



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS DE ERECHIM  
CURSO DE GEOGRAFIA-LICENCIATURA**

**GISELE CARLA MAY**

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO  
DE CENTENÁRIO-RS COM O AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO REMOTO, NO  
PERÍODO DE 1995-2014**

**ERECHIM  
2015**

GISELE CARLA MAY

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO  
DE CENTENÁRIO-RS COM O AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO REMOTO, NO  
PERÍODO DE 1995-2014**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Erechim, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciatura.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Janete Teresinha Reis  
Coorientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Kátia Kellem da Rosa

Erechim

2015

## **Universidade Federal da Fronteira Sul**

Campus Erechim

ERS 135 – Km 72, nº 200,

CEP 99700-970

Cx. Postal 764

Erechim - RS

Brasil

### **DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação**

MAY, GISELE CARLA

ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE CENTENÁRIO-RS COM O AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO REMOTO, NO PERÍODO DE 1995-2014/ GISELE CARLA MAY. -- 2015.

62 f.:il.

Orientadora: JANETE TEREZINHA REIS.

Co-orientadora: KÁTIA KELLE DA ROSA.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de LICENCIATURA EM GEOGRAFIA , Erechim, RS , 2015.

1. USO DO SOLO. 2. SENSORIAMENTO REMOTO. 3. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL. I. REIS, JANETE TEREZINHA, orient. II. ROSA, KÁTIA KELLE DA, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

**GISELE CARLA MAY**

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO  
DE CENTENÁRIO-RS COM O AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO REMOTO, NO  
PERÍODO DE 1995-2014**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Erechim, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciatura.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Janete Teresinha Reis

Coorientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Kátia Kellem da Rosa

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e  
aprovado pela banca em: 04/08/2015

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Janete Teresinha Reis - UFFS

---

Prof. Dr. Márcio Freitas Eduardo – UFFS

---

Prof. Dr. Reginaldo José de Souza – UFFS

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço minha família pelo apoio aos estudos, especialmente a minha irmã Gilmarice pela ajuda e preciosas discussões durante a graduação;

À Universidade Federal da Fronteira Sul, pela oportunidade da realização da graduação em Geografia e incentivos a participação de programas de Iniciação Científica;

À minha orientadora, professora Janete Teresinha Reis pela atenção, apoio, amizade e pelas importantes horas de orientação e aprendizado;

À professora Kátia Kellem da Rosa pelo incentivo à pesquisa e por sua coorientação neste trabalho;

Ao professor Fábio de Oliveira Sanches, por sua importante orientação durante a construção do projeto desse trabalho;

Agradeço a todos os professores do Curso de Geografia, pela dedicação e por compartilharem suas experiências e conhecimentos durante a realização das disciplinas do Curso;

Especialmente a colega e amiga Aline Nadal, pelas tardes de conversa e estudo durante a graduação;

A todos os colegas da turma 2011, pela amizade e convivência em todos esses anos de graduação, o meu grande abraço e obrigado.

## RESUMO

O presente estudo objetivou analisar as mudanças no uso e cobertura do solo, a partir de imagens Landsat, para verificar a expansão ou retração agrícola no município de Centenário, RS, no período de 1995-2014. Foram utilizadas três imagens de satélite: Landsat 5, sensor TM (Thematic Mapper) relativo aos anos de 1995 e 2005 e Landsat 8 sensor OLI (Operational Land Imager) relativo ao ano de 2014. Com o uso do Software QGIS 2.8 foi realizado o processamento digital das imagens, formação de mosaicos, georreferenciamento e a classificação digital supervisionada, a partir da aquisição de amostras nas imagens. Foram definidas três classes de uso do solo do município: floresta, agricultura e campo. Para o período pesquisado, os resultados apontam uma significativa expansão agrícola e uma conseqüentemente retração das áreas de floresta e áreas de campo. No período de 1995 à 2014, as áreas agrícolas tiveram um aumento de 18,25%, já as áreas de florestas tiveram uma supressão de 15,61% e as áreas de campo um decréscimo de 2,61%. Nesse sentido, destaca-se que as técnicas de sensoriamento remoto representam uma ferramenta muito útil para a realização de estudos com relação ao uso e cobertura do solo.

Palavras-chaves: Uso do solo. Sensoriamento Remoto. Análise Espaço-temporal.

## **ABSTRACT**

The present study aimed to analyze changes in land use and land cover from Landsat images to check the expansion or contraction in the agricultural town of Centenário, RS, in the 1995-2014 period. Three satellite images were used: Landsat 5 TM sensor (Thematic Mapper) for the years 1995 and 2005 and Landsat 8 OLI sensor (Operational Land Imager) for the year 2014. Using the Software QGIS 2.8 was done processing digital images, forming mosaics, georeferencing and supervised digital classification, from the acquisition of samples in the images. They were set three land use classes of the municipality: forestry, agriculture and countryside. For the period surveyed, the results indicate a significant agricultural expansion and consequently decrease the areas of forest and field areas. From 1995 to 2014, agricultural areas increased by 18.25%, as forest areas have a suppression of 15.61% and the field areas a decrease of 2.61%. In this sense, it is emphasized that remote sensing techniques are a useful tool for carrying out studies regarding the use and land cover.

Keywords: Use soil. Remote Sensing. Space- temporal analysis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Figura do satélite Landsat 5 com suas bandas espectrais.....	16
Figura 2: Localização da área de estudo, município de Centenário, RS.....	29
Figura 3: Biomas do Rio Grande do Sul.....	30
Figura 4: Mapa do Rio Grande do Sul, distribuição da precipitação média anual. ....	31
Figura 5: Mapa geomorfológico do Rio Grande do Sul. ....	32
Figura 6: Mapa do uso do solo, Centenário, RS, 1995.....	39
Figura 7: Mapa do uso solo, Centenário, RS, 2005.....	41
Figura 8: Mapa do uso do solo, Centenário, RS, 2014.....	43
Figura 9: Mapa do uso do solo no município de Centenário nos três anos estudados mostrando as áreas que sofreram alterações. ....	46
Figura 10: Mapa das alterações do uso do solo no município de Centenário, entre os anos de 1995, 2005 e 2014.....	47
Figura 11: Mapa da expansão das áreas de agricultura no município de Centenário de 1995 à 2014. ....	49
Figura 12: Recorte da área do município no mês de fevereiro de 2002, mostrando as áreas de florestas ainda não derrubadas. ....	51
Figura 13: Recorte da área do município no mês de março de 2014, caracterizando as mudanças na paisagem resultantes da agricultura. ....	52
Figura 14: Recorte do município de Centenário, RS no mês de fevereiro de 2002. Polígonos mostram as áreas de vegetação. ....	53
Figura 15: Recorte do município de Centenário, RS no mês de março de 2014. Polígonos exemplificam a retração da vegetação para dar espaço para as áreas agrícolas.....	54

## LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1: Principais aplicações das bandas do Sensor TM .....	17
Tabela 2: Características das bandas espectrais do Satélite Landsat-8. ....	19
Tabela 3: Imagens de satélites Landsat utilizadas no trabalho .....	34
Tabela 4: Quantificação das classes do uso do solo, Centenário, RS - 1995. ....	38
Tabela 5: Quantificação das classes do uso do solo, Centenário, RS - 2005. ....	40
Tabela 6: Quantificação das classes do uso e cobertura do solo, Centenário, RS - 2014. ....	42
Tabela 7: Evolução do uso do solo do município de Centenário, RS, entre 1995 – 2014. ....	45
Tabela 8: Expansão das áreas de agricultura no município de Centenário, RS no período de 1995-2014. ....	48
Gráfico 1: Alterações do uso do solo no município de Centenário-RS, no período estudado.....	45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	10
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 SENSORIAMENTO REMOTO.....	13
2.1.1 Programa Landsat .....	14
2.1.2 Satélite Landsat 5 .....	15
2.1.3 Satélite Landsat 8 .....	18
2.2 USO E COBERTURA DO SOLO .....	19
2.2.1 Expansão agrícola e a transformação da paisagem no Rio Grande do Sul .....	21
2.2.2 Processamento Digital de imagens para a análise do uso e cobertura do solo .....	25
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	29
3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA .....	34
3.2.1 Dados cartográficos e orbitais .....	34
3.2.2 Procedimentos metodológicos .....	35
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
4.1 USO DO SOLO .....	38
4.1.2 Uso do solo do ano de 1995 .....	38
4.1.2 Uso do solo do ano de 2005 .....	40
4.1.3 Uso do solo no ano de 2014 .....	42
4.1.4 Alterações do uso do solo entre os anos de 1995, 2005 e 2014 .....	44
4.1.5 Expansão das áreas de agricultura no município de Centenário, RS .....	48
4.1.6 Mudanças do uso e cobertura do solo e as transformações da paisagem no município de Centenário .....	50
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao estudar a dinâmica do uso do solo em uma determinada área é necessário entender os impactos provocados pela ação antrópica e mudanças na cobertura do solo, alterando, assim, a dinâmica fluvial, como a diminuição da capacidade de infiltração e a diminuição da profundidade do leito dos cursos d'água (WENDLAND, 2001). Além destas outras alterações podem ser provocadas pela ação antrópica que envolvem a dinâmica do uso e cobertura do solo.

Ao longo das décadas de 1990, 2000 e 2010 alterações na paisagem tornaram-se perceptíveis no município de Centenário-RS e, neste sentido, a análise multitemporal de imagens de satélites podem contribuir para a compreensão da evolução e mudança no uso e cobertura do solo.

Através desse tipo de análise é possível caracterizar os atributos sócio-ambientais, bem como avaliar as áreas com uso agrícola, além de possíveis implicações ambientais provocados pelo uso. Neste contexto, a utilização de dados de satélites de diferentes anos representa uma ferramenta relevante para a realização de estudos das mudanças ocorridas nestes espaços.

De acordo com Florenzano (2011), o uso de imagens de satélite possibilita o estudo e monitoramento tanto de fenômenos naturais do meio ambiente (erosão do solo, inundações etc) como impactos antrópicos, como por exemplo, a retirada da cobertura vegetal nativa para dar espaço à agricultura. Com o registro destes processos nas imagens, obtidas pelo Sensoriamento Remoto e a análise multitemporal destas, é possível identificar e calcular a evolução das mudanças ocorridas na área de estudo.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

As mudanças que ocorrem na paisagem são perceptíveis com auxílio de imagens de satélites. Pois, permitem avaliar as transformações que ocorrem no meio, assim como as relações socioeconômicas da apropriação da natureza pelo homem.

A expansão das atividades do setor agrícola, relacionado à monocultura, foi um dos fatores que contribuíram para as mudanças no uso e cobertura do solo no Brasil. “As chamadas “fronteiras agrícolas” estão entre estas mudanças e se

apresentam entre as maiores fontes que incrementaram o desmatamento, transformando áreas nativas em espaço de cultivo agrícola e pecuário” (TORRES, 2011, p. 16).

O estudo do uso do solo constitui-se uma importante forma de compreender as relações entre o homem e a natureza e permite definir ações que integrem com o planejamento territorial e a gestão ambiental (OKA-FIORI et al., 2003). Ainda segundo os autores, o desenvolvimento das tecnologias possibilita importantes análises para os estudos da cobertura do solo.

O Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento aparecem como técnicas auxiliares na obtenção e análise das informações espaciais (OKA-FIORI et al., 2003), por permitir o estudo da caracterização e alterações do uso e cobertura do solo. Segundo Santos (2003), caracterizar o uso e cobertura do solo em séries temporais, quando bem espacializadas e avaliadas, constitui uma boa forma de análise das mudanças ocorridas.

Os estudos da paisagem e a caracterização das mudanças do uso e da cobertura do solo tornam-se importantes, pois, visam um contínuo monitoramento das alterações que ocorrem na paisagem, sejam elas motivadas por causas antrópicas.

Nesse contexto, torna-se relevante os estudos da paisagem e a caracterização das mudanças do uso e da cobertura do solo para a área rural do município de Centenário, pois, com relação ao tema proposto, no município não existem estudos desta natureza. Assim, o referido estudo pretende-se contribuir na elaboração de um banco de dados do município de Centenário que possam ser utilizados pelos gestores públicos no planejamento e gerenciamento de projetos futuros sobre o município.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as mudanças no uso e cobertura do solo, com as transformações da paisagem a partir de imagens Landsat 5 e 8, no município de Centenário, RS, nos anos de 1995, 2005 e 2014.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar o uso e cobertura do solo no município de Centenário utilizando imagens de satélite LANDSAT;
- b) Avaliar a expansão e/ou retração das áreas de agricultura no município de Centenário;
- c) Relacionar as mudanças do uso e cobertura do solo com as transformações da paisagem no município de Centenário.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SENSORIAMENTO REMOTO

O termo Sensoriamento Remoto (SR) apareceu pela primeira vez nos estudos em 1960 com o significado de aquisição de informações sem o contato físico com os objetos (NOVO, 2008, p. 6). Atualmente, vários são os autores que estudam e trazem definições para o Sensoriamento Remoto.

Florenzano (2011, p.09) define como sendo uma “tecnologia que permite adquirir imagens – e outros tipos de dados – da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície” (FLORENZANO, 2011, p. 09). Ainda, segundo a autora, as imagens e os dados são obtidos remotamente, ou seja, à distância, sem contato físico entre a superfície terrestre e o sensor instalado em aeronaves, satélites artificiais e equipamentos terrestres.

Jensen (2009) traz um conceito de Sensoriamento Remoto, segundo o qual define como a arte e a ciência que obtêm informações sobre um determinado objeto sem ter um contato físico direto com o mesmo, diferenciando-se de Florenzano (2011), que aborda somente sem contato físico. Jensen (2009) ainda destaca que o Sensoriamento Remoto é uma ferramenta utilizada para medir e monitorar importantes características biofísicas e atividades humanas na superfície terrestre.

Meneses e Almeida (2012, p.3) definem Sensoriamento Remoto como uma ciência que “visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres”.

Novo (2010, p. 28), define o Sensoriamento Remoto como:

[...] a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações.

De acordo com Novo (1992), os níveis de dados coletados através do Sensoriamento Remoto são, em geral, agrupados em três categorias: nível de laboratório/campo; nível de aeronave e nível orbital.

Para os dados que são coletados no nível de laboratório/campo são realizadas pesquisas básicas sobre como os objetos absorvem, refletem e emitem radiação. Os sub-orbitais, são as chamadas fotografias aéreas, captadas por aeronaves. Os dados por níveis orbitais são coletados por satélites artificiais.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas informações obtidas pelo sistema de sensor orbital TM (*Thematic Mapper*), a bordo do satélite LANDSAT 5 e pelo sensor orbital OLI (*Operational Land Imager*), a bordo do satélite LANDSAT 8.

### **2.1.1 Programa Landsat**

De acordo com Novo (2010), o Programa Landsat foi composto por uma série de oito satélites artificiais desenvolvidos e lançados pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), com um intervalo médio entre os lançamentos de 3 a 4 anos.

