

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO LAJEADO GRANDE EM
ALEGRETE/RS.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALEGRETE - RS

Rômulo Moraes da Silva

Alegrete, RS, Brasil

2015

**AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO LAJEADO GRANDE EM
ALEGRETE/RS.**

por

Rômulo Moraes da Silva

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

Bacharel em Engenharia Agrícola

Orientador: Prof.^a Pedro Roberto de Azambuja Madruga

Alegrete, RS, Brasil.

2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S586a Silva, Rômulo Moraes da
Avaliação multitemporal do uso e cobertura da terra na
microbacia hidrográfica do arroio Lajeado Grande em
Alegrete/RS / Rômulo Moraes da Silva.
53 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2015.
"Orientação: Pedro Roberto de Azambuja Madruga".

1. Geoprocessamento. 2. arroio Lajeado Grande. 3. Uso e
cobertura da terra. 4. Sistema de informação geográfico. I.
Título.

**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

**AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO LAJEADO GRANDE EM
ALEGRETE/RS.**

elaborado por
Rômulo Moraes da Silva

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

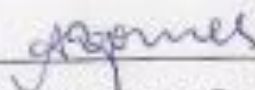
COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga, (Orientador – Unipampa)



Prof.ª Dr.ª Adriana Gindri Salbego, (Unipampa)



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

Alegrete, 13 de julho de 2015.

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

AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO LAJEADO GRANDE EM ALEGRETE/RS.

Autor: Rômulo Moraes da Silva

Orientador: Pedro Roberto de A. Madruga

Alegrete, 13 de julho de 2015.

Este trabalho objetivou efetuar uma análise multitemporal do uso e a cobertura da terra na microbacia hidrográfica do Arroio Lajeado Grande no município de Alegrete no estado do Rio Grande do Sul. Foi verificado o uso e cobertura da terra no período de 1984, 1994, 2004 e 2010, assim determinando a alteração do uso e cobertura da terra ao longo da série temporal. Foram elaborados mapas de uso e cobertura da terra e cruzamento entre os anos 1984, 1994, 2004 e 2010. Sendo elaborados no ArcGIS 10.1. A avaliação dos cruzamentos do uso e cobertura da terra e a tabulação cruzada propiciou a quantificação das alterações na área de estudo. Nos anos 1984 e 1994 foi constatado o aumento da floresta nativa, assim mostrando o nível de conservação da área de estudo, o campo nativo expandiu com a diminuição da agricultura. De 1994 a 2004 o campo nativo reduziu sua área significativamente com expansão da agricultura e pastagem, e entre 2004 a 2010 houve a diminuição da floresta nativa, aumento na área de campo nativo e diminuição na área de pastagem. Assim concluiu-se que a microbacia hidrográfica do arroio Lajeado Grande teve sua alteração no uso e cobertura da terra por meio antrópico, principalmente no reflorestamento e no uso em agricultura e a metodologia de

classificação supervisionada utilizada no trabalho atendeu aos objetivos propostos no estudo.

Palavras chave: Avaliação multitemporal, Geoprocessamento, Arroio Lajeado Grande, Bacia hidrográfica.

ABSTRACT

Conclusion of course work
Course of Agricultural Engineering
Federal Institute of Education, Science and Technology Farroupilha, RS, Brazil
Federal University of Pampa, RS, Brazil

USE MULTITEMPORAL EVALUATION AND LAND COVER IN THE WATERSHED OF THE RIVER LAJEADO GRANDE ALEGRETE / RS.

Author: Rômulo Moraes da Silva
Advisor: Pedro Roberto de A. Madruga
Alegrete, July 13, 2015.

This study aimed to make a multi-temporal analysis of use and land cover in the watershed of Arroio Lajeado Grande in Alegrete municipality in the state of Rio Grande do Sul. It was found the use and land cover in the 1984 period, in 1994, 2004 and 2010, thus determining the change of use and land cover over the time series. Use maps were prepared and land cover and cross between the years 1984, 1994, 2004 and 2010. Being drafted in ArcGIS 10.1. The evaluation of the use crossings and land cover and the cross-tabulation provided the quantification of changes in the study area. In the years 1984 and 1994 was noted the increased native forest, showing the level of conservation of the study area, the native field expanded with the decline of agriculture. From 1994 to 2004 the native pasture reduced significantly with expansion of agriculture and pasture, and from 2004 to 2010 the decrease of native forests, increase in native grassland area and decrease in pasture area. Thus concluded that the river of Lajeado Grande creek watershed had his change in land use and land cover through anthropogenic, especially in reforestation and the use in agriculture and the methodology used in the work met the objectives proposed in the study.

Key Words: Multitemporal evaluation, Geoprocessing, Arroio Lajeado Grande, Water parting.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3 REVISÃO DA LITERATURA	10
3.1 SOLOS	10
3.2 USO E COBERTURA DA TERRA	10
3.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS	12
3.4 SENSORIAMENTO REMOTO	13
3.5 COMPORTAMENTO ESPECTRAL	14
3.5.1 Comportamento espectral dos minerais	14
3.5.2 Comportamento espectral dos solos	15
3.5.3 Comportamento espectral da vegetação	16
3.5.4 Comportamento espectral da água	17
3.6 IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO	18
3.7 IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT	18
3.8 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS	19
3.9 GEORREFERENCIAMENTO	19
3.10 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS	19
3.11 GEOPROCESSAMENTO	20
3.12 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS (SIG)	20
3.13 SOFTWARE ARCGIS	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
4.2 MATERIAL UTILIZADO	23
4.3 GEORREFERENCIAMENTO	23
4.4 CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS	23
4.5 GERAÇÃO DOS MAPAS	24
4.6 EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA	24
5 RESULTADOS E DISCUSÃO	26

5.1 GERAÇÃO DE CARTAS IMAGENS DA ÁREA EM ESTUDO.....	26
5.2 USO E COBERTURA DA TERRA.....	32
5.2.1 Uso e cobertura da terra em 1984	32
5.2.2 Uso e cobertura da terra em 1994	34
5.2.3 Uso e cobertura da terra em 2004	36
5.2.4 Uso e cobertura da terra em 2010	38
5.3 EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA	40
5.3.1 Uso e cobertura da terra em 1984 e 1994	40
5.3.2 Uso e cobertura da terra em 1994 e 2004	43
5.3.3 Uso e cobertura da terra em 2004 e 2010	45
6 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS.....	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Sistemas de classificação do uso da terra por sensoriamento remoto, segundo Jensen (1983).....	11
Tabela 2 - Características do sistema de classificação do uso da terra, segundo IBGE (1999).	12
Tabela 3 - Regiões do espectro mais adequados para o estudo de propriedades físico-químicas das rochas, segundo Novo, (2008).	15
Tabela 4 - Faixas espectrais do LANDSAT 5.....	19
Tabela 5 - Quantificação da correção geométrica das imagens.	26
Tabela 6 - Uso e cobertura da terra em 1984.	32
Tabela 7 - Uso e cobertura da terra em 1994.	34
Tabela 8 - Uso e cobertura da terra em 2004.	36
Tabela 9 - Uso e cobertura da terra em 2010.	38
Tabela 10 - Tabulação cruzada entre as classes de uso e cobertura da terra de 1984 e 1994.	41
Tabela 11- Tabulação cruzada entre as classes de uso e cobertura da terra de 1994 e 2004.	43
Tabela 12 - Tabulação cruzada entre as classes de uso e cobertura da terra de 2004 e 2010.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Subsistemas que compõem o sistema de informações derivadas de sensoriamento remoto, apresentado por Novo (2008).....	14
Figura 2 - Espectros de reflectância representativos de horizonte superficiais de solos: a) forma de solos com domínio de matéria orgânica; b) forma de solos jovens com alteração mínima de material de origem; c) forma de solos afetada pela presença de compostos; d) forma de solos afetada pela matéria orgânica; e) forma de solos com domínio de compostos de ferro. Fonte: Stoner e Baumgardner (1981).....	16
Figura 3 - Interação da energia solar com a folha: radiação incidente (I), energia refletida (R), parte absorvida (A), e parte transmitida (T). Fonte: Moreira (2011).	17
Figura 4 - Localização da microbacia hidrográfica do Arroio Lajeado Grande em Alegrete/RS.....	22
Figura 5 - Carta imagem de 1984 da área em estudo.....	28
Figura 6 - Carta imagem de 1994 da área em estudo.....	29
Figura 7 - Carta imagem de 2004 da área em estudo.....	30
Figura 8 - Carta imagem de 2010 da área em estudo.....	31
Figura 9 - Mapa de uso e cobertura da terra em 1984.....	33
Figura 10 - Mapa de uso e cobertura da terra em 1994.....	35
Figura 11 - Mapa de uso e cobertura da terra em 2004.....	37
Figura 12 - Mapa de uso e cobertura da terra em 2010.....	39
Figura 13 - Quantificação temporal do uso e cobertura da terra.....	40
Figura 14 - Quantificação da evolução temporal do uso e cobertura da terra de 1984/1994.....	41
Figura 15 - Mapa da evolução do uso e cobertura da terra de 1984/1994.....	42
Figura 16 - Quantificação da evolução temporal do uso e cobertura da terra de 1944/2004.....	43
Figura 17 - Mapa da evolução do uso e cobertura da terra de 1994/2004.....	44
Figura 18 - Quantificação da evolução temporal do uso e cobertura da terra de 2004/2010.....	45
Figura 19 - Mapa da evolução do uso e cobertura da terra de 2004/2010.....	46

