



INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

Leopoldo Marcílio Gonçalves Souza

**ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO DESMATAMENTO NA BACIA DO RIO IPANEMA  
ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO REMOTO**

Maceió  
2017

Leopoldo Marcílio Gonçalves Souza

**ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO DESMATAMENTO NA BACIA DO RIO IPANEMA  
ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO REMOTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Meteorologia.

Orientador: Prof. Dr. Heliofábio Barros Gomes

Maceió  
2017

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**

Bibliotecária Responsável: Janaina Xisto de Barros Lima

- S729a Souza, Leopoldo Marcílio Gonçalves Souza.  
Análise da evolução do desmatamento na bacia do rio Ipanema através do sensoramento remoto /Leopoldo Marcílio Gonçalves Souza. – 2017.  
51 f.: il.
- Orientador: Heliofábio Barros Gomes.  
Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió, 2017.
- Bibliografia: f. 43-47.  
Apêndices: f. 48-51.
1. Sensoriamento remoto. 2. Índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN). 3. Degradação ambiental. 4. Desmatamento. 5. Rio Ipanema (AL).  
I. Título.

CDU: 551.5: 528.8(815.5)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

## CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO

N.º de ordem: MET-UFAL-MS-145.

**"ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO DESMATAMENTO NA BACIA DO RIO IPANEMA  
ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO REMOTO."**

*Leopoldo Marçílio Gonçalves Souza*

Dissertação submetida ao colegiado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Meteorologia.

Aprovado pela Banca Examinadora composta por:

Prof. Dr. Heliofábio Barros Gomes  
(Orientador)

Prof. Dr. Geórgenes Hilário Cavalcante Segundo  
(Membro Interno)

Prof. Dra. Maria Cristina Lemos da Silva  
(Membro Externo)

**Maior /2017**

*A minha esposa, Luana e a minha filha, Laís.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por proporcionar coragem para enfrentar todos os desafios.

A minha esposa, Luana, pelo carinho, cuidado e dedicação a nossa filha e a mim, transmitindo tranquilidade para galgar mais esse degrau.

A minha mãe, por ser minha referência de vida; ao meu irmão, por toda disposição em ajudar e ao meu pai, pelos conselhos dados.

A minha turma, pela companhia nessa caminhada; ao amigo Dimas pelas horas dedicadas em ajudar os demais.

Ao meu orientador, Heliofábio, pelas horas dedicadas a orientação, ao estímulo para concluir o trabalho e a tranquilidade transmitida em todos os momentos.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, a qual possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores, funcionários e colegas do Instituto de Ciências Atmosféricas da UFAL, que contribuíram com meu aprendizado.

Ao Instituto Federal de Alagoas/Campus Coruripe, que possibilitou o afastamento parcial e incrementou a carga horária de dedicação ao programa de pós-graduação.

## RESUMO

Utilizando técnicas de sensoriamento remoto, é possível monitorar o espaço-temporal dos recursos naturais em diversas partes do mundo de maneira eficiente e sistemática, auxiliando grandes áreas de agricultura, silvicultura, bem como em previsões meteorológicas e hidrológicas. O presente trabalho teve como objetivo a análise da evolução temporal do desmatamento utilizando as propriedades espectrais da vegetação para analisar a evolução temporal do desmatamento na bacia do Rio Ipanema, entre os anos de 1998 e 2015. Para a realização da pesquisa utilizou-se o algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), com oito imagens orbitais, sendo quatro do satélite TM Landsat 5 e quatro do satélite Landsat 8, obtidas junto ao Serviço Geológico dos Estados Unidos da América (USGS), na órbita 215 e ponto 66 e 67, nas datas de 01/12/1998, 17/10/1999, 10/12/2013 e 14/11/2015. As imagens foram processadas através de modelos da ferramenta Model Maker do programa ERDAS Imagine 9.2 e Qgis 2.14. Foram obtidas as estimativas do albedo da superfície, índice de vegetação e temperatura da superfície, para proporcionar a análise da influência da precipitação, temperatura média e umidade relativa sobre a área de estudo. A área vegetada da bacia foi especificada a partir do índice de vegetação por diferença normalizada e variou para os anos de 1998, 1999, 2013 e 2015, respectivamente, em 67,91%, 87,31%, 7,61% e 3,36%. Com a análise dos dados nas estações meteorológicas constatou-se que não houve registro de chuva nos dez dias anteriores as datas das imagens 1998, 2013 e 2015. Já em 1999, houve registro de chuva e por isso apresentou maiores índices de vegetação em relação aos outros anos analisados. Com isso, foi possível verificar uma redução da área com vegetação de 64,55% entre os anos de 1998 e 2015.

**Palavras chave:** Sensoriamento remoto, ivdn, desmatamento.

## ABSTRACT

Using remote sensing techniques, it is possible to monitor the spatio-temporal natural resources in different parts of the world in an efficient and systematic way, aiding large areas of agriculture, forestry, as well as in meteorological and hydrological forecasts. The present work had the objective of analyzing the temporal evolution of deforestation using the spectral properties of the vegetation to analyze the temporal evolution of deforestation in the Ipanema River basin between 1998 and 2015. For the accomplishment of the research the algorithm was used SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), with eight orbital images, four of the Landsat TM 5 satellite and four of the Landsat 8 satellite, obtained from the United States Geological Survey (USGS) at orbit 215 and point 66 and 67, on the dates of 01/12/1998, 17/10/1999, 10/12/2013 and 11/14/2015. The images were processed using the Model Maker tool models ERDAS Imagine 9.2 and Qgis 2.14. Estimates of the surface albedo, vegetation index and surface temperature were obtained to provide an analysis of the influence of precipitation, mean temperature and relative humidity on the study area. The vegetated area of the basin was specified from the vegetation index by normalized difference and varied for the years 1998, 1999, 2013 and 2015, respectively, by 67.91%, 87.31%, 7.61% and 3, 36%. With the analysis of the data in the meteorological stations it was verified that there was no record of rain in the ten days prior to the dates of the images 1998, 2013 and 2015. In 1999, rainfall was recorded and, therefore, presented higher vegetation indices in relation to the Analyzed. With this, it was possible to verify a reduction of the area with vegetation of 64.55% between the years of 1998 and 2015.

**Keywords:** Remote sensing, ndvi, deforestation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b>	Mapa do bioma característico da região de estudo	15
<b>Figura 2</b>	Mapa de localização da área de estudo	22
<b>Figura 3</b>	Processo para cálculo das imagens com os índices do estudo	25
<b>Figura 4</b>	SRTM da área da bacia	26
<b>Figura 5</b>	Cidades com dados meteorológicos disponíveis e utilizados na pesquisa	28
<b>Figura 6</b>	IVDN calculado para os anos de 1998, 1999, 2013 e 2015	30
<b>Figura 7</b>	IVDN calculado e classificado	32
<b>Figura 8</b>	IVDN para os anos de 1998 e 1999	33
<b>Figura 9</b>	Dados meteorológicos da cidade de Pão de Açúcar/AL	34
<b>Figura 10</b>	Dados meteorológicos da cidade de Palmeira dos Índios/AL	35
<b>Figura 11</b>	Dados meteorológicos da cidade de Arco Verde/PE	35
<b>Figura 12</b>	IVDN para os anos de 2013 e 2015	36
<b>Figura 13</b>	Albedo superficial calculado para os anos 1998, 1999, 2013 e 2015	37
<b>Figura 14</b>	Albedo calculado e classificado	38
<b>Figura 15</b>	Temperatura de superfície calculada para os anos 1998, 1999, 2013 e 2015	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Bandas Landsat 5	20
<b>Tabela 2</b>	Bandas Landsat 8	21
<b>Tabela 3</b>	Dados das imagens de satélite utilizadas na pesquisa	24
<b>Tabela 4</b>	Bandas equivalentes dos satélites utilizados na pesquisa	24
<b>Tabela 5</b>	Coeficientes de peso ( $\omega\lambda$ ) para o Landsat 5 e Landsat 8	27
<b>Tabela 6</b>	Classificação dos atributos dos pixels	31
<b>Tabela 7</b>	Variação da temperatura de superfície (°C)	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDMEP	Banco de Dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa
IAF	Índice de Área Foliar
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IVDN	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OLI	Operational Land Imager
ONU	Organização das Nações Unidas
SEBAL	Surface Energy Balance Algorithm for Land
SISGAB	Sistema de Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido Brasileiro
TIRS	Thermal Infrared Sensor
TM	Thematic Mapper
TS	Temperatura de Superfície

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\alpha$	Albedo Superficial
$\alpha_P$	Espalhamento Atmosférico
$\alpha_{TOA}$	Albedo Planetário
$\omega_\lambda$	Coeficiente de Peso
$\rho_\lambda$	Reflectância das bandas
Z	Altitude

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	15
2.1.	Bioma .....	15
2.2.	Degradação Ambiental e Desmatamento .....	16
2.3.	Sensoriamento Remoto.....	17
2.3.1.	Índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN) .....	18
2.3.2.	Temperatura de superfície (TS) .....	18
2.3.3.	Albedo.....	19
2.3.4.	SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land).....	19
2.3.5.	Histórico Landsat 5 e Landsat 8 .....	20
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1.	Área de Estudo .....	22
3.2.	Dados Vetoriais .....	23
3.3.	<i>Software</i> de Geoprocessamento.....	23
3.4.	Imagens de Satélite e Processamento .....	23
3.5.	Albedo Superficial .....	25
3.6.	Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (IVDN).....	27
3.7.	Temperatura de Superfície.....	28
3.8.	Dados Meteorológicos .....	28
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
5.	CONCLUSÕES .....	41
6.	REFERÊNCIAS .....	43
	APÊNDICE.....	48

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço das geotecnologias com o incremento de ferramentas para interpretação analógica de fotografias aéreas e imagens de satélite na identificação de uso da terra, para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2013), inicia-se uma nova fase para a análise temporal das alterações ambientais.

O avanço da tecnologia espacial com as técnicas de geoprocessamento caracterizou o momento da disponibilidade de produtos de satélites imageadores da terra como marco de uma nova era dos estudos de uso da terra, pois ao mesmo tempo em que lhe dá uma nova metodologia de pesquisa revela a concepção teórica que orienta a apreensão espacial e temporal do uso da terra no seu conjunto, para a gestão da apropriação do espaço geográfico global ou local.

O progresso tecnológico ocorrido nas últimas décadas beneficiou o acompanhamento das modificações do uso e cobertura do solo e o desenvolvimento de vários satélites de monitoramento terrestre-ambiental promovem uma ferramenta com alto potencial de aplicação. Em escala global, regional ou local, a coleta de dados sobre o grau de degradação ao meio ambiente fornece análises qualitativas e quantitativas de variáveis essenciais para a análise de tendências da degradação ambiental (MASCARENHAS; FERREIRA; FERREIRA, 2009).

Os sensores integrados aos satélites para monitoramento terrestre são dispositivos capazes de detectar a energia eletromagnética (em determinadas faixas do espectro eletromagnético) proveniente de um objeto, transformá-las em um sinal elétrico e registrá-las. As informações captadas são armazenadas e transmitidas para processamento e análise em tempo real ou para futura apreciação, podendo converter em informações que descrevem as feições dos objetos que compõem a superfície analisada (MORAES, 2002).

A fundamentação principal dos estudos da cobertura do solo baseadas em aplicação das técnicas de sensoriamento remoto, baseia-se na compreensão da aparência que uma dada cobertura vegetal apresenta nos diversos produtos gerados a partir do sensoriamento remoto, obtidos por processos com grande carga tecnológica e que submerge em muitos parâmetros e fatores ambientais (PONZONI, 2002).

