

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

ADSON CAPELIN

**ANÁLISE DE COMPOSIÇÃO DE BANDAS ESPECTRAIS DO SATÉLITE
SENTINEL-2 PARA USO EM CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA**

DOIS VIZINHOS
2021

ADSON CAPELIN

**ANÁLISE DE COMPOSIÇÃO DE BANDAS ESPECTRAIS DO SATÉLITE
SENTINEL-2 PARA USO EM CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Agronomia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Raoni Wainer Duarte
Bosquilia

DOIS VIZINHOS/PR

2021

AGRADECIMENTOS

A Universidade Tecnológica Federal Paraná, pela oportunidade de fazer o curso.

A minha namorada Larissa, pelo incentivo e ajuda durante a elaboração deste trabalho. Sem você, seria tudo mais difícil.

Ao professor Raoni, pela orientação, apoio e confiança, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE COMPOSIÇÃO DE BANDAS ESPECTRAIS DO SATÉLITE SENTINEL-2 PARA USO EM CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

Por

Adson Capelin

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) ou esta Monografia ou esta Dissertação foi apresentado (a) em 05 de maio de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro (a) Agrônomo (a). O (a) candidato (a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. (a). Orientador (a)
Dr. Raoni Wainer Duarte Bosquilia – UTFPR-DV

Prof. Alyne Raminelli Siguel Gemin – UTFPR-DV

Prof. Fabiani D. A. Miranda – UTFPR-DV

Prof. Angélica Signor|Mendes
Responsável pelos Trabalhos
De Conclusão de Curso

Coordenador (a) do Curso
UTFPR – Dois Vizinhos

RESUMO

CAPELIN, Adson. **ANÁLISE DE COMPOSIÇÃO DE BANDAS ESPECTRAIS DO SATÉLITE SENTINEL-2 PARA USO EM CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA.**

2021. 42 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

Na atualidade, é cada vez mais necessário conhecer as características da área em que está se trabalhando, pois estas informações são determinantes para as tomadas de decisões, permitindo que esta área seja explorada de maneira correta e de modo que todo o seu potencial produtivo seja aproveitado. O Sensoriamento Remoto, juntamente com a classificação supervisionada, vem sendo muito utilizado para a elaboração de mapas de uso e ocupação do solo, fornecendo produtos que permitam conhecer as características das áreas levantadas. Assim, o presente trabalho buscou elaborar tais mapas de uso e ocupação através da classificação supervisionada utilizando-se de diferentes composições de bandas espectrais obtidas de uma cena do satélite Sentinel-2, para que fosse possível realizar uma avaliação dessas classificações, já que cada composição realça informações diferentes a respeito da imagem utilizada. As bandas espectrais que se encontraram com resolução espectral maior que 10 metros passaram por um processo denominado de Downscaling, a fim de que todas as bandas se encontrem com a mesma resolução espacial. Os mapas gerados foram comparados com imagens do Google Earth Pro para se verificar a qualidade da classificação gerada para cada composição através do Índice Kappa e Acurácia Global. Assim, verificou-se, por meio deste trabalho, que a composição contendo as bandas do Infravermelho Próximo, Vermelho e Verde foi a que apresentou o melhor índice Kappa e Acurácia Global, assim consecutivamente um melhor resultado na produção de um mapa de uso e ocupação do solo, permitindo, assim, conhecer as características da área de estudo de melhor forma possível.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; classificação supervisionada; uso e ocupação do solo; bandas espectrais.

ABSTRACT

CAPELIN, Adson. **SPECTRAL BAND COMPOSITION ANALYSIS OF THE SENTINEL-2 SATELLITE FOR USE IN SUPERVISED CLASSIFICATION**. 2021. 42 f. Completion work of graduation course II. Federal Technological University of Paraná, 2021.

Nowadays, it is increasingly necessary to know the characteristics of the area where one is working, because this information is crucial for decision making, allowing this area to be explored in a correct way and so that all its productive potential is used. Remote Sensing, along with supervised classification, has been widely used for the preparation of land use/land cover maps, providing products that allow the characteristics of the surveyed areas to be known. Thus, the present work aimed to elaborate such land use/land cover maps through supervised classification using different spectral band compositions obtained from a Sentinel-2 satellite scene, so that it would be possible to evaluate these classifications, since each composition enhances different information about the image used. The spectral bands that were found to have a spectral resolution greater than 10 meters underwent a process called downscaling, so that all bands were at the same spatial resolution. The maps generated were compared with images from Google Earth Pro to verify the quality of the classification generated for each composition through the Kappa Index and Overall Accuracy. Thus, it was verified, through this work, that the composition containing the Near Infrared, Red and Green bands was the one that presented the best Kappa index and Global Accuracy, thus consecutively a better result in the production of a land use/land cover map, thus allowing to know the characteristics of the study area in the best possible way.

Keywords: Remote sensing; supervised classification; Land Use/Land Cover maps; spectral bands.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	11
3 HIPÓTESE.....	12
4 OBJETIVO	13
4. 1 OBJETIVO GERAL	13
4. 2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	13
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
5. 1 SENSORIAMENTO REMOTO (SR).....	14
5. 2 RESOLUÇÃO DAS IMAGENS.....	16
5. 3 CLASSIFICAÇÃO	18
5. 4 AQUISIÇÃO DE DADOS.....	19
5. 5 SATÉLITES ARTIFICIAIS.....	19
5. 5. 1 Sentinel - 2	20
5. 6 VALIDAÇÃO DOS DADOS	21
6 MATERIAL E MÉTODOS	23
6. 1 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS REALIZADAS.....	23
6. 2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	23
6. 3 IMAGENS UTILIZADAS	26
6. 3. 1 Processamento Digital Da Imagem	26
6. 3. 2 Classes De Uso E Ocupação	27
6. 3. 3 Classificação Supervisionada.....	27
6. 4 ANÁLISE DOS DADOS	28
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
8 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS	41

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Obtenção de imagens por Sensoriamento Remoto	15
Figura 2 - Espectro Eletromagnético.....	16
Figura 3 - Órbita Polar e Órbita Equatorial	19
Figura 4 - Frequência de Revisita e área de cobertura do Satélite Sentinel-2	20
Figura 5 - Fluxograma das Etapas do Trabalho.....	23
Figura 6 - Mapa de Localização da Área de Estudo.....	24
Figura 7 - Área do Campus da UTFPR-DV	25
Figura 8 - Pontos Para Análise	29
Figura 9- Mapa Classificação Supervisionada para composição RGB.....	30
Figura 10- Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 1	31
Figura 11 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 2.....	32
Figura 12 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 3.....	33
Figura 13 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 4.....	34
Figura 14 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 5.....	35
Figura 15 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 6.....	36
Figura 16 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 7.....	37

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Bandas Sentinel-2 e suas características	21
Tabela 2 - Agrupamento qualitativo do coeficiente Kappa.....	22
Tabela 3 – Índice Kappa e Acurácia Global Composição RGB.....	30
Tabela 4 – Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 1	31
Tabela 5 -Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 2.....	32
Tabela 6 - Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 3	33
Tabela 7 - Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 4.....	34
Tabela 8-Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 5.....	35
Tabela 9-Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 6.....	36
Tabela 10-Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 7	37
Tabela 12 - Índice Kappa e Acurácia Global do Estudo.	38

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, é cada vez mais necessário possuir conhecimento a respeito da dinâmica social do espaço geográfico e como o homem se relaciona com a divisão das áreas em sua posse, para que o seu monitoramento e planejamento ocorra de forma correta, visando otimizar e realizar a utilização dos recursos disponíveis de forma sustentável.

Sensoriamento Remoto, segundo Jensen (2009), é a arte e a ciência de obter informações de um objeto sem a necessidade do contato direto com o mesmo, possibilita a elaboração de mapas de uso e ocupação do solo a partir da interpretação de imagens de satélites com auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Os SIGs permitem a realização da classificação do uso e ocupação do solo de forma supervisionada e não supervisionada. Na primeira, não há controle total sobre os parâmetros em que o software irá utilizar para fazer a distinção das áreas, ou seja, requer pouca ou nenhuma participação do usuário, enquanto no segundo modo de classificação é necessário que se haja um conhecimento prévio da área de estudo pois há a necessidade de que se forneça ao software amostras das classes que o mesmo terá que classificar (CROSTA, 1992).

Como a classificação supervisionada utiliza a resposta espectral de cada pixel da imagem oriunda de sensores acoplados em satélites artificiais, é muito importante que a imagem utilizada tenha uma boa qualidade, tendo a possibilidade de melhorar as características da mesma com a utilização de diferentes composições de bandas, já que cada composição vai permitir realçar informações diferentes dos alvos (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma classificação supervisionada para cada combinação de bandas espectrais do satélite Sentinel-2 a ser realizada, gerando, desta forma, um mapa de uso e ocupação do solo para cada caso e, assim, analisar a acurácia de classificação utilizando-se do índice Kappa e Acurácia Global para validar os dados obtidos, verificando qual combinação apresentou melhor resultado na classificação.

2 JUSTIFICATIVA

Com o passar dos anos, é cada vez mais necessário conhecer as características e informações das áreas de trabalho no campo, principalmente devido à necessidade de se otimizar os processos e atividades desenvolvidas nestas áreas, bem como com o uso racional dos recursos disponível nas mesmas. Pesquisas que avaliaram as transformações no uso da terra utilizando técnicas do Sensoriamento Remoto estão se destacando cada vez mais, isto graças a possibilidade de uma melhor observação da terra, através de sensores remotos, aumentando assim a quantidade de informações adquiridas, principalmente em relação ao aumento da extensão das áreas de estudo, também possibilitando com isso uma melhor acurácia do mapeamento devido a utilização de sensores de com maiores resoluções espaciais (PERTILLE et al., 2018), nos permite estudar essas características e elaborar mapas de uso e ocupação do solo para auxiliar na tomada de decisões futuras, tornando, os trabalhos existentes que abordam o tema Sensoriamento Remoto para mapeamento do uso do solo, muito importantes para a gestão de forma sustentável dos recursos naturais. Sendo que nestas pesquisas é comumente utilizado imagens do satélite Landsat, devido ao seu grande acervo registrado, e que o Satélite Sentinel – 2 é mais recente, se faz necessário pesquisar o potencial do mesmo (REX et al., 2018).

3 HIPÓTESE

O uso de combinações de bandas espectrais diferentes da composição RGB (04/03/02) permitirá obter melhores resultados na utilização da classificação supervisionada para a obtenção de mapas de uso e ocupação do solo, isto porque as composições que utilizam bandas espectrais diferentes das imagens em cor verdadeira fornecem informações adicionais dos alvos, realçando características que as bandas da composição RGB não proporciona, tornando os resultados finais mais precisos e condizentes com a realidade da área imaginada, permitindo separar melhor os usos.

4 OBJETIVO

4.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e avaliar diferentes composições de bandas do satélite Sentinel-2 na classificação supervisionada do uso e ocupação do solo da área da UTFPR – Campus Dois Vizinhos.

