

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**LAZARO AUGUSTO FERRAZ SANTOS**

**ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE  
DOIS VIZINHOS – PR UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT**

**DOIS VIZINHOS**

**2023**

**LAZARO AUGUSTO FERRAZ SANTOS**

**ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE  
DOIS VIZINHOS – PR UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT**

**Temporal analysis of land use land cover in the municipality of Dois Vizinhos –  
PR using Landsat imagery**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Florestal da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Raoni Wainer Duarte Bosquilia

**DOIS VIZINHOS**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**LAZARO AUGUSTO FERRAZ SANTOS**

**ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE DOIS  
VIZINHOS – PR UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 20 de dezembro de 2023

---

Prof. Dr. Raoni Wainer Duarte Bosquilia  
Orientador (UTFPR)

---

Prof. Dr. Álvaro Boson de Castro Faria  
Membro titular (UTFPR)

---

Prof. Dr. Maria Madalena dos Santos  
Membro titular (UTFPR)

**DOIS VIZINHOS**

**2023**

Dedico este trabalho à minha família, pelos  
momentos de ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao TODO pelo dom da vida e por sempre me guiar nos nossos caminhos.

Agradeço imensamente a minha mãe, meu pai e minha irmã que sempre me apoiam e incentivam durante toda a minha vida, sem eles eu não chegaria até aqui.

Esses parágrafos poderão não atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão, aos amigos, familiares, colegas de infância e escola e graduação que de me presentearam com a amizade.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Raoni Wainer Duarte Bosquilia, por me orientar e auxiliar nesse e outros trabalhos.

Aos professores da UTFPR-DV, em especial do curso de engenharia florestal que atuam com excelência e empatia além das suas funções.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a minha formação e desenvolvimento.

## RESUMO

A necessidade de estudos sobre o uso e ocupação do solo tem sido cada vez mais importante para o planejamento dos municípios, possibilitando um olhar regional tanto nos ambientes urbanos e rurais, por serem locais onde ocorrem frequentemente processos mais dinâmicos na paisagem. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo realizar o mapeamento de uso da e ocupação do solo do município de Dois Vizinhos – PR, para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020, onde por meio da classificação supervisionada foi realizada a classificação dos mesmos, e assim foi possível obter o quantitativo de área para as seguintes classes: Agricultura, área urbana, corpos hídricos, florestas, pastagens e solo exposto. O percentual obtido indicou uma predominância da agricultura em todos os períodos estudados, além de apresentar um aumento considerado das áreas de florestas no decorrer das três últimas décadas. Com comportamento contrário, a classe solo exposta apresentou uma significativa redução ao passo que a área urbana se expande. Os dados de área dos corpos hídricos por sua vez se mantiveram aproximados as estimativas do IBGE e MapBiomas. As áreas de remanescentes florestais e floresta plantadas tiveram um aumento de 1.503,15 ha no período estudado, consequências dos esforços e medidas de proteção a vegetação nativa nas últimas décadas.

**Palavras-chave:** Uso e ocupação do solo, Landsat, SIG.

## **ABSTRACT**

The need for studies on land use land cover has become increasingly important for the planning of municipalities, enabling a regional view of both urban and rural environments, as these are places where more dynamic processes often occur in the landscape. With this in mind, the aim of this study was to map land use and land cover in the municipality of Dois Vizinhos - PR, for the years 1990, 2000, 2010 and 2020, using supervised classification to obtain the quantitative area for the following classes: Agriculture, urban area, water bodies, forests, pastures and exposed soil. The percentage obtained indicated a predominance of agriculture in all the periods studied, as well as a considerable increase in forest areas over the last three decades. Conversely, the exposed soil class showed a significant reduction as the urban area expanded. The data on the area of water bodies, in turn, remained close to the IBGE and MapBiomas estimates. The areas of forest remnants and planted forest increased by 1,503.15 ha in the period studied, as a result of the efforts and measures to protect native vegetation in recent decades.

**Keywords:** Land use and occupation, Landsat, GIS.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Geotecnologias</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Sensoriamento Remoto</b> .....	<b>7</b>
3.2.1	Histórico e Definição.....	7
3.2.2	Sensores .....	9
3.2.3	Resolução Temporal.....	10
3.2.4	Resolução Espectral.....	10
3.2.5	Resolução Espacial .....	11
3.2.6	Resolução Radiométrica.....	12
<b>3.3</b>	<b>Comportamento Espectral de Alvos</b> .....	<b>13</b>
<b>3.4</b>	<b>Satélites Landsat</b> .....	<b>14</b>
<b>3.5</b>	<b>Landsat 5</b> .....	<b>15</b>
3.5.1	Scanner Multiespectral (MSS) .....	15
3.5.2	Mapeador Temático (TM) .....	15
<b>3.6</b>	<b>Landsat 8</b> .....	<b>16</b>
3.6.1	Imageador Operacional Terrestre (OLI).....	16
3.6.2	Sensor infravermelho térmico (TIRS).....	16
<b>3.7</b>	<b>Classificação do Uso do Solo</b> .....	<b>17</b>
3.7.1	Segmentação de imagens.....	17
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>Fluxograma das atividades</b> .....	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>Caracterização do local</b> .....	<b>18</b>
4.2.1	Área de Estudo .....	18
4.2.2	Solo .....	18
4.2.3	Vegetação .....	19
<b>4.3</b>	<b>Coleta de dados</b> .....	<b>19</b>
<b>4.4</b>	<b>Processamento das imagens</b> .....	<b>19</b>
<b>4.5</b>	<b>Geração dos mapas</b> .....	<b>20</b>



4.6	Análise dos resultados .....	20
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
5.1	Caracterização do uso e cobertura do solo .....	21
5.2	Área e percentual das classes estudadas .....	23
5.3	Análise por classes .....	24
5.3.1	Agricultura .....	24
5.3.2	Área Urbana .....	25
5.3.3	Corpos Hídricos .....	26
5.3.4	Florestas .....	27
5.3.5	Pastagens .....	28
5.3.6	Solo Exposto .....	28
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a ocupação de terras no estado do Paraná viera a ocorrer por alguns ciclos econômicos. Durante os três primeiros séculos não houve expressivas alterações na paisagem, principalmente devido à baixa concentração populacional, somando ao estado praticamente 80% de floresta nativa em todo o seu território (GUBERT, 2008).

Conforme Sonda (2008), ao final da década de 80 e início de 90, o advento do ciclo madeireiro, abertura de novas ferrovias entre o centro e litoral do estado, trouxeram ao Paraná um expressivo desmatamento, alterando áreas florestais nativas para implantação da agricultura ou para construção de assentamentos tanto rurais quanto urbanos. Devido a isso, em apenas 15 anos, aproximadamente 6 milhões de hectares de florestas foram substituídas por áreas agricultáveis, acontecimento esse que definiu o sul do Brasil como a região de maior e mais rápida taxa de degradação de seus recursos florestais e consequentemente alteração no uso do solo.

O processo de mudança no uso e ocupação do solo é apenas detectado quando as alterações se tornam visíveis em um certo espaço de tempo. Essa constante modificação da paisagem justifica a contínua necessidade de imagens orbitais, como alternativa de provimento de dados e informações que possam subsidiar o controle e a fiscalização de determinada região (SANTOS; MALDONADO; GRAÇA, 2005).

Segundo Meneses e Almeida (2012), um dos setores da tecnologia que possui um papel essencial para levantamento de recursos terrestres é o sensoriamento remoto, o qual utiliza técnicas que abrangem resoluções espectrais de imagens com resolução maior de 1 metro, permitindo aplicações nas áreas de levantamentos de recursos naturais e mapeamentos temáticos, monitoração ambiental, detecção de desastres naturais, desmatamentos florestais, cartografia de precisão, entre outros.

A estrutura da paisagem analisada através dos fragmentos e das classes de uso e cobertura da terra, vem sendo utilizada como uma importante ferramenta no estudo temporal, envolvendo imagens de satélite e fotografias aéreas, pois possibilitam avaliar as alterações ocorridas no ambiente em decorrência das diferentes formas de uso e cobertura do solo e o entendimento das mudanças nas

condições ambientais de uma região, servindo de subsídio para as políticas de planejamento territorial (VASCONCELLOS, TERRA & CARDOSO, 2013).

Os sistemas e técnicas do sensoriamento remoto permitem a realização de vários estudos relacionados à evolução ambiental de uma região, através de análises multitemporais, estabelecendo comparações de uma mesma paisagem entre dois ou mais períodos, podendo desta forma, auxiliar no monitoramento ambiental da região (BACHEGA, *et al.*, 2009).