1 INTRODUÇÃO

Com a intensa modernização dos sistemas produtivos alçados pelo modelo capitalista atual, vem sido exigido ainda mais do meio ambiente. O homem vem mudando drasticamente o espaço geográfico, e esta alteração tem gerado um grande desequilíbrio ambiental, uma vez que não são considerados na tomada de decisões parâmetro técnicos.

O levantamento do uso e cobertura do solo vem se tornando indispensável para planejar de forma sustentável o uso racional de nossas terras agrícolas, assim podendo monitorar problemas como desenvolvimento descontrolado, desmatamento irregular, conflitos com área de preservação permanente, alteração do bioma próprio do ambiente e deterioração da qualidade ambiental.

Estudos desta magnitude têm sido extremamente facilitados pelo uso das geotecnologias e principalmente pelo uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento. O sensoriamento remoto, por permitir a obtenção de dados espaciais sem contato direto, bem como a evolução constante dos satélites e sensores, e o geoprocessamento como ferramenta para análise destes dados num âmbito geral do ambiente.

O monitoramento das modificações de uso e ocupação das terras deve ser acompanhado de avaliações técnicas que subsidiem a interpretação da sustentabilidade ambiental, principalmente em áreas predominantemente de uso agrícola.

Este trabalho objetivou efetuar uma análise multitemporal do uso e a cobertura da terra na microbacia hidrográfica do Arroio Lajeado. Para tanto verificou-se o uso e cobertura da terra nos períodos de 1984, 1994, 2004 e 2010, foi efetuado uma análise multitemporal do uso e cobertura da terra no período de 1984, 1994, 2004 e 2010, identificando as alterações ocorridas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Efetuar uma análise multitemporal do uso e cobertura da terra na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lajeado Grande, utilizando imagens de satélite de diferentes anos (1984, 1994, 2004 e 2010).

2.2 Objetivos Específicos

Verificar as alterações dos usos e coberturas da terra na microbacia em estudo, nos anos de 1984, 1994, 2004 e 2010;

Estruturar o banco de dados espacial do uso da terra da microbacia no Sistema de Informações Geográficas (SIG);

Identificar imagens de satélite referente ao período 1984, 1994, 2004 e 2010, da área de estudo;

Estruturar a base cartográfica da microbacia hidrográfica do arroio Lajeado Grande;

Espacializar e quantificar o uso e cobertura da terra, através de imagens de satélite;

Analisar as alterações do uso e cobertura da terra para os diferentes períodos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Solos

O solo pode ser definido como um corpo natural da superfície terrestre, cujas propriedades são devidas aos efeitos integrados do clima e dos organismos vivos (plantas e animais) sobre o material de origem, condicionados pelo relevo durante um período de tempo (MOREIRA, 2011, p. 52).

Curi *et al.* (1993) também destaca o “solo como material mineral e/ou orgânico inconsolidado na superfície da terra, que serve como um meio natural para o crescimento e desenvolvimento de diversos organismos vivos”.

Este se desenvolve na interseção da litosfera, biosfera, atmosfera e hidrosfera, sua formação é um fenômeno de superfície, variável a pequenas distâncias.

Segundo Resende *et al.* (2002) o solo é um importante estratificador do ambiente, influencia diretamente na organização dos ecossistemas, devido a interações com o substrato rochoso, água, clima e a vegetação.

A degradação dos solos é tema de estudos importantes, visto que suas consequências não prejudicam exclusivamente o processo de produção agrícola, mas também, outros fatores como, por exemplo, os recursos hídricos e a vegetação (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1990, p. 355).

Neste contexto se ressalta a importância das boas práticas de conservação e manejo do solo, já que estas resultam em melhor equilíbrio e qualidade ambiental, assim mantendo por maior tempo nossos recursos renováveis.

3.2 Uso e cobertura da terra

O estudo do uso e cobertura da terra é um importante passo para se conhecer o meio em que vivemos, já que existe a possibilidade de revisitarmos o passado por meio de imagens de satélite, assim viabilizando estimar as consequências futuras.

Segundo Anderson et al. (1979), é o pré-requisito básico para o estabelecimento do melhor uso da terra é a informação sobre os tipos já existentes de uso e as mudanças ocorridas neste tempo.

Destaca Ferreira (2006), que não existe consenso entre os autores sobre uma classificação de cobertura vegetal e de uso da terra seja única e ideal, por existir uma grande variabilidade na demanda dos recursos naturais, portanto a classificação de uso é feita para atender a necessidade do usuário.

Para iniciar a elaboração de um mapa de uso e cobertura da terra é necessária, primeiramente a definição das classes de uso, que virão a ser avaliadas no estudo. Devido a existência de inúmeros tipos de sensores orbitais, e escalas diversas alguns autores propuseram sistemas de classificação de uso e cobertura da terra para se obter uma uniformização dos dados. Dentre estes sistemas apresenta-se o desenvolvido por Jensen (1983) que destaca características da classificação em relação aos sensores, apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Sistemas de classificação do uso da terra por sensoriamento remoto, segundo Jensen (1983).

Critérios	Nível I	Nível II	Nível III	Nível IV
Utilização principal	Nacional	Nacional	Estadual / Regional	Local
Escala de Mapeamento	1:250.000 – 1:1.000.000	1:125.000 – 1:250.000	1: 50.000 – 1: 125.000	1: 25.000 – 1: 50.000
Unidade mínima mapeável	95 ha – 1497 ha	25 ha – 95 ha	4 ha – 25 ha	0,8 ha – 4 ha
Base para classificação	Cobertura do solo	Cobertura do solo	Cobertura do solo / atividade	Cobertura do solo / atividade
Sistema original	Serviço Geológico Norte-americano-USGS	Serviço Geológico Norte-americano-USGS	Michigan	Michigan
Fonte de dados	Interpretação de imagem	Interpretação de imagem	Interpretação de imagem e de dados de campo	Interpretação de imagem e de dados de campo

Somente em 1999 o IBGE publica o Manual Técnico de Uso da Terra, este com a sistematização do Sistema de Classificação de Uso Atual da Terra (IBGE,

1999). Tal manual leva em consideração o tipo de uso da terra na data do mapeamento, manejo empregado e o sistema de produção.

