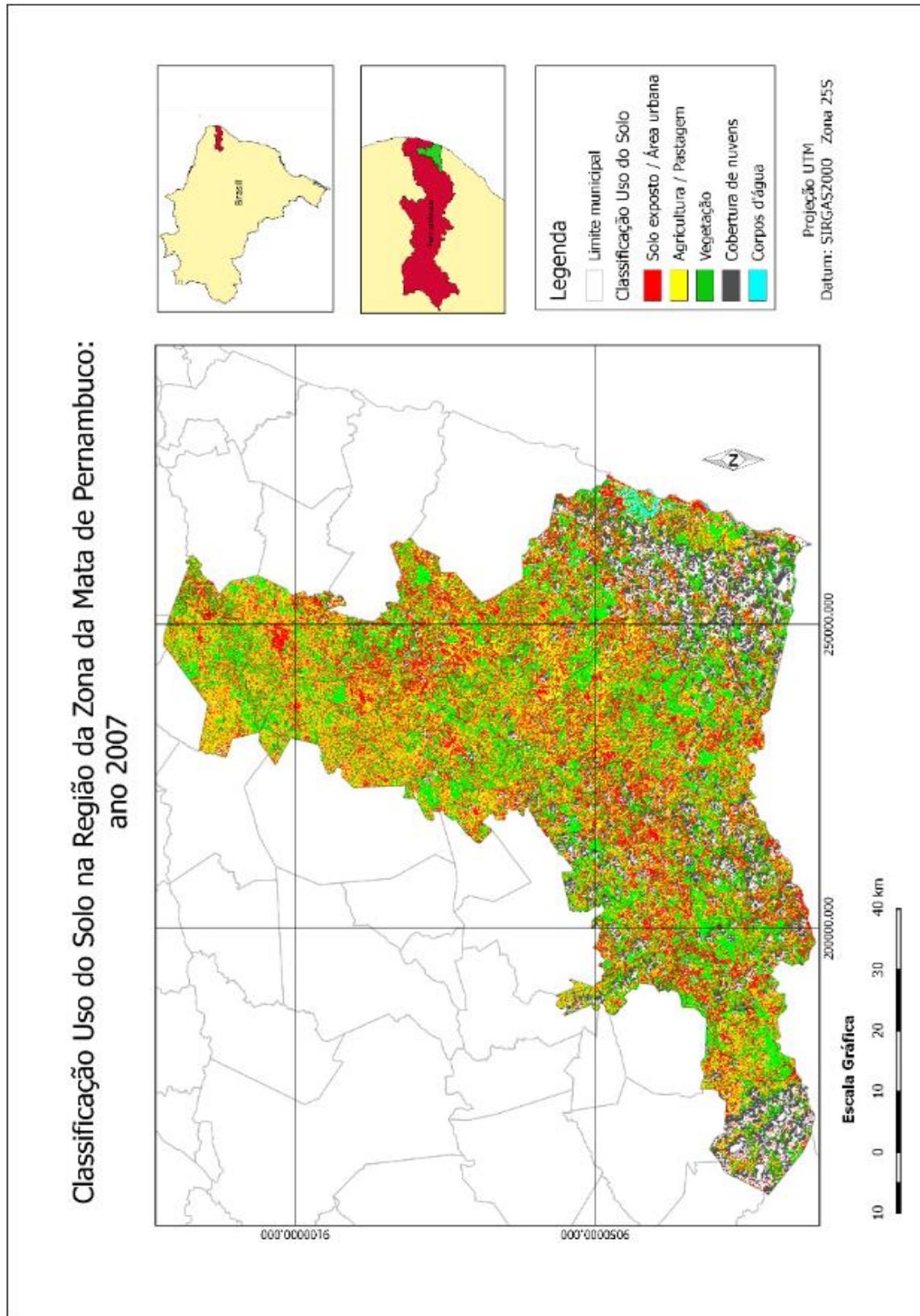
Fonte: elaborado pelo autor

Mapa 4 - Classificação de uso e ocupação do solo no ano 2000



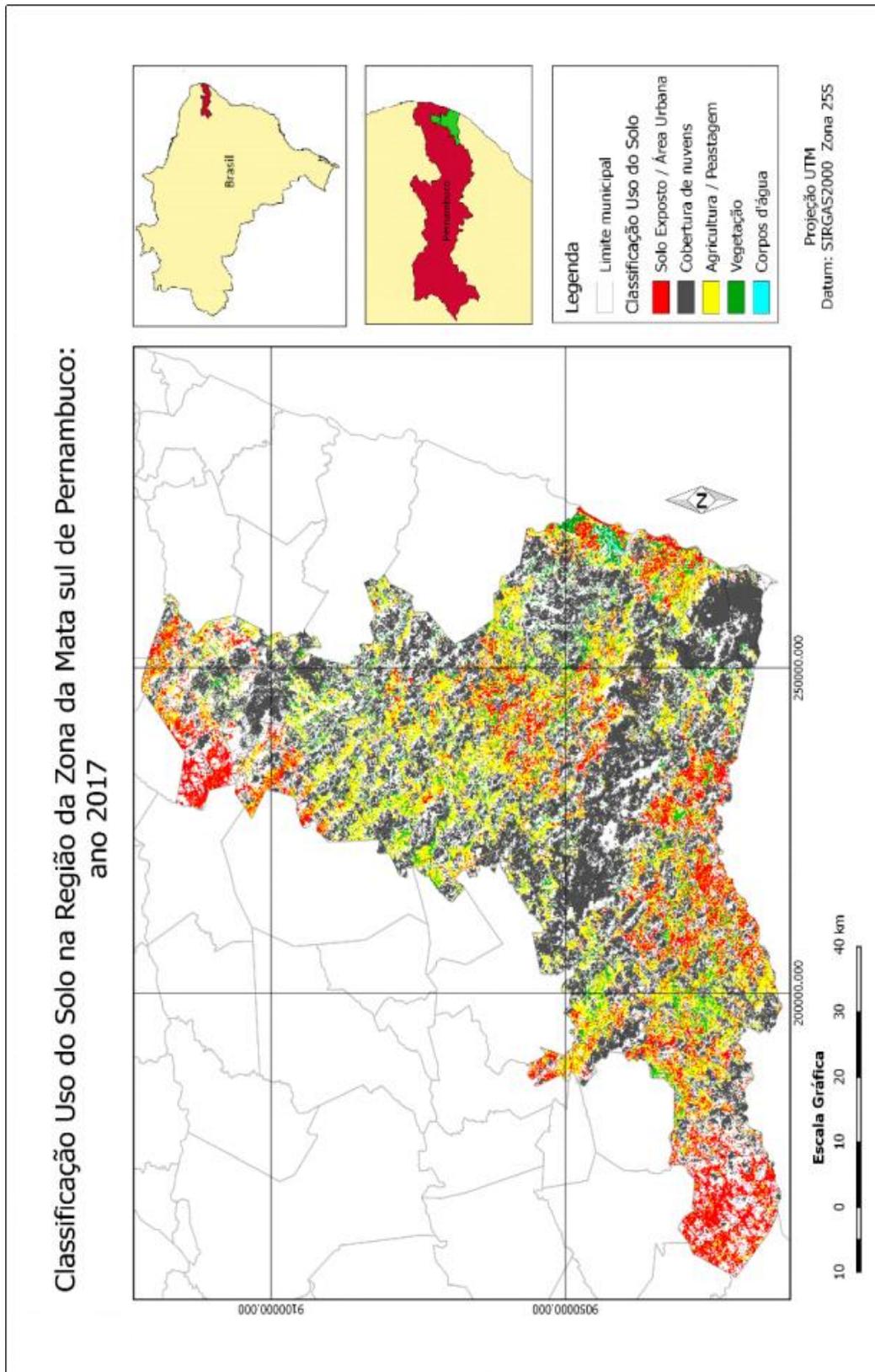
Fonte: elaborado pelo autor

Mapa 5 - Classificação de uso e ocupação do solo no ano 2007



Fonte: elaborado pelo autor

Mapa 6 - Classificação de uso e ocupação do solo no ano 2017



Fonte: elaborado pelo autor

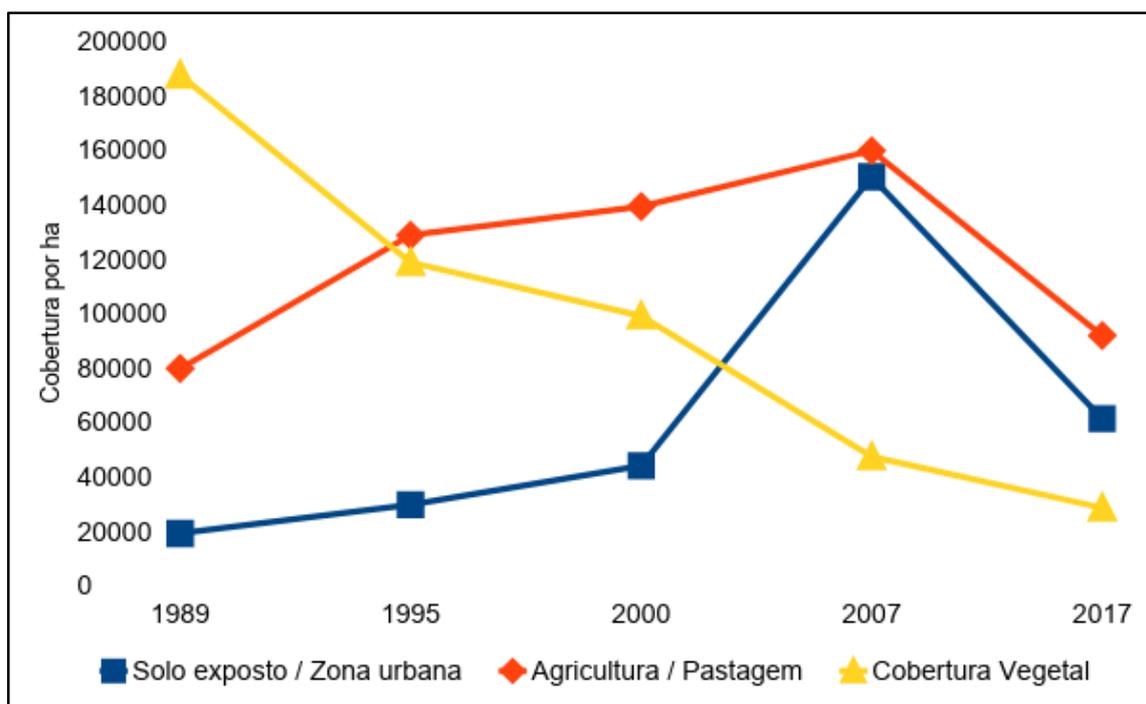
Com os cálculos a partir das medidas de classe é possível determinar os valores em área/hectare das mudanças do uso e ocupação do solo (tabela 2 e gráfico 2)

Tabela 1: Medidas de Classe Uso e Ocupação do Solo, valores em hectare

Classificação	1989	1995	2000	2007	2017
Solo Exposto/ Zonas Urbanas	18.971,46	29.527,74	43.812,99	149.989,6 8	61.176,4 2
Agricultura/ Pastagem	79.549	128.561,8 5	139.108,2 3	159.609,1 7	91.684,0 8
Cobertura vegetal	187.451,7 3	118.537,5 6	98.914,23	47.175,93	28.378,2 6

Fonte: elaborado pelo autor

Gráfico 2: Oscilação Medidas de Classe Uso e Ocupação do Solo