Para Vasconcellos, Terra & Cardoso (2013), a análise multitemporal do uso e ocupação do solo possibilita o acompanhamento da evolução dos padrões de organização do espaço, facilitando a identificação de impactos ambientais causados em decorrência ao manejo e uso inadequado da terra.

Diante ao exposto, o presente trabalho se justifica na necessidade de analisar e quantificar possíveis alterações no uso e ocupação do solo no município de Dois Vizinhos - PR, com a realização de um mapa do uso do solo para os últimos 30 anos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar as alterações no uso e ocupação do solo no município de Dois Vizinhos - PR, com a realização de um mapa de uso e ocupação do solo para os períodos estudados.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Comparar os mapas de uso e ocupação do solo obtidos pelos satélites Landsat 5 e 8 do município de Dois Vizinhos, Paraná, ao longo de 30 anos (1990, 2000, 2010 e 2020);
- Analisar multitemporalmente o uso do solo sob aspectos de alteração de uso, como desenvolvimento, desmatamento, reflorestamento e urbanização.
- Analisar quantitativamente a cobertura da vegetação remanescente nativa no período de estudo.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Geotecnologias**

O avanço das tecnologias de análise da dinâmica entre os diferentes usos do solo possibilitou a obtenção de dados e informações cada vez mais precisas. Almeida et al. (2011, p. 7255), considerando o avanço da ciência e da tecnologia, e a necessidade eminente de dados e informações sobre o ambiente, o Sensoriamento Remoto (SR) se mostra como uma ferramenta fundamental para a realização de estudos ambientais.

Alves e Conceição (2015) observam que esse tipo de atividade se tornou essencial para o entendimento dos padrões de disposição do espaço, este que por sua vez, tem como principal agente transformador a ação antrópica, portanto, é necessária a constante atualização dos dados de uso e ocupação, permitindo a análise de tendências com o intuito de fornecer informações às ações mitigadoras do Estado.

São vários os exemplos das ferramentas utilizadas na esfera de mapeamento de uso e ocupação do solo, desde a topografia convencional e cartografia, até os mecanismos mais avançados como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e o geoprocessamento e o sensoriamento remoto (COELHO, 2016).

As classificações de uso da terra baseavam-se inicialmente em trabalhos a campo, com a chegada das imagens orbitais na década de 70, o mapeamento do uso e ocupação do solo recebia uma importante ferramenta como auxílio (ALVES; CONCEIÇÃO, 2015).

#### **3.2 Sensoriamento Remoto**

##### **3.2.1 Histórico e Definição**

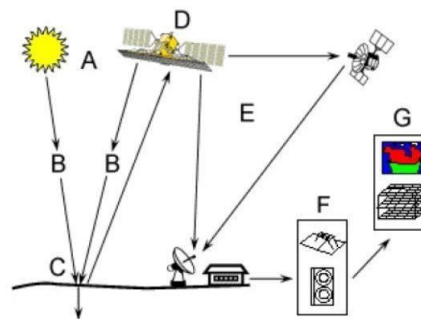
As aplicações militares quase sempre estiveram à frente no uso de novas tecnologias, e com o sensoriamento remoto não foi diferente. Relata-se que uma das primeiras aplicações do SR foi para uso militar (FIGUEIREDO, 2005).

Meneses e Almeida (2012) afirmam que a origem do sensoriamento remoto nos anos de 1960 deve-se principalmente ao desenvolvimento das tecnologias espaciais neste período, que ficou conhecida como a década da corrida espacial. Foi nessa década que se obteve um maior desenvolvimento de veículos lançadores de satélites, que possibilitou colocar no espaço satélites artificiais para diversas finalidades. A Figura a seguir ilustra de forma simplificada o processo de aquisição de imagens de satélite.

**Figura 1: Elementos básicos do Sensoriamento Remoto**

**Elementos do Sensoriamento Remoto:**

- A. Fonte de energia ou iluminação;
- B. Interação entre a radiação e atmosfera terrestre;
- C. Interação com o alvo;
- D. Recepção de energia refletida pelo sensor;
- E. Transmissão, recepção e processamento de imagem;
- F. Interpretação e análise;
- G. Aplicações.



**Fonte: INPE (2022)**

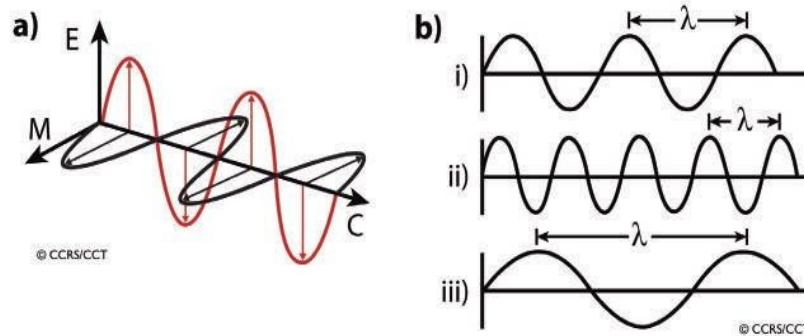
A utilização dessas imagens é uma maneira eficiente na obtenção de informações de uma dada região, pois com os dados coletados é possível realizar análises de diferentes alvos espectrais como a vegetação, solo além de corpos hídricos e rochosos, pois cada alvo irá emitir uma curva espectral diferente em função da sua refletância (PERTILLE, 2019).

Ponzoni & Shimabukuro (2007) o conceitua como uma ferramenta de reconhecimento e avaliação do espaço geográfico a nível local e global, com diversas aplicações principalmente na análise da cobertura florestal.

Moraes (2002) aponta que a energia eletromagnética dos objetos terrestres é a base de dados para todo o processo de sua identificação, pois ela permite a quantificação da energia refletida e/ou emitida por estes, permitindo assim a avaliação das suas principais características. De acordo com a teoria ondulatória, relacionado a equações que modelam o comportamento ondulatório da luz, a

radiação eletromagnética viaja em linha reta com níveis de energia que se alternam em forma de ondas, essa alternância de energias se dá por meio de duas componentes de energia: a componente elétrica e a componente magnética, como ilustra a Figura 2.

**Figura 2: (a) Representação esquemática dos campos elétricos (E) e magnéticos (M) e da direção de propagação da radiação (C); (b) Comprimento de onda da radiação ( $\lambda$ ).**



**Fonte: Natural Resources Canada 2016**

### 3.2.2 Sensores

Segundo Rosa (2013) os sistemas sensores consistem em dispositivos capazes de responder à REM em diversas faixas do espectro eletromagnético, gravando-as a fim de formar um produto para interpretação, sendo classificados conforme sua fonte de radiação, podendo ser sensores ativos ou sensores passivos.

Figueiredo (2005) aborda que os sensores passivos captam apenas a radiação eletromagnética natural refletida ou emitida a partir da superfície terrestre, onde a radiação solar é a principal fonte de REM. Os sensores ativos por sua vez utilizam a radiação eletromagnética oriunda de fontes acopladas nos próprios satélites, possibilitando a interação com os alvos seja refletida de volta para o satélite.

Ferreira (2018) ressalta que no SR a expressão resolução estende-se em quatro categorias que estão intrinsecamente ligadas ao tipo de missão, estas são a resolução temporal, resolução espectral, resolução espacial e resolução radiométrica.

### 3.2.3 Resolução Temporal

Segundo Steffen (2001) a resolução temporal refere-se ao intervalo de tempo entre duas coletas de dados sobre o mesmo objeto analisado, ou seja, a frequência que o sensor revisita uma área e obtém imagens periódicas ao longo do tempo de vida útil do satélite. Utilizando como exemplo os satélites da série Landsat possui uma órbita de imagem de 185 km retornando ao mesmo ponto imageado a cada 16 dias.

### 3.2.4 Resolução Espectral

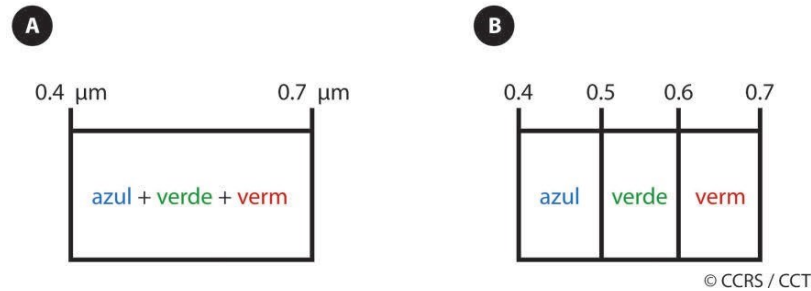
Conforme aborda Crósta (1992), a resolução espectral consiste na qualidade da classificação dos alvos em função da largura espectral e/ou número de bandas em que atua o sensor, em outras palavras, quanto maior o número de bandas e/ou menor a espessura das mesmas, maior será a resolução espectral de um sensor.

