

UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO ENGENHARIA DE AGRIMENSURA

CORALINA ARAÚJO MORAIS DE OLIVEIRA

ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE
TEOTÔNIO VILELA/AL ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO REMOTO

RIO LARGO

2018

CORALINA ARAÚJO MORAIS DE OLIVEIRA

**ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE
TEOTÔNIO VIELALVAL ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO REMOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia de Agrimensura do
Centro de Ciências Agrárias, como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Agrimensura.

Orientação: Profa. M.^a Michelle Adelino
Cerqueira

RIO LARGO

2018

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

O48a Oliveira, Coralina Araújo Morais de

Análise temporal da cobertura florestal do município de Teotônio
Viela através do sensoriamento remoto. Rio Largo-AL – 2018.
42 f.; il.; 33 cm

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - TCC em
Engenharia de Agrimensura) - Universidade Federal de Alagoas, Centro
de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

Orientador(a): Profª. Michelle Adelino Cerqueira.

1. Cobertura florestal. 2. Geoprocessamento. 3. Estudos
ambientais. I. Título.

CDU: 528.8(813.5)

CORALINA ARAÚJO MORAIS DE OLIVEIRA

ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE
TEOTÔNIO VILELA/AL ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO REMOTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia de
Agrimensura do Centro de Ciências
Agrárias, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Agrimensura.

Aprovado em: 31/12/2018

BANCA EXAMINADORA:



Prof.a. M.^a Michelle Adelino Cerqueira

Centro de Ciências Agrárias



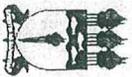
Prof. Dr. Arthur Costa Falcão Tavares

Centro de Ciências Agrárias



Prof.a. M.^a Luciana Lima Araújo

Centro de Ciências Agrárias



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



ATA DE REUNIÃO DE BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 17 (dezesete) dias do mês de dezembro do ano de 2018, às 9h45min (nove horas e 45 minutos), sob a Presidência do(a) Professor(a) Me. Michelle Adelino Cerqueira, em sessão pública na Sala 01 do Bloco 06, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "ANÁLISE TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE TEOTÔNIO VILELA ATRAVÉS DO SENSORIAMENTO REMOTO" da aluna **Coralina Araújo Morais de Oliveira**, sob matrícula **13113658** e CPF **093.912.114-02**, requisito obrigatório para conclusão do Curso de Engenharia de Agrimensura, assim constituída: Profa. Me. Michelle Adelino Cerqueira, CECA/UFAL [Presidente e orientador(a)]; Profa. Me. Luciana Lima Araújo, CECA/UFAL (membro interno) e Prof. Dr. Arthur Costa Falcão Tavares, CECA/UFAL (membro interno). Iniciados os trabalhos, foi dado a cada examinador um período máximo de 30 (trinta) minutos para arguição ao candidato. Terminada a defesa do trabalho, procedeu-se o julgamento final, cujo resultado considerou o candidato **APROVADO**, com média geral 2,5 (DOITO E MEIO). Na oportunidade o candidato foi notificado do prazo de máximo de 30 (trinta) dias, a partir desta data, para entregar à Coordenação do Trabalho de Conclusão de Curso a versão definitiva do trabalho em mídia digital (*compact disk* – CD, devidamente etiquetado) e atestado de cumprimento das exigências da banca examinadora [assinado pelo orientador]. Ainda, deverá apresentar a declaração de que entregou à biblioteca setorial o termo de autorização para disponibilidade no repositório (RIUFAL) e o *compact disk* (CD) contendo o Trabalho de Conclusão de Curso. Sem nos quais esta avaliação se tornará sem efeito, passando o aluno a ser considerado reprovado. Nada mais havendo a tratar, os trabalhos foram encerrados para a lavratura da presente ATA, que depois de lida e achada conforme, vai assinada por todos os membros da Banca Examinadora do Curso Engenharia de Agrimensura do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas.

Rio Largo/AL, 17 de dezembro de 2018.

1º Examinador Michelle Adelino Cerqueira
Prof. Me. Michelle Adelino Cerqueira (Presidente e Orientador)

2º Examinador Luciana Lima Araújo
Prof. Me. Luciana Lima Araújo

3º Examinador Arthur Costa Falcão Tavares
Prof. Dr. Arthur Costa Falcão Tavares (Presidente e Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ter me dado forças para concluir mais uma etapa na minha vida, à minha mãe, Rosana pelos ensinamentos e incentivos durante toda minha trajetória,

A professora e orientadora Michelle Adelino Cerqueira, pelas ideias e grande conhecimento compartilhado. Às minhas amigas, Raissa Andrade, Jéssica Rafaella e Jeyssa Rodrigues, pelo companheirismo e amizade.

Aos amigos que agrimensura me deu: Rebecca Borges, Cassius Matheus, Fernando Amorim, Polyani Vilela, Alexandre Rodriguez, Janaina Rocha, Diego Tavares, Juliana Silva pela amizade e troca de conhecimento ao longo dos anos da graduação.

À Jair Quintela por ter se tornado uma pessoa tão especial na minha vida pelo apoio e paciência em todos os momentos, e por se aventurar comigo nessa nova etapa.

RESUMO

A cobertura florestal tem grande importância para conservação e proteção dos recursos naturais e do solo, além de evitar variação de temperatura na região e também garantir que os ciclos de nutrientes e a biodiversidade não sejam prejudicados. A utilização de imagens de satélite para estudos ambientais viabiliza a obtenção de informações que abrangem extensas áreas de superfície terrestre, dessa forma fornece dados dos objetos de interesse, os quais são extraídos por meio de técnicas de análise visual e processamento digital de imagens. O presente trabalho teve como objetivo comparar áreas de cobertura florestal do município de Teotônio Vilela/AL utilizando imagens de satélite LANDSAT-5 e LANDSAT-8 obtidas em 2011 e 2017. A metodologia foi baseada no processamento digital de imagens utilizando o software de geoprocessamento ArcGIS 10.2.2, onde foram quantificadas as áreas existentes de cobertura florestal no período considerado. Comparando os resultados obtidos na classificação de cobertura florestal, observou-se que houve uma diminuição de 364,15 hectares (1,2%) de cobertura florestal, passando de 3.082,15 hectares (10,3%) no ano de 2011, para 2.718,00 hectares (9,1%) no ano de 2018.

Palavras-chaves: cobertura florestal; geoprocessamento; estudos ambientais.

ABSTRACT

Forest cover is of great importance for the conservation and protection of natural resources and soil, in addition to avoiding temperature variation in the region, it also ensures that the nutrient cycle and biodiversity are not impaired. The use of satellite images for environmental studies are viable ways to obtain information, and they embrace large areas of land, thus providing data of the objects of interest, in which they are extruded through visual analysis and digital processing techniques images. The objective of this study was to compare areas of forest coverage in the municipality of Teotônio Vilela using LANDSAT-5 and LANDSAT-8 satellite images obtained in 2011 and 2017. The methodology was based on digital image processing using the ArcGIS 10.2.2 geoprocessing software, where the existing forest cover areas were quantified during the period considered. Comparing the results obtained from the classification of the images, it was observed that there was a decrease of 364.15 hectares (1.2%) of forest cover, going from 3.082,15 hectares (10.3%) in 2011 to 2,718,00 hectares (9.1%) in the year 2018.

Keywords: forest cover, geoprocessing, environmental studies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema de aquisição de dados.....	16
Figura 2 – Espectro eletromagnético	17
Figura 3 – Esquema da reflectância da água, solo e vegetação	18
Figura 4 – Esquema de sensores passivos e ativos: (A) sistema passivo; (B) sistema ativo	20
Figura 5 - Resolução espacial alta menor que 4 metros.....	21
Figura 6 - Resolução espacial média menor que 20 metros.....	21
Figura 7 - Resolução espacial baixa menor que 30 metros.....	22
Figura 8 – Bandas espectrais.....	23
Figura 9 - Resolução radiométrica: (A) 8 Bits; (B) 11 Bits.....	24
Figura 10 - Satélite Landsat 8	25
Figura 11 - Mapa de localização do Município de Teotônio Vilela/AL	28
Figura 12 - Fluxograma das etapas do processamento	29
Figura 13 - Recorte da área de estudo com imagem de 2011: (A) sobreposição do <i>shapefile</i> sobre o município; (B) recorte das áreas do município Teotônio Vilela.....	31
Figura 14 - Recorte da área de estudo com imagem de 2017: (A) sobreposição do <i>shapefile</i> sobre o município; (B) recorte das áreas do município Teotônio Vilela.....	31
Figura 15 - Critério de interpretação visual em imagem LANDSAT	32
Figura 16 – Gráfico dos resultados em porcentagem para a quantificação das áreas de cobertura florestal, agropecuária, urbano e água para o ano de 2011	36
Figura 17 - Gráfico dos resultados em porcentagem para a quantificação das áreas de cobertura florestal, agropecuária, urbano e água para o ano de 2017	36
Figura 18 – Mapa de cobertura florestal do município de Teotônio Vilela para o ano de 2011 ..	37
Figura 19 – Mapa decobertura florestal do município de Teotônio Vilela para o ano de 2017 ..	38

