



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO-UFRPE**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS-UAG**  
**CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA**



**Maria Luana Torres Pereira**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO NA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO-RECIFE**

**“Aplicação de Técnicas de Sensoriamento Remoto em Garanhuns”**

**Garanhuns-PE**

**2019**

**Maria Luana Torres Pereira**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO NA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO-RECIFE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharelado em  
Agronomia pela Universidade Federal Rural  
de Pernambuco – Unidade Acadêmica de  
Garanhuns.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Werônica Meira de  
Souza

**Garanhuns**

**2019**

**Maria Luana Torres Pereira**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO NA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO-RECIFE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito para a  
obtenção do título de Bacharelado em  
Agronomia pela Universidade Federal  
Rural de Pernambuco – Unidade  
Acadêmica de Garanhuns

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Werônica Meira de Souza - UAG/ UFRPE (orientadora)

---

Prof. Dr. Ricardo Brauer Vigoderis – UAG/UFRPE

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Horasa Maria Lima da Silva Andrade – UAG/UFRPE

*Aos meus queridos pais, Josefa Torres e Jonas Gois, exemplos de coragem e determinação em suas lutas diárias, pelo infinito amor a mim dedicado, aos amigos que me encorajaram e não me deixaram desistir em nenhum momento desses cinco anos de caminhada, todos foram peças fundamentais para essa conquista.*

## **AGRADECIMENTOS**

Esta caminhada não teria sido possível sem o incentivo e apoio de muitas pessoas, às quais serei eternamente grata, através destas poucas palavras quero expressar os mais sinceros e afetuosos agradecimentos.

A Deus, em primeiro lugar, pelo amor infinito e por me proporcionar discernimento nos momentos em que mais precisei.

Aos meus pais e irmãos, pelo amor incondicional, por tantas vezes dedicados.

Ao meu querido companheiro Wellington, pelo incentivo e infinito amor que tem me dedicado durante a graduação.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Werônica Meira, por ter aceitado me orientar, pelo profissionalismo, paciência, confiança, por acreditar em mim e me encorajar nos momentos que achei que não daria certo continuar, agradeço principalmente pela disponibilidade e forma amigável que me orientou.

A todos os professores e demais funcionários da Unidade Acadêmica de Garanhuns, pelos valiosos ensinamentos dados durante a graduação.

A instituição, em especial a prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josicleda e mestrando Carlos Eduardo que não se opuseram em nada para ajudar durante a realização desse estágio.

Aos colegas de sala, pelas discussões e muitos momentos que compartilhamos.

Aos meus queridos amigos e demais familiares que desde o início vêm torcendo para que esse sonho pudesse ser realizado.

*Quem quer colher rosas, deve suportar os espinhos.*

*(Provérbio chinês)*

## RESUMO

Com o passar dos anos, a cobertura vegetal do município de Garanhuns vem sofrendo alterações na sua qualidade e quantidade. Com a referida pesquisa foi possível identificar que a cobertura vegetal densa, mais conhecida como arbórea, vem sendo removida para a implantação de loteamentos, pastagens, pecuária e agricultura em níveis altamente prejudiciais. Dessa forma o presente trabalho teve como objetivo analisar e detectar mudanças na cobertura vegetal e mudanças na temperatura da superfície entre as datas de 1990 e 2006. Para isso utilizou-se dados do Sensor TM/LANDSAT 5 com auxílio dos softwares, ArcGis 10.6.1; ERDAS 2014. Através de mudanças espectrais, foram realizadas diversas imagens de NDVI – Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada, que proporcionaram uma classificação supervisionada, que resultou na divisão de quatro classes, são elas, vegetação densa; vegetação esparsa; vegetação rasteira e a ausência de vegetação. Ao término da classificação foi realizada uma análise comparativa, com o auxílio da sobreposição de mapas dos supracitados anos em análise e comparação dos resultados. Foi possível concluir que com uma análise de 16 anos constatamos que a classe de vegetação densa teve uma redução de  $0,71\text{km}^2$ , a vegetação esparsa teve um aumento de  $4,5\text{km}^2$ , a vegetação rasteira com um aumento de  $28,29\text{km}^2$  e a área com ausência de vegetação teve uma redução de  $31,64\text{km}^2$ . Em relação a temperatura analisamos a vegetação rasteira, a Área Urbana, o Solo Exposto e o corpos de água, dessa forma percebemos que houve elevação da temperatura em aproximadamente  $1^\circ\text{C}$  em quase todas as classes.

**Palavras-Chave:** Cobertura Vegetal, Geoprocessamento, NDVI, Temperatura da Superfície.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapas dos casos de morte por cólera e a localização das bombas de água, no bairro do Soho, Inglaterra, em 1854.....	12
Figura 2: Obtenção de imagens por sensoriamento remoto orbital.....	15
Figura 3: Localização da área de estudo de Pernambuco.....	18
Figura 4: Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos.....	19
Figura 5: Mapa da cobertura vegetal do município de Garanhuns- PE no ano de 1990.....	24
Figura 6: Representação da área mapeada da Cobertura Vegetal de 1990.....	25
Figura 7: Mapa da cobertura vegetal do município de Garanhuns- PE no ano de 2006.....	26
Figura 8: Representação da área mapeada da Cobertura Vegetal de 2006.....	27
Figura 9: Mapa da temperatura da superfície do município de Garanhuns – PE para o ano de 1990.....	28
Figura 10: Mapa da temperatura da superfície do município de Garanhuns – PE para o ano de 2006.....	29



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índices de vegetação, para o monitoramento da cobertura vegetal.. .....	16
Tabela 2: Dados quantitativos da classificação da cobertura vegetal no ano de 1990, dados representativos dos níveis de degradação no município de garanhuns.....	24
Tabela 3: Dados quantitativos da classificação da cobertura vegetal no ano de 2006, dados representativos dos níveis de degradação no município de garanhuns.....	27
Tabela 4: Temperatura de pontos específicos nos anos de 1990 e 2006 no município de garanhuns.....	30

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
1.1.1. Objetivo geral.....	13
1.1.2. Objetivo específico.....	13
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
1.1 Sensoriamento remoto.....	13
1.1.1. Monitoramento da cobertura vegetal.....	16
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
2.1. Caracterização do campo de estudo.....	17
2.2. Procedimentos Metodológicos.....	18
<b>3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....</b>	<b>23</b>
3.1. Mapeamento da cobertura vegetal e NDVI.....	23
3.2. Temperatura da superfície de Garanhuns.....	27
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>5. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Geoprocessamento é uma ferramenta técnica especializada em captar, manipular e transformar informações cartográficas digitais. O geoprocessamento hoje serve como apoio para as políticas ambientais, territoriais, urbanas e rurais, em outras palavras ele pode ser considerado um braço de suporte na tomada de decisão para o território.

Conforme afirma Silva e Zaidan (2011), “o geoprocessamento pode ser definido como uma tecnologia, isto é, um conjunto de conceitos, métodos e técnicas erigido em torno de um instrumento tornado disponível pela engenhosidade humana”. O autor coloca que essa engenhosidade é fundamental para que os engenheiros e demais especialistas possam se aprimorar e desenvolver suas tomadas de decisões.

Nessa mesma linha de raciocínio Lima (2015), discute que nos últimos anos, “o Geoprocessamento vem sendo utilizado e se popularizando no meio acadêmico, graças ao intenso avanço tecnológico, destacando aos avanços dos Hardwares e dos Softwares”, pois ao longo dos anos ficam cada vez mais sofisticado e de fácil manipulação. Hoje é possível captar e manusear dados com mais requinte, melhor qualidade e menos tempo de transformação e visualização.

O primeiro caso em que utilizou-se geoprocessamento ocorreu em 1854 em SOHO, Londres onde estava ocorrendo uma epidemia de cólera (doença causada por água contaminada), durante o período da contaminação o Doutor Jonh Snow estava tendo dificuldade em encontrar a fonte dessa epidemia, dessa forma realizou-se um mapeamento das mortes causadas pela doença e dos poços abastecimento de água. Em cima disso foi feita uma análise espacial, após a análise localizou-se o poço e em seguida o interditam.

