

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ESTUDO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE MANOEL VIANA- RS
E IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS POR PIVÔ
CENTRAL ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Lucas Cesar dos Santos

Alegrete, RS, Brasil

2016

ESTUDO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE MANOEL VIANA- RS E IDENTIFICAÇÃO DAS AREAS IRRIGADAS POR PIVÔ CENTRAL ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

por

Lucas Cesar dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFarroupilha) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

Orientadora: Prof.^a Ana Rita Costenaro Parizi

Co-orientador: Prof. Pedro Roberto de Azambuja Madruga

Alegrete, RS, Brasil

2016

**“ A Terra é o berço da humanidade, mas ninguém
pode viver no berço para sempre! ”.**

(Konstantion Tsiolkovsky 1857- 1935)

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares pelo apoio desde o início da graduação, em especial a minha amada mãe Maria Inês da Silva Santos.

A minha namorada Andressa de Freitas por estar ao meu lado em dias importantes, me apoiando e tornando meus dias melhores.

A minha orientadora Prof.^a Dra Ana Rita Costenaro Parizi, e meu co-orientador Prof. Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga pela gentileza paciência e atenção ao longo de todo trabalho executado.

Agradeço a colaboração de todos integrantes do Grupo de Pesquisa Engenharia de Irrigação IFFar/UNIPAMPA, em especial aos colegas Gideon Ujacob, Ricardo Essi, Otávio Gomes, Marcelo Peccin e José Carlos Dotta Filho, pelo companheirismo e amizade.

Agradeço aos produtores rurais de Manoel Viana-RS, pelo entendimento e colaboração com as Universidades ao nos receber, e assim nos dar a oportunidade de conhecer melhor as atividades desenvolvidas através da Agricultura na região. Assim poder fortalecer laços para o desenvolvimento de Pesquisa e Extensão.

Enfim a todos os Docentes, Discentes e Colaboradores que, direta ou indiretamente contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Universidade Federal do Pampa
Curso de Engenharia Agrícola

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

**ESTUDO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE MANOEL VIANA- RS
E IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS POR PIVÔ
CENTRAL ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

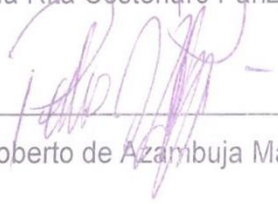
elaborado por
Lucas Cesar dos Santos

Como requisito parcial para a obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof.^a Dr.^a Ana Rita Costenaro Parizi, (Orientadora – IF Farroupilha)



Prof. Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga, (Co-orientador - Unipampa)



Prof.^a Dr.^a Ana Carla dos Santos Gomes, (IF Farroupilha)

Alegrete, 29 de novembro de 2016

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Engenharia Agrícola
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brasil
Universidade Federal do Pampa, RS, Brasil

ESTUDO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE MANOEL VIANA- RS E IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS POR PIVÔ CENTRAL ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

AUTOR: LUCAS CESAR DOS SANTOS

ORIENTADORA: DR^a. ANA RITA COSTENARO PARIZI

CO-ORIENTADOR: DR. PEDRO ROBERTO DE AZAMBUJA MADRUGA

Alegrete, 29 de novembro de 2016

O crescente uso da irrigação pelos produtores rurais da fronteira oeste do Rio Grande do Sul se dá como forma de assegurar um rendimento viável de safra na ausência de chuva, pois a falta de água em períodos críticos de desenvolvimento das culturas pode causar um impacto negativo na produção. O Estado enfrenta períodos longos de déficit hídrico, o que prejudica a produção agrícola. Uma tecnologia que vem se destacando é a irrigação por pivô-central, principalmente para as culturas de primavera/verão. De acordo com o último relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (2013), da Agência Nacional de Águas (ANA), a irrigação é atividade responsável por 72% do consumo de água no país. Levando em conta a importância do setor para o consumo do recurso, a ANA e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) concluíram o levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil no ano 2013, sendo que o estado do Rio Grande do Sul contava com uma área total de 76 mil hectares, enquanto que a área total irrigada por pivô central no Brasil era, 1,2 milhão de hectares, totalizando quase que 18 mil pivôs centrais. Diante deste cenário, o trabalho teve como objetivo fazer um estudo do uso do solo no município de Manoel Viana, RS, bem como a identificação, espacialização, quantificação das áreas irrigadas por pivô-central. Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e reambulação (visitas a campo), de forma a elaborar os mapas temáticos, bem como a estruturação de um banco de dados que contribuirão para um melhor entendimento do uso desta tecnologia e o uso do solo no município em estudo. Foram utilizadas imagens de satélites, com

resolução temporal de 5 dias do programa Sentinel, pertencente a Agência Espacial Européia (ESA). O trabalho servirá como base para o desenvolvimento de novas pesquisas na região seguindo essa linha tecnológica. Com o banco de dados, será possível o planejamento da instalação de novos equipamentos para a irrigação, ajudando produtores rurais interessados no desenvolvimento da agricultura regional, bem como órgãos ambientais e empresas do ramo agrícola. Esta metodologia, caso seja implementada uma atualização/monitoramento com frequência de no máximo 5 anos, possibilitará um controle/planejamento efetivo do Município de Manoel Viana, nesta área de estudo.

Palavras-chave: Irrigação, Geoprocessamento, Uso da Terra.

ABSTRACT

Course Competition Assignment

Agricultural Engineering Course

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brazil

Universidade Federal do Pampa, RS, Brazil

STUDY OF THE SOIL USE IN THE MUNICIPALITY OF MANOEL VIANA- RS AND IDENTIFICATION OF AREAS IRRIGATED BY CENTRAL PIVOT THROUGH GEOPROCESSING TECHNIQUES

AUTHOR: LUCAS CESAR DOS SANTOS

GUIDER: DR^a. ANA RITA COSTENARO PARIZI

CO-ORIENTER: DR. PEDRO ROBERTO DE AZAMBUJA MADRUGA

Alegrete, november 29th, 2016

The increasing use of irrigation by rural producers in the western border of the state of Rio Grande do Sul is a way of ensuring a viable crop yield in the absence of rainfall, as the lack of water at critical periods of crops can have a great negative impact on production. In past scenarios, the state has faced long periods of water deficit, which has hampered agricultural production. One technology that has been highlighting is central-pivot irrigation, especially for summer crops. According to the latest report by the National Water Agency (ANA) in Brazil (2013), irrigation is responsible for 72% of water consumption in the country. Taking into account the importance of the sector for the consumption of the resource, ANA and the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) concluded the survey of irrigated agriculture by central pivots in Brazil in 2013, and the state of Rio Grande do Sul counted With a total area of 76 thousand hectares, while the total area irrigated by central pivot in Brazil was 1.2 million hectares, totaling almost 18 thousand central pivots. In this scenario, the objective of this work was to study the land use in the municipality of Manoel Viana - RS, as well as the identification, spatialization and quantification of central-pivot irrigated areas in the municipality located on the western border of Rio Grande do Sul South. Geoprocessing and reambulation techniques (field visits) were used in order to elaborate thematic maps, as well as the structuring of a database that will contribute to a better understanding of the use of

this technology and the use of the soil in the municipality in study. Satellite images were used, with a 5-day time resolution of the Sentinel program belonging to the European Space Agency (ESA). The work will serve as a basis for the development of new research in the region following this technological line. With the database, it will be possible to plan the installation of new equipment for irrigation, helping farmers interested in the development of agriculture in the region, as well as environmental agencies and companies in the agricultural sector. This methodology, if implemented an update / monitoring with a maximum frequency of 5 years, will allow an effective control / planning of the Municipality of Manoel Viana.

Keywords: Irrigation, Geoprocessing, Land use.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	13
LISTA DE ANEXOS	14
LISTA DE FIGURAS	15
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Geoprocessamento e SIGs	14
2.2 Sensoriamento remoto	15
2.2.1 Aplicação na agricultura	15
2.2.2 Classificação digital supervisionada	16
2.2.3 Informação Espectral e Resolução	16
2.2.4 ESA (Agência Espacial Européia)	18
2.2.5 Programa Sentinel	18
2.2.6 Características Sentinel-2	19
2.3 Georreferenciamento	21
2.3.1 Cartas topográficas	21
2.3.2 Uso de GPS	22
2.4 Equipamentos e aplicativos de utilização	22
2.4.1 ArcView 10.1™	22
2.4.2 Utilização Google Earth PRO	23
2.4.3 GNSS Solutions	24
2.4.4 Garmin eTrex 10	24
2.4.5 Mapsource	24
2.4.6 Plataforma de aplicativo Sentinel (SNAP)	25
2.5 SGB (Sistema Geodésico Brasileiro)	25
2.6 Áreas irrigadas no Brasil	26

2.6.1	Irrigação por pivô central no Brasil	27
2.6.2	A importância da irrigação na agricultura	28
3	METODOLOGIA	29
3.1	Localização da área de estudo	29
3.2	Materiais utilizados	29
3.3	Identificação e visita as propriedades	30
3.4	Coleta dos pontos de controle auxiliares	30
3.5	Aquisição das imagens Sentinel	31
3.6	Uso da imagem do Sentinel 2	32
3.6.1	Composição colorida	32
3.7	Aquisição de arquivos vetoriais	34
3.8	Classificação digital do uso do solo em Manoel Viana-RS	34
3.9	Mapas temáticos	36
3.10	Visita as propriedades	37
3.11	Coleta das coordenadas	38
3.12	Identificação digital dos Pivôs	39
4	RESULTADOS OBTIDOS	41
4.1	Uso do solo na composição de imagem 4/3/2.	41
4.2	Uso do solo na composição de imagem 8/4/3.	43
4.3	Rede viária	45
4.4	Altimétrico	47
4.5	Sistema Hidrográfico	49
4.6	Mapa de identificação digital dos Pivôs Centrais	51
4.6	Banco de dados	53
5	CONCLUSÃO	56
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	57

LISTA DE ABREVIATURAS

USGS	Pesquisa Geologica dos Estados Unidos
TIRS	Sensor Infravermelho Térmico
MTF	Função de Transferência de Modulação
REM	Radiação eletromagnética
NIR	Infravermelho Próximo
SWIR	Infravermelho Médio
INCRA	O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PLHIS	Plano Local de Habitação de Interesse Social
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
ONU	Organização das Nações Unidas
ANA	Agência Nacional de Águas
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
OEA	Organização dos Estados Americanos
NASA	Agência Espacial Norte-americano
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
GLOVIS	Plataforma de Acesso as imagens de satélite
OLI	Operacional Terra imageamento
UTM	Universal Transversa de mercator
RGB	Bandas Espectrais (Vermelho, Verde e Azul)
GPS	Sistema de Posicionamento Global
SIG	Sistema de Informação Geográfica
Esri	Instituto de Pesquisa de Sistemas Ambientais
GIS	Sistema de Informação Geográfica
ArcGIS	Programa Computacional
ArcMap	Ferramenta Computacional
ArcCatalog	Ferramenta Computacional
ArcToolbox	Ferramenta Computacional
GNSS	Sistema de Navegação Global por Satélite
GLONASS	Sistema de Navegação por Satélite Russo
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PRODUTORES.....	60
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Representação esquemática do Sentinel-2.....	21
Figura 2 - Localização de Manoel Viana, municípios vizinhos, municípios e estado do RS.	29
Figura 3 – Visita aos pivôs para coleta das coordenadas.	30
Figura 4 - Escolha da área de imagem, Manoel Viana-RS.	31
Figura 5 - Determinação de dados: data; sombreamento e missão (sentinel-2)	31
Figura 6 - Composição de bandas RGB-04/03/02 em Geotiff.	33
Figura 7 - Composição de bandas RGB- 08/04/03, falsa cor. Em Geotiff.	33
Figura 8 - Montagem de composição de bandas, transformação Jpeg200 para Geotiff.....	34
Figura 9 - extração por mascara, município de Manoel Viana.	35
Figura 10 - Seleção de Amostras para classificação.....	35
Figura 11 - Edição dos vértices do limite do município de Manoel Viana - RS.	37
Figura 12 – Ajuste dos vértices do sistema viário.	37
Figura 13 - Ilustração Garmin etrex 10 (receptor GPS).....	38
Figura 14 - Coordenadas em Mapsource (acima) e Layer Dxf projetada na imagem Sentinel (abaixo). Fonte: Mapsource/Arcview 10.1/ Elaborado pelo Autor.....	39
Figura 15 - Digitalização dos pivôs.....	40
Figura 16 - Produtores identificados, Pivôs digitalizados.	40
Figura 17 - Produtores não identificados. Pivôs digitalizados.	41
Figura 18 - Classificação digital do uso do solo, composição de bandas 4/3/2.....	42
Figura 19 - Classificação digital do uso do solo, composição de bandas 8/4/3.....	44
Figura 20 - Mapa Rede Viária de Manoel Viana - RS.	46
Figura 21 - Mapa sistema Altimétrico do Município de Manoel Viana - RS.....	48
Figura 23 - Mapa do sistema Hidrográfico do Município de Manoel Viana - RS.	50
Figura 24 - Digitalização das áreas Irrigadas por Pivô central.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Bandas espectrais Sentinel 2.....	20
Tabela 2 – Resultados obtidos para composição 4/3/2.....	43
Tabela 3 - Resultados obtidos para composição 8/3/2.....	45
Tabela 4 - Distribuição das Estradas Manoel Viana – RS.....	47
Tabela 5 -Distribuição e quantificação das áreas Irrigadas por Pivô Central em Manoel Viana – RS.	53
Tabela 6 - Banco de dados, dos produtores identificados que possuem Pivô Central no município de Manoel Viana, RS.	54

1 INTRODUÇÃO

O município de Manoel Viana está localizado no oeste do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas de latitude sul 29°08'10"S e 29°46'49"S e entre as longitudes oeste de 55°48'30"W e 54°50'08"W com área urbana junto a margem esquerda do rio Ibicuí. O município é próspero, graças a fertilidade e a capacidade hídrica de seus solos, destacando-se as culturas anuais do arroz, da soja, do milho, do sorgo e do trigo, sendo a pecuária também bastante desenvolvida (Plano local de habitação de interesse social – PLHIS, 2010). O município trabalha com culturas que exigem bastante demanda hídrica e haja visto a disponibilidade destes recursos sendo que o município se localiza a margem do Rio Ibicuí, este que desempenha função econômica fundamental para Manoel Viana e para os outros municípios por ele banhados. O município tem extensão territorial de 1.390,696 km² e segundo censo agropecuário 2006 do IBGE, conta com uma representação de 214 unidades que produzem milho. Estas alcançaram uma produtividade de 10.996 toneladas, já para a soja são 133 unidades que alcançaram uma produtividade de 25.899 toneladas do grão (PLHIS, 2010).

Neste sentido, os produtores rurais vêm investindo em tecnologias de irrigação de forma a garantir a produtividade e rendimento da cultura na ausência de chuva, as culturas de verão são as que mais são atingidas com a escassez de água, devido ao consumo para conversão em matéria verde. Dentre as tecnologias utilizadas para irrigação das culturas da soja e do milho, o de pivô central vem sendo bastante empregado, devido a sua eficiência e alta capacidade de controle de irrigação quando bem manejado (PIRES et al, 2008).

Torna-se imprescindível um planejamento e um correto levantamento destas áreas irrigadas de forma a se obter dados comparativos de produtividade pelo uso desta tecnologia, também a quantificação e representação percentual de como essas áreas contribuem para o total da produção do município. Planejar adequadamente uma propriedade rural é uma tarefa necessária para quem faz uso da terra, diversas soluções técnicas existem, para que, se possa conhecer a propriedade como um todo, a fim de não tomar decisões inadequadas (MOTTA e WATZLAWICK, 2000).