LISTA DE TABELIAS

Tabela 1 - Resultado em hectare e diferença entre os anos 2011 e 2017 em porcentagem e área..... 35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivos gerais	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Sensoriamento remoto	15
2.2 Radiação eletromagnética	15
2.3 Espectro eletromagnético	16
2.4 Comportamento espectral dos alvos	17
2.5 Sistemas sensores	17
2.5.1 Resolução espacial	19
2.5.2 Resolução espectral	20
2.5.3 Resolução radiométrica	22
2.5.4 Resolução temporal	23
2.6 Programa LANDSAT	24
2.6.1 Landsat 5	24
2.6.2 Landsat 8	24
2.7 Classificação supervisionada	25
2.8 Imagens Landsat aplicadas às análises temporais	26
3. MATERIAIS E METODOS	27
3.1 Área de estudo	28
3.2 Fluxograma	28
3.3 Dados utilizados	29
3.3.1 Imagens	29
3.3.2 Dados vetoriais	29
3.4 Metodologia	30
3.4.1 Recorte das imagens Landsat	30
3.4.2 Classificação supervisionada (Método da máxima Verossimilhança	30
3.4.3 Reprojeção do hemisfério	31
3.4.4 Mapeamento da área de estudo	33
3.4.5 Precisão da classificação	33
4. RESULTADOS E DISCURSÕES	34
5. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
	40

1. INTRODUÇÃO

A expansão das áreas urbanas e rural tornou-se consequência do aumento populacional desenfreado e à busca por moradias. As áreas que antes eram ocupadas por cobertura vegetal, hoje se tornaram edificações, estabelecimentos agropecuários, estradas entre outros. Modificações que comprometem a qualidade ambiental e a vida da população já que a cobertura vegetal protege e conserva o solo, controla a temperatura, assim como a manutenção da biodiversidade e o ciclo de nutrientes (ANDRADE *et al.* 2013).

Para Martins (2001), a falta de planejamento e consequente destruição dos recursos naturais, particularmente das florestas, caracterizam o processo de ocupação do Brasil. Ao longo da história do país, a cobertura florestal nativa, representada pelos diferentes biomas foi sendo fragmentada, cedendo espaço para as culturas agrícolas, as pastagens e as construções das cidades.

Devido à intensidade com que ocorreram derrubadas de florestas nativas pela necessidade de expansão da agropecuária, agravaram-se os problemas ambientais causados pela falta da mesma. As mudanças ocorridas no uso da terra têm provocado efeitos negativos sobre a manutenção da biodiversidade, demonstrando a importância do estudo da situação das massas de cobertura florestal (SOLIMÕES *et al.* 2007).

As transformações da natureza em função da satisfação de necessidades é um processo contínuo e inevitável na história da humanidade. No entanto, quando esses processos se tornam excessivos e de maneira acelerada podem trazer consequências impactantes para os sistemas naturais. A paisagem vai perdendo suas características essenciais, em troca da presença de novos padrões de comportamento trazidos pelas alterações humanas (MORAIS *et al.*, 2013).

Uma ferramenta para a avaliação, mapeamento e monitoramento de áreas verdes são as tecnologias provenientes do sensoriamento remoto que permitem análises de imagens orbitais e o estudo do ambiente terrestre, tornando-se uma alternativa de custo relativamente baixo, para determinadas imagens em função da sua resolução, e altamente precisa, eliminando o uso desnecessário de mão de obra e dispensando deslocamento de pessoal e equipamentos (ANDRADE *et al.* 2013).

As técnicas de sensoriamento remoto são utilizadas desde 1970, para o estudo de recursos naturais, avaliam principalmente as ações antrópicas sobre a terra. É por meio das imagens de satélites que a observação das transformações do ambiente é possível, destacando elementos da paisagem, tais como o relevo, vegetação, água, o uso e ocupação do solo em diferentes épocas e de áreas extensas da superfície da terra, possibilitando a verificação das

transformações sejam elas positivas ou negativas (TOEBE, 2009).

As realizações de levantamentos das áreas de cobertura vegetal são importantes para analisar o uso e ocupação do solo e fornecer elementos para o planejamento de uso ambiental e administração dos recursos naturais, visando avaliar e monitorar a preservação de áreas de vegetação, bem como a melhor qualidade de vida da população (TOEBE, 2011).

O trabalho proposto visa comparar, analisar e quantificar áreas de cobertura vegetal do tipo arbórea (que neste trabalho será tratada como cobertura florestal), no município de Teotônio Vilela, que se situa na parte Leste do Estado de Alagoas, utilizando imagens de satélite obtidas nos anos específicos de 2011 e 2017.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos gerais

Avaliar as modificações temporais da cobertura florestal do município de Teotônio Vilela - Alagoas nas datas específicas, 17/03/2011 e 11/12/2017, utilizando imagens do satélite LANDSAT 5 e LANDSAT 8, sensor TM e OLI, respectivamente.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar o uso e cobertura do solo para as datas 17/03/2011, 11/12/2017 utilizando o processo de classificação supervisionada de imagem;
- Quantificar as áreas de cobertura florestal existentes nos anos de 2011 e 2017;
- Comparar as áreas de vegetação arbórea (cobertura florestal) existentes no município de Teotônio Vilela, localizado no Estado de Alagoas, utilizando imagens de satélite LANDSAT-5 sensor TM obtida em 2011 e LANDSAT-8 sensor OLI obtida em 2017.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sensoriamento remoto

São diversas as definições sobre o conceito de sensoriamento remoto, entretanto, podem ser definidas de uma forma mais abrangente, como sendo um conjunto de atividades de se obter informações de um alvo ou objeto que compõe a superfície terrestre, sem qualquer contato físico com o mesmo. É através da radiação eletromagnética, geradas por fontes naturais como o sol, ou artificiais como exemplo o Radar, que são obtidas as informações (ROSA, 2013).

Novo (2010) define a técnica de sensoriamento remoto como sendo a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processar dados, os equipamentos de coleta de dados colocados a bordo de aeronaves ou espaçonaves, com a finalidade de buscar o conhecimento sobre os fenômenos que ocorrem na superfície terrestre, a partir do registro e a análise das interações entre a energia eletromagnética (radiação eletromagnética) com os alvos.

Segundo Rosa (2013), esta técnica vem sendo utilizada desde 1859, quando foi descoberto o processo fotográfico, e somente por volta de 1970 é que o termo sensoriamento remoto foi reconhecido como linguagem científica, as técnicas foram amplamente utilizadas durante a primeira e segunda guerra mundial, com finalidades utilizadas sensoriamnto remoto no Brasil, se impulsionou na década de 60 com o projeto RADAMBRASIL, com objetivo de realizar levantamentos sobre os recursos naturais do Brasil (ROSA,2013). O que proporcionou ao país a utilização das técnicas de sensoriamento remoto é fato da extensão territorial do país e o pouco conhecimento sobre os recursos naturais, aliado ao baixo custo para obtenção de informações, hoje diversas instituições do Brasil e do exterior, utilizam esta tecnologia para a obtenção de informações de diversos carâteres, por exemplo geológico, hidrográfico, agrícola, geográfico etc (ROSA,2013).

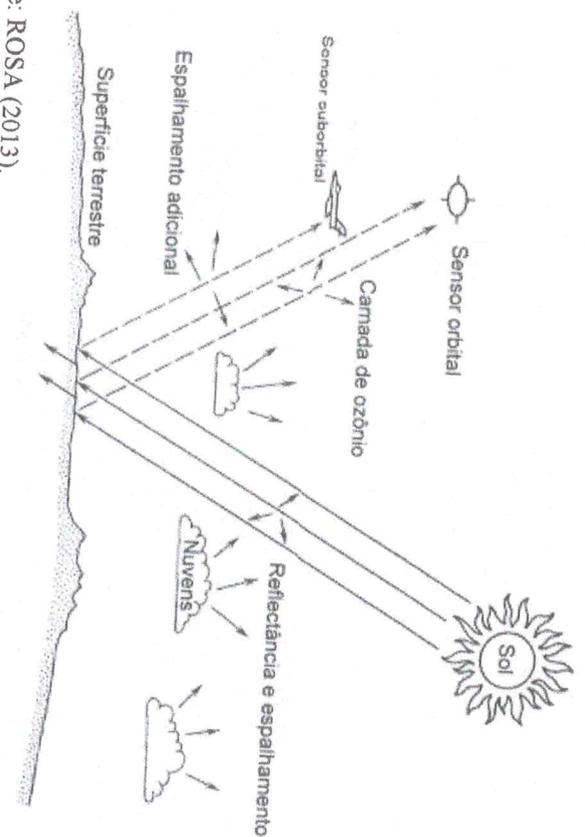
2.2 Radiação eletromagnética

Qualquer corpo que possua uma temperatura acima de zero grau absoluto (0 kelvin) emite energia eletromagnética, desta forma todo corpo com uma temperatura absoluta acima de zero é considerado uma fonte de energia eletromagnética. As principais fontes de radiação eletromagnética que são utilizadas no sensoriamento remoto, são o sol e a terra (MAIO, 2008).