Em se tratando de bacias hidrográficas, a análise dos fatores ambientais determina a dinâmica das variações e do comportamento dessa bacia. A cobertura vegetal é um parâmetro

essencial para verificação da saúde da bacia pois, garante a proteção dos solos contra a erosão e a recarga dos lençóis freáticos. A subtração da vegetação pode impactar seriamente no equilíbrio ambiental, já que pode ocasionar o assoreamento dos rios, diminuição do volume hídrico, elevação da temperatura, entre outros problemas (AGUIAR; OLIVEIRA; CRUZ, 2010).

As imagens baseadas no Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), por retratarem o comportamento da vegetação a partir de determinados produtos do sensoriamento remoto, também são utilizadas para o monitoramento da dinâmica climática de uma dada região. Cada tipo de bioma apresenta uma resposta diferente ao ciclo de precipitação e a partir das imagens de IVDN é possível verificar o comportamento desse bioma aos regimes de seca ou de chuva (MASCARENHAS; FERREIRA; FERREIRA, 2009).

A degradação ambiental é resultado da pressão excessiva sobre os recursos naturais por atividades antrópicas diretas ocorridas durante determinado período e em uma área específica. O resultado desse desequilíbrio ambiental é a redução da produtividade de biomassa e da biodiversidade, em mudanças na qualidade e disponibilidade de água e na diminuição da viabilidade econômica (AGUIAR; OLIVEIRA; CRUZ, 2010).

A importância do Sensoriamento Remoto como ferramenta para avaliar a degradação ambiental se aprofunda em alguns aspectos, decorrente dos processos ocorridos em cada região e para a caatinga alerta para um agravamento da degradação, a desertificação. Um dos quatro indicadores recomendados pela Organização das Nações Unidas, (ONU) para avaliar a desertificação é o IVDN, uma vez que possibilita o acompanhamento da densidade vegetal em determinada área (AGUIAR; OLIVEIRA; CRUZ, 2010).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2016), por meio do grupo de Geoprocessamento do Centro Regional do Nordeste, realiza uma pesquisa sobre o desmatamento da caatinga. Contudo, por se tratar de uma área extensa o INPE conseguiu no levantamento realizado em 2014/2015 mapear 9,5% da caatinga e constatou que houve 45% de degradação desse bioma e apresentou índices de degradação para os estados de Alagoas e Pernambuco de, respectivamente, 70,26% e 53,44%, tornando-os estados com maiores áreas de caatinga degradadas.

Para intensificar o monitoramento da caatinga e trabalhar em áreas do estado de Alagoas e Pernambuco, que são os estados com maiores índices de degradação desse bioma, conforme analisado pelo INPE, essa pesquisa tem como objetivo geral analisar a evolução do

desmatamento na bacia do Rio Ipanema, nos anos de 1998, 1999, 2013 e 2015, através do sensoriamento remoto. E como objetivos específicos busca analisar a tendência geral do desmatamento na região da bacia do Rio Ipanema, verificar o comportamento das variáveis climáticas (precipitação, temperatura e umidade relativa) da região e relacionar a variabilidade do desmatamento com as variáveis climáticas.

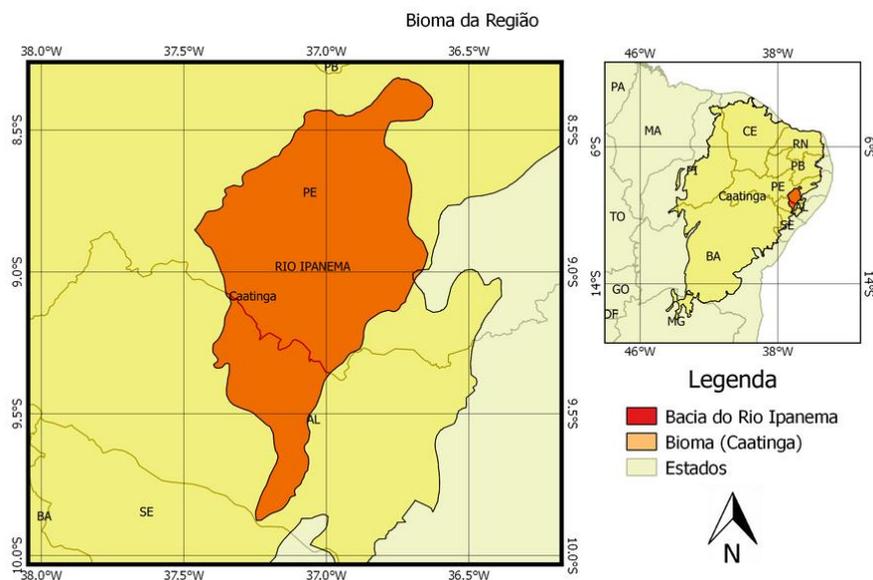
## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Bioma

A superfície terrestre apresenta uma diversidade de habitat em função das características climáticas locais, distribuição de nutrientes, topografia etc., conseqüentemente, uma variedade de seres vivos (BRAGA, 2005). A íntima relação existente entre o clima, solo e a vegetação, gera um ambiente com características específicas que determinam um tipo de vida. Esse grupo de características homogêneas a determinado ambiente é conhecido como bioma.

Pela diversidade do clima, solo e vegetação, o Brasil apresenta uma diversidade de biomas. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2016) o Brasil é dividido em seis biomas específicos, dentre os quais, o ambiente característico de grande parte do Nordeste, a caatinga.

**Figura 1** – Mapa do bioma característico da região de estudo



Fonte: o autor.

A caatinga ocupa uma área de 844.453 quilômetros quadrados, o equivalente a 11% do território nacional. Engloba os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (MMA, 2016). Apresenta uma biodiversidade muito explorada para o desenvolvimento de atividades econômicas e é o bioma presente na maioria dos estados do Nordeste, entre eles, o estado de Alagoas e o de Pernambuco.

## 2.2. Degradação Ambiental e Desmatamento

A degradação ambiental é abordada como decorrente das alterações adversas dos processos, funções ou componentes ambientais ou como uma alteração da qualidade ambiental. Assim, a degradação ambiental corresponde ao impacto ambiental negativo gerado pelas modificações dos parâmetros do equilíbrio ambiental (CANDIDO, 2008).

A degradação ambiental tem sido fortemente incrementada pelo desmatamento. A prática do desmatamento realizado pelo homem, na maioria das vezes realizado ilegalmente ou sem planejamento, traz prejuízos que, na maioria das vezes, são irreversíveis ao ambiente e em longo prazo provocam a diminuição da diversidade e dos recursos naturais (AQUINO; PADOVANI, 2005).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (2016) define desmatamento como qualquer alteração na cobertura do solo que vise a supressão total da vegetação nativa para fins de exploração do solo.

Aliado aos processos de degradação ambiental e desmatamento, uma discussão muito presente é acerca da desertificação. A desertificação é consequência do desequilíbrio ambiental e crescente nos últimos anos e que atinge locais com climas específicos. Climas áridos, semiáridos e subúmidos secos são intensamente atingidos pela desertificação, resultante da combinação da exploração não sustentável realizada pela sociedade sobre a natureza (GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2010).

Souza, Artigas e Lima (2015) abordaram a desertificação apontando a influência desse processo na alteração da cobertura do solo, na biota e no microclima. O estudo destacou a importância do desenvolvimento de técnicas de pesquisa para identificar o estado dos recursos naturais como base para determinar intervenções eficientes para recuperação de áreas e aproveitamento sustentável das terras nesse ambiente.

Fernandes e Medeiros (2009) avaliaram a influência da desertificação sobre o desenvolvimento humano na região do Seridó, Rio Grande Norte. Em consequência das atividades de exploração e devido a alteração da cobertura do solo está havendo uma diminuição significativa da produção de alimentos o que desencadeia um grande fluxo migratório do campo para a cidade.

### 2.3. Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto tem sua definição usualmente ligada a obtenção de informações de objetos que compõem a superfície terrestre sem o contato direto (MORAES, 2002). Entretanto, baseado em Meneses e Almeida (2012), a condição principal, imposta por essa definição, é de o sensor estar a uma distância remota do objeto, o que estabelece a base para uma definição ainda mais aperfeiçoada e científica, baseada nos seguintes pontos:

- Exigência: ausência de matéria no espaço entre o objeto e o sensor;
- Consequência: a informação do objeto é possível de ser transportada pelo espaço vazio;
- Processo: o elo de comunicação entre o objeto e o sensor;

Entretanto, deve-se analisar com mais profundidade o conceito dessa ciência e seria mais prudente inferir que o sensoriamento remoto é ciência que visa o desenvolvimento de tecnologias para a aquisição de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres.

Aliado ao avanço das tecnologias de obtenção existe a preocupação de ampliar a resolução temporal, que está relacionada ao intervalo de tempo que cada satélite revisita uma mesma área, o que possibilitaria uma análise mais minuciosa das alterações sofridas em determinado local. Com um maior número de registros para determinada área haveria uma maior memória digital das características desse ambiente, possibilitando assim monitoramento de quaisquer alterações sofridas (IBGE, 2013).

### 2.3.1. Índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN)

Para Allen (2012), três índices de vegetação comumente utilizados são computados. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), Índice de Vegetação do Solo Ajustado (SAVI) e Índice de Área Foliar (IAF) são calculados utilizando os valores de refletividade. Qualquer um desses índices pode ser utilizado para prever várias características da vegetação, de acordo com as preferências do utilizador.

O índice de vegetação mais empregado é o IVDN que, ao realçar o contraste da radiação refletida nos intervalos espectrais do vermelho e infravermelho, que é diretamente proporcional à atividade fotossintética, favorece a identificação das distintas fito fisionomias, bem como os impactos relacionados à atividade antrópica (MASCARENHAS; FERREIRA; FERREIRA, 2009).

A vegetação tem uma assinatura espectral específica quando comparada à maioria dos alvos terrestres, assim, o mapeamento da vegetação têm se baseado na premissa de contraste espectral entre a reflectância da vegetação e os outros alvos da cena. A combinação entre a reflectância da vegetação nas faixas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo, é denominada de IVDN (AGUIAR; OLIVEIRA; CRUZ, 2010).

### 2.3.2. Temperatura de superfície (TS)

A temperatura de superfície é um dos parâmetros meteorológicos mais importantes, a partir dele é possível monitorar áreas em desertificação, indicar áreas em degradação e principalmente observar mudanças climáticas (PEIXOTO, 2009).

Pelo sensoriamento remoto via satélite pode-se avaliar a temperatura na superfície terrestre, que é um parâmetro relevante nos processos físicos à superfície em escala regional e global, estando envolvida no balanço de energia e evaporação e transpiração da vegetação e em processos de desertificação, podendo ser utilizada como indicador de degradação terrestre e de mudança climática (ARAÚJO, 2006).

### 2.3.3. Albedo

O albedo é a fração da radiação incidente que é refletida por uma superfície. Sofre alterações no espaço e no tempo, e tem variações de acordo com a altura do sol e natureza da superfície (ARAÚJO, 2006). Braga et. al (2009) descreveu o intervalo adotado para o albedo variando entre 0 e 1 e correlacionou superfícies secas e de cores claras com uma maior refletência que superfícies úmidas. O albedo da maior parte das superfícies varia com o comprimento de onda e com o ângulo de incidência dos raios luminosos.

Quando a irradiância solar é interceptada por um ecossistema podem ocorrer os seguintes fenômenos físicos: reflexão, transmissão, espalhamento, absorção e emissão. Tais interações são usadas para estimar os balanços de radiação de ondas curtas e ondas longas, o qual estabelece o equilíbrio térmico de um ecossistema terrestre. Conhecendo-se o albedo da superfície (reflectância integrada por todo o espectro eletromagnético e em todas as direções), o termo de balanço de ondas curtas pode ser determinado a partir de estimativas da irradiância solar (LOPES e VALERIANO, 2007).

### 2.3.4. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land)

O Algoritmo de Equilíbrio de Energia de Superfície para Terra (SEBAL) é uma parametrização relativamente nova de fluxos de calor de superfície com base em medições de satélite espectral. O SEBAL necessita de dados espaciais distribuídos, visíveis, infravermelhos próximos e infravermelhos térmicos e podem ser extraídos do Landsat, *Thematic Mapper* (TM). A parametrização SEBAL é um sistema numérico iterativo e é um procedimento que deduz os fluxos de radiação, calor e evaporação (BASTIAANSSEN, 2000).