O geoprocessamento, associado às técnicas atuais de mapeamento (topografia convencional, utilização de fotografias aéreas, imagens de satélite, GPS – Sistema de Posicionamento Global por Satélite – bem como outras formas de aquisição de dados), torna possível a elaboração de mapas temáticos, a espacialização e a quantificação de áreas, como por exemplo: áreas de agricultura, pastagem, campo nativo, reflorestamentos/florestamentos, florestas nativas, uso de recursos hídricos, enfim, com o auxílio destes, o uso de técnicas de sensoriamento remoto, nos permite ter uma análise espacial e visual de áreas, sem termos contatos com as mesmas, de forma a fazer análises através de aplicativos computacionais, que nos permite utilizar um sistema de coordenadas e pontos de referência de forma a aumentar a exatidão das medidas a serem obtidas, entre outras ferramentas que nos permita demarcar, destacar, criar bancos de dados, visando auxiliar no planejamento do uso da terra e se necessário retificar as práticas utilizadas a partir destas análises (MOTTA e WATZLAWICK, 2000).

Conhecer o histórico de uso da área onde se produz o alimento pode nos dizer muito sobre o quão explorado está o solo, saber melhores formas de manejo para uma possível melhora destas áreas, aumentando assim a eficiência quanto ao uso de tecnologias de irrigação, entre outras, aplicáveis a agricultura.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo geral realizar um estudo do uso do solo no município de Manoel Viana-RS, identificar as áreas irrigadas por pivô central através de técnicas de geoprocessamento. Como objetivos específicos, o presente trabalho apresenta a elaboração de uma base cartográfica atualizada, identificação e delimitação das áreas individuais e totais irrigadas por pivô central, estruturação do banco de dados destas áreas, contendo as informações adquiridas através de visitas realizadas aos produtores, elaboração de mapas temáticos da hidrografia, rede viária, hipsométrico e espacialização do uso do solo do município.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Geoprocessamento e SIGs

O termo geoprocessamento possui uma abrangência enorme no campo da geociência. Podemos classificar qualquer atividade ligada ao mapeamento da superfície (geo + terra), ou mesmo da análise de suas características, como o processamento está ligado á manipulação de dados para a geração de informações ligadas à Terra. Nesta concepção abrangente até mesmo o monitoramento de atividades sísmicas ou a topografia estariam enquadrados no campo do geoprocessamento, e de fato estão (JUNIOR e BARBASSA, 2007).

Segundo Câmara et. al. (2001), o geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para a obtenção e apresentação de dados e informações geográficas. Esse tem influenciado sobremaneira as áreas da Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transporte, Comunicação, Energia e Planejamento Urbano e Regional. Já Rodrigues (2003), define Geoprocessamento como um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e representação de informações espaciais voltado para um objetivo específico.

Tem sido usual o termo geoprocessamento como sinônimo para Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Estes que são um conjunto de ferramentas organizadas, em síntese, para o tratamento de dados referentes ao espaço habitado pela humanidade para a geração de informações capazes de facilitar o entendimento de sua interação com o ambiente (JUNIOR e BARBASSA, 2007).

A tarefa de gestão de sistemas de recursos hídricos combina uma gama variada de dados nos mais diferentes níveis de complexidade. Neste contexto, faz-se necessário uma abordagem integrada de todas estas variáveis no meio físico, associando-as aos aspectos sociais, econômicos e políticos (BARROS e ROCHA, 2000).

As funcionalidades de um Sistema de Informações Geográficas não só permitem como facilitam as análises necessárias às atividades de gerenciamento de recursos hídricos dentro de sua célula básica que é a bacia hidrográfica. Como exemplos de aplicações de geoprocessamento para os recursos hídricos, cita-se,

entre tantos outros, o cadastramento e estruturas hidráulicas, o levantamento de áreas irrigadas, estudos hidrológicos e previsões de inundações.

2.2 Sensoriamento remoto

São muitas as definições de sensoriamento remoto inclusive havendo divergência entre muitos autores. ELACHI (1987) define Sensoriamento Remoto como “a aquisição de informação sobre um objeto sem que se entre em contato físico com ele”. Claro que essa definição é muito ampla, para Elachi, sensoriamento remoto implica na obtenção de informação a partir da detecção e mensuração das mudanças que um determinado objeto impõe aos campos de força que o circundam, sejam estes campos eletromagnéticos, acústicos ou potenciais (NOVO, 2008).

Está realmente seria a definição mais adequada de sensoriamento remoto, visto que, os sensores que operam com ondas sonoras permitem a aquisição de informações sobre objetos, os mais diversos, sem que entremos em contato com eles, através da simples detecção e mensuração das alterações que provocam no campo acústico (NOVO, 2008).

O sensoriamento remoto se origina no desenvolvimento dos sensores fotográficos e ao seu uso para atividades de defesa e reconhecimento do terreno. A história do sensoriamento remoto é dividida em dois principais períodos: de 1860 a 1960, no qual o sensoriamento remoto era baseado na utilização de fotografias aéreas e o período de 1960 até os nossos dias, caracterizado pela multiplicidade de sistemas sensores. O termo sensoriamento remoto apareceu pela primeira vez na literatura científica em 1960 e significava simplesmente a aquisição de informações sem contato físico com os objetos. Desde então esse termo tem abrigado tecnologia e conhecimentos extremamente complexos derivados de diferentes campos que vão desde a física até a botânica e desde a engenharia eletrônica até a cartografia (NOVO, 2008).

2.2.1 Aplicação na agricultura

Uma das principais aplicações de sensoriamento remoto em agricultura é apoiar as estimativas de safras agrícolas. Essas estimativas são essenciais para o estado visto que fornecem subsídios para o planejamento agrícola. Além disso,

essas informações têm grande relevância comercial, pois podem orientar decisões do mercado de produtos agrícolas. O conhecimento antecipado ou a previsão de safras de produtos agrícolas pode afetar a escolha da cultura a ser plantada, sua comercialização e preço no mercado futuro (NOVO, 2008).

2.2.2 Classificação digital supervisionada

Os sistemas de sensores podem ser classificados de diferentes maneiras. Quanto à fonte de energia, os sistemas de sensores podem ser classificados em sensores passivos e sensores ativos. Os sensores passivos são aqueles que detectam a radiação solar refletida ou a emitida pelos objetos da superfície. Dependem, portanto, de uma fonte de radiação externa para que possam gerar informações sobre os alvos de interesse (NOVO, 2008).

Os sensores passivos que detectam radiação refletida pelo Sol ou emitida pela Terra, e possuem espelhos, prismas lentes em sua configuração, são classificados de sensores ópticos. Existem, entretanto, sensores passivos que operam na região de microondas, e utilizam-se de antenas parabólicas refletoras como componente básico para coletar a radiação e direcioná-las para os subsistemas de processamento e gravação. Esses sensores são conhecidos por radiômetros de microondas.

Os sensores ativos são aqueles que produzem sua própria radiação. Os radares e lasers são exemplos de sistemas ativos, uma vez que produzem a energia radiante que irá interagir com os objetos da superfície (NOVO, 2008).

2.2.3 Informação Espectral e Resolução

A maioria das pesquisas de sensoriamento remoto é baseada no desenvolvimento de uma relação determinística (i.e., um modelo) entre a quantidade de energia eletromagnética refletida, emitida, ou retroespalhada em bandas ou frequências específicas e as características químicas, biológicas e físicas dos fenômenos em investigação (p.ex., um dossel de campo de milho). Resolução espectral é o número e a dimensão (tamanho) de intervalos de comprimentos de onda específicos (chamados de bandas ou canais) no espectro eletromagnético aos quais um instrumento de sensoriamento remoto é sensível, dentre as características

dos sensores, destacam-se a resolução espacial, a resolução espectral, a resolução radiométrica e a resolução temporal (JENSEN, 2009).

2.2.3.1 Informação e Resolução espacial

A maioria dos estudos de sensoriamento remoto registra os atributos espaciais dos objetos no terreno. Por exemplo, cada cristal de haleto de prata numa fotografia aérea analógica e cada elemento de imagem (pixel) numa imagem digital de sensoriamento remoto está localizado numa posição específica na imagem e associado com coordenadas x, y específicas no terreno. Uma vez retificada para uma projeção cartográfica padrão, a informação espacial associada com cada cristal de haleto de prata ou pixel é de valor significativo porque ela permite que a informação derivada do sensoriamento remoto seja usada com outros dados espaciais num GIS ou sistema de suporte á decisão (JENSEN et al., 2002).

Há uma relação geral entre o tamanho de um objeto ou área a ser identificada e a resolução espacial de um sistema de sensoriamento remoto. Resolução espacial é uma medida menor separação angular ou linear entre dois objetos que pode ser determinada pelo sistema de sensoriamento remoto. A resolução espacial de fotografias aéreas pode ser medida por: 1) colocação de linhas pretas e brancas paralelas e calibradas sobre placas colocadas no campo; 2) obtenção de fotografias aéreas da área de estudo; e 3) cálculo do número de pares de linha por milímetro determinado na fotografia. Também é possível determinar a resolução espacial de uma imagem pelo cálculo da sua função de transferência de modulação (MTF), a qual está além do escopo deste texto (JOSEPH, 2000).

2.2.3.2 Informação e Resolução temporal

Uma das coisas de muito valor quanto á ciência do sensoriamento remoto é que ela obtém um registro das feições da Terra num momento único no tempo. Registros múltiplos da mesma feição terrestre obtidos através do tempo podem ser úteis para identificar processos em desenvolvimento e fazer previsões (JENSEN, 2009).

2.2.3.3 Informação e Resolução radiométrica

Resolução radiométrica é definida como a sensibilidade de um detector de sensoriamento remoto a diferenças na potência do sinal à medida que ele registra o fluxo radiante refletido, emitido, ou retroespalhado pelo terreno. Ele define o número de níveis de sinal claramente discriminado. Portanto a resolução radiométrica pode ter um impacto significativo em nossa habilidade para medir as propriedades dos objetos na cena (JENSEN, 2009).

2.2.4 ESA (Agência Espacial Européia)

O trabalho da ESA é desenvolver o programa espacial europeu. Os Programas da ESA são projetados para descobrir mais sobre a Terra, o seu ambiente espacial mais próximo, o nosso Sistema Solar e o Universo, bem como o desenvolvimento de tecnologias e serviços baseados em satélite, e para promover as indústrias europeias. ESA também trabalha em estreita colaboração com organizações espaciais fora da Europa. ESA é uma organização internacional com 22 Estados-Membros. Ao coordenar os recursos financeiros e intelectuais dos seus membros, pode levar a cabo programas e atividades muito além do alcance de um único país europeu.

A Sede da ESA está localizada em Paris, que é onde as políticas e programas são decididos. ESA também tem agências em um número de países europeus, cada um dos quais tem responsabilidades diferentes.

Os países que pertencem a ESA são Áustria, Bélgica, República Checa, Dinamarca, Estónia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Países Baixos, Noruega, Polónia, Portugal, Roménia, Espanha, Suécia, Suíça e Reino Unido. Canadá participa em alguns projetos no âmbito de um acordo de cooperação. Bem como Bulgária, Chipre, Malta, Letónia, Lituânia, Eslováquia e Eslovénia têm acordos de cooperação com a ESA.

2.2.5 Programa Sentinel

O objetivo do programa SENTINEL realizado pela ESA (Agência espacial Européia), é substituir as missões de observação da Terra mais velhos atuais que

atingiram a reforma, tal como a missão ERS (European Remote sensing satellite), ou estão chegando ao fim de sua vida útil operacional. Isto irá assegurar uma continuidade de dados, de modo que não existem folgas em estudos em curso. Cada missão se concentra em um aspecto diferente de observação da Terra; atmosférica, oceânica, e de monitorização da terra, e os dados são utilizados em muitas aplicações.

O objetivo de Sentinel-2 é fornecer: Aquisições globais sistemáticos de alta resolução, imagens multiespectrais aliada a uma alta frequência de revisita continuidade de imagens multiespectral fornecida pela série SPOT de satélites e o instrumento USGS LANDSAT, mapeador temático de dados de observação para a próxima geração de produtos operacionais, tais como mapas de cobertura da terra, mapas de detecção de mudança de terra e variáveis geofísicos.

Com isso Sentinel-2 fará contribuições significativas para temas de Copérnico, tais como as alterações climáticas, monitorização da terra, gestão de emergência e de segurança. Para alcançar revisita frequentes e alta disponibilidade de missão, dois idênticos Sentinel-2 satélites (Sentinel-2A e Sentinel-2B) estão previstas para operar simultaneamente. A órbita planejada é Sun síncrona em 786 km (488 milhas) de altitude, 14,3 revoluções por dia, possibilitando revisita a um mesmo local ou resolução temporal de 5 dias.

2.2.6 Características Sentinel-2

Cada Sentinel-2 satélites transporta um único instrumento multi - espectral (MSI) com 13 canais espectrais no infravermelho visível / próximo (VNIR) e onda curta faixa espectral do infravermelho (SWIR) correspondentes na Tabela 1.

Tabela 1 - Bandas espectrais Sentinel 2

Resolução	Número da Banda	Nome da Banda	Comprimento de Onda Central(nanômetro)	Combinações de Bandas
10 m	B02	Blue (Azul)	490	Cor Verdadeira RGB
	B03	Green (Verde)	560	RGB 04/03/02
	B04	Red (Vermelho)	665	Falsa Cor 1 e 2
	B08	(Infravermelho-Próximo)	842	08/04/03 e 04/08/03
20 m	B05	Red Edge 1	705	SWIR 1
	B06	Red Edge 2	740	
	B07	Red Edge 3	783	
	B08A	Red Edge 4	865	
	B11	SWIR 1	1610	
	B12	SWIR 2	2190	
60 m	B01	Aerossol	443	---
	B09	Water Vapor	940	
	B10	Cirrus	1375	

Fonte: *Processamento digital* canal de conteúdo geo.

A MSI funciona de forma passiva, através da recolha de luz solar refletida da Terra. Novos dados são adquiridos no instrumento como o satélite se move ao longo de seu caminho orbital. O feixe de luz de entrada é dividido em um filtro e focado em dois conjuntos de plano focal separadas dentro do instrumento; um para bandas visível e próximo-infravermelhos (VNIR) e um para bandas de onda curta Infra-Red (SWIR). A separação espectral de cada banda em comprimentos de onda individuais é conseguida por meio de filtros de banda montado na parte superior dos detectores. O design óptico do telescópio MSI permite 290 km campo de visão (FOV). A Figura 1 mostra uma representação esquemática do Sentinel-2.

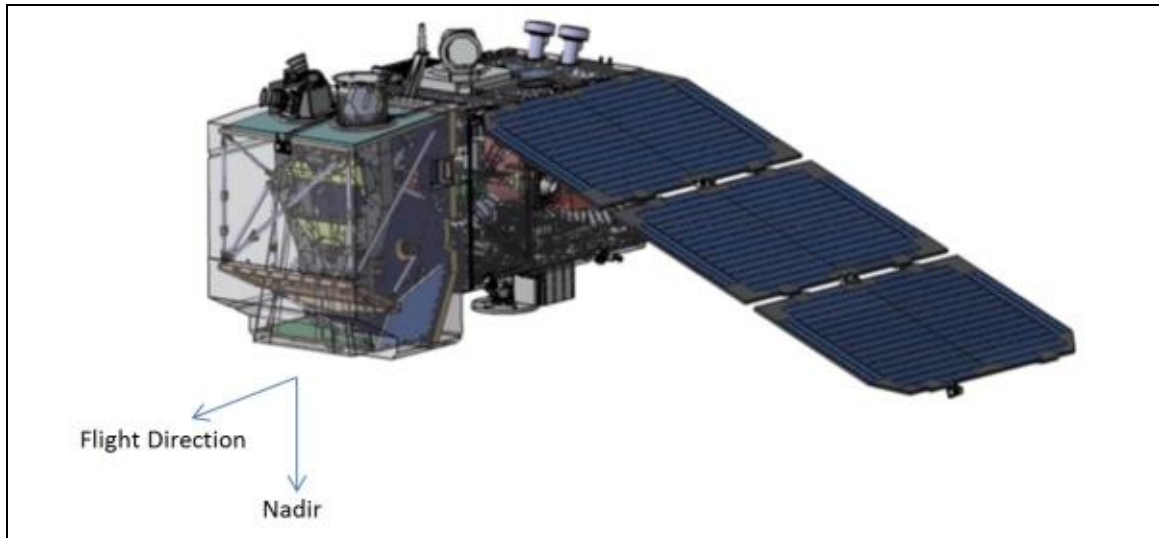


Figura 1: Representação esquemática do Sentinel-2.
Fonte: EADS Astrium.