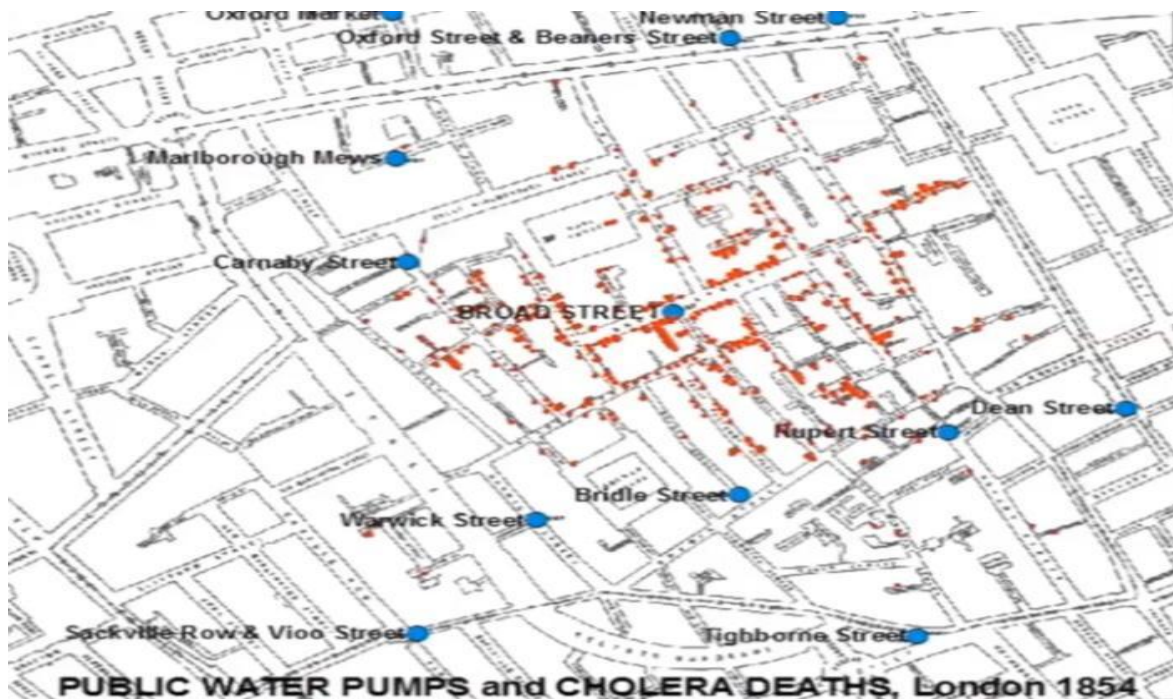
Esse processo acontece graças espacialização de dados, em outras palavras todos os dados envolvidos devem ser **georreferenciados**, ou seja, é de extrema importância que se tenha acesso à localização geográfica precisa como, por exemplo endereço, coordenadas (latitude, longitude e altitude), etc.

O geoprocessamento faz uso de geotecnologias para coleta, armazenamento, tratamento, análise, apresentação e consulta de informações espaciais. Contudo

para a coleta são utilizados GPS, Radar, Satélite, Fotogrametria, Cartografia, Topografia, Sensoriamento remoto e outras; para o armazenamento são necessários banco de dados geográficos; para o tratamento e análise se faz necessário a modelagem de dados, Geoestatística, Análise de redes, Análise topológica e Processamento de imagem;

Contudo um conjunto de informações geralmente não consegue ser analisado se não estiver diretamente relacionado a posição dos acontecimentos, porque há uma relação espacial entre as informações. Abaixo temos um mapa que mostra a situação do primeiro uso do geoprocessamento feito por John Snow na época da epidemia de Cólera que ocorreu em 1854 na cidade de Londres.

**Figura 1:** Mapas dos casos de morte por cólera e a localização das bombas de água, no bairro do Soho, Inglaterra, em 1854



Fonte: imagem disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RK8JCcGx1xA>

Para Lima (2015), o geoprocessamento é um sistema composto por base de dados, Softwares, Hardware e por organização. Pois ele é a tentativa de representar o mundo em sua forma real constituído por mapas temáticos que representa a imagem planetária em um plano. O geoprocessamento também pode ser uma ferramenta utilizada para análise, comparação e cruzamento de dados e para

obter informações georreferenciadas que é de grande importância permitindo assim uma visão completa dos 17 recursos contidos no ambiente geográfico.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo geral**

Avaliar as mudanças temporais e especiais da vegetação no município de Garanhuns-PE através de sensoriamento remoto para o período de 1990 e 2006.

### **1.1.2. Objetivo específico**

- Calcular a reflectância, NDVI e temperatura da superfície do município de Garanhuns nos meses de Dezembro dos anos de 1990 e 2006;
- Mapear a cobertura vegetal de Garanhuns;
- Estimar a temperatura da superfície, visando indentificar mudanças no uso e cobertura da terra.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. Sensoriamento remoto**

O sensoriamento remoto é a obtenção de dados através de um sensor remoto que serve para capturar as imagens sem o contato direto com o objeto de estudo, ou seja, é uma técnica de adquirir informações mesmo estando distante dos elementos em análise. Essa técnica surgiu no século XVIII, mas só ganhou força na época da Segunda Guerra Mundial com a confecção e disponibilização de sensores na órbita da Terra.

Segundo Moreira (2001), essa captura funciona devido a um aparelho instalado em um avião, em um drone ou em um satélite que identifica e mapeia áreas em estudo. Para que esse processo aconteça é preciso uma fonte de energia, no caso do planeta Terra usamos geralmente o sol, mas também podemos utilizar outras fontes para encontrar os objetos em análise.

Assim como afirma Lima (2015), o Sensoriamento Remoto funciona como uma das ferramentas mais completas, se levarmos em consideração a extração, compreensão e análise dos recursos da natureza. Esta ferramenta é robusta e poderosa, ela nos permite uma fácil visualização sintética do planeta Terra, desta

maneira alcançando locais inacessíveis para o homem, como matas fechadas, locais cujo terreno é predominantemente escarpado, e/ou locais como os manguezais, que possuem um difícil acesso para seu interior.

Conforme Meneses e Almeida (2012), sensoriamento remoto orbital é a captura de imagens da superfície terrestre que acontece por uma “detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestre”.

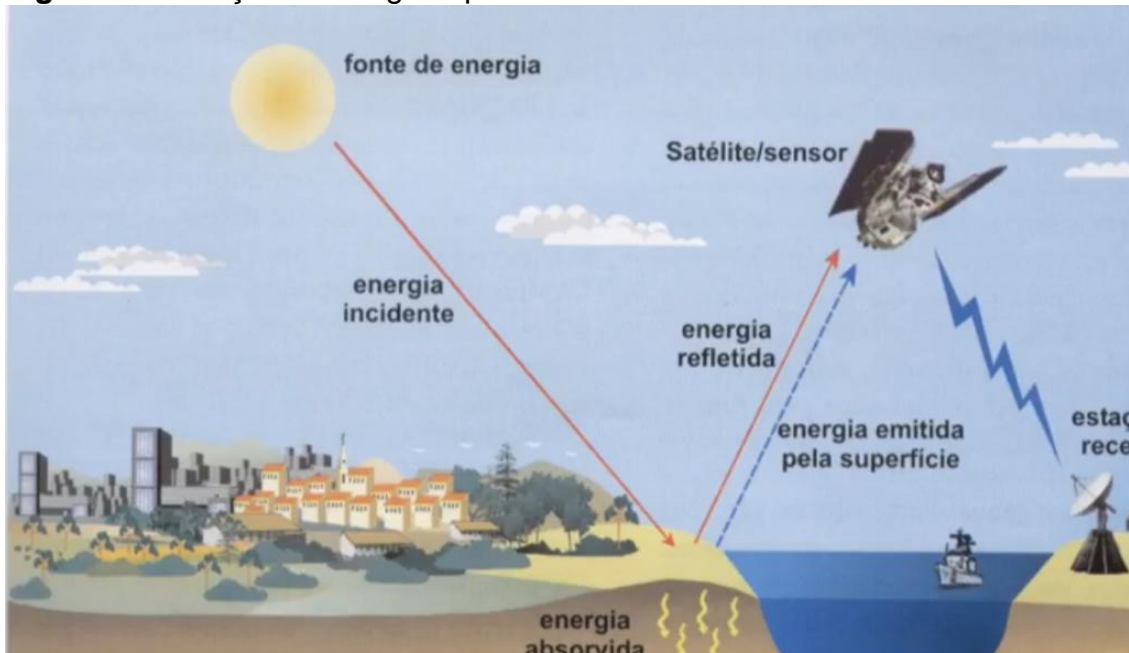
Para Jensen (2011), geoprocessamento é uma ciência que estuda e registra informações captadas através do espectro eletromagnético das regiões do visível, ultravioleta, infravermelho e as micro-ondas do espectro, através de instrumentos como, laser, escâneres, câmeras, dispositivos lineares e/ou matriciais localizados em plataformas, como os satélites e as aeroves.