Novo (2010, p.160) destaca que o programa Landsat teve como missão “proporcionar a aquisição repetitiva de dados multiespectrais calibrados, com resolução espacial relativamente alta, [...] para permitir comparações do estado da superfície terrestre ao longo do tempo”. A autora complementa que os dados registrados da superfície terrestre pelo programa Landsat, são os mais longos e completos, de grande valor para estudos sobre as mudanças que ocorrem no planeta.

As informações produzidas pelo Landsat tem tido muitas finalidades, como em áreas agrícolas, geologia, monitoramento de florestas como as queimadas e desmatamento, planejamentos territoriais, educação, e segurança nacional (INPE, 2014).

O lançamento do primeiro satélite da série Landsat foi em 23 de julho de 1972, permanecendo em órbita aproximadamente por seis anos. Os satélites da série Landsat foram construídos para ter uma vida útil de dois anos, mas, mantiveram-se em operação por muito mais tempo, como é o caso do LANDSAT 5, que esteve ativo por mais de vinte anos (NOVO, 2008).

Campbell (2006) destaca que o lançamento do primeiro satélite da série Landsat (1972) significou um importante avanço nas pesquisas do Sensoriamento Remoto, pois, antes a maioria das pesquisas era realizada em laboratórios especializados.

De acordo com Rizzi (2004), a maior vantagem proporcionada pelas imagens de satélites Landsat é a alta disponibilidade mundial de seus produtos, assim, contribui para trabalhos técnicos e científicos.

Com a missão de dar continuidade aos dados do Landsat, em 11 de fevereiro de 2013 foi lançado ao espaço o satélite chamado de Landsat 8. “Esse novo satélite traz várias novidades<sup>1</sup> importantes para usuários que demandam mapeamentos em mesoescala, como o Brasil” (KALAF et al. 2013, p.20).

### **2.1.2 Satélite Landsat 5**

O satélite Landsat 5 teve seu lançamento em 01 de Março de 1984, sua órbita equatorial é 705 km de altitude. A bordo do satélite Landsat 5 (figura 1), está o sensor TM que capta informações da superfície terrestre através de suas sete bandas espectrais. Cada faixa Imageada pelo satélite Landsat 5 é de 185 Km de largura no terreno.

---

<sup>1</sup> A plataforma Landsat-8 opera com dois sensores: o sensor Operational Land Imager (OLI) capta informações com nove bandas multiespectrais incluindo a banda pancromática. A banda 1, é projetada para estudos de áreas costeiras e a banda 9, para estudos de detecção de nuvens do tipo cirrus. O sensor Thermal Infrared Sensor (TIRS), operando com duas bandas espectrais na faixa do infravermelho termal, com resolução de 100 metros, sendo que estas são processadas e disponibilizadas em uma resolução de 30 metros. (EMBRAPA, 2013).

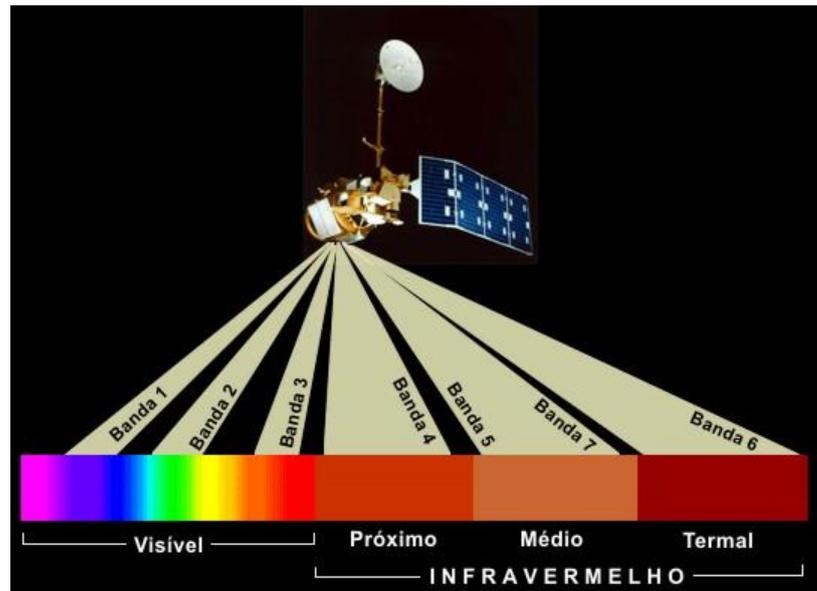


Figura 1: Figura do satélite Landsat 5 com suas bandas espectrais.  
Fonte: Inpe, 2014

### 2.1.2.1 Sensor TM

Sensores remotos são equipamentos instalados em plataformas terrestres, aéreas e plataformas orbitais, no qual captam e registram a energia refletida ou emitida pelos objetos da superfície terrestre (FLORENZANO, 2011).

De acordo com Novo (2010, p. 75), a função dos sensores é converter a energia proveniente dos elementos da superfície terrestre em um registro em forma de gráfico ou imagem, “que permita associar a distribuição da radiância<sup>2</sup>, emitância<sup>3</sup>, ou retroespalhamento<sup>4</sup> com suas propriedades físicas, químicas, biológicas ou geométricas”.

Florenzano (2011, p.14) enfatiza que alguns sensores “captam dados de diferentes regiões do espectro eletromagnético. Dependendo do tipo, o sensor capta dados de uma ou mais regiões do espectro (sensor multiespectral)”. Neste sentido a autora destaca que o olho humano é um sensor natural, porém, enxerga a energia visível, já os sensores artificiais são capazes de captar energia de regiões onde o olho humano não é capaz de enxergar.

<sup>2</sup> **Radiância** é o fluxo radiante que provém de uma fonte, numa determinada direção, ou seja, forma de transferência de energia através da propagação de ondas eletromagnéticas (MOREIRA,2011).

<sup>3</sup> **Emitância** é a energia emitida por qualquer corpo com temperatura acima de zero absoluto (NOVO, 2010).

<sup>4</sup> **Retroespalhamento** é a quantidade de energia refletida de volta pelos alvos ao sensor (NOVO, 2010).

Moreira (2011) define sensores como sendo equipamentos responsáveis pela coleta de informação, capazes de detectar e registrar a radiação emitida pelos alvos e gerar produtos em formato favorável a análises múltiplas, em funções dos seus objetivos.

Campbell (1996) destaca que muitas das informações que se tem sobre a superfície terrestre são derivadas de sensores remotos orbitais, por meio da quantificação da energia emitida ou refletida pelos alvos.

Os sensores orbitais são projetados para captar informações dos objetos na superfície terrestre com determinado nível de detalhe espacial e, quanto maior a resolução espacial de uma imagem, maior será sua capacidade de registrar detalhes dessas feições (IBGE, 2001).

O sensor TM é um sensor óptico mecânico e arquiva informações em sete canais multiespectrais diferentes, sendo: seis dessas bandas operam na região refletida do espectro óptico e apresentam uma resolução espacial de 30 metros no terreno e uma resolução temporal de 16 dias. A banda TM6 capta a radiação termal e tem uma resolução espacial de 120 metros (ROCHA, 2000).

No Brasil, quase que a totalidade dos trabalhos desenvolvidos na área de recursos naturais, utiliza dados coletados pelo sensor TM (NOVO, 2010).

Com base no conhecimento espectral dos alvos as bandas do sensor TM foram mais bem posicionadas. Com isso, as aplicações das imagens foram ampliadas em relação aos outros sensores (NOVO, 2010). A Tabela 1 elenca algumas das aplicações de cada banda do sensor TM.

**Tabela 1: Principais aplicações das bandas do Sensor TM**

TM	APLICAÇÕES
1	Mapeamento de águas costeiras; Diferenciação entre solo e vegetação;
2	Reflectância de vegetação verde sadia; qualidade da água;
3	Absorção da clorofila; Diferenciação de espécies vegetais; áreas urbanas; uso do solo;
4	Agricultura; vegetação;
5	Medidas de umidade de vegetação; Diferenciação entre nuvens e neve; uso do solo;
6	Mapeamentos de estresse térmico em plantas;
7	Mapeamentos hidrotermais

Fonte: NOVO (2010, p.182).

### 2.1.3 Satélite Landsat 8

O mais recente satélite da série Landsat, o satélite LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*) ou também conhecido como Landsat 8, teve o seu lançamento no dia 11 de fevereiro de 2013 pela NASA, no estado da Califórnia (EUA), operando a uma altitude de 705 km (USGS, 2013).

A cobertura das imagens desse satélite é de praticamente todo o globo, com exceção para as mais altas latitudes polares. A resolução temporal é de 16 dias, ou seja, a cada 16 dias o satélite passa pela mesma área. A faixa Imageada pelo satélite é de aproximadamente 185 km (USGS, 2013). A plataforma Landsat-8 opera com dois sensores: *Operational Land Imager* (OLI) e o *Thermal Infrared Sensor* (TIRS).

#### 2.1.3.1 Sensores OLI e TIRS

O sensor *Operational Land Imager* (OLI) a bordo do Satélite Landsat 8, capta informações com nove bandas multiespectrais incluindo a banda pancromática. Ele continuará gerando imagens a partir dos sensores TM e ETM<sup>+5</sup> (*Enhanced Thematic Mapper Plus*). Além de incluir duas novas bandas espectrais, a banda 1, é projetada para estudos de áreas costeiras e a banda 9, é projetada para estudos de detecção de nuvens do tipo cirrus (EMBRAPA, 2013).

O outro sensor a bordo do Satélite Landsat 8 é o sensor Thermal Infrared Sensor (TIRS), operando com duas bandas, de pixel de 100 metros, sendo que estas são processadas e disponibilizadas em uma resolução de 30 metros.

O sensor TIRS possui bandas espectrais na faixa do infravermelho termal, este sensor dará continuidade a aquisição de dados que eram captados pela banda 6 do sensor TM e do ETM<sup>+</sup> (EMBRAPA, 2013).

A tabela 2 elenca as características das bandas espectrais do satélite Landsat-8.

---

<sup>5</sup> Sensor desenvolvido para os satélites Landsat 6 e 7 a partir do sensor TM, a principal diferença entre o sensor TM e o sensor ETM<sup>+</sup> foi a inclusão da banda pancromática (NOVO, 2010).

**Tabela 2: Características das bandas espectrais do Satélite Landsat-8.**

<b>Landsat-8 Bandas</b>	<b>Sensor</b>	<b>Resolução (metros)</b>
Banda 1 – ultra – azul	OLI	30m
Banda 2 – azul	OLI	30m
Banda 3 – verde	OLI	30m
Banda 4 – Vermelha	OLI	30m
Banda 5 – infravermelho próximo	OLI	30m
Banda 6 – infravermelho médio	OLI	30m
Banda 7 – infravermelho médio	OLI	30m
Banda 8 – Pancromática	OLI	15m
Banda 9 – Cirrus	OLI	30m
Banda 10 – infravermelho Termal	TIRS	100m (processadas e disponibilizadas em resolução de 30 m)
Banda 11 – Infravermelho Termal	TIRS	100m (processadas e disponibilizadas em resolução de 30 m)

Fonte: Adaptado de Coelho e Correa (2013)

## 2.2 USO E COBERTURA DO SOLO

A maioria dos conceitos referentes ao uso do solo está direcionada as atividades antrópicas realizadas em uma determinada área. De acordo com o Manual Técnico do Uso da Terra do IBGE (2013, p.43), este está,

[...] geralmente associados às atividades conduzidas pelo homem relacionadas com uma extensão de terra ou a um ecossistema, foi considerado como uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996, p.?), ou seja, a atividade do homem que se acha diretamente relacionada com a terra (CLAWSON; STEWART, 1965 apud ANDERSON et al., 1979 p. 20). O uso da terra está relacionado com a função socioeconômica (agricultura, habitação, proteção ambiental) da superfície básica. (BOSSARD; FERANEC; OTAHEL, 2000, p.15, tradução nossa). (IBGE, 2013, p.43)

Ainda de acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), os conceitos aplicados ao uso do solo e a cobertura costumam ser empregados alternativamente por possuir uma relação entre si. Na maioria das vezes, as

atividades antrópicas estão relacionadas com o tipo de cobertura do solo, seja por floretas, por cultivos agrícolas, por residências ou indústrias.

Rosa (1992) atribui à expressão, “uso da terra”, como sendo a forma como o espaço está sendo apropriado pelo homem e quais impactos causados estão sendo causados pela exploração.

Historicamente, no Brasil, o processo de uso e cobertura do solo consistiu-se na substituição da cobertura vegetal nativa pelas atividades agrícolas, na maioria das vezes baseado na exploração excessiva dos recursos naturais, sem preocupação com o meio ambiente. Esse processo foi responsável por diversos problemas ambientais, destacando-se a redução da qualidade dos solos, a intensificação da erosão hídrica e a diminuição da disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos.

Nesse sentido, o conhecimento sobre o uso e cobertura do solo merece destaque pela necessidade de garantir a sustentabilidade do meio ambiente, das questões sociais e econômicas.

Os estudos sobre uso e cobertura do solo podem ser entendidos pela busca do conhecimento de como o homem utiliza o solo, pela caracterização dos tipos de usos, categorias vegetais, áreas ocupadas por atividades agrícolas, áreas urbanas, compreender sua distribuição espacial (ROSA, 1992). Acrescenta-se que, da forma como o homem se apropria e reproduz seu espaço reflete nas diferentes formas de uso e cobertura do solo. Pois, a sociedade se organiza, produz e reproduz o espaço geográfico promovendo transformações na paisagem.

O uso e cobertura do solo requer a compreensão da dinâmica da paisagem, e assim, avaliar como os elementos que compõem a paisagem relacionam-se de forma espacial e temporal. Neste sentido, o estudo é um tema relevante, pois, possibilita ajudar a compreender as atividades realizadas pelo homem, as quais podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais. De acordo com Santos (2004) as análises elencam não só a situação atual, mas as mudanças recentes e o histórico de ocupação da área estudada.

Ao tratar das formas de cobertura do solo, a vegetação é um tema muito discutido, por se tratar de um elemento muito sensível podendo mudar rapidamente, em um curto período reage às condições da paisagem (SANTOS, 2004).

Outra forma de uso e cobertura do solo são as áreas agrícolas. Estas representam o uso direto pelas atividades antrópicas, no qual, são produzidos alimentos e outras matérias-primas. As áreas agrícolas merecem destaque, pois, quando usados inadequadamente, sem nenhum planejamento, podem provocar diversos danos e impactos ambientais (SANTOS, 2004). Nas áreas agrícolas estão incluídas as atividades de lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastagens e áreas de silvicultura.

De acordo com o IBGE (2013), as culturas temporárias podem ser definidas como o cultivo de plantas de curta ou média duração, que na maioria das vezes ocorre com ciclo vegetativo inferior a um ano, deixando assim, o terreno disponível para um novo plantio. Exemplos de culturas temporárias destacam-se as de grãos e cereais, as de bulbos, raízes, tubérculos e hortaliças, entre outras.