Segundo Maio (2008), é através da captação da radiação eletromagnética refletida pela superfície terrestre que é possível a obtenção das imagens de satélite, a energia eletromagnética não necessita de um meio material para se propagar, sendo então definida como uma energia que se move como onda eletromagnética à velocidade da luz ($c=300.000 \text{ Km/s}$, onde o "c" é a velocidade da luz). A radiação eletromagnética apresenta comportamento dual, onda e energia, é desenvolvida pelos modelos corpuscular (energia) e ondulatório (onda).

Segundo Souza (2010), a energia se comporta como onda quando se propaga pelo espaço e como partícula quando interage com a matéria, o modelo ondulatório considera que a propagação da energia ocorre através de um movimento ondulatório, onde o campo elétrico e o campo magnético são perpendiculares entre si, já o modelo corpuscular considera que a energia se propaga pela emissão de um fluxo de fótons (conhecido com quanta) que se movem à velocidade da luz. Na figura seguinte, retrata o esquema para aquisição de informações, através da captação da energia eletromagnética pelo sensor.

Figura 1- Esquema de aquisição de dados

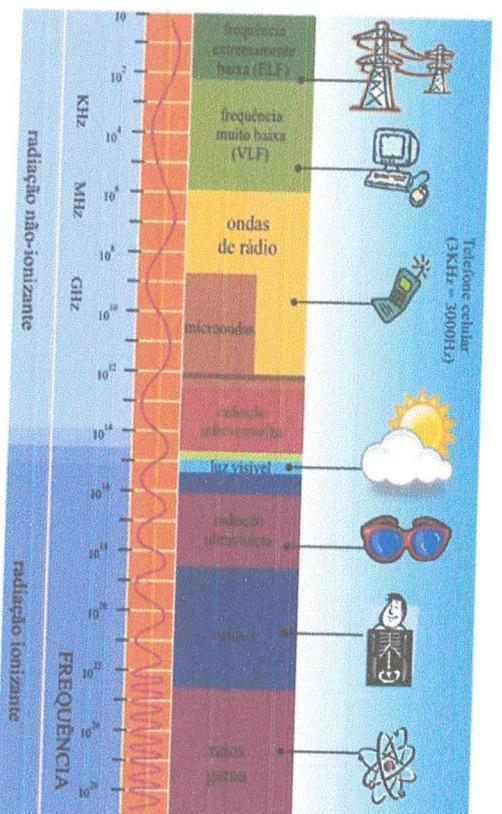


Fonte: ROSA (2013).

2.3 Espectro eletromagnético

Espectro eletromagnético são as faixas espectrais que a REM usada em SR é dividida (LORENZZETTI, 2015). Também segundo Maio (2008) é o nome que se dá a ordenação contínua da energia eletromagnética, em função do seu comprimento de onda ou de sua frequência. O espectro eletromagnético se estende dos comprimentos de onda dos raios cósmicos aos comprimentos de corrente alternada emitidos pelas redes de alta tensão, a faixa de comprimento de onda da REM é praticamente ilimitada.

Figura 2- Espectro eletromagnético



Fonte: RESUMO ESCOLAR (2014).

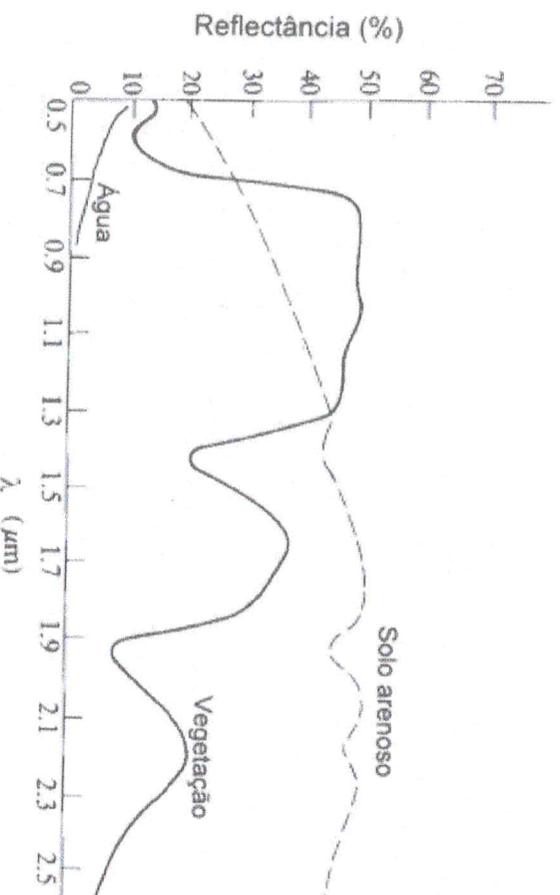
2.4 Comportamento espectral dos alvos

A radiação solar incidente na superfície terrestre interage de modo diferente com cada tipo de objeto fazendo assim com que cada alvo terrestre tenha sua própria assinatura espectral (também conhecido por comportamento espectral e está relacionado intensidade relativa com que cada corpo reflete ou emite a radiação eletromagnética nos diversos comprimentos de onda), o que determina essa diferença é principalmente pelas diferentes composições físico-químicas das feições terrestres, ou seja, cada alvo absorve ou reflete de modo diferente cada uma das faixas do espectro da luz incidente, outros índices que o comportamento espectral se baseia são: textura, densidade, e a posição das feições em relação ao ângulo de incidência solar e à geometria de imageamento (FIGUEIREDO, 2005). Em decorrência desta interação, a radiação que deixa os alvos, leva para os satélites a assinatura espectral dos mesmos, os sistemas sensores instalados nos satélites são sensíveis a estas diferenças, que as registram em forma de imagens, é importante destacar que tanto a irradiância (REM que chega aos alvos) como a

radiação (REM que deixa os alvos) são fortemente afetadas em suas trajetórias pelos componentes atmosféricos (FIGUEIREDO, 2005).

As interações que ocorrem são a absorção, reflexão e transmissão da energia incidente que pode ser total ou parcial, levando à risca o princípio de conservação de energia (MAIO, 2008). Portanto segundo Rosa (2013), o comportamento espectral de um alvo qualquer pode ser definido como a medida da reflectância deste alvo ao longo do espectro eletromagnético. A figura abaixo demonstra três alvos: água, solo e vegetação. Uma faixa do espectro compreendida entre 0,5 a 2,5 μm , apresentam diferente intensidade de reflectância e formas. Por conta disso é possível identificar diferentes alvos existentes na natureza.

Figura 3- Esquema da reflectância da: água, solo e vegetação



Fonte:

ROSA (2013).

Para a interação da energia eletromagnética com a vegetação, existem duas bandas de absorção, em 0,48 μm , devido a presença de carotenos, e outra 0,62 μm que está relacionada ao processo de fotossíntese pela presença de clorofila, destaca-se ainda um pico de reflectância em torno de 0,56 μm correspondente à região verde do espectro visível é ela a responsável pela percepção do verde da vegetação. Outra característica marcante do comportamento espectral da vegetação é a existência de uma faixa compreendida entre 0,7 a 1,3 μm (infravermelho), uma região de alta reflectância que está relacionada com a estrutura interna celular da folha (estrutura do mesófilo), este aumento da reflectância visa manter o equilíbrio no balanço de energia no interior da planta, evita o superaquecimento da folha evitando a destruição da clorofila (ROSA, 2013).

Existe dois outros picos de absorção, entre 1,3 μm e 2,5 μm a reflectância da vegetação é dominada pelo conteúdo da água nas plantas, nessa região encontram-se dois picos de absorção máxima próximo a 1,4 μm e 1,9 μm devido à presença de água na folha, todas as considerações específica uma folha isolada e sadia, portanto não podem ser consideradas para uma cobertura vegetal ou uma planta inteira (FIGUEIREDO, 2005). O comportamento espectral de uma cobertura vegetal tem algumas diferenças quando comparadas a uma folha isolada, devido à influência de fatores diversos como parcelas de solo não cobertas pelas plantas, ângulo de iluminação solar e orientação das folhas (FIGUEIREDO, 2005).