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Realizar a reamostragem dos pixels para 10m de resolução espacial para as bandas necessárias;
- Realizar a definição e montagem das composições de bandas;
- Definir quais classes de uso e ocupação foram utilizadas para fazer a classificação condizendo com as características presente na área;
- Proceder com a classificação supervisionada da área, bem como a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo para cada composição;
- Avaliar as classificações obtidas utilizando-se do índice Kappa e da acurácia global.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 SENSORIAMENTO REMOTO (SR)

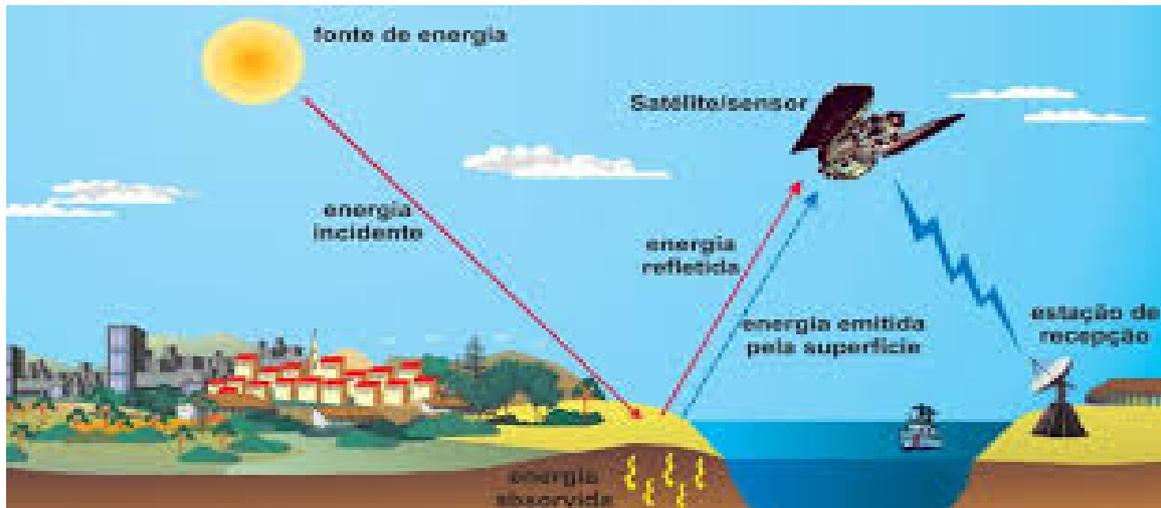
Segundo Figueiredo (2005), pode-se afirmar que o surgimento do Sensoriamento Remoto (SR) remonta a invenção da câmera fotográfica, sendo primeiramente utilizado para fins militares, assim como muitas tecnologias que surgiram na época. Florenzano (2011), em sua obra, relata que a primeira fotografia aérea é datada do ano 1856 obtida por uma câmera fixada em um balão. A partir de 1909, os aviões começam a ser utilizados para esse fim, tendo seu uso intensificado devido as guerras que aconteceram após esse período, mas foi com o advento da segunda guerra mundial que o SR passou por um grande desenvolvimento, principalmente com a invenção do filme infravermelho e o surgimento de novos sensores.

Na década de 70, o SR sofreu uma grande revolução, esse processo ocorreu devido ao lançamento dos satélites de levantamento de recursos terrestres. A partir dessa data diversos equipamentos foram introduzidos ao mesmo e até por conta disso, hoje, há uma grande gama de satélites na órbita da Terra (FIGUEIREDO, 2005).

Novo (2001) cita o Brasil como exemplo de pioneirismo na utilização SR com o projeto radar na Amazônia (RADAM), projeto criado para o levantamento de recursos naturais por meio de dados obtidos através de radar aerotransportado. Hoje, o Brasil está entre os países que possuem a tecnologia para obtenção de dados de Sensoriamento Remoto. Isto é possível graças à parceria com a China no lançamento do satélite CBERS (China-Brasil Earth Resources Satellite) e da missão SABIA (Satélite Argentino-Brasileiro de informações sobre água, alimento e Ambiente).

O termo Sensoriamento Remoto pode ser compreendido como a obtenção de informações por meio da captação e registro da energia que é emitida ou refletida pela superfície do objeto em estudo por sensores de forma remota, ou seja, sem contato direto com o alvo. A partir desses sensores podem ser obtidos vários tipos de dados, dentre eles, por exemplo, pode se considerar as imagens de satélite (FLORENZANO, 2011).

Figura 1 - Obtenção de imagens por Sensoriamento Remoto



Fonte: FLORENZANO, 2011.

A Figura 1 ilustra bem a definição de Sensoriamento Remoto. Nela pode-se observar que o sol ilumina a superfície da Terra, sendo a energia emitida pelo mesmo refletida pela superfície em direção ao sensor, que a capta e a registra. Consta-se também, que durante sua trajetória a energia atravessa a atmosfera, interferindo na energia que é finalmente registrada pelo sensor (FLORENZANO, 2011).

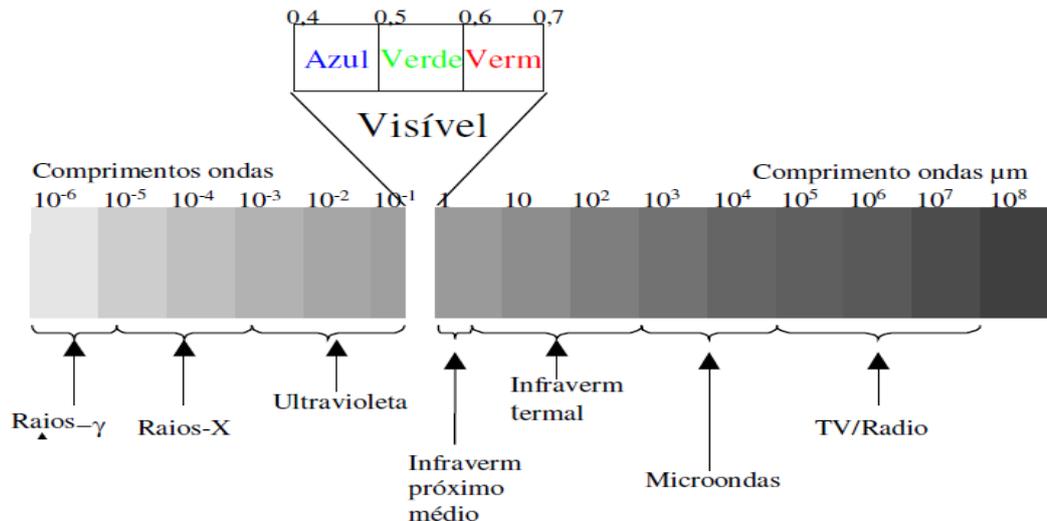
Os sensores são capazes de detectar, fazer aquisição, bem como analisar a energia eletromagnética que foi emitida ou refletida pelos objetos em estudos. Essa energia também é conhecida como radiação eletromagnética (REM), sendo que as principais fontes de radiação captadas são provenientes do sol e da Terra. Hoje em dia, com a evolução da tecnologia, já é possível obter informações devido ao avanço de alguns equipamentos, que além de captar, também podem emitir a sua própria radiação. Os resultados obtidos são resultantes da interação entre o objeto e a energia recebida que posteriormente pode absorver, refletir ou liberar (MÁRIO, 2008).

Figueiredo (2005) considera a REM como sendo “termômetros-mensageiros” para o Sensoriamento Remoto, pois elas, além de captar os atributos das feições observadas, fazem o transporte das mesmas para os sensores, podendo ser definida como uma propagação da energia.

A REM pode ser classificada em função do seu comprimento de onda (espectro eletromagnético), onde cada região do espectro apresenta particularidades distintas devido ao tipo de processo físico de sua origem, o qual apresenta diferenças entre cada objeto e a radiação eletromagnética (MÁRIO, 2008).

Em um espectro eletromagnético, é possível observar desde ondas de curto comprimento até ondas com maiores comprimentos, sendo o olho humano capaz de enxergar apenas ondas de comprimento na faixa do visível, ou seja, capaz de diferenciar cores do violeta até o vermelho (0,4 até 0,7 μm) (FLORENZANO, 2009).

Figura 2 - Espectro Eletromagnético.



Fonte: FIGUEREDO, 2005.

Os sensores são instrumentos que estão a bordo dos satélites, aviões, entre outros e que tem como propósito captar a REM que foi emitida ou refletida pelo alvo e converter a energia conduzida pela onda em dados que possam ser compreendidos posteriormente; esses sensores podem ser passivos ou ativos (FIGUEIREDO, 2005).

Segundo Santos (2013), sensores ativos são aqueles que produzem a REM de forma artificial e a emitem para posteriormente recebê-las; um exemplo são os radares. Já os sensores passivos fazem uso da REM não emitida pelos mesmos (normalmente utilizam a luz do Sol) e que foi emitida ou refletida por algum alvo em estudo.

5. 2 RESOLUÇÃO DAS IMAGENS

Em sua obra, Crosta (1992) divide o termo resolução em três diferentes critérios distintos: resolução espacial, resolução espectral e resolução radiométrica. Já Florenzano (2009), acrescenta mais um critério: resolução temporal.

A resolução espacial é a competência que o sensor tem de diferenciar ou enxergar na superfície terrestre algum alvo e representá-lo nos pixels. Com isso, quanto menor for o

tamanho do objeto, maior vai ser a resolução espacial. Essa resolução pode variar de 30 cm até 1 Km e pode ser determinada a partir do seu campo instantâneo de visada. (Crosta, 1992; Florenzano, 2009).

Segundo Meneses e Almeida (2012), essa resolução deve ser compreendida como uma medida geométrica e não deve ser considerada apenas como sinônimo de pixel.

A resolução espectral é o tamanho e/ou o número de intervalos de comprimento de onda específicas (bandas) no espectro eletromagnético onde os equipamentos do SR são sensíveis (JENSEN, 2009).

Crosta (1992) considera essa resolução como uma definição particular das imagens multiespectrais do SR, sendo determinada pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda abrangido por cada banda.

Para Meneses e Almeida (2012), essa resolução é a propriedade mais importante dos sensores imageadores: quanto maior for o número de bandas em diferentes regiões espectrais e menor largura comprimento de onda, melhor foi a resolução espectral daquele sensor.

Essa resolução refere-se ao número de níveis digitais, representado pelos níveis de cinza ou de cores possíveis de serem representados por uma determinada imagem. Quanto maior o número de níveis de cinza/cores possíveis de serem representados, maior foi a resolução radiométrica e, com isso, maior foi o nível de detalhamento presente na imagem. Também pode ser considerado como a eficiência que o sensor possui em diferenciar a intensidade de energia que foi refletida ou emitida pelos objetos em estudo (Crosta, 1992).

Florenzano (2009) usa, como exemplo, uma imagem que é composta com apenas 4 valores digitais, ou seja, em preto, branco e mais dois valores de cinza. Já uma imagem com 128 valores digitais apresenta, além do preto e branco, mais 126 níveis de cinza, conferindo a essa imagem um nível de detalhamento muito superior à primeira.

O nome quantização também é dado para expressar a medida da resolução radiométrica, normalmente expressa em números binários (bits) (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Esta resolução está ligada ao tempo de revisita do sensor em uma determinada área, ou seja, de quanto em quanto tempo esse sensor irá imagear novamente a mesma área, obtendo, assim, uma série de imagens durante o seu funcionamento. É a partir dessas imagens em sequência que é possível se fazer estudos temporais sobre mudanças ocorridas na superfície terrestre (MENESES e ALMEIDA, 2012).

5.3 CLASSIFICAÇÃO

Com o Sensoriamento Remoto temos a possibilidade de fazer a diferenciação e identificação das composições dos materiais, podendo-se diferenciar vegetação, uso do solo e geologia das rochas, por exemplo. Tudo isso só é viável graças ao comportamento espectral dos materiais que estão na superfície terrestre (CROSTA, 1992).

Para o SR, a classificação nada mais é do que a associação de diferentes pontos da imagem em estudo com uma determinada classe que representará as características comuns para aquela amostra, assim assumindo que objetos diversos apresentam variadas propriedades espectrais. Cada classe deve possuir também tons de cor próximos uns dos outros para melhor classificá-los. Esta classificação pode ser feita de forma supervisionada ou não supervisionada (FIGUEIREDO, 2005).

Na classificação não supervisionada, o software, faz a decisão de qual objeto foi classificado em cada classe, levando em conta regras estatísticas. Mesmo sendo chamada de classificação não supervisionada, se faz necessário a intervenção do operador para se fazer a escolha de alguns parâmetros que vão auxiliar o software a fazer uma melhor classificação (CROSTA, 1992).

Para Meneses e Almeida (2012), há duas situações em que pudesse utilizar essa classificação: quando não a clareza a respeito do número e natureza de classes que pode existir na área de estudo ou quando se deseja fazer uma classificação exploratória da imagem, para se agilizar o tempo de processamento necessário para se descobrir o número de classes presente na imagem. Para utilizar a classificação supervisionada, se faz necessário o conhecimento prévio a respeito das características da área real em estudo, definindo assim determinadas áreas como padrões para se fazer as comparações com os pixels em questão, para, somente depois, serem classificados conforme a classe que os mesmos pertencem (Meneses e Almeida, 2012).

Na maioria dos casos, a classificação supervisionada demanda conhecimento das feições existentes na área combinando com a análise de imagens de satélite, fotografias aéreas, mapas e de todos os materiais que estão ao alcance, para fim de se localizar as regiões que melhor representam a área de forma homogênea para as feições que são conhecidas (SANTOS et al, 2010).