Ainda segundo IBGE (2013), as culturas permanentes consistem no cultivo de plantas perenes, isto é, com ciclo vegetativo de longa duração. Estas plantas produzem por vários anos sucessivos sem a necessidade de novos plantios após colheita. Exemplos deste tipo de cultura, as espécies frutíferas, espécies produtoras de fibras, espécies oleaginosas.

### **2.2.1 Expansão agrícola e a transformação da paisagem no Rio Grande do Sul**

A modernização da agricultura trouxe mudanças na base técnica da produção agrícola, reproduzindo um modelo específico e hegemônico de agricultura voltado ao monocultivo, principalmente o de *commodities*, como a soja e o milho.

Com o uso cada vez mais de modernas máquinas, insumos e agrotóxicos provocaram sérios problemas ambientais e sociais, entre os problemas ambientais destacam-se: a devastação das florestas, erosão dos solos, contaminação dos recursos naturais e dos alimentos, entre os conflitos sociais pode-se destacar: a concentração da posse de terra, o êxodo rural e o desemprego (PEREIRA, 2005).

Assim, entender a organização de uma paisagem permite explicar como a sociedade se apropria do espaço geográfico. Impactos ambientais gerados pelas ações antrópicas na paisagem provocam alterações irreversíveis no meio ambiente.

### 2.2.1.1 Conceito de Paisagem

A discussão sobre o conceito de paisagem é um assunto antigo na Geografia. Desde o século XIX, este conceito vem sendo discutido para entender as relações entre sociedade e natureza em um determinado espaço. A interpretação do significado de uma paisagem diverge nas várias abordagens geográficas (SCHIER, 2003).

O conceito de paisagem na Geografia, inicialmente foi vinculado ao conceito de paisagem natural, associada aos elementos naturais (clima, vegetação, relevo, solo, entre outros), e após surge o conceito de paisagem humana entendida como resultado das relações entre homem e natureza (COSTA; ROCHA, 2010).

De acordo com Colavite e Passos (2010, p. 1143), “a paisagem surge na Geografia como um dos primeiros conceitos basilares e desenvolve-se sob variadas perspectivas teórico-conceituais e metodológicas, circunstanciadas pelo momento histórico atravessado”.

Santos (1988) define paisagem como sendo:

[...] tudo aquilo que nós vemos, o que nossa visão alcança, é a paisagem. Esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo que a vista abarca. Não é formada apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons etc. (SANTOS, 1988, p.22).

Suertegaray (2001, p. 5) entende a paisagem como um conceito operacional “[...] um conceito que nos permite analisar o espaço geográfico sob uma dimensão, qual seja o da conjunção de elementos naturais e tecnificados, socioeconômicos e culturais”.

Na compreensão de Corrêa e Rosendahl (1998) as paisagens são concomitantemente temporais e espaciais, pois, são produzidas a partir das observações e ações antrópicas em um ambiente ao longo do tempo. Assim, a paisagem é portadora de significados, expressando valores, crenças, mitos de uma sociedade que nela habita.

Verdum (2009, p.10) destaca que a paisagem pode ser considerada como o:

[...] conjunto das formas que caracterizam um determinado setor da superfície terrestre. Os geógrafos analisam os elementos que compõem a paisagem, em função de sua forma e magnitude, e propõem uma classificação das paisagens. Assim sendo, é de fundamental importância, nesse tipo de procedimento, que a paisagem seja considerada como o conjunto dos elementos da natureza que podem ser observados a partir de

um ponto de referência. Além disso, na leitura da paisagem, é possível definir as formas resultantes da associação do ser humano com os demais elementos da natureza.

Diante disso, pode-se destacar que são várias conceituações atribuídas à paisagem e, portanto, é essencial considerar que o conceito de paisagem permanece em constante revisão. Com esta prévia abordagem relaciona-se o referido tema à transformação ocorrida no município de Centenário, com a expansão das fronteiras agrícolas e a chegada dos imigrantes até a modernização da agricultura nos dias atuais.

### 2.2.1.2 Transformação da Paisagem no contexto da Expansão agrícola

A expansão da agropecuária motivou alterações nas paisagens brasileiras. As chamadas “fronteiras agrícolas” estão entre as principais mudanças, aumentando o desmatamento, modificando áreas de florestas nativas em espaço de cultivo agrícola e pecuário. De acordo com Mattos e Pessoa (2011, p. 292) “a expansão da agricultura moderna no Brasil ocorreram em uma conjuntura da modernização do território”, pois de acordo com as autoras as mudanças que ocorreram nas atividades agropecuárias, não seriam possíveis sem a construção de infraestruturas no território.

Segundo Egler (2001), o avanço da agricultura e da pecuária nos últimos 50 anos, sobre as áreas nativas, por meio do desmatamento e das queimadas, motivaram a redução da cobertura original e as variações do uso da terra no país.

No Rio Grande do Sul, o setor agrícola, vem sofrendo constantes mudanças, estas acarretadas pelo avanço tecnológico na produção. O Rio Grande do Sul caracteriza-se por ser um Estado colonizado por imigrantes. De acordo com Nascimento (2001) e Carini (2005), a demarcação das áreas por companhias de colonização particulares acelerou a imigração de italianos, alemães, poloneses entre outros. As áreas, antes ocupadas por indígenas e escravos, passaram a ser colonizadas por imigrantes.

A agricultura no Rio Grande do Sul foi marcada por três etapas: a primeira etapa destaca-se pela ocupação do território, caracterizando-se pela instalação das primeiras atividades produtivas visando a sobrevivência e o consumo das famílias,

com a produção de gêneros alimentícios como batata, mandioca, feijão, arroz, suínos e banha, a segunda etapa se caracterizou pelo início da especialização produtiva e o aprofundamento das relações mercantis, com o início da expansão das lavouras de milho, soja, trigo e também de erva mate. A terceira etapa se caracteriza pela modernização da agricultura em sua base técnica e produtiva, com o avanço da monocultura, com o cultivo da soja, milho, entre outros grãos e commodities (CONTERATO; GAZOLLA; SCHNEIDER, 2007).

A partir da década de 1950, inicia-se efetivamente no sul do Brasil o processo de modernização da agricultura intensificando-se nas décadas de 1960 e 1970, com a implantação da chamada “Revolução Verde”. Com esse processo de modernização, surgem na agricultura, novos objetivos e formas de exploração agrícola, impactando mudanças tanto na pecuária, quanto na agricultura (BRUM, 1983).

O programa intitulado de “Revolução Verde” surgiu com o objetivo de contribuir para o aumento da produtividade e da produção agrícola no mundo, com o desenvolvimento da genética vegetal no campo, criação e multiplicação de sementes que se adaptem as condições de diferentes tipos de solos e climas, resistências à doenças e pragas, bem como, técnicas de correção de solo, fertilização e a utilização de modernos maquinários e equipamentos agrícolas (BRUM, 1983, p. 55).

De acordo com Brum, (1983, p.9) a “Revolução Verde” surge então, como “carro chefe do processo de modernização da agricultura no mundo e também no Brasil”. Para a implantação dessa tecnologia o Estado teve um papel constante, facilitando o acesso ao crédito rural, pacotes tecnológicos (sementes híbridas, defensivos e máquinas agrícolas).

Mattos e Pessôa (2011, p.296), destacam que, nos discursos oficiais, a modernização da agricultura estava pautada em,

[...] elevar o padrão de vida das populações que viviam no meio rural, iriam dar a elas maiores possibilidades de consumo. Todavia, essas orientações tomaram outros rumos: a modernização do latifúndio e a expulsão de milhares de pessoas do campo para a cidade.

Mantelli e Canabarro (2009) complementam que a agricultura moderna gerou conflitos no meio rural, além da retirada das floretas para dar espaço ao monocultivo, provocou a redução na oferta de trabalho, obrigando assim os

pequenos agricultores a vender suas terras e migrarem para as cidades. Ainda segundo os autores, a modernização da agricultura trouxe vantagens aos médios e grandes proprietários de terras, que puderam comprar mais terras, e assim, aumentar suas posses e através da compra de modernas máquinas e insumos químicos puderam melhorar o desempenho de suas safras. Porém os autores apontam que o uso de tais produtos provocaram contaminações nos solos e rios, prejudicando assim, todo o ecossistema.

No município de Centenário-RS, a agricultura, nas últimas décadas (1990, 2000 e 2010), vem sofrendo mudanças, estas causadas pelo avanço tecnológico da produção, mesmo que, segundo dados da Emater o município tenha em sua principal base econômica uma agricultura familiar <sup>6</sup>, voltada ao cultivo diversificado, percebe-se que esta agricultura está perdendo espaço para a monocultura.

Nesse sentido, a expansão das terras agrícolas tem causado impactos ao meio ambiente, principalmente devido à retirada da cobertura vegetal nativa (VEIGA; EHLERS, 2009). Portanto, o estudo da expansão das áreas agrícolas é de extrema importância, pois permite constatar as possíveis alterações ocorridas no uso e cobertura do solo e assim alterando a paisagem.

### **2.2.2 Processamento Digital de imagens para a análise do uso e cobertura do solo**

As técnicas de Sensoriamento Remoto representam ferramentas muito úteis para a realização de estudos do uso e cobertura do solo. O desenvolvimento de satélites com sensores cada vez mais aprimorados e o desenvolvimento de softwares com novas concepções metodológicas de interpretação de imagens se apresentam como uma potencial ferramenta em ciências ambientais (JENSEN, 2009).

Com o auxílio destas técnicas, podem-se obter dados espaciais atuais, séries históricas e com frequentes temporalidades, possibilitando assim, uma visão espacial e temporal dos processos de mudanças de uso e cobertura do solo, em que

---

<sup>6</sup> A agricultura familiar caracteriza-se por ser administrada pela própria família, e a mão-de-obra na propriedade ser diretamente familiar. A agricultura familiar é considerada uma das atividades socioeconômicas mais importantes do Brasil, pois, cultiva grande parte dos produtos de subsistência que alimentam a população, tanto rural como urbana (REIS, 2014).

se podem obter diversas informações e assim, subsidiar distintas análises (ALVES, 2011).

O uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informações Geográficas tem sido uma importante ferramenta para o monitoramento ambiental, sobretudo, em regiões onde há carência de informações, regiões onde não se tem acesso (LORENA et al., 2001). Até as décadas de 1970 e 1980, o uso do Sensoriamento Remoto relacionava-se ao mapeamento ambiental em escalas pequenas e médias (BERNARDO, 2013).

De acordo com Santos (2012, p. 6) “nas últimas décadas, o Sensoriamento Remoto orbital tornou-se uma importante ferramenta para monitorar os recursos da terra, pois possibilita adquirir dados significativos de grandes extensões geográficas”.

Na agricultura, as imagens orbitais têm sido aplicadas principalmente no monitoramento e mapeamento de áreas agrícolas, no qual, permitem identificar a dinâmica do ambiente agrícola, pela integração de diversos tipos de dados em diferentes momentos no tempo (GIANNOTTI, 2001).

Pesquisas relacionadas ao uso e cobertura do solo com o uso do Sensoriamento Remoto vêm sendo um tema muito explorado. Vários autores destacam a importância dessa ferramenta.

Souza Júnior (1998) utilizou o Sensoriamento Remoto para propor uma metodologia que determine a área e o volume do alagamento de reservatórios. O autor utilizou como área de estudo o reservatório de Serra da Mesa, localizado no norte do Estado de Goiás. O trabalho do autor abordou a questão das áreas inundadas pela construção de usinas hidrelétricas, podendo assim estimar a área e o volume de água ocupado pelo reservatório a partir de mapas altimétricos da região estudada. O autor destaca que a utilização das imagens geradas pelo Sensoriamento Remoto, possibilita monitorar o enchimento, a área e o volume.

Com o objetivo de identificar alterações antrópicas na vegetação natural, Guimarães et al. (2000) mapearam e monitoraram uma área da Amazônia Legal, no Estado de Mato Grosso com o uso de imagens de satélites TM-LANDSAT, (1992 e 1997). Os autores destacam que através de imagens captadas por satélites foi permitido mapear a cobertura vegetal em uma área aproximada de 33.000 Km<sup>2</sup>, e indicar a retirada de vegetação natural de uma área de 1.000 Km<sup>2</sup>.

Rosa et al., (2006) em seus estudos buscaram as diferentes formas de uso e cobertura vegetal do solo presentes na área de influência do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Capim Branco I - MG, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

A partir do mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da Área de Influência do AHE Capim Branco I, os autores verificaram que as duas categorias que predominavam eram a pastagem ocupando 48,7% da área, seguida de mata/cerradão, com 19,2%. O restante dos usos dividiam-se em vegetação em regeneração, culturas anuais, culturas perenes, áreas urbanas e de uso misto (hortifruticultura).

Santos (2007) estudou o acompanhamento histórico da expansão agrícola (1984 a 2006), no município de Luís Eduardo Magalhães (LEM), localizado a oeste do Estado da Bahia, com o uso de imagens orbitais, analisando os possíveis impactos diretos causados pela expansão agrícola sobre a cobertura vegetal local - o Cerrado.

Leite et al., (2011) buscaram compreender as transformações que ocorreram no uso do solo na bacia hidrográfica do rio Vieira inserida no município de Montes Claros, no norte de Minas Gerais. Através dos dados dos sensores orbitais entre 1989 e 2009, os autores conseguiram apontar mudanças importantes como: recuperação de parte da cobertura vegetal nativa e o aumento da área urbana de Montes Claros.

Alves (2011), em sua dissertação de mestrado, propôs-se desenvolver uma metodologia para o estudo das mudanças de cobertura e uso da terra decorrente do processo de expansão de cana-de-açúcar, utilizando dados de Sensoriamento Remoto (TM-Landsat e MODIS-Terra). A autora destaca a importância do estudo da alteração da cobertura e uso do solo, e aponta a essencialidade do uso do Sensoriamento Remoto e sistemas de informações geográficas para estes estudos.

Zanata et al., (2012) através de técnicas de Geoprocessamento mapearam as áreas de preservação permanente (APPs) da microbacia do Ribeirão Bonito, localizada nos municípios de Itatinga e Avaré (SP) identificando os diferentes usos e ocupações do solo nestas áreas.

Através da geração de mapas de uso da terra em APPs, os autores identificaram áreas com o uso adequado e áreas com o uso inadequado do solo,

destacando-se predomínio de condições adequadas de uso, no entanto, identificaram áreas com a presença de erosões e assoreamento dos rios e nascentes, revelando assim, impactos ambientais.