2.5 Sistemas sensores

O sensor é um dispositivo capaz de detectar responder à radiação eletromagnética em determinada faixa do espectro eletromagnético, capaz de registrá-la e gerar um produto numa forma adequada para ser interpretada pelo usuário, em outras palavras o sensor remoto é capaz de detectar a energia eletromagnética (proveniente de um objeto), transformá-la em um sinal elétrico e registrá-la, de tal maneira que se possa armazenar ou transmitir para posteriormente ser convertido em informações que descrevem as feições do alvos presentes na superfície terrestre (SANTOS, 2013). Os sensores utilizados na obtenção e registro de informações de objetos podem ser classificados com relação a resolução espacial (imageadores e não-imageadores), os sistemas imageadores são os sistemas que fornecem uma imagem de um alvo. Como exemplo podemos citar os scanners e as câmeras fotográficas, enquanto, os sistemas não imageadores são os sistemas que fornecem informações sobre o alvo sem produzir imagens, estas informações podem estar contidas em gráficos, tabelas etc, como exemplo destes sensores temos os radiômetros, espectrorradiômetros e termômetros de radiação. (SANTOS, 2013).

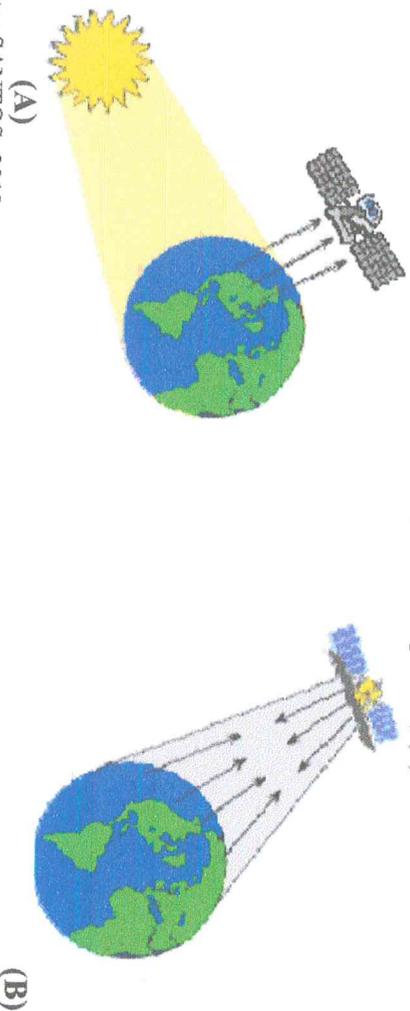
Os sensores podem ser passivos ou ativos. A diferença entre os dois é a seguinte:

Sistema passivo: Utilizam fonte de energia externa, ou seja, não apresentam fonte própria de radiação eletromagnética, e utilizam a radiação eletromagnética refletida ou emitida por outras fontes, a luz solar é a principal fonte de REM para os sensores passivos, ex: sensores do satélite LANSAT-5 (NOVO, 2010).

Sistema ativo: Fornece a própria energia eletromagnética para imagear, os sensores são ditos ativos quando têm uma fonte própria de radiação eletromagnética, ou seja, eles emitem e

utilizam energia eletromagnética artificial produzida por radares (NOVO, 2010). As ondas atingem a superfície terrestre onde ocorre a interação com os alvos a serem imageados e detectam parte da energia que estes refletem na direção do sensor, como exemplo, citamos o radar e lasers (NOVO, 2010). Figura 5, exemplo de funcionamento de sensores passivos e ativos.

Figura 4 – Esquema de sensores passivos e ativos: (A) sistema passivo; (B) sistema ativo



Fonte: SANTOS, 2013.

As características dos sensores estão relacionadas com a resolução: espacial, espectral e radiométrica.

2.5.1 Resolução espacial

A menor feição de uma imagem, possível de ser detectada por sensores dependem da resolução espacial, o pixel é indivisível, ele indica o tamanho do menor elemento da superfície individualizado pelo sensor, é impossível identificar qualquer alvo dentro de um pixel, pois seu valor integra todo o feixe de luz proveniente da área do solo correspondente ao mesmo, onde, a dimensão do pixel é denominada de resolução espacial (ANDRADE, 2005).

O sistema sensor ETM+ têm resolução espacial de 30 m em todas as bandas, quanto menor a dimensão do pixel, maior é a resolução espacial da imagem. Imagens de maior resolução espacial têm melhor poder de definição dos alvos terrestres (ANDRADE, 2005)(Figuras 6, 7 e 8).

Figura 5 – Resolução espacial alta menor do que 4 metros



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Figura 6 – Resolução espacial média menor que 20 metros



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

Figura 7 – Resolução espacial baixa de 30 metros

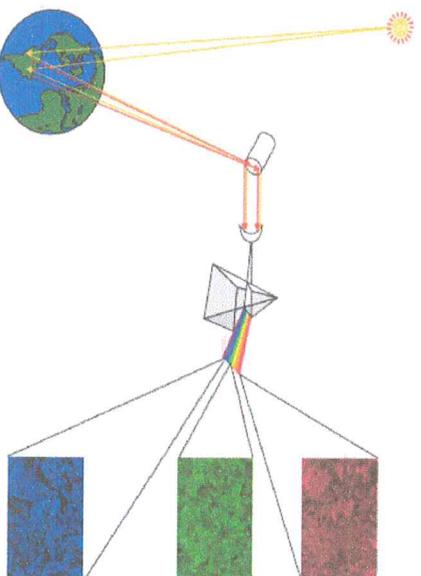


Fonte: OLIVEIRA, 2016.

2.5.2 Resolução espectral

Refere-se à largura espectral em que opera o sensor, portanto, ela define o intervalo espectral no qual são realizadas as medidas, e consequentemente a composição espectral do fluxo de energia que atinge o detector, ou seja, a radiação eletromagnética é decomposta, pelos sensores, como mostra a figura 9, em faixas espectrais de larguras variáveis (FIGUEIREDO,2005). Estas faixas são denominadas bandas espectrais, quanto mais estreitas forem estas faixas espectrais, e/ou quanto maior for o número de bandas espectrais captadas pelo sensor, maior é a resolução espectral da imagem, por exemplo, o sistema sensor ETM+ do Landsat 7 possui oito faixas espectrais, apresentando, portanto, uma resolução espectral melhor do que o sistema sensor MSS (*Multispectral Scanners System*) deste mesmo satélite, além do que, o ETM+ possui algumas bandas mais estreitas do que o MSS (FIGUEIREDO,2005). (Figura 9)

Figura 8 – Bandas espectrais



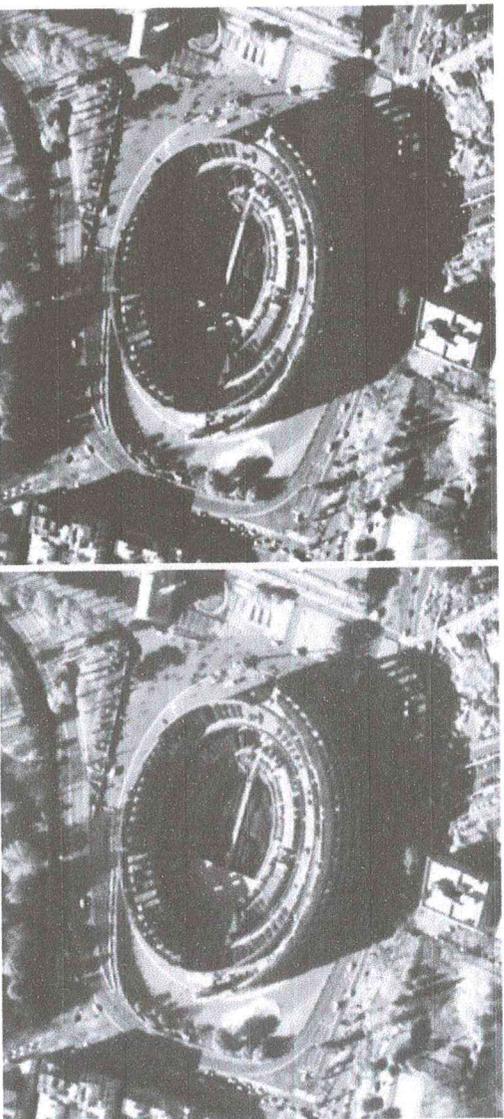
Fonte: FIGUEIREDO (2005)

2.5.3 Resolução radiométrica

Segundo Figueiredo (2005) a resolução radiométrica de um sensor está relacionada a sua capacidade de distinguir faixa de valores numéricos associados aos pixels, este valor numérico representa a intensidade da radiação proveniente da área do terreno correspondente ao pixel e é chamado de nível de cinza, quanto maior o número de valores, maior é a resolução radiométrica, ou seja, a faixa de valores depende da quantidade de bits utilizada para cada pixel. A quantidade de níveis de cinza é igual a $2^{(Qrdbits)}$ (dois elevado a quantidade de bits), resumindo, resolução radiométrica é a capacidade em detectar variações de energia, seja ela refletida ou emitida (FIGUEIREDO, 2005)

As imagens LANDSAT utiliza 8 bits para cada pixel, portanto, o máximo valor numérico de um pixel desta imagem é 255, desta maneira, a intensidade da Radiação eletromagnética é quantificada, na imagem LANDSAT, o que significa o registro de imagens em 256 níveis de cinzas (FIGUEIREDO, 2005). Figura 10 exemplos de imagens com resolução radiométrica com diferentes quantidades de Bits.