Alguns algoritmos têm sido desenvolvidos nos últimos anos, dentre os quais se destaca o algoritmo SEBAL, que foi desenvolvido por Bastiaanssen em 1995 e tem como objetivo a obtenção da evapotranspiração (ET) através de dados de imagem digital e alguns dados complementares de superfície (MENEZES et al, 2007).

### 2.3.5. Histórico Landsat 5 e Landsat 8

O Landsat foi um dos primeiros sistemas de observação operacional da superfície terrestre nas últimas décadas e apresenta um longo registro de imagens históricas nos comprimentos de onda multiespectral e termal (RUHOFF; NOVO; ROCHA, 2015).

O sistema Landsat foi desenvolvido pela NASA com o objetivo de permitir aquisição de dados espaciais, espectrais a temporais da superfície terrestre, de forma global, sinóptica e repetitiva (PELLEGRIN, 2001). Esta série de satélites é a principal no campo do sensoriamento remoto, não só por ser a de período de vida mais longo de fornecimento contínuo de dados, mas também, pela notável facilidade de acesso e qualidade dos dados gerados (EPIPHANIO, 2002).

O sistema Landsat 5 foi lançado em primeiro de março de 1984 e contava com um Sistema de Scanner Multiespectral (MSS) e um *Thematic Mapper* (TM) como instrumentos integrantes. A resolução dos instrumentos são de 80m e 30m, respectivamente. Com altitude de 705 m e com o tempo de revisita de 16 (dezesesseis) dias, esse sistema fornece um grande poderio para análises ambientais.

O TM opera simultaneamente em sete bandas espectrais, com um campo de vista instantâneo - *Instantaneous Field Of View* (IFOV) ou resolução espacial equivalente a um quadrado no terreno de 30 x 30 metros, nas seis bandas do visível e do infravermelho refletido e de 120 x 120 metros na banda termal. A cena terrestre imageada por este sensor é de 185 Km (PELLEGRIN, 2001). O sensor TM foi incluído no Landsat 4 e Landsat 5 e as imagens consistem em sete bandas espectrais com uma resolução espacial de 30 metros para Bandas 1 a 5 e 7. O tamanho aproximado da cena é de 170 km Norte/Sul por 183 km a Leste/Oeste (USGS, 2017).

Conforme especificado por USGS (2017), as bandas do satélite Landsat 5 são:

**Tabela 1-** Bandas Landsat 5

	<b>Bands</b>	<b>Wavelength (micrometers)</b>	<b>Resolution (meters)</b>
<b>Landsat 4-5 Thematic Mapper (TM)</b>	Band 1 – Blue	0.45-0.52	30
	Band 2 – Green	0.52-0.60	30
	Band 3 - Red	0.63-0.69	30
	Band 4 - Near Infrared (NIR)	0.76-0.90	30

Band 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.55-1.75	30
Band 6 - Thermal	10.40-12.50	120* (30)
Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.08-2.35	30

\* A banda 6 é adquirida com uma resolução de 120 metros, mas os produtos são reamostrados para 30 metros.

Fonte: Bands Landsat USGS (2017).

O satélite Landsat 8 foi lançado pela NASA em 11 de fevereiro de 2013 operando a uma altitude de 705 km, numa órbita heliosincrona com inclinação de 98,2°. O satélite possui o sensor *Operational Land Imager* (OLI) com 9 bandas espectrais e o sensor *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) com 2 bandas espectrais no infravermelho termal, bandas 10 (10.6 - 11.19  $\mu\text{m}$ ) e 11 (11.5 - 12.51  $\mu\text{m}$ ) e resolução espacial de 100 m (PIRES; FERREIRA JÚNIOR, 2015).

Com o acréscimo de informações e alteração na sequência das bandas, detalhou-se as bandas conforme a tabela 2:

**Tabela 2 - Bandas Landsat 8**

	<b>Bands</b>	<b>Wavelength (micrometers)</b>	<b>Resolution (meters)</b>
<b>Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)</b>	Band 1 - Ultra Blue (coastal/aerosol)	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 * (30)
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 * (30)

\*As bandas 10 e 11 são adquiridas com uma resolução de 100 metros, mas são reamostradas para 30 metros no produto de dados fornecido.

Fonte: Bands Landsat USGS, 2017.

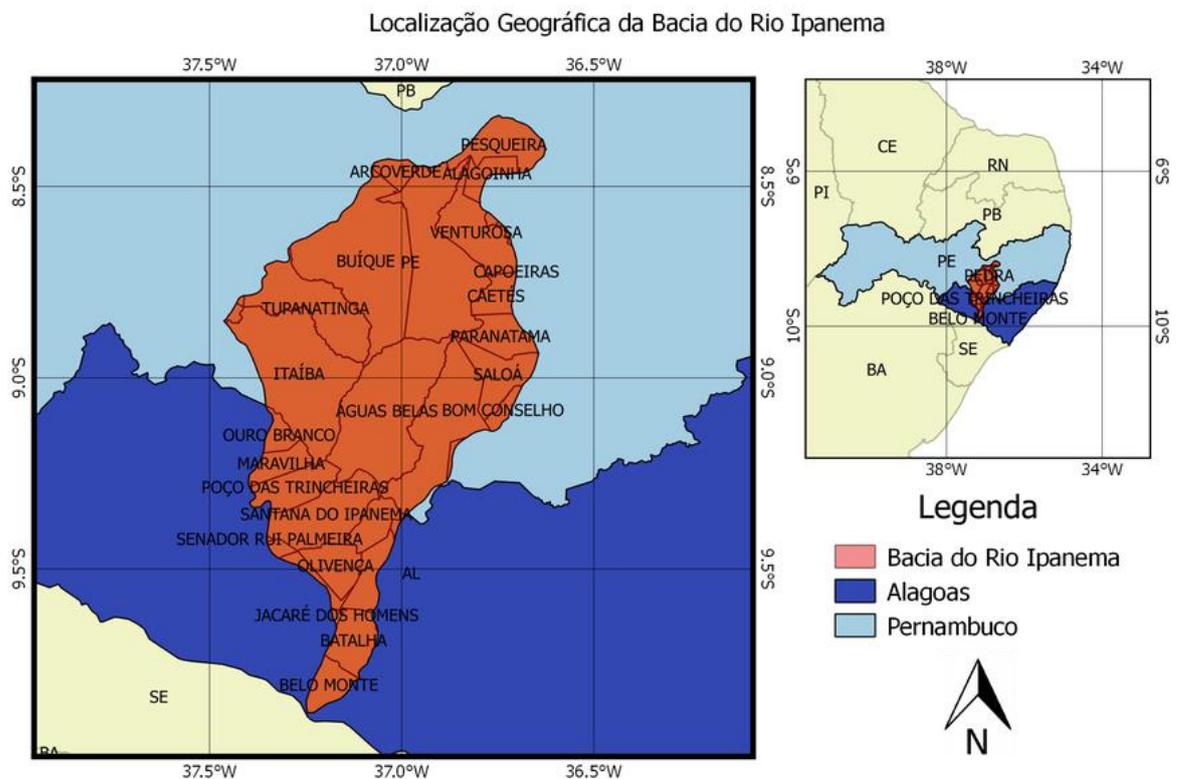
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Área de Estudo

A bacia do Rio Ipanema apresenta uma área de aproximadamente 7.600 km<sup>2</sup> e fica localizada em sua maior parte no estado de Pernambuco, com sua porção sul no Estado de Alagoas, onde se estende até o Rio São Francisco (APAC, 2016). Situa-se entre 08° 18' 04" e 09° 23' 24" de latitude sul, e 36° 36' 28" e 37° 27' 54" de longitude oeste.

A nascente do Rio Ipanema se situa no município de Pesqueira. Seu curso percorre parte dos estados de Pernambuco (aproximadamente 139 km) e Alagoas, na direção Norte/Sul, até desaguar no Rio São Francisco. Os municípios pernambucanos totalmente inseridos na bacia são Águas Belas e Pedra.

**Figura 2** – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: o autor.

### 3.2. Dados Vetoriais

A delimitação da área de estudo foi realizada por meio dos dados vetoriais obtidos nos sites das instituições públicas. Foram utilizados os *Shapefiles* da área da bacia do Rio Ipanema, bioma característico da região e da divisão estadual/municipal que contém a bacia.

Os dados vetoriais utilizados na delimitação das áreas e na confecção dos mapas foram obtidos por meio do Sistema de Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido Brasileiro (SISGAB), assim como junto ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

### 3.3. *Software* de Geoprocessamento

Os *Softwares* aplicados na pesquisa foram o *Erdas Imagine 9.9*, *software* para processamento de imagem (reamostragem de bandas, empilhamento, mosaicação e cálculo de índices) e QGIS, versão 2.14.12, com o auxílio do *plugin Semi-Automatic Classification*, que permite a classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto, fornecendo ferramentas para download, pré-processamento e pós-processamento de imagens.

### 3.4. Imagens de Satélite e Processamento

As imagens orbitais dos satélites Landsat 5 Landsat 8, selecionados para a realização do estudo, foram adquiridas mediante consulta aos arquivos do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). As imagens foram selecionadas inicialmente a partir do recobrimento de nuvens, que é recorrente na região e dificulta a análise da cobertura do solo, e adequada qualidade radiométrica.

Para assegurar o recobrimento da bacia do Rio Ipanema, foram selecionadas imagens do sensor TM, que está a bordo do Satélite Landsat 5 e do OLI e TIRS a bordo do satélite Landsat 8. As imagens obtidas para recobrimento da área de estudo foram:

**Tabela 3 - Dados das imagens de satélite utilizadas na pesquisa**

<b>Órbita</b>	<b>Pontos</b>	<b>Satélite</b>	<b>Imagem</b>
		Landsat 5	01/12/1998
215	66 e 67	Landsat 5	17/10/1999
		Landsat 8	10/12/2013
		Landsat 8	14/11/2015

Fonte: o autor.

Os sensores a bordo dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 foram escolhidos para o desenvolvimento deste trabalho por apresentar uma satisfatória resolução espacial (30 m), considerando o tamanho da área de estudo e a disponibilidade das informações. Apesar do grande número de imagens, as imagens foram selecionadas em meses próximos para evitar a influência das estações climáticas e para favorecer o baixo recobrimento de nuvens.

As imagens são obtidas em bandas e alguns procedimentos foram realizados para que fosse possível realizar a análise dos dados. No caso do Landsat 5, a banda 6 possui uma resolução espacial de 120 metros que é diferente das demais, que são de 30 metros, por isso foi necessário realizar a reamostragem dessa banda. Esse procedimento foi realizado para compatibilizar a resolução dessa banda com as demais.

O procedimento foi realizado com o auxílio do *software Erdas Imagine 9.2* através da ferramenta *Mosaic Tool*, o programa apresenta a característica da banda e permite sua adequação, possibilitando posterior empilhamento das bandas.

Para aplicação dos algoritmos específicos foram aplicadas bandas equivalentes dos satélites, conforme tabela 4:

**Tabela 4 - Bandas equivalentes dos satélites utilizados na pesquisa**

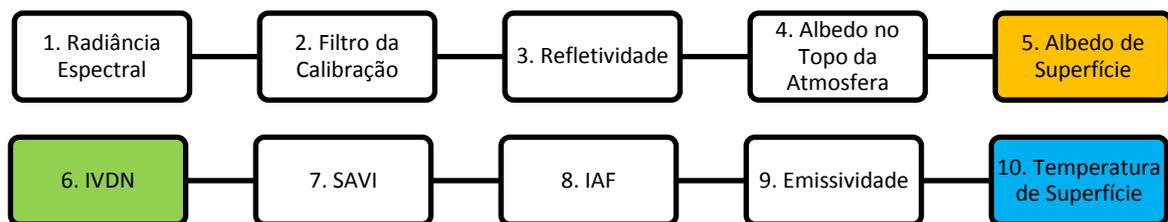
<b>Landsat 5</b>	<b>Landsat 8</b>
Band 1 – Blue	Band 2 – Blue
Band 2 – Green	Band 3 – Green
Band 3 – Red	Band 4 – Red
Band 4 - Near Infrared (NIR)	Band 5 - Near Infrared (NIR)
Band 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	Band 6 - Shortwave Infrared (SWIR) 1

Band 6 – Thermal	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1
Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2

Fonte: o autor.