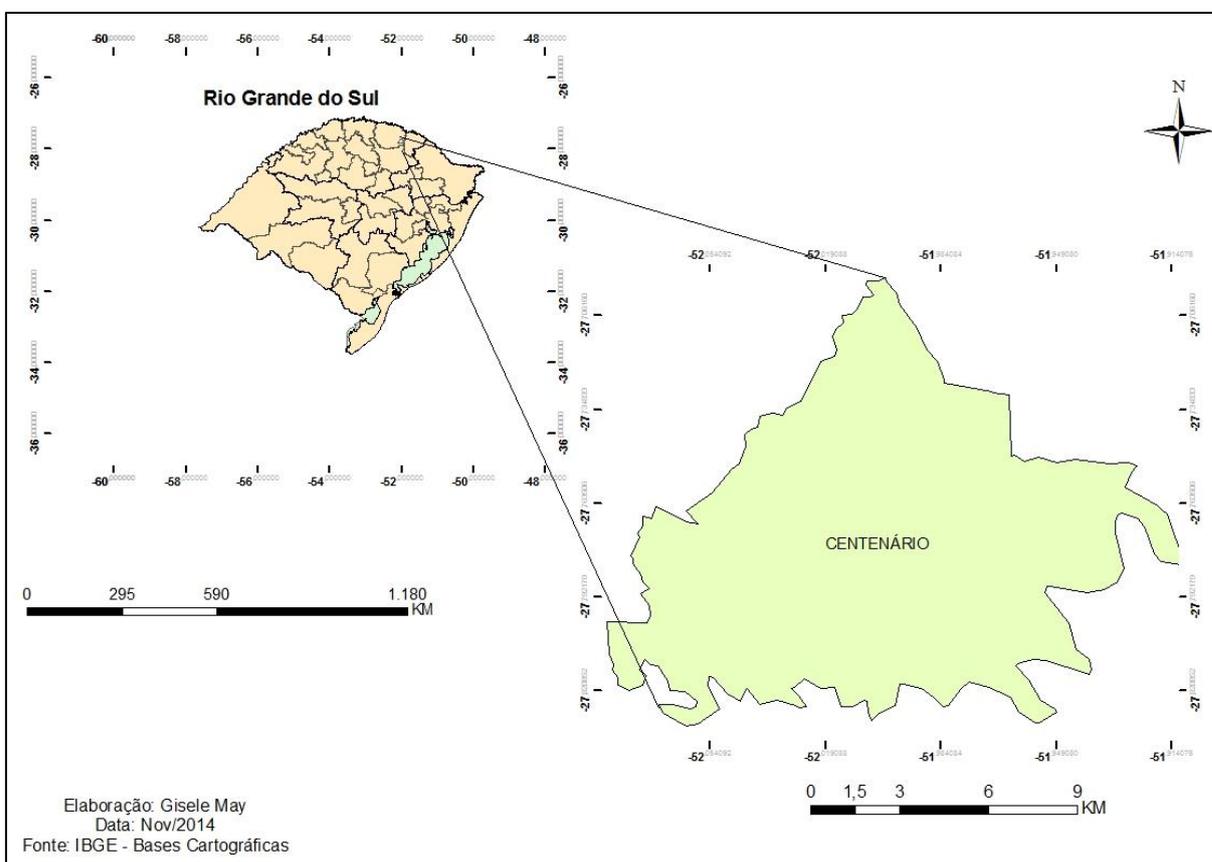
Oliveira (2013) realizou um estudo sobre a evolução da ocupação e uso do solo do município de Planaltina de Goiás como uso de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Os resultados obtidos com o estudo foram valores de ocupação do solo no município no período de 1984 a 2011, mapas temáticos e um banco de dados da área.

Após a compilação de estudos que destacam a importância da aplicação do Sensoriamento Remoto em estudos do uso e cobertura do solo, pretende-se nessa pesquisa analisar as alterações do uso e cobertura do solo no município de Centenário-RS, no período de 1995-2014 com o auxílio do Sensoriamento Remoto.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Centenário com uma área aproximada de 134,3Km<sup>2</sup>, situa-se entre as coordenadas geográficas: -27°46'35" Latitude Sul - 52° 1' 11" Longitude Oeste (Figura 2). Localizado ao norte do Estado do Rio Grande do Sul, RS, inserido na microrregião geográfica de Erechim, faz parte da Bacia Hidrográfica Apuaê-Inhandava, que tem como base o Rio Uruguai e pertencendo à Região Hidrográfica do Rio Uruguai.



**Figura 2: Localização da área de estudo, município de Centenário, RS.**

O estado do Rio Grande do Sul, assim como a área em estudo, se enquadra no clima temperado do tipo subtropical, classificado como mesotérmico úmido. O que define estas características climáticas são os movimentos e encontros de massas de ar da região polar, da região tropical continental e Atlântica (SEPLAG, 2008).

De acordo com Jarenkow e Budke (2009), a região do alto Uruguai, no qual está localizado o município de Centenário, RS insere-se no bioma mata atlântica, Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta de Araucárias (Figura 3).



**Figura 3: Biomas do Rio Grande do Sul.**

Fonte: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas>.

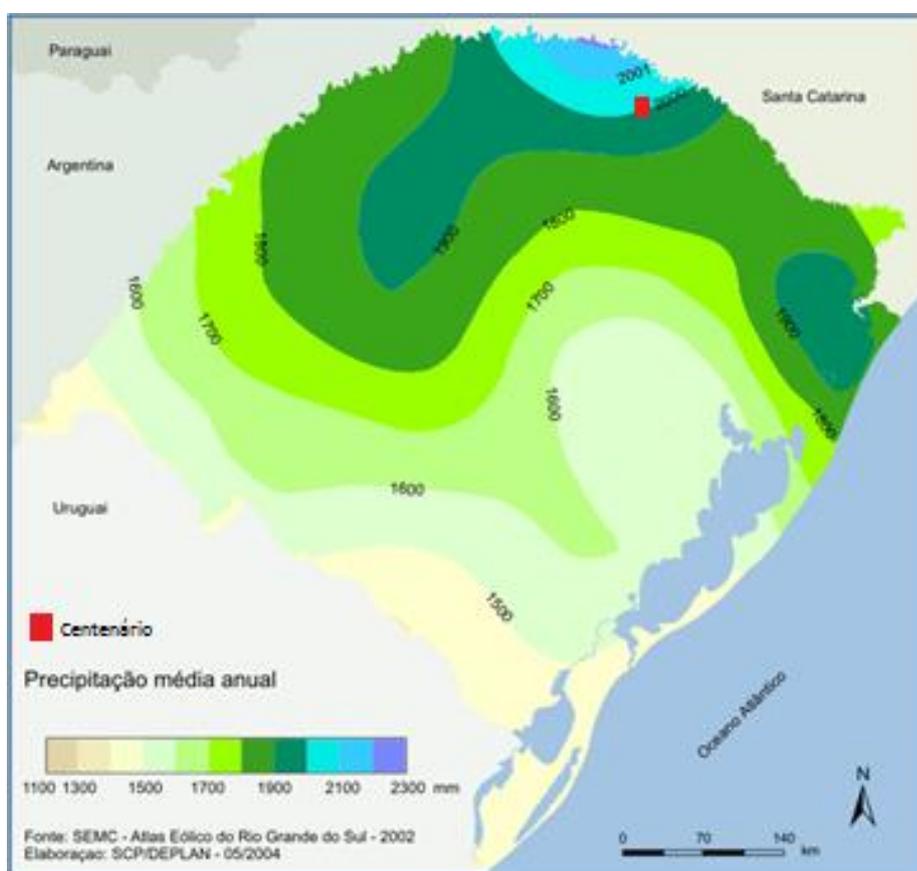
Acesso em 15/05/2015.

As atividades antrópicas, com destaque para o desmatamento com fins agrícolas proporcionaram alterações na paisagem da microrregião de Erechim, fato visível no município de Centenário. A vegetação nativa do município, formada pela Floresta Ombrófila Mista tendo como espécies a Araucária, o Cedro, os Camboatás e Erva-mate, etc., está cada vez mais perdendo espaço.

De acordo com a classificação de Köppen, Centenário enquadra-se no clima do tipo Cfa - Subtropical úmido com verões quentes. As regiões que corresponde a este tipo de clima possuem uma temperatura média do mês mais quente (janeiro) superior à 22°C, chegando a atingir 36°C e no mês de julho, considerado o mês mais frio, a temperatura oscila de -3°C à 18°C. Caracteriza-se por apresentar precipitações durante todos os meses do ano.

A precipitação média anual no município varia em torno de 1700-1900 mm, bem distribuída ao longo do ano. Segundo Nimer (1990), o sul do Brasil é a região geográfica que apresenta precipitações bem distribuídas espacialmente. Ao longo de sua área de abrangência a precipitação média anual varia de 1.250 a 2.000 mm (figura 4).

O autor destaca ainda, que a diminuição da ocorrência de chuva, ocorre em períodos de ação do fenômeno La Nina gerando estiagem e prejudicando a agricultura e o abastecimento de água nas cidades.



**Figura 4: Mapa do Rio Grande do Sul, distribuição da precipitação média anual.**

**Fonte: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas>.**

**Acesso em 15/05/2015**

Geologicamente, a região norte do Rio Grande do sul, no qual o município de Centenário faz parte, localiza-se na Bacia do Paraná, situada estratigraficamente na Formação Serra Geral, em sua base a Formação Botucatu, e, em sua camada superior depósitos quaternários recentes.

A Formação Serra Geral, no qual a área de estudo está situada, é formada por uma sucessão de derrames relacionados ao vulcanismo fissural,

predominantemente derrames de lavas básicas (basalto), de idade Cretácea (entre 120 e 150 milhões de anos). (DECIAN, 2012). Pelas características rochosas, e os processos de intemperismo fez com que nesta região ocorresse a formação de solos do tipo latossolo roxo de textura argilosa, que é profundo e bem drenado, de boa fertilidade com potencialidade agrícola.

De acordo com Streck (2008), o estado do Rio Grande do Sul possui cinco grandes províncias Geológicas/Geomorfológicas com distintas origens geológicas, associadas a separação de massas continentais e assim, originando a atual formação (figura 5). Destaca-se a unidade Geomorfológica do Planalto Meridional na qual se encontra a área alvo deste estudo.



**Figura 5: Mapa geomorfológico do Rio Grande do Sul.**

Fonte: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/>.

Acesso em 15/05/2015.

No município de Centenário podem-se destacar grandes contrastes de relevo e topografia. O município possui 13.433 hectares, sendo que destes 35% é considerado área plana, aptos para lavouras anuais intensivas, 45% é considerada ondulada, com topografia mais íngreme, com afloramento de rochas na superfície, porém, sendo exploradas também para a produção de grãos e 20% é considerada

imprópria para o cultivo intensivo, por ter sua topografia escarpada e considerada áreas de APPs (EMATER, 2015).

De acordo com a Emater (2015), dos últimos anos, o solo do município de Centenário apresenta-se com perdas nas características químicas e físicas, devido ao uso intensivo. A falta de “cobertura do solo” e do processo de rotação está aumentando os impactos negativos provocados pela erosão. Este agravamento ocorre pela exploração da silagem de milho, sorgo, aveia e azevém, utilizado na alimentação da bovinocultura leiteira e de corte impedindo a proteção do solo.

A colonização no município de Centenário iniciou-se entre 1900 e 1902, às margens do rio peixe, composto por descendentes de imigrantes europeus, sobretudo por poloneses. A vegetação local era composta por uma densa mata, em sua maioria de Araucárias centenárias que serviram de matéria-prima para a construção de suas casas (IBGE, 1994).

Até se emancipar como município, Centenário passou por várias etapas, com a chegada dos colonos imigrantes constituíram uma comunidade, as quais denominaram de "São Paulo", manifestando sua religiosidade, posteriormente a localidade de São Paulo passou a chamar-se Vila Centenário, originando assim, o nome do município (IBGE, 1994).

Em 1955, por uma lei municipal é criado o Distrito com a denominação de Centenário, subordinado ao município de Gaurama, assim permanecendo até 1990, quando uma lei estadual altera seus limites e o distrito de Centenário passa a pertencer ao município de Áurea. Eleva-se a categoria de município no ano de 1992 com denominação de Centenário (IBGE, 1994).

O município possui população total de 2.967 habitantes, sendo que 68% (2.018 hab.) residem na área rural e 32% (949 hab.) residem na área urbana (IBGE, 2010).

A agricultura é a principal base econômica do município, no qual, 95% de sua renda provem desta atividade, com destaque para a agricultura familiar, com a produção de soja, milho, trigo, erva-mate, feijão, fumo, suinocultura e na criação de gado leiteiro, com predomínio para os cultivos de soja, milho e os outros 5% da renda provem de pequenas empresas e do comércio (IBGE, 1994).

## 3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

### 3.2.1 Dados cartográficos e orbitais

Para a realização do estudo, foram utilizados os seguintes materiais:

- Imagens Landsat 5, dos anos de 1995 e 2005 e imagem Landsat 8 de 2014 (tabela 3). As imagens selecionadas com baixa cobertura de nuvens foram adquiridas no site do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS, 2013), disponível em: ([http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php)).

**Tabela 3: Imagens de satélites Landsat utilizadas no trabalho**

<b>Data</b>	<b>Satélite</b>	<b>Sensor</b>	<b>Órbita-Ponto</b>	<b>Resolução Espacial</b>
08/11/1995	Landsat 5	TM	222-79	30m
03/11/2005	Landsat 5	TM	222-79	30m
14/12/2014	Landsat 8	OLI	222-79	30m

Fonte: Levantamento Geológico Americano (USGS), 2014.

- as bases cartográficas do Rio Grande do Sul, foram obtidas no Instituto brasileiro de geografia estatística (IBGE), (disponível em [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)).
- Recortes de imagens do Google Earth dos anos de 2002 e 2014.

Para a realização da análise das alterações do uso e cobertura do solo no município de Centenário-RS, foram selecionadas imagens de satélite Landsat nos anos 1995, 2005 e 2014. A série temporal selecionada para o desenvolvimento do trabalho foi de acordo com a emancipação do município que foi em 20 de março de 1992, conforme a disponibilidade de imagens de boa qualidade, sem cobertura de nuvens e imagens do mesmo período (novembro e dezembro) tendo em vista o calendário agrícola, nesse período, são cultivadas principalmente as culturas de milho e soja.

### 3.2.2 Procedimentos metodológicos

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica, com leituras de artigos e livros contemplando a análise do uso e cobertura do solo, transformação da paisagem, modernização agrícola, assim como conceituação e aplicação do sensoriamento e SIG no mapeamento e análise do uso e cobertura do solo.

Na sequência, foram definidos os materiais utilizados. Nessa etapa, selecionou-se as Imagens de satélite Landsat dos anos de 1995, 2005 e 2014, obtidas por meio do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS).

A base cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul foi obtida através do IBGE, no qual foi extraído o polígono do município de Centenário, RS.

Na etapa posterior efetuou-se o georreferenciamento e o registro das imagens de satélite, no software QGIS 2.8, usando como referência o polígono do município de Centenário extraído da base cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul. Para uma melhor visualização e interpretação das imagens utilizou-se da composição colorida. A composição colorida das imagens foi associada às bandas 5, 4 e 3 aos canais R, G e B no qual, segundo Moreira 2011, “é baseado nas cores vermelha (Red), verde (Green) e azul (Blue)” (p.234).

A utilização de composições coloridas segundo Rosa (1992) é fundamental uma vez que o olho humano consegue discriminar mais facilmente matrizes de cores do que tons de cinza, e assim, associar as cores às bandas permitindo uma melhora na diferenciação de alvos das imagens.