Figura 9 – Resolução radiométrica: (A) 8 Bits; (B) 11 Bits.
(A)



Fonte: OLIVEIRA, 2016.

2.5.4 Resolução temporal

Corresponde ao período de tempo em que o satélite volta a visitar uma mesma área para obtenção de informações dos alvos. Por exemplo, o satélite norte-americano Landsat 8 apresenta uma repetitividade de 16 dias (MENESES, 2012).

2.6 Programa Landsat

No início da década de 70, que a NASA (*National Aeronautics and space Administration*) desenvolveu e lançou no Estados Unidos o primeiro satélite, com o objetivo de obter dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre, de lá pra cá, foram lançados em órbita oito satélites, o primeiro lançado em 1972 (ERTS-Landsat 1), o segundo em 1975 (Landsat 2), terceiro em 1978 (Landsat 3), quarto em 1982 (Landsat 4), quinto em 1984 (Landsat 5), sexto em 1993 (Landsat 6), sétimo em 1999 (Landsat 7), e por fim o último lançado o oitavo satélite em 2013 (Landsat 8). A missão do programa foi de proporcionar a aquisição repetitiva de dados para permitir comparações da superfície ao longo dos anos. (NOVO, 2010).

2.6.1 Landsat 5

O satélite Landsat 5, possui o sensor TM (*Thematic Mapper*), que apresenta sete bandas, com numeração de 1 a 7, sendo a resolução espacial das imagens nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 de 30 m e 120 m para banda 6. O ciclo orbital do Landsat é de 16 dias, ou seja, a cada 16 dias o satélite revisita uma mesma área, para novas obtenções de informação, uma imagem do satélite

cobre uma área de 185 x 185 Km (NOVO, 2010).

2.6.2 Landsat 8

O Landsat 8 possui uma banda pancromática e 9 bandas multiespectrais, para a banda 8 do instrumento OLI é a pancromática com resolução de 15 metros, o sensor OLI que consiste de nove bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros (bandas de 1 a 7 e 9), se fusionar a PAN (tons de cinza) com a MULT (coloridas), a resolução espacial final será de 15 metros (EMBRAPA,2013). As imagens Landsat-8 são entregues em 16 Bits, sendo necessário realizar um Rescale (Conversão Radiométrica), elas são orientadas ao norte verdadeiro, sendo necessário reprojeta-las, e entregues no formato GeoTIFF, o Landsat 8 possui uma resolução temporal de 16 dias, o tamanho aproximado da cena Landsat 8 é de 170 km ao norte-sul por 183 km a Leste-Oeste (EMBRAPA,2013).

Segundo o INPE (2018), as principais características orbitais dos satélites LANDSAT são:

- Altitude: 705 Km;
- Velocidade: 7,7 Km/seg;
- Peso: Duas Toneladas;
- Tempo para obtenção de uma cena: 24 segundos

Figura 10 – Satélite Landsat 8



Fonte: PROCESSAMENTO DIGITAL, 2010.

Segundo a EMBRAPA (2017) as principais aplicações do uso da imagem do Landsat são para o acompanhamento do uso da área agrícola das terras, apoio ao monitoramento de áreas de preservação, atualização de mapas, detecção de invasões em áreas indígenas, dinâmica

de urbanização, estimativas de fitomassa, identificar e quantificar desmatamentos, monitoramento da cobertura vegetal, identificar queimadas, secas e inundações, sedimentos em suspensão nos rios e estuários.

2.7 Classificação supervisionada

O processo de classificação consiste em extrair informações de imagens com a finalidade de reconhecer padrões e objetos homogêneos que são utilizados para mapear áreas da superfície da terra (FILHO, 2000).

A Classificação supervisionada das imagens requer um conhecimento prévio do usuário sobre a área de estudo ou sobre determinadas amostras que se tem interesse, esse tipo de classificação se sustenta na suposição da descrição de cada classe espectral a partir de amostras fornecidas pelo usuário. O próprio usuário informa amostras pontuais ou por regiões das classes de interesse onde o hardware utilizado execute a operação usando o padrão pré-estabelecido para toda a imagem, sendo que a qualidade das amostras determinará o resultado da classificação. A classificação supervisionada, utiliza da probabilidade de um dado pixel pertencer a uma classe em função da sua localização no espaço analisado, formado pelas bandas espectrais utilizadas na classificação (NOVO,2010).

O resultado final de uma classificação de uma imagem é um mapa temático, onde os pixels classificados são representados por símbolos, gráficos ou cores em um determinado padrão cartográfico pré-estabelecido em função da necessidade da informação do usuário, cada cor ou símbolo está associado a uma classe (área urbana, tipos de florestas, tipos de solo, etc.) (FILHO, 2000).

Dentre as técnicas de classificação, neste trabalho, foi utilizado a classificação multispectral, quando o critério de decisão depende da distribuição de níveis de cinza em vários canais espectrais (várias bandas); classificadores pixel a pixel, quando utiliza apenas a informação espectral, isoladamente, de cada pixel da imagem, para achar regiões homogêneas, ou seja, utilizam de forma individual, toda a informação espectral de cada pixel na busca por regiões homogêneas (FILHO, 2000).

2.8 Imagens Landsat aplicadas às análises temporais

Nas últimas décadas, as imagens de satélites têm sido muito utilizadas para análise espaço-temporal da cobertura vegetal, monitoramento do crescimento urbano e do uso e ocupação do solo, é através das imagens de satélites que é possível observar as transformações do meio ambiente, pois no ambiente em que vivemos é constantemente modificado, onde as maiores causas dessas transformações são provenientes de ações antrópicas (MORAIS, 2013). A ocupação urbana desenfreada e desordenada provoca o desmatamento para o aumento das áreas urbanas, também como fator de desmatamento, o aumento da implantação da agropecuária, é uma causa relevante que se deve destacar, é notável a mudança de paisagem da vegetação natural para a agricultura. Por fator econômico, o quadro da paisagem do natural para a agropecuária vem crescendo em ritmo acelerado. O estudo temporal do espaço terrestre é de suma importância para mensurar e acompanhar essas mudanças (MORAIS, 2013).

Moraes *et al.* (2011) usando imagens de satélite Landsat 5 para análise temporal das modificações do uso do solo da área de proteção ambiental das ilhas e várzeas do rio Paraná durante a década de 2000, onde concluiu que os produtos obtidos do sensoramento remoto são de importância fundamental na obtenção dos dados de uso do solo, possibilitando sua quantificação.

Da mesma maneira, Rodrigues *et al.* (2013), obteve imagens de satélite Landsat 5 para análise temporal do desmatamento na bacia do rio Preto no Distrito Federal entre o período de 1990 e 2010, concluiu que as técnicas Sensoriamento Remoto utilizando imagens Landsat 5 são eficazes na quantificação de desmatamento por meio de mapeamento do uso solo.

Por fim, Conceição *et al.* (2011) utilizando imagens Landsat 5 na análise temporal da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio São João no Estado do Rio de Janeiro, entre o mesmo período (1990 e 2010), concluiu que os resultados quando se tratam de qualidade e tempo de trabalho são muito satisfatórios, em decorrência de sua aplicabilidade no monitoramento e gestão ambiental. Dentre estas conclusões, também justifica o uso de imagens Landsat 5 e 8, neste presente trabalho.