Novo (2010), afirma que o sensoriamento remoto, é a utilização conjunta de dados através do manuseio de equipamentos que processam estes dados e equipamentos que transmitem os dados captados, tudo isso posto a bordo de aeronaves, espaçonaves, sistemas de sensores postos em órbita da Terra ou outros tipos de plataformas. Nessa captura de informações por sensoriamento remoto, é possível apenas por conta da radiação eletromagnética, e as substâncias contidas nos objetos tidos como alvos ou elemento em estudos.

Como já foi citado anteriormente temos dois tipos de fontes de radiação para capturar informações através dos sensores remotos, o passivo, este precisa da radiação eletromagnética do Sol, para que possa captar informações com a reflexão da (REM). E o ativo, este interage com a Terra, emitindo ondas eletromagnéticas, e capturando as ondas refletidas pelo objeto em observação, um exemplo, é o radar.

Na imagem abaixo (Figura 2) podemos identificar como funciona um desses processos de captura de imagem por geoprocessamento e sua fonte de energia:

**Figura 2:** obtenção de imagens por sensoriamento remoto orbital



**Fonte:** imagem disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=x1vXHmTr2CQ>

Na imagem acima temos um resumo de como ocorre o geoprocessamento que utiliza a luz do sol como fonte de energia que funciona da seguinte forma: o sol emite uma energia incidente para a Terra, enquanto a terra recebe e absorve parte dessa energia a outra parte é refletida de volta para o espaço. Essa energia que é refletida é captada pelos sensores acoplados no satélite, dessa forma são geradas as informações que podem ser por gráficos, tabelas ou por imagens. Essas informações são disponibilizadas ou armazenadas nas estações de recepção. Nessas recepções ocorre o tratamento e o processamento das informações para depois serem disponibilizadas para o público em geral.

Contudo, hoje em dia a grande maioria dos satélites usados na captação de informações não utiliza a energia solar, pois possuem sua própria fonte de energia. Esse processo acontece devido aos disparos realizados pelo próprio satélite que envia energia para a superfície, sendo esta, parte absorvida e parte refletida como acontece com a luz solar, um exemplo é o Landsat que não depende da energia solar.

## 2.2. Monitoramento da cobertura vegetal

A partir do monitoramento da cobertura vegetal vamos trabalhar os índices de vegetação que é a cobertura de uma área vegetal, através desse recurso podemos investigar os fatos, se são originados das ações naturais ou antrópicas. Rosendo (2005) enfatiza que os índices de vegetação possibilita-nos verificar mudanças na cobertura da vegetação, facilitando assim a realização do monitoramento dessa cobertura e dos demais recursos naturais.

Segundo Ponzoni e Shimabukuro (2009), existem vários tipos de índices de monitoramento da cobertura vegetal, tais índices proporcionam grandes vantagens ao serem utilizados, pois os mesmos apaziguam os efeitos topográficos, diversificando os sistemas de efeitos causados pela declividade e os possíveis erros existentes na geometria das imagens, facilitando assim a **resposta espectral**, ou seja, a intensidades relativa com a qual o alvo (uma folha por exemplo) reflete ou emite a radiação eletromagnética incidente sobre ela nos diferentes comprimentos de ondas do espectro eletromagnético que também é definida como reflectância que serve para potencializar os resultados.

Veja a seguir uma tabela de Ponzoni e Shimabukuro (2012), que mostra os principais tipos de índices de monitoramento da cobertura vegetal:

**Tabela 1:** Índices de vegetação, para o monitoramento da cobertura vegetal.

ÍNDICES	EQUAÇÃO	ONDE	AUTOR
Índice de Vegetação da diferença Normalizada (NDVI),	$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V}$	IVP = Representa o Infravermelho próximo; o V = Representa o Vermelho	Rouse et al (1973)
Índice de Vegetação da razão simples (Simple Ratio - SR)	$SR = P \text{ IVP} / P \text{ V}$	P <sub>IVP</sub> = Representa o Infravermelho próximo; P <sub>V</sub> = Representa o Vermelho	(Jordas, 1969)
o Índice de Vegetação Perpendicular (PVI)	$PVI = \alpha \text{ PIVP} - \beta \text{ PV}$	PIVP = Infravermelho próximo; PV = Vermelho; $\alpha$ e $\beta$ = Parâmetros da linha do solo.	Richard e Wiegand (1977)
Índice de Vegetação Ajustado	$SAVI = [(P_{nir} - P_r) / (P_{nir} + P_r + L)]$	L = Valor que varia de: 0,25 = (densidade alta)	Huete (1988)



para o solo (SAVI)	$*(1+L)$	<b>0,5</b> = (densidade média) e <b>1</b> = (baixa densidade de vegetação).	
<b>Índice de Vegetação Resistente a Atmosfera (ARVI)</b>	$ARVI = (P_{nir} - Prb) / (P_{nir} + Prb)$	$Prb = Pr - \gamma (Pb - Pr)$ ; $\gamma$ = Parâmetro não especificado, tem o tarefa de mitigar os efeitos atmosféricos. Valor estimado do $\gamma = 1$ .	Kaufman e Holben (1993)
<b>Índice Global de Monitoramento Ambiental (GEMI)</b>	$GEMI = \eta (1 - 0,25 \eta) - Pr - 0,125 / 1 - Pr$	Os valores dessa equação varia de 0 e +1 sobre áreas continentais.	Pinty e Verstraete (1992)
<b>Índice de Vegetação Melhorado (EVI)</b>	$EVI = GNIR - Vermelho) / (L+NIR+C1 vermelho - C2 azul)$	<b>L</b> = Ajuste do solo; <b>G</b> = ganho; C1 e C2 = coeficientes de ajuste para efeitos atmosféricos.	Justice et al., (1998)

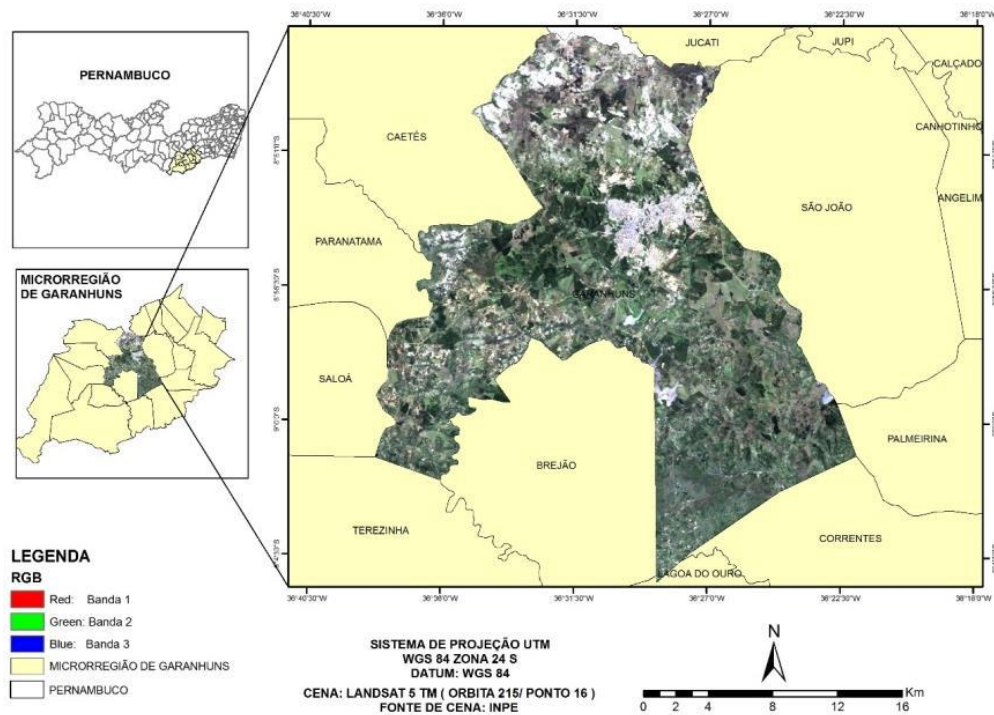
**FONTE:** PONZONI, (2012)

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Caracterização do campo de estudo

Esta pesquisa foi realizada no município de Garanhuns que, localiza-se entre os paralelos  $8^{\circ} 52' 0''/8^{\circ} 56' 0''$  S e os meridianos  $36^{\circ} 2' 30''/ 36^{\circ} 31' 30''$  W, na microrregião de Garanhuns, que situa-se no Agreste de Pernambuco, conta com vegetação estacional semidecidual e, áreas de tensão ecológica entre mata úmida e agreste, além de possuir uma fitogeografia dividida entre mata e caatinga presentes em 459,0781 Km<sup>2</sup> de área territorial do município.