Neste sistema as classes de uso são definidas por unidade simples ou associação de classes, variando pela escala do projeto, como demonstrado na tabela 2.

Tabela 2 - Características do sistema de classificação do uso da terra, segundo IBGE (1999).

Tipo	Exploratório	Reconhecimento	Semidetalhe	Detalhe
Escala	1: 1.000.000 – 1: 2.500.000	1:250. 000 – 1: 1.000.000	1: 100.000 – 1: 25.000	> 1: 25.000
Características	Indicação das classes dominantes ou de associação de classes	Indicação das classes e tipos dominantes ou associações dominantes	Indicação das classes, tipos e subtipos dominantes ou associações dominantes	Indicação das classes, tipos e subtipos e espécies (vegetais) dominantes ou associações dominantes

O mapeamento do uso e cobertura do solo é uma grande contribuição para se conhecer melhor determinada área, já que se alia conhecimentos geologia, biologia, pedologia, engenharia e varias outras áreas. Assim se obtendo estudos de grau de confiabilidade excelentes, principalmente para monitoramento e tomadas de decisões.

3.3 Bacias Hidrográficas

“A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório” (TUCCI, 2009, p. 40).

Ferreira (2006) também destaca a bacia hidrográfica como uma unidade natural de análise da superfície terrestre, nesta é possível reconhecer e estudar as inter-relações que existem entre os diversos elementos da paisagem e a evolução geomorfológica.

Para Cunha (1998) a utilização das microbacias hidrográficas para estudos ambientais são ideais, já que essas unidades integram as condições naturais com a atividade humana, uma vez que, mudanças em qualquer dessas unidades, pode gerar alterações impactantes a jusante dela. Inúmeros autores vêm usando as microbacias hidrográficas como suas áreas de estudo, devido a exclusividade que esta formação geomorfológica propicia.

3.4 Sensoriamento Remoto

“O sensoriamento remoto está intimamente ligado à medida da radiação eletromagnética, refletida ou emitida dos alvos da superfície terrestre, bem como ao tratamento e à disponibilização dessa informação numa forma passível de ser interpretada” (MOREIRA, 2011, p. 17).

Novo (2008) define sensoriamento remoto como sendo a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados em plataformas, com objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos na superfície do nosso planeta.

Novo (2008) também destaca a aquisição de informações no sensoriamento remoto dividida em dois sistemas, estes sendo a aquisição de dados e a produção de informações. Tais sistemas são representados no fluxograma da figura 1.

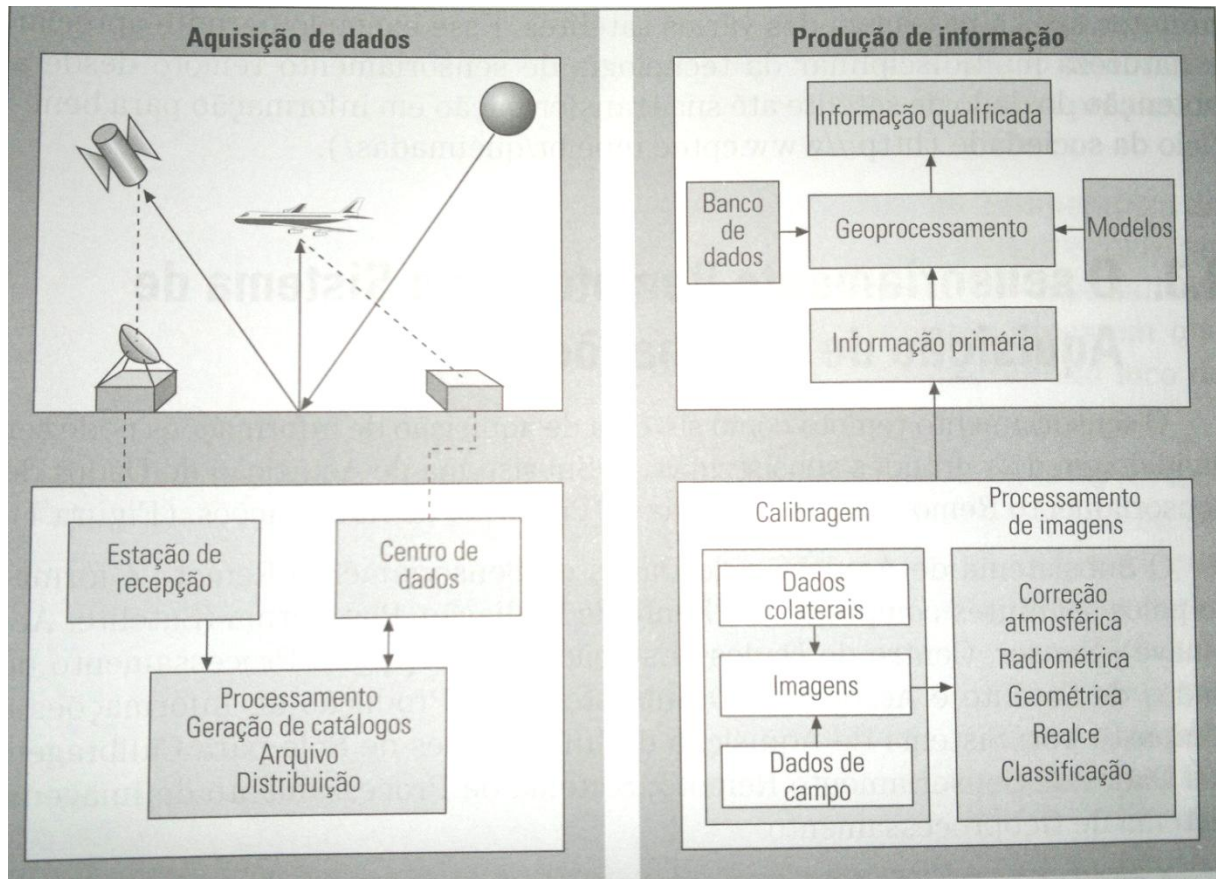


Figura 1 - Subsistemas que compõem o sistema de informações derivadas de sensoriamento remoto, apresentado por Novo (2008).

3.5 Comportamento Espectral

3.5.1 Comportamento espectral dos minerais

“As rochas apresentam comportamento espectral semelhante ao dos solos, o que não é surpreendente, uma vez que estes são produtos de alterações daquelas” (NOVO, 2008, p. 237).

Segundo Ferreira (2006) os elementos e substâncias mais importantes para determinar as feições diagnósticas na faixa do espectro de 0,4 a 2,5 μm são os íons ferrosos e férrico, água e hidroxila. O elementos químicos mais freqüentes como silício, alumínio e magnésio possuem importância secundária (ROSA, 1995).

Novo (2008) apresenta a tabela abaixo com as regiões mais adequadas para o estudo das propriedades das rochas.

Tabela 3 - Regiões do espectro mais adequados para o estudo de propriedades físico-químicas das rochas, segundo Novo, (2008).

Regiões do espectro	Propriedade	Autor
2,74 μm	Detecção de minerais com presença de hidroxilas na estrutura	
1,6 μm	Identificação de zonas de alteração hidrotermal ricas em argila	Podwysocki <i>et al.</i> , 1983
2,17 μm e 2,20 μm	Identificação de minerais de argila	Goetz e Rowan, 1981
0,8-1,0 μm	Identificação de ferro	

3.5.2 Comportamento espectral dos solos

Os parâmetros do solo que influenciam a radiação refletida ou emitida da superfície são vários, porém a literatura cita como mais importantes os óxidos de ferro, a umidade, a matéria orgânica, a granulometria, a mineralogia da argila e o material de origem (MOREIRA, 2011, p. 58).