2.3 Georreferenciamento

O objetivo do georreferenciamento é inserir na imagem um sistema de projeção para se estabelecer um referencial de coordenadas que possibilite localizar na imagem a posição geográfica dos alvos. Isso constitui o que se denomina de georreferenciamento de imagens, que consiste apenas no uso de transformações geométricas simples, usualmente transformações polinomiais, para estabelecer um mapeamento entre as coordenadas espaciais da imagem e as coordenadas geográficas de cartas topográficas (MENESES e ALMEIDA, 2012).

2.3.1 Cartas topográficas

Cartas topográficas servem para determinar dimensões e posições de uma porção limitada da superfície terrestre. Desta maneira, são confeccionadas em escalas grandes e médias. Além de informações planimétricas (x , y) dispostas em um plano cartesiano, as cartas topográficas contêm informações altimétricas (z), ou seja, é possível observar o desnível dos terrenos mapeados.

Este processo é possível de ser feito através das Curvas de Nível. Estas são linhas imaginárias que unem pontos de uma mesma altitude (cota altimétrica) na maioria das vezes em metros, podemos localizar pontos de fácil identificação na carta e criar uma relação da coordenada da imagem que se deseja georreferenciar,

com a coordenada da carta dos pontos selecionados. Assim o sistema utilizado para a operação georreferencia toda a imagem, associando cada ponto desta a uma coordenada geográfica.

2.3.2 Uso de GPS

O GPS (Sistema de Navegação Global por Satélite Americano), que é na atualidade o instrumento mais eficiente para a coleta de informações espacializadas pontuais, lineares e poligonais. O georreferenciamento é uma técnica aprimorada de descrição dos imóveis rurais, que contribui para o controle tanto do cadastro dos imóveis rurais como dos direitos reais a eles relativos.

Georreferenciar eucaliptos de um reflorestamento, significa obter as coordenadas geográficas de cada uma das árvores; georreferenciar um curso de água, consiste em percorrê-lo coletando toda a rota; georreferenciar uma área, consiste em delinear seus limites formando um polígono, estas são tarefas típicas para uso de GPS (GOMES, 2000).

O princípio básico de navegação pelo GPS, é relativamente simples. Consiste na medida das distâncias entre o receptor e o satélite, que é calculada pelo tempo que a programação (sinal GPS), gerada no satélite, leva para chegar até a antena receptora. Como o sinal viaja através da atmosfera com a velocidade da luz, a distância é obtida pela multiplicação desta pelo tempo que o sinal levou para chegar ao receptor (GOMES et al., 2001).

2.4 Equipamentos e aplicativos de utilização

2.4.1 ArcView 10.1™

O ArcGIS é uma coleção de produtos de softwares criados pelos sistemas ambientais Research Institute (Esri), a Microsoft de software de GIS, que inclui desktops, servidores, móveis, hospedadas e GIS on-line produtos, o ArcGIS provê todas as ferramentas necessárias para criar e trabalhar com dados geográficos, pode-se editar e automatizar dados, mapear cartograficamente tarefas, administrar dados e ainda desenvolver e aplicar dados na internet (ARCGIS, 2013).

O ArcGIS Desktop divide-se nos seguintes aplicativos: ArcMap, ArcCatalog e ArcToolbox. Com essas aplicações, é possível executar qualquer tarefa de SIG, incluindo mapeamento, administração de dados, análise geográfica, edição de dados e geoprocessamento. Para mapeamento, análise e edição de dados, desenho de feições e classificação de objetos, utiliza-se o aplicativo ArcMap (MADRUGA, 2008).

O lançamento do ArcGIS 10.1™ sinaliza um grande desenvolvimento na forma de informação geográfica para ser acessada e gerenciada por profissionais de GIS e suas organizações nos próximos anos. ArcGIS 10.1™ dá aos profissionais de GIS, um GIS completo que integra mais desktops e servidores, bem como aplicações móveis e web. Ele fornece às organizações as ferramentas adicionais e infraestrutura de que precisam para ampliar o alcance do GIS existente (ARCGIS, 2013).

2.4.2 Utilização Google Earth PRO

O Google Earth PRO é um programa de computador do Google, desenvolvido e distribuído pelo Google, cuja finalidade é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de fotografias de satélite obtidas em fontes diversas. Enquanto que o Google Imagens consiste em uma ferramenta que possibilita uma linguagem visual desenvolvendo noções e conceitos sobre o espaço geográfico e tem importância fundamental no processo de comunicação e produção de conhecimento acerca do ensino de Geografia. Além das imagens, o aplicativo também possibilita a sobreposição de camadas de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) que podem conter dados matriciais ou vetoriais, como unidades territoriais, pontos de interesse, ruas e imagens (TORLAY, 2010).

Segundo Oliveira (2008) as imagens que vemos no Google Earth e em outros visualizadores 3D são classificadas de acordo com vários critérios, sendo um deles a resolução espacial, que é o valor correspondente ao tamanho do terreno que um pixel consegue representar. Esta resolução espacial pode ser baixa (em torno de 100 metros), média (em torno de 30 metros) ou alta (menor que 5 metros). Em geral, a resolução do programa é de 15 metros, mas já existem locais com resolução de um metro ou melhor.

2.4.3 GNSS Solutions

O GNSS Solutions é um software de pós-processamento de alta qualidade da Thales Navigation, acompanha os receptores. Conta com um pacote completo que gerencia e processa os dados brutos coletados em campo pelo receptor, fornecendo dados de posicionamento precisos e ajustando os resultados em formatos de relatório facilmente entendidos. Com ele é possível realizar download, processamento, visualização e exportação dos dados brutos gerados pelo receptor (THALES, 2005).

2.4.4 Garmin eTrex 10

O Garmin eTrex 10 é um receptor GNSS (Sistema de Navegação Global por Satélite) de navegação, portátil, que trabalha com os sistemas GPS e GLONASS (Sistema de Navegação Global por Satélite Russo) simultaneamente. É capaz de informar o posicionamento do utilizador em tempo real e registrar rotas e pontos de passagem com precisão média de 3,6 m. Ao utilizar os satélites GLONASS, o tempo necessário para o receptor “se ligar” a uma posição é (em média) aproximadamente 20% mais rápido do que ao utilizar o sistema GPS. E ao utilizar os dois sistemas, GPS e GLONASS, o receptor tem capacidade de efetuar ligação a mais 24 satélites do que utilizando apenas o sistema GPS (GARMIN, 2012).

Os receptores eTrex 10 podem auxiliar na geração de mapas, trazendo informações rápidas do campo para o escritório, pois os dados coletados por ele podem ser importados diretamente em diversos softwares de SIG.

2.4.5 Mapsource

O Garmin MapSource é uma ferramenta completa de software para gerenciar sua unidade GPS da Garmin. O MapSource fornece dados geográficos detalhados que você pode exibir no seu computador ou carregar em sua unidade GPS. Gera rápida visualização e transformação de formatos de arquivos compatíveis com outros SIGs de trabalhos e projetos (GARMIN, 2008).

2.4.6 Plataforma de aplicativo Sentinela (SNAP)

Uma arquitetura comum para todas as caixas de ferramentas Sentinela foi desenvolvido em conjunto pela Brockmann Consult, Computação Sistemas de matriz e CS chamado de Plataforma de aplicativo Sentinela (SNAP). A arquitetura SNAP é ideal para o processamento de Observação da Terra e análise devido as seguintes inovações tecnológicas: extensibilidade, portabilidade, Modular Plataforma (richclient), genérico (EO) Abstração de Dados, Gestão de Memória de Azulejo, e uma estrutura de processamento gráfico. Podemos citar alguns destaques dos recursos:

- Arquitetura comum para todas as caixas de ferramentas;
- Rápida exibição de imagem e de navegação, mesmo de imagens giga-pixels (grandes);
- Gráfico Processing Framework (GPF): para a criação de cadeias de processamento definidos pelo usuário, bem como fusão de imagens;
- Avançado gerenciamento de camadas permite adicionar e manipular sobreposições, como imagens de outras bandas, imagens de servidores WMS ou arquivos de forma ESRI;
- Definições para as estatísticas e várias parcelas;
- Flexível aritmética banda usando expressões matemáticas arbitrárias;
- Retificação, reprojeção e acurácia de projeções de mapa comum;
- Geo-codificação e retificação usando pontos de controle;
- Visualização integrada WorldWind (é um programa desenvolvido pelo ARC da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA)).

2.5 SGB (Sistema Geodésico Brasileiro)

SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) define-se como o conjunto de pontos geodésicos implantados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país. Em outras palavras é o sistema ao qual estão referidas todas as informações espaciais no Brasil (Brasil, 1983). O SGB começou a ser implantado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE em 17 de maio de 1944, e tem sido utilizado ao longo dos anos por usuários necessitados de informações

posicionais para diversos fins, tais como: apoio ao mapeamento, demarcação de unidades político-administrativas, obras de engenharia, regulamentação fundiária, posicionamento de plataformas de prospecção de petróleo, delimitação de regiões de pesquisas geofísicas, etc. (PEREIRA e AUGUSTO, 2004).

Pelo apresentado anteriormente, constata-se que a questão do georreferenciamento exige o seguinte esclarecimento: georreferenciar ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB significa identificar inequivocamente o imóvel, descrevendo-o através de coordenadas do sistema de referência do mapeamento oficial adotado no país, que é de responsabilidade do IBGE (PEREIRA e AUGUSTO, 2004).

A Lei 10.267/01 determina que as propriedades rurais devem estar georreferenciadas ao SGB, sendo que o INCRA estabeleceu norma técnica com esta finalidade. As atividades geodésicas têm experimentado uma verdadeira revolução com o advento do Sistema de Posicionamento Global (GPS). A capacidade que este sistema possui de permitir a determinação de posições, estáticas ou cinemáticas, aliando rapidez e precisão muito superiores aos métodos clássicos de levantamento, provocou a necessidade de revisão das características do SGB. Tanto que em 1996, deu-se início a operacionalização da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC, que implantou o conceito de rede ativa, através do monitoramento contínuo de satélites do GPS (PEREIRA e AUGUSTO, 2004).

2.6 Áreas irrigadas no Brasil

O Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) é um organismo internacional, fundado em 1942, especializado em agricultura e bem-estar rural vinculado à Organização dos Estados Americanos (OEA). O principal objetivo do IICA é a realização de uma agricultura competitiva, sustentável e inclusiva para as Américas. No relatório técnico de 2015 do IICA, foi realizado a análise territorial para o desenvolvimento da agricultura Irrigada no Brasil e contém a versão final do estudo. Este estudo de modelagem espacial de cobertura nacional considera a área agrícola irrigada e a adicionalmente irrigável do Brasil no contexto de sua governança pública e privada, contemplando a dimensão física do processo (vazão dos rios, regime natural de chuvas, produtividade agrícola) em combinação

com temas ambientais, sociais e econômicos. Da área irrigada atualmente 37% (2,2 milhões de ha) não conta com a possibilidade expansão pelo esgotamento da água disponível em suas bacias. Outros 44% (2,7 milhões de ha) da irrigação está em regiões em que há importante possibilidade de expansão, mas fora de áreas de prioridade de intervenção pública.

De acordo com o relatório apresentado as áreas em que há possibilidade de expansão e justificam intervenção pública mais expressiva visando o desenvolvimento sustentável regional representam 19% da área irrigada (1,1 milhões de ha) e contém 36% da capacidade adicional de área irrigável (27 milhões de ha). Sendo o total de área irrigada hoje no Brasil de 5,9 (milhões de ha).

2.6.1 Irrigação por pivô central no Brasil

Parceria da Embrapa Milho e Sorgo (MG) com a Agência Nacional de Águas (ANA) permitiu a execução de levantamento inédito sobre o uso da água na agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil. Os resultados mostraram que, em 2013, o Brasil possuía quase 18 mil pivôs centrais, perfazendo uma área de aproximadamente 1,2 milhão de hectares.

O mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Brasil se baseia na tecnologia "Integração Google – SIG, Servidores de Mapas", desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo, e combina informações de satélite e a digitalização no Google Earth. A identificação das áreas irrigadas é feita usando imagens do satélite Landsat 8, da agência espacial norte-americana, NASA, e também utiliza tratamento dessas imagens para evidenciar os equipamentos de irrigação.

De acordo com a pesquisadora Elena Landau coordenadora da pesquisa da Embrapa (milho e sorgo) juntamente com o pesquisador Daniel Pereira Guimarães, Minas Gerais é o estado que apresenta a maior concentração de áreas irrigadas por pivôs (aproximadamente 370 mil hectares), seguido pelos estados de Goiás, Bahia, São Paulo e Rio Grande do Sul (respectivamente, com cerca de 211 mil, 192 mil, 169 mil e 76 mil hectares). "Nessas áreas é alta a demanda pelo consumo de água para irrigação bem como para a geração de energia e abastecimento para consumo humano", aponta Landau.

De acordo com Fontenelle, da ANA (Agência Nacional de Água), o monitoramento georreferenciado de áreas irrigadas permite o cruzamento espacial

com cadastros e outorgas de recursos hídricos, apontando o nível de regularização nas sub-bacias. Assim Fontenelle acredita que com base nestes dados, a capacitação de usuários, a fiscalização e as campanhas de regularização e de uso racional da água podem ser melhor planejadas e mais efetivas.

2.6.2 A importância da irrigação na agricultura

As necessidades hídricas das plantas ocorrem devido ao processo metabólico desempenhado por elas, principalmente o processo de transpiração. As plantas absorvem água do solo pelas raízes e apenas uma pequena parte dela é incorporada na matéria vegetal, na forma de água constituinte, e grande parte é perdida pelas folhas através dos estômatos, para a atmosfera, na forma de vapor de água. Quando não há água disponível no solo, ocorre o estresse hídrico. A elevada exigência de água, portanto, é intrínseca da planta, que, se não satisfeita, afeta o crescimento e a produção. O conhecimento disso é fundamental para se entender por que a agricultura irrigada, mesmo a mais racional e eficiente, é grande demandadora de água, dentre os diferentes setores da sociedade (PIRES, 2008).

Setor imprescindível para o abastecimento mundial de alimentos, a irrigação é o insumo que utiliza com abundância o recurso água. A Organização das Nações Unidas (ONU) revela que aproximadamente 70% de toda a água disponível no mundo é utilizada para irrigação. A vazão consumida total no Brasil é de 1.212 m³ desse valor, 72% corresponde ao ramo de irrigação na agricultura, os dados são da Agência Nacional de Águas (ANA) em relatório de 2012.

Segundo Fernandes (2011) o município de Unaí se tornou o principal produtor de feijão do estado de Minas Gerais, o município concentra grande número de pivôs centrais, já que o clima seco dificulta o cultivo. Aliás, com o cultivo do feijoeiro no sistema de plantio direto, sob irrigação por pivô central, os produtores têm alcançado produtividade média de 2.700 kg/ha, com relatos de mais de 3.000 kg/ha na região.

3 METODOLOGIA

3.1 Localização da área de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Manoel Viana (Figura 2) localizado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas com latitude $29^{\circ}08'10''\text{S}$ e $29^{\circ}46'49''\text{S}$ e entre as longitudes de $55^{\circ}48'30''\text{W}$ e $54^{\circ}50'08''\text{W}$. O município de Manoel Viana está inserido na Bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, uma das bacias que compõem o rio Uruguai e também está inserido no Bioma Pampa.