**Figura 3:** Localização da área de estudo de Pernambuco.



**Fonte:** Dados gerados pela autora

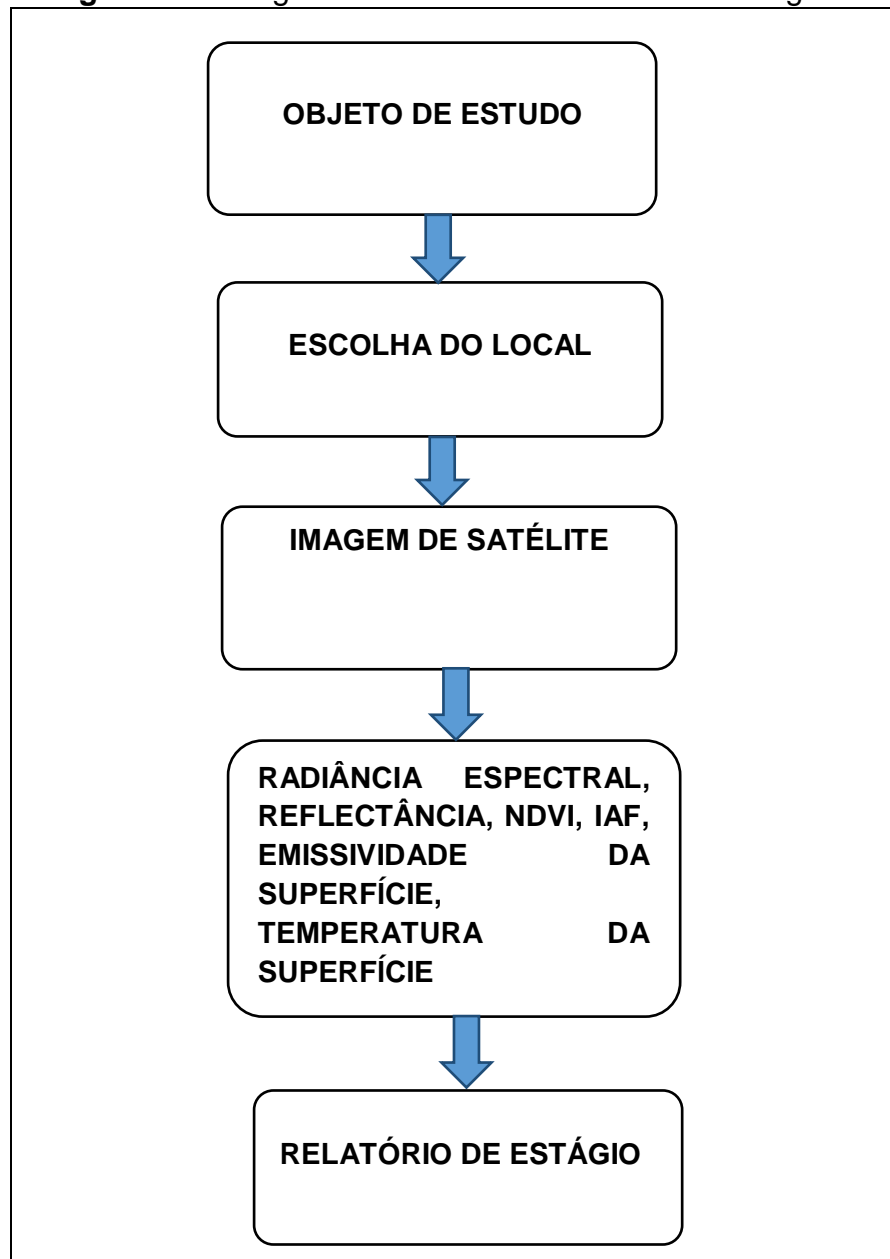
Para a elaboração desse trabalho, foram manuseados os dados orbitais do objeto em estudo. As imagens foram obtidas através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – (INPE), disponibilizadas gratuitamente pelo catálogo de imagens no site [www.inpe.br](http://www.inpe.br). O sensor remoto utilizado foi o TM/LANDSAT 5, as imagens utilizadas, tem como referências a órbita 214 e o ponto 66 que datam de 27/12/1990 e 07/12/2006.

### 3.2 Procedimentos Metodológicos

Durante a realização do presente trabalho, utilizou-se uma metodologia composta por cinco etapas, as quais estão detalhas na (Figura 4). Iniciou-se com a escolha do objeto de estudo que está relacionado ao Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Na segunda etapa foi selecionado o local a ser analisado, no caso o município de Garanhuns-PE. Na terceira etapa foram adquiridos as imagens de satélite do ano de ano de 1990 e de 2006. Na quarta etapa foram

realizados os cálculos radiância espectral, refletância, NDVI, SAVI, IAF, Emissividade da superfície e Temperatura da superfície e na quinta etapa, que é a última etapa, refere-se à análise dos resultados e o término do relatório de estágio que foi realizado na Universidade Federal de Pernambuco em Recife-PE. Após o quadro temos a descrição dos cálculo que foram realizados durante o período de estágio.

**Figura 4:** Fluxograma dos Procedimentos Metodológicos



**Fonte:** Dados gerados pela autora

## 1° Etapa

### **Calibração Radiométrica**

A calibração radiométrica ou a radiância espectral (Equação 1) consiste na conversão do nível de cinza de cada pixel e banda, em radiância monocromática, que representa a energia solar refletida, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medida ao nível do satélite nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Para a banda termal, essa radiância representa a radiação emitida por cada pixel, sendo empregada na obtenção da temperatura da superfície. A radiância de cada pixel e banda foi obtida pela equação 1 proposta por Markham e Baker (1987):

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (1)$$

Onde:

a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima ( $Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$ ), ND é a intensidade do pixel (valor inteiro entre 0 e 255) e i corresponde às bandas (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) dos satélites Landsat 5 e 7. Os coeficientes de calibração utilizados para as imagens TM são os propostos por Chander e Markham (2003).

## 2° Etapa

### **Reflectância**

A reflectância (Eq. 2) de cada banda ( $\rho_{\lambda i}$ ) é definida como sendo a razão entre o fluxo de radiação solar refletido pela superfície e o fluxo de radiação solar global incidente, a qual é obtida através da equação (Allen et al., 2002):

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{K_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

Onde:

$L_{\lambda_i}$  é a radiância espectral de cada banda,  $K_{\lambda_i}$  é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ( $Wm^{-2} \mu m^{-1}$ ),  $Z$  é o ângulo zenital solar e  $d_r$  é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol ( $r_0$ ) e a distância Terra-Sol ( $r$ ) em dado dia do ano (DSA).