As variações espectrais entre os diferentes tipos de solo estão normalmente associados aos processos de absorção da radiação eletromagnética atribuídos a esses componentes (FERREIRA, 2006, p. 17).

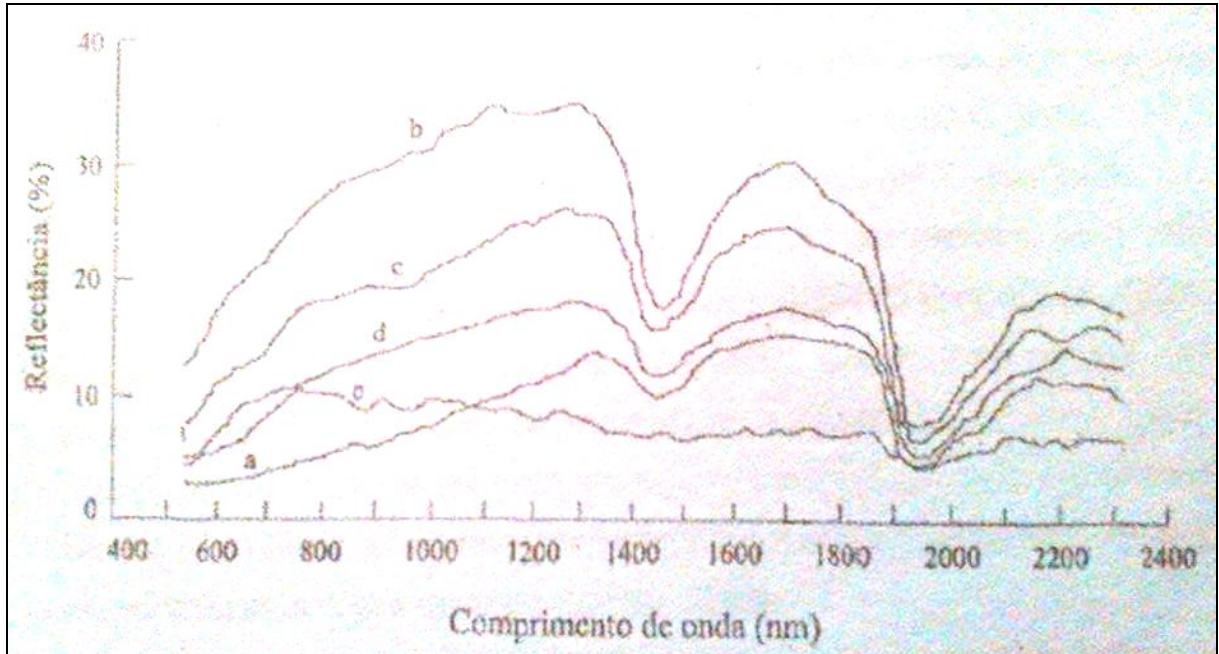


Figura 2 - Espectros de reflectância representativos de horizonte superficiais de solos: a) forma de solos com domínio de matéria orgânica; b) forma de solos jovens com alteração mínima de material de origem; c) forma de solos afetada pela presença de compostos; d) forma de solos afetada pela matéria orgânica; e) forma de solos com domínio de compostos de ferro. Fonte: Stoner e Baumgardner (1981).

3.5.3 Comportamento espectral da vegetação

Ponzoni (2001) explica que o comportamento espectral da vegetação na região do espectro eletromagnético do visível, caracteriza-se pela absorção da radiação eletromagnética (REM) pelos pigmentos nas folhas. “A quantidade de energia absorvida, transmitida ou refletida pelas folhas das plantas podem diferir de uma espécie para outra ou até mesmo dentro da própria espécie, porque existem, dentre outros, os fatores ambientais que influenciam direta ou indiretamente nesta interação” (MOREIRA, 2011, p. 73).

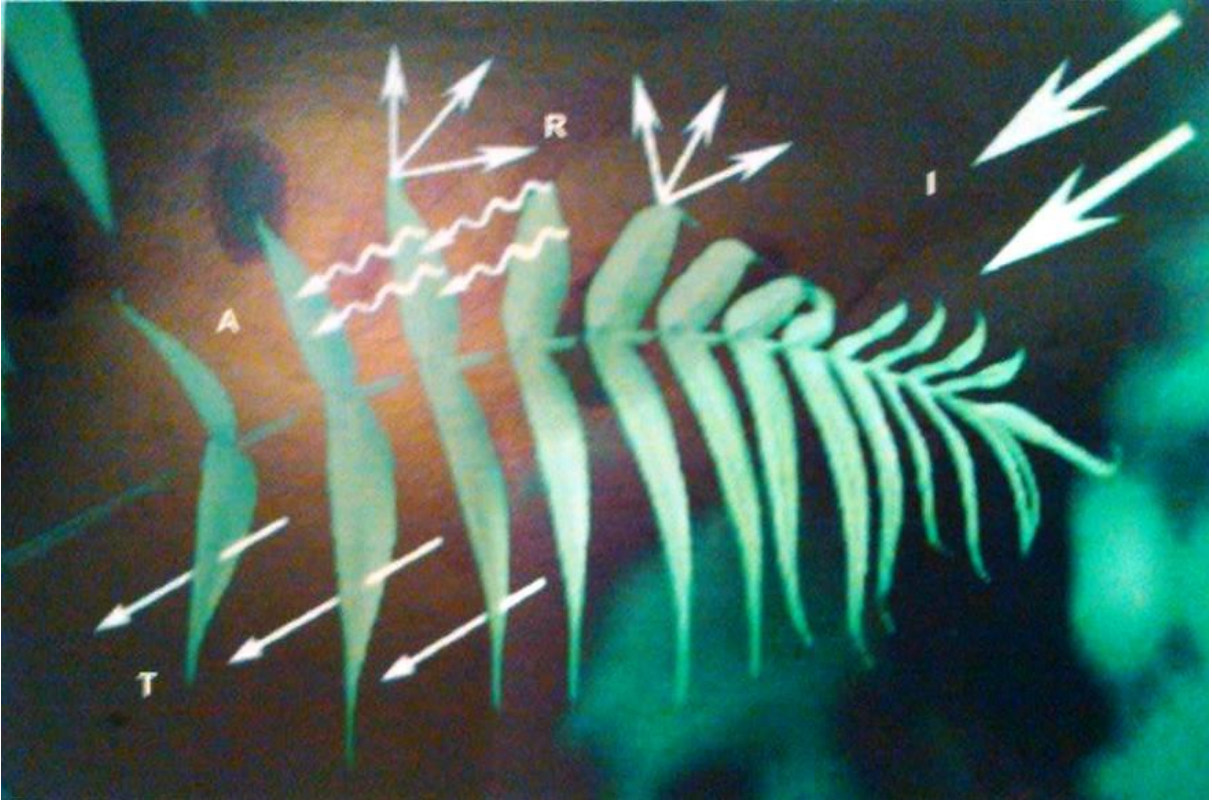


Figura 3 - Interação da energia solar com a folha: radiação incidente (I), energia refletida (R), parte absorvida (A), e parte transmitida (T). Fonte: Moreira (2011).

3.5.4 Comportamento espectral da água

De forma a auxiliar estudos sobre a água, várias pesquisas e métodos de sensoriamento remoto vêm sendo desenvolvidas, visando à obtenção de medidas espaciais quantitativas de importantes variáveis hidrológicas (JENSEN, 2009).

A resposta espectral das águas interiores está relacionada às substâncias presentes na coluna destes corpos d'água, possibilitando a extração de informações sobre as águas a partir desses dados espectrais. Estes elementos, chamados de componentes opticamente ativos, são os responsáveis pelas diferentes respostas espectrais da água captada pelos sensores (WATANABE, 2011).