Para o refinamento das imagens utilizou-se a técnica de ampliação linear de contraste, buscando-se assim, melhorar a qualidade visual e destacar as feições que interessavam ao trabalho. Dessa maneira, a coleta de amostras de treinamento na etapa de classificação das imagens foi facilitada.

A etapa de classificação das imagens Landsat foi realizada em dois momentos: o treinamento e a classificação digital. Na etapa de treinamento, foi realizada a seleção de amostras de pixels da imagem com o intuito de identificar as classes desejadas. Foram definidas 3 classes:

- 1) Agricultura: áreas destinadas ao cultivo;
- 2) Floresta: vegetação densa;
- 3) Campo: vegetação arbustiva, gramado.

Com a seleção das amostras na fase de treinamento foi produzido um conjunto de assinaturas espectrais<sup>7</sup>, que, foram utilizadas como base para a classificação efetiva das imagens.

Para este trabalho foi utilizada a classificação digital supervisionada, onde o analista fornece amostras das categorias pertinentes ao foco do trabalho que está sendo realizado. De acordo com Novo (2008), a classificação supervisionada exige um conhecimento prévio sobre a área de estudo facilitando a identificação das áreas de treinamento sobre as imagens.

O classificador utilizado para o trabalho foi o de Máxima Verossimilhança (MaxVer), um algoritmo estatístico, que consiste em classificar pixel a pixel, a partir das classes fornecidas. De acordo com Reis, Filho, Silveira (2011, p.150),

Esse método pressupõe a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos. De acordo com LIU (2006), a máxima verossimilhança é o método de classificação supervisionada mais utilizado no processo de identificação e delineamento de classes.

Posteriormente, por meio do mapeamento do uso e cobertura do solo foram elaborados os mapas temáticos para três períodos distintos, 1995, 2005 e 2014. As imagens classificadas foram transformadas em vetores do tipo poligonal, com o objetivo de obter o resultado da área dos polígonos de cada classe. Após, os vetores foram unidos, no qual permitiu a formação de mapas temáticos para toda área do município e também foram geradas tabelas que continham informações quantitativas e percentuais das áreas dos polígonos para cada classe.

Os dados foram exportados em tabela do Excel, com o objetivo de formatar os resultados dos dados e formatar as tabelas finais. Nos mapas de uso e cobertura do solo referente a 1995, 2005 e 2014 foram inseridas as coordenadas, legenda, escala e orientação.

A partir da elaboração dos mapas referentes aos anos de 1995, 2005 e 2014 foi constatada as alterações espaço-temporal do uso do solo do município de Centenário, RS. Isso se deu a partir da sobreposição dos mapas. Assim, foram gerado dois mapas, o primeiro é composto pelas mudanças do uso do solo no período estudado, como todas as classes de uso do solo, denominado de uso do

---

<sup>7</sup> **Assinatura espectral** é o comportamento de refletância de um objeto para cada comprimento de onda. É a partir da assinatura espectral que se pode identificar um objeto, a sua localização, suas características e diferenciar de outros objetos.

solo no município de Centenário, entre os anos de 1995, 2005 e 2014 e o segundo mapa é composto somente pela expansão das áreas agrícolas no período estudado, denominado mapa da expansão das áreas de agricultura no município de Centenário de 1995 à 2014.

A partir dos resultados do mapeamento das classes de uso e cobertura do solo, iniciou-se a análise dos resultados, buscando analisar a expansão ou retração das áreas agrícolas. Confirmando que houve uma expansão da área da agricultura.

Para estudar as mudanças na paisagem do município ocasionadas pela expansão das áreas agrícolas, foram utilizados recortes de imagens do Google Earth dos anos de 2002 e 2014, que foram comparadas as imagens evidenciando a redução das áreas de vegetação e o aumento das áreas agrícolas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados está organizada em 3 partes. Inicialmente realizou-se a análise do uso do solo do município de Centenário para os períodos de 08/11/1995, 03/11/2005 e 14/12/2014; seguida da análise da expansão ou retração das áreas agrícolas no município de Centenário, RS e, por fim, relacionou-se as mudanças do uso e cobertura do solo com as transformações da paisagem.

### 4.1 USO DO SOLO

#### 4.1.2 Uso do solo do ano de 1995

O resultado do mapeamento do uso do solo no município de Centenário, a partir da imagem de satélite Landsat 5, sensor TM, órbita e ponto 222/ 079, tomados em 08/11/1995, corresponde a figura 6. A tabela 4 apresenta as áreas em Km<sup>2</sup> e os percentuais das três classes do mapeamento.

**Tabela 4: Quantificação das classes do uso do solo, Centenário, RS - 1995.**

<b>Classes</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
<b>Floresta</b>	51,555	38,38
<b>Agricultura</b>	78,301	58,29
<b>Campos</b>	4,475	3,33
<b>Totais</b>	134,331	100

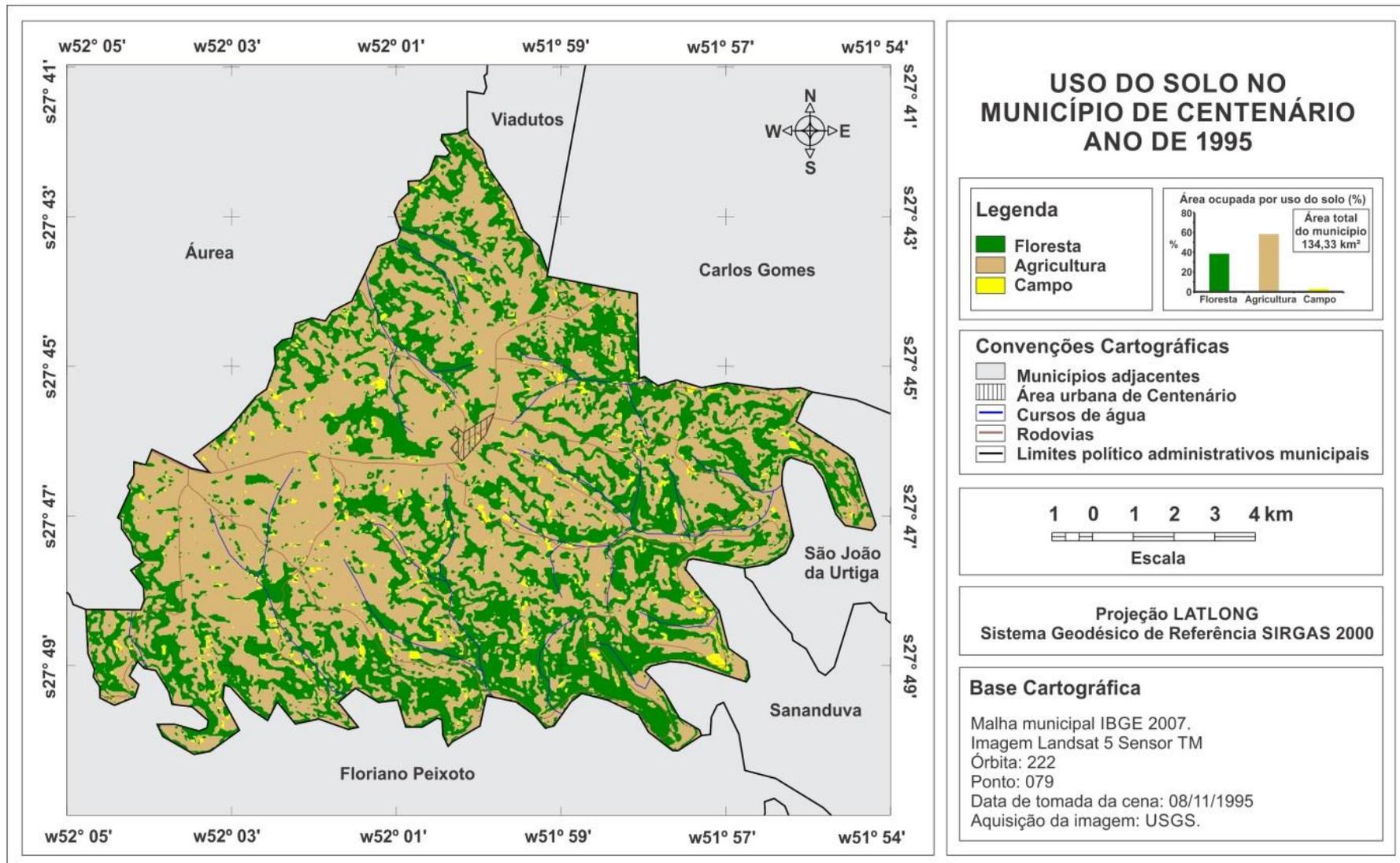


Figura 6: Mapa do uso do solo, Centenário, RS, 1995.  
Fonte: May; Reis, 2015.

A análise dos resultados apresentados na tabela 4 e no mapa do uso do solo (figura 6) mostram que as áreas agrícolas em 1995, já ocupavam uma área de 78,301Km<sup>2</sup>, (58,29%) da área do município, as áreas de florestas ocupavam uma área expressiva 51,555 Km<sup>2</sup>, (38,38%) e as áreas de campos ocupavam uma área de 4,475 Km<sup>2</sup>, (3,33%) totalizando os 100% da área do município. A partir do mapa, e levando em consideração a distribuição das classes, verifica-se que, a concentração das áreas agrícolas e campos estão no alto e baixo curso dos rios e nas áreas de várzea dos rios, evidenciando-se assim, que o cultivo agrícola se desenvolve nas áreas com topografia mais plana, característica que favorece a mecanização da produção e maior produtividade.

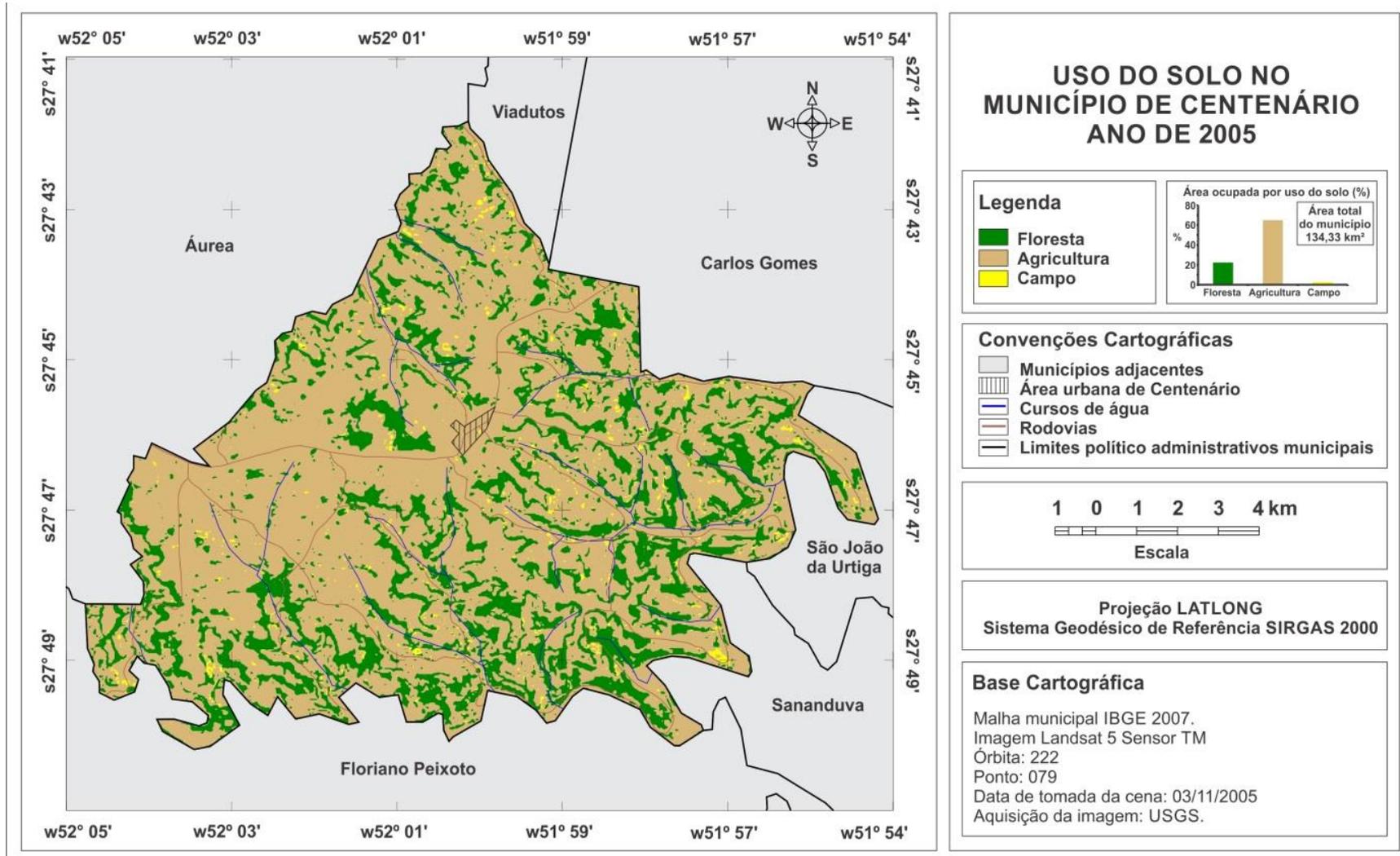
Já a classe de florestas concentra-se no médio curso dos rios, nas encostas dos morros com declive acentuado. Destacando assim, que devido a topografia mais íngreme, se enfrenta dificuldades para o cultivo agrícola.

#### 4.1.2 Uso do solo do ano de 2005

Os dados oriundos do mapeamento do uso e cobertura do solo no município, a partir da imagem de satélite Landsat 5, sensor TM, órbita e ponto 222/ 079, tomados em 03/11/2005, podem ser observados na tabela 5 e na figura 7. Assim a tabela 5 apresenta as áreas em Km<sup>2</sup> e os percentuais das três classes mapeadas.

**Tabela 5: Quantificação das classes do uso do solo, Centenário, RS - 2005.**

<b>Classes</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
<b>Floresta</b>	32,953	24,53
<b>Agricultura</b>	98,416	73,26
<b>Campos</b>	2,962	2,21
<b>Totais</b>	134,331	100



Com a geração do mapa do uso do solo de 2005 do município de Centenário (figura 7 e tabela 5) tem-se o cálculo de cada classe.

As áreas de florestas tiveram uma relevante diminuição neste período, passando de 51,555 km<sup>2</sup> (38,38%) para 32,953 Km<sup>2</sup> (24,53%), uma perda florestal de 18,602 Km<sup>2</sup> (13,85%). Os campos também tiveram uma diminuição de área, passando de 4,475km<sup>2</sup> (3,33%) para uma área de 2,962 Km<sup>2</sup> (2,21%), ou seja, uma diminuição de 1,513 Km<sup>2</sup> (1,12%). Tal fato foi causado pela expansão das áreas agrícolas, pois, neste período tiveram um significativo aumento (14,97%), passando de uma área de 78,301 Km<sup>2</sup> para uma área de 98, 416 Km<sup>2</sup>, ou seja, um aumento de 20,115 km<sup>2</sup>.