Franklin (2001) disserta que a determinação da espessura das bandas são condicionantes para cada finalidade de estudo, dessa forma, cada uma irá captar um comprimento específico do espectro eletromagnético, como demonstra a Figura 3.

Este conceito de banda está exemplificado na comparação de duas fotografias tiradas de um mesmo objeto, uma colorida e outra em preto e branco. A foto em preto e branco representa o objeto em apenas uma banda espectral, ao passo que a foto colorida retrata o mesmo objeto em três bandas espectrais vermelha, verde e azul (RGB) que, uma vez combinadas por superposição se torna possível a visualização de imagens em cores (CRÓSTA, 1992).



**Figura 3:** (a) uma única banda que integra a radiação nos comprimentos de onda do azul ao vermelho; (b) três bandas: a banda do azul integra apenas os comprimentos de onda na faixa do azul; a do verde, na faixa do verde; e a do vermelho, na faixa do vermelho.



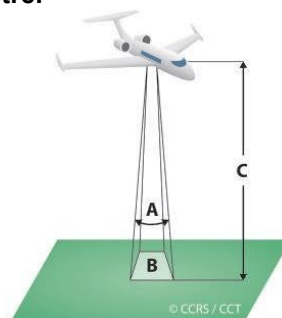
Fonte: CCRS Tutorial (2016)

### 3.2.5 Resolução Espacial

Rosa (2013) conceitua a resolução espacial como a capacidade do sensor em discernir os objetos na superfície terrestre, que geralmente é representada pelo campo instantâneo de visada IFOV ("instantaneous field of view"). Em outras palavras o IFOV condiz com o tamanho do pixel da imagem, definida pela área visada pelo sensor a uma determinada altitude. Usando como exemplo, um IFOV de 1 mrad (1 mrad = 0,057°) expressa que o pixel que representa o terreno englobado pelo sensor, numa altitude nadir de 1 km, possui o tamanho de 1 m.

Por definição, um objeto somente pode ser identificado quando o seu tamanho é, no mínimo, igual ou maior do que o tamanho da célula de resolução no terreno, ou seja, da resolução espacial. Como exemplo, uma casa com dimensões de 30m x 30m de tamanho, a resolução espacial da imagem coletada pelo sensor orbital deve ser no mínimo, de 30 metros para que a casa possa ser identificada, ou tamanho da área vista na superfície terrestre é denominada de célula de resolução e determina a máxima resolução espacial do sensor, como ilustra a Figura 4.

**Figura 4:** Geometria associada ao IFOV e à projeção do ângulo de visada do sensor na superfície terrestre.



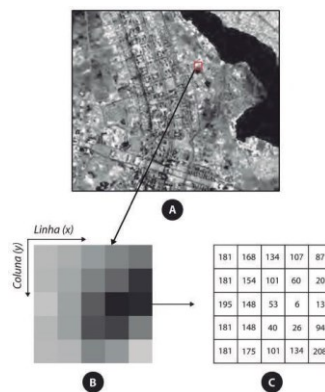
Fonte: CCRS Tutorial, 2016

### 3.2.6 Resolução Radiométrica

A radiação radiométrica consiste na sensibilidade do sensor em detectar diferenças na veemência de frequências eletromagnéticas em comprimentos específicos do objeto analisado, sendo assim, pode-se considerar que um detector com uma maior a resolução radiométrica possibilita que discrepâncias menores sejam identificadas na refletância e/ou emitância dos alvos (FRANKLIN, 2001).

Crósta (1992) discorre que a mesma é representada pelos níveis de cinza, usados para expressar os dados coletados pelo sensor. Por exemplo, considerando uma imagem com apenas 2 níveis de cinza, quando comparada com uma imagem com 32 níveis entre o preto e branco, é evidente que o detalhamento da imagem será mais perceptível na segunda imagem, ou seja, esta possui uma melhor resolução radiométrica, dessa forma, quanto maior o número de níveis de cinza, maior é a resolução radiométrica como representado na Figura 5.

**Figura 5: imagem digital (a) com área em zoom de grupo de pixels em valores de cinza (b) e correspondentes valores digitais (c).**



**Fonte: MENESES; ALMEIDA (2012)**

Dessa forma, o armazenamento desses números digitais pelo computador é realizado internamente utilizando o conceito de bits (binary digit – dígito binário). Comisso, cada pixel da imagem digital (ou cada DN) é armazenado na forma de bits. Se a capacidade de armazenamento for de um bit, então a imagem poderá ter até dois níveis de cinza (o número digital poderá ser 0 ou 1). Se a capacidade de armazenamento for de dois bits, então a imagem poderá ter até quatro níveis de cinza (o número digital poderá ser 0 ou 1, ou 2 ou 3).

### 3.3 Comportamento Espectral de Alvos

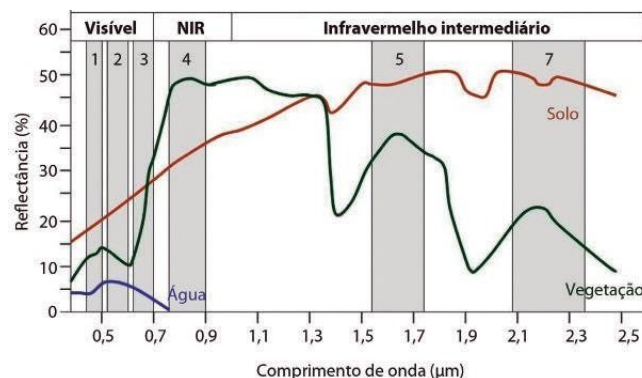
Rosa (2011) comenta que o comportamento espectral de um alvo pode ser indicado como a medida da reflectância deste alvo ao longo do espectro eletromagnético.

A radiação solar que incide na superfície terrestre responde de forma diferente em cada tipo de alvo. Esta distinção é estabelecida em função das composições físico-químicas das feições dos objetos observados, dessa forma, cada alvo terrestre emite sua própria assinatura espectral. Além disso, fatores como a textura, ângulo de posicionamento e incidência solar, densidade e a geometria de posicionamento, por exemplo, podem interferir no resultado do processo de imagem, além disso é necessário ressaltar que tanto a radiância, quanto a irradiância tem seu curso afetado por conta dos elementos da atmosfera (FIGUEIREDO, 2005).

A vegetação sadia apresenta baixa reflectância na região do espectro visível, onde em sua maior parte é absorvida pela clorofila onde a absorção mais fraca se encontra na região correspondente a coloração da vegetação, ela possui uma alta reflectância no infravermelho próximo (até  $1,3\mu\text{m}$ ) devido a estrutura celular.

Por exemplo, na Figura 6 é possível observar a reflectância espectral (ou difusa) de diferentes alvos: solo, vegetação e água. O conjunto de valores de  $\rho$  de um alvo é normalmente chamado de sua assinatura espectral. Dessa forma o comportamento de cada alvo varia em função de fatores como o material de composição, além disso, diferentes alvos possuem diferentes assinaturas espectrais ao longo do espectro eletromagnético.

**Figura 6: Assinatura espectral (reflectância espectral =  $\rho\lambda$ ) do solo, da vegetação e da água.**



Fonte: CCRS Tutorial, 2016

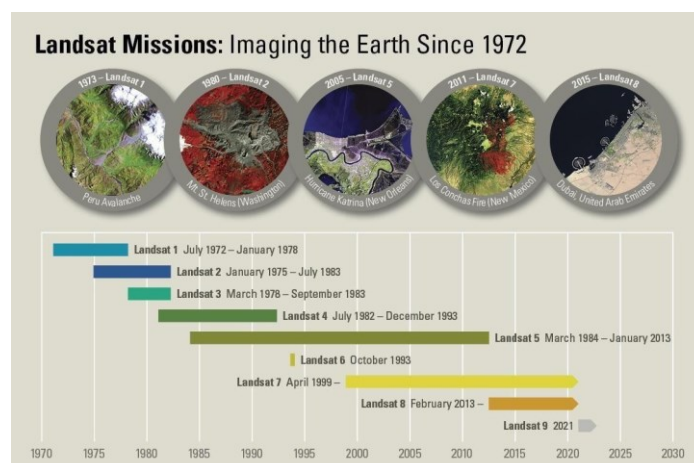
### 3.4 Satélites Landsat

A série LANDSAT iniciou-se em meados da década de 1960, por meio de um projeto elaborado pela Agência Espacial Americana aplicado à observação dos recursos naturais terrestres. Inicialmente nomeado como Satélite de Tecnologia de Recursos Terrestres (ERTS) Earth Resources Technology Satellite, em 1975 passou a ser conhecido como Landsat (EMBRAPA, 2019).