Nas demais etapas foram aplicados algoritmos para cálculo do albedo de superfície, IVDN e temperatura de Superfície, seguindo o processo descrito abaixo.

**Figura 3** – Processo para cálculo das imagens com os índices do estudo



Fonte: o autor.

A aplicação do algoritmo para determinação das variáveis é progressivo, conforme descrito no fluxograma, o desenvolvimento das etapas de 1 a 5 vão apresentando resultados a serem reaplicados para a fase posterior. Para a obtenção do IVDN, etapa 6, o algoritmo analisa o resultado da refletividade de algumas bandas, conforme será descrito no item 2.6. A partir dos dados de IVDN as demais etapas também são progressivas, onde cada etapa determina um índice distinto e necessário para o avanço até a obtenção da temperatura de superfície.

### 3.5. Albedo Superficial

Para gerar os valores do albedo superficial ( $\alpha$ ), definido por Allen (2002), deve-se adotar a expressão:

$$\alpha = \frac{\alpha_{TOA} - \alpha_P}{\tau_{sw}} \quad (3.1)$$

Onde:  $\alpha_{TOA}$  - é albedo no topo da atmosfera,

$\alpha_P$  - corresponde ao espalhamento atmosférico antes da radiação atingir a superfície e

$\tau_{sw}$  - corresponde a transmitância atmosférica para dias de céu claro.

Para o espalhamento atmosférico ( $\alpha_p$ ), com base em Bastiaanssen (2000), o valor adotado deve ser igual a 0,03, devido a semelhança das características atmosféricas. A transmitância atmosférica, segundo Allen (2002), está relacionada a duas constantes apresentadas na fórmula 3.2 e com a variação de valor proporcional a altitude de cada pixel, por isso foi adotado que:

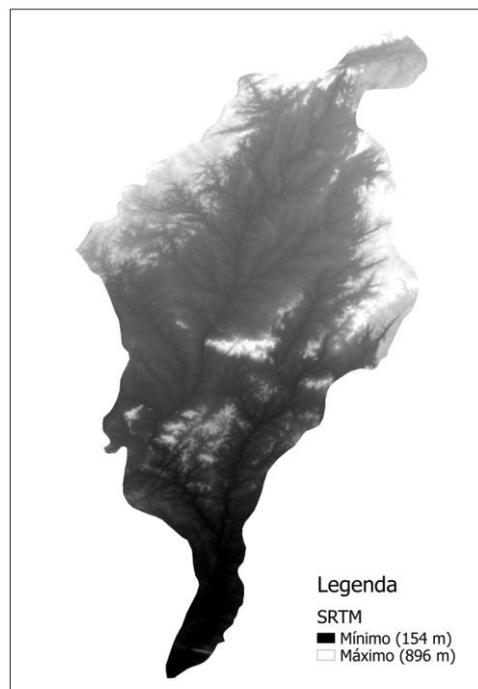
$$\tau_{sw} = 0,75 + 0,00002 \times Z \quad (3.2)$$

Onde:  $Z$  é a altitude de cada *pixel* da imagem.

Para melhores resultados foram adotadas as imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) adquiridas junto ao Serviço Geológico dos Estados Unidos, com resolução espacial de 30 m.

Para área de estudo foram utilizadas quatro cenas, diferentemente das imagens do Landsat que cobrem a área de estudo com apenas duas cenas, para a composição do *mosaico* e, logo após, o recorte com as dimensões da bacia. Conforme destacado na figura 4, os valores máximo e mínimo adotados para  $Z$  foram, respectivamente, 896 m e 154 m.

**Figura 4** – SRTM da área da bacia



Fonte: o autor.

Segundo Tasumi, Allen e Trezza (2008), a expressão a seguir define os valores do albedo no topo da atmosfera que foram utilizados no cálculo do albedo de superfície, onde:

$$\alpha_{TOA} = \sum (\omega\lambda\rho\lambda) \quad (3.3)$$

Onde:

$\rho\lambda$  – Reflectância das bandas 1 a 5 e 7.

Entretanto, com aplicação de satélites distintos para a obtenção do albedo de superfície, os coeficientes de peso ( $\omega\lambda$ ) adotados para cálculo do albedo no topo da atmosfera a partir de Ruhoff, Novo e Rocha (2015), são específicos para os dois satélites. A tabela 5 apresenta os valores sugeridos pelo autor:

**Tabela 5** – Coeficientes de peso ( $\omega\lambda$ ) para o Landsat 5 e Landsat 8

	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
LANDSAT 5 TM	0,293	0,274	0,233	0,157	0,033	0,011
LANDSAT 8 OLI	0,300	0,276	0,233	0,143	0,035	0,012

Fonte: Ruhoff, Novo e Rocha (2015).

### 3.6. Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (IVDN)

O IVDN, que pode fornecer informações sobre densidade de vegetação, foi calculado a partir da utilização das bandas 3 e 4 para o Landsat 5, conforme Farah e Bastiaanssen (2001):

$$IVDN = \frac{\rho IV - \rho V}{\rho IV + \rho V} \quad (3.4)$$

Onde:  $\rho IV$  e  $\rho V$  são as reflectâncias planetárias espectrais para as bandas TM 4 e 3, respectivamente, geradas pelo satélite Landsat 5. Para o satélite Landsat 8 as bandas equivalentes são: banda 4 - red e banda 5 - *Near Infrared* (NIR).

O *software* QGIS dispõe de uma ferramenta para classificação das imagens com a possibilidade de atribuir *pseudo*-cores possibilitando construir imagens classificadas em cinco

categorias com números de *pixels* divididos proporcionalmente pelas categorias criadas pelo programa.

### 3.7. Temperatura de Superfície

Para o cálculo da temperatura de superfície, Allen (2002) adota a expressão:

$$T_s = \frac{K_2}{\ln[(\epsilon_{NB}K_1/L_{\lambda,6}) + 1]} \quad (3.5)$$

Onde: K1 e K2 são constantes dos satélites utilizados,  $\epsilon_{NB}$  a emissividade e  $R_c$  a radiância espectral da banda termal. Cabe ressaltar que, assim como no IVDN, as bandas utilizadas para o cálculo da temperatura de superfície são diferentes para os satélites utilizados. Para o Landsat 5 a banda termal é a banda 6 e para o Landsat 8 é a banda 10.

### 3.8. Dados Meteorológicos

O Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) não dispõe de informações para as cidades que estão inseridas na bacia do Rio Ipanema, entretanto dispõe de dados para três cidades que circundam a área de estudo. As cidades de Arco Verde/PE, Pão de Açúcar/AL e Palmeira dos Índios/AL apresentavam dados para os meses das imagens de satélite escolhidas.

**Figura 5** – Cidades com dados meteorológicos disponíveis e utilizados na pesquisa



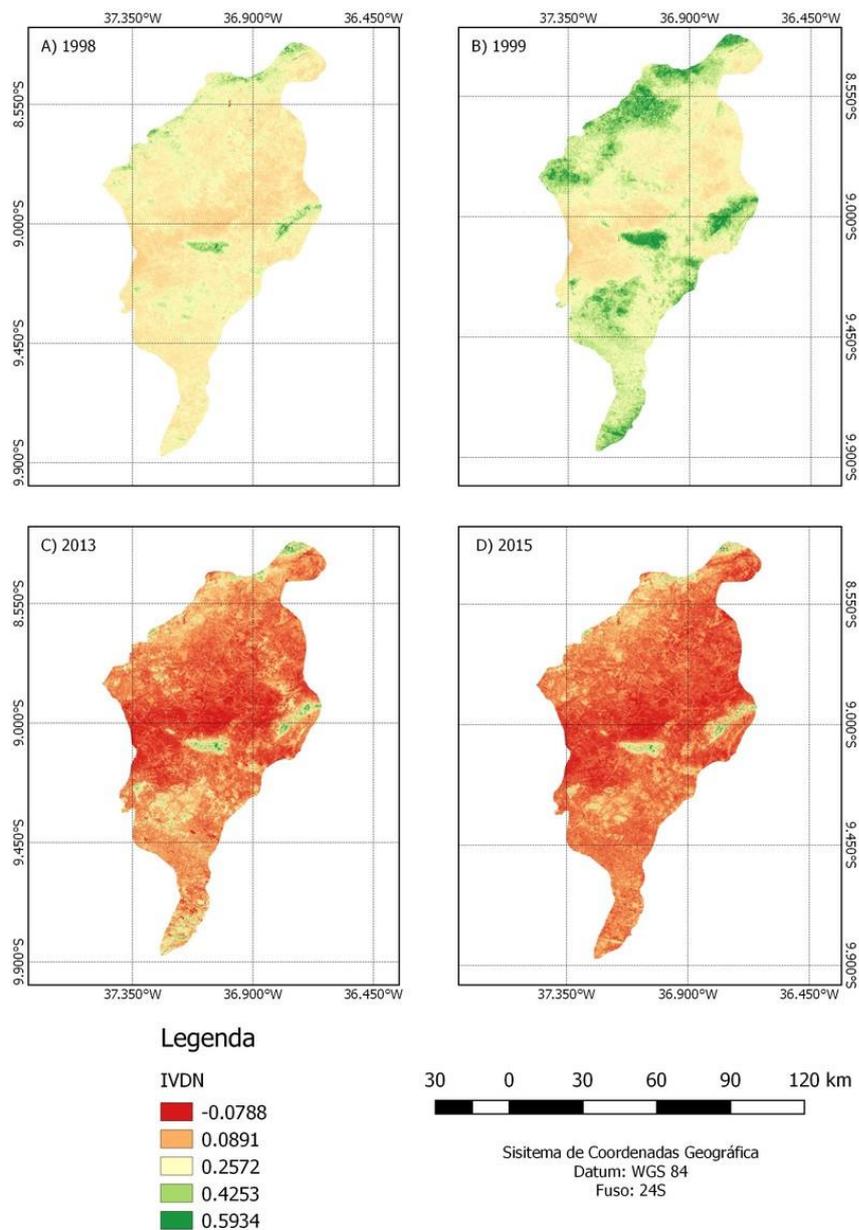
Fonte: o autor.

Os dados retirados do BDMEP são referentes a dez dias antes das imagens trabalhadas (Apêndice A, B, C e D - Dados Meteorológicos). Os dados são de precipitação, umidade relativa e temperatura média e foram selecionados os dez dias anteriores, pois, a caatinga apresenta mudança rápida em sua folhagem devido a ocorrência de precipitação.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 6 apresenta os mapas com os índices de vegetação obtidos através da aplicação dos algoritmos de interpretação de imagens, para os quatro anos em estudo, classificados a partir do software QGIS em cinco classes de dados com intervalos proporcionais.

**Figura 6** – IVDN calculado para os anos 1998, 1999, 2013 e 2015



Observa-se que o desmatamento avançou durante os anos, conforme observado na figura 6, onde, o índice de vegetação tem valores positivos com a escala de cores avançando de marrom, para valores próximos a zero (solo exposto) a valores maiores representados na escala com a cor verde (vegetação).

Em 1998, a predominância de áreas com valores de IVDN positivos e próximos de zero é considerável e no ano seguinte têm-se um incremento na área vegetada, DN maiores que 0,2. Entretanto, nos demais anos analisados (2013 e 2015) se observa uma redução vultosa nas áreas vegetadas. Apenas pela análise visual, proporcionada pela classificação realizada, é possível constatar que o desmatamento avançou na área de estudo.