Meneses e Almeida (2012) complementam que, caso a escolha das classes não seja feita de forma correta e precisa, pode haver uma grande confusão entre as mesmas, assim ocorrendo a classificação de modo errôneo e deste modo o trabalho estará sendo feito de forma errada.

5. 4 AQUISIÇÃO DE DADOS

Para o SR há diferentes níveis de aquisição de imagens, sendo o nível definido pela altura em que o sensor se encontra do alvo. Normalmente, o sensor se encontra acoplado a uma plataforma e essas plataformas são os veículos que transportam os sensores remotos. Esses sensores podem estar ao nível do solo, em veículos aéreos não tripulados (VANT), aviões, e em satélites artificiais que estão orbitando a Terra.

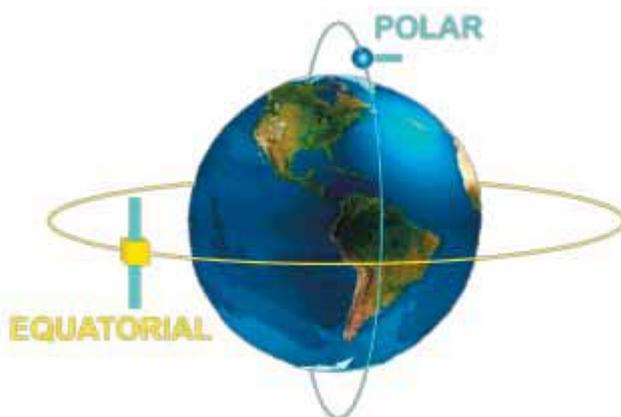
5. 5 SATÉLITES ARTIFICIAIS

Os satélites artificiais são equipamentos construídos pelo homem para uma determinada funcionalidade e que está em deslocamento em uma órbita ao redor do planeta Terra.

Isto acontece graças a força da gravidade que é exercida sobre o mesmo e a sua velocidade de deslocamento. Esta velocidade depende diretamente da altitude em que se encontra a órbita do equipamento. Para definir o tipo da órbita em que o satélite percorrerá, é levado em conta o grau de inclinação e o tempo em que esse equipamento leva para percorrer a sua órbita em torno da Terra.

Estas orbitas podem ser basicamente de dois tipos: órbita polar (90° em relação a linha do equador) e órbita equatorial (0° em relação a linha do equador) (FLORENZANO, 2008).

Figura 3 - Órbita Polar e Órbita Equatorial



Fonte: FLORENZANO, 2008.

Levando-se em conta a altitude em que os equipamentos orbitam a Terra, temos os satélites de baixa e alta altitude, sendo que os de alta altitude normalmente são geoestacionários (acompanha a velocidade de rotação da Terra). Estes satélites apresentam órbita equatorial.

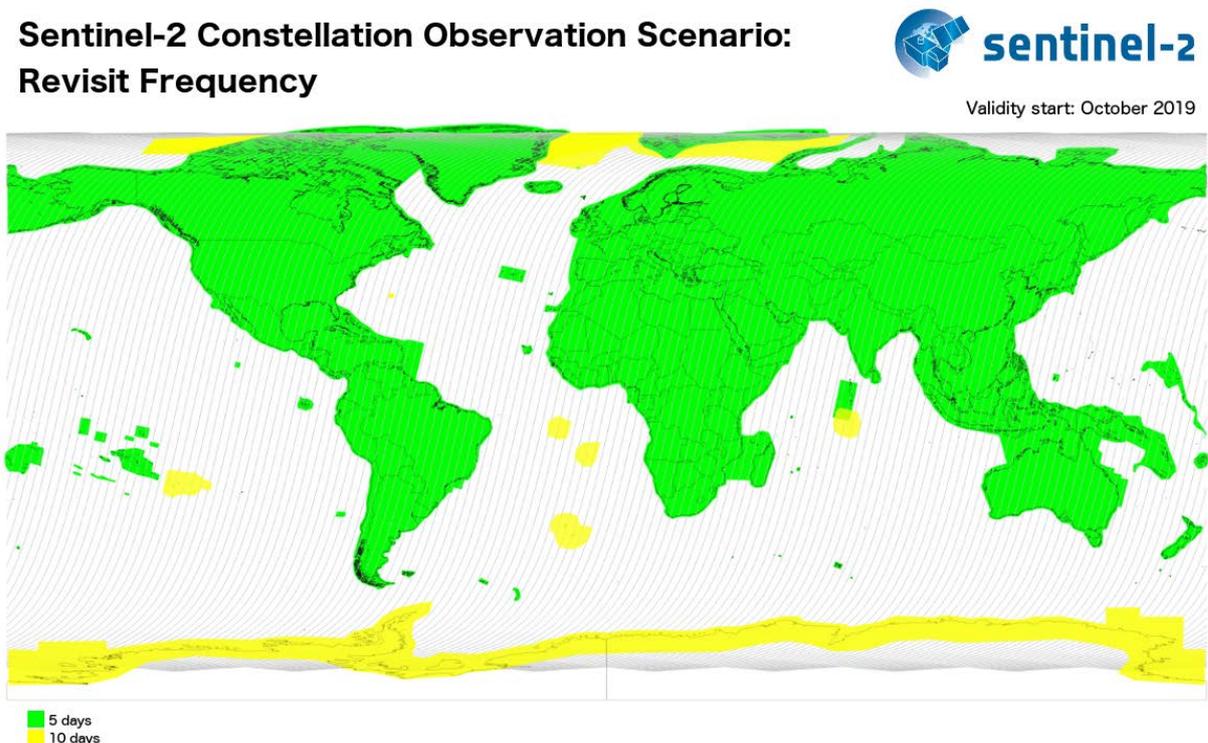
Já os satélites que são utilizados no Sensoriamento Remoto apresentam característica de órbita baixa (órbitas menores que 1000 Km de altitude) e estes equipamentos apresentam órbita polar, permitindo assim que quase toda a superfície terrestre seja imageada em um determinado período de tempo (EPIPHANIO, 2000; FLORENZANO, 2008).

5. 5. 1 Sentinel - 2

Sentinel-2 é uma missão imageadora multiespectral do programa GMES (Global Monitoring for Environment and Security), da Agência Europeia Espacial (ESA), com finalidade de fazer observações e realizar coletas de dados da superfície terrestre, com alta resolução e com período de revisita menor que seus concorrentes. Seus dados já estão ao alcance do usuário desde junho de 2015.

Sua constelação conta com dois satélites que possuem órbita polar e heliosíncrona, com distância entre si de 180°, com ampla largura de faixa imaginada (290 Km). Seu tempo de revisita varia de 5 a 10 dias dependendo das condições atmosféricas e posição no globo, como pode-se observar na Figura 4 (ENGESAT, 2019; ESA, 2019a).

Figura 4 - Frequência de Revisita e área de cobertura do Satélite Sentinel-2



Fonte: ESA, 2019b.

Os satélites gêmeos Sentinel-2 carregam instrumentos ópticos que o permitem obter 13 bandas espectrais, sendo quatro bandas com resolução espacial de 10 metros, seis bandas com 20 metros e três bandas com 60 metros de resolução espacial, como descrito na Tabela 1 (ENGESAT, 2019).

Tabela 1 - Bandas Sentinel-2 e suas características

Resolução	Nº da Banda	Nome da Banda	Comprimento de onda Central (nanômetro)	Combinações de Bandas
10 m	B02	Blue (Azul)	490	Cor Verdadeira
	B03	Green (Verde)	560	RGB 04/03/02
	B04	Red (Vermelho)	665	Falsa Cor 01 e 02
		NIR		RGB 08/04/03 e
	B08	(Infravermelho Próximo)	842	04/08/03
20 m	B05	Red Edge 1	705	SWIR 1 RGB
	B06	Red Edge 2	740	
	B07	Red Edge 3	783	12/11/8A
	B08A	Red Edge 4	865	
	B11	SWIR 1	1610	
	B12	SWIR 2	2190	
60 m	B01	Aerossol	443	
	B09	Water Vapor	940	
	B10	Cirrus	1375	

Fonte: ENGESAT, 2019.

5. 6 VALIDAÇÃO DOS DADOS

Para conferir maior confiabilidade e melhor possibilidade de analisar os resultados do estudo, se faz necessário o uso de alguns parâmetros estatísticos para análise desses resultados. As ferramentas mais utilizadas nessas análises são: matriz de confusão, coeficiente Kappa e Acurácia Global.

A matriz de confusão é utilizada para cálculos com intuito de representar as características dos dados obtidos pela classificação, onde estes dados são expressos pela correlação das informações de referência comparados aos dados classificados. A partir da mesma, pode-se gerar o coeficiente Kappa. A finalidade do coeficiente Kappa é demonstrar em que nível de concordância os dados se encontram, conferindo aos mesmos a condição de precisão e confiabilidade (PRIMA E TRENTIN, 2015).

Este índice é uma medida da diferença entre a concordância dos dados de referência e a classificação automática e a probabilidade entre os dados de referência e a classificação aleatória (SANTOS et al, 2010).

Os dados desse índice são expressos por valores que variam no intervalo de 0 e 1, sendo que quanto mais próximos de 1 os valores, melhor é a qualidade das informações classificadas. Segundo Fonseca (2000), esses valores podem ser agrupados para melhor entendimento, conforme pode ser notado na Tabela 2.

Tabela 2 - Agrupamento qualitativo do coeficiente Kappa

Índice Kappa	Desempenho
<0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Fonseca (2000).

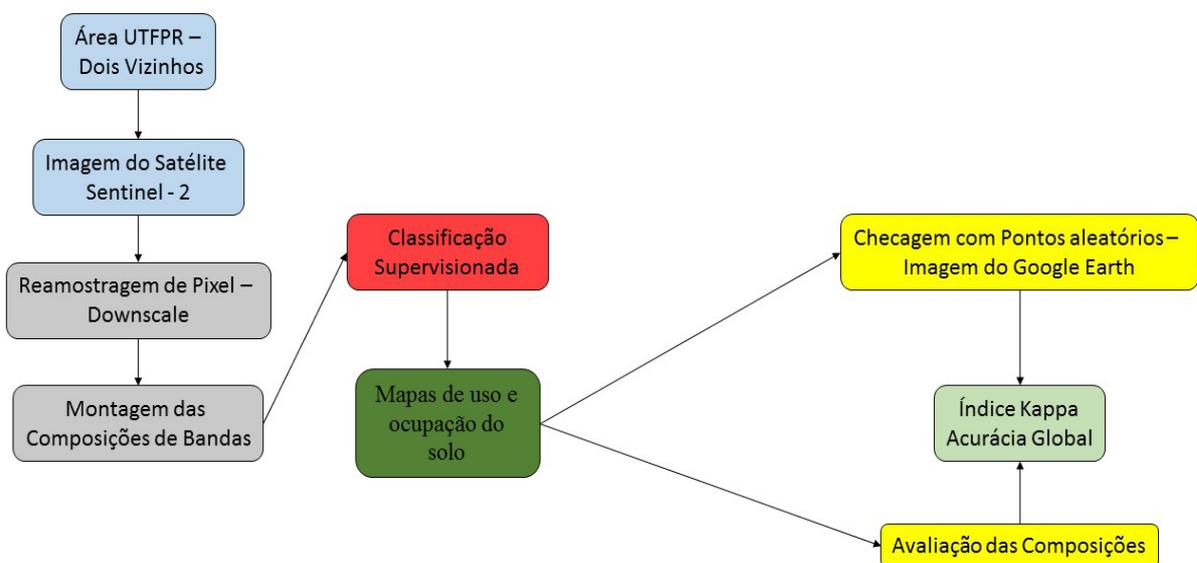
Os dados obtidos a partir da matriz de confusão e do índice Kappa são utilizados para o cálculo da acurácia global, que é obtida a partir da relação de pixels que foram corretamente classificados, com a proporção total dos mesmos (IBGE, 1999), demonstrando a partir desta a precisão da imagem quanto ao mapa produzido.

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS REALIZADAS

As fases propostas para a realização do trabalho estão organizadas em forma de fluxograma (Figura 5), de maneira sequencial, de forma resumida e simplificada a fim de demonstrar o passo a passo as atividades que foram desenvolvidas.