As missões Landsat são compostas por oito satélites operacionais de observação da Terra que usam sensores remotos para coletar dados e criar imagens do nosso planeta como parte do Programa Nacional de Imagens da Terra (NLI) do US Geological Survey (USGS). Os dados do Landsat são processados e hospedados no Centro de Observação e Ciência de Recursos da Terra (EROS) do USGS em Sioux Falls, Dakota do Sul. (USGS, 2022)

O sistema de satélites Landsat foi desenvolvido pela NASA com o intuito de realizar a aquisição de dados espectrais, espaciais, e temporais da superfície da terra, de forma global, sinóptica e repetitiva. Estes satélites deslocam-se do norte ao sul em órbita geocêntrica, circular, quase polar e heliossíncrona, o que permite que as condições de iluminação sejam semelhantes durante o período de imageamento (ROSA, 2011). A Figura 7 apresenta as respectivas missões dos satélites Landsat, com sua primeira missão em 1972.

**Figura 7: Histórico missões Landsat**



Fonte: USGS (2022)

### 3.5 Landsat 5

Em 1º de março de 1984, a NASA lançou o Landsat 5, que foi projetado com os instrumentos Multispectral Scanner System (MSS) e Thematic Mapper (TM). As aquisições de dados MSS nos Estados Unidos cessaram em 1992 e as aquisições globais terminaram em 1999. Depois que o sensor TM falhou em novembro de 2011, o instrumento MSS foi colocado novamente online. De junho de 2012 a janeiro de 2013, mais de 15.000 cenas de MSS foram coletadas (USGS, 2022).

#### 3.5.1 Scanner Multiespectral (MSS)

O sensor MSS possui quatro bandas espectrais:

- Banda 4 Verde visível (0,5 a 0,6  $\mu\text{m}$ ) — desligado devido à alta corrente em agosto de 1995
- Banda 5 Vermelho visível (0,6 a 0,7  $\mu\text{m}$ )
- Banda 6 Infravermelho Próximo (0,7 a 0,8  $\mu\text{m}$ )
- Banda 7 Infravermelho Próximo (0,8 a 1,1  $\mu\text{m}$ ).

Esse sensor possui seis detectores para cada banda espectral forneceram seislinhas de varredura em cada varredura ativa. O intervalo de amostragem do solo (tamanho do pixel) é de 57 x 79 m.

#### 3.5.2 Mapeador Temático (TM)

No sensor TM, foi adicionado o infravermelho de médio alcance aos dados.

Ele possui sete bandas espectrais, incluindo uma banda térmica:

- Banda 1 Visível (0,45 - 0,52  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 2 Visível (0,52 - 0,60  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 3 Visível (0,63 - 0,69  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 4 Infravermelho Próximo (0,76 - 0,90  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 5 Infravermelho Próximo (1,55 - 1,75  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 6 Térmica (10,40 - 12,50  $\mu\text{m}$ ) 120 m
- Banda 7 Infravermelho Médio (2,08 - 2,35  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Intervalo de amostragem do solo (tamanho do pixel): 30 m refletivo, 120 m térmico

O Landsat 5 forneceu dados de imagens da Terra por quase 29 anos – estabelecendo um Recorde Mundial do Guinness para como satélite de observação com tempo mais longo, antes de ser desativado em 5 de junho de 2013.

### 3.6 Landsat 8

O Landsat 8 foi lançado em 11 de fevereiro de 2013 desenvolvido pela NASA e o US Geological Survey (USGS), teve as fases de projeto, construção, lançamento e calibração em órbita, liderados pela agência espacial Norte Americana NASA, a partir de 30 de maio de 2013, o USGS tomou posse do controle de operações de rotina como calibração pós-lançamento, operações de satélite, geração de produtos de dados e arquivamento de dados no Centro de Observação e Ciência de Recursos Terrestres (EROS).

O Landsat 8 possui dois instrumentos principais: OLI e TIRS. As imagens do Landsat 8 têm resoluções espaciais pancromáticas de 15 metros e multiespectrais de 30 metros ao longo de uma faixa de 185 km (115 milhas).

#### 3.6.1 Imageador Operacional Terrestre (OLI)

O Imageador Operacional Terrestre (OLI), construído pela Ball Aerospace & Technologies Corporation e o Sensor Infravermelho térmico é construído pela NASA Goddard Space Flight Center. O Imageador operacional terrestre mede nas porções visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas (VNIR, NIR e SWIR) do espectro.

Possui nove bandas espectrais, incluindo uma banda pancromática:

- Banda 1 Aerossol Costeiro (0,43 - 0,45  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 2 Azul (0,450 - 0,51  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 3 Verde (0,53 - 0,59  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 4 Vermelha (0,64 - 0,67  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 5 Infravermelho Próximo (0,85 - 0,88  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 6 SWIR 1 (1,57 - 1,65  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 7 SWIR 2 (2,11 - 2,29  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Banda 8 Pancromática (PAN) (0,50 - 0,68  $\mu\text{m}$ ) 15 m
- Banda 9 Cirrus (1,36 - 1,38  $\mu\text{m}$ ) 30 m

#### 3.6.2 Sensor infravermelho térmico (TIRS)

O Sensor infravermelho térmico mede a temperatura da superfície terrestre em duas bandas térmicas com uma nova tecnologia que aplica a física quântica para detectar calor. O sensor conta com as seguintes bandas:

- Banda 10 TIRS 1 (10,6 - 11,19  $\mu\text{m}$ ) 100 m
- Banda 11 TIRS 2 (11,5 - 12,51  $\mu\text{m}$ ) 100 m

### 3.7 Classificação do Uso do Solo

#### 3.7.1 Segmentação de imagens

Segundo Dlugosz (2009) o processo de segmentação de uma imagem corresponde no agrupamento dos pixels com atributos semelhantes quanto à textura e tons que formam regiões homogêneas que correspondem ao aspecto registrado da superfície da Terra.

Shimabukuro (1997) comenta sobre a segmentação iniciando na classificação dos “pixels” como uma região específica a fim de utilizar um critério de semelhança. Posteriormente é utilizado um critério de similaridade para cada par de regiões espacialmente adjacentes, avaliando a média entre regiões analisadas baseando-se em hipóteses estatísticas. Por fim ocorre a segmentação da imagem em coleções de sub-imagens para então executar a combinação das mesmas entre elas, seguindo um limiar de similaridade.

Dlugosz (2009) conceitua que a segmentação manual consiste na identificação visual da aparência da imagem por meio da comparação de elementos distintos interpretados, visando a digitalização das feições no monitor. Dessa forma o produto alcançado pelo método manual não é singular, por conta de o processo de segmentação ser fundamentada nos conhecimentos e percepções de cada fotointérprete. Já a segmentação automática, por ser apoiada em parâmetros de identificação de diferenças ou semelhanças entre as áreas analisadas, tende a apresentar os mesmos resultados com a reincidência do processo.

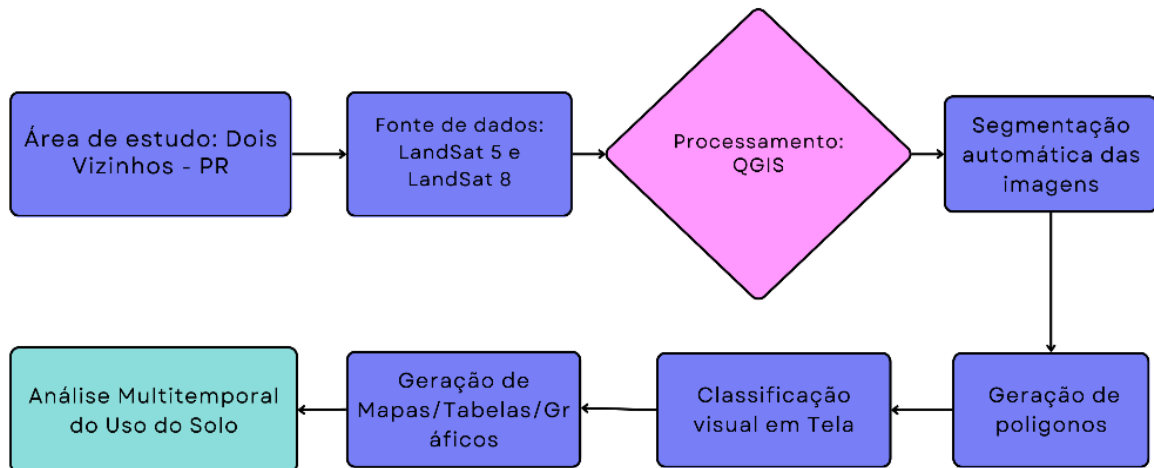
Segundo Filho (2000) a interpretação visual de dados obtidos por satélites busca a identificação das feições capturadas por essas imagens a fim de determinar sua classe, sendo parte do processo para a obtenção de mapas temáticos para uma determinada região, visto que há a necessidade de realizar a validação a campo, no intuito de corrigir, aperfeiçoar e validar o produto desejado.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Fluxograma das atividades

O fluxograma das atividades realizadas no seguinte está representado na Figura 8.