Apesar da realização da classificação automática executada no *software* demonstrar as alterações visuais, ela pode ocultar ou ressaltar padrões diferentes do real. Na classificação supervisionada é possível formatar feições e tornar detalhes mais visíveis, por exemplo o curso de um rio, mas a classificação realizada pelo *software* é trabalhada em cima dos valores dos *pixels* e suavizada para melhorar a apresentação da imagem.

Entretanto, para minimizar qualquer discrepância apresentada nas imagens, foi realizada uma nova classificação de acordo com os dados analisados e da consulta dos atributos dos *pixels*, definiu-se uma nova classificação. De acordo com a consulta dos atributos das imagens do IVDN, com o auxílio de uma imagem com realce para identificar feições (composição RGB) nas localidades da área de estudo e, sabendo ainda, que cada vegetação e cada solo tem uma resposta específica para esse tipo de análise, optou-se por definir a escala especificada na tabela 6:

**Tabela 6** – Classificação dos atributos dos *pixels*

<b>Intervalos</b>	<b>Classificação</b>
< 0	Corpos d'água
0 - 0,2	Solo Exposto
0,2 - 0,3	Vegetação - Baixa Densidade
0,3 - 0,4	Vegetação - Média Densidade
> 0,4	Vegetação - Alta Densidade

Fonte: o autor.

A partir da classificação definida foi possível tabular os valores dos *pixels* para realizar a comparação entre os anos em estudo, conforme a Figura 7. Para o ano de 1998 a maior área classificada é de vegetação de baixa densidade com 4.663,09 km<sup>2</sup>, em 1999 as áreas vegetadas (IVDN > 0,2) aparecem em maiores áreas do que os demais anos, 6.676,14 km<sup>2</sup>. Para os anos de 2013 e 2015, as áreas com solo exposto aparecem, respectivamente, com 4.648,25 km<sup>2</sup> e 4.415,31 km<sup>2</sup>. Para as áreas vegetadas (IVDN > 0,2) a variação para esses dois anos foi de 581,97 km<sup>2</sup> em 2013 e de 257,09 km<sup>2</sup> em 2015.

**Figura 7 – IVDN calculado e classificado**



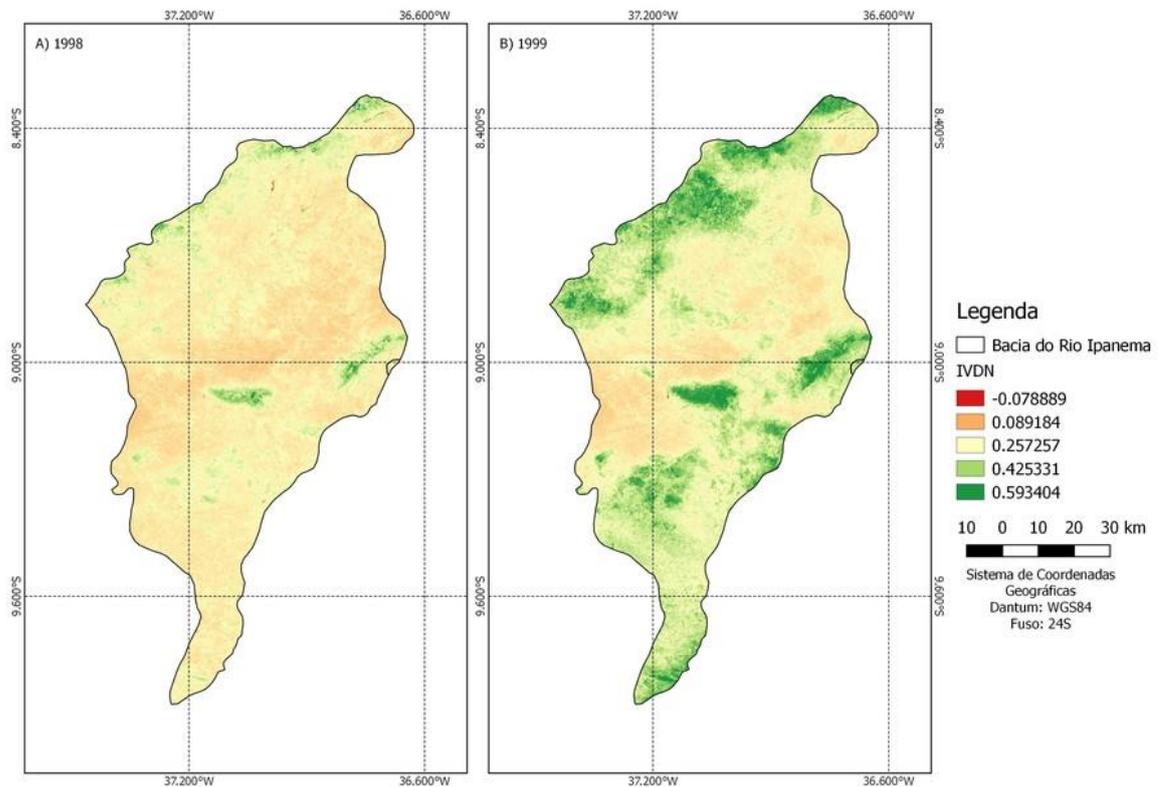
Fonte: o autor.

Observa-se que levando em consideração que os valores de IVDN próximos a zero representam valores de solo exposto, zona urbana e estradas, os de IVDN para os anos de 1998 e 1999, representam grandes áreas vegetadas e com uma variação considerável. Onde em 1999 a área vegetada é muito superior do que em 1998.

Em 1998 havia 67,91% da área da bacia com a resposta de IVDN superior a 0,2, ou seja, com vegetação presente. Mas, o valor mais representativo para área vegetada foi para o índice que representa vegetação de baixa densidade (0,2 a 0,3). Para o ano de 1999, 87,31% com valores nesse mesmo intervalo. Mas vale ressaltar que a diferença entre esses anos está

também relacionada às variações entre os índices. Notável a que no ano de 1999 apresenta valores maiores entre as classes de IVDN mais altas. Ou seja, para esse ano houve uma presença maior de vegetação com densidade de média a alta, conforme se observa na figura 8:

**Figura 8** – IVDN para os anos de 1998 e 1999



Fonte: o autor.

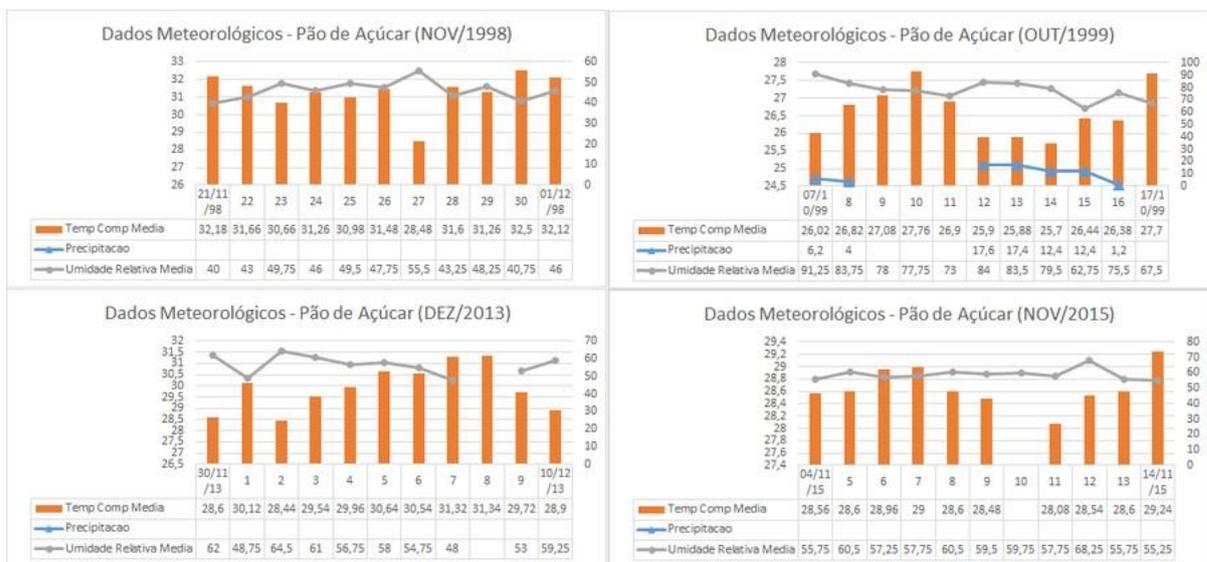
Observa-se na figura 7 que as classes de vegetação estão divididas de baixa densidade a alta densidade, respectivamente, e transformando as áreas em porcentagens, pode-se inferir que estão variando de 60,97% (0,2 a 0,3), 5,49% (0,3 a 0,4) e 1,44% (maiores que 0,4). Já para o ano de 1999, os valores foram menos discrepantes, ou seja, os valores variaram para as mesmas classes de 47,57% (0,2 a 0,3), 22,82 (0,3 a 0,4) e 16,91% (maiores que 0,4).

Com a dificuldade da obtenção dos dados de precipitação das cidades no interior da bacia, encontrou-se dados em cidades circunvizinhas. Ficou evidente que, conforme exposto nas imagens 9,10 e 11, o ano de 1999 é o ano com ocorrência de precipitação nos dias anteriores a passagem do satélite e por isso apresentou maiores áreas com IVDN maiores do que 0,2.

O valor de solo exposto - solo sem cobertura vegetal, área urbana e estradas – entre os anos de 1998 e 1999, apresentou uma diminuição de 19,38%. Os valores de solo exposto em 1998 e 1999, são de 32,07% e 12,69%, mas com clara evidência da influência da precipitação na saúde da vegetação, conseqüentemente, houve uma diminuição nas áreas de solo exposto.

Os dados analisados para a cidade de Pão de Açúcar/AL, nos dez dias que antecedem a passagem do satélite, apresentou um acumulado de 71,2 mm em 1999 e temperatura média de 26,48°C e umidade relativa média de 78,90%. Destacou-se, ainda, o ano de 1998, que apresentou uma umidade relativa média para os dias antecedentes de 46,35%. Para os demais anos não foram registradas ocorrências de precipitação.

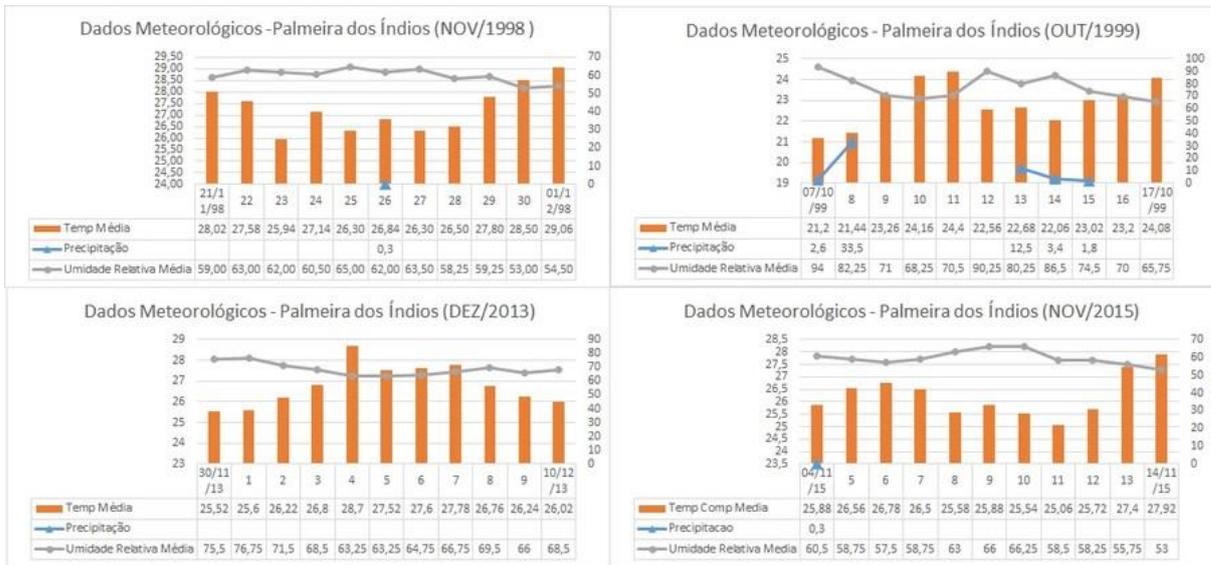
**Figura 9 – Dados Meteorológicos da cidade de Pão de Açúcar/AL**



Fonte: o autor.