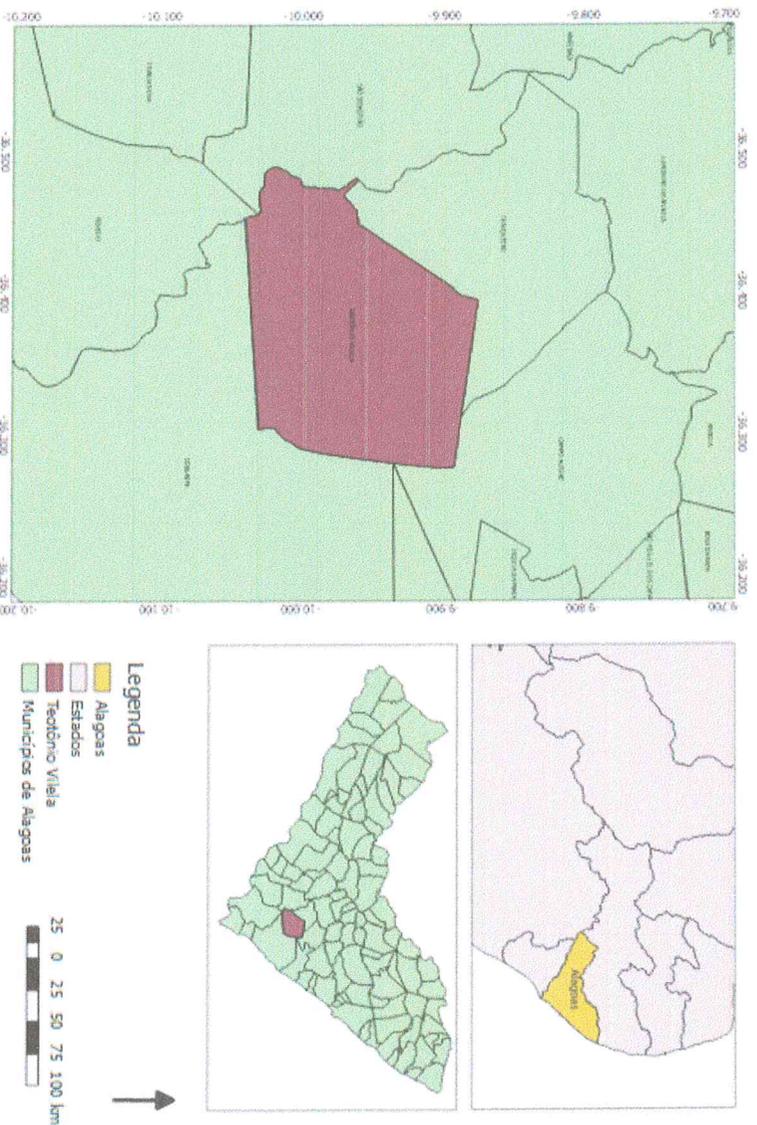
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O município de Teotônio Vilela, está localizado na região centro-sul do Estado de Alagoas, limitando-se a norte com os municípios de Junqueiro e Campo Alegre, a sul com Coruripe, a leste com São Miguel dos Campos e Coruripe e a oeste com Junqueiro e São Sebastião. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), o município possui uma área territorial de aproximadamente 297,89 km² (1,07% de AL).

A sede do município tem uma altitude de aproximadamente 156 m e coordenadas geográficas de 09°54'19" de latitude sul e 36°21'10,8" de longitude oeste (Datum WGS-84) e seu número populacional de acordo com o último levantamento do IBGE em 2010 é de 41.152 (quarenta e um mil, cento e cinquenta e dois habitantes). A Figura 01 mostra a localização da área de estudo desta pesquisa.

Figura 11 - Mapa de localização do Município de Teotônio Vilela



Fonte: AUTORA, 2018.

O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro. A precipitação média anual é de 1.634,2 mm. A vegetação é predominantemente do tipo Floresta Subperenifólia, com partes de Floresta

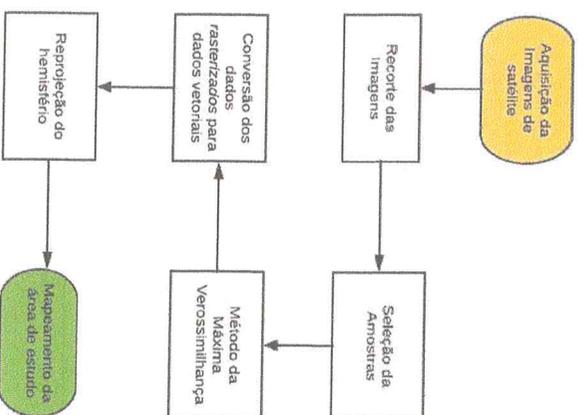
Subcaducifolia e cerrado/ floresta. (GOVERNO FEDERAL DE ALAGOAS, 2014).

Para a escolha do município de Teotônio Vilela foram analisadas imagens de satélite dos municípios de Pilar, Flexeiras, Penedo, Junqueiro, Campo Alegre, Anadia e Boca da Mata. Porém como os municípios citados se encontram na região do litoral ou próximo à região do litoral, as imagens disponíveis estão sobrecarregadas de nuvens o que ocasiona perda de área analisada. As imagens que foram estudadas neste trabalho, foram selecionadas pela mínima quantidade de nuvens sobre a região, não foi possível encontrar e analisar imagens do mesmo período no ano, também em decorrência do fator de escolha das imagens, a quantidade de nuvens.

3.2 Fluxograma

A figura 12, demonstra as principais etapas do processamento das imagens de satélite.

Figura 12 – Fluxograma das etapas do processamento



Fonte: AUTORA, 2018.

3.3 Dados utilizados

3.3.1 Imagens

As imagens de satélite Landsat 5, sensor TM, data 17 de março de 2011, e Landsat 8, sensor OLI, data 11 de dezembro de 2017, ambas da órbita 214, ponto 67. As imagens de satélite, em formato *tif*, que cobrem o município de Teotônio Vilela e circunvizinhanças foram

adquiridas no site Earth Explorer <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Disponibilizados de forma gratuita.

3.3.2 Dados vetoriais

O arquivo em formato *shapefile* dos limites do município de Teotônio Vilela foram adquiridos através do endereço eletrônico do IBGE <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Os arquivos *shapefile* foram disponibilizados gratuitamente. O processamento dos arquivos raster e vetoriais foi realizado por meio do software de geoprocessamento ArcGIS 10.2.2 for Desktop Advanced (Free 60-day Trial) da ESRI.

3.4 Metodologia

3.4.1 Recorte das imagens Landsat

Com a posse das imagens em baixa resolução espacial de 30m, foi possível realizar um “recorte” apenas para o município de Teotônio Vilela. Para tal procedimento foi utilizado a ferramenta “*Extract by Mask*” disponível no software ArcGis. O procedimento foi realizado com o intuito de reduzir a área total de cada imagem obtida à somente a área de interesse, isso também contribuiu de forma significativa ao desenvolvimento da análise, pois minimiza o tempo de processamento e o uso de memória do computador. As figuras 12 e 13, demonstram a sobreposição do arquivo *shapefile* da área de estudo para ambos os anos 2011 e 2017 e posteriormente o recorte do limite municipal de Teotônio Vilela.

Figura 13 – Recorte da área de estudo com imagem de 2011: (A) sobreposição do *shapefile* sobre o município; (B) recorte das áreas do município Teotônio Vilela



Fonte: AUTORA, 2018.

Figura 14 – Recorte da área de estudo com imagem de 2017: (A) sobreposição do *shapefile* sobre o município; (B) recorte das áreas do município Teotônio Vilela



Fonte: AUTORA, 2018

3.4.2 Classificação supervisionada (Método da Máxima Verossimilhança)

O mapa de classes foi elaborado por meio da classificação supervisionada pelo método de Máxima Verossimilhança (MaxVer) que considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Calcula a probabilidade de um dado pixel pertencer a uma classe específica. Portanto, na classificação de Máxima Verossimilhança cada pixel é destinado à uma classe ou a outra classe que tem a mais alta probabilidade, isto é, a Máxima Verossimilhança (MENESES, 2012). Após executar a aplicação do método MaxVer, as imagens de 2011 e 2017 foram classificadas.

Para a classificação supervisionada das imagens Landsat 5 e 8 de 2011 e 2017, respectivamente, foram coletados pontos de amostragem das seguintes classes:

- Floresta;
- Agropecuária (junção da pecuária com a agricultura, pela dificuldade de distinguir a extensão da pecuária na imagem);
- Urbano
- Hidrografia

Foram realizadas entre dez e vinte amostras das classes de interesse: Floresta Natural, Agropecuária, Hidrografia (todos os corpos d'água) e Urbano, para 2011 e 2017. Para tal foi criado uma chave de classificação para ambos os anos baseado conforme os parâmetros de interpretação: cor, tamanho, textura e forma, com o intuito de utilizar os mesmos parâmetros. Foram baseados nesses quatro critérios para conseguir distinguir as classes.

Figura 14 – Critério de interpretação visual em imagem LANDSAT



Fonte: AUTORA, 2018.

Após as amostras foi utilizado o recurso “Maximum Likelihood Classification” disponível no ArcGis para que fosse possível a identificação de cada classe com a máxima semelhança.

Baseado na classificação proposta pelo Projeto MapBiomias, a classe pecuária e agricultura foram unidas na classe agropecuária. As amostras dessas classes expressam na imagem através das cores verde, bege, laranja e magenta, de textura lisa e formato na maioria das vezes definido. A floresta densa está expressa na cor preto escuro, de textura rugosa e as vezes lisa, previamente identificadas e comprovadas com as imagens do Google Earth para os anos de análise. Para a hidrografia foram obtidas amostras, e posteriormente foi mapeada previamente no Google Earth devido a melhor qualidade da imagem e capacidade de interpretação, uma vez que alguns corpos d'água tiveram uma reflectância similar à da floresta. Já às áreas urbanas foram mapeadas com base na extensão total de ruas e logradouros bem identificados, conjuntamente com a consulta dos dados da Embrapa Monitoramento por Satélite.

A classificação supervisionada das imagens geradas pelo software foi avaliada para que fosse certificado melhor qualidade dos produtos, pois algumas classes possuem comportamentos espectrais muitos semelhantes então foram adaptados para um melhor reconhecimento. Após isso foi utilizado a ferramenta “Polygonize grid” disponível no software MapWindow para que houvesse a conversão de dados “rasterizados” em dados vetoriais. Logo em seguida, os dados receberam a toponímia conforme a sua classificação, ou seja, tiveram a sua tabela de atributos acrescida com os seus respectivos nomes.