Watanabe *et al.* (2011) cita que a combinação do comportamento espectral da água limpa em conjunto com outros componentes também ativos aos sensores. Estes componentes podem ser: matéria-orgânica dissolvida, material em suspensão, pigmentos, entre outros.

3.6 Imagens de Sensoriamento Remoto

“As imagens de sensoriamento remoto devem ser vistas como uma forma de documentos que representam, em escala e sobre um plano 2D, os acidentes e as feições naturais e artificiais da superfície terrestre, a partir da medição de um processo físico da radiação eletromagnética” (MENESES, 2012, p. 77). Os espaços são configurados como pixels, os quais, estão dispostos na forma de linhas e colunas, para um mesmo sensor o tamanho do pixel será sempre o mesmo.

Segundo Meneses (2012) o valor digital de pixel, conhecido em inglês por DN, de *digital number*, é uma média dos valores de radiância, emitância ou retroespalhamento, dos diferentes alvos que podem estar contidos no pixel. “Deve ser ressaltado que o DN de um pixel corresponde sempre à média da intensidade da energia refletida ou emitida pelos diferentes materiais presentes nesse pixel, convertidas para níveis de cinza” (CRÓSTA, 1992, p. 170).

3.7 Imagens do Satélite LANDSAT

A idéia de se desenvolver um sistema de coleta de dados sobre a superfície terrestre a partir de satélites, surgiu com as primeiras fotografias orbitais do programa Mercury e Gemini (NOVO, 2008, p. 137). Novo (2008) destaca que a partir destes estudos, iniciados em 1967, pôde-se chegar ao lançamento do primeiro satélite de sensoriamento remoto para recursos terrestres em 1972.

O satélite LANDSAT 5 carrega os sensores MSS (*Multispectral Scanner Subsystem*) e o TM (*Thematic Mapper*). O sistema TM é composto por um conjunto de subsistemas configurados para permitir o imageamento do terreno com fidelidade geométrica (NOVO, 2008, p. 153).

A cada oscilação de espelho, cada um dos dezesseis detectores das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 imageia uma linha no terreno de largura de 30 metros, sendo assim imageada simultaneamente 16 linhas seqüenciais por banda. A largura total da faixa imageada é de 185 km. As bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 têm uma resolução espacial no terreno de 30 x 30 metros e a banda 6, no intervalo do infravermelho termal, tem resolução espacial de 120 x 120 metros, já a banda 8 chamada de pancromática tem resolução espacial de 15 x 15 metros, demonstrado na tabela 4 (FERREIRA, 2006, p.20).

Tabela 4 - Faixas espectrais do LANDSAT 5.

Satélite	Sensor	Bandas	Resolução espectral	Resolução espacial
Landsat 5	TM	TM1	0.45-0.52 μm	30 m
		TM2	0.52-0.60 μm	30 m
		TM3	0.63-0.69 μm	30 m
		TM4	0.76-0.90 μm	30 m
		TM5	1.55-1.75 μm	30 m
		TM6	10.4-12.50 μm	120 m
		TM7	2.08-2.35 μm	30 m

3.8 Processamento Digital de Imagens

“A função principal do processamento digital de imagens é a de fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração das informações contidas nas imagens, para posterior interpretação” (FERREIRA, 2006, p. 21).

Novo (2008) destaca a alteração do contraste como um dos processamentos mais simples em uma imagem. Esta manipulação altera o histograma original, deste modo gerando uma nova imagem com realces diferentes.

3.9 Georreferenciamento

“Georreferenciar uma imagem é tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência, processo que se inicia com a obtenção de coordenadas em um sistema de projeção e as equivalentes coordenadas espaciais de pontos da imagem a ser corrigida” (MENESES *et al*, 2012, p. 94).

“Esse procedimento foi por muito tempo a única forma de georreferenciar uma imagem de satélite. Para isso localizam-se pontos de fácil identificação, tanto na carta quanto na imagem” (MOREIRA, 2011, p. 225).

3.10 Classificação de imagens

Segundo Ribeiro e Centeno (2001) classificação digital consiste em associar um determinado pixel a uma determinada categoria ou classe temática estes por

critérios já estabelecidos. O fundamento da classificação de imagens é categorizar automaticamente todos os pixels da imagem em classes de uso na imagem.

“A classificação supervisionada requer conhecimentos prévios das classes de alvos, a fim de classificar a imagem nas classes de interesse pré-fixadas pelo analista. O algoritmo necessita ser treinado para poder distinguir as classes uma das outras” (MENESES *et al*, 2012, p. 198).

3.11 Geoprocessamento

Moreira (2011) destaca o geoprocessamento como um conjunto de tecnologias voltado à coleta e ao tratamento de informações espaciais para um objetivo específico, ou seja, informações com base geográficas.

3.12 Sistema de Informação Geográficas (SIG)

O SIG é um sistema computacional que permite armazenar e integrar informações geográficas de diferentes fontes e escalas. “As informações no SIG devem ser georreferenciadas, ou seja, com localização geográfica definida por coordenadas” (FLORENZANO, 2007, p.38).

Tal como os Sistemas de Informação (SI) tradicionais, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) integram hardware, software, dados e capital humano (ESRI, 2013).

3.13 Software ArcGis

O ArcGIS é um pacote de softwares da ESRI (Environmental Systems Research Institute) de elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas. O ArcGIS disponibiliza em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) uma gama de ferramentas de forma integrada e de fácil utilização.

Dentro do ArcGIS temos o ArcMap, comumente chamado de ArcGIS, este é o desktop GIS do pacote, um software de interface gráfica e amigável, que permite a

sobreposição de planos de informação vetoriais e matriciais, além de objetos gráficos, fontes (letras) e figuras, com a finalidade de mapeamento temático.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

A microbacia do arroio Lajeado Grande está situado no município de Alegrete, na fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre as latitudes 29° 30' 16" e 29° 35' 04" sul e as longitudes 53° 52' 46" a 53° 57' 14" oeste. Com uma área de aproximadamente 49000 ha, pertence a bacia hidrográfica do rio Ibicuí.

O clima da região é subtropical, temperado quente, com chuvas bem distribuídas e estações bem definidas (Cfa na classificação de Köppen). A média de precipitação pluviométrica é de 1663,3 mm anuais (BRITTO, 2008).