Para a cidade de Palmeira dos Índios/AL, os dados apresentaram a mesma característica que para a cidade de Pão de Açúcar e possuem um acumulado de precipitação de 53,8 mm em 1999 e duas pequenas ocorrências em 1998 e 2015, com 0,3 mm. A umidade relativa média de 78,75% e a temperatura média de 22,79 °C, para os dez dias antecedentes a datas das imagens, também apontaram para o ano de 1999 com melhores condições climáticas para a saúde da vegetação.

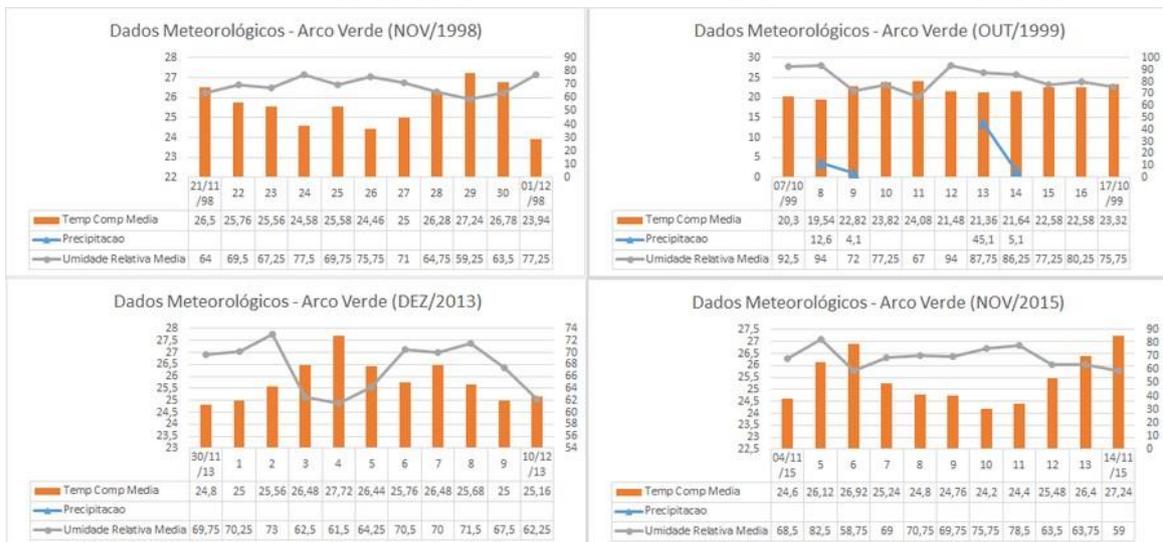
**Figura 10 – Dados Meteorológicos da cidade de Palmeira dos Índios/AL**



Fonte: o autor.

No estado de Pernambuco, porção norte da bacia, registrou-se um acumulado de precipitação de 66,9 mm na cidade de Arco Verde em 1999. Assim como nas demais cidades a temperatura média e a umidade relativa média foi de 22,05°C e 82,82%, respectivamente, mostrando condições mais favoráveis do que os demais anos em estudo.

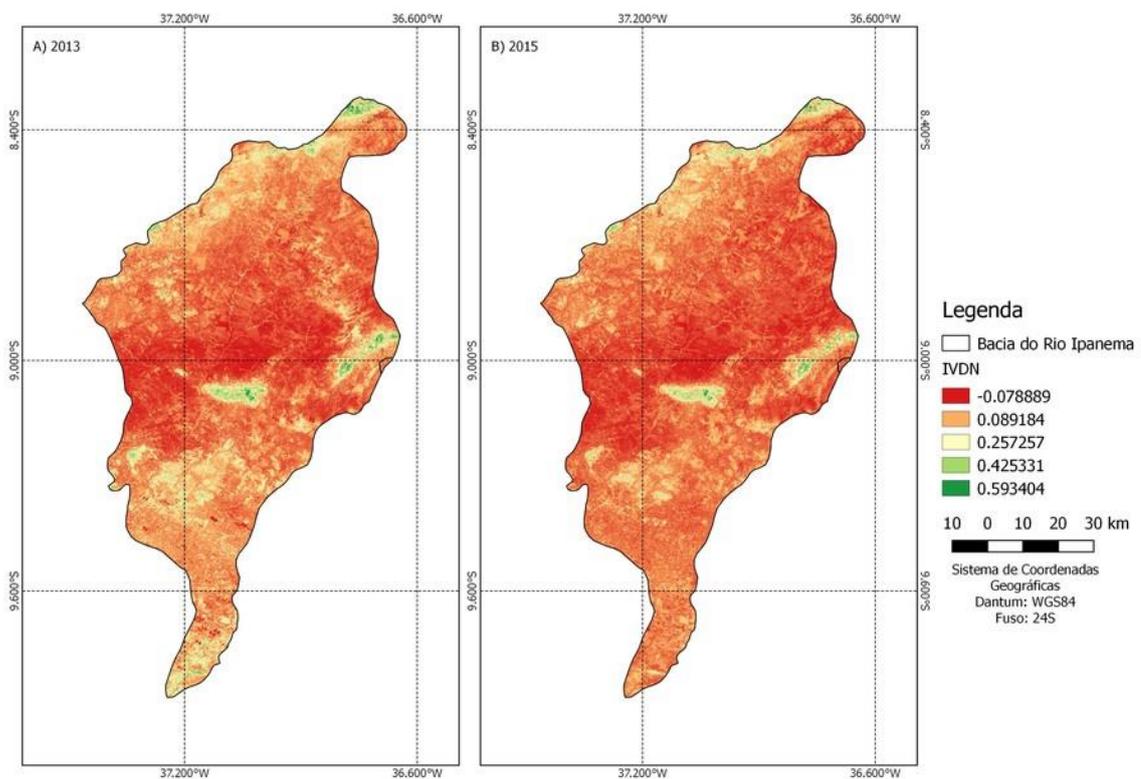
**Figura 11 – Dados Meteorológicos da cidade de Arco Verde/PE.**



Fonte: o autor.

Para os anos de 2013 e 2015 os índices apresentaram médias das classes com vegetação inferiores aos anos 1998 e 1999. Para o ano de 2013, registrou-se IVDN com índices de vegetação maiores que 0,2 de 7,61% e para o ano de 2015 de 3,36%. Durante esses anos, conforme os dados pluviométricos (figuras 9, 10 e 11), as cidades não apresentaram ocorrência de chuva nos dez dias anteriores à passagem do satélite.

**Figura 12 – IVDN para os anos de 2013 e 2015**



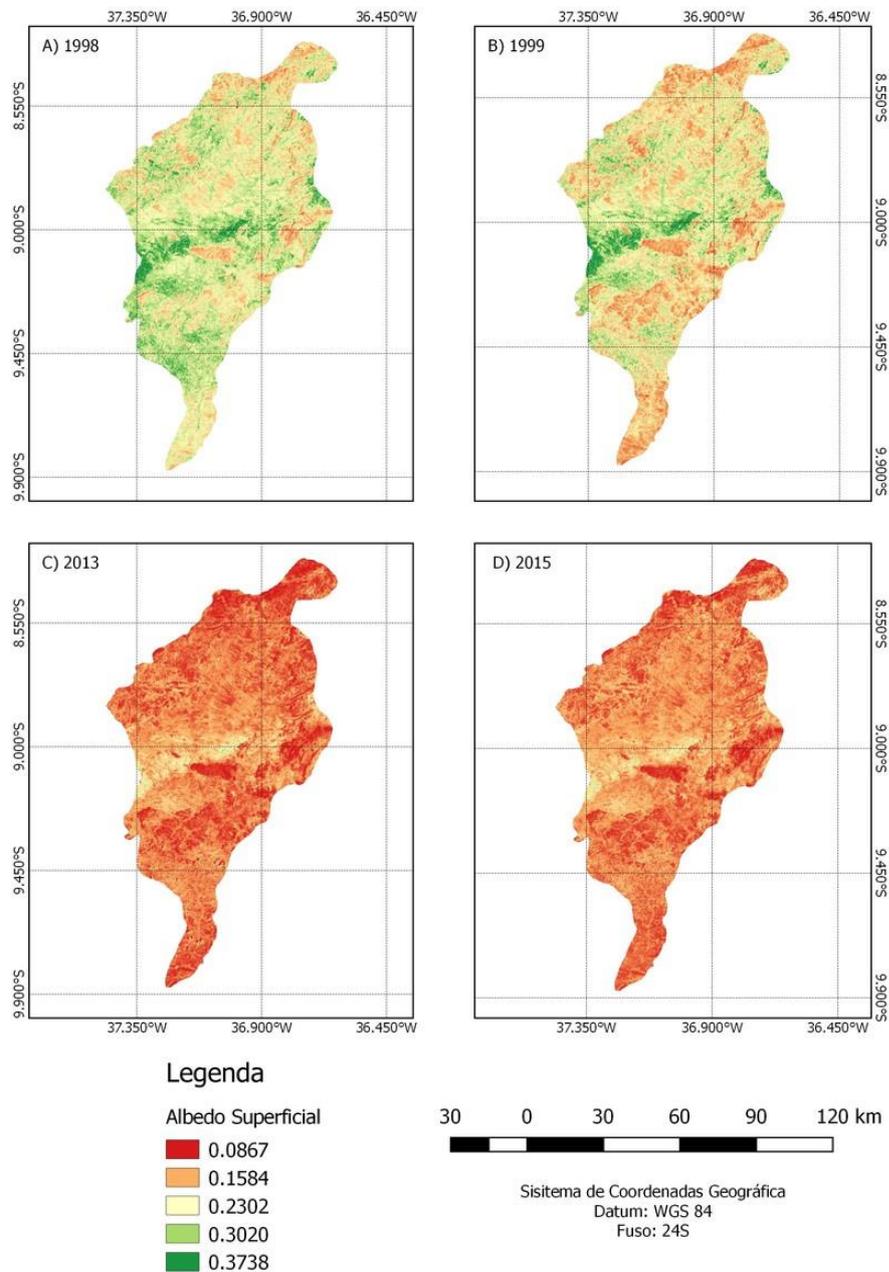
Fonte: o autor.

O albedo encontrado para os anos em análise apresentou características proporcionais aos índices de vegetação encontrados, entretanto, para os dois últimos anos analisados, a resposta acompanhou características específicas.

Os anos de 1998 e 1999 apresentaram o albedo proporcional aos índices de vegetação. Nas porções da bacia em que a vegetação estava presente à absorção de energia foi maior do que para as áreas em que se obteve uma reflexão maior, nesse caso, solo exposto, zona urbana, entre outros. Os índices variaram entre 0,05 e 0,64, para 1998, e entre 0,07 e 0,60, para 1999.

Nos anos de 2013 e 2015 se observou uma resposta melhor do albedo, ou seja, valores mais próximos de zero. Os índices variaram com valores mínimos e máximos entre 0,05 e 0,59, para 2013, e entre 0,06 e 0,31, para 2015. Pode-se observar na figura 13 que os valores do albedo obtidos nos anos de 2013 e 2015 são mais próximos de zero do que os dos anos de 1998 e 1999.

**Figura 13** – Albedo superficial calculado para os anos de 1998, 1999, 2013 e 2015



Fonte: o autor.