### 3° Etapa

#### ***Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI)***

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) apresenta-se como um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde. Seus valores apresentam variação entre  $-1$  a  $+1$ . Para superfícies com algum tipo de vegetação o NDVI varia de 0 e 1; já para a água e nuvens o NDVI geralmente é menor que zero. O mesmo é obtido através da razão entre a diferença das refletividades do infravermelho próximo (  $IV\rho$  ) e do vermelho (  $V\rho$  ), e a soma das mesmas, como pode ser visto através da equação 3:

Proposto por Rouse (1974) através da equação 3:

$$NDVI = \frac{(IVP - V)}{(IVP + V)} \quad (3)$$

Onde:

IVP = Representa o Infravermelho próximo; e V = Representa o Vermelho

### 4° Etapa

#### ***Índice de Vegetação Ajustado Para o Solo – SAVI***

O SAVI é um índice de vegetação ajustada para os efeitos de “background” solo, proposto por Huete (1988), obtido através Equação 9:

$$SAVI = \frac{(1 + L)(IVP - V)}{(L + IVP + V)} \quad (4)$$

Onde:

$L$  = É um fator de correção, onde foi indicado por os valores de 0,1; IVP = Representa o Infravermelho próximo; e  $V$  = Representa o Vermelho

## 5° Etapa

### ***Índice de Área Foliar - IAF***

O IAF é computado através da Equação 5, este índice é um indicador de biomassa de cada pixel, e é determinado pela razão entre a área total de todas as folhas contidas em cada pixel, pela área do pixel, realizada através de uma equação empírica, proposta por Allen et al. (2002):

$$IAF = - \frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91} \quad (53)$$

## 6° Etapa

### ***Emissividade da Superfície***

Para a obtenção da temperatura da superfície, é utilizada a equação de Planck invertida, válida para um corpo negro. Como cada pixel não emite radiação eletromagnética como um corpo negro, há a necessidade de introduzir a emissividade de cada pixel no domínio espectral da banda termal  $NB\epsilon$ , qual seja: 10,4 – 12,5  $\mu\text{m}$ .

$$\epsilon_{NB} = 0,97 + 0,00331 IAF \quad (6)$$

Para pixels com  $IAF \geq 3$ ,  $\epsilon_{NB} = 0,98$ . Para corpos de água ( $NDVI < 0$ ), no caso do lago de Sobradinho e do leito do Rio São Francisco, Silva & Cândido (2004) utilizaram os valores de  $\epsilon_{NB} = 0,99$  Allen et al. (2002).

## 7° Etapa

### ***Temperatura da Superfície ( $T_s$ )***

Para a obtenção da Temperatura da Superfície ( $T_s$ ) utiliza-se a radiância espectral da banda termal  $L_{\lambda,6}$  do Landsat 5, que corresponde à banda 6, e realiza-se à inserção da  $\epsilon_{NB}$  obtida no cômputo anterior à  $T_s$ .

Desta maneira, é possível a obtenção da temperatura da superfície (K), conforme a Equação 6 proposto por Allen et al. (2002).

$$T_s = \frac{K_2}{\ln \left( \frac{\epsilon_{nb} K_1}{L_{\lambda,6}} + 1 \right)} \quad (7)$$

Onde:  $K_1 = 607,76 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$  e  $K_2 = 1260,56\text{K}$  são constantes de calibração da banda termal do Landsat 5 –T (Allen et al., 2002; Silva et al., 2005).

#### 4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

##### 4.1. Mapeamento da cobertura vegetal e NDVI

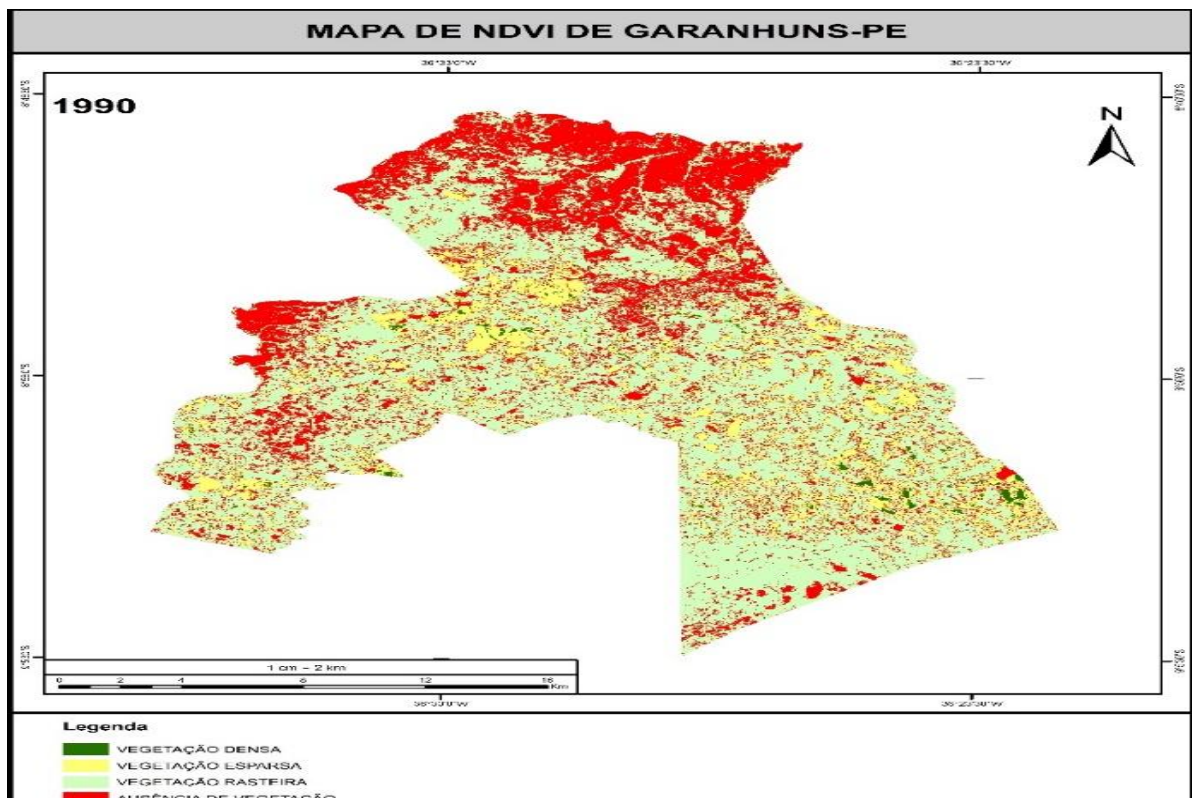
O NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) foi utilizado para comprovar o comportamento das mudanças temporais e espaciais da vegetação no município de Garanhuns-PE. Segundo Cunha et al. (2011), o NDVI é um índice que averigua a intensidade do estresse hídrico em vegetações, podendo variar de -1 a 1, de acordo com o uso e a cobertura do solo presente em determinada área.

A partir dos cálculos do NDVI avaliou-se o município de Garanhuns e foi produzido mapas que serviram de base para a análise multitemporal da cobertura vegetal do município durante os anos de 1990 e de 2006. As imagens são referentes aos meses de dezembro. Foi escolhido esse período por causa da estação de seca na região, uma vez que durante os meses escolhidos tem-se menos nuvens, facilitam assim, a captura de imagens dos satélites, ou seja, devido a ausência de nuvens tem-se uma visualização mais ampla das imagens.

No decorrer da análise dos respectivos anos supracitados, os índices encontrados são classificando como: vegetação densa, vegetação esparsa, vegetação rasteira e ausência de vegetação.

Na área observada, nota-se que no ano de 1990 a vegetação classificada como densa encontra-se em pequenas áreas, já a parte correspondente à ausência de vegetação se mostra presente em uma grande área do território, com predominância na parte norte da localidade e se distribuído em toda área, sendo a parte sul com maior presença de áreas mais verdes.

**Figura 5:** Mapa da cobertura vegetal do município de Garanhuns- PE no ano de 1990



**Fonte:** Dados gerados pela autora

No ano de 1990, observa-se que a classificação referente a vegetação rasteira é predominante no território que foi observado como mostra a figura 4, obtendo assim uma área total de 269,3 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 58,66% de todo território, em seguida tem-se a ausência de vegetação com 127,44 Km<sup>2</sup>, sendo este correspondente a 27,76% da área em estudo. A vegetação esparsa possui uma área de 58,44 Km<sup>2</sup> e a vegetação densa presente possui apenas 3,85 Km<sup>2</sup>.

Na tabela a seguir temos os dados quantitativos da classificação da cobertura vegetal e um gráfico que representa o mapeamento dessa cobertura analisada.