Figura 5 - Fluxograma das Etapas do Trabalho

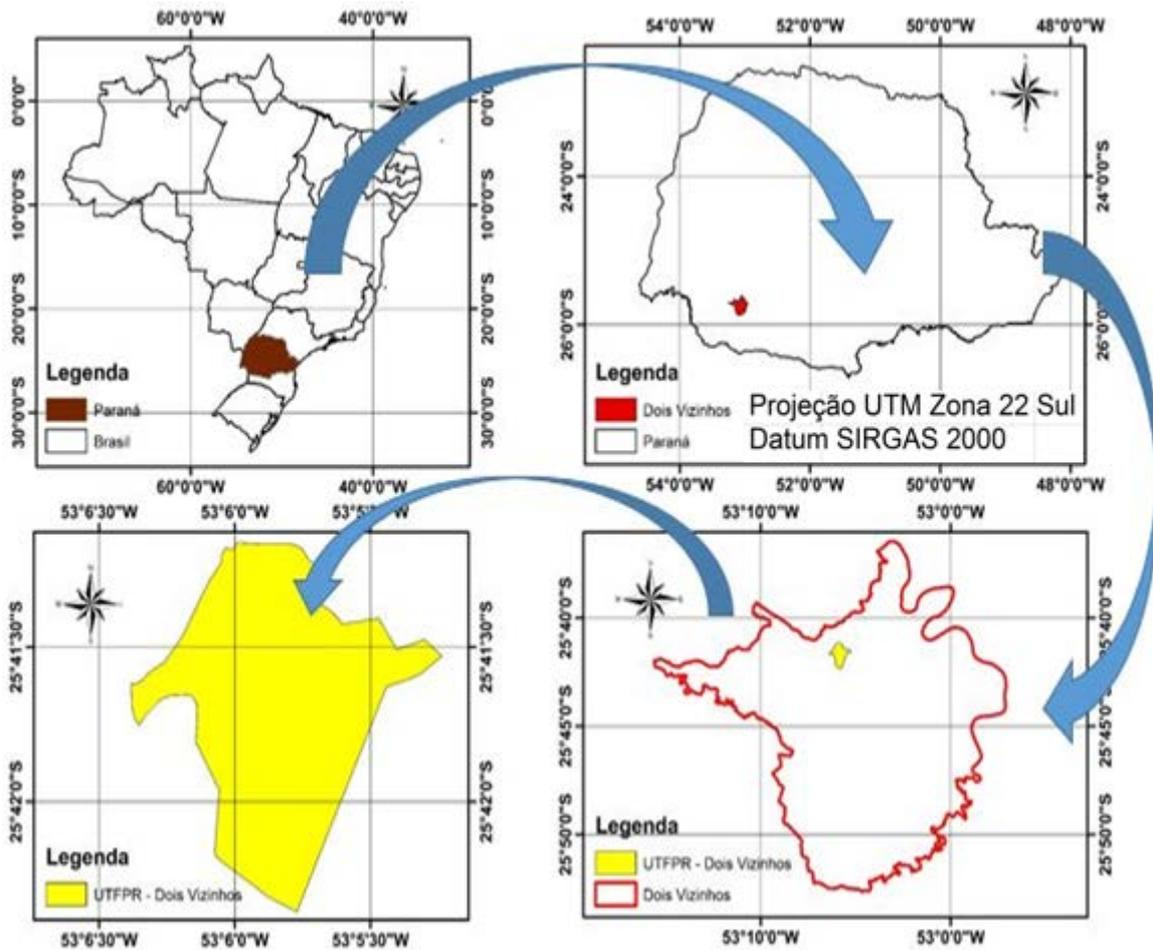


Fonte: O Autor (2019).

6.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A área escolhida para realização do presente trabalho está localizada no Campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Dois Vizinhos, no município de mesmo nome, com localização geográfica nas coordenadas de latitude 25 ° 42' 14'' S, longitude de 53 ° 05' 54'' W e com altitude média de 520 m, como pode-se verificar na Figura 6.

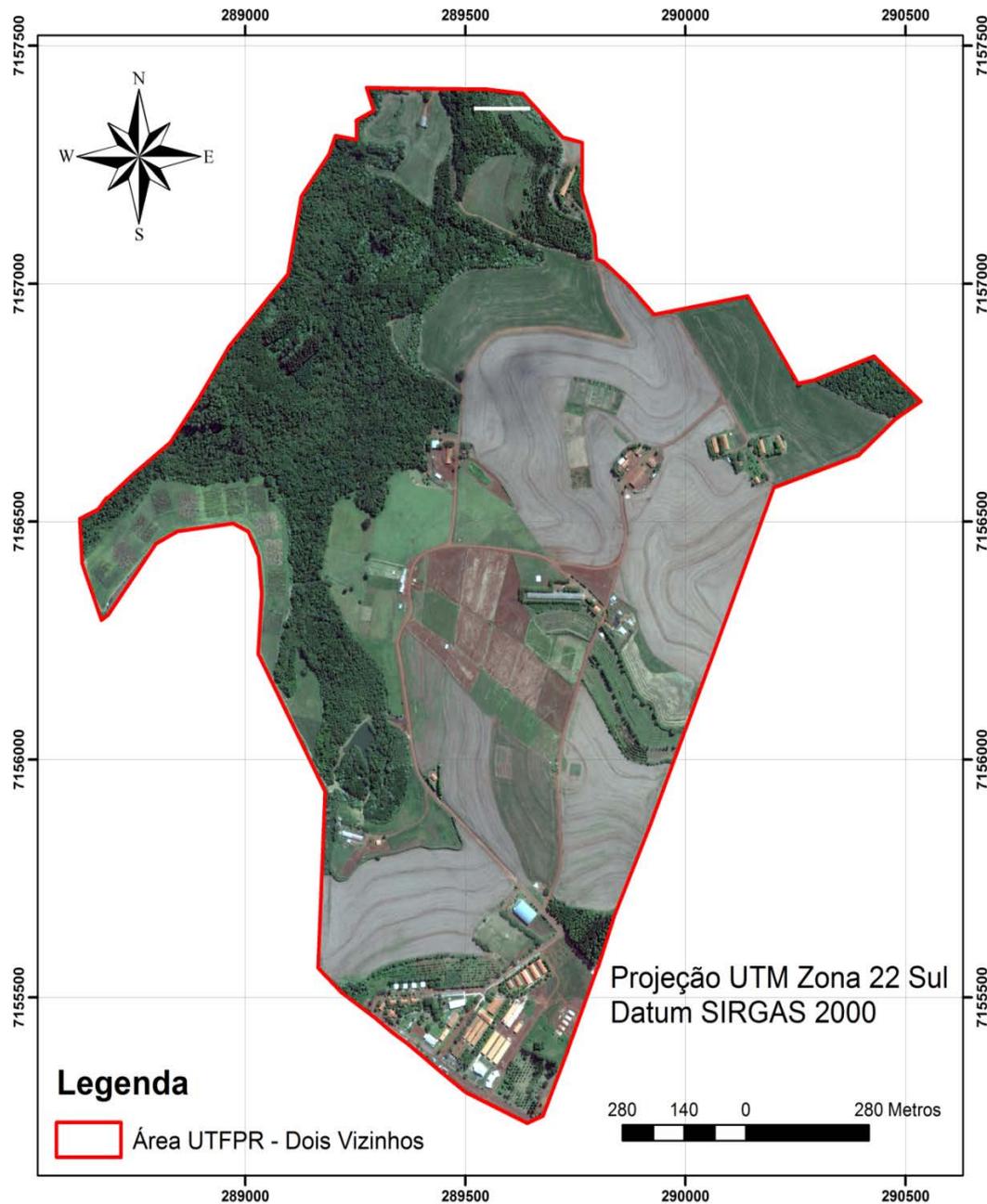
Figura 6 - Mapa de Localização da Área de Estudo



Fonte: O Autor (2019).

Atualmente o Campus Dois Vizinhos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná possui, aproximadamente, 192 hectares, sendo divididos entre a sede administrativa, localizada na parte inferior da Figura 7, onde fica localizado os blocos contendo salas de aula, laboratórios, refeitório, entre outras instalações urbanizadas, e as Unidades de Ensino e Pesquisa (UNEPE's),

Figura 7 - Área do Campus da UTFPR-DV



Fonte: O autor (2019).

O solo da área é classificado predominantemente como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2013). Köppen classifica o clima da região predominantemente em subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com pouca ocorrência de geadas e apresentando temperaturas médias anuais de 18,5°C, e com pluviosidade média do município de 2044 mm (EMBRAPA, 2012).

6.3 IMAGENS UTILIZADAS

Para o estudo foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, sendo estas imagens recortes de uma cena do mesmo satélite do dia 28 de setembro de 2019, já georreferenciadas e ortoretificadas, obtidas de forma gratuita a partir do site *EarthExplorer*.

Também foram utilizadas as imagens do *Google Earth Pro*[®] para posteriormente serem utilizadas na validação do estudo a partir de metodologia anteriormente citada. Estas imagens deverão ser georreferenciadas utilizando pontos de controles gerados da imagem do Sentinel-2, para que não haja diferença de localização dos pontos nas duas imagens.

As imagens do satélite Sentinel-2 possuem um total de 13 bandas espectrais, mas para o estudo somente as bandas com resolução espacial de 20 e 10m foram utilizadas na obtenção de diferentes composições de bandas.

6.3.1 Processamento Digital Da Imagem

Nesta etapa, logo após a aquisição das imagens, as mesmas passaram pelo processo de reamostragem para que fosse possível a realização da classificação supervisionada com as bandas espectrais na mesma resolução espacial.

Este ajuste é realizado devido as bandas do satélite possuírem resolução espacial diferentes, sendo necessário realizar essa reamostragem dos pixels para que todas as bandas que foram utilizadas estejam com a mesma resolução espacial, deixando assim as mesmas com 10m (Downscaling).

Posteriormente foram realizadas as composições de bandas em ambiente SIG.

As combinações que escolhidas para a realização deste trabalho são:

- RGB – 04/03/02;
- Falsa Cor 1 – 08/04/03
- Falsa Cor 2 – 08/05/03;
- Falsa Cor 3 – 08/06/03;
- Falsa Cor 4 – 08/07/03;
- Falsa Cor 5 – 08/8A/03;
- Falsa Cor 6 – 08/8A/B11;
- Falsa Cor 7 – 08/8A/B12;

No total foram utilizadas 8 combinações diferentes, sendo todas com 3 bandas espectrais e para as composições falsa cor 5 a falsa cor 8, por possuírem a banda do Red Edge, irão permitir o estudo da sensibilidade das plantas, além de possibilitar fazer uma melhor diferenciação das formações vegetais arbóreas das rasteiras (SOUZA; ALFAYA; KUX, 2011).

6. 3. 2 Classes De Uso E Ocupação

Como a classificação supervisionada necessita que o usuário do ambiente SIG informe alguns parâmetros para o processamento, é necessário que ele tenha um conhecimento prévio da área em estudo, já que se faz necessário definir as amostras para quais classes o software irá se utilizar para realizar a classificação.

Pelo conhecimento prévio a respeito da área em que foi realizada a classificação, se definiu as classes mais significativas para a classificação, sendo elas:

- Edificações;
- Vias;
- Solo exposto;
- Culturas anuais (área não colhida);
- Culturas anuais (área colhida);
- Pastagem;
- Floresta Plantada;
- Floresta Nativa;
- Corpos de água.