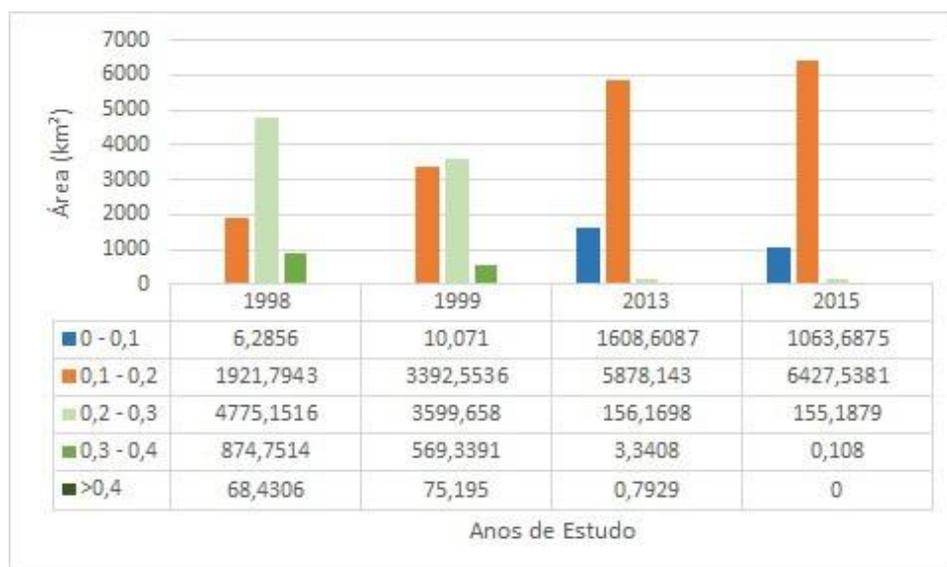
A vegetação apresenta maior absorção de energia do que o solo exposto, entretanto, apesar de se constatar uma maior área vegetada nos anos de 1998 e 1999, o albedo apresentou maior absorção nos anos em que a vegetação está mais escassa.

Cabe ressaltar que, conforme observado na figura 7, a presença dos valores menores que zero aparecem em maiores áreas, ou seja, a presença de corpos d'água ou solo úmido conferem essa característica inversa aos dados analisados do albedo. Para os anos de 1998 e 1999 os valores de albedo estão relacionados a presença de vegetação e para os anos de 2013 e 2015 os valores estão relacionados com as áreas de IVDN menores que zero (solo úmido ou corpos d'água).

Para o albedo de superfície, os índices encontrados variam de 0,05 a 0,64, onde se observa na figura 14 que há uma área maior com albedo variando entre 0 e 0,2 nos anos de 2013 e 2015 e há uma resposta diferente entre os anos de 1998 e 1999, onde o albedo, variando entre 0,1 e 0,3, está presente em áreas maiores do que as outras classificações.

O ano de 1998 apresenta uma área de 4.774,15 km<sup>2</sup> para o índice que varia de 0,2 a 0,3 e em 1999 uma área de 3.599,65 km<sup>2</sup> para esse mesmo intervalo. Para os anos de 2013 e 2015, as áreas variaram de 5.878,14 km<sup>2</sup> para 6.427,53 km<sup>2</sup>, onde representam maior incidência para os índices que variam de 0,1 a 0,2.

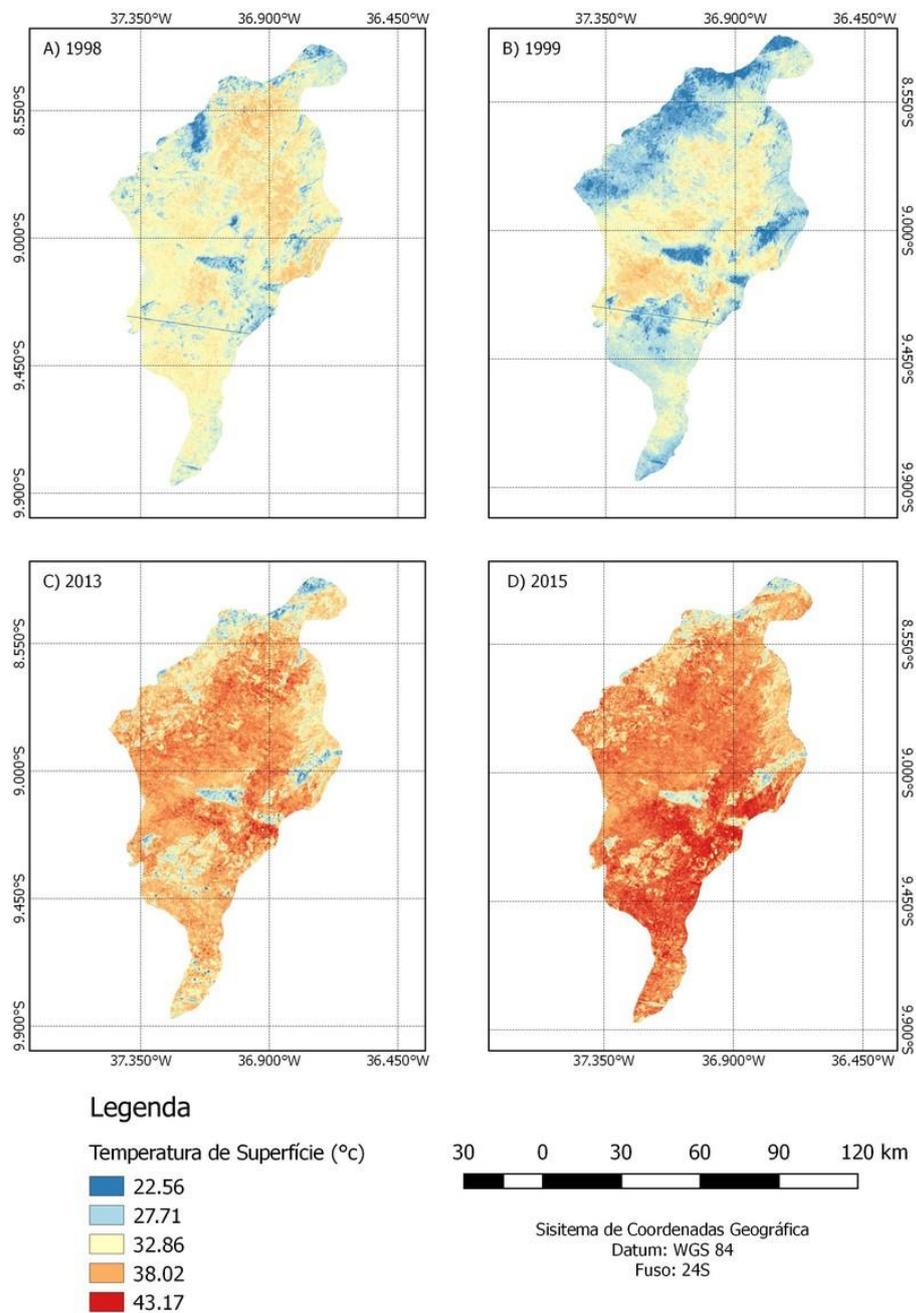
**Figura 14** – Albedo calculado e classificado



Fonte: o autor.

A consequência do desmatamento tem relação direta com a disponibilidade de recursos naturais, proteção do solo e outras variáveis. Como se pode observar na figura 15, houve alteração na temperatura de superfície.

**Figura 15** – Temperatura de Superfície Calculada para os anos 1998, 1999, 2013 e 2015



Fonte: o autor.

Os registros calculados para os anos de estudo apresentam resultados inversamente proporcionais aos dos calculados para a vegetação. Para os anos em que se verificou maiores áreas vegetadas, as temperaturas foram mais amenas e para os anos com menores áreas de vegetação, as temperaturas foram mais elevadas.

Os dados variaram conforme a tabela 7:

**Tabela 7** – Variação da temperatura de superfície (°C)

	1998	1999	2013	2015
Mínima	24,95	22,56	27,33	30,08
Maxima	36,22	35,80	41,16	43,17

Fonte: o autor.

Assim, como apontado nos anos de análise dos valores apresentados nas séries históricas de dados, a temperatura média mais baixa encontrada foi para o ano de 1999 e confirmado pela análise dos dados de temperatura de superfície.

## 5. CONCLUSÕES

Baseado nas informações do IVDN e especificados pelos valores médios dos anos de 1998, 1999, 2013 e 2015, respectivamente, 0,23, 0,31, 0,05 e 0,03, evidencia-se que o ano de 1999 possui uma cobertura vegetal superior aos demais anos e que, comparando os anos analisados, o desmatamento avançou abruptamente na região de estudo. Fazendo a diferença entre os anos de 1998 e 2015, existe uma diferença de 64,55% da área de vegetação, ou seja, um aumento brusco do desmatamento na região.

Para o albedo de superfície, destacam-se as menores médias nos anos com menores índices de vegetação. Em 2013 e 2015, os valores médios do albedo foram 0,13 e 0,14, influenciados pelos índices de vegetação abaixo de zero, que indicam a provável presença de corpos d'água ou solo úmido, baseado no resultado apresentado para a análise de IVDN. Para os anos de 1998 e 1999, o albedo apresentou médias de 0,24 e 0,22, menos influenciadas pela presença de valores de IVDN abaixo de zero, mas proporcionais aos índices de vegetação, onde em 1999, com áreas maiores de vegetação, consegue absorver mais energia do que 1998.

As temperaturas médias foram 1998, 32.21°C, 1999, 30.23°C, 2013, 36.33°C, e 2015, 38.46°C, onde, a menor média encontrada foi para o ano com maior área vegetada, o que implica na influência da vegetação sobre a manutenção da temperatura na área de estudo.

O sensoriamento remoto se apresenta como uma ferramenta de grande aplicação para a avaliação do uso e ocupação do solo para o local e para os anos em análise observa-se uma tendência acentuada de desmatamento. Proporcionalmente, analisa-se que a temperatura registrada nas estações meteorológicas sofreu um incremento considerável e que o registro de chuvas incide diretamente na saúde da vegetação, conforme demonstrado pelas análises realizadas para os anos em questão.

## SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Para futuros trabalhos que se obtenham dados meteorológicos de cidades no interior da bacia do Rio Ipanema para auxiliar na validação dos dados obtidos por sensoriamento remoto.

Observou-se a necessidade da classificação supervisionada para o mosaico das imagens para facilitar a interpretação dos intervalos do IVDN. Conforme visto na discussão, em 2013 e em 2015 o índice de vegetação menor do que zero sugere a presença de solo úmido e corpos d'água, no entanto, não ficou claro nos mapas de classificação a presença dessas áreas.

A execução de pesquisa sobre alterações ocorridas durante anos passados extingue a possibilidade de acompanhar as alterações de características desse local, que é uma característica de trabalhos realizados com sensoriamento remoto. Mas a possibilidade de analisar, em campo, áreas específicas da bacia para o acompanhamento do procedimento realizado em laboratório com o objetivo de correlacionar a classificação supervisionada com dados de superfície engrandeceria ainda mais o estudo.

## 6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. APAC. Bacia do Rio Ipanema. 2016. Disponível em: [http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page\\_id=5&subpage\\_id=16](http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=16). Acesso em: 2 out. 2016.

AGUIAR, Antonia Elisângela Ximenes; OLIVEIRA, Ícaro de Paiva; CRUZ, Maria Lúcia Brito da. Degradação ambiental/ Desertificação na região de Canindé- CE: análise e mapeamento espectro-temporal a partir de imagens LANDSAT. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6. Seminário Ibero Americano de Geografia Física, 2. Universidade de Coimbra, Maio 2010. Disponível em: [http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/antonia\\_degrad](http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/antonia_degrad).

ALLEN, R. Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL). August 2012, Version 1.0. Disponível em: <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=5635f25060614b180d8b4567&assetKey=AS:290936253894656@1446376016229>.