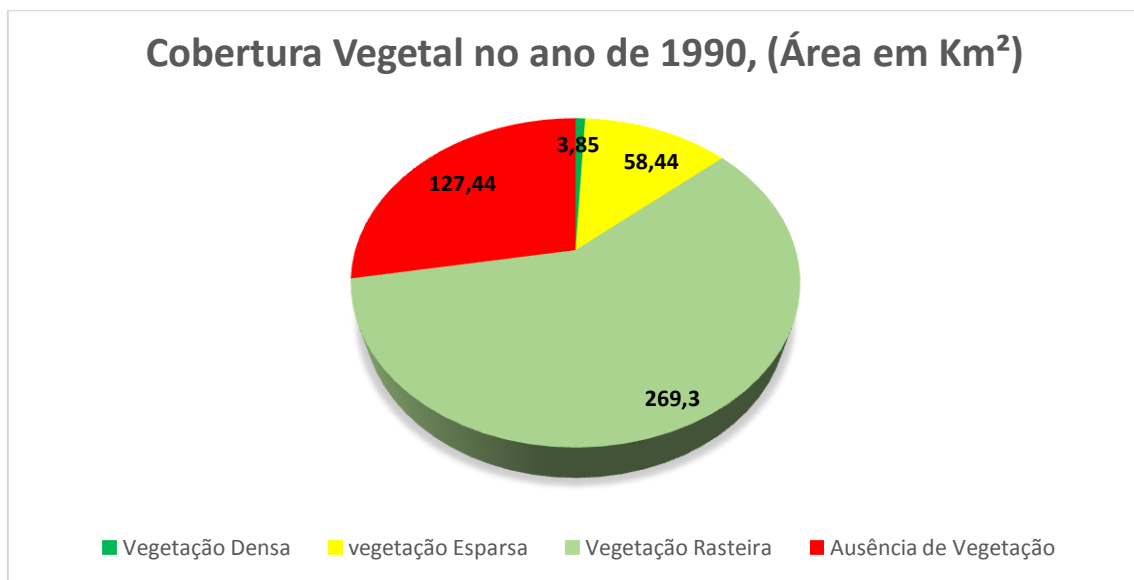


**Tabela 2:** Dados quantitativos da classificação da cobertura vegetal no ano de 1990, dados representativos dos níveis de degradação no município de Garanhuns

CLASSES	Área de Classes (Km <sup>2</sup> )	Área em (%)
Vegetação Densa	3,84	0,8
Vegetação Esparsa	58,44	12,73
Vegetação Rasteira	269,3	58,66
Ausência de Vegetação	127,44	27,76

**Fonte:** Dados gerados pela autora

**Figura 6:** Representação da área mapeada da Cobertura Vegetal de 1990.



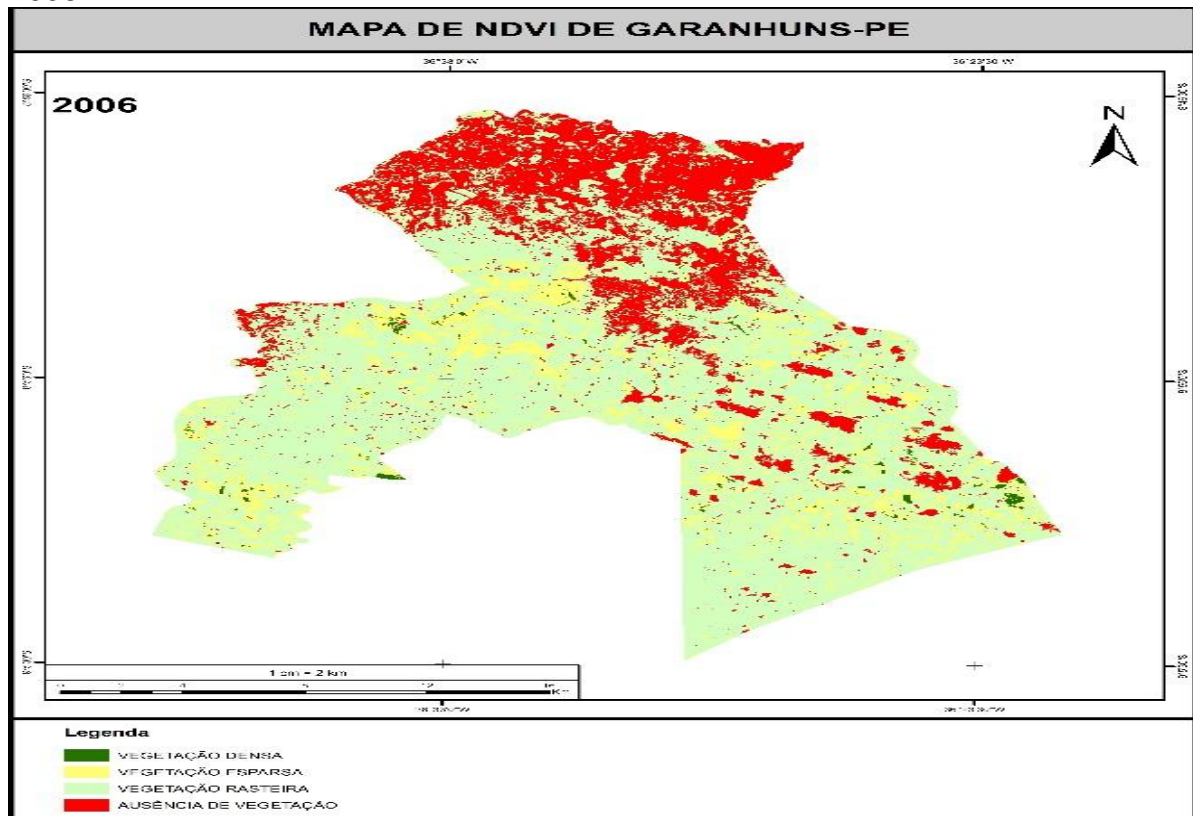
**Fonte:** Dados gerados pela autora

Para o ano de 2006, as áreas presentes ao norte possuem predomínio da ausência de vegetação, já para as outras áreas é observado uma diminuição na vegetação esparsa e vegetação densa, estas sendo substituídas por vegetação rasteira. Em geral observa-se que as áreas com ausência de vegetação concentraram-se ao norte com pequenas áreas espalhadas no território, ao longo da

análise detectamos que houve um aumento considerável da vegetação rasteira quando comparado ao ano de 1990.

Na imagem a seguir temos um mapa da cobertura vegetal do município de Garanhuns no ano de 2006.

**Figura 7:** Mapa da cobertura vegetal do município de Garanhuns- PE no ano de 2006



**Fonte:** Dados gerados pela autora

Ao analisar o ano de 2006, observa-se que as áreas de vegetação rasteira aumentaram em aproximadamente 28,29 Km<sup>2</sup> assumindo o lugar principalmente das áreas com ausência de vegetação que teve uma redução de 31,64 Km<sup>2</sup> em um período de dezesseis anos, já para a vegetação densa nota-se uma pequena variação, obtendo-se uma redução de 0,71 Km<sup>2</sup> e a vegetação esparsa com aumento de 4,05 Km<sup>2</sup>.