Fonte: elaborado pelo autor

Os valores de área total na Classificação podem variar de acordo com a cobertura de nuvens da área, como pode ser facilmente observada a queda

brusca nos valores apresentados no gráfico no ano de 2017. Contudo, o resultados apresentados deixam explícita que esse impasse não prejudica a percepção quanto a ocorrência na mudança de uso e ocupação do solo.

Foi constatado, após a análise dos dados, que na região ocorreu uma substituição gradativa das áreas de cobertura vegetal por áreas de solo exposto e atividades de agricultura e pastagem, sendo essas constatadas como condições predominantes na paisagem atualmente.

O que chama a atenção é a modificação da paisagem em 28 anos, considerado um período curto para a ocorrência de mudanças ambientais significativas por ação da própria natureza, dando indícios de possíveis impactos negativos bruscos impossibilitando a readaptação de ecossistemas nesse curto espaço de tempo.

A impermeabilização do solo pela urbanização e a remoção da cobertura vegetal causam efeitos diretos sobre o ciclo hidrológico do ecossistema. As mudanças climáticas causadas pelas emissões do GEE, como demonstrado em relatórios do IPCC (2014), já causam as alterações dos regimes de precipitação e aumento da temperatura. A remoção da cobertura vegetal são fatores que impulsionam esse impacto.

6 CONCLUSÃO

Ao longo do período estudado, a cobertura vegetal tomando como referência o ano de 1989 com valor inicial de 187.451,73h reduzindo para 28.378,26 ha. até o ano de 2017, observa-se a redução de mais de 80% da área total de cobertura vegetal inicial. Mesmo com a presença de nuvens na imagem utilizada para análise no ano final, em 2007 já se verifica apenas 25,16% do total de cobertura vegetal em relação ao início do período analisado. Enquanto solo exposto e áreas urbanas tiveram aumento de área em aproximadamente 68,98%, e agricultura e pastagem um acréscimo de 13,24% de ocupação entre os anos de 1989 e 2017.