Figura 8: Fluxograma das etapas de trabalho



Fonte: O autor (2023)

### 4.2 Caracterização do local

#### 4.2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada no município de Dois Vizinhos - PR, que está situada geomorfologicamente no terceiro planalto paranaense ou planalto de Guarapuava na região sudoeste do estado do Paraná, com altitude média de 520 m, localizada na 16ª Microrregião de Francisco Beltrão.

#### 4.2.2 Solo

Matsushita (2014) discorre que o solo na região de Dois Vizinhos - PR se distingue pela ocorrência de latossolos argilosos e nitossolos, estes por sua vez de boa aptidão agrícola, visto um potencial agropecuário bastante elevado, já que a possível presença de alguns fatores limitantes pode ser mitigada com o emprego das tecnologias disponíveis no mercado.

Outro tipo de solo encontrado com facilidade na região de Dois Vizinhos/PR é o neossolo litólico, que é caracterizado pela presença de solos novos, ou seja, que



ainda estão em desenvolvimento. Esse fato explica a inaptidão, em condições naturais, das explorações agrícolas sob sistemas convencionais.

#### 4.2.3 Vegetação

O município de Dois Vizinhos se encontra em uma região de ecótono, entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual, onde é possível observar a presença de espécies de ocorrência em ambas as formações. Geralmente em altitudes maiores, de 400 a 500m há a composição florestal de Floresta Ombrófila Mista, já em locais com altitudes menores, há a ocorrência de espécies da Floresta Estacional Semidecidual (LUDVICHAK, et al., 2012).

#### 4.3 Coleta de dados

A análise multitemporal do uso e ocupação do solo foi realizada a partir de um conjunto de imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, disponíveis gratuitamente no site do Earth Explorer fornecido pelo USGS datadas de quatro diferentes anos, sendo as imagens de 1990, 2000 e 2019 obtida pelos sensores do satélite Landsat 5 seguida das imagens de 2020 obtida pelos sensores do satélite Landsat 8.

#### 4.4 Processamento das imagens

Para comparação das áreas que sofreram alterações no uso entre esses períodos (1990, 2000, 2010 e 2020), foram obtidas imagens correspondentes aos meses de janeiro e fevereiro dos respectivos anos onde foram processadas no ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) Qgis versão 3.28.2, realizando um processo de composição colorida utilizando as bandas do visível (RGB) mais o infravermelho próximo, sendo assim possível utilizar tanto a imagem com a coloração natural que favorecerá a identificação de alvos quanto a composição com o infravermelho, destacando as áreas com vegetação facilitando a classificação dessas áreas.

A área de estudo foi segmentada de forma automática em polígonos de mesmo uso nas imagens e depois classificadas pelo método visual em tela, onde a partir do conhecimento prévio da ocupação atual e histórica do município, foram classificados os polígonos determinados a partir de classes de ocupação descritas a seguir.

Algumas dificuldades encontradas durante a classificação foram o resultado

da segmentação dos polígonos em classes menores e mais estreitas, visto que a resolução do satélite de 30 metros impossibilita a classificação eficaz de objetos e feições menores que isso, dessa forma, para a adequações, foram realizada a divisão de alguns desses polígonos para representar melhor as classes de agricultura, corpos hídricos, florestas e pastagens.

Pelo conhecimento do foto-intérprete acerca do município e também pela verificação da resolução espacial da imagem de satélite a ser utilizada, foram empregadas sete classes de uso e ocupação do solo mais significativas<sup>1</sup>, sendo elas:

- Agricultura;
- Área urbana;
- Corpos hídricos;
- Florestas;
- Pastagem;
- Solo exposto.

As classes de uso definidas para o presente estudo se encontram como classes e sub-classes presentes na classificação da coleção 8 do MapBiomias (MapBiomias, 2023).

#### **4.5 Geração dos mapas**

Os mapas de uso e ocupação do solo do município foram gerados e podem se visualizados em seguida, esses produtos são os objetos de estudos para as análises qualitativas e quantitativas desses dados.

#### **4.6 Análise dos resultados**

Ao fim da classificação foi possível obter os valores de área para cada polígono classificado. Esses agrupamentos de dados foram exportados para o software Microsoft Excel, e agrupados por pelas classes definidas, a partir disso, foram definidas as unidades de área (hectares) e calculado o percentual das mesmas. Para visualização, foram gerados gráficos representando as variáveis supracitadas, referindo-se às áreas obtidas em cada período (eixo y) para as classes estudadas (eixo x).

---

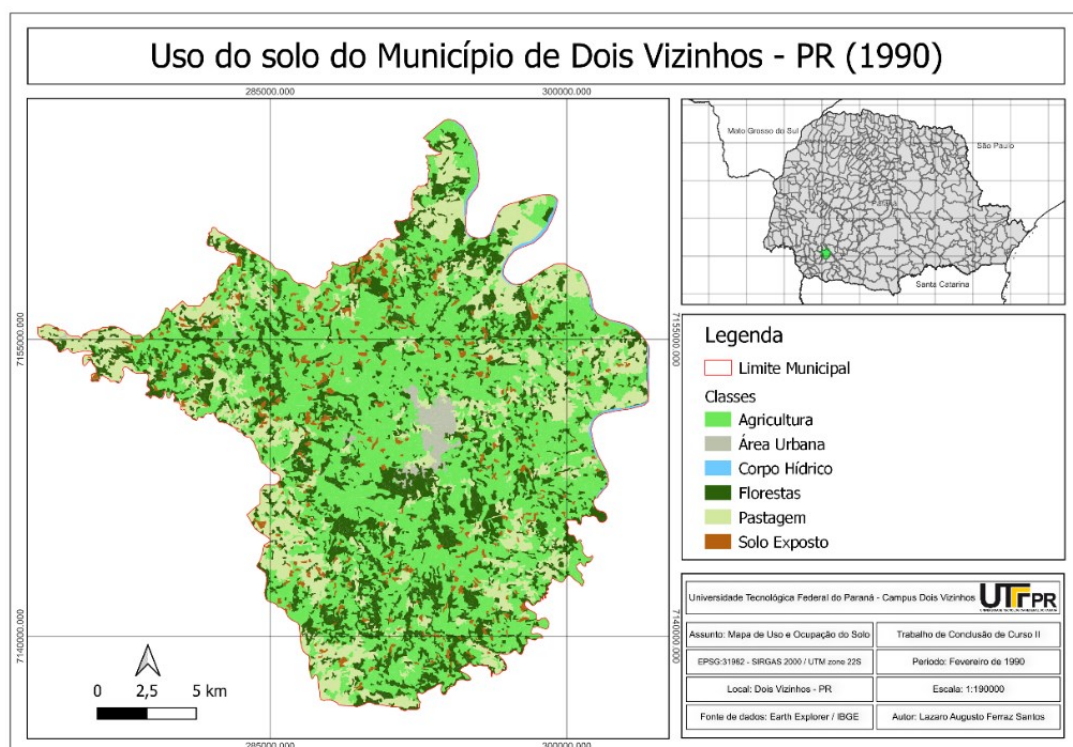
<sup>1</sup> Critérios definidos pelo autor.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Caracterização do uso e cobertura do solo