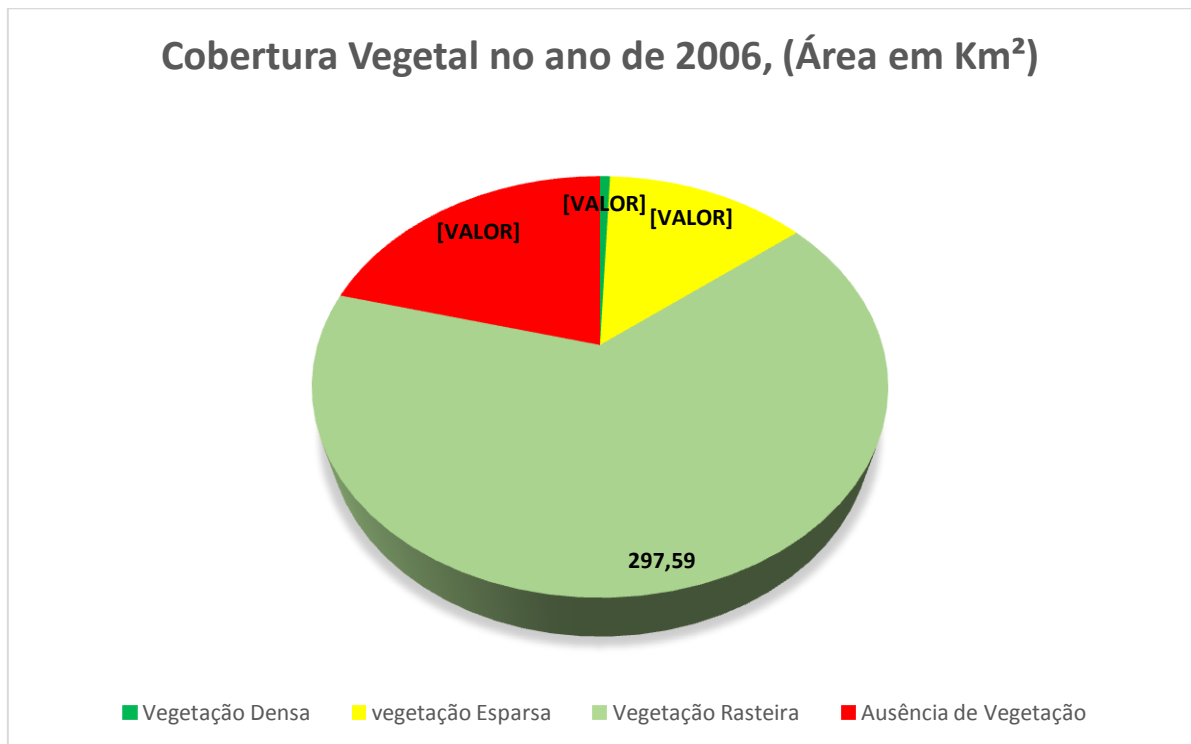
A seguir tem-se uma tabela que apresenta os dados quantitativos da classificação da cobertura vegetal coletados para o ano de 2006, essa tabela mostra o nível de degradação no município de Garanhuns. Depois temos um gráfico com esses dados.

**Tabela 3:** Dados quantitativos da classificação da cobertura vegetal no ano de 2006, dados representativos dos níveis de degradação no município de Garanhuns

CLASSES	Área de Classes (Km <sup>2</sup> )	Área em (%)
Vegetação Densa	3,13	0,68
Vegetação Esparsa	62,49	13,61
Vegetação Rasteira	297,59	64,83
Ausência de Vegetação	95,80	20,87

Fonte: Dados gerados pela autora

**Figura 8:** Representação da área mapeada da Cobertura Vegetal de 2006.



Fonte: Dados gerados pela autora

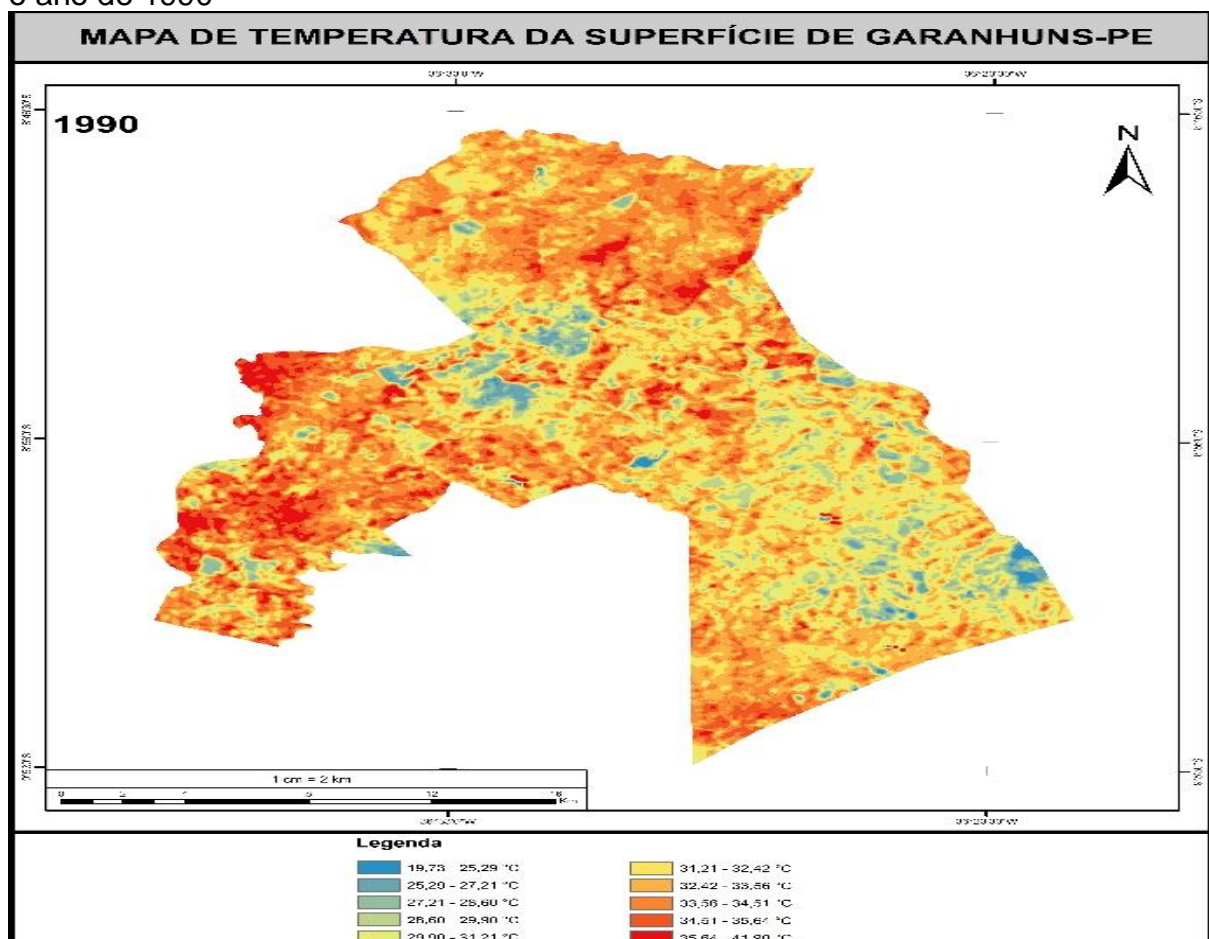
#### 4.2. Temperatura da superfície de Garanhuns

A análise visual da carta de temperatura de superfície para os anos de 1990 e 2006 (figura 6) indica uma tendência no aumento dos valores de temperatura de superfície nestes 16 anos nota-se esta elevação bem significativa da temperatura da superfície para muitas áreas, com destaque para área norte e oeste com maior

elevação da temperatura. Ideião *et al* (2008) diz que um dos fatores que pode estar contribuindo é o aumento da urbanização, impermeabilizando o solo ao longo dos anos. Mas nota-se também que área com solo exposto tem uma alta elevação de temperatura.

No ano de 1990 observamos que as temperaturas predominantes são as mais elevadas oscilando entre 31,2 °C a 41,9°C preenchendo quase toda a totalidade do território em estudo, sendo pequenas áreas com valores de temperatura entre 19,7°C a 31°C.