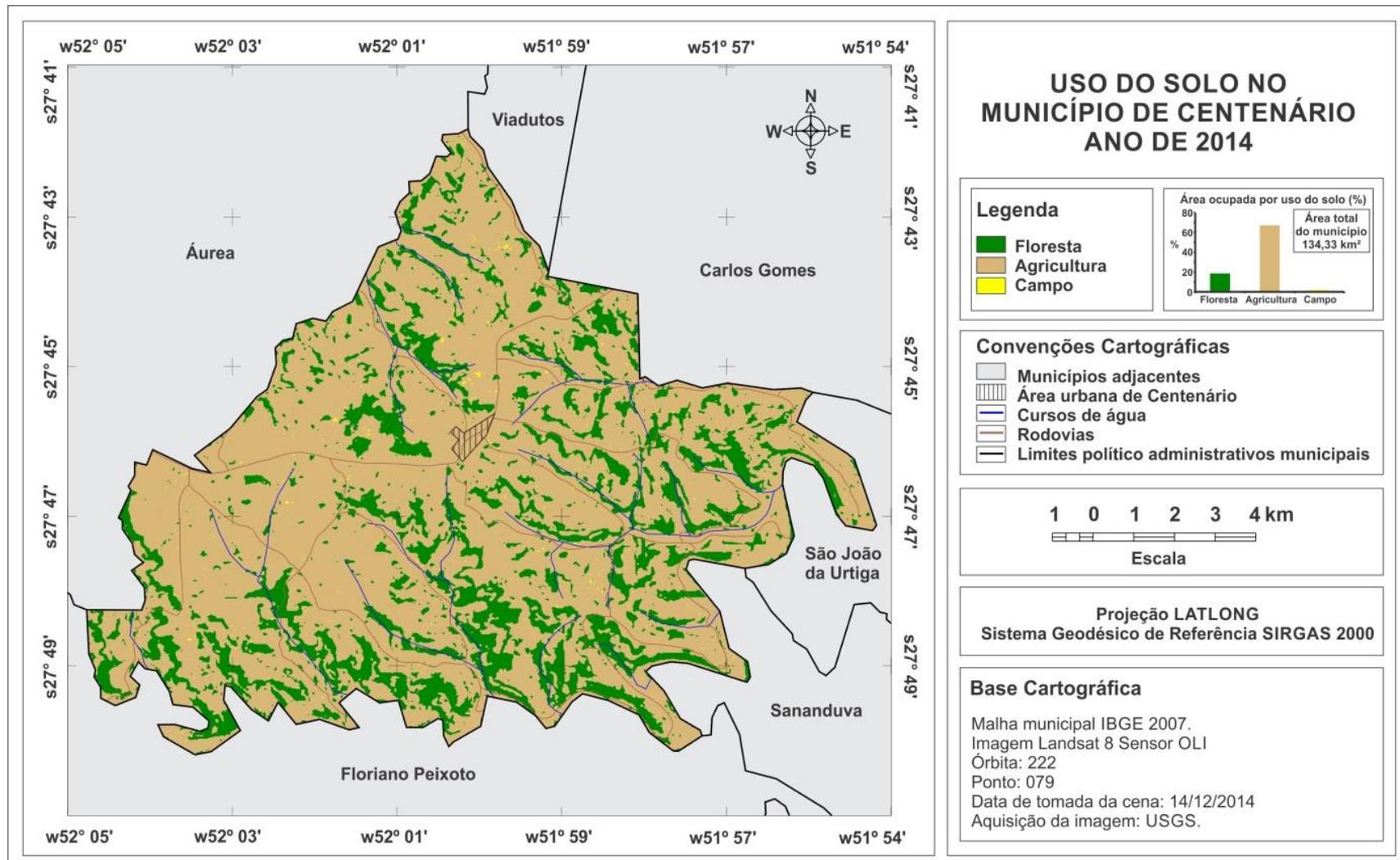
A análise do uso do solo de 2005 (figura 7) destaca, que as áreas agrícolas que predominavam nas áreas mais planas e várzeas (1995), uma década após (2005), estavam em um processo de expansão para as áreas mais íngremes, no médio curso dos rios, evidenciando-se assim, uma intensa alteração na paisagem, no qual, a cobertura vegetal é retirada e as atividades agrícolas se expandem.

#### 4.1.3 Uso do solo no ano de 2014

O uso e cobertura do solo mapeados no município de Centenário, a partir da imagem de satélite Landsat 8, sensor OLI, orbita e ponto 222/ 079, tomados em 14/12/2014, podem ser visualizados na figura 8. Já a tabela 6 apresenta as áreas em Km<sup>2</sup> e os percentuais das três classes do mapeamento.

**Tabela 6: Quantificação das classes do uso e cobertura do solo, Centenário, RS - 2014.**

<b>Classes</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
<b>Floresta</b>	30,585	22,77
<b>Agricultura</b>	102,816	76,54
<b>Campos</b>	0,93	0,69
<b>Totais</b>	134,331	100



**Figura 8: Mapa do uso do solo, Centenário, RS, 2014.**  
Fonte: May; Reis, 2015

Por meio da análise do uso do solo de 2014 (figura 8) e dos dados da tabela 6, ratifica-se o aumento das áreas agrícolas no município e a consecutiva retração das áreas de florestas e de campos. Através destes, foi possível verificar que as áreas de florestas tiveram mais uma diminuição neste período, de 32,953 Km<sup>2</sup> (24,53%) em 2005, para 30,585 km<sup>2</sup> (22,77%) em 2014, uma perda de 2,368 Km<sup>2</sup> (1,76%) de florestas.

As áreas de campo também tiveram uma queda em relação ao ano de 2005, passaram de 2,962 km<sup>2</sup> (2,21%), para uma área em 2014 de 0,93 km<sup>2</sup> (0,69%), ou seja, uma diminuição de 2,032 Km<sup>2</sup> (1,52%).

As áreas agrícolas, assim, como na década de 1995/2005, neste período, também aumentaram (3,28%), de uma área de 98,416 Km<sup>2</sup> (2005), para 102,816 km<sup>2</sup>, um aumento de 4,40 km<sup>2</sup>. Ressalta-se, portanto, que os principais cultivos agrícolas do município são: soja, milho, trigo, e a criação de gado leiteiro.

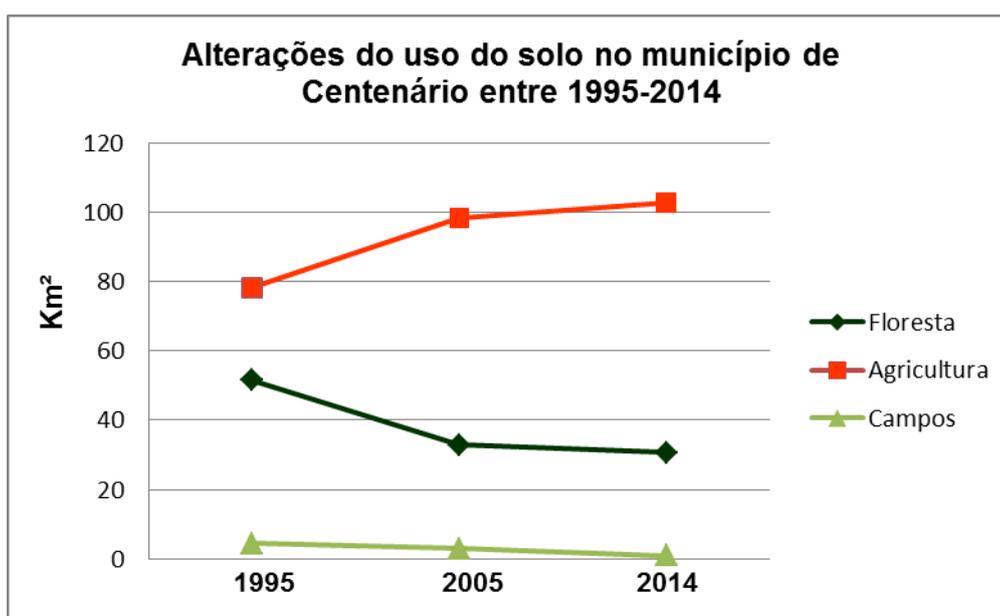
Observa-se, que as áreas agrícolas expandiram-se praticamente por todo território do município, apenas nas áreas com topografia acidentada com vales encaixados e em algumas áreas de APPs (com relevo íngreme) não foi retirada a vegetação, para dar espaço à agricultura.

#### **4.1.4 Alterações do uso do solo entre os anos de 1995, 2005 e 2014**

A análise das mudanças espaço-temporais do uso do solo no município de Centenário, RS, no período estudado, (1995, 2005, 2014) foi realizada de forma quantitativa e qualitativa. Quantitativamente, para cada classe estabelecida, foi verificada variação percentual das áreas em km<sup>2</sup>, conforme tabela 7 e gráfico 1. Do ponto de vista qualitativo, pode se observar na figura 9 os três anos utilizados no estudo e a sobreposição dos três mapas dos períodos estudados, como pode ser observado na figura 10.

**Tabela 7: Alterações do uso do solo do município de Centenário, RS, entre 1995 – 2014.**

Classes de uso do solo	1995		2005		2014		Alterações (%) do uso do solo 1995 – 2014
	Área (Km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	
<b>Floresta</b>	51,555	38,38	32,953	24,53	30,585	22,77	- 15,61
<b>Agricultura</b>	78,301	58,29	98,416	73,26	102,816	76,54	+18,25
<b>Campos</b>	4,475	3,33	2,962	2,21	0,93	0,69	-2,64
<b>Totais</b>	134,331	100	134,331	100	134,331	100	-----



**Gráfico 1: Alterações do uso do solo no município de Centenário-RS, no período estudado.**

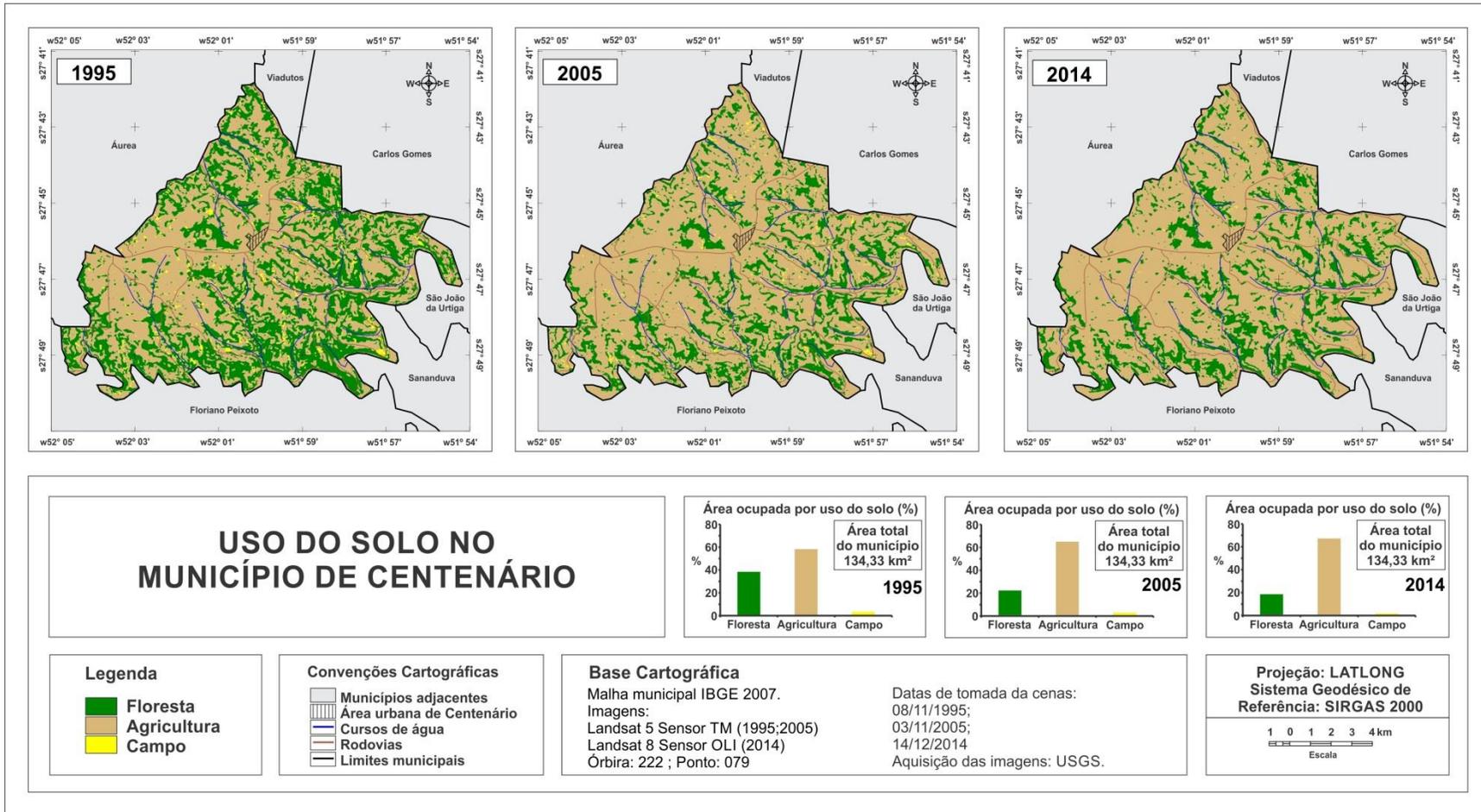
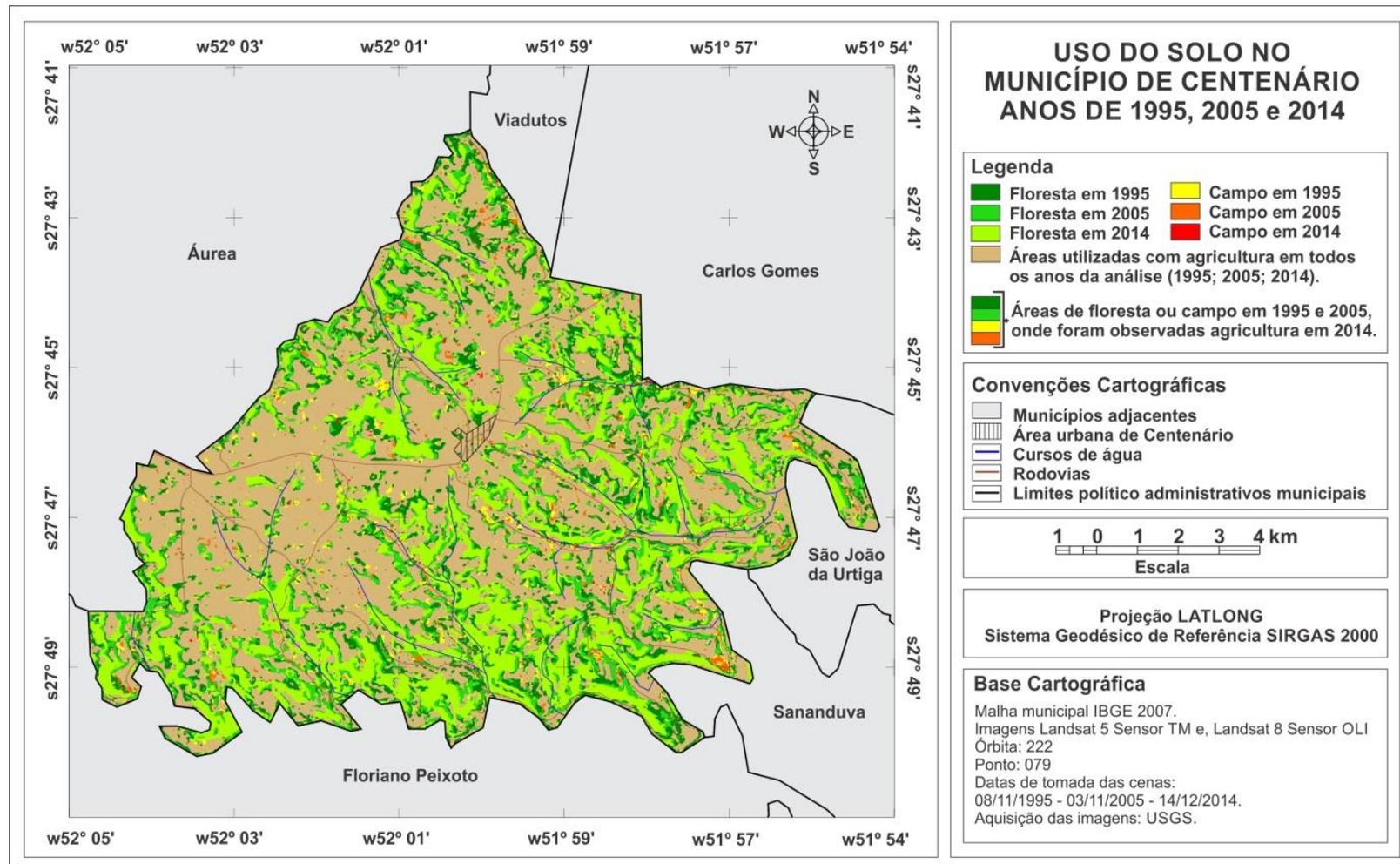