O risco principal para a vulnerabilidade da região, perante essa nova situação ambiental, é a perda da característica de floresta úmida na região, como já foi apontado pelo IPCC em 2014, bem como a redução da sua capacidade de mitigação aos impactos decorrentes da influência do clima sobre a paisagem. O trabalho apresenta um cenário preocupante em que se percebe o impacto intenso sobre a floresta e o nível de solo exposto crescente em menos de 30 anos. Assim, é necessário repensar, tanto o plano quanto às políticas ambientais adotadas, para que se encontrem estratégias eficazes para a mudança desse quadro de degradação ambiental.

A Zona da Sul Mata pernambucana ainda carece de maiores estudos quanto a sua dinâmica espaço-temporal direcionada para a modificação da paisagem, principalmente em relação a fragilidade da região causada pelo seu histórico de exploração e esgotamento do solo. Em virtude da intensa cobertura de nuvens da região resultante da elevada umidade independente da época do ano, recomenda-se a continuidade de análises para o levantamento de dados mais precisos. Ainda assim, o uso de imagens de satélite para a realização do trabalho possibilitou o desenvolvimento da pesquisa e obtenção de resultados num espaço-temporal interessante para análises de modificação da paisagem.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Disponível em:
<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Grafico/graficoMicrorregiao.jsp?siglaUF=PE>. Acesso em: jul. de 2018.
- APAC. **Boletim do Clima: síntese climática**. v. 3, n. 3, ago. de 2015.
Disponível em:
http://www.apac.pe.gov.br/arquivos_portal/boletins/BOLETIM_CLIMATICO_Ago_sto_2015.pdf. Acesso em: jun. de 2018.
- APAC. **Boletim do Clima: síntese climática**. v. 4, n. 11, nov. de 2016.
Disponível em:
http://www.apac.pe.gov.br/arquivos_portal/boletins/Boletim%20climatico%20-%20Novembro_2016.pdf. Acesso em: jun. de 2018.
- ARAÚJO FILHO, J. C. **Árvore do Conhecimento: Território Mata Sul pernambucana**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2009.
Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore. Acesso em: 27 out. 2017.
- ASSAD, E. D. *et al.* Impactos e vulnerabilidades da agricultura brasileira às mudanças climáticas. In: TEIXEIRA, B. S.; ORSINI, J. A. M.; CRUZ, M. R. (Eds.). **Modelagem climática e vulnerabilidades setoriais à mudança do clima no Brasil**. Brasília: MCTIC, 2016.
- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para Trópicos**. 12 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- Banco de dados do Estado. **Caracterização Geomorfológica**. Disponível em:
http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?CodInformacao=308&Cod=1. Acesso em: out. 2017.
- BLAIKIE, P.M et al. **At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters**. London: Rutledge, 1994.
- CPRM. **Mapa de Geodiversidade do Estado de Pernambuco**. 2010.
Disponível em:
http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_pernambuco.pdf. Acesso em: 18 nov. 2017.
- DOW, K. Exploring differences in our common future (s):the meaning of vulnerability to global environmental change. **Geoforum**, v. 23, n. 3, p. 417-436, 1992.
- EMBRAPA. **LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite**. 2013. Disponível em
https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_landsat.html. Acesso em: out. 2017.

ENGENHARIA CARTOGRÁFICA (Rio Grande do Sul). Ufrgs. **Página Dinâmica para Aprendizado do Sensoriamento Remoto: Radiação Eletromagnética**. Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. Disponível em <http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/rem.html>. Acesso em: out. 2017.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 97, 2002.

FRANKE L.F; HACKART R. Mudanças Climáticas: Vulnerabilidades Socioeconômicas e Ambientais e Políticas Públicas para a Adaptação no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS. 4. 2008.. **Anais [...]** Brasília.

FONSECA, P. A. M. **Efeitos do aumento de gases do efeito estufa na frequência e intensidade dos eventos extremos de precipitação na região norte da América do Sul: análise de dados modelados**. Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente) INPA/UEA. Manaus, 2013.

GOMES, H. A. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Pernambuco**. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 127 p., 2001.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalurgia. **GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DE PERNAMBUCO**. Recife: Serviço Geológico do Brasil, 2001. 215 p.

HALL, P. **Cidades do Amanhã: uma história intelectual do planejamento e do projeto urbanos no século XX**. Tradução Pérola de Carvalho. São Paulo: Perspectiva. Harvey, D. (1994) *Condição pós-moderna*. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2009.