**Figura 9:** Mapa da temperatura da superfície do município de Garanhuns – PE para o ano de 1990

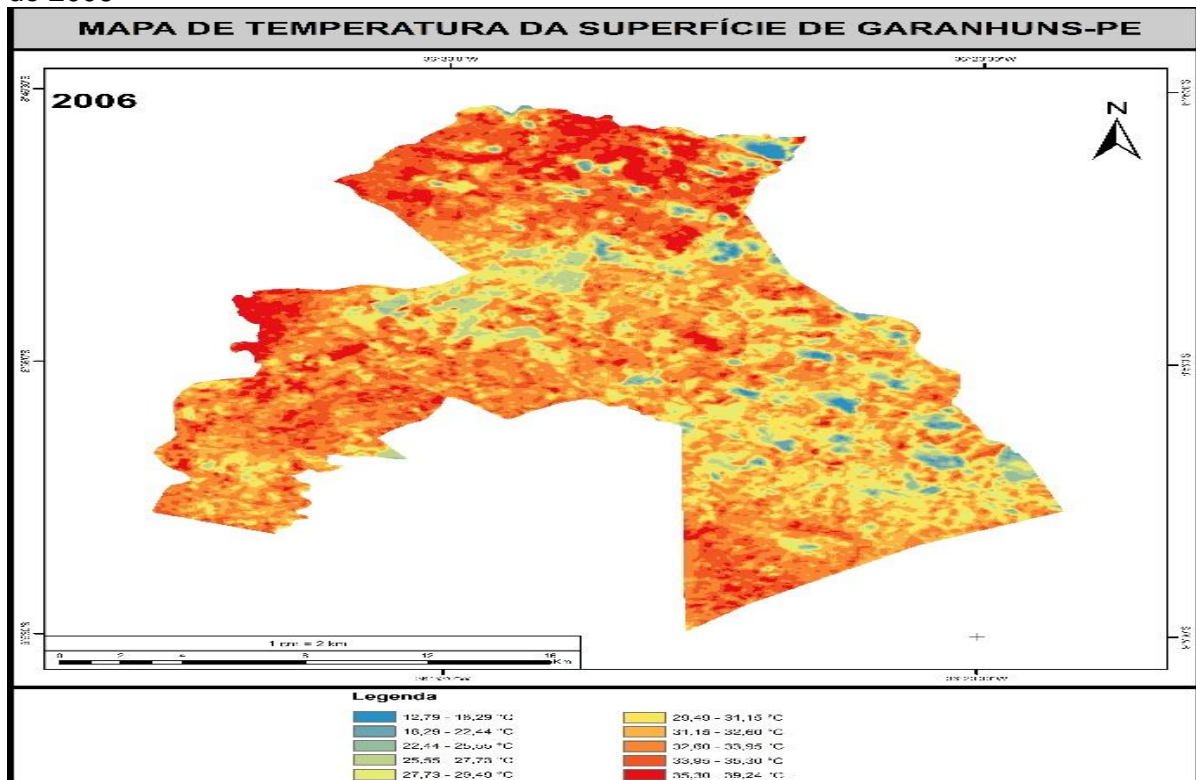


Fonte: Dados gerados pela autora

No ano de 2006 houve um grande aumento da temperatura para todo o município de Garanhuns, quando comparado com o ano de 1990. Na (figura 7) observamos o aumento das cores laranja e vermelha por todo o território, mas com intensificação na área mais ao norte e oeste, são poucas as áreas que possuem

uma baixa temperatura como podemos observar a elevação nas cores azuladas presentes em alguns pontos da imagem. Contudo, era esperado este aumento da temperatura devido ao crescimento da cidade neste período como também a redução da vegetação densa a qual pode influenciar diretamente a elevação da temperatura.

**Figura 10:** Mapa da temperatura da superfície do município de Garanhuns – PE para o ano de 2006



**Fonte:** Dados gerados pela autora

Foram selecionados cinco pontos para análise comparativa da temperatura nos dois anos estudados, estes pontos obtidos foram selecionados de acordo com a classificação da área, cada ponto pertence respectivamente a vegetação densa, a vegetação rasteira, a Área Urbana, o Solo Exposto e o corpos de água. Ao ser analisado estes anos de 1990 e 2006, nota-se que em quase todas as classes houve elevação da temperatura em aproximadamente 1°C, pois apenas na classe de corpos de água é que verificou-se uma redução da temperatura quando comparados os anos estudados.

**Tabela 4:** Temperatura de pontos específicos nos anos de 1990 e 2006 no município de Garanhuns

CLASSES	TEM. SUPERFÍCIE 1990	TEM. SUPERFÍCIE 2006
Vegetação Densa	24.490	24.505
Vegetação Rasteira	33.560	34.720
Área Urbana	30.897	31.308
Solo Exposto	33.510	35.530
Corpos de água	23.274	22.837

**Fonte:** Dados gerados pela autora

## 5. Conclusão

Durante o período de estágio vivenciei o desenvolvimento de pesquisas envolvidas na produção do NDVI - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada e temperatura da superfície para o município de Garanhuns. Para isso utilizamos as ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, foram de fundamental importância para a realização da referida pesquisa. Com o auxílio dos programas de arcgis, erdas, excel, que serviram para formular nossas análises em relação ao município, bem como imagens de satélite fornecidas gratuitamente USGS – Science for a Changing world. O aprendizado e noções sobre essas técnicas fornecidas pela UFPE – Universidade Federal de Pernambuco.

Para tanto, com o auxílio dos sensores remotos foi possível extrair informações e transformá-las em dados reais, assim, classificando, quantificando e identificando todo o estado da cobertura vegetal do município analisado. As referidas classes se mostraram afetadas tanto em relação ao NDVI como a temperatura da superfície. O uso dessas técnicas é de grande importância, pois ajudam no monitoramento da vegetação e temperatura da superfície, podendo assim empreender ações de adaptação e mitigação do solo.

Com a referente pesquisa, sobre os anos de 1990 e 2006, identificamos a redução do solo exposto e a vegetação Densa, ocorrendo a troca pelos pastos, lavouras e pelos loteamentos, presente em grande parte do município. O mau uso dos recursos naturais, a cobertura vegetal, acarretam inúmeros problemas para o meio ambiente, com isso essa pesquisa, tenta colaborar para que mais estudos sejam realizados e assim se desenvolvam ações de reintegração da vegetação com o intuito de preservar os recursos naturais que estão presentes na área em estudo, para que haja um manejo e a utilização correta e consciente dos recursos da natureza, principalmente da cobertura vegetal, que influencia em todos os outros recursos.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; TREZZA R.; TASUMI, M. **Algoritmos de balanço de energia superficial para terra**. Treinamento avançado e Manual do usuário, versão 1.0, 2002, 98 p.

CUNHA, J. E. B. L. et al. Estimativa da evapotranspiração através de sensoriamento remoto. In: GALVÃO, C. O. et al. (Org.). **Recursos hídricos para a convivência com o semiárido: abordagens por pesquisadores no Brasil**. Portugal, Cabo Verde, Estados Unidos e Argentina. 1. ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2011. v. 1, p. 235-264.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. **Procedimentos de calibração radiométrica Landsat-5 TM revisando e intervalos dinâmicos pós-calibração**. London, VOL. 41, 2003.

HUETE, A.R. **A Índice de vegetação ajustado ao solo. Detecção remota do meio ambiente**. Ciências Elsevier, New York, v. 25, p. 295-309, 1988.

IDEIÃO, S. M. A. *et al.* **Determinação da temperatura de superfície e o estado da paisagem a partir de imagens Landsat 5 –tm**. Monografia de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGECA. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2008.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. 2. ed. São José dos Campos-SP: Parêntese, 2011.

LIMA, C. E. S. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto na análise da degradação da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do inhaúma – Pernambuco**. Monografia (licenciatura em Geografia). Universidade Estadual de Pernambuco, Garanhuns-PE, 2015.

MARKHAM, B. L., BARKER, J. L. Banda mapeadora temática passa por irradiancias exoatmosféricas solares. **Revista Internacional de Sensoriamento Remoto**, London, v. 8, no. 3, p. 517-523, 1987.

MENESES, P. R. e ALMEIDA T. de,. **Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto**. Universidade de Brasília – UNB. Brasília. 2012.

MOREIRA, M. A. **FUNDAMENTOS DO SENSORIAMENTO REMOTO E METODOLOGIAS DE APLICAÇÃO**. INPE. São José dos Campos, p. 22. 2001.

NOVO, E. M. L. D. M. **SENSORIAMENTO REMOTO: Princípios e Aplicações**. 4. ed. SÃO PAULO: Blucher, 2010.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2ª Edição. Cubatão: Oficina de Textos, 2012.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. 1. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009.



ROUSE, J. W., R. H., HAAS, J. A., SHELL, D.W., DEERING J.C., HARLAN, 1974. **Monitorando o avanço natural da retrogradação da vegetação natural**. Final Report, Type III, NASA/GSFC, Greenbelt, MD, 371 pp.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental**, Aplicações, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Balanço de Radiação em Áreas Irrigadas Utilizando Imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 20, n. 2, p.243-252, 2005.