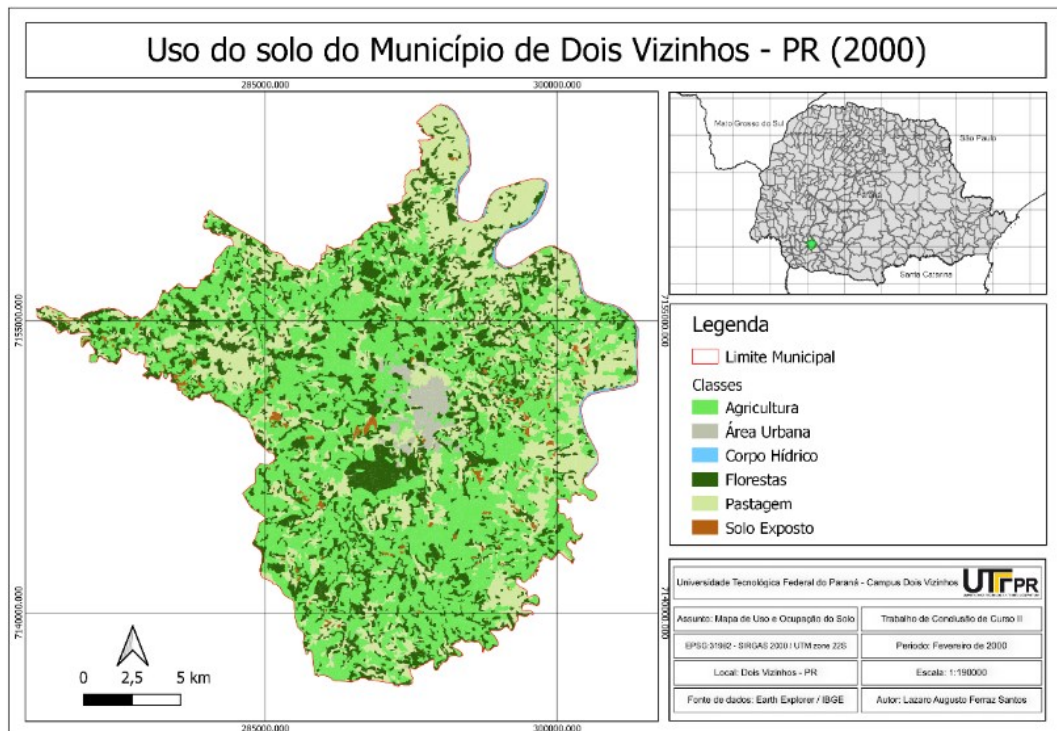
No mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Dois Vizinhos - PR, foram definidas 6 classes supracitadas. A partir da identificação destas classes, foram elaborados quatro mapas temáticos de uso e cobertura do solo para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020, com a finalidade de representar as feições caracterizando a disposição de cada uma destas na paisagem (Figuras de 10 a 13).

**Figura 10: Mapa de uso do solo de Dois Vizinhos – 1990**



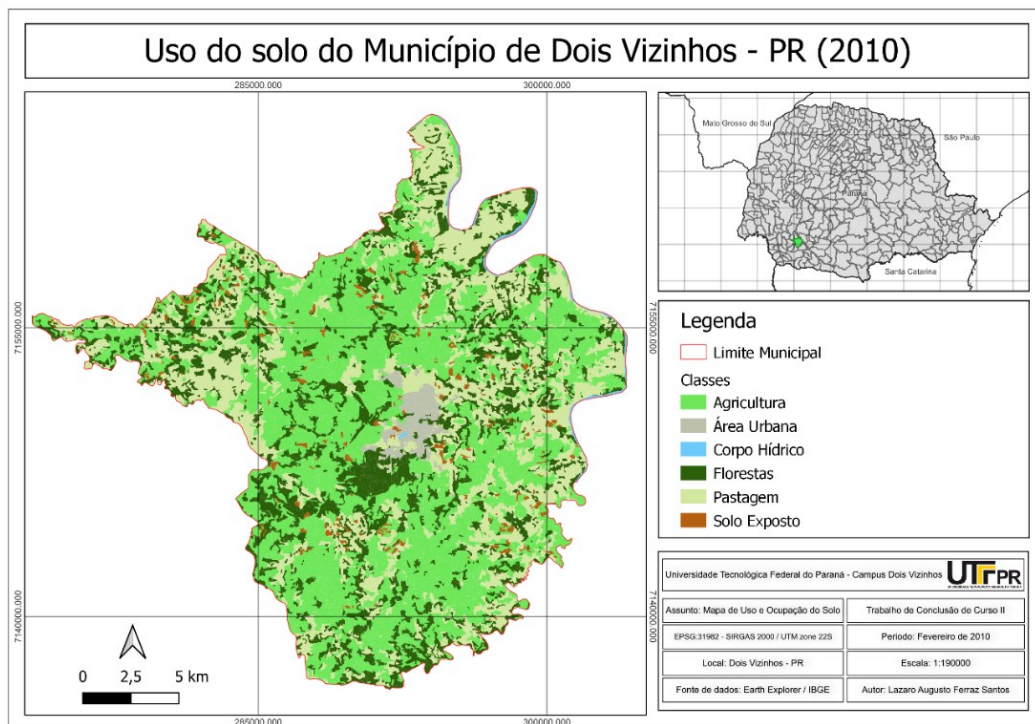
Fonte: O autor (2023)

**Figura 11: Mapa de uso do solo de Dois Vizinhos – 2000**



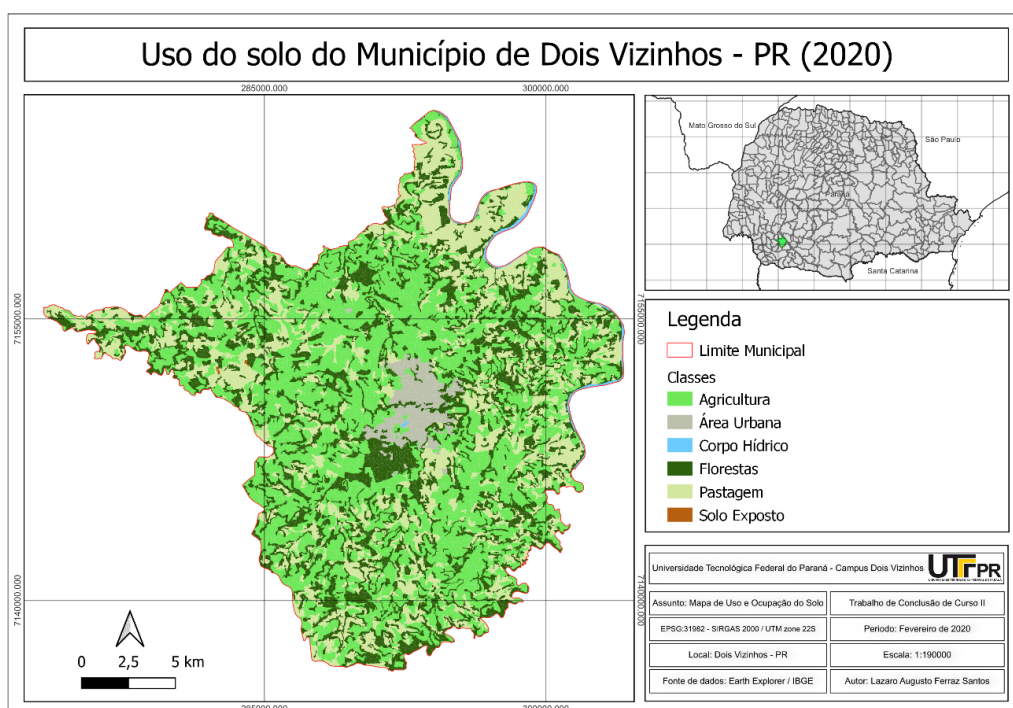
Fonte: O autor (2023)

**Figura 12: Mapa de uso do solo de Dois Vizinhos – 2010**



Fonte: O autor (2023)

**Figura 13: Mapa de uso do solo de Dois Vizinhos – 2000**



Fonte: O autor (2023)

## 5.2 Área e percentual das classes estudadas

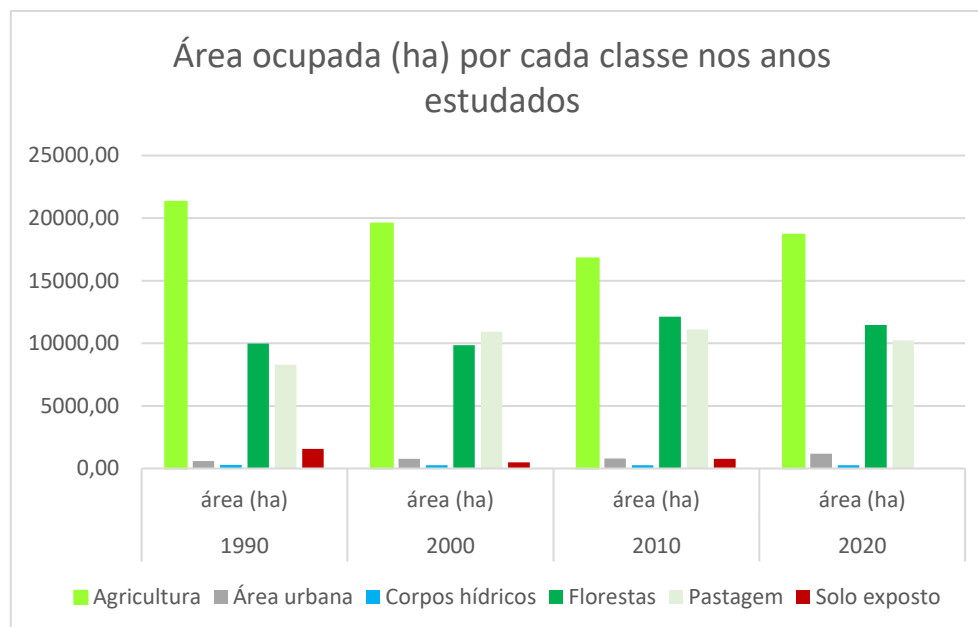
A quantificação das áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura do solo no município de Dois Vizinhos - PR nos anos analisado pode ser observada na Tabela 1.