HANSEN, J. *et. al.* **Ice Melt, Sea Level Rise and Superstorms: Evidence from Paleoclimate Data, Climate Modeling, and Modern Observations that 2°C Global Warming Could Be Dangerous**. *Atmospheric Chemistry and Physics*, v. 16, p. 3761-3812, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/acp-16-3761-2016>, 2016. Acesso em: 20 de dez. 2018.

INMET. **Análise das Anomalias das Temperaturas no Ano de 2015: Nota Técnica**. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/2015/nota_tecnica_temperaturas_2015.pdf. Acesso em: 19 de mai de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=1&uf=26>. Acesso em: 01 de fev. 2019.

INPE, DGI. **Imagens de Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/portugues/index.php>. Acesso em: 25 out. 2017.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change 2014**. Tradução: Magno Castelo Branco, Karla Sessin-Dilascio. São Paulo: Iniciativa Verde, 2015. Tradução de: Iniciativa Verde

JACOMINE, P. K. T. A Nova Classificação Brasileira de Solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**. Recife, v. 5 e 6, p. 161-179, 2008-2009.

LIMA, D. A. Estudos Fitogeográficos de Pernambuco. **Anais da Academia de Ciência Agronômica**. v. 4, p. 243-274, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34635/1/AAPCA-V4-Artigo-01.pdf>. Acesso em: 14 de jan 2019.

KRUG, T. **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das florestas à mudança do clima**. Parcerias Estratégicas. Brasília – DF. n.27, 2008.

LILLESAND, T.M., KIEFER, R.W., 1987. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 2 ed. Toronto: John Wiley & Sons, Inc.

NASA. **Dados**: os números atrás do Landsat. Disponível em: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/data/>. Acesso em: 29 de set. 2017.

NOBRE, C. A.; REID, J.; VEIGA, A. P. S. **Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas**. São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE, 2012.

RAMALHO, P. A. A. M. **Desmatamento da mata atlântica em Pernambuco: uma análise sobre a aplicabilidade da legislação ambiental**. 2014. Disponível em: <http://www.openrit.grupotiradentes.com/xmlui/handle/set/69>. Acesso em: 18 de jan. de 2017.

RIBEIRO FILHO, M. R et al. Guia de Excursão Pedagógica do XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: solos da zona da mata de Pernambuco. **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005.

EMBRAPA SOLOS. Guia de Excursão Pedológica do 30 Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30., 2005, Rio de Janeiro. **Solos da zona da mata de Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 85 p.

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO. 1, 1990, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: USP, 1990, p. 1-26.

SCOTT, P. Família, Gênero e Saúde na Zona da Mata de Pernambuco. **11 Encontro Nacional de Estudos Populacionais da ABEP**, 2002. Disponível em: <http://www.abep.org.br/~abeporgb/publicacoes/index.php/anais/article/viewFile/879/845>. Acesso em: 15 de jan. 2019.

SILVA, C. M.; GARCIAS, C. M. . Contribuição do Meio Urbano nas Mudanças Climáticas - Estudo de Caso do Município de Castro - PR. In: V Encontro Nacional da ANPPAS, 2010, Florianópolis. **Anais da ANPPAS**, 2010.

ENCONTRO ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 5., 2010, Florianópolis. **Contribuição do Meio Urbano nas Mudanças Climáticas**: Estudo de Caso do Município de Castro Santa Catarina: Ufsc, 2010.

SANTOS F. R, (Org.); **Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007.192 p. : il. color. ; 29 cm.

SILVA, J. M. C.; CASTELI, C. H. M. **Mata Atlântica**: biodiversidade, ameaças e perspectivas/ editado por GALINDO-LEAL, Carlos. Câmara, Ibsen de Gusmão. Tradução de Edma Reis Lama. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2003.

TORRES, F. S. M.; PFALTZGRAFF, P. A. S. **Geodiversidade do Estado de Pernambuco**. CPRM, Recife 2014.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change**: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries, 2007.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Satélite Landsat. Disponível em: <https://www.usgs.gov/> . Acesso 10 setembro 2017.

WILLIAMS, S. E.; BOLITO, E. E.; FOX, S. Climate change in Australian tropical rainforests: an impending environmental catastrophe. **The Royal Society Publishing**. Maio 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2464> . Acesso em:16 de dez. 2018.

ZOLHO, R. **Mudanças Climáticas e as Florestas em Moçambique**, Edição: Amigos da Floresta - Centro de Integridade Pública (CIP), Maputo, 2010. Disponível em: http://cebem.org/cmsfiles/publicaciones/Mudancas_Climaticas_e_as_Florestas.pdf . Acesso em:16 dez. 2018.