6. 3. 3 Classificação Supervisionada

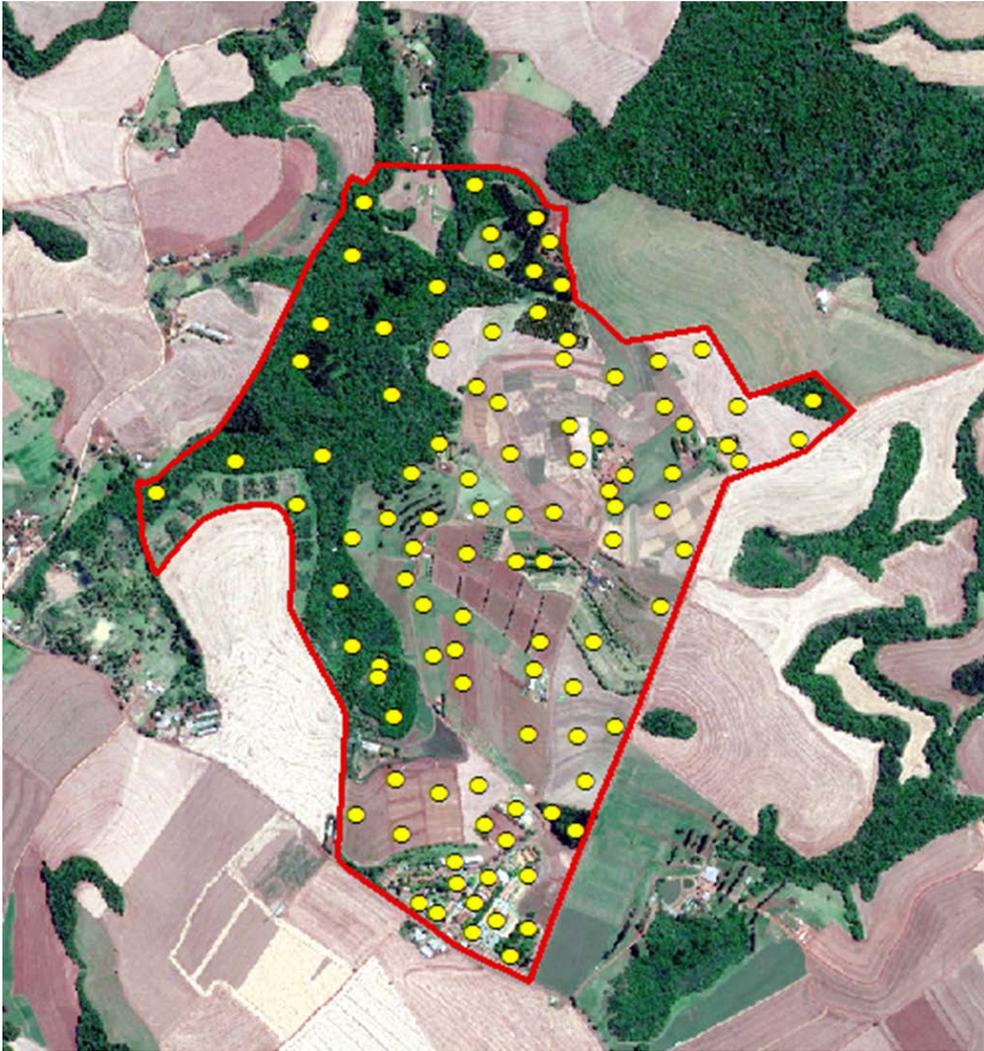
Com as classes definidas, o usuário informou para o software as amostras de cada classe para que fosse realizada a classificação supervisionada de toda a área. O número de amostras pertencente a cada classe dependeu da representatividade de cada classe em relação ao total da área, sem que haja sobreposição das amostras, se optou por um número de 2 amostra para a classe corpos água sendo está a com menos representatividade de um mínimo de 15 amostras para as demais classes. O processo de classificação foi feito para cada composição de banda que foi gerada, utilizando o algoritmo MaxVer sendo executada em software de ambiente SIG. Posteriormente, já com a classificação concluída, os mapas de uso e ocupação para cada composição foram gerados.

6. 4 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta etapa foi utilizada a imagem obtida do *Google Earth Pro*[®], sendo esta do dia 08 de outubro de 2019, para se fazer as análises quanto a qualidade e resultado de cada classificação. Para isso, foi verificado, a partir de comparação ente os mapas gerados e a imagem do *Google Earth Pro*[®], o índice Kappa e a Acurácia Global de cada composição de bandas. Buscou – se a utilização de duas imagens com uma diferença mínima entre a data que as mesmas foram obtidas, para que a variação entre estas seja a mínima possível.

Para a obtenção do Índice Kappa, foram dispostos 100 pontos de forma semi-aleatória na imagem obtida a partir do *Google Earth Pro*[®] (Figura 8), onde estas amostras foram comparadas com cada mapa gerado após a classificação. Com essas amostras, foi possível gerar uma matriz de confusão e calcular este índice e os demais dados necessários para se fazer as devidas análises e considerações a respeito do trabalho desenvolvido. Todos estes procedimentos foram realizados em ambiente SIG e em planilha eletrônica.

Figura 8 – Amostras dispostas sobre a área de estudo



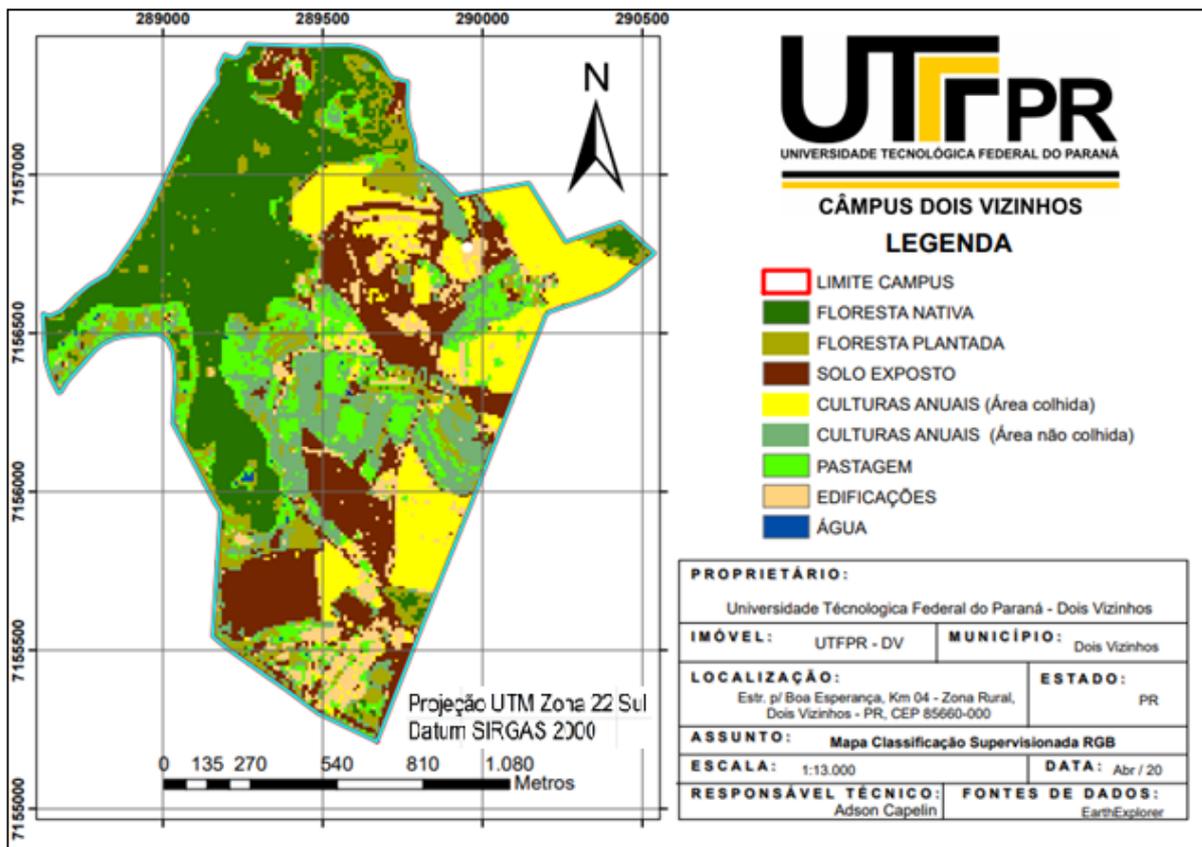
Fonte: O autor (2019).

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a realização deste trabalho, foi possível obter os mapas de uso e ocupação com a melhor semelhança possível com a realidade de campo da área da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, utilizando-se da classificação supervisionada de nove diferentes composições de bandas, sendo cada composição abrangendo diferentes faixas do espectro eletromagnético.

Também foi possível observar que, dependendo da composição utilizada, os resultados apresentaram divergências, sendo que uns foram mais precisos do que outros. As Figuras 8 a 16 mostram como a divisão das áreas utilizando a classificação supervisionada se apresentou bem como as Tabelas 03 a 10 mostram a análise estatísticas dos dados.

Figura 9- Mapa Classificação Supervisionada para composição RGB.



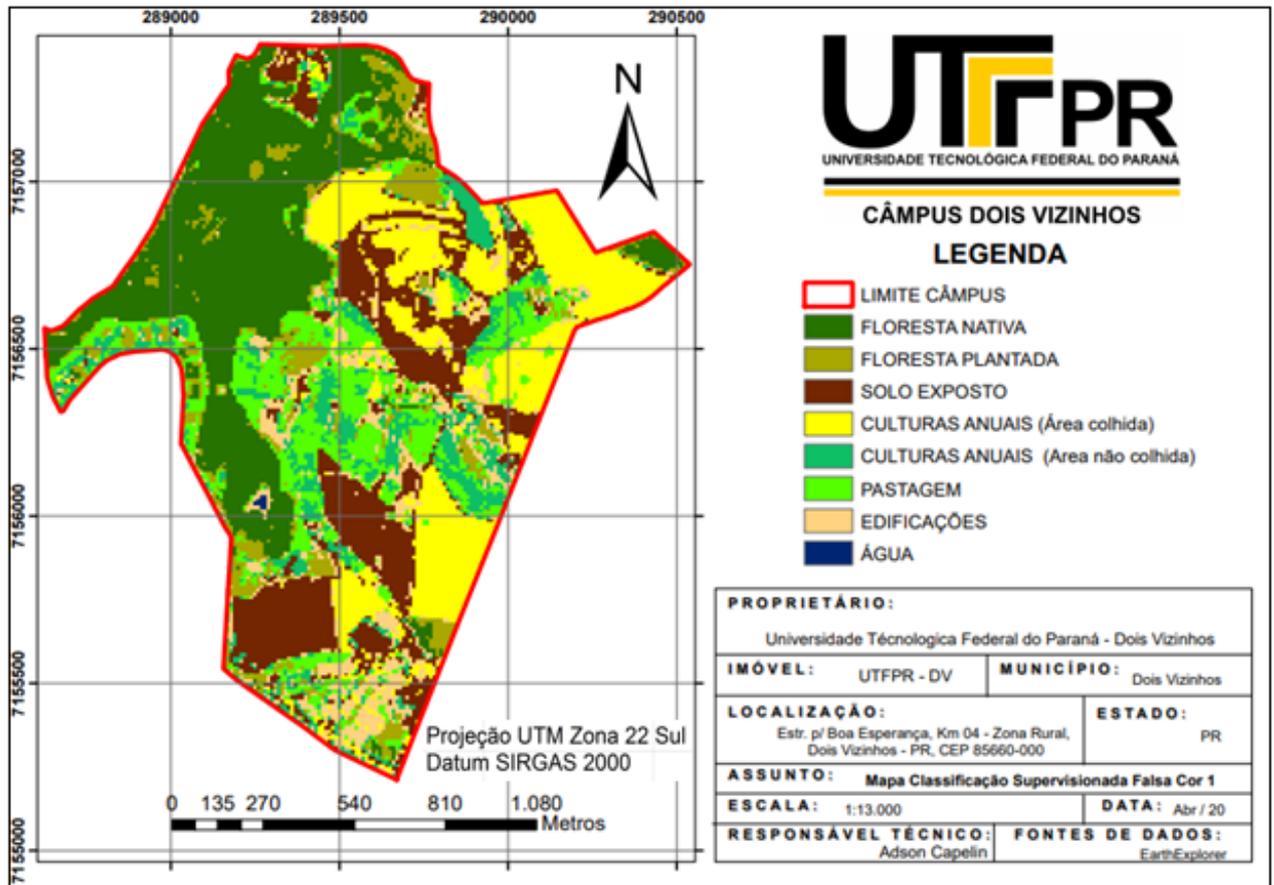
Fonte: O autor (2020).

Tabela 3 – Índice Kappa e Acurácia Global Composição RGB.