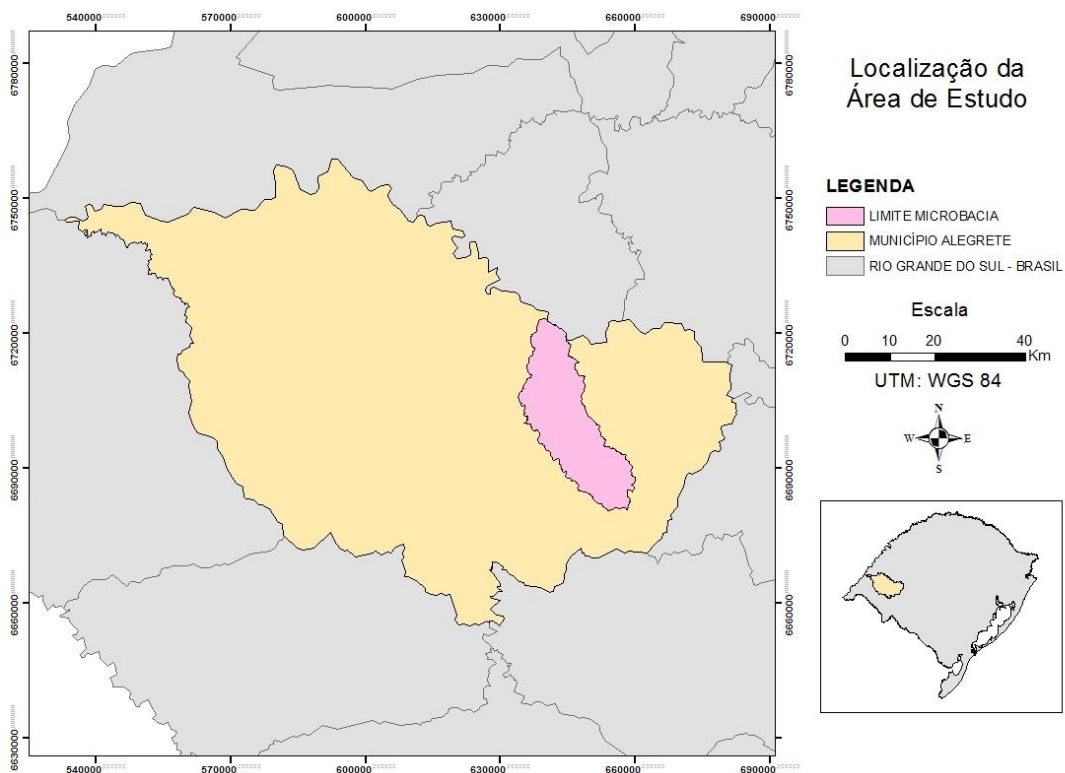


Figura 4 - Localização da microbacia hidrográfica do Arroio Lajeado Grande. Fonte: Autor.

4.2 Material utilizado

Foram levantadas as bases cartográficas constituídas por: cartas topográficas digitalizadas com escala 1:50.000 de 1976 (Manoel Viana -SH.21.X.D.IV.1, Passo Novo - SH.21.X.C.VI.2, Rincão dos Costa Leite - SH.21.X.D.IV.3 e Arroio Caverá - SH.21.X.C.VI.4) contendo as áreas urbanas, estradas, hidrografia (linhas e polígonos), curvas de nível (eqüidistância de 20 m) e os pontos relativos às nascentes.

O limite da área de estudo foi definido no próprio aplicativo computacional, levando em conta os divisores de água da microbacia.

E por fim foram utilizadas quatro imagens do satélite LANDSAT – 5: TM 224-081 de 29 de abril de 1984, TM 224-081 de 12 de junho de 1994, TM 224-081 de 20 de abril de 2004 e TM 224-081 de 20 de março de 2010, com a composição das bandas 3,4 e 5, essa sendo utilizadas para análise de vegetação, que nelas são melhor refletidas com resolução de 30m. As imagens são disponibilizadas no endereço www.dgi.inpe.br.

4.3 Georreferenciamento

As imagens de satélite utilizadas no estudo foram georreferenciadas a partir de pontos de controle usando como base as hidrografias presentes nas cartas topográficas e registradas no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

4.4 Classificação das imagens

Em primeiro momento foi realizada uma interpretação visual das imagens, assim podendo observar as mudanças de classes na área, e assim, definimos as classe de uso e cobertura da terra mais pertinentes para nosso estudo.

Indo de acordo com objetivo do trabalho foi definida a escala do mapeamento que será 1:200.000.

Posteriormente foram definidas as classes de uso e cobertura da terra:

Água: constitui os reservatório naturais e artificiais e rios;

Reflorestamento: áreas de reflorestamento que predomina eucaliptos;

Floresta Nativa: formações de mata nativa ao longo dos cursos dos rios;

Areia/Arenização: areia presente nas margens dos rios e processo de arenização;

Campo Nativo: vegetação predominante no Bioma Pampa;

Solo Revolvido/Agricultura: solo preparado de forma convencional para cultivo geralmente de arroz irrigado;

Pastagem: cultivo de pastagens não nativas.

Após a definição das classes de uso e cobertura da terra inicia-se a classificação supervisionada, no qual se retira amostras destas classes das imagens de satélite, e assim fornecidas ao aplicativo computacional.

Para utilizar o algoritmo Máxima Verossimilhança (MAXVER), foram retirado amostras das classes de uso da terra pré determinados, por meio do ArcMap 10.1, nas funções *spatial analyst tools/multivariate/creat signature*.

O algoritmo Máxima Verossimilhança (MAXVER), associa os pixels a classe com a maior probabilidade do que as outras classes na função *spatial analyst tools/multivariate/maximum likelihood classification*.

4.5 Geração dos mapas

Com as imagens de satélite da série temporal já classificadas no ArcMap 10.1, então, foram elaborados os mapas de uso e cobertura da terra para os anos de 1984, 1994, 2004 e 2010.

4.6 Evolução temporal do uso e cobertura da terra

Com a geração dos mapas de uso e cobertura da terra na série temporal de 1984, 1994, 2004 e 2010 foi elaborado a evolução temporal da área de estudo.

Essa verificação fora realizado a partir do cruzamento entre os mapas, em primeiro momento o de 1984 com 1994 e depois o de 1994 com 2004 e por fim 2004 com a de 2010. Este procedimento realizado no *software* ArcMap 10.1.

Assim foram gerados os mapas de evolução temporal do uso e cobertura da terra.

5 RESULTADOS E DISCUSÃO

5.1 Geração de cartas imagens da área em estudo

Como base para a correção geométrica das imagens LANDSAT de 1984, 1994, 2004 e 2010 foram georreferenciadas no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator.

Para se verificar a qualidade da correção geométrica é recomendado para imagens do LANDSAT que o erro médio quadrático fique abaixo de um pixel da imagem, sendo 30mx30m. A seguir a tabela 5 demonstra a quantidade de pontos amostrados e o erro médio quadrático de cada imagem.

Tabela 5 - Quantificação da correção geométrica das imagens.

Imagem	Pontos	RMS
1984	8	8,7705
1994	8	9,1106
2004	8	9,5862
2010	8	8,2648

Assim, foi verificado que a qualidade da correção geométrica das imagens foram satisfatórias para o estudo.

Seguinte ao procedimento de recorte das imagens LANDSAT e a correção geométrica das imagens de 1984, 1994, 2004 e 2010 foi elaborada a carta imagem de cada ano, sendo visualizadas nas figuras 5, 6, 7 e 8, estas sendo composições coloridas RGB nas bandas 3, 4 e 5 e arquivo vetorial de hidrografia (1976) na escala 1:50.000.