AQUINO, Lucimeire Brandão Carlonga de; PADOVANI, C. R. Evolução do desmatamento no Planalto de Corumbá pela análise de imagens de satélite. Corumbá, Embrapa Pantanal, 2005. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP62.pdf>.

ARAÚJO, Taciana Lima. **Estimativa da temperatura e do saldo de radiação à superfície terrestre em Maceió-AL utilizando imagens TM/LANDSAT**. 2006. 88 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Universidade Federal de Alagoas, Maceió. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/862/1/TacianaLimaAraujo.pdf>.

BASTIAANSSEN, W. G. M. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. **Journal of Hydrology**, Volume 229, Issue 1, p. 87-100, 2000.

BRAGA, B. et al. Introdução a Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRAGA, Célia Campos et al. Determinação do albedo e índice de área foliar usando o sensor TM / LANDSAT 5 . In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** Natal, 2009. Disponível em:

<<http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.14.13.54/doc/935-942.pdf>>.

Acesso em: 5 jan. 2017.

CANDIDO, Humberto Goes. **Degradação ambiental da bacia hidrográfica do Rio Uberaba/ MG. 2008.** 96 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal)- Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/d/2805.pdf>.

EPIPHANIO, José Carlos Neves. Satélites de sensoriamento remoto. São José dos Campos: DSR INPE, 2002. Disponível em: [http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/capitulo\\_2.pdf](http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/capitulo_2.pdf). Acesso em: 15 out. 2016.

FARAH, H. O.; BASTIAANSSEN, W. G. M. Impact of spatial variations of land surface parameters on regional evaporation: a case study with remote sensing data. *Hydrological Processes*, Himarisha Naivasha, v. 15, n. 9, p. 1585–1607, 2001. Disponível em: <https://www.imarisha.le.ac.uk/scientific-publication/remote-sensing/269>.

GUERRA, Maria Daniele Freire; SOUZA, Marcos José Nogueira de; LUSTOSA, Jacqueline Pires Gonçalves. Desertificação em áreas semiáridas do nordeste brasileiro: o caso do município de Jaguaribe, Ceará. **Revista de Geografia**, Especial, n. 2, p. 67–80, set. 2010. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/346/308>>.

FERNANDES, Jessicleide Dantas; MEDEIROS, Anna Jacinta Dantas de. Desertificação no Nordeste: Uma aproximação sobre o fenômeno do Rio Grande Norte. **Holos**, Ano 25, Vol. 3, p. 147-161, 2009. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/265/275>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico de uso da terra. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Desmatamento. 2016. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/desmatamento>>. Acesso em: 23 out. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Desmatamento da caatinga. 2016. Disponível em: <[http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=3895](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3895)>. Acesso em 20 de jan. 2016.

LOPES, Fabrício Marcos Oliveira; VALERIANO, Dalton de Morrison. Validação do albedo da superfície terrestre obtido dos dados do sensor MODIS em regiões montanhosas . In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. **Anais...** Florianópolis, 21-26 abr. 2007, INPE, p. 2805–2812, abr. 2007. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.18.33/doc/2805-2812.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

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

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de (org.). Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>.

MENEZES, Sady Júnior Martins da Costa de et al. Evapotranspiração regional utilizando o SEBAL em condições de relevo montanhoso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. **Anais...** Florianópolis, 21-26 abr. 2007, INPE, p. 3475 – 3482. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.06.13.38/doc/3475-3482.pdf>>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Biomas Brasileiros. 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas>>. Acesso em: 8 out. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Caatinga. 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 16 out. 2016.

MORAES, Elisabeth Caria et al. Fundamentos de sensoriamento remoto. In: Agência Espacial Brasileira, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. Disponível em: <[http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1\\_ECMoraes.pdf](http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1_ECMoraes.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2016.

PEIXOTO, Eduardo de Almeida Guimarães. **Estimativa do balanço de energia na bacia do baixo Jaguaribe utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. 2009. 72 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Universidade Federal de Alagoas, Maceió. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/879/1/Dissertacao\\_EduardodeAlmeidaGuimaraesPeixoto\\_2009.pdf](http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/879/1/Dissertacao_EduardodeAlmeidaGuimaraesPeixoto_2009.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2017.

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

PIRES, Erika Gonçalves; FERREIRA JÚNIOR, Laerte Guimarães. Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8 . SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17 - SBSR, **Anais...** João Pessoa, Abril 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1671.pdf>>.

PONZONI, Flávio Jorge. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: diagnosticando a vegetação. INPE, São José dos Campos, 2002. Disponível em: <[http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.13.11/doc/CAP8\\_FJPonzoni.pdf](http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.13.11/doc/CAP8_FJPonzoni.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2016.

RUHOFF, Anderson Luis; NOVO, Bernardo Barbosa da; ROCHA, Humberto Ribeiro da. Determinação da irradiância solar no topo da atmosfera para cálculo do albedo e balanço de energia a partir de imagens LANDSAT 8 OLI. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. **Anais...** João Pessoa, , Abril 2015, p. 4495-4502. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0883.pdf>>.

SOUZA, Bartolomeu Israel de; ARTIGAS, Rafael Cámara; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. Caatinga e Desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, jan./abr. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/mercator/v14n1/1984-2201-mercator-14-01-0131.pdf>>.

TASUMI, Masahiro; ALLEN, Richard G.; TREZZA, Ricardo. At-surface reectance and albedo from satellite for operational calculation of land surface energy balance. **Journal of Hydrologic Engineering**, Volume 13, Issue 2, p. 51–63, February 2008. Disponível em:

<[http://www.academia.edu/31353870/At-Surface\\_Reflectance\\_and\\_Albedo\\_from\\_Satellite\\_for\\_Operational\\_Calculation\\_of\\_Land\\_Surface\\_Energy\\_Balance](http://www.academia.edu/31353870/At-Surface_Reflectance_and_Albedo_from_Satellite_for_Operational_Calculation_of_Land_Surface_Energy_Balance)>.

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

**APÊNDICE A – DADOS METEOROLÓGICOS**  
**1998**

Dados do ano de 1998 para as cidades circunvizinhas

Dia	Palmeira dos Índios/AL			Pão de Açúcar/AL			Arco Verde/PE		
	P (mm)	T (°c)	UR (%)	P (mm)	T (°c)	UR (%)	P (mm)	T (°c)	UR (%)
<b>21/11/1998</b>	0	28,02	59,00	0	32,18	40	0	26,5	64
<b>22/11/1998</b>	0	27,58	63,00	0	31,66	43	0	25,7 6	69,5
<b>23/11/1998</b>	0	25,94	62,00	0	30,66	49,7 5	0	25,5 6	67,2 5
<b>24/11/1998</b>	0	27,14	60,50	0	31,26	46	0	24,5 8	77,5
<b>25/11/1998</b>	0	26,30	65,00	0	30,98	49,5	0	25,5 8	69,7 5
<b>26/11/1998</b>	0,3	26,84	62,00	0	31,48	47,7 5	0	24,4 6	75,7 5
<b>27/11/1998</b>	0	26,30	63,50	0	28,48	55,5	0	25	71
<b>28/11/1998</b>	0	26,50	58,25	0	31,6	43,2 5	0	26,2 8	64,7 5
<b>29/11/1998</b>	0	27,80	59,25	0	31,26	48,2 5	0	27,2 4	59,2 5
<b>30/11/1998</b>	0	28,50	53,00	0	32,5	40,7 5	0	26,7 8	63,5
<b>01/12/1998</b>	0	29,06	54,50	0	32,12	46	0	23,9 4	77,2 5

**APÊNDICE B – DADOS METEOROLÓGICOS**  
**1999**

Dados do ano de 1999 para as cidades circunvizinhas

Dia	Palmeira dos Índios/AL			Pão de Açúcar/AL			Arco Verde/PE		
	P (mm)	T (°c)	UR (%)	P (mm)	T (°c)	UR (%)	P (mm)	T (°c)	UR (%)
<b>07/10/1999</b>	2,6	21,2	94	6,2	26,02	91,25	0	20,3	92,5
<b>08/10/1999</b>	33,5	21,44	82,25	4	26,82	83,75	12,6	19,54	94
<b>09/10/1999</b>	0	23,26	71	0	27,08	78	4,1	22,82	72
<b>10/10/1999</b>	0	24,16	68,25	0	27,76	77,75	0	23,82	77,25
<b>11/10/1999</b>	0	24,4	70,5	0	26,9	73	0	24,08	67
<b>12/10/1999</b>	0	22,56	90,25	17,6	25,9	84	0	21,48	94
<b>13/10/1999</b>	12,5	22,68	80,25	17,4	25,88	83,5	45,1	21,36	87,75
<b>14/10/1999</b>	3,4	22,06	86,5	12,4	25,7	79,5	5,1	21,64	86,25
<b>15/10/1999</b>	1,8	23,02	74,5	12,4	26,44	62,75	0	22,58	77,25
<b>16/10/1999</b>	0	23,2	70	1,2	26,38	75,5	0	22,58	80,25
<b>17/10/1999</b>	0	24,08	65,75	0	27,7	67,5	0	23,32	75,75

**APÊNDICE C – DADOS METEOROLÓGICOS**  
**2013**

Dados do ano de 2013 para as cidades circunvizinhas

Dia	Palmeira dos Índios/AL			Pão de Açúcar/AL			Arco Verde/PE		
	P (mm)	T (°c)	UR (%)	P (mm)	T (°c)	UR (%)	P (mm)	T (°c)	UR (%)
30/11/2013	0	25,52	75,5	0	28,6	62	0	24,8	69,75
01/12/2013	0	25,6	76,75	0	30,12	48,75	0	25	70,25
02/12/2013	0	26,22	71,5	0	28,44	64,5	0	25,56	73
03/12/2013	0	26,8	68,5	0	29,54	61	0	26,48	62,5
04/12/2013	0	28,7	63,25	0	29,96	56,75	0	27,72	61,5
05/12/2013	0	27,52	63,25	0	30,64	58	0	26,44	64,25
06/12/2013	0	27,6	64,75	0	30,54	54,75	0	25,76	70,5
07/12/2013	0	27,78	66,75	0	31,32	48	0	26,48	70
08/12/2013	0	26,76	69,5	0	31,34	-	0	25,68	71,5
09/12/2013	0	26,24	66	0	29,72	53	0	25	67,5
10/12/2013	0	26,02	68,5	0	28,9	59,25	0	25,16	62,25

**APÊNDICE D – DADOS METEOROLÓGICOS**  
**2015**

.....

Dados do ano de 2015 para as cidades circunvizinhas

Data	Palmeira dos Índios			Pão de Açúcar/AL			Arco Verde/PE		
	P (mm)	T (°c)	UR (%)	P (mm)	T (°c)	UR (%)	P (mm)	T (°c)	UR (%)
<b>04/11/2015</b>	0,3	25,88	60,5	0	28,56	55,75	0	24,6	68,5
<b>05/11/2015</b>	0	26,56	58,75	0	28,6	60,5	0	26,12	82,5
<b>06/11/2015</b>	0	26,78	57,5	0	28,96	57,25	0	26,92	58,75
<b>07/11/2015</b>	0	26,5	58,75	0	29	57,75	0	25,24	69
<b>08/11/2015</b>	0	25,58	63	0	28,6	60,5	0	24,8	70,75
<b>09/11/2015</b>	0	25,88	66	0	28,48	59,5	0	24,76	69,75
<b>10/11/2015</b>	0	25,54	66,25	0	-	59,75	0	24,2	75,75
<b>11/11/2015</b>	0	25,06	58,5	0	28,08	57,75	0	24,4	78,5
<b>12/11/2015</b>	0	25,72	58,25	0	28,54	68,25	0	25,48	63,5
<b>13/11/2015</b>	0	27,4	55,75	0	28,6	55,75	0	26,4	63,75
<b>14/11/2015</b>	0	27,92	53	0	29,24	55,25	0	27,24	59