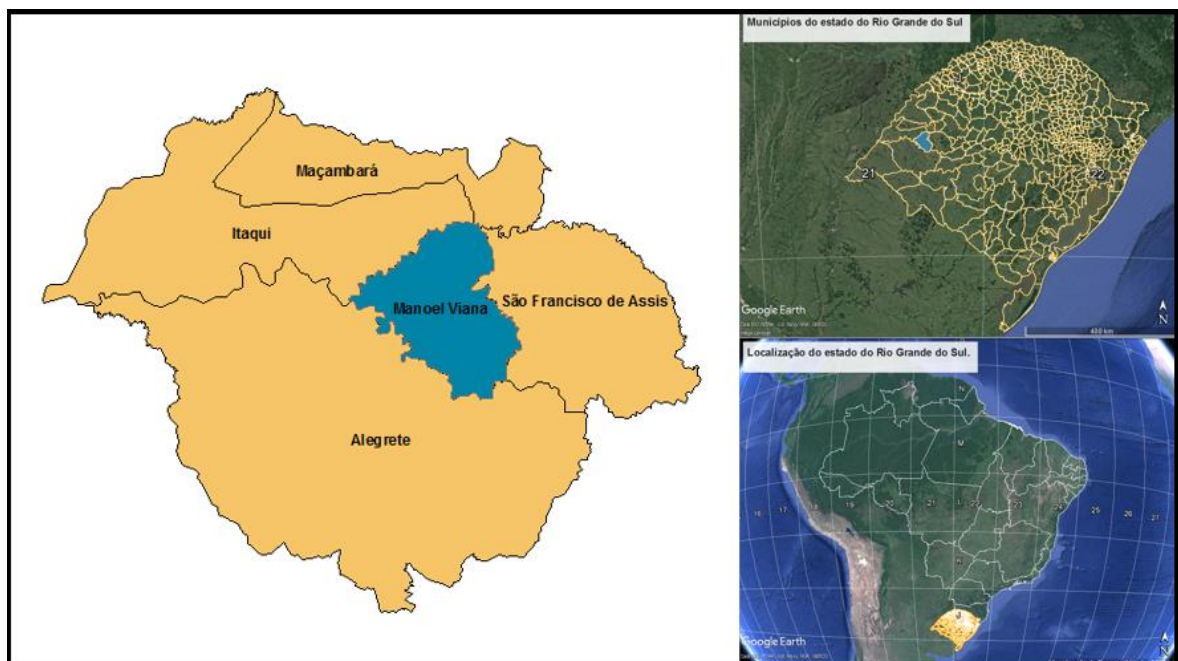


Figura 2 - Localização de Manoel Viana, municípios vizinhos, municípios e Estado do RS.

Fonte: ArcView 10.1/Google Earth Pro/ Elaborado pelo autor.

3.2 Materiais utilizados

Foram utilizados os aplicativos computacionais: Arc view 10.1™ versão acadêmica; Google Earth PRO; MapSource; SNAP; plataforma de aquisição de dados programa Sentinel; e o equipamentos Garmin eTrex 10 (receptor com sistemas GPS e GLONASS), bem como um questionário aplicado em visita agendada com questões do uso do solo das áreas irrigadas por pivô central.

3.3 Identificação e visita as propriedades

Foram levantadas informações dos proprietários que possuem pivô central no município de Manoel Viana, com os órgãos responsáveis por assistências técnicas (EMATER) e Órgão de controle Ambiental (FEPAM), bem como o contato e endereço.

3.4 Coleta dos pontos de controle auxiliares

A coleta dos pontos de controle auxiliares nas propriedades deu-se no centro e na extremidade dos pivôs, como forma de melhorar a identificação de pivôs novos instalados, os quais não foram possíveis de serem identificados por meio da classificação digital da imagem. A Figura 3 mostra um dos pivôs visitados para a coleta de coordenadas.



Figura 3 – Visita aos pivôs para coleta das coordenadas.
Fonte: O autor.

3.5 Aquisição das imagens Sentinel

O download foi realizado diretamente no site da ESA (Agência Espacial Européia), no link: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access>. Na subdivisão programa Sentinel o download é permitido após breve cadastro do usuário. Foi encontrado o quadrante pré-determinado manualmente para obtenção da imagem em Manoel Viana conforme (Figura 4), configurado intervalo de datas e porcentagem de nuvens para aquisição (Figura 5).

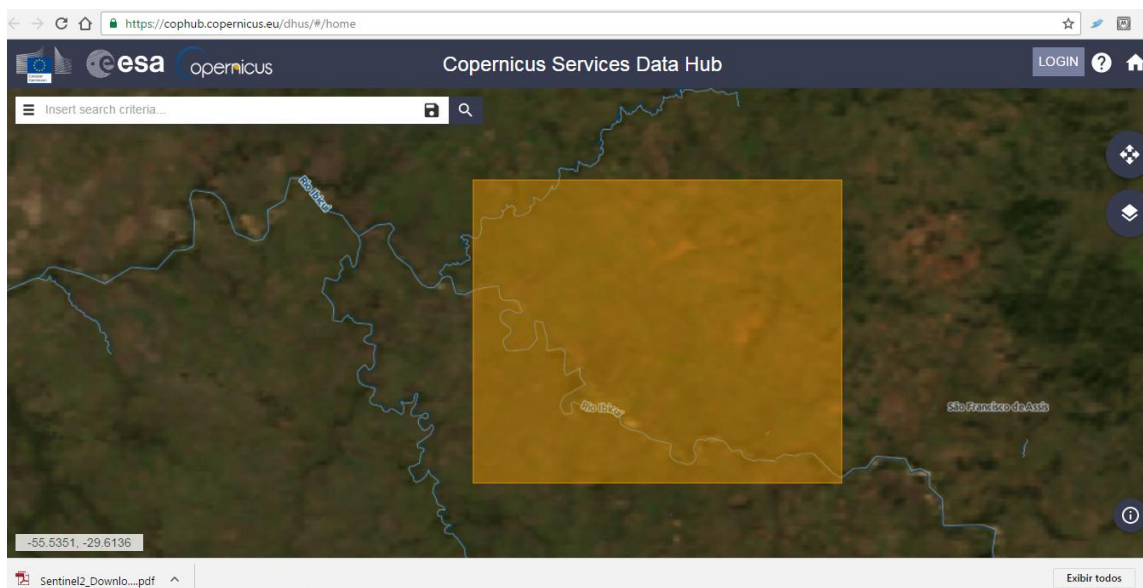


Figura 4 - Escolha da área de imagem, Manoel Viana-RS.
Fonte: ESA/ Elaborado pelo autor.

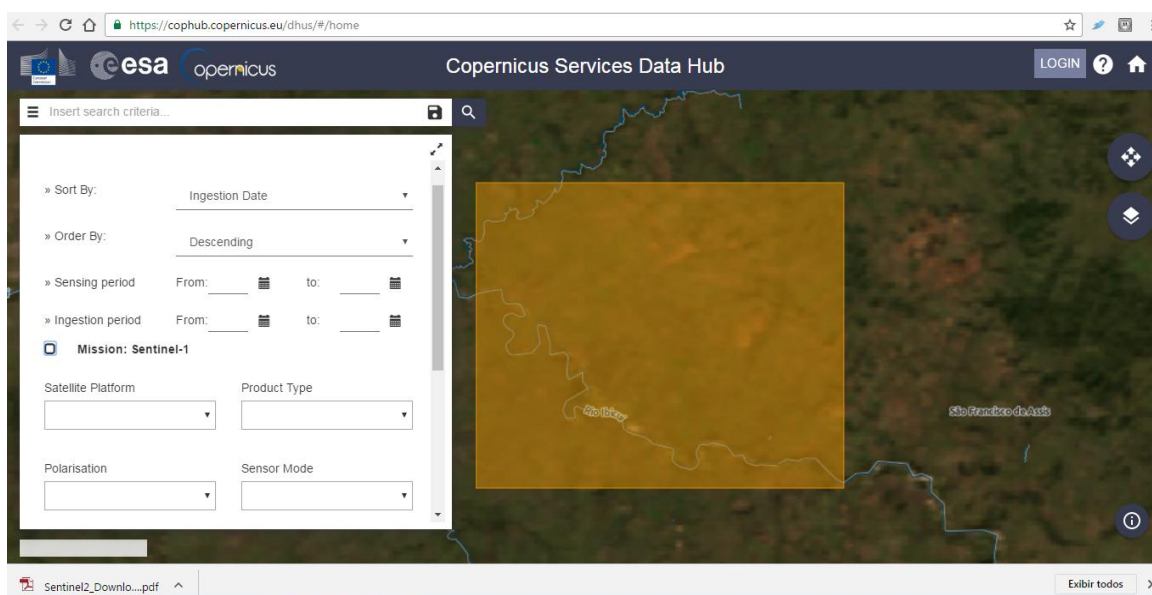


Figura 5 - Determinação de dados: data; sombreamento e missão (sentinel-2)
Fonte: ESA/ Elaborado pelo autor.

Posteriormente escolhido o arquivo mais viável por qualidade de imagem e data de aquisição, escolhido o mais recente disponível com boa qualidade de cobertura, ou seja, livre de nuvens. A data de imagem trabalhada é de 23/09/2016, as imagens baixadas do Sentinel já são Georreferenciadas, bastando apenas ajustar o sistema de coordenadas de utilização da imagem para que possa combinar com outros arquivos de ferramenta de trabalho.

3.6 Uso da imagem do Sentinel 2

O arquivo de imagem baixada vem em formato Jpeg 2000, onde alguns softwares de GIS não reconhecem, o indicado para se trabalhar em ArcView é transformá-lo para formato Geotiff. Para transformação, visualização e composição das bandas a Agência Espacial Europeia foi utilizado um aplicativo de fácil manuseio o SNAP (Plataforma de Aplicativo Sentinel). Para download disponibilizado no link: <http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>, é necessário responder um questionário sobre informação do uso das imagens Sentinel, frequência e categoria de uso, no caso do trabalho, estudo e agricultura.

3.6.1 Composição colorida

No aplicativo SNAP foi carregado as bandas 04, 03 e 02 correspondentes a composição RGB 04/03/02, vermelho, verde e azul. Essa composição nos dará um arquivo de resolução de 10m e imagem com cores verdadeiras de qualquer objeto identificado na imagem (Figura 6). Foi montada outra composição de bandas para auxiliar na classificação digital do uso do solo no município de Manoel Viana, ressaltando a vegetação no vermelho, foi utilizado uma banda correspondente ao Infravermelho próximo, a banda 08, formando assim uma composição de falsa cor RGB 08/04/03 com resolução de 10m (Figura 7).

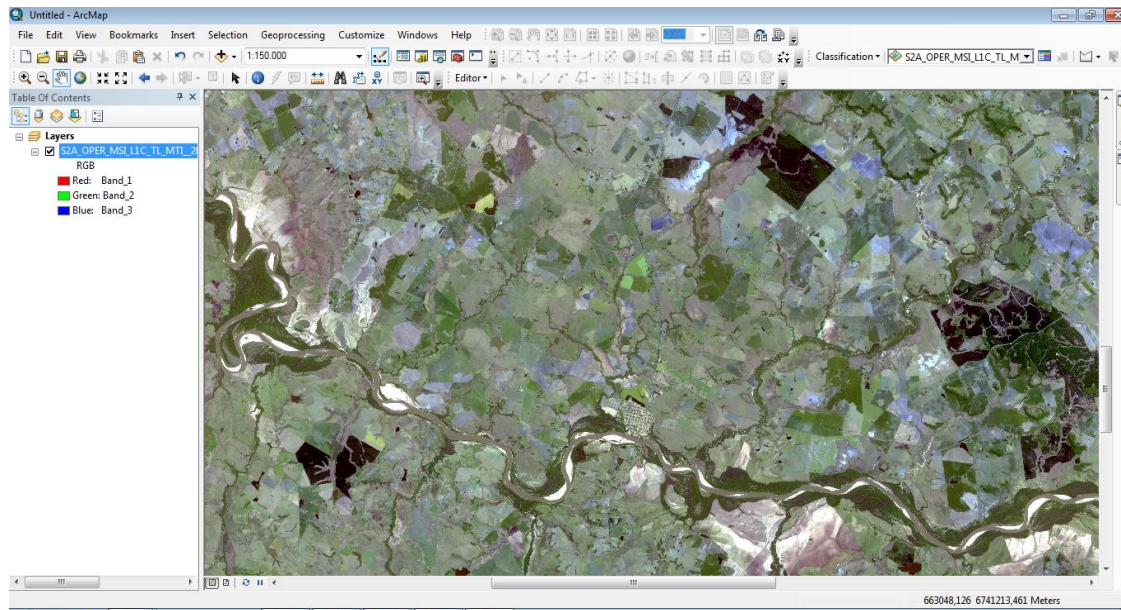


Figura 6 - Composição de bandas RGB-04/03/02 em Geotiff.
Fonte: ArcView 10.1/ Elaborado pelo autor.

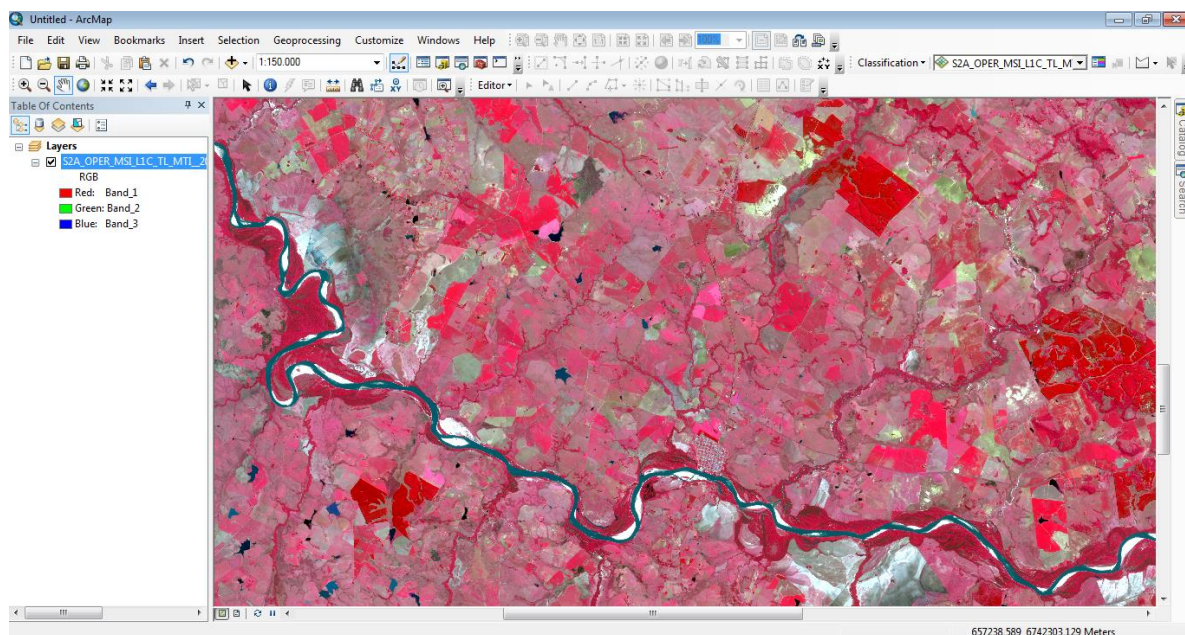


Figura 7 - Composição de bandas RGB- 08/04/03, falsa cor. Em Geotiff.
Fonte: ArcView 10.1/ Elaborado pelo autor.

Para a elaboração da composição colorida foram utilizadas ferramentas de construção de gráfico, dentro do SNAP, onde o aplicativo permite elaborar um fluxograma com dados a ser lidos e processados através de tarefas determinadas, é um programador auxiliar. No inserimos os arquivos correspondentes as bandas em jpeg2000 e o programa realiza a composição e saída de arquivo em Geotiff, prontas para uso no SIG Arcview 10.1. Montagem do fluxograma no SNAP (Figura 8).