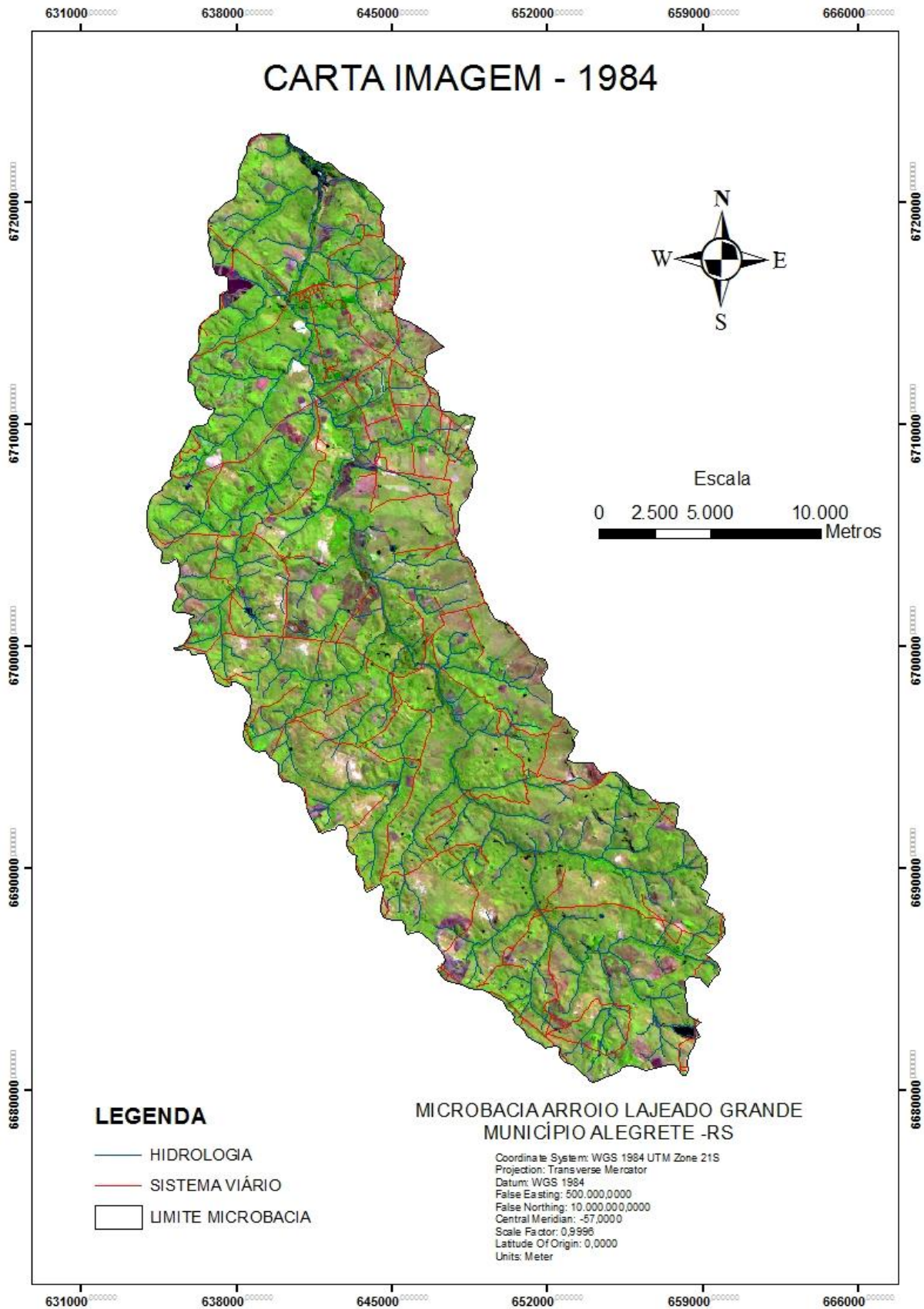


Figura 5 - Carta imagem de 1984 da área em estudo.

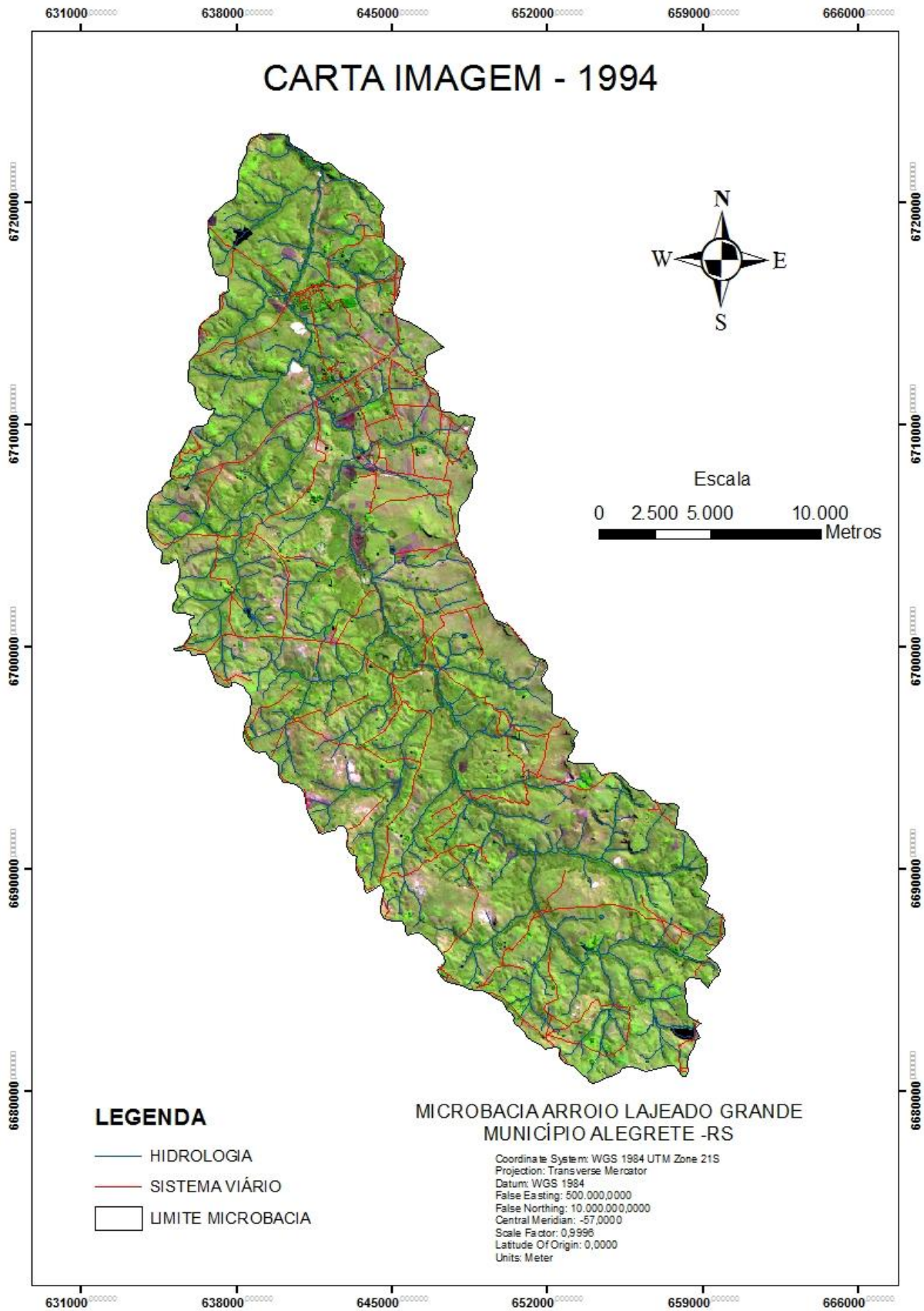


Figura 6 - Carta imagem de 1994 da área em estudo.