Figura 9: Mapa do uso do solo no município de Centenário nos três anos estudados mostrando as áreas que sofreram alterações. Fonte: May; Reis, 2015.



**Figura 10: Mapa das alterações do uso do solo no município de Centenário, entre os anos de 1995, 2005 e 2014.**  
Fonte: May; Reis, 2015.

Analisando os resultados da tabela 7 e do gráfico 1, com os dados quantitativos referentes as classes de uso do solo dos anos pesquisados (1995, 2005 e 2014), a figura 9 com os três mapas do período estudado, e a figura 10 mostrando a sobreposição dos usos do solo no período estudado, mostram por meio de sua espacialização que as áreas de floresta e campo tiveram significativa retração, dando espaço para as áreas agrícolas, representando assim, uma mudança no uso do solo do município de Centenário, RS neste período.

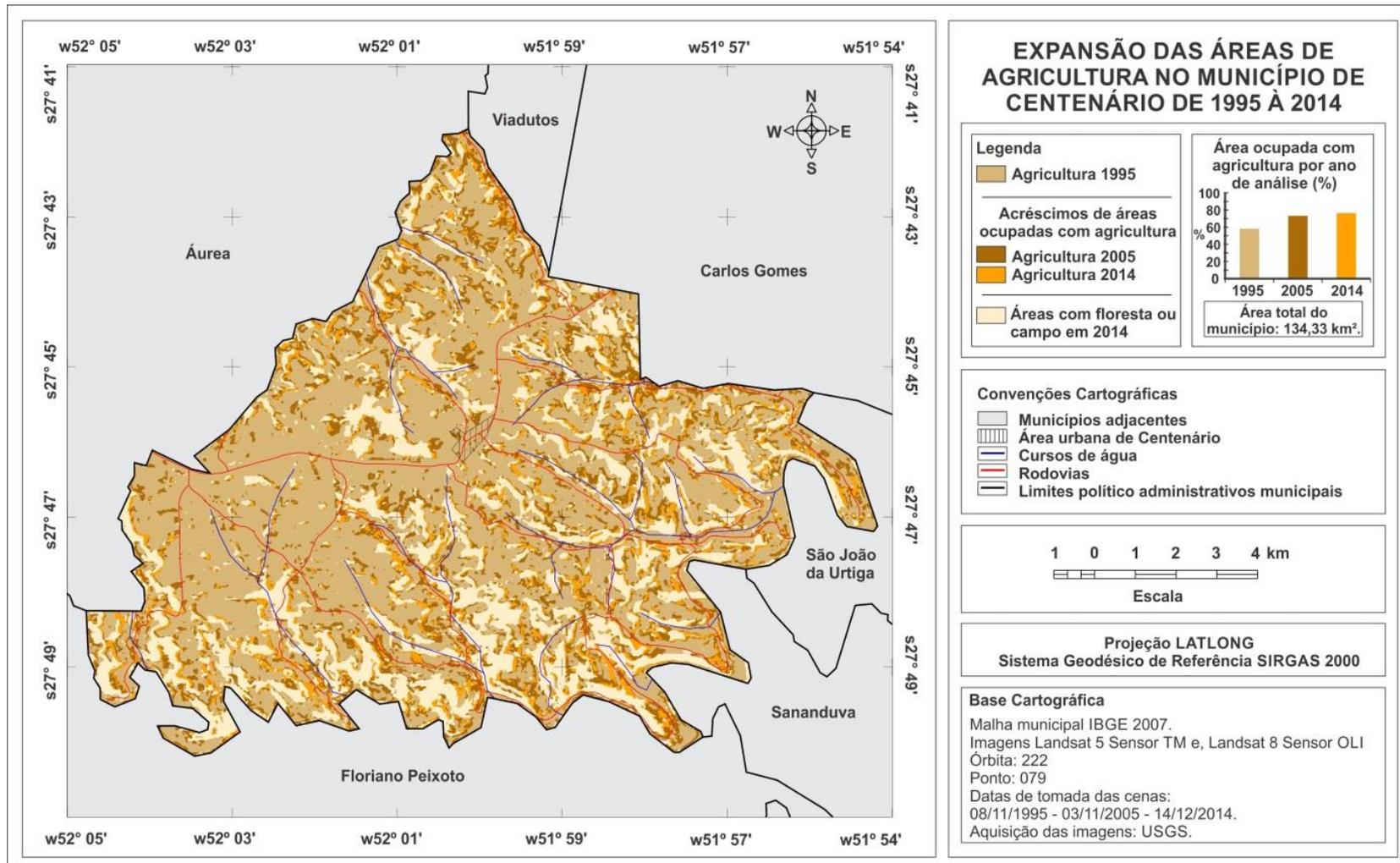
Pode-se destacar que as áreas de florestas tiveram uma redução de 15,61%, permanecendo principalmente em áreas íngremes e nos fundos de vales, no qual ainda maquinários agrícolas não podem chegar. As áreas de campos também tiveram uma redução de 2,64%. A agricultura foi a única classe que teve uma expressiva expansão, passando de 78,301 km<sup>2</sup> (58,29%), em 1995, para 102,816 km<sup>2</sup> (76,54%) em 2014, um aumento de 18,25%.

#### 4.1.5 Expansão das áreas de agricultura no município de Centenário, RS

A integração dos mapas dos três anos estudados permitiu espacializar a expansão das áreas agrícolas. A figura 11 mostra de forma qualitativa, a expansão das áreas agrícolas no município de Centenário, RS, (1995-2014). A tabela 8 demonstra de forma quantitativa variação positiva das áreas agrícolas no período.

**Tabela 8: Expansão das áreas de agricultura no município de Centenário, RS no período de 1995-2014.**

Classe do uso do solo	1995		2005		2014		Expansão (%) das áreas agrícolas 1995 – 2014
	Área (Km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	
<b>Agricultura</b>	78,301	58,29	98,416	73,26	102,816	76,54	+18,25
<b>Totais</b>	134,331	100	134,331	100	134,331	100	-----



**Figura 11: Mapa da expansão das áreas de agricultura no município de Centenário de 1995 à 2014.**  
Fonte: May; Reis, 2015.

De acordo com a tabela 8 e a figura 11, destaca-se que as áreas destinadas para a agricultura nos últimos anos tiveram e encontram-se em um cenário de expansão, visto que, nos intervalos analisados (1995, 2005 e 2014), as áreas agrícolas produtoras de grãos (agricultura temporária) expandiram a cada data investigada com um aumento de 18,25% (24,515 km<sup>2</sup>). O forte crescimento ocorreu principalmente, nos anos de 1995 a 2005 com um aumento de 14,97% (20,115 km<sup>2</sup>) e um dos principais fatores dessa mudança foi o avanço das áreas agrícolas sobre as áreas de florestas e campos.

Este avanço também pode ser observado nos dados dos Censos Agropecuários (IBGE): 1995/96 e 2006, onde a agricultura temporária teve um aumento de área significativo.

De acordo com o Censo Agropecuário (1995/1996), levando em conta o calendário agrícola nesse período, com o cultivo principalmente de soja e milho, destaca-se que a área com o cultivo de soja era de 2500 hectares, e a área com o cultivo de cultivo de milho era de 4600 hectares, somando as duas principais culturas destaca-se que a área total era de 7100 hectares.

Analisando o Censo Agropecuário de 2006, destaca-se que as áreas destinadas ao cultivo de soja e milho aumentaram. As áreas para o cultivo de soja passaram de 2500 hectares em 1996 para 5200 hectares em 2006, ou seja, um aumento de 2700 hectares, já a cultura de milho teve um decréscimo, passando de 4600 hectares em 1996 para uma área de 3300 hectares, ou seja, uma diminuição de 1300 hectares somando as duas culturas destaca-se que houve um aumento significativo em relação ao Censo anterior já que no Censo Agropecuário de 1995/1996, elas somavam uma área de 7100 hectares e no Censo de 2006, somam 8500 hectares, um aumento de 1400 hectares, destacando, assim, a expansão da agricultura sobre as áreas de campo e floresta.

#### **4.1.6 Mudanças do uso e cobertura do solo e as transformações da paisagem no município de Centenário**

Ao longo dos últimos anos as mudanças no uso e cobertura do solo têm provocado alterações significativas no município de Centenário. Com a modernização da agricultura, os agricultores foram forçados a substituir seus equipamentos de trabalho e os seus métodos de cultivo, e assim, rompendo com o

cultivo de subsistência, passando a trabalhar com equipamentos cada vez mais modernos, porém antiecológico, com o uso de insumos químicos e monocultivo destinado ao mercado externo, transformando-se assim, em uma agricultura direcionada ao mercado.

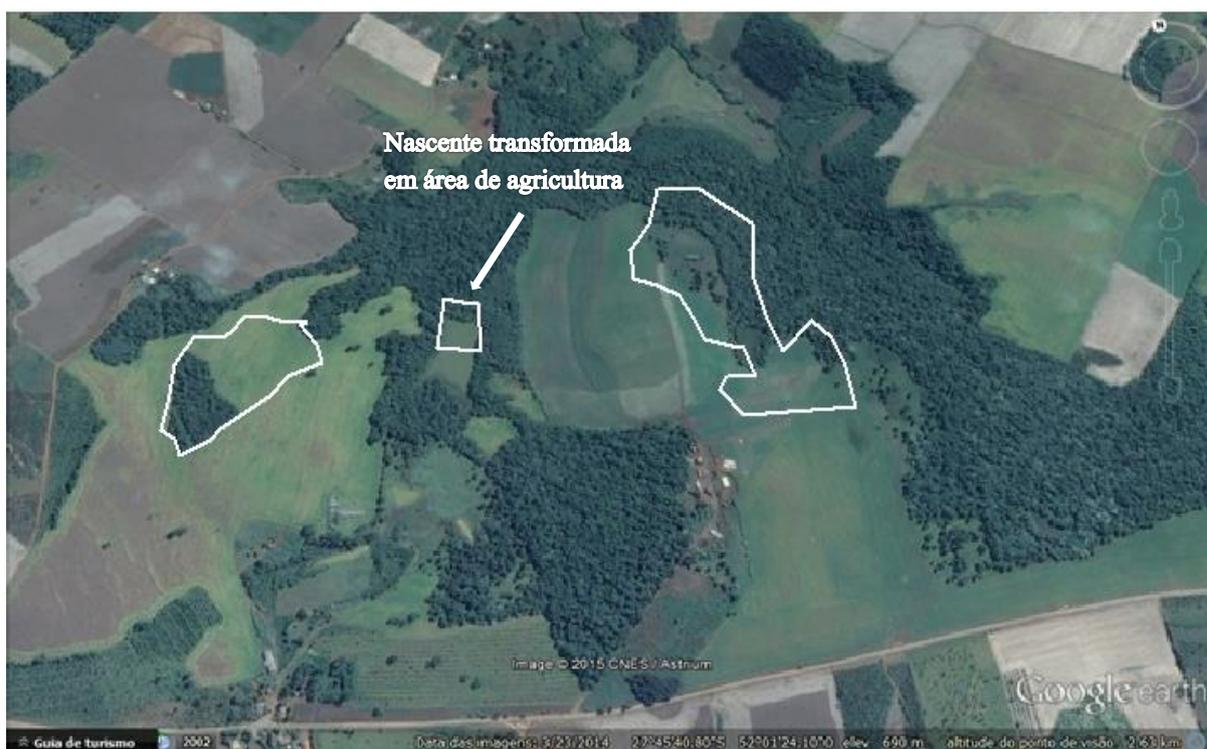
Do ponto de vista do meio ambiente a mecanização da agricultura intensifica a derrubada da vegetação nativa. Cada vez mais os agricultores contratavam proprietários de tratores esteiras para retirar a vegetação nativa transformando em áreas agrícolas, como se pode observar nas imagens a seguir (figuras 12 e 13), remetem a mudança no uso do solo, em que a vegetação foi retirada e transformada em área de cultivo agrícola.

Nas áreas demarcadas com círculos nas imagens pode-se observar, que com o passar dos anos devido ao avanço da agricultura a vegetação foi retirada. A figura 12, referente ao ano de 2002, pode-se observar que as áreas de vegetação eram mais extensas, e observa-se que havia uma nascente de água, já na imagem 13 referente ao ano de 2014, observa-se que as áreas de vegetação estão sendo suprimidas, e a nascente de água na imagem 13 não se observa mais, indicando que foi drenada, para dar espaço ao cultivo.



**Figura 12: Recorte da área do município no mês de fevereiro de 2002, mostrando as áreas de florestas ainda não derrubadas.**

Fonte: Google Earth.