CLASSIFICAÇÃO	FN	FP	SE	CA	PL	PA	ED	AG	TOTAL
FN	15	8	0	0	0	0	0	0	23
FP	0	6	0	0	0	0	0	0	6
SE	0	0	19	0	0	1	0	0	20
CA	0	0	0	16	0	0	0	0	16
PL	0	1	0	0	3	3	0	0	7
PA	0	0	0	0	3	7	2	1	13
ED	0	1	1	0	0	0	12	0	14
AG	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	15	16	20	16	6	11	14	2	100
T. P. CORRETOS	79								
T. P. REFERÊNCIA	100								
ÍNDICE KAPPA	0,754								
ACURACIA GLOBAL	79,00%								

Legenda: FN (Floresta Nativa), FP (Floresta Plantada), SE (Solo Exposto), CA (Culturas Anuais), PL (Palhada ou Culturas Anuais área colhida), ED (Edificações), AG (ÁGUA); Fonte: O autor (2021).

Figura 10- Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 1



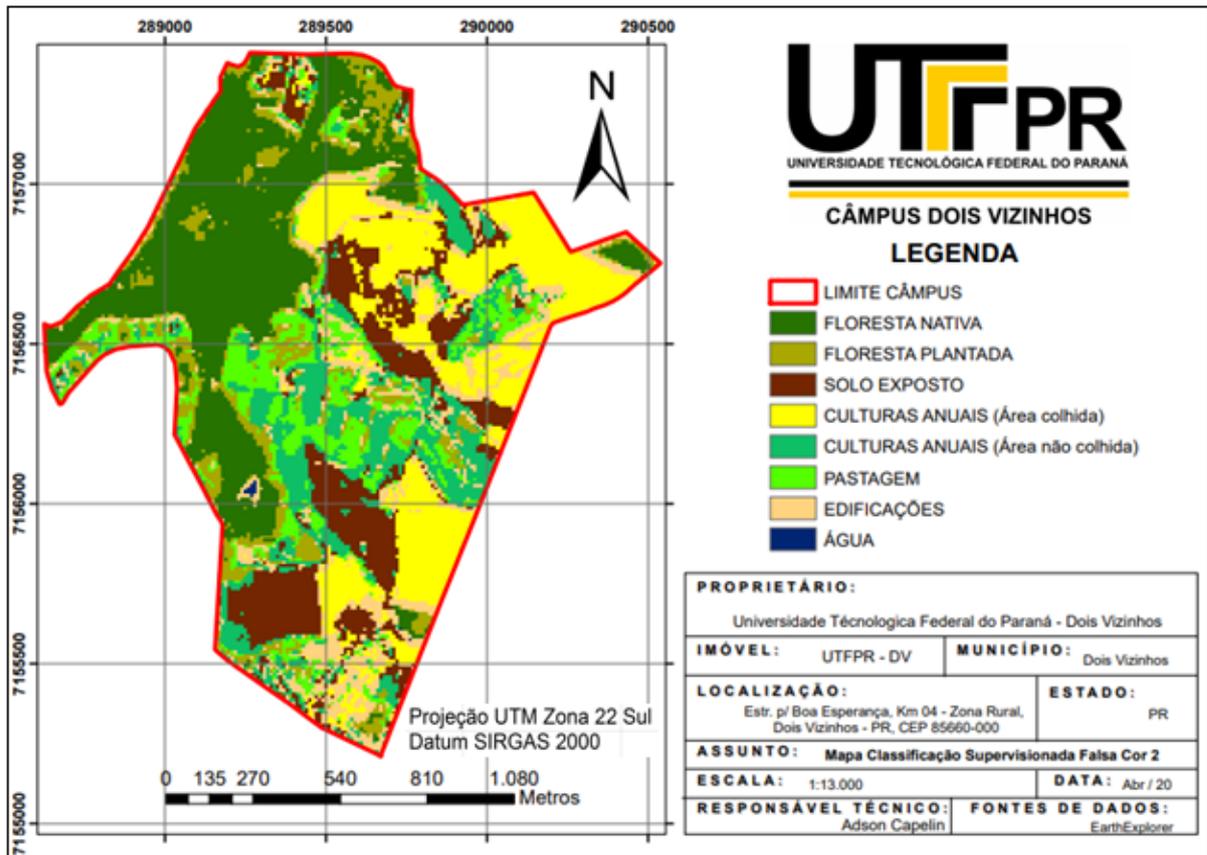
Fonte: O autor (2020).

Tabela 4 – Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 1

CLASSIFICAÇÃO	FN	FP	SE	CA	PL	PA	ED	AG	TOTAL
FN	15	4	0	0	0	0	0	0	19
FP	0	10	0	0	0	0	0	0	10
SE	0	0	18	0	0	1	0	0	19
CA	0	0	1	16	0	0	1	0	18
PL	0	1	0	0	4	2	0	0	7
PA	0	0	0	0	2	6	2	0	10
ED	0	1	1	0	0	0	11	1	16
AG	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	15	16	20	16	6	11	14	2	100
T. P. CORRETOS	81								
T. P. REFERÊNCIA	100								
ÍNDICE KAPPA	0,777								
ACURACIA GLOBAL	81,00%								

Legenda: FN (Floresta Nativa), FP (Floresta Plantada), SE (Solo Exposto), CA (Culturas Anuais), PL (Palhada ou Culturas Anuais área colhida), ED (Edificações), AG (ÁGUA); Fonte: O autor (2021). Fonte: O autor (2021).

Figura 11 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 2



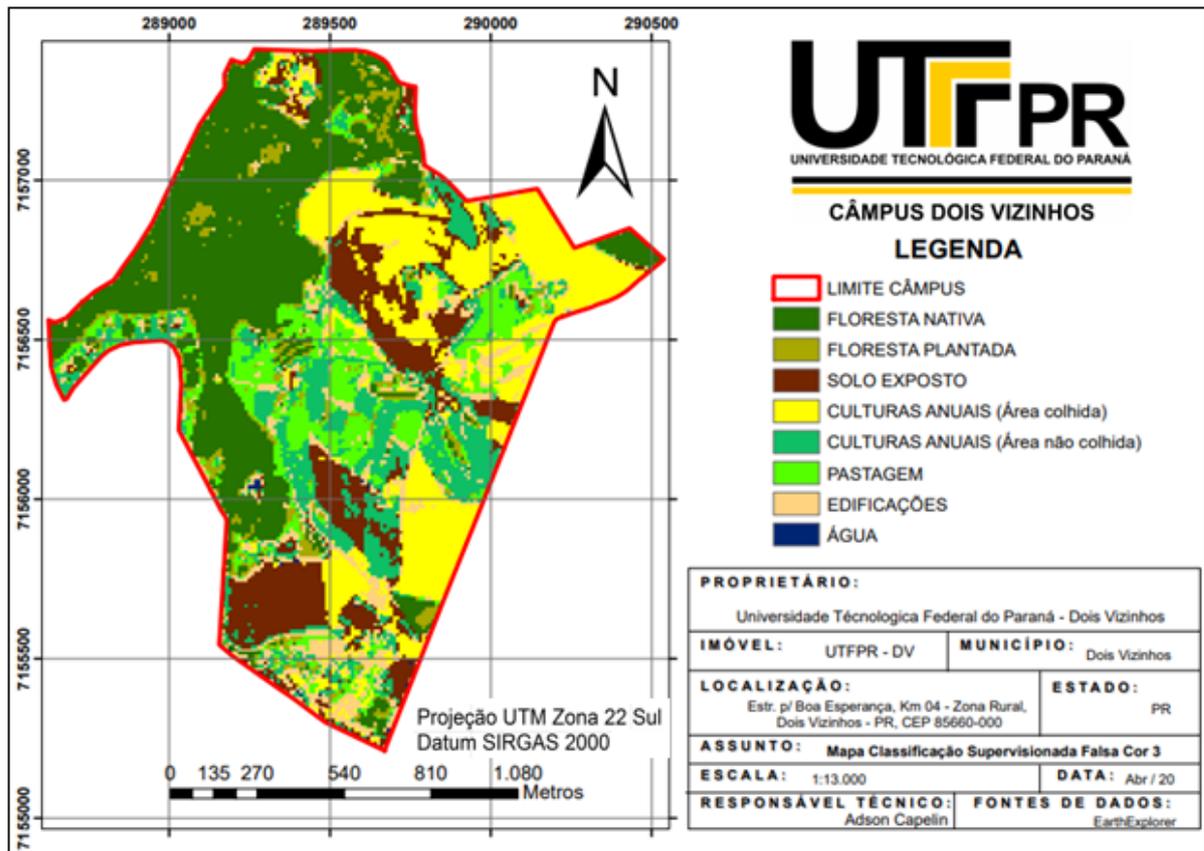
Fonte: O autor (2020).

Tabela 5 -Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 2

CLASSIFICAÇÃO	FN	FP	SE	CA	PL	PA	ED	AG	TOTAL
FN	15	6	0	0	0	0	0	0	21
FP	0	7	0	0	0	1	1	0	19
SE	0	0	14	0	0	0	1	0	15
CA	0	0	4	15	0	0	0	0	19
PL	0	1	0	0	4	3	0	0	8
PA	0	0	1	0	2	7	1	0	11
ED	0	1	1	1	0	0	11	1	16
AG	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	15	16	20	16	6	11	14	2	100
T. P. CORRETOS	74								
T. P. REFERÊNCIA	100								
ÍNDICE KAPPA	0,696								
ACURACIA GLOBAL	74,00%								

Legenda: FN (Floresta Nativa), FP (Floresta Plantada), SE (Solo Exposto), CA (Culturas Anuais), PL (Palhada ou Culturas Anuais área colhida), ED (Edificações), AG (ÁGUA); Fonte: O autor (2021). Fonte: O autor (2021).

Figura 12 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 3



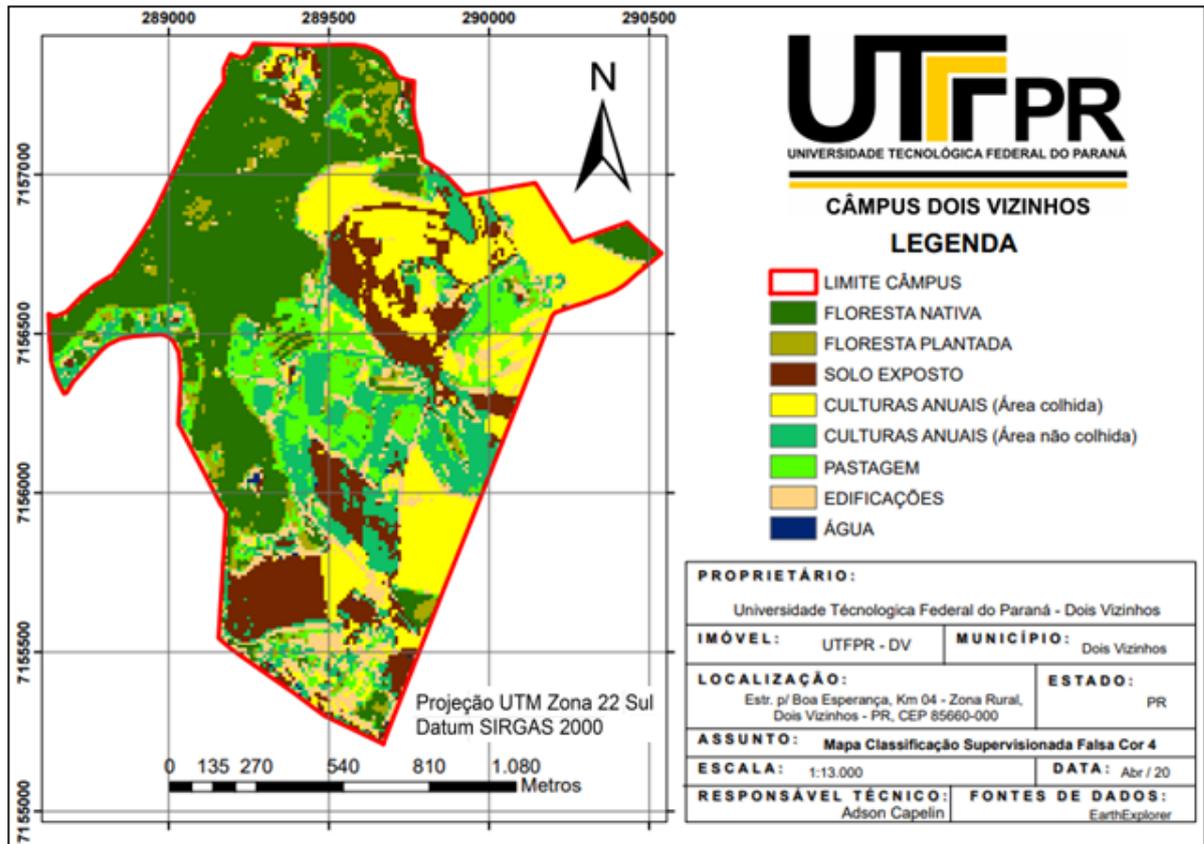
Fonte: O autor (2020).