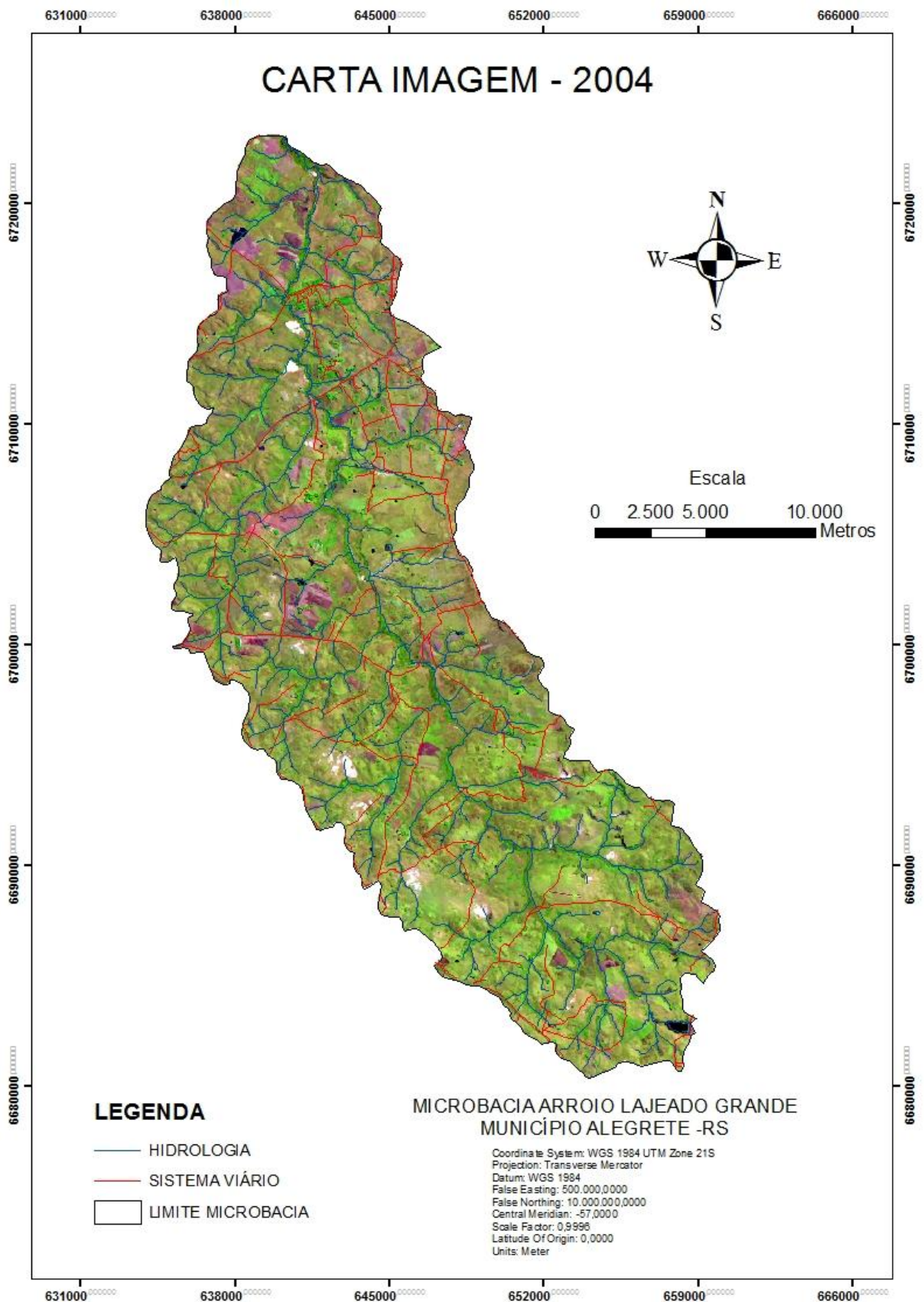


Figura 7 - Carta imagem de 2004 da área em estudo.

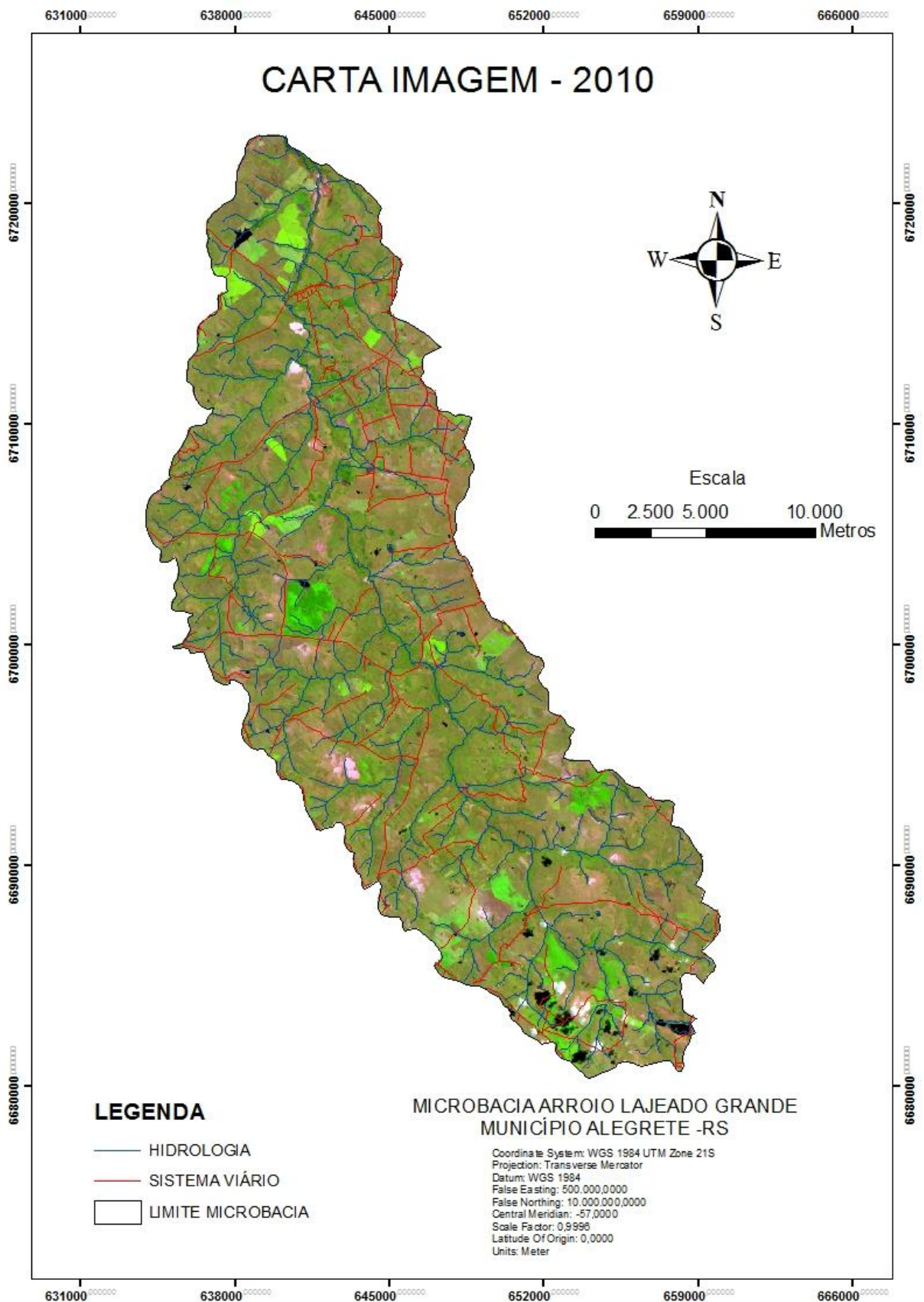


Figura 8 - Carta imagem de 2010 da área em estudo.

5.2 Uso e Cobertura da Terra

5.2.1 Uso e cobertura da terra em 1984

A partir do mapa de uso e cobertura da terra em 1984 (figura 9), com a separação das classes: água, reflorestamento, floresta nativa, areia/arenização, campo nativo, solo revolvido/agricultura e pastagem, foi possível, calcular a área de cada classe, conforme tabela 6.

Tabela 6 - Uso e cobertura da terra em 1984.

Classes	Área (ha)	%*
Água	36,72	0,07
Reflorestamento	384,39	0,78
Floresta Nativa	2010,15	4,08
Areia/Arenização	470,70	0,96
Campo Nativo	33986,34	68,99
Solo Revolvido/Agricultura	8615,61	17,49
Pastagem	3756,78	7,63
Total	49260,69	100,00

*Indica percentual da área total em estudo.

Por meio de análise do mapa de uso e cobertura da terra em 1984 e os dados da tabela 6, está que apresenta a quantificação da área de cada classe de uso e cobertura da terra adotados, que a cobertura natural ocupa boa parte da área da microbacia sendo elas floresta nativa campo nativo contribuindo com (73,07%). Este dado mostra que boa parte da área em estudo se encontrava preservada.

A classe de floresta nativa ocupava 4,08% da área de estudo, como pode ser observado na figura 9, esta ocupa praticamente todo curso principal do arroio Lajeado Grande mostrando assim a possível conservação dos recursos hídricos.

Já a classes solo revolvido/agricultura e pastagem ocupavam 12372,39 ha assim mostrando a expansão da agricultura mecanizada.