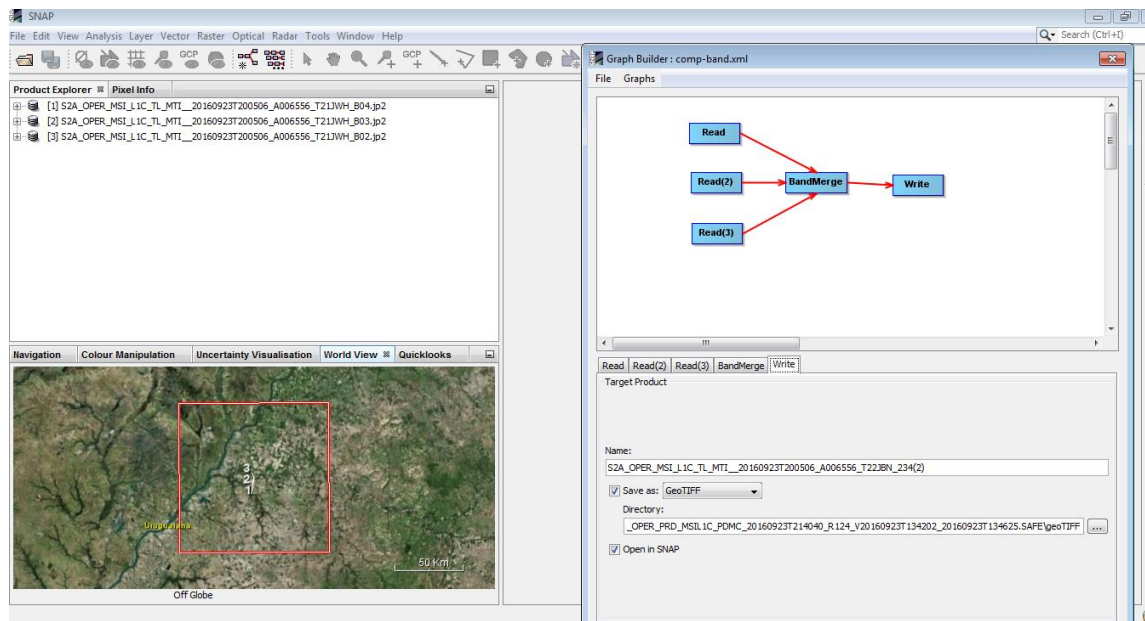


Figura 8 - Montagem de composição de bandas, transformação Jpeg200 para Geotiff.

Fonte: SNAP/ Elaborado pelo autor.

3.7 Aquisição de arquivos vetoriais

Foram utilizados arquivos em formato vetorial (.shp) georreferenciados (limites dos municípios, sistema hidrográfico brasileiro, sistema viário, curvas de níveis e pontos cotados.) obtidos no Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da UFRGS.

3.8 Classificação digital do uso do solo em Manoel Viana-RS

Para a classificação digital do uso do solo do município em estudo foi interseccionado a imagem Geotiff do dentro dos limites do município, (adquirido em shapefile), demonstrado na Figura 9. O limite permitiu trabalhar somente dentro da imagem do município. A interseção foi realizada utilizando o aplicativo ArcCatalog para criação de um arquivo shapefile onde foi modificado utilizando a ferramenta de extração por máscara.

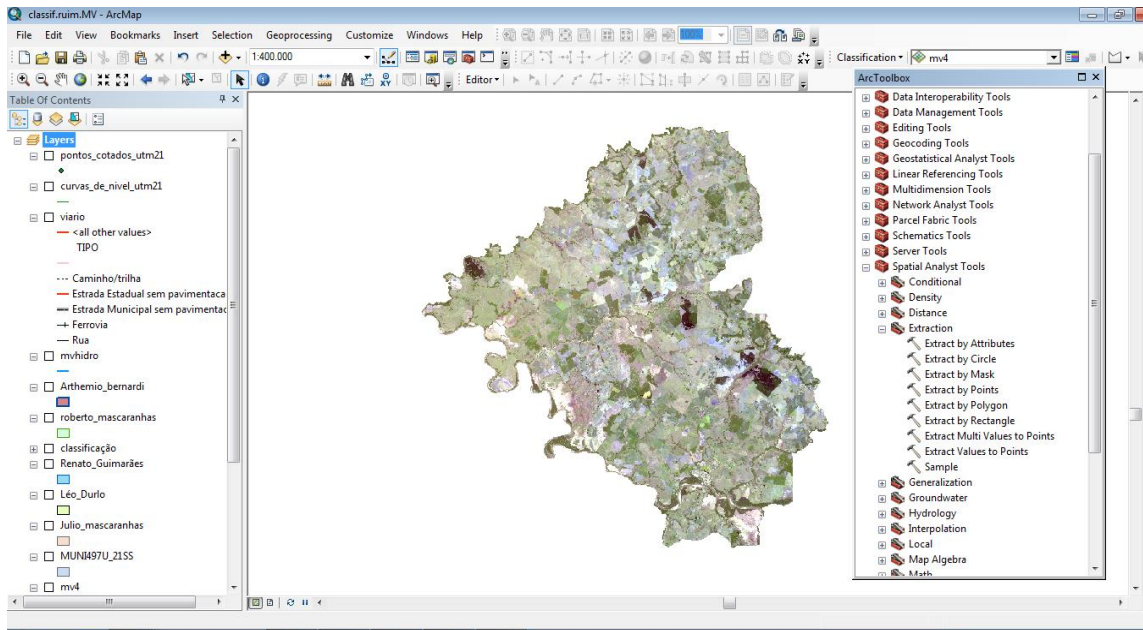


Figura 9 - extração por máscara, município de Manoel Viana.
Fonte: Arcview 10.1/ Elaborado pelo autor

Assim, iniciado os procedimentos de trabalho para realização da classificação digital supervisionada do uso do solo no município, habilitamos a ferramenta classificação em customização > barra de ferramentas, selecionado o formato da ferramenta circular para coleta de amostras na imagem, onde depois foi unificado no mesmo grupo, que foi distinguido automaticamente pelo aplicativo, (Figura 10).

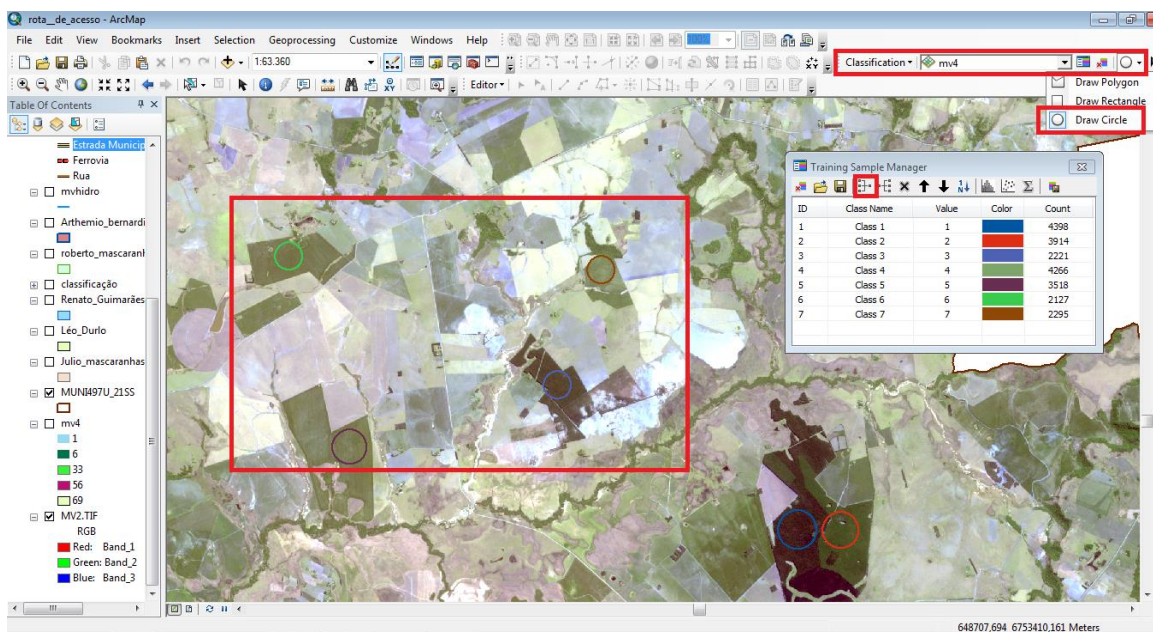


Figura 10 - Seleção de Amostras para classificação.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

As amostras foram selecionadas e agrupadas, posteriormente, foi utilizado a ferramenta de classificação máxima por semelhança, onde através de correção de coletas conseguiu se obter resultados possíveis para classificação automática do uso do solo, na imagem Geotiff com a composição 4/3/2.

Foi realizada, utilizando-se o procedimento anterior, uma classificação digital do uso do solo para a imagem Geotiff com composição 8/3/4, com a banda 8 no infravermelho próximo, afim de realçar os tons de verdes e assim melhorar a qualidade da classificação.

3.9 Mapas temáticos

Os mapas temáticos elaborados estão no Sistema de Coordenada Geográfica SIRGAS 2000. Para obtenção dos mapas temáticos foi utilizada a ferramenta de ajuste de vértices onde selecionado o shapefile de limite do município, e alinhado com os limites corretos da imagem Sentinel como mostrado na (Figura 11). Isto ocorre devido a diferença de escala. A escala de digitalização dos arquivos vetoriais é originalmente 1:50.000, e as imagens dos satélites Sentinel 2a e 2b possibilitam uma escala de aproximadamente 1:10.000.

Para a elaboração do mapa viário realizado o mesmo procedimento anterior de ajuste de vértices (Figura 12).

O mapa de elevação foi obtido a partir do arquivo vetorial das curvas de nível, utilizando ferramentas de geração de TIN, onde é feito a interpolação das curvas de nível.

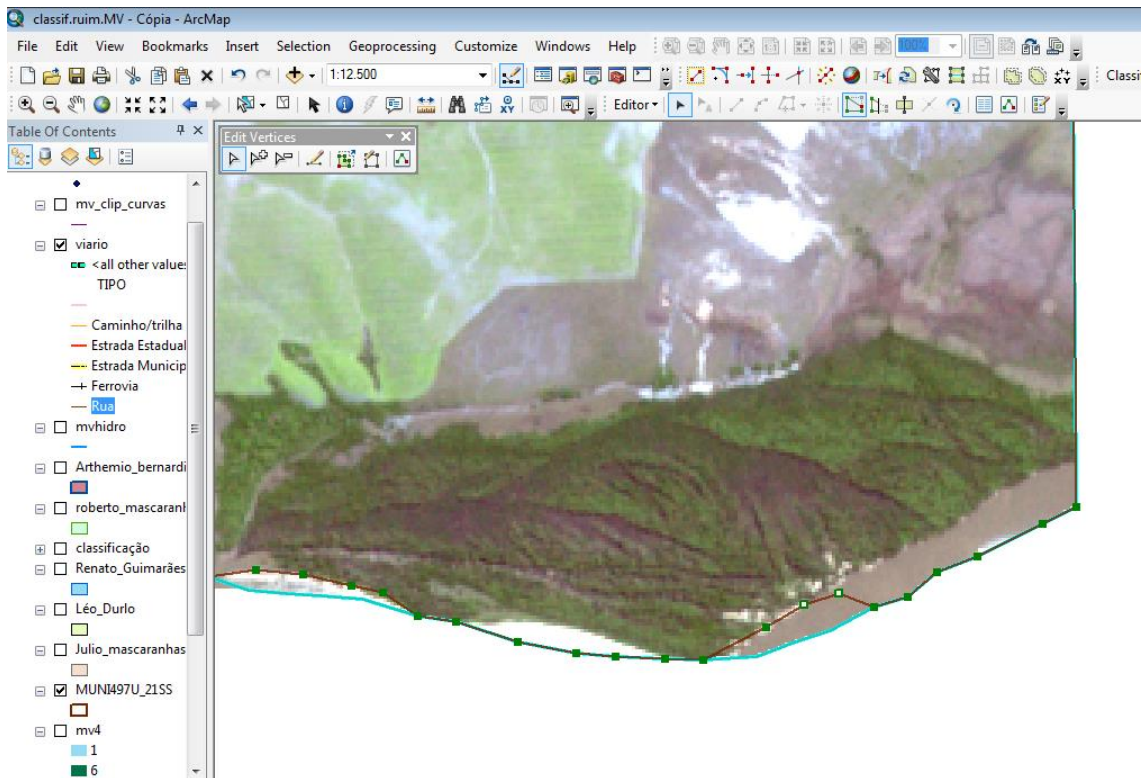


Figura 11 - Edição dos vértices do limite do município de Manoel Viana - RS.
Fonte: ArcView 10.1/Elaborado pelo autor.

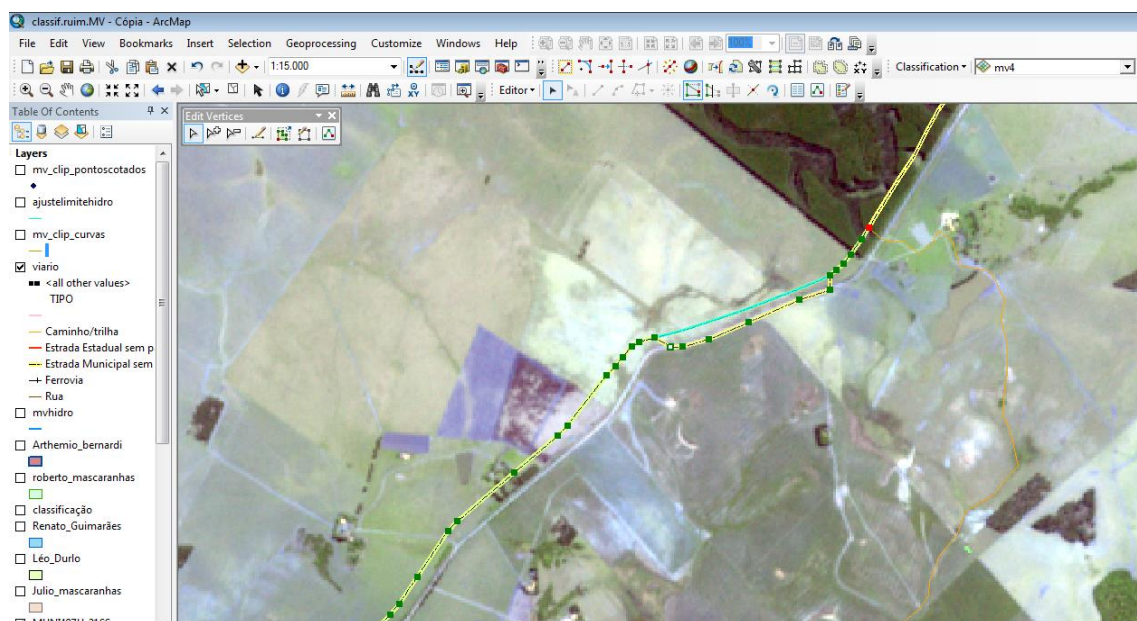


Figura 12 – Ajuste dos vértices do sistema viário.
Fonte: ArcView 10.1/ Elaborado pelo Autor.

3.10 Visita as propriedades

As visitas aos proprietários identificados foram agendadas previamente por telefone, e objetivou-se a coleta das coordenadas geográficas do centro e da

extremidade dos pivôs não identificados nas imagens de satélite Sentinel e Google Earth. A não identificação se deve, basicamente pela recente instalação dos pivôs, bem como, pela não utilização recente dos mesmos, de forma a não ocorrer marcações pelas rodas na vegetação, nem diferenças nas culturas da área do pivô e o entorno dos pivôs.

Haja visto que nos últimos anos ocorreu um número de chuva maior do que a média histórica de precipitação do estado do RS, devido ao evento natural denominado como El niño.

Aproveitou-se as visitas a campo para a aplicação do questionário (ANEXO A) aos produtores, a fim de coletar informações, que foram inseridas no banco de dados, bem como os demais arquivos shapefile, de identificação dos pivôs.

3.11 Coleta das coordenadas

Utilizado equipamento Garmin eTrex 10 (Figura 13), para a coleta das coordenadas geográficas dos pivôs, onde foram descarregados os dados utilizando-se no software computacional Mapsource, para visualização, edição dos pontos e transformação das coordenadas para arquivo Dxf na configuração UTM (Figura 14), onde projetou-se o arquivo, em layer (sobre imagem) Sentinel de trabalho, para identificação digital Manual dos pivôs.