Tabela 6 - Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 3

CLASSIFICAÇÃO	FN	FP	SE	CA	PL	PA	ED	AG	TOTAL
FN	15	10	0	0	0	0	0	0	25
FP	0	3	0	0	0	0	1	0	4
SE	0	1	16	0	0	0	2	0	19
CA	0	0	2	16	0	1	4	0	23
PL	0	1	0	0	4	3	0	0	8
PA	0	0	0	0	2	5	1	0	8
ED	0	1	2	0	0	2	6	1	12
AG	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	15	16	20	16	6	11	14	2	100
T. P. CORRETOS	66								
T. P. REFERÊNCIA	100								
ÍNDICE KAPPA	0,600								
ACURACIA GLOBAL	66,00%								

Legenda: FN (Floresta Nativa), FP (Floresta Plantada), SE (Solo Exposto), CA (Culturas Anuais), PL (Palhada ou Culturas Anuais área colhida), ED (Edificações), AG (ÁGUA); Fonte: O autor (2021).

Figura 13 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 4



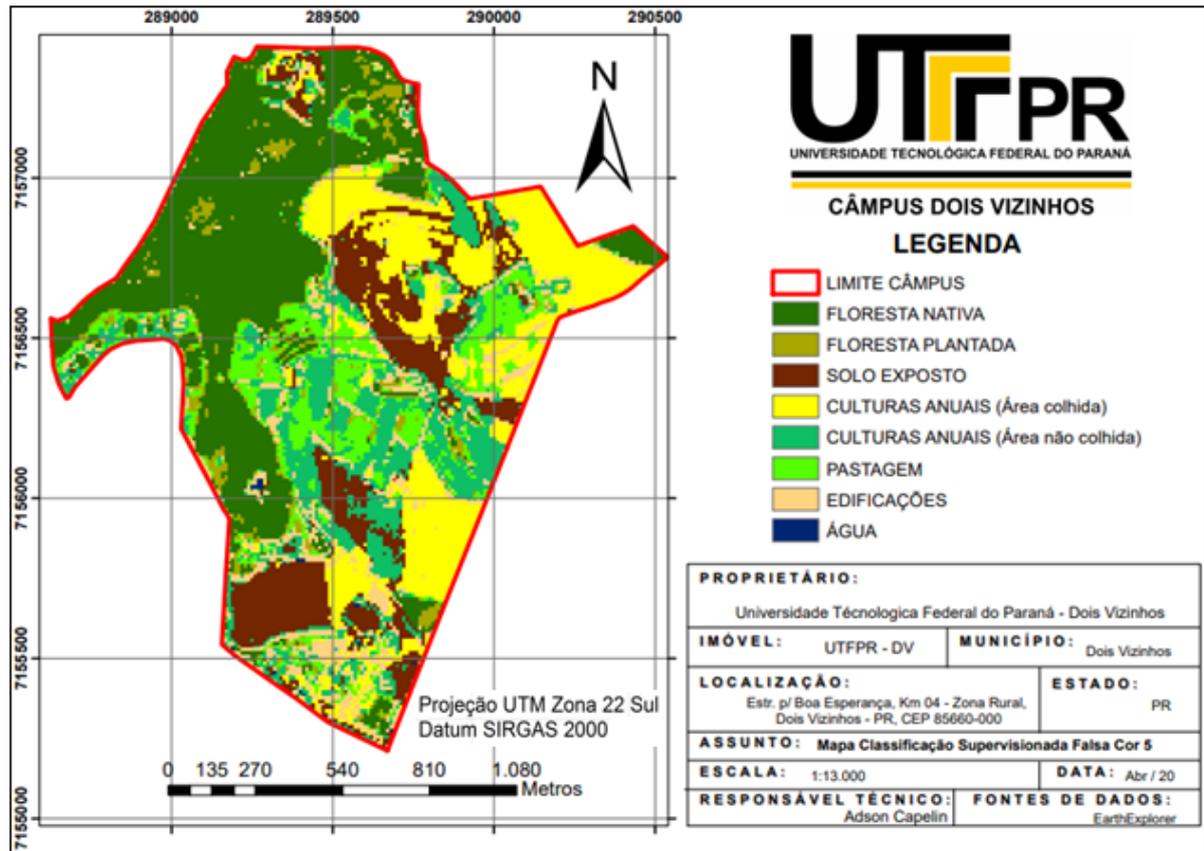
Fonte: O autor (2020).

Tabela 7 - Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 4

CLASSIFICAÇÃO	FN	FP	SE	CA	PL	PA	ED	AG	TOTAL
FN	16	10	0	0	0	0	0	0	25
FP	0	3	0	0	0	0	0	0	4
SE	0	1	16	0	0	0	2	0	19
CA	0	0	2	16	0	1	4	0	23
PL	0	1	0	0	4	2	0	0	7
PA	0	0	0	0	2	6	1	0	9
ED	0	1	2	0	0	2	7	1	13
AG	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	15	16	20	16	6	11	14	2	100
T. P. CORRETOS	68								
T. P. REFERÊNCIA	100								
ÍNDICE KAPPA	0,624								
ACURÁCIA GLOBAL	68,00%								

Legenda: FN (Floresta Nativa), FP (Floresta Plantada), SE (Solo Exposto), CA (Culturas Anuais), PL (Palhada ou Culturas Anuais área colhida), ED (Edificações), AG (ÁGUA); Fonte: O autor (2021).

Figura 14 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 5



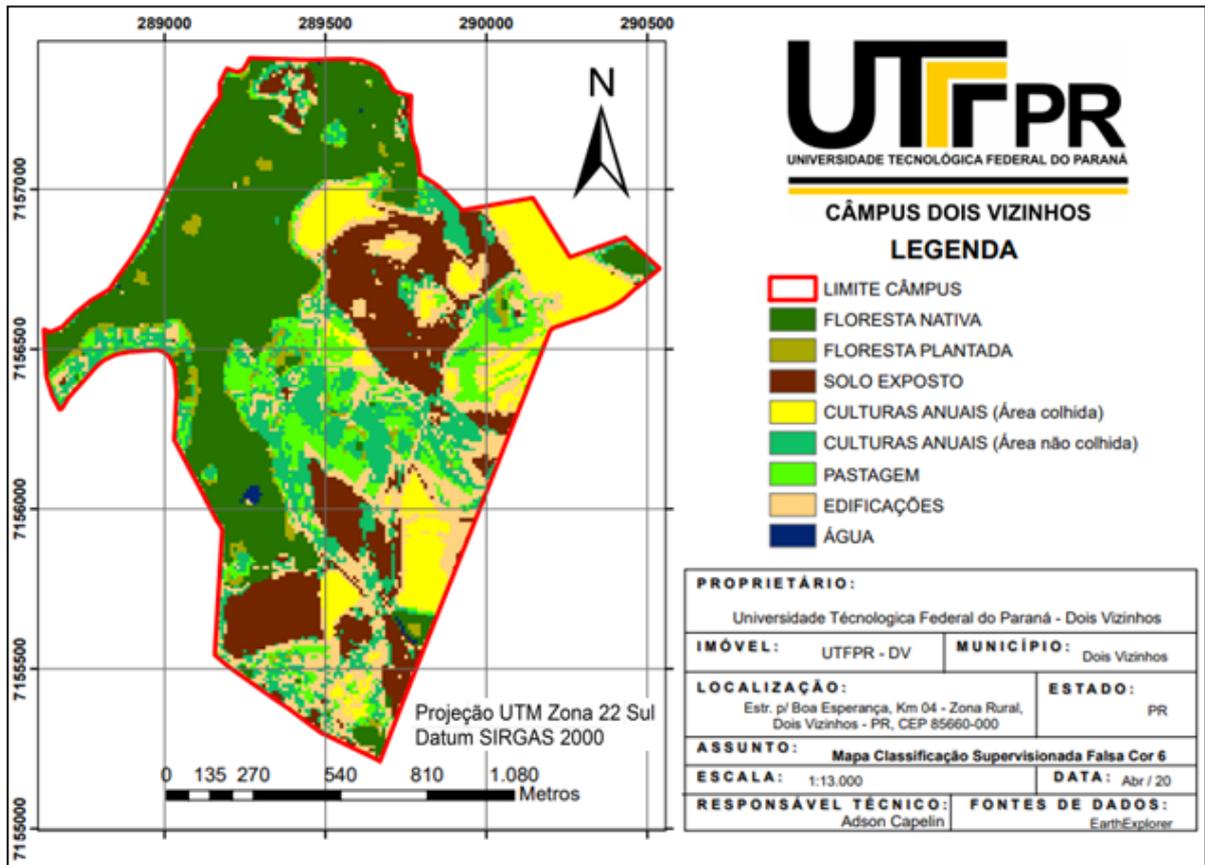
Fonte: O autor (2020).

Tabela 8-Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 5

CLASSIFICAÇÃO	FN	FP	SE	CA	PL	PA	ED	AG	TOTAL
FN	16	10	0	0	0	0	0	0	25
FP	0	3	0	0	0	0	0	0	3
SE	0	1	18	0	0	0	1	0	20
CA	0	0	1	16	0	1	4	0	22
PL	0	1	0	0	3	2	0	0	6
PA	0	0	0	0	2	6	0	0	8
ED	0	1	1	0	1	2	9	1	15
AG	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	15	16	20	16	6	11	14	2	100
T. P. CORRETOS	71								
T. P. REFERÊNCIA	100								
ÍNDICE KAPPA	0,658								
ACURÁCIA GLOBAL	71,00%								

Legenda: FN (Floresta Nativa), FP (Floresta Plantada), SE (Solo Exposto), CA (Culturas Anuais), PL (Palhada ou Culturas Anuais área colhida), ED (Edificações), AG (ÁGUA); Fonte: O autor (2021).

Figura 15 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 6



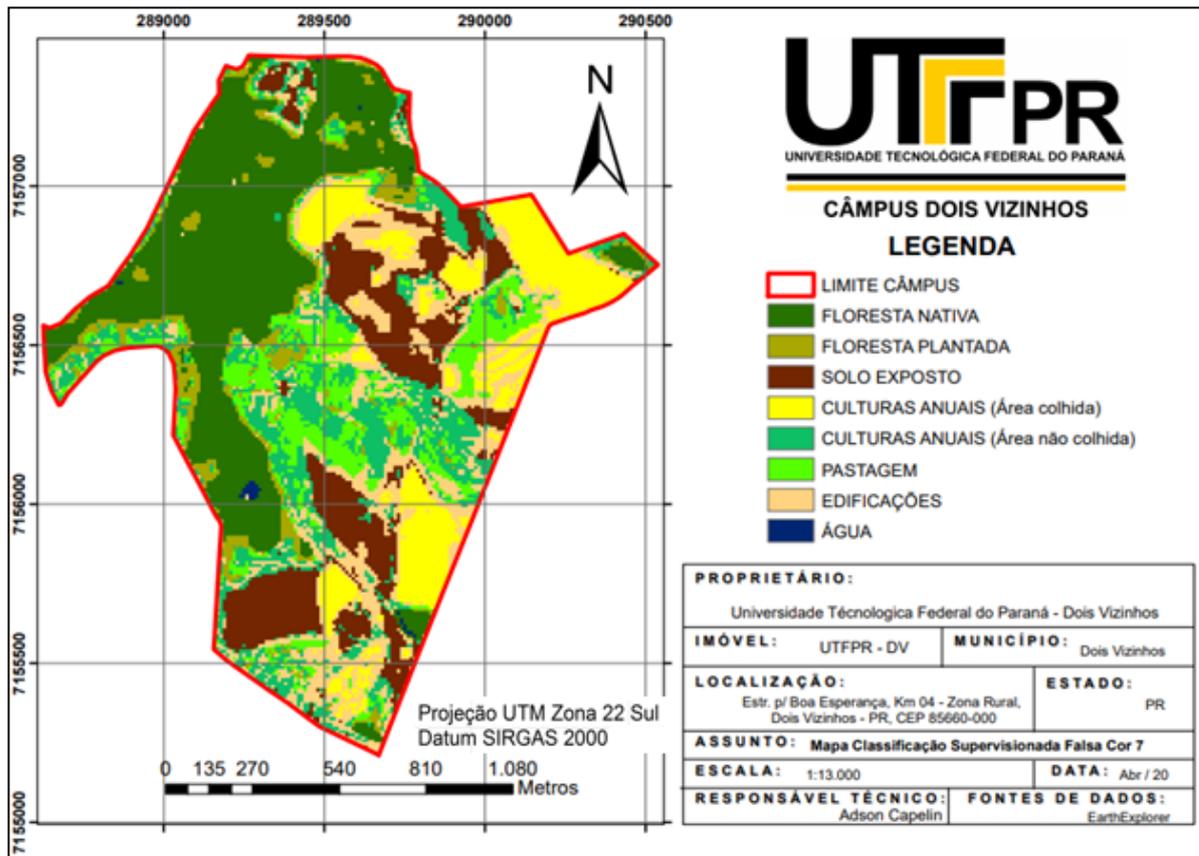
Fonte: O autor (2020).