3.4.3 Reprojecção do hemisfério

Após a classificação, a imagem Landsat 8 para o ano de 2017 foi modificado o sistema de projecção dos dados vetorizados para SIRGAS 2000, fuso 24S no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), o procedimento é necessário pois as imagens do Landsat 8 são orientadas ao norte verdadeiro, havendo a necessidade de reprojeter para o hemisfério sul. Para tal processo foi utilizada a ferramenta *Data Management tool-Projections and Transformations-Project*, a partir desse procedimento foi calculada a área de todas as classes.

3.4.4 Mapeamento da área de estudo

A modificação do sistema de projecção dos dados vetorizados para “SIRGAS 2000 UTM 24S”, foi realizado o cálculo de cada classe em hectare. Finalmente, cada mapa de uso e cobertura da terra do município de Teotônio Vilela foi confeccionado com o uso das ferramentas de mapeamento do software ArcGis e QGIS. O software QGIS foi utilizado para

fazer o cálculo das áreas em hectare, foi feita a conversão do arquivo kml para *shapefile*, para isso, foi utilizada a ferramenta “Salvar Camada Vetorial”. Os produtos foram produzidos através da abordagem qualitativa proposta por Martinelli (2011), acrescido com os dados das rodovias do IBGE (2010).

3.4.5 Precisão de classificação

Após o processo de classificação, foi necessário a avaliação da exatidão da classificação, ou seja, determinar se o resultado de classificação estava próximo da realidade. A acurácia foi obtida através de uma adaptação do projeto MapBiomias. Através do processo de classificação foram encontradas certas incoerências, por conta da dificuldade do classificador entender qual classe correspondia uma certa reflectância da imagem, as amostras das classes florestas e água, apresentavam semelhança no comportamento espectral, por isso foi realizado um mapeamento prévio no Google Earth, para uma maior confiabilidade dos resultados. Os resultados que foi obtido do processamento foram muito próximos dos dados do MapBiomia, foi feito uma equivalência com os dados oficiais do MapBiomia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da classificação das duas datas consideradas, para as classes de Cobertura Florestal, são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1- Resultado em hectare e diferença entre os anos 2011 e 2017 em porcentagem e área.

Classes	Área no ano 2011 em ha	Área no ano 2017 em ha	Diferença de área (%)	Diferença em hectare (ha)
Agropecuária	26.219,44	26.568,55	1,2%	348,56
Floresta	3.082,15	2.718,00	-1,2%	-364,15
Urbano	249,73	288,17	0,37%	38,44
Hidrografia	370,4	347,00	-0,08%	-23,4

Fonte: AUTORA, 2018.

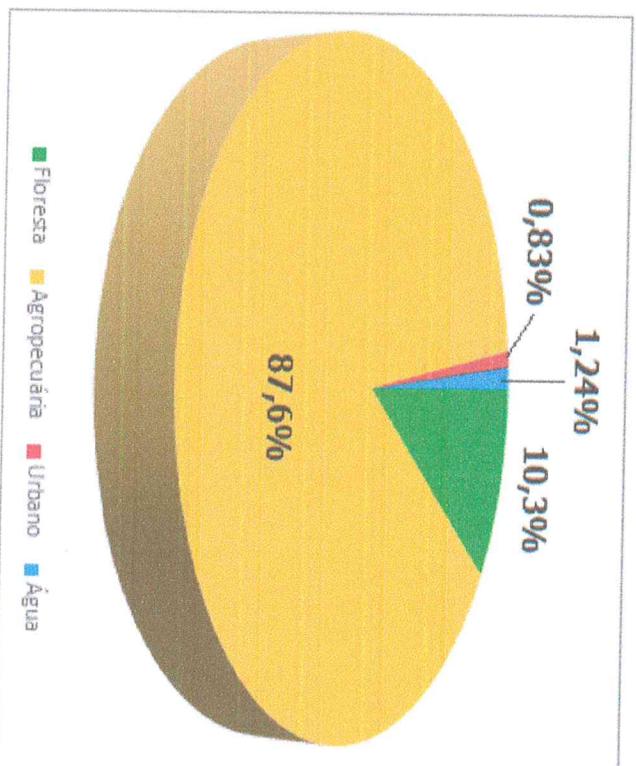
Conforme a Tabela 1, o processo de quantificação da área de cobertura florestal existente no município de Teotônio Vilela, onde possui uma área territorial de aproximadamente 297,89 km² (1,07% de AL), indicou que, para o ano de 2011, havia 3.082,15 hectares de área florestal, o que corresponde 10,3% da área total do município; 26.219,44 hectares para a área agropecuária, correspondendo a 87,6% do município; 249,73 hectares de urbanização, que corresponde 0,83%, e 370,4 hectares de hidrografia, que corresponde 1,24%.

Para o ano de 2017, quantificou-se uma área de 2.718.00 hectares de área florestal, correspondendo a 9,1% da área total do município; 26.568,00 hectares para área agropecuária, ou seja, 88,8% do município; 288,17 hectares de urbanização, que corresponde 0,9%, e 347 hectares de hidrografia que corresponde 1,16%.

Com base nos resultados pode-se concluir que houve diminuição da cobertura florestal de uma área equivalente a 364,15 hectares que corresponde a 1,2% do município. A área agropecuária aumentou cerca de 348,56 hectares que corresponde a 1,2%, a área urbanizada cresceu uma extensão de 38,44 hectares que corresponde 0,37% e pôr fim a hidrografia reduziu uma área de 23,4 hectares o que corresponde a 0,08% do município.

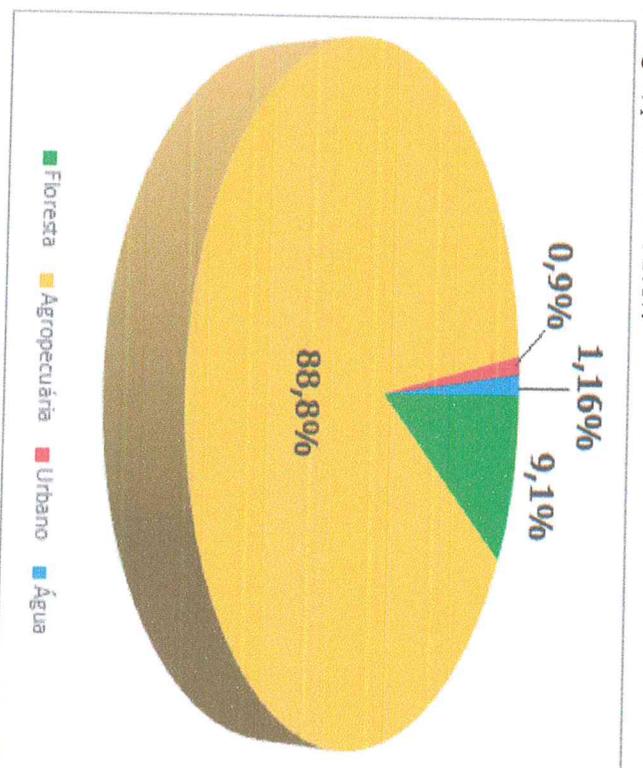
Os resultados são mostrados a seguir, graficamente, através das figuras 16 e 17.

Figura 16 – Gráfico dos resultados em porcentagem para a quantificação das áreas de cobertura florestal, agropecuária, urbano e água, para o ano de 2011.



Fonte: AUTORA, 2018.