Figura 13 - Ilustração Garmin etrex 10 (receptor GPS).
Fonte: Garmin TM

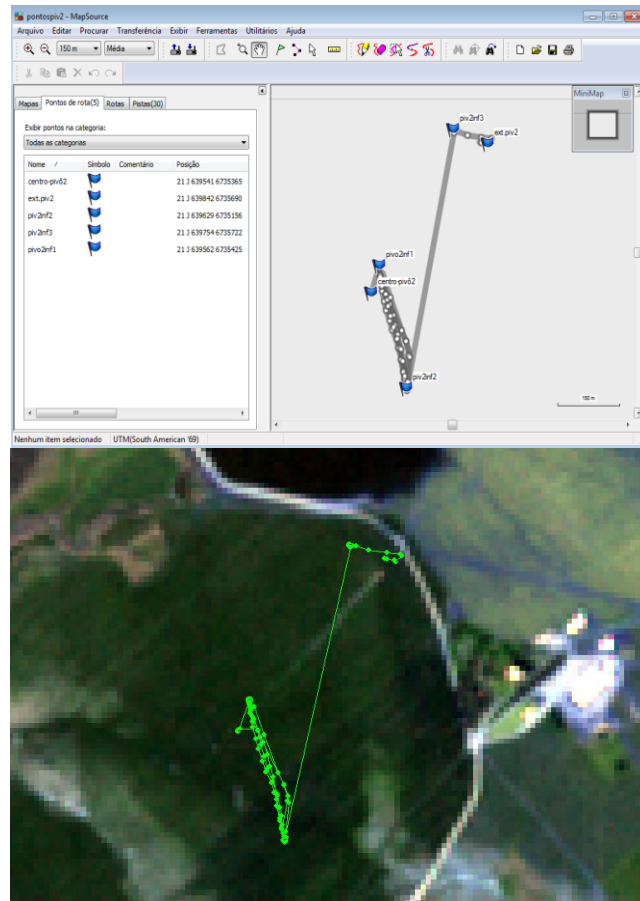


Figura 14 - Coordenadas em Mapsource (acima) e Layer Dxf projetada na imagem Sentinel (abaixo). Fonte: Mapsource/Arcview 10.1/ Elaborado pelo Autor.

3.12 Identificação digital dos Pivôs

Após aquisição das coordenadas dos pivôs não identificados na imagem Sentinel, através do Garmin eTrex 10 em visita as propriedades, pode-se fazer a marcação dos mesmos utilizando ferramentas do Arcview 10.1.

Foi criado um novo arquivo shapefile para cada proprietário identificado utilizando o módulo ArcCatalog, totalizando 5 produtores que utilizam pivô central e 1 arquivo shapefile para produtores não identificados, mas que foi possível localizar as áreas irrigadas pelos pivôs na imagem Sentinel.

Após criação dos arquivos, habilitou-se o início de edição do arquivo e selecionou-se a feição circular para marcação das áreas (Figuras 15, 16 e 17).

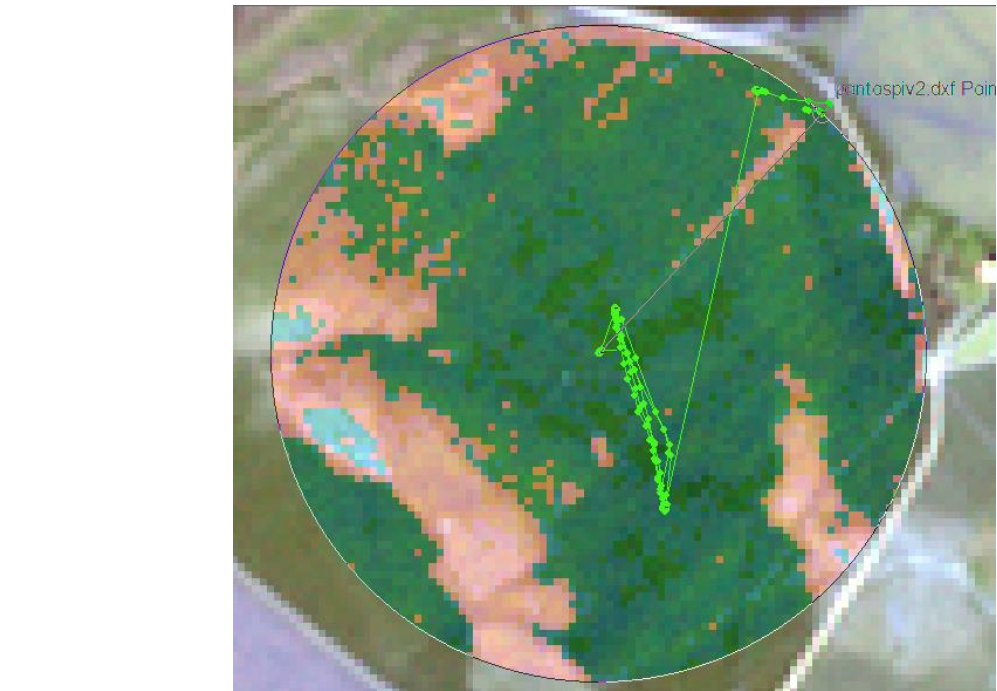


Figura 15 - Digitalização dos pivôs.
Fonte: ArcView 10.1/ Elaborado pelo autor.

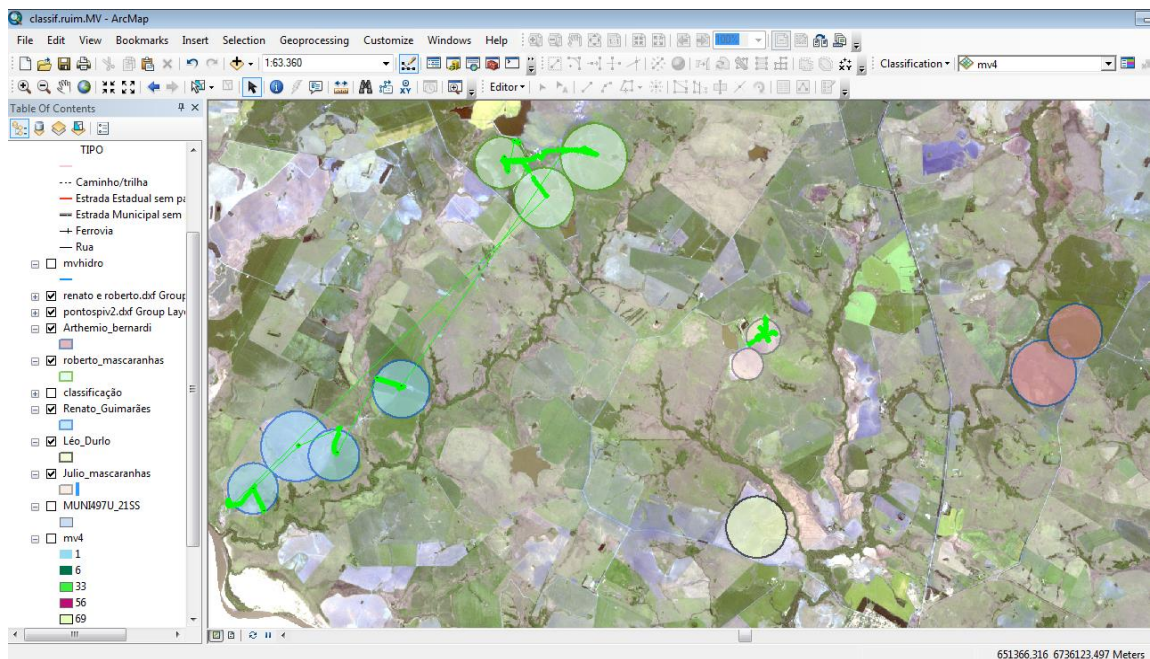


Figura 16 - Produtores identificados, Pivôs digitalizados.
Fonte: ArcView 10.1/ Elaborado pelo autor.

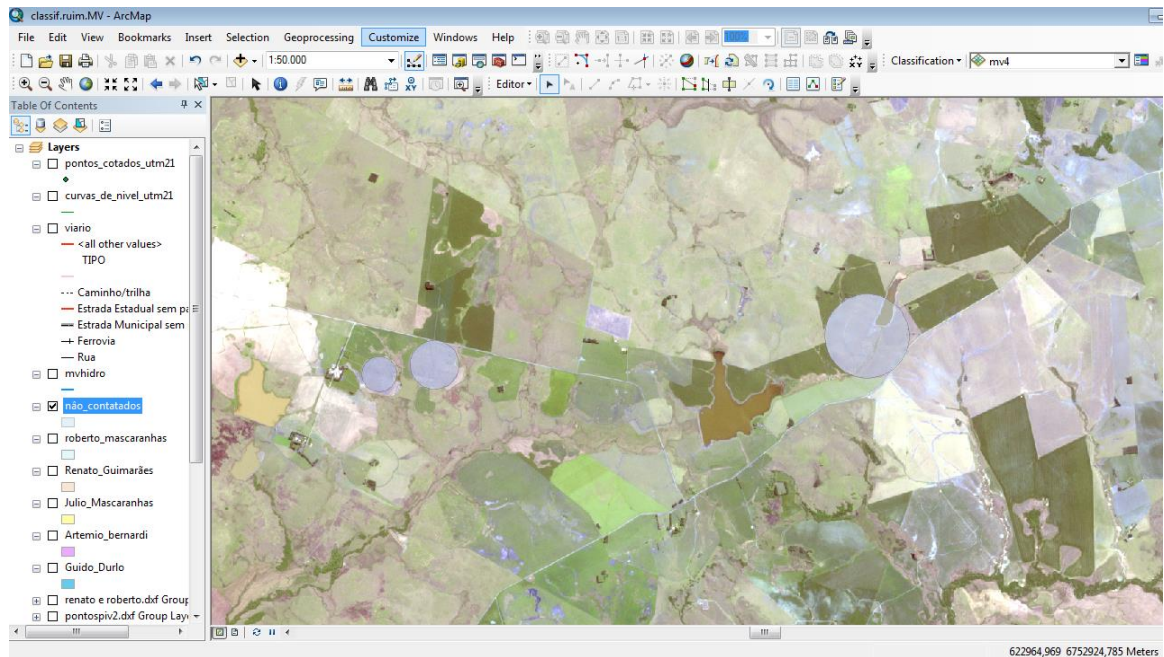


Figura 17 - Produtores não identificados. Pivôs digitalizados.
Fonte: Arcview 10.1/Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Utilizando-se a metodologia proposta, foram elaborados os seguintes mapas temáticos:

4.1 Uso do solo na composição de imagem 4/3/2.

A Figura 18 apresenta o mapa de uso do solo na composição 4/3/2.

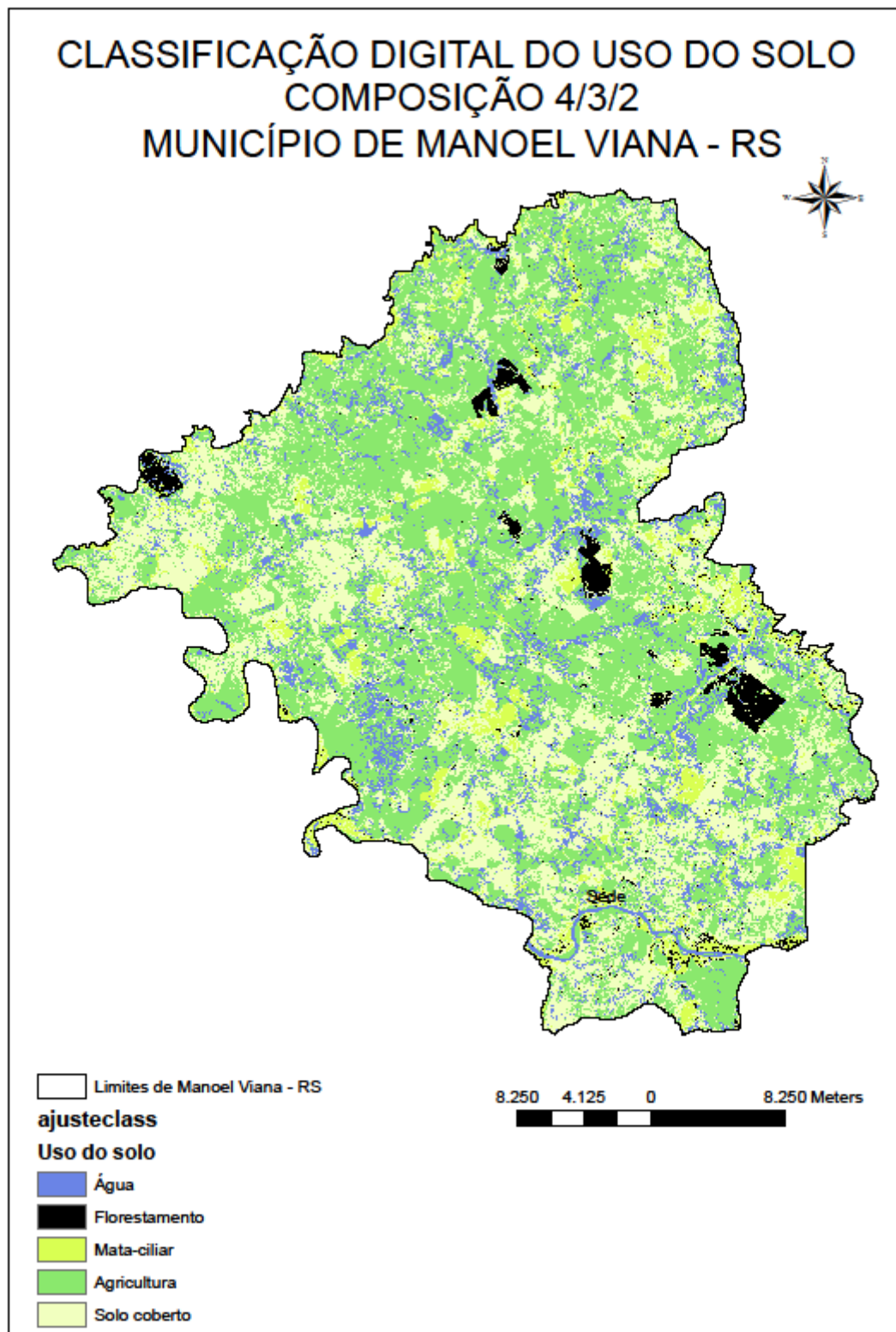


Figura 18 - Classificação digital do uso do solo, composição de bandas 4/3/2.

Fonte: Arcview 10.1 / Elaborado pelo autor.

Para a Classificação digital do uso do solo com composição de bandas 4/3/2 cores verdadeiras, foram obtidos os resultados demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados obtidos para composição 4/3/2.

Classes	Área (ha)	%
Água	14380,19	10,37
Florestamento	3478,75	2,51
Mata-ciliar	10469,01	7,55
Agricultura	65076,71	46,95
Solo coberto	45187,8	32,60
Soma	138592,46	100

Fonte: Excel / Elaborado pelo autor.

Obteve-se 5 classes de uso do solo. Maior área classificada como Agricultura, cerca de 46,95%, Solo coberto 32,60% e Água 10,37% da área total do município. Notou-se que o software confundiu bastante as cores da imagem, como exemplo a cor marrom do Rio Ibicuí e das captações d'água, com o tom marrom dos solos descobertos, aumentando assim a área de água identificada, e não podendo ser possível identificar os solos descobertos, como um todo.

Das áreas consolidadas na Agricultura estão a produção de Arroz, Milho, Soja, Trigo e Pastagens para a Pecuária.

O Florestamento realizado pelos produtores para aproveitamento e extração da madeira.

4.2 Uso do solo na composição de imagem 8/3/2.

A Figura 19 apresenta o mapa de uso do solo na composição 8/3/2.