Tabela 9-Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 6

CLASSIFICAÇÃO	FN	FP	SE	CA	PL	PA	ED	AG	TOTAL
FN	14	9	0	0	0	0	0	0	23
FP	1	3	0	0	0	0	0	0	5
SE	0	0	16	0	0	0	0	0	16
CA	0	0	0	13	0	2	2	0	17
PL	0	3	1	0	2	1	4	0	11
PA	0	0	0	0	2	6	1	0	9
ED	0	1	3	3	1	2	7	0	17
AG	0	0	0	0	0	0	0	2	2
TOTAL	15	16	20	16	6	11	14	2	100
T. P. CORRETOS	63								
T. P. REFERÊNCIA	100								
ÍNDICE KAPPA	0,569								
ACURACIA GLOBAL	63,00%								

Legenda: FN (Floresta Nativa), FP (Floresta Plantada), SE (Solo Exposto), CA (Culturas Anuais), PL (Palhada ou Culturas Anuais área colhida), ED (Edificações), AG (ÁGUA); Fonte: O autor (2021).

Figura 16 - Mapa Classificação Supervisionada para composição Falsa Cor 7



Fonte: O autor (2020).

Tabela 10-Índice Kappa e Acurácia Global Composição Falsa Cor 7

CLASSIFICAÇÃO	FN	FP	SE	CA	PL	PA	ED	AG	TOTAL
FN	14	8	0	0	0	0	0	0	22
FP	1	4	0	0	0	0	0	0	5
SE	0	0	16	0	0	0	0	0	16
CA	0	0	0	15	0	1	1	0	17
PL	0	2	0	0	1	1	5	0	9
PA	0	0	0	0	4	7	1	0	12
ED	0	2	4	1	1	2	7	0	17
AG	0	0	0	0	0	0	0	2	2
TOTAL	15	16	20	16	6	11	14	2	100
T. P. CORRETOS	66								
T. P. REFERÊNCIA	100								
ÍNDICE KAPPA	0,603								
ACURACIA GLOBAL	66,00%								

Legenda: FN (Floresta Nativa), FP (Floresta Plantada), SE (Solo Exposto), CA (Culturas Anuais), PL (Palhada ou Culturas Anuais área colhida), ED (Edificações), AG (ÁGUA); Fonte: O autor (2021).

A partir dos dados obtidos e analisando os mesmo em conjunto com os mapas gerados a partir da classificação supervisionada e a matriz de confusão, verificou-se que duas composições apresentaram os melhores resultados, sendo estas na ordem de melhor classificação a composição Falsa Cor 1 (contendo as bandas do NIR, Vermelho e Verde) e a Composição RGB (contendo as bandas do Vermelho, Verde e Azul), como é possível verificar na Tabela 12.

Tabela 11 - Índice Kappa e Acurácia Global do Estudo.

	INDICE KAPPA	ACURACIA GLOBAL
RGB	0,754	79,00%
Falsa Cor 1	0,777	81,00%
Falsa Cor 2	0,696	74,00%
Falsa Cor 3	0,600	66,00%
Falsa Cor 4	0,624	68,00%
Falsa Cor 5	0,658	71,00%
Falsa Cor 6	0,569	63,00%
Falsa Cor 7	0,603	66,00%

Fonte: O autor (2021).

Analisando a Tabela 12 foi possível identificar que a utilização de composições contendo as bandas do Vermelho e do Infravermelho próximo (NIR) promoveu resultados mais satisfatórios, como no caso da composição Falsa Cor 1, que utiliza as bandas NIR, RED e GREEN, obtendo um Índice Kappa de 0,777, que, conforme Fonseca (2000), é um resultado de classificação muito bom, apresentando Acurácia Global de 81,00% para a classificação supervisionada gerada

Este resultado foi possível pois, com a utilização de todas as bandas, foram exploradas diferentes faixas do Espectro Eletromagnético (REM), onde cada faixa do REM auxilia na diferenciação de cada característica presente na área.

INPE (2021) cita, em seu trabalho, que as imagens utilizadas pelo Sensoriamento Remoto são provenientes da combinação de bandas e que, através da associação entre diferentes faixas espectrais do sensor, permite-se o estudo de diferentes características do alvo em análise, como, por exemplo, objetos claros (solo exposto), que refletem muita energia. Já no caso de objetos escuros (água sem sedimentos), acabam-se refletindo menos energia.

Também segundo INPE (2021), no caso da vegetação, a quantidade de energia refletida na faixa do vermelho é baixa, fazendo com que, nas composições em que essa banda é utilizada,

aconteça uma baixa diferenciação dessa classe. Isto ocorre, pois, as plantas utilizam parte dessa energia no processo de fotossíntese.

Já no caso da faixa do infravermelho próximo, tem-se que, quanto mais desenvolvida a estrutura celular interna das folhas, mais a energia é refletida, fazendo com que as composições que utilizam desta banda apresentam um melhor resultado na diferenciação das características da área de estudo. Para a composição RGB, o Índice Kappa obtido foi de 0,754, também considerado um resultado muito bom, conforme Fonseca (2000), e Acurácia Global de 79,00%, mesmo levando em consideração que só pela não utilização da banda do NIR, ficou evidente a dificuldade do software, utilizando esta composição em diferenciar floresta plantada de floresta nativa.

As demais composições não apresentaram resultados satisfatórios, inclusive ficou evidente que a hipótese levantada para o estudo não se confirmou, isto porque as composições onde foi acrescentado as bandas do Red Edge foram as que se obteve os piores Índices Kappa e Acurácia Global.

Com isto observou-se que, com os dados deste caso, o uso das bandas da faixa do Vermelho e do NIR nas composições utilizadas já são suficientes para apresentar resultados satisfatórios, pois como analisado, a inclusão de outras bandas diferentes destas não apresentaram resultado positivos, sendo que em alguns casos acarretou em uma maior dificuldade na classificação realizada pelo software, gerando resultado inferior aos que não tinham as mesmas, como visto na análise estatística em conjunto com os mapas de uso e ocupação que foram gerados.

8 CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho, concluiu-se que a utilização da classificação supervisionada para a elaboração de mapas de uso e ocupação é uma ferramenta muito importante, já que é possível se obter informações relevantes para um melhor entendimento da área de estudo, desta forma contribuindo de forma mais rápida e eficiente para a tomada de decisão.

Nesse sentido, a composição de bandas que apresentou um melhor resultado de índice Kappa foi a composição com todas as bandas, seguida das composições com as bandas do Vermelho e Infravermelho próximo.

Por fim foi possível afirmar que este trabalho serviu para confirmar que esta é uma ferramenta acessível e que apresenta resultados confiáveis de forma rápida e eficiente quando comparada com uma classificação manual ou não supervisionada, levando em consideração a composição de bandas corretas que proporcionem a melhor análise da área de estudo.

A metodologia adotada neste estudo se mostrou eficiente e fácil aplicação, atendendo as necessidades, de maneira rápida, simples e direta, podendo ser adotada para diferentes estudos principalmente aqueles que envolvem o mapeamento de uso e ocupação.

REFERÊNCIAS

- CRÓSTA, Álvaro Penteadó – **Processamento digital de imagens de Sensoriamento Remoto**/ Álvaro Penteadó Crósta. – ed. Ver. – Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1992. 170p.
- EMBRAPA – **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul** / Marcos Silveira Wrege ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2012.
- EMBRAPA – **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos ... (et al.), - 3 ed. Ver. Ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- ENGESAT. Disponível em: < <http://www.engesat.com.br/sentinel-2/> >. Acesso em 16 out. 2019.
- ESA – European Spatial Agency (a). Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>>. Acesso em 16 out. 2019.
- ESA-European Spatial Agency (b). Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/revisit-coverage> >. Acesso em 16 out. 2019.
- EPIPHANIO, José Carlos Neves. Satélites de Sensoriamento Remoto. *In*: RODRIGUEZ, Ana Cristina Machado *et al* (org.). **Terceiro Seminário Sobre Meio Ambiente e Uso de Tecnologias Espaciais Para Professores de Ensino Fundamental e Médio**. 1. ed. [S. l.]: INPE, 2000. cap. 1, p. 7-37.
- FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), 2005. Disponível em: < http://www.clickgeo.com.br/wp-content/uploads/2013/04/conceitos_sm.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.
- FLORENZANO, Teresa Gallotti - Iniciação em Sensoriamento Remoto / Teresa Gallotti Florenzano, -- 3. ed. ampl. e atual. -- São Paulo: Oficina de textos, 2011.
- FLORENZANO, Teresa Gallatti. **Os Satélites e Suas Aplicações**. São José dos Campos: SindCT, 2008. 52 p. v. 1.
- FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Introdução ao processamento digital de imagens** / IBGE, Primeira Divisão de Geociências do Nordeste – Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 92p.
- INPE – **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: < <http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm#top>>. Acesso em 20 abr. 2021.
- JENSEN, John R., 1949 – **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres** / John R, Jensen; tradução José Carlos Neves Epiphanyo (coordenador) ...

[et al.], - São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009. II.

MÁRIO, Angélica Di et al. **Sensoriamento Remoto**. Agência Espacial Brasileira (AEB)1. ed. [S. l.: s. n.], 2008. 82 p.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de - **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 1. ed. Brasília: UnB, 2012. 276 p.

NOVO, Evelyn Márcia Leão de Moraes; PONZONI, Flávio Jorge. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 1. ed. São José dos Campos: [s. n.], 2001. 68p.

PERTILLE, Carla Talita *et al.* **ESTUDO DA EFICIÊNCIA DE CLASSIFICAÇÕES SUPERVISIONADAS APLICADAS EM IMAGEM DE MÉDIA RESOLUÇÃO ESPACIAL:** -. BIOFIX Scientific Journal: -, Paraná, v. 3, n. 2, p. 289-296, 2018.

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. GMC: **Geração de Matriz de Confusão a Partir de uma Classificação Digital de Imagem do ArcGIS**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa-PB, Brasil, 25-29 abr 2015.

REX, Franciel Eduardo *et al.* **Potencial De Imagens Msi (Sentinel-2) Para Classificação Do Uso E Cobertura Da Terra**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA: -, GOIÂNIA, v. 15, n. 27, p. 219-231, 10 jun. 2018.

SANTOS, Alexandre Rosa Dos. **Apostila de Sensoriamento Remoto**. 1. ed. Alegre/ES: [s. n.], 2013. 87 p. v. 1.

SOUZA, Ulisses Denache Vieira; ALFAYA, Felipe Augusto Ventura da Silva; KUX, Hermann Johann Heinrich. **Contribuição das novas bandas espectrais do satélite Worldview-II para a classificação de tipos vegetais em habitats costeiros: resultados iniciais**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, p. 9040-9047, 2011.