**Figura 13: Recorte da área do município no mês de março de 2014, caracterizando as mudanças na paisagem resultantes da agricultura.**

Fonte: Google Earth

A mecanização da agricultura, como foi destacada anteriormente, provocou mudanças significativas na paisagem do município de Centenário-RS, destaca-se, o avanço das áreas agrícolas em direção as áreas de florestas, e um dos fatores que contribuiu para essa expansão é o fato de que os agricultores tiveram acesso aos créditos rurais para a compra de pacotes tecnológicos (sementes híbridas, agrotóxicos e máquinas agrícolas). No município se destaca a partir da década de 1990 o acesso ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), um programa de apoio econômico e produtivo à agricultura familiar, visando integrar as ações governamentais para este segmento social (GAZZOLA et.al, 2013).

Com esse acesso, os agricultores com a possibilidade de aumentar sua renda agrícola passaram a utilizar as novas práticas de produção e manuseio de solo, e assim, com dívidas nos bancos, e pouca área para o cultivo, tiveram que expandir as áreas de cultivo, desencadeando assim, o desmatamento das áreas de florestas.

Com a mecanização agrícola, as mudanças na paisagem foram intensificadas. Porém, não se preocupavam com a degradação do meio ambiente e o manejo adequado do solo. Ao contrário, com o despreparo dos agricultores no manejo dessas tecnologias, os problemas ambientais agravaram-se, as áreas

agricultáveis esgotaram-se e assim foram gerando impactos negativos ao meio ambiente e aos agricultores.

As figuras, 14 e 15 exemplificam algumas mudanças da paisagem resultantes da expansão agrícola. Na figura 14 ressalta-se que a vegetação destacada nos polígonos representava uma área maior, porém em um processo de retirada. Já na figura 15 as áreas de vegetação estão bastante reduzidas pela expansão das áreas agrícolas.



**Figura 14:** Recorte do município de Centenário, RS no mês de fevereiro de 2002. Polígonos mostram as áreas de vegetação.

Fonte: Google Earth.



**Figura 15: Recorte do município de Centenário, RS no mês de março de 2014. Polígonos exemplificam a retração da vegetação para dar espaço para as áreas agrícolas.**  
Fonte: Google Earth.

Nesse contexto, destaca-se que a paisagem do município de Centenário, RS, ao longo dos anos foi se transformando, caracterizando-se por uma forte expansão das áreas agrícolas em detrimento das áreas de florestas, que estão bem reduzidas e ainda algumas pequenas áreas de campos. Assim, ressalta-se que a intensa alteração na cobertura do solo, evidência os conflitos entre o uso do solo e a preservação das florestas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou analisar as mudanças no uso e cobertura do solo, a partir de imagens Landsat, para verificar a expansão ou retração agrícola no município de Centenário, RS, nos anos de 1995, 2005 e 2014. Com a utilização de imagens de satélites Landsat o presente estudo possibilitou determinar o uso e cobertura do solo no município, avaliar a expansão e/ou retração das áreas agrícolas e relacionar as mudanças do uso e cobertura do solo com as transformações da paisagem.

A utilização de imagens de satélites aliada ao geoprocessamento, mostrou-se eficiente no mapeamento do uso do solo. Evidencia-se a importância do Sensoriamento Remoto (SR) para as análises das mudanças no uso e cobertura do solo, pois, permite reconstituir uma determinada área, que foi alterada em determinado período de tempo, e assim, poder compreender a dinâmica da paisagem. Desse modo, a geração dos mapas temáticos do uso do solo, associados à revisão bibliográfica possibilitaram a análise da paisagem do município.

Por meio da análise espaço-temporal pode-se constatar que a agricultura expandiu em todos os anos estudados, um crescimento total de 18,25% da área do município, com destaque no período de 1995-2005, com um crescimento de 14,97%. No período posterior 2005-2014 as áreas agrícolas continuaram se expandindo, porém em menor proporção, um aumento de 3,28%. Enquanto as classes Florestas e campos apresentaram uma retração significativa de área a cada ano investigado. As áreas de florestas tiveram uma retração de 15,61% e as áreas de campo uma redução de 2,64%.

Portanto, este estudo evidenciou que o uso do solo oriundo das atividades agrícolas tem modificado a paisagem e vem trazendo impacto negativo na conservação das áreas de florestas. Cabe, porém, uma investigação mais precisa quanto às áreas de conflito do uso do solo para propor medidas mitigadoras objetivando a conservação das áreas de florestas no município e uma possível reposição das áreas em conflito.

## REFERÊNCIAS

ALVES, C. D. **Mudanças da cobertura e uso da terra decorrentes da expansão da cana-de-açúcar utilizando dados TM MODIS com análise orientada a objeto.** Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto ) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: INPE, 2011.

**ATLAS** socioeconômica do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Coordenação e Planejamento, 1998. Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/atlas.asp>. Acesso em 15 de maio de 2015

BERNARDO, N.M.R. **Análise de fragilidade ambiental com técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicadas aos municípios de Petrópolis e Teresópolis, Rio de Janeiro.** 2013. 110 f. Monografia (Graduação) – Curso Superior em Bacharelado de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

BRUM, A. J. **Modernização da agricultura no planalto gaúcho.** Ijuí: FIDENE, 1983.

CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing.** The Guilford Press: New York, 1996. 551p.

CARINI, J.J. **Estado, índios e colonos: conflito na Reserva de Serrinha norte do Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: Ed. UPF, 2005.

COELHO, A.L.N.; CORREA, W.S.C. **Temperatura de superfície célsius do sensor Tirs/Landsat-8: metodologia e aplicações.** Rev. Geogr. Acadêmica v.7, n.1, 2013 p.31 – 45.

CONTERATO, M. A; GAZOLLA, M; SCHNEIDER, S. **A Dinâmica Agrícola do Desenvolvimento da Agricultura Familiar no Alto Uruguai/RS: suas metamorfoses e reações locais.** Porto Alegre. UFRGS, 2007.

CORRÊA, R. L.; ROSENDAHL, Z. (Orgs.). **Paisagem, tempo e cultura.** Rio de Janeiro: EDUERJ, 1998.

DECIAN, V. S. **Análise e zoneamento ambiental da área de proteção ambiental dos rios Ligeirinho e Leãozinho (Erechim, RS).** São Carlos: UFSCar, 2012. 132f.

DELATORRE, C. C. M.; MODESTO, M. F.; PIROLI, E. L. **Análise do uso do solo na microbacia e nas áreas de Preservação Permanente da Água da Limeira por meio de classificação supervisionada e fusão de imagens ALOS.** In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 15., 2011, Curitiba. Anais... Curitiba, INPE, 2011. p.1137-1145.

EGLER, C. A. G. Mudanças Recentes no Uso e na Cobertura da Terra no Brasil. In: **Seminário de Dimensões Humanas de Mudanças Ambientais Globais: Perspectivas Brasileiras**, 2001, Campinas: UNICAMP, 2001. Disponível em: < [http://www.laget.igeo.ufrj.br/egler/pdf/Uso\\_VF.pdf](http://www.laget.igeo.ufrj.br/egler/pdf/Uso_VF.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2015.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Satélites de Monitoramento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 15 jun. 2015

FLORENZANO, T. G. **Iniciação ao Sensoriamento Remoto**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

GAZOLLA, M; SCHNEIDER, S. Qual “Fortalecimento” da Agricultura Familiar? Uma análise do Pronaf crédito de custeio e investimento no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural (ESR)**, Piracicaba-SP, Vol. 51, Nº 1, p. 045-068, Jan/Mar 2013.

GIANNOTTI, M. A. **Geotecnologias na análise de impactos sócio - ambientais: o caso da queima de cana-de-açúcar na região de Piracicaba**. 2001. 147p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001. Disponível em: <<http://urlib.net/sid. INPE. br/jeferson/2003/07.17.08.20>>. Acesso em: 06 set. 2014.

GUIMARÃES, M. et al. Utilização de dados TM-Landsat para o mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal. IN: GIS BRASIL, 2000, Salvador. **Anais...**, Salvador, 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Imagens LANDSAT**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/index.php>. Data de acesso: 25 de setembro de 2014.

IBGE. **Introdução ao processamento digital de imagens**. (Primeira Divisão de Geociências do Nordeste – Rio de Janeiro: IBGE, 2001) 94p. (Manuais Técnicos em Geociências, ISSN 0130-9598; n.9).

IBGE. **Censos Agropecuários-Brasil e Centenário: 1995/96 e 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br.htm>>. Acesso em: 25/07/2015.

IBGE. **Geociências: Camadas vetoriais**. 2014. Disponível em: [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais Técnicos em Geociências, número 7 – Manual técnico de uso da terra**, 3a edição, Rio de Janeiro, 2013.

JARENKOW, J.A.; BUDKE, J.C. 2009. Padrões florísticos e análise estrutural de remanescentes de Florestas com Araucária no Brasil. Pp. 113-126. In: Fonseca, C.R.; Souza, A.F.; Leal-Zanchet, A.M.; Dutra, T.; Backes, A. & Ganade, G. (Org.). **Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. Ribeirão Preto, Holos Editora.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos, SP: Ed Parêntese, 2009. 598 p.. Traduzido por José Carlos Neves Epiphano et. Al.

JÚNIOR, W. C. S. Geoprocessamento aplicado à determinação de parâmetros de alagamento do reservatório da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Minaçu, Goiás. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto , 9., Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998. **Anais...** Santos: INPE, p. 695-700.

KALAF, R.; BRASILEIRO, R.; CARDOSO, P. V.; CRUZ, C. B. M. **Landsat 8: Avanços para mapeamento em mesoescala**. 2013.

LEITE, E. F.; ROSA R. **Sensoriamento Remoto multitemporal na Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque, MS**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 5903-5908.

Leite, M. E.; Santos, I. S.; Almeida, J. W. L. **Mudança de Uso do Solo na Bacia do Rio Vieira, em Montes Claros/MG**. Revista Brasileira de Geografia Física 04 (2011) p. 779-792.

LORENA, R. B.; SANTOS, J. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; SANT'ANNA, H. M.; SANT'ANNA, H. S. S.; MENEZES, R. S. Dados multitemporais de Sensoriamento Remoto para a análise da dinâmica do uso e da cobertura da terra na região do Peixoto (AC). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10. (SBSR), 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. p. 1653-1656. Disponível em:

<<http://urlib.net/dpi.inpe.br/lise/2001/09.24.10.20>>. Acesso em 10 nov. 2014.

MANTELLI, J; CANABARRO I,S; **A organização cultural do espaço agrário no noroeste do Rio Grande do Sul**. FURG/UNIJUI, 2009.

MATTOS, P.F.; PESSÔA, V.L.S. **A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território**. Geo UERJ - Ano 13, nº. 22, v. 2, 2º semestre de 2011 p. 290-322 - ISSN 1981-9021. Disponível em:

<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj>. Acesso em: 15 de julho de 2015.

MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. de. (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. UNB e CNPq. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>. Acesso em: 25 de nov. 2014.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2011.

NASCIMENTO, J. A. M. **Muita terra para pouco índio: ocupação e apropriação dos territórios Kaingang da Serrinha**. Porto Alegre. PUCRS/IFCH. 2001. (Dissertação de mestrado).

NIMER, E. **Clima**. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: região sul. Rio de Janeiro, 1990.

NOVO, Evlyn Márcia L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. 387p.

OLIVEIRA. E. S. Estudo preliminar sobre a evolução do uso e ocupação do solo no município de Planaltina de Goiás. **GEO TEMAS**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v 3, n. 1, p. 111-123, jan./jun., 2013.

OKA-FIORI, C.; FIORI, A.P.; HASUI, Y. Dinâmica da ocupação do solo na bacia do Rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil. **Revista RA'E GA**, Curitiba, n. 7, 2003. p. 19-31.

PEREIRA Jógerson Pinto Gomes. **Curso Fundamentos da Agroecologia: Especialização em desenvolvimento sustentável para o Semiárido Brasileiro; UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA / UFCG; Associação Brasileira de Ensino Agrícola Superior – ABEAS**. Setembro – 2005.

REIS, J. T. **Multifuncionalidade da agricultura familiar no município de Campina das Missões, RS, Brasil**. 2014. 119f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. RS. 2014.

REIS, J.T.; FILHO, W.P.; SILVEIRA, A.L.L. Estimativa entre densidade habitacional e áreas impermeáveis na região urbana da sub-bacia hidrográfica do arroio Cadena em Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, UFSM, 33 (1): p. 145 – 160, 2011.

RIZZI, R. **Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul**. 2004. 214p. Tese (Doutorado em

Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE, São José dos Campos. 2004.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia – MG, editora da UFU (EDUFU), 1992. 109 p.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; LIMA, S.C. Uso do Solo e Cobertura Vegetal na Área De Influência do Ahe Capim Branco I. **Sociedade & Natureza**, vol. 18, núm. 34, junho, 2006, p. 133-153. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Brasil. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327188010>

ROSEMBACK, R. **Análise da Dinâmica da Cobertura Vegetal na Região Sul do Brasil a partir de dados Modis-Terra**. 2007, 83p. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, 2007.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos teórico e metodológico da geografia**. Hucitec: São Paulo 1988.

SANTOS M.A. **Construção de cenários em ambiente SIG para avaliar mudanças de uso das terras induzidas por usinas hidrelétricas na região agrícola de Andradina** [dissertação]. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas; 2003.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental - teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SANTOS, P. S. **Expansão agrícola de 1984 a 2006 e estimativas agrícolas por Sensoriamento Remoto e SIG no município de Luís Eduardo Magalhães-BA**. São José dos Campos: INPE, 2012. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2007.

SCHIER, R. A. **Trajetórias do conceito de paisagem na Geografia**. R. RA'E GA, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003. Editora UFPR.

SEPLAG. Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadão. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: 2008. Disponível em: <<http://www.seplag.rs.gov.br/atlas/atlas.asp?menu=340>>. Acesso em: 31 mai. 2015

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2 ed. Porto Alegre- Emater? RS-Ascar, 2008.

TORRES D.R. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites LANDSAT e ALOS** [dissertação]. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria; 2011.

USGS - Geological Survey / **Serviço de Levantamento Geológico Americano (2013)**. Aquisição de imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8 EUA.

Acesso em 16 de maio de 2015.

Disponível em: [http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php).

VEIGA, J. E.; EHLERS, E. **Diversidade biológica e dinamismo econômico no meio rural**. Janeiro 2009. Disponível em: <<http://www.fea.usp.br/feaecon/media/fck/File/Veiga%20eEhler%20-%20in%20MayorgEMA%202010.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2015.

VERDUM, Roberto. **Temáticas rurais: do local ao regional**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 48 p.

ZANATA, J. M.; PIROLI, E. L.; DELATORRE, C. C. M.; GIMENES, G.R. Análise do uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente da Microbacia Ribeirão Bonito, apoiada em técnicas de Geoprocessamento. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial, V.2, N.4, p.1262 - 1272, 2012.

WENDLAND, W.M. Temporal responses of surface-water and ground-water to precipitation in Illinois, **Journal of the American Water Research**. V. 37, n 3, p. 685-693. 2001