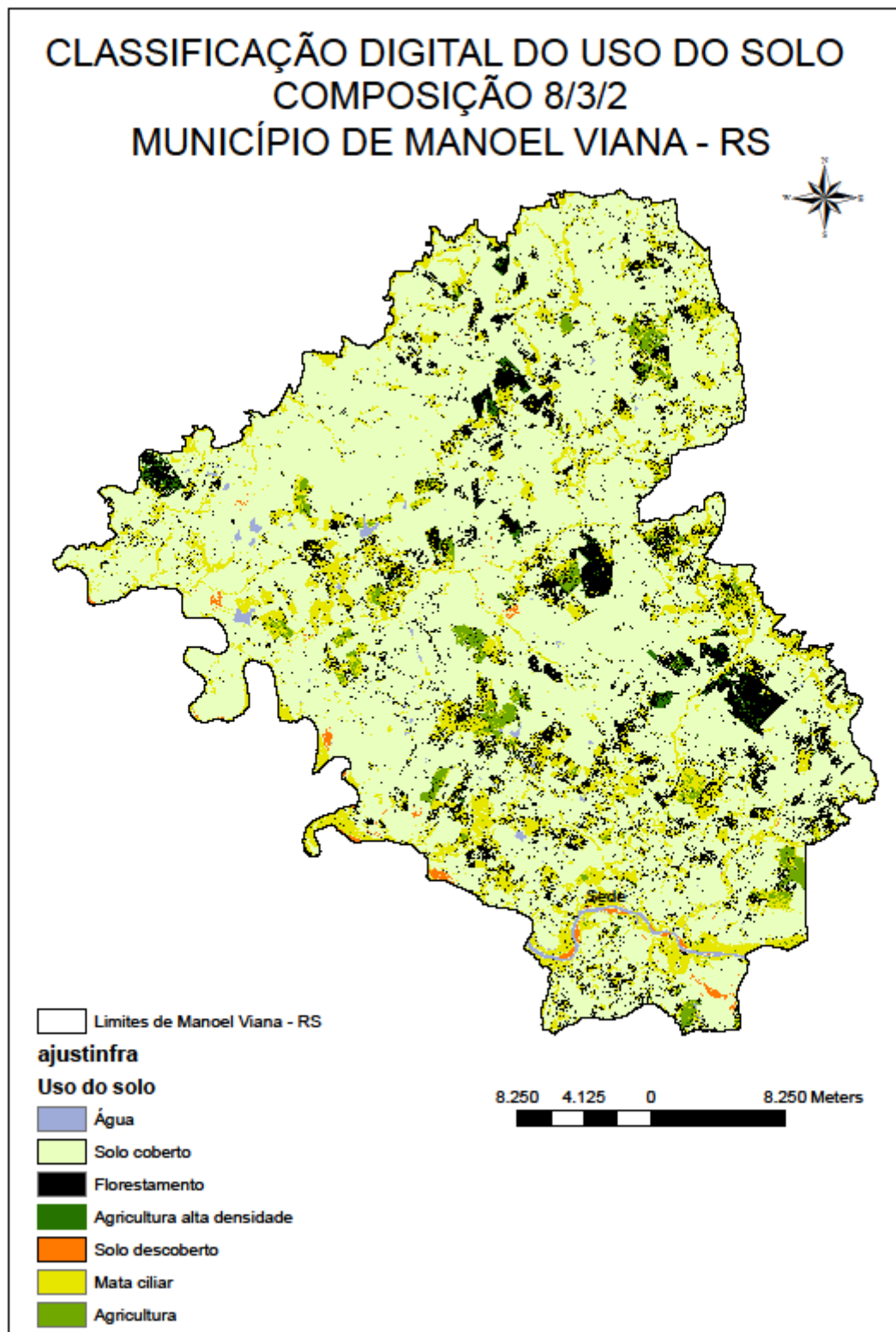


Figura 19 - Classificação digital do uso do solo, composição de bandas 8/4/3.

Fonte: Arcview 10.1 / Elaborado pelo autor.

Para a Classificação digital do uso do solo com composição de bandas 8/3/2 cores falsas, foram obtidos os resultados demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados obtidos para composição 8/3/2.

Classes	Area (ha)	%
Água	872	0,62
Solo coberto	99023	71,44
Florestamento	15073	10,87
Agricultura densa	832	0,60
Solo descoberto	539	0,38
Mata ciliar	19645	14,17
Agricultura	2608,50	1,88
Soma	138592,50	100

Fonte: Excel / Elaborado pelo autor.

Quanto a distribuição das áreas classificadas, obteve-se 71,44 % de Solo coberto, 14,17% de Mata ciliar, 10,87% de Florestamento e as áreas realmente identificadas pelo software como agricultura e agricultura densa equivalente a 2,49 %, Água 0,62% e solo descoberto 0,38%.

Nesta classificação pode-se obter duas classes a mais de identificação do uso do solo totalizando 7 classes. Pode-se identificar uma parte de solos descobertos, e as áreas identificadas como Água de fato correspondem ao Rio Ibicuí e a bacias de captações d'água. Obtivemos também identificação melhorada da Mata ciliar e do Florestamento, mostrando eficácia na distinção de cores vermelhas a partir da composição utilizando a banda 8, correspondente a banda do Infravermelho próximo. Ainda houve dificuldade do software em distinguir as áreas de solos coberto com pastagens e outras culturas, classificando-as em um mesmo tema (solo coberto).

Quanto a agricultura a classificação conseguiu identificar duas diferenças de uso para agricultura onde a vegetação estava em uma tonalidade de vermelho devido a composição de bandas, e agricultura densa onde a cor do vermelho estava mais forte.

4.3 Rede viária

A Figura 20 apresenta o mapa da rede viária do município de Manoel Viana, RS.

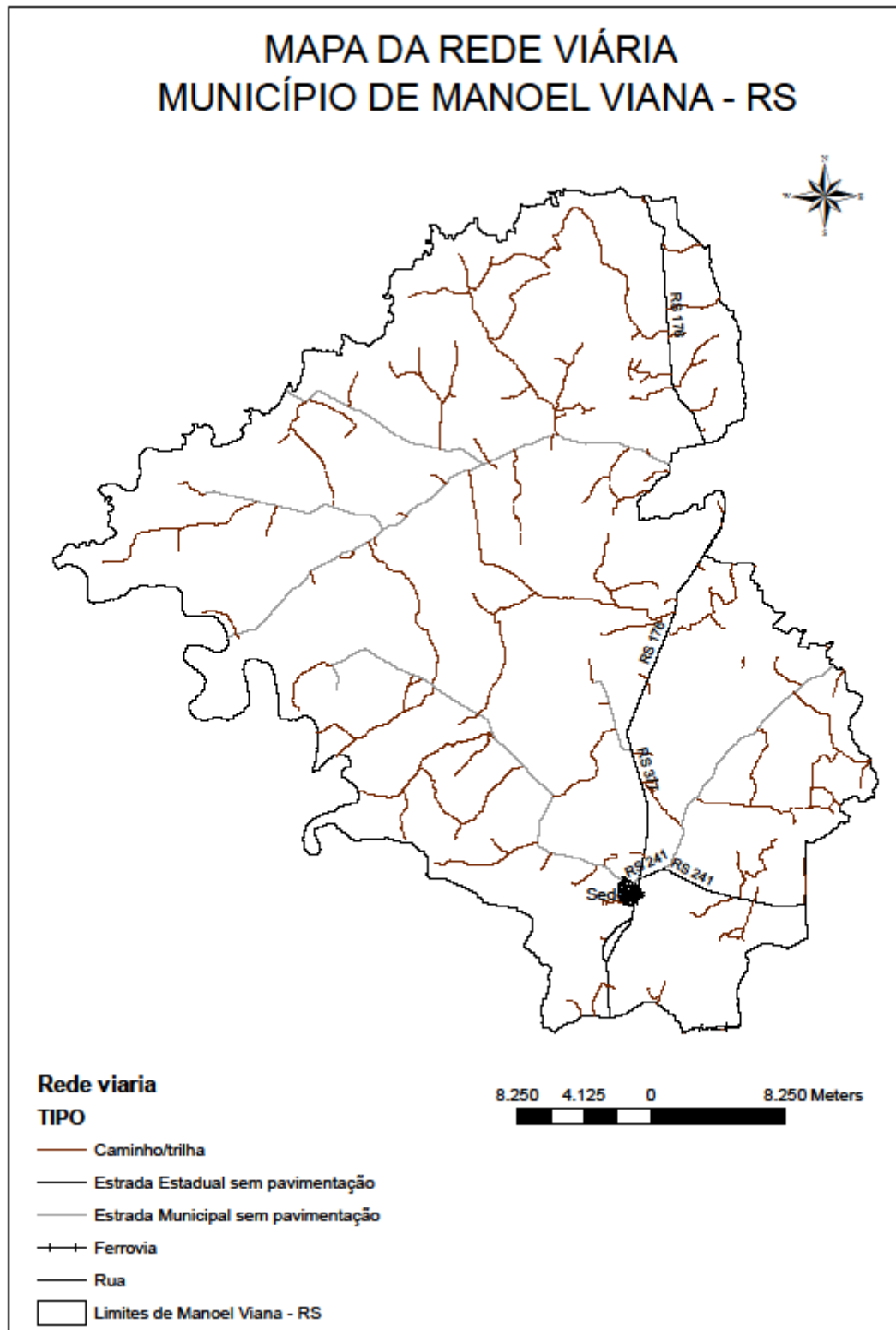


Figura 20 - Mapa Rede Viária de Manoel Viana - RS.

Fonte: Arcview 10.1 / Elaborado pelo autor.

A Tabela 4 traz os comprimentos respectivos da rede viária identificada e contabilizada no Software Arcview, com ajuste de vértices afim de melhorar a contagem total.

Tabela 4 - Distribuição das Estradas Manoel Viana – RS

Tipo	Comprimento (Km)
Estrada Estadual s/ Pavimentação	65,07
Estrada Municipal s/ Pavimentação	108,98
Caminho/Trilha	356,47
Rua	23,67
Total	554,20

Fonte: Excel / Elaborado pelo autor.

Com exceção da área Urbana (ruas) do município, temos predominância de estradas não pavimentadas, sendo distribuídas em Estadual, Municipal e o maior comprimento totalizando 356,47 Km de Caminhos e Trilhas, que levam até as propriedades Rurais.

Foi possível identificar um comprimento total de 554,20 Km da rede viária.

4.4 Altimétrico

A Figura 21 apresenta o mapa de sistema Altimétrico do município de Manoel Viana, RS.

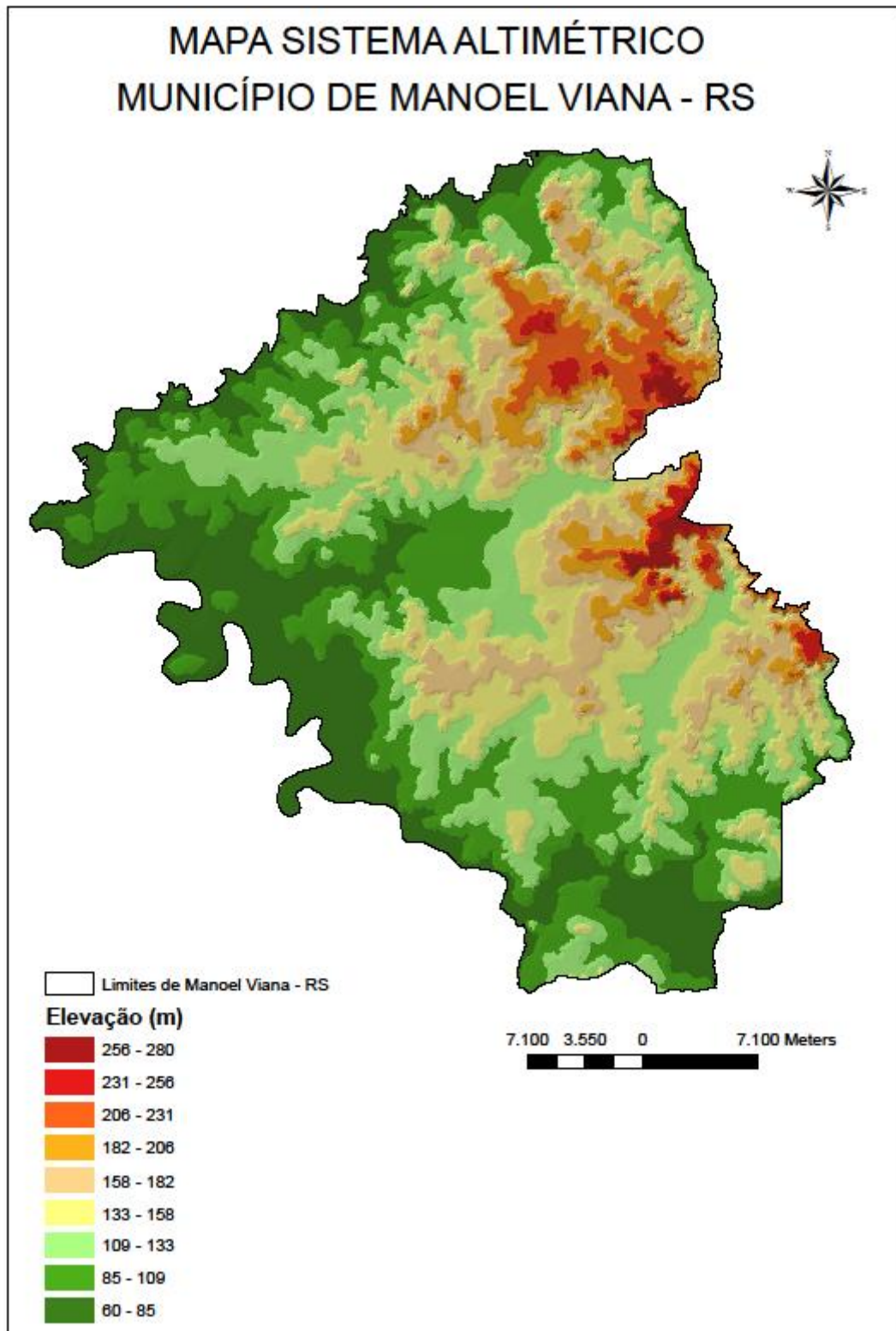


Figura 21 - Mapa sistema Altimétrico do Município de Manoel Viana - RS.

Fonte: Arcview 10.1/Elaborado pelo autor.

Pode-se observar que mais da metade do município encontra-se em altitude equivalente ao intervalo de 60m a 133m distribuídos ao longo do lado oeste, noroeste e sudoestes do município com picos de altitudes equivalentes ao intervalo de 206m a 280m a leste e nordeste.

A Demonstração do mapa de sistema Altimétrico caracterizou um relevo típico das cidades que compõe o Bioma Pampa, ou seja, sem grandes variações na altitude.

O mapa pode auxiliar na implantação de novos projetos agrícolas e também auxiliar em controles ambientais do uso do solo.

4.5 Sistema Hidrográfico

A Figura 22 apresenta o mapa do sistema hidrográfico do município de Manoel Viana, RS.

A região do município tem o clima Subtropical como predominante. Faz parte do Aquífero Guarani e está presente na Bacia Hidrográfica do rio Ibicuí, este que é um dos principais afluentes do Rio Uruguai.

Foi possível identificar uma extensão de 1536,45 Km para o Sistema Hidrográfico do município, distribuídos em percursos d'água perenes e intermitentes. Entre os principais percursos d'água, estão separados em:

- Rios: Itu e Ibicuí.
- Arroios: Miracatu, Caraguataí, São João, Piraju, Piraju-mirim, da Cotia, da Forqueta e do Salso.
- Sangas: Do Araca, do Lajeado, da Eva, Grande, Palermo, do Eloi, do Herval, Jacaré e do Pulador.
- Lajeados: Cunha e do Salso.

4.6 Mapa de identificação digital dos Pivôs Centrais

A Figura 25 apresenta a espacialização das áreas irrigadas por Pivô Central no município de Manoel Viana, RS.