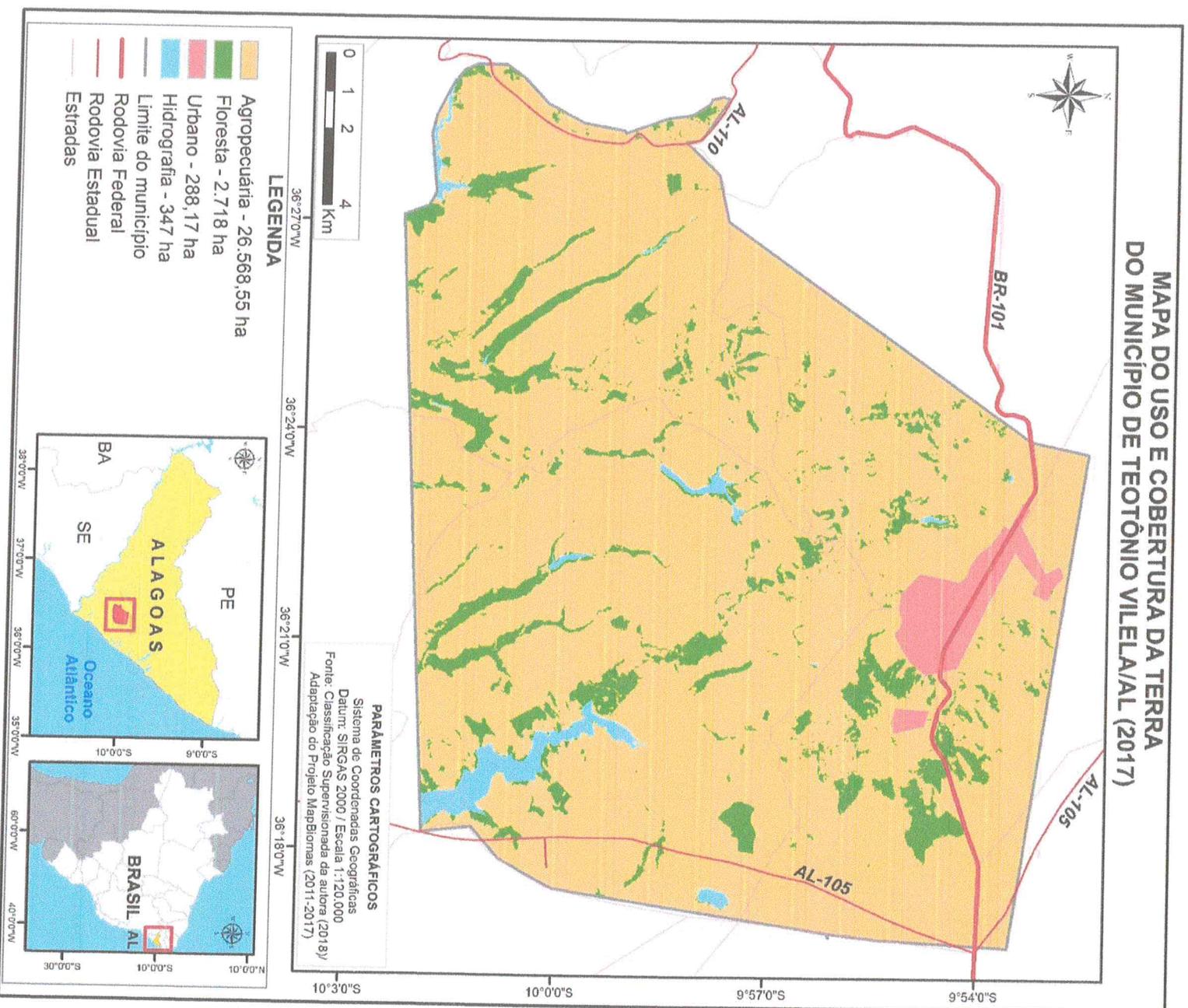
Figura 17 – Gráfico dos resultados em porcentagem para a quantificação das áreas de cobertura florestal, agropecuária, urbano e água, para o ano de 2017.



Fonte: AUTORA, 2018.

A classificação da imagem Landsat 8, para o ano de 2017, gerou um mapa temático com quatro classes de uso e cobertura do solo mostrado na figura 19.

Figura 19 – Mapa de cobertura florestal do município de Teotônio Vilela para o ano de 2017



5 CONCLUSÃO

As técnicas utilizadas nas imagens de satélite de 2011 e 2017 possibilitaram a identificação das mudanças ocorridas e a quantificação das áreas de cobertura florestal no município de Teotônio Vilela/AL. O trabalho mostrou que ocorreu uma diminuição das áreas de cobertura florestal no município, como consequência do aumento da prática da agropecuária e urbanização, sendo este um aspecto negativo para a conservação do solo e dos recursos hídricos na área estudada.

Apesar do período estudado ser relativamente pequeno, diferença de 6 anos de uma imagem para outra, evidenciou uma importante modificação que está ocorrendo no município. Caso não seja freado o desmatamento da cobertura vegetal e não haja conscientização de preservação da cobertura florestal, em torno de 40 anos a cobertura florestal no município será praticamente nula, em decorrência do processo de ocupação do território e do aumento de estabelecimentos agropecuários

Recomenda-se que outras análises temporais sejam realizadas, para o melhor entendimento dos processos de ocupação do solo e alterações da estrutura vegetal que ainda se encontram em andamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Setembro 2005.
- ANDRADE, D. C.; REIS, T. E. S. REIS, L. C. **Análise temporal da cobertura florestal do município de cândido Mota - SP, utilizando fotografias aéreas e imagens de satélite por meio de SIG**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.
- CONCEIÇÃO, T. S.; REIS, R. B.; ROSÁRIO, L. S. **Análise espaço-temporal da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio São João, RJ, para os anos de 1990 a 2010**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, INPE, Curitiba, PR, Brasil, p.2097, 2011.
- EMBRAPA. **Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil**. Campinas, SP, Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317414486_Identificacao_mapeamento_e_quantificacao_das_areas_urbanas_do_Brasil>.
- EMBRAPA. **LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite**. Campinas, SP, 2013. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/contendo/missao_landsat.html>. Acesso em: 05 novembro 2018.
- FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Conab, 2005.
- FILHO, B. S. S. **Curso de Especialização em Geoprocessamento**. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2000.
- GOVERNO FEDERAL DE ALAGOAS. **Perfil Municipal Teotônio Vilela, 2014**. Acesso em: 09 de novembro 2018. Disponível em: <<http://dados.al.gov.br/dataset/43ba0374-afb2-46f8-92f3-ed5f6fa45587/resource/e4841aa6-5c5b-4add5-93de-9cde0d7f0f88/download/municipalteotoniovilela2014.pdf>>.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **O que é o Classificação**, 2018. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em: 30 agosto. 2018.
- LORENZZETTI, J. A. **Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Blucher, 2015.

- MAIO, A.; RUDORFF, B.F. T.; MORAES, E. C.; PEREIRA, G.; MOREIRA, M. A.; SAUSEN, T. M.; FLORENZANO, T. G. **Sensoriamento Remoto**. Agência Espacial Brasileira, Universidade Federal de Fluminense- UFF, INPE, Fluminense, RJ, Brasil, 2008.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Mata Ciliar**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.
- MARTINELLI, M. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática**. 6ª ed. São Paulo: Contexto, 2011.
- MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**, Brasília, p.1-276, 2012
- MELO, Andrea Gomes Santana de; IRMÃO, José Jenivaldo de M. **Desenvolvimento Excludente no Município do Pilar - AL: Uma Análise Retrospectiva das Décadas de 1990 e 2000**. Marechal Deodoro, p.1-8, 2010.
- MORAES, A. R.; BERNARDES, R. S. **Alterações no uso do solo da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do rio Paraná (MS/PR/SP) durante a década de 2000**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, INPE, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011
- MORAIS, R. P.; CARVALHO, T. M. **Cobertura da Terra e Parâmetros da Paisagem No Município de Caracaraí – Roraima**. Geografia Acadêmica, v.7, n.1, 2013.
- NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2010.
- OLIVEIRA, S. Bruno. **Satélites e Sensores**. São Paulo, 2016. Acesso em 02 novembro 2018. Disponível em: < http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/3-Satélites_e_Sensores.pdf >.
- ProjetoMapBiomias – **Coleção 3.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. Acesso em: 10/11/2018. Disponível em <http://mapbiomas.org/>.
- ROSA, Roberto. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia. Universidade Federal de Uberlândia, 2013, p. 107-139.
- RESUMO ESCOLA. **Espectro Eletromagnético**. 2014. Acesso em 17 dezembro 2018. Disponível em: < <https://www.resumoescolar.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico/> >.

- RODRIGUES, R. T.; MATRICARDI, E. A. T. **Análise temporal de desmatamento e passivos ambientais da bacia do rio Preto no Distrito Federal**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, INPE, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.
- SANTOS, R, Alexandre. **Apostila de Sensoriamento Remoto**. Espírito Santo. Universidade Federal do Espírito santo, 2013.
- SOLIMÕES, F. S.; YABE, M. J. S.; MOREIRA, A. B.; BISINOTI, M. C. **Avaliação do efeito da piscicultura em sistemas aquáticos em Assis e Cândido Mota, São Paulo, por indicador de qualidade da água e análise estatística**. Londrina: Quim. Nova, 2007, V. 30, No. 8, p. 1835-1841.
- SOUZA, R. B. **Sensoriamento Remoto: conceitos fundamentais e plataformas**. Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS, INPE. Santa Maria, RS, Brasil, 2010.
- TOEBE, Danielli. **Análise comparativa da cobertura florestal utilizando técnicas de sensoriamento remoto na bacia Sanga Sabiá nos anos de 1985 e 2008**, Foz do Iguaçu, p. 1-12, 2009.
- TOEBE, D.; LÚCIO, L. T. **Análise temporal da cobertura vegetal arbórea do município de Foz do Iguaçu – PR utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, INPE, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2011.
- PROCESSAMENTO DIGITAL. **LANDSAT-8: Download de imagens através dos sites Earth Explorer e GLOVIS**. 2018. Acesso em: 02 novembro 2018. Disponível em: < <http://www.processamentodigital.com.br/2013/05/31/landsat-8-download-de-imagens-atraves-dos-sites-earth-explorer-e-glovis/> >.