**Tabela 1. Área e percentual de cada classe de uso e cobertura da terra nos anos estudados**

Classe	1990		2000		2010		2020	
	área (ha)	área (%)	área (ha)	área (%)	área (ha)	área (%)	área (ha)	área (%)
<b>Agricultura</b>	21.306,88	50,74	19.568,67	46,76	16.792,40	40,12	18.667,99	44,63
<b>Área urbana</b>	591,33	1,41	762,50	1,82	784,83	1,88	1192,36	2,85
<b>C. hídricos</b>	287,49	0,68	266,53	0,64	262,84	0,63	265,01	0,63
<b>Florestas</b>	9970,95	23,75	9857,44	23,55	12129,97	28,98	11474,10	27,43
<b>Pastagem</b>	8281,67	19,72	10917,57	26,09	11101,87	26,53	10223,23	24,44
<b>Solo exposto</b>	1551,48	3,69	480,06	1,15	782,05	1,87	9,42	0,02

Fonte: O autor (2023)

**Figura 14 – Área (ha) ocupada por cada classe nos anos estudados**



Fonte: O autor (2023)

### 5.3 Análise por classes

Para uma melhor compreensão, as classes foram examinadas individualmente pela ordem apresentada neste trabalho, cruzando os dados de evolução do percentual com fatos ou ocorrências históricas.

#### 5.3.1 Agricultura

A classe de maior percentual, como observado na tabela 1 é a agricultura, o que se apresenta como um padrão nos municípios do Sudoeste do Paraná que se consolidou por meio da alta concentração de lavouras e áreas agricultáveis desde o início da ocupação, e como Santos (2008) apresenta, que entre as décadas de 60 e 80 com a instalação do pacote tecnológico como um dos principais fatores que definiram o ritmo territorial da modernização, com iniciativas como o crédito rural para custeio das lavouras.

O percentual obtido para esta classe para o ano de 1990 é de 50,74%, compreendendo a uma área de 21306,88 ha, decrescendo nos próximos 20 anos, resultando em 40,12% e 16792,40 ha em 2010. Próximo a esse período, é possível

comparar o total da área destinada a agricultura segundo o Censo agropecuário do IBGE de 2006, correspondendo a 15804 ha destinados a agricultura.

No ano de 2020 a área correspondente foi de 18667,99 ha, em comparação ao Projeto MapBiomass, podemos notar uma boa relação em que se totaliza 16.290 ha, segundo a coleção beta com resolução espacial de 10 m disponibilizado recentemente na plataforma MapBiomass. Os dados do Censo agropecuário por sua vez apresentam valores totais de 17621 ha no ano de 2017, onde desse total, 156 ha consistem em lavouras permanentes e 17465 ha de lavouras temporárias.

### 5.3.2 Área Urbana

Esta classe corresponde a área onde a vegetação natural foi modificada pelo homem, para fins de construção e edificações. Essa classe apresentou uma grande variação ao longo última década, tendo um aumento relativo em 2020, apresentando o valor de 2,85% do município, fato que pode ser atribuído ao aumento significativo da expansão urbana nas últimas duas décadas, que poder ser justificado por alguns fatores como o alto desenvolvimento de indústrias do setor agropecuário/alimentícios se mantendo como maior abatedouro da América Latina em número de animais abatidos por dia, tornado o município mais aclamado dentro do Estado do Paraná em todas as áreas da avicultura. Aqui também se encontra a sede da 2ª maior empresa do país em produção de ovos férteis, produzindo 35 milhões de unidades por mês em Dois Vizinhos e microrregião. Outras áreas do agronegócio que movimentam a economia são, a bovinocultura de corte, bovinocultura de leite, suinocultura, e a produção de grãos que é uma vocação natural do município.

De acordo com o Mondardo (2007), na década de 1960, mais de 88% da população do sudoeste paranaense vivia na zona rural. A partir de 1980, a porcentagem da população urbana do município de Dois Vizinhos variou entre 25% e 32%. Já nos anos 2000, o percentual chega atingir 67% da população total que passou a residir na área urbana.

Apesar do respectivo aumento do percentual de área urbana, desde o início dos registros pelo IBGE, pode-se notar uma diminuição significativa na população, que se justifica com o desmembramento dos municípios de Cruzeiro do Iguaçu e Boa Esperança do Iguaçu em 1992. Partindo de 40.267 habitantes em 1991, decrescendo

nos próximos anos até se estabelecer em 31986 habitantes no ano 2000. Em 2010 atingiu-se o total de 36179 habitantes e por fim em 2022 totalizaram 44868 habitantes em Dois Vizinhos - PR

O projeto MapBiomias por sua vez apresenta um quantitativo inferior para os períodos iniciais estudados em comparação aos dados obtido neste trabalho, totalizando 399 ha no ano de 1990, 589 ha no ano de 2000, 818 ha em 2010 e 1171 ha em 2020. Há uma forte relação de aumento demonstrando uma precisão considerada satisfatória principalmente para as últimas duas quantificações.

### 5.3.3 Corpos Hídricos

Os rios que percorrem o município fazem parte da bacia hidrográfica do rio Iguaçu. No perímetro urbano destacam-se dois rios, sendo eles o rio Jirau Alto do qual se captam as águas para o abastecimento da cidade, o outro é o rio que dá nome ao município, rio Dois Vizinhos. Entretanto, a análise quantitativa de variação multitemporal para determinadas classes conta uma série de fatores limitantes, entre eles uma baixa resolução espectral, ângulos de visada distintos e até a ocorrência de nuvens ou sombras na imagem por exemplo, o que impossibilitou a segmentação dessas classes no interior do município.

A área compreendida pelos corpos hídricos do Município de Dois Vizinhos para os anos de 1990, 2000, 1990 e 2020 foram 287.49, 266.53, 262.84, 265.01 respectivamente. Essa área corresponde corpos hídricos limitantes do município, ou seja, o curso do Rio Chopim limítrofe com o município de São Jorge D´oeste.

Os dados obtidos pelo projeto MapBiomias apresenta uma semelhança apesar dos fatores supracitados, correspondendo a 276 ha no ano de 2020, segundo a coleção beta com resolução espacial de 10 metros. Para os anos anteriores, há somente a existência de dados da coleção de 30 metros de resolução espacial, onde os cujos valores obtidos para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020 foram 335, 317, 302, e 287 respectivamente.



#### 5.3.4 Florestas

O quantitativo das áreas de remanescente de vegetação nativa apresentou um aumento entre os períodos analisados, apresentando no ano de 1990, 9.970,95 ha, valor que diminuiu para 9.857,44 ha dez anos após em 2000. Já em 2010 houve uma recuperação da área florestal do município, uma vez que se observou 12.129,97 ha. Para o último período analisado, nota-se um decréscimo dessa classe totalizando 11.474,10 ha no ano de 2020. Em linhas gerais, houve um aumento de vegetação nativa nos últimos 30 anos, apresentando um acréscimo de 1.503,15 ha em Dois Vizinhos.

A provável explicação para o aumento da vegetação nativa em Dois Vizinhos, é o efeito do isolamento das áreas de preservação permanentes rurais (matas ciliares), impostas pela legislação, especificamente a lei de proteção a vegetação nativa (BRASIL, 2012). Vulgarmente conhecido como código florestal a lei fez com que os agricultores familiares tivessem que cercar e isolar tais áreas visando a conservação dos rios contra erosão e também para a manutenção da biodiversidade.

Comparativamente, Cardoso et al 2023, também chegaram nessa conclusão analisando dados do sistema MapBiomias.

Um outro aspecto que também corrobora com o resultado alcançado, o efeito da restrição do aproveitamento dos recursos florestais imposto pela lei da mata atlântica que considerou tais remanescentes especialmente protegidos pela legislação.

Segundo o Censo Agropecuário de 2017, as áreas referentes a florestas naturais, florestas naturais destinadas à APPs ou Reservas legais e florestas plantadas equivalem a 132 ha, 5867 ha e 751 ha respectivamente, totalizando 6.750 ha. Os dados do MapBiomias para o ano de 2020 totalizam uma área de 9652 ha para a classe de florestas, que somadas a classe silvicultura equivalem a 10568 ha. Os dados obtidos na análise realizada foram de 10223,23 ha, o que demonstra proximidade entre os resultados, indicando uma relação de precisão entre as duas classificações, visto que está apresenta uma resolução espacial de 10 metros.