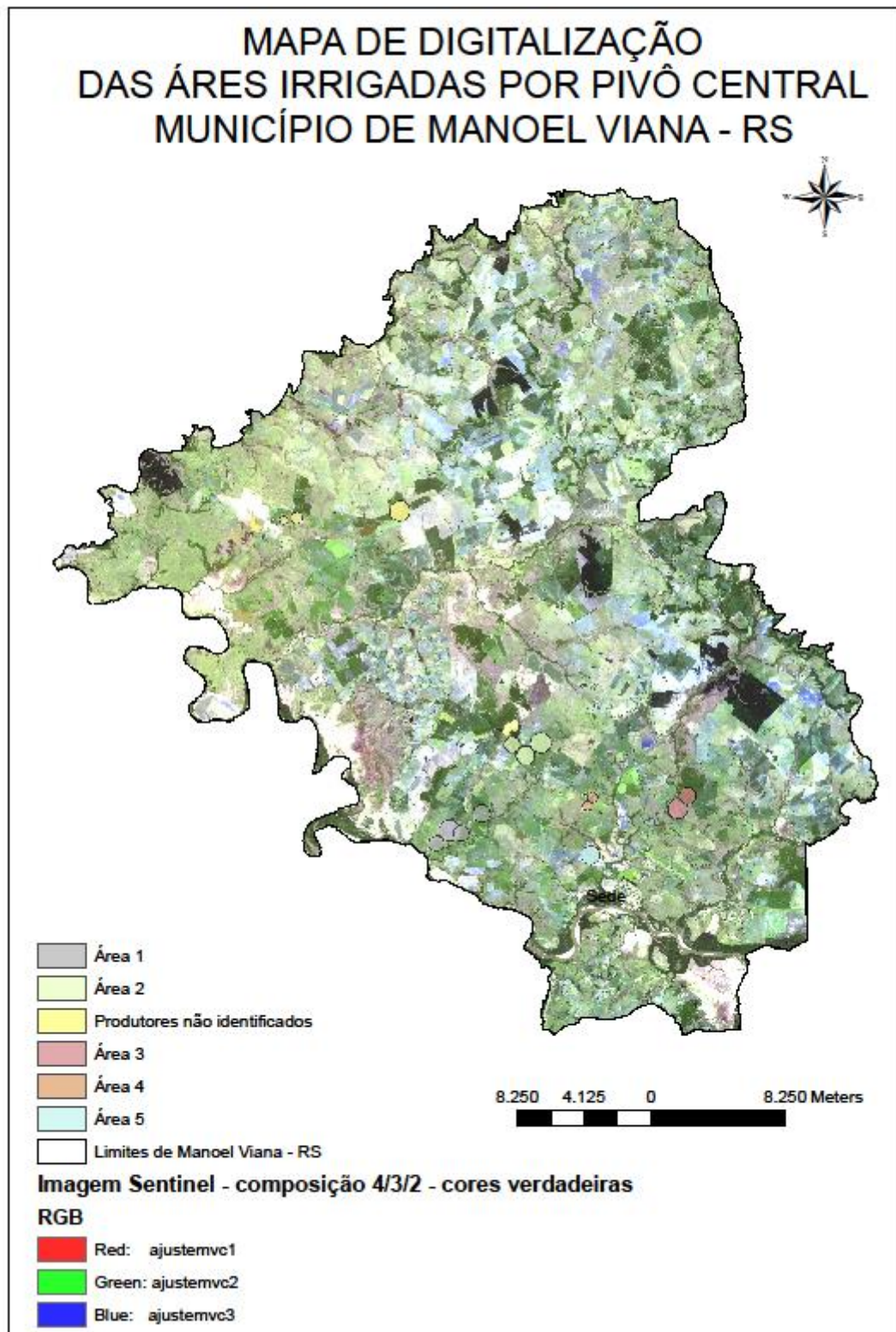


Figura 23 - Digitalização das áreas Irrigadas por Pivô central.

Fonte: Arcview 10.1/Elaborado pelo autor.

Foram identificados 15 Pivôs Centrais em Manoel Viana-RS, dos quais foram visitados 5 produtores identificados e ainda foi possível identificar mais 3 áreas irrigadas por Pivô Central nas imagens Sentinel, destas 3 áreas, não se sabe a quantos produtores pertencem. Resultados de quantificação das áreas demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Distribuição e quantificação das áreas Irrigadas por Pivô Central em Manoel Viana, RS.

Produtores	Área por Pivôs (ha)				Total de cada produtor (ha)
	1	2	3	4	
Produtor 1	134,55	90,5	72,06	70,31	367,42
Produtor 2	72,97	101,38	122,59	0,00	296,94
Não-identificados	120,64	20,78	40,22	0,00	181,64
Produtor 3	118,29	82,62	0,00	0,00	236,58
Produtor 4	33,70	27,30	0,00	0,00	61,00
Produtor 5	103,20	0,00	0,00	0,00	103,20
Total					1246,78 (ha)

Fonte: Excel / Elaborado pelo autor.

4.6 Banco de dados

Atendendo os objetivos foi elaborado um banco de dados com informações das áreas irrigadas pelos pivôs, de acordo com o questionário empregado aos produtores e informações obtidas em visitas aos locais. O banco de dados foi gerado no próprio arquivo de digitalização dos pivôs, assim quem obtiver o arquivo e abri-lo poderá utilizar a ferramenta informações e clicar sobre a área para visualização das informações.

O cálculo do potencial de irrigação de cada pivô foi obtido automaticamente, utilizando ferramenta de cálculo de geometria na tabela de atributos do Arcview 10.1 estudante.

As informações contidas nas tabelas também podem ser transportadas para Excel, conforme a necessidade de uso, para demonstração e edição dos dados conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Banco de dados, dos produtores identificados que possuem Pivô Central no município de Manoel Viana, RS.

Area (ha) P/ Pivô	Culturas implantadas	Manejo de Irrigação	Data de Implantação	Marca do Produto	Manejo do solo	Captação d'água	Agricultura de Precisão
<i>Produtor 1</i>							
134,55	Soja, Milho	Sistema IRRIGA	2011	Fockink	*PD	Rio Ibicuí	Mapa Fertilidade
90,50	Soja, Milho e Pastagem	Sistema IRRIGA	2015	Fockink	*CM	Açude	Mapa Fertilidade
72,06	Soja, Milho e Pastagem	Sistema IRRIGA	2015	Fockink	*CM	Rio Ibicuí	Mapa Fertilidade
70,31	Soja, Milho e Pastagem	Sistema IRRIGA	2011	Fockink	*CM	Rio Ibicuí	Mapa Fertilidade
<i>Produtor 2</i>							
73,00	produção de sementes Soja, Milho, Trigo, Aveia e Azevem	AgroSmart	2012	Fockink	*PD	Barragem	Mapa fertilidade
101,00	produção de sementes Soja, Milho, Trigo, Aveia e Azevem	AgroSmart	2013	Fockink	*PD	Barragem	Mapa fertilidade
123,00	produção de sementes Soja, Milho, Trigo, Aveia e Azevem	AgroSmart	2013	Fockink	*PD	Barragem	Mapa fertilidade
<i>Produtor 3</i>							
118,29	Soja, Milho, Trigo, Aveia e Azevem	Sistema IRRIGA	2011	Fockink	*PD	Arroio Caraguatai	-
82,62	Soja, Milho, Trigo, Aveia e Azevem	Sistema IRRIGA	2011	Fockink	*PD	Arroio Caraguatai	-
<i>Produtor 4</i>							
33,70	Pastagem	-	2014	Fockink	*RV	Açude	-
27,30	Milho e Soja	-	2014	Fockink	*PD	Açude	-
<i>Produtor 5</i>							
103,25	Soja, Milho, Trigo, Aveia e Azevem	-	2011	Lindsay	*PD	Arroio Caraguatai	-

* PD (Plantio Direto), CM (Cultivo Mínimo), RV (Revolvimento).

Fonte: Excel/ Elaborado pelo autor.

Todos os Pivôs são da marca Fockink, com exceção do produtor 5 que possui Pivô Lindsay. O uso das áreas irrigadas pelos pivôs, são ocupadas basicamente com produção de grãos, rotacionados com coberturas de inverno (aveia e azevem).

Foi averiguado o uso para pastagem em áreas dos produtores 1 e 4, e o cultivo para a produção de sementes foi identificado somente nas áreas do produtor 2.

Quanto ao manejo do solo são adotados na maioria, técnicas de conservação Plantio Direto e no Manejo da Irrigação Sistema IRRIGA (Empresa gaúcha) e AgroSmart (Empresa paulista).

No uso de técnicas de Gerenciamento agrícola ou Agricultura de Precisão, foram identificadas atividades de mapa de fertilidade, o que abre oportunidade para aplicação de técnicas mais elaboradas, como mapas de produtividade e irrigação de precisão, cruzando dados já existentes de Fertilidade do Solo.

5 CONCLUSÃO

As técnicas de Geoprocessamento utilizadas se mostraram efetivamente importantes para o cumprimento dos objetivos propostos, bem como as potencialidades das imagens de sensores orbitais, colocadas a disposição dos usuários de forma gratuita, as quais forneceram informações importantes para o planejamento municipal, bem como a nível de produtor rural.

A Identificação e localização das propriedades que possuem a tecnologia de pivô central possibilita o deslocamento de técnicos e equipamentos a serem utilizados ou na sua manutenção.

A estruturação do banco de Dados do município, com relação as áreas irrigadas, é de grande interesse para empresas do ramo, órgãos ambientais municipais estaduais e federal, escoamento da safra, órgãos educacionais, entre outros interessados.

Exemplo prático da contribuição do presente trabalho para a comunidade, será o envio dos arquivos para a Embrapa Milho e Sorgo (MG) e a Agência Nacional de Águas (ANA) que em 2013 realizou a identificação das áreas irrigadas por pivôs Centrais no Brasil, não identificando nenhum pivô no Município de Manoel Viana, RS.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A importância do Geoprocessamento no Planejamento Rural. Revista MundoGEO. Disponível em:

<<http://mundogeo.com/blog/2000/02/02/a-importancia-do-geoprocessamento-no-planejamento-rural/>> . Acesso em 01/11/2016.

Acesso a imagens Sentinel 2. Disponível em:

< <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access>>. Acesso em 02/09/2016.

BARROS, E.; ROCHA, G. A. **Geoprocessamento: instrumento decisivo na gestão de recursos hídricos.** Bahia Análise e Dados, Salvador, v.10, n. 2, p.57-59, set. 2000.

BRAGA, A.L; OLIVEIRA, J. C. **Identificação e quantificação de áreas irrigadas por pivô central utilizando imagens ccd/cbers.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 849-856.

COELHO, G. B, ET AL. **Plano local de habitação de interesse social – PLHIS, relatório técnico final.** Prefeitura Municipal de Manoel Viana, 2010, Rio Grande do Sul, 106 p.

Descrição do Satélite Sentinel 2. Disponível em:

<<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/satellite-description>>. Acesso em 01/09/2016.

Descrição da Missão Sentinel. Disponível em:

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home>. Acesso em 01/09/2016.

Download Aplicativo SNAP. Disponível em:

< <http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>>. Acesso em 02/09/2016

FERNANDES, M. L. **Retorno financeiro e risco de preço da cultura do Feijão irrigado via Pivô central na região noroeste de Minas Gerais.** Revista

Informações econômicas, SP, v. 42, n. 1, jan./fev. 2012. Disponível em :

<<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/IE/2012/tec4-0112.pdf>> . Acesso em: 21/10/2016.

FIORIO, P. R. **Download de imagens do landsat-8** apostila técnica. Piracicaba, Universidade de São Paulo escola superior de agricultura 2013. 5 p.

GARMIN. **eTrex Manual do Utilizador.** New Taipei City, Taiwan: Garmin Corporation, 2011.

GOMES, E.; PESSOA, L.M.C.; JÚNIOR, L.B.S. **Medindo Imóveis Rurais com GPS.** Brasília: LK-Editora, 2001. 136p.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em Recursos Terrestre**. 2ª. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009

JESSEN, J. R., ET AL. **Manual of Geospatial Science & Technology**, London: Taylor & Francis, 623 p.

JOSEPH, G. **“How Well Do We Understand Earth Observation Electro-optical Sensor Parameters?”** ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 55:9-12, 2000.

JÚNIOR, C. B.; BARBASSA, A. P. **Geoprocessamento e recursos hídricos: Aplicações práticas**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2007

LIMA, J. E.F.W, ET AL. **Levantamento da área irrigada por pivô-central no cerrado por meio da análise de imagens de satélite**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

LOLLO, J. A. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 1996. Tese de Doutorado.

MADRUGA, R. A. **Geração de base cartográfica digital utilizando imagens de satélite de altíssima resolução espacial para o suporte ao planejamento municipal**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2008.

MAGELLAN. **Manual de Utilização ProMark3**. [S.I.]: MAGELLAN PROFESSIONAL.

MAPSOURCE. **Manual Garmin**. GARMIN Ltda, 2008.

MENESES, R. P, ET AL. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. 1 ed. Brasília: Unb e Cnpq, 2012.

Métodos para pesquisa e download de imagens de satélite Sentinel 2.

Disponível em: <http://www.processamentodigital.com.br/wpcontent/uploads/2016/08/Sentinel2_Download_de_Imagens.pdf>. Acesso em 02/09/2016.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2011. 422 p.

NOVO, E. M. L. D. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3ª. ed. São Paulo: Blucher, 2008.

NUNES, J. L. D. S. **Georreferenciamento: Conceito**. [S.I.]: AgroLink. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/georreferenciamento/Conceito.aspx>>. Acesso em: 09 dez. 2014.

OLIVEIRA, M. Z. DE, ET AL. **Imagens do Google Earth para fins de planejamento ambiental: uma análise de exatidão para o município de São Leopoldo/RS.** [S.l.]. 2008.

PEREIRA, K.D.; AUGUSTO, M.J.C. **O Sistema Geodésico Brasileiro e a Lei de Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário** – UFSC Florianópolis. Outubro de 2004. Disponível em: http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/042.pdf. Acesso em: 02/11/2015.

Pesquisa de áreas irrigadas por Pivôs centrais no Brasil, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2531814/ana-e-embrapa-fazem-mapa-da-agricultura-irrigada-no-brasil>>. Acesso em 05/11/2015.

PIRES, R.C.M, ET AL. **Agricultura Irrigada.** Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária, p. 98-111, 2008. Disponível em: <http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/T&IA/T&IAv1n1/Revista_Apta_Artigo_Agricultura.pdf> . Acesso em: 20/10/2016.

SCCOTTI, A. A. V, ET AL. **Atlas geoambiental do município de Manoel Viana, oeste do rio grande do sul.** Revista Geonorte, Edição Especial, V.2, N.4, p.1335 - 1347, 2012.

SILVA, A. D. B. **Sistemas de Informações Georreferenciadas: conceitos e fundamentos.** Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

SILVA, V. C. B. **Iniciando no ArcGIS:** apostila de SIG. Belo Horizonte: DCBAS, 2010. 62 p.

THALES. **Manual de Utilização ProMark3.** [S.l.]: THALES NAVIGATION, 2005.

THALES. **Manual de Utilização ProMark3.** [S.l.]: THALES NAVIGATION, 2010.

TORLAY, R. **Obtenção de Imagem do Google Earth para Classificação de Uso e Ocupação do solo.** PUC-SP. Campinas. 2010.

TRENTIN, R., ET AL. **Mapeamento geomorfológico do município de Manoel Viana- oeste do Rio Grande do Sul – Brasil.** São Paulo, UNESP, Geociências, v.32, n.2, p. 333-345, 2013.

ANEXO A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PRODUTORES

- 1- Há quanto tempo o sistema de irrigação por pivô central foi implantado?
- 2- Quais as culturas que já foram implantadas?
- 3- Como é feito o manejo da área?
- 4- Como é feito o manejo de irrigação?
- 5- São realizadas análises físicas e químicas da área? Se sim, quais/ Qual a periodicidade?
- 6- Marca do pivô?
- 7- Equipe responsável por manutenção?
- 8- Qual é o sistema de captação de água?