### 5.3.5 Pastagens

As áreas de pastagens representaram valores de 8281,67 ha, 10917,57 ha, 11101,87 ha e 10223,23 ha respectivamente para os anos estudados, sobressaindo como a segunda classe de maior ocorrência no ano 2000.

A título de comparação, os dados do censo agropecuário por município de 2006 disponibilizado pelo portal IBGE cidades, apresentam um valor de 7.755 ha para a classe de pastagens, sendo está dividida em naturais (2101 ha), plantadas degradadas por manejo inadequado ou por falta de conservação (601 ha) e plantadas em boas condições (5053 ha). O mesmo censo agropecuário para o ano de 2017 apresenta valores de aumento da área de pastagens totalizando 8173 ha.

De forma comparativa com os dados do MapBiomas, apresentam uma área de 5257, 5967, 6014 e 4698 hectares para os anos 1990, 2000, 2010 e 2020, respectivamente.

### 5.3.6 Solo Exposto

A classe com a menor representatividade nas últimas décadas consiste no solo exposto com percentuais uma redução significativa conforme os resultados obtidos. No ano de 1990 a mesma correspondeu a uma área de 1551,48 ha, 3,69% da total do município. Nas duas décadas seguintes é possível verificar essa redução onde para os anos 2000 e 2010, com a área de solo exposto totalizando 480,06 ha e 782,05 respectivamente. Para a última quantificação (2020) o total corresponde a 9,42 ha.

A redução do percentual da área correspondente a solo exposto pode ser justificada a partir de efetivos esforços para a recuperação de áreas degradadas, além disso, outros fatores podem ser relacionados a alguns comportamentos de classes, como a baixa resolução espectral dos sensores do satélite Landsat 5, responsável pela captação dos dados dos anos 1990, 2000, e 2010. Essa inferioridade em comparação aos sensores do Landsat 8 promove algumas dificuldades de identificação por se assemelharem com áreas de agricultura recém colhida.

## 6 CONCLUSÃO

Acerca dos métodos de classificação para mapeamento de uso e ocupação da terra estudados, concluiu-se que não há um método melhor, existindo sim um mais adequado para cada finalidade de estudo, podendo variar de acordo com as necessidades do operador.

Diante dos resultados obtidos, pode-se observar uma alta concentração de áreas agricultáveis com o desenvolvimento do município, reflexos de uma forte base agropecuária desde o início de sua formação, alavancado por pacotes tecnológicos da agricultura alguns anos mais tarde.

Assim, o percentual obtido indicou uma predominância da agricultura em todos os períodos estudados, além de apresentar um aumento considerado das áreas de florestas no decorrer das três últimas décadas. Com comportamento contrário, a classe solo exposto apresentou uma significativa redução ao passo que a área urbana se expande. Os dados de área dos corpos hídricos por sua vez se mantiveram aproximados as estimativas do IBGE e MapBiomas.

As áreas remanescentes florestais e florestas plantadas tiveram um crescimento no período, acompanhando os marcos da legislação, o que demonstra um resultado positivo e promissor acerca das medidas de proteção a vegetação nativa e redução de áreas degradadas, nesse sentido pode-se quantificar um acréscimo de 1503,15 ha de vegetação nativa durante o período estudado.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Aline Souza; SANTOS, Rosangela Leal; CHAVES, Joselisa Maria. Mapeamento de uso e ocupação do solo no Município de Jeremoabo-BA: uso do Algoritmo Máxima Verossimilhança (Maxver). **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO–SBSR**, v. 15, 2011.
- BACHEGA, Camila Carla Facholi et al. Análise multitemporal da cobertura do solo na bacia do Rio Negro, MS. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 25-30, 2009.
- BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em 10 de setembro de 2013
- DLUGOSZ, Fernando Luís et al. **Índice para a avaliação de segmentação de imagens**. Floresta, v. 39, n. 1, 2009.
- FERREIRA, Renan Santos. Viabilidade de um segmento espacial dedicado ao monitoramento da Floresta Amazônica. 2019.
- FIGUEIREDO, D. **Conceitos básicos de sensoriamento remoto**. São Paulo, 2005.
- GUBERT FILHO, F. A. **História do desmatamento no Estado do Paraná e sua relação com a reforma agrária**. GUBERT FILHO FA-Reforma agrária em meio ambiente Available from: [http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/LIVRO\\_REFORMA\\_AGRARIA\\_E\\_MEIO\\_AMBIENTE/PARTE\\_1\\_1\\_FRANCISCO\\_GUBERT.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/LIVRO_REFORMA_AGRARIA_E_MEIO_AMBIENTE/PARTE_1_1_FRANCISCO_GUBERT.pdf), p. 15-25, 1998.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná 1994**. Londrina, IAPAR, 1994. (IAPAR, Documento, 18).
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **SPRING: sistema de processamento de informações georreferenciadas: tutoriais**. Versão 4.1. 2004.
- Landsat 5 Bands | **Landsat Science**. Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-5/landsat-5-bands/>>. Acesso em: 6 nov. 2022
- Landsat 8 Bands | **Landsat Science**. Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/landsat-8-bands/>>. Acesso em: 6 nov. 2022.
- LOEBMANN, D. G. dos S. W. et al. **Interpretação de alvos a partir de imagens de satélite de média resolução espacial**. 2012. <https://www.embrapa.br/buscade-publicacoes/-/publicacao/961448/interpretacao-de-alvos-a-partir-de-imagensde-satelite-de-media-resolucao-espacial>.

LUDVICHAK, A. A. et al. **Comportamento inicial da área de copa de espécies nativas do Paraná em plantio homogêneo**. IV CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE. 2012.

MATSUSHITA, M. S. **Trabalhos da Extensão Rural com uso de Geoprocessamento**. 439 p. Instituto Emater, Curitiba/PR, 2014.

MAPBIOMAS. Coleção 7.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil. Disponível em: [www.mapbiomas.org](http://www.mapbiomas.org). Acesso em 04 nov de 2023

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens desensoriamento remoto**. Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <https://docplayer.com.br/951443-Introducao-ao-processamento-de-imagens-desensoriamento-remoto-paulo-roberto-meneses-tati-de-almeidaorganizadores.html>

MONDARDO, M. L. **Uma caracterização geral do processo de urbanização do Sudoeste do Paraná**, Brasil. Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales, n. 11, p. 239, 2007.

MORAES, EC de. **Fundamentos de sensoriamento remoto**. São José dos campos: INPE, p. 1-7, 2002.

NOVO, E. M. L. M.; PONZONI, F. J. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. INPE. São José dos Campos, 2001. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1aYYw5nnYNq87Uk3va-6\\_KxVkoLUJH0dH/view](https://drive.google.com/file/d/1aYYw5nnYNq87Uk3va-6_KxVkoLUJH0dH/view)

PRETTO, A. C. et al. RETROSPECTIVA HISTÓRICA DO USO E COBERTURA DO SOLO DO MUNICÍPIO DE DOIS VIZINHOS. [s.d.].

REES, W.G. **Princípios físicos do sensoriamento remoto**. Imprensa da Universidade de Cambridge, 2013.

SANTOS, J. R.; MALDONADO, F. D.; GRAÇA, P. M. L. A. Integração de imagens landsat/etm+ e cbers-2/ccd para detecção de mudanças em área da Amazônia sob domínio da floresta de transição. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 57, São Paulo, 2005.

SHIMABUKURO, Y. E. et al. **Segmentação e classificação da imagem sombra do modelo de mistura para mapear desflorestamento na Amazônia**. INPE, 1997.

SILVEIRA, S. A vegetação atual no estado do Paraná. 2015. Disponível em: <https://sanderlei.com.br/PT/Silveira/Parana/Parana-Historia-Geografia-41>. Acesso em: 11 out. 23.

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO–SBSR, v. 15, 2011. ALVES, A.C.; CONCEIÇÃO, P.E.A. **Levantamento do uso e ocupação do solo por meio de imagens TM-Landsat-5 e ADS-80 para o município de Manaus/AM**. 2015.

SONDA, C. **Reforma agrária, desmatamento e conservação da biodiversidade no estado do Paraná**. Curitiba, 2008.

SOUZA, C.C. et al. Técnicas de sensoriamento remoto como subsídios aos estudos de florestas implantadas no Brasil-Uma revisão bibliográfica. **Ciência Florestal**, v. 17,p. 409-417, 2007.

VASCONCELLOS, TERRA & CARDOSO, Análise multitemporal de uso e cobertura do solo, no município de Unistalda, RS. **Revista Eletronica em Gestão, Educação eTecnologia Ambiental – REGET**, v. 17 n. 17, p. 3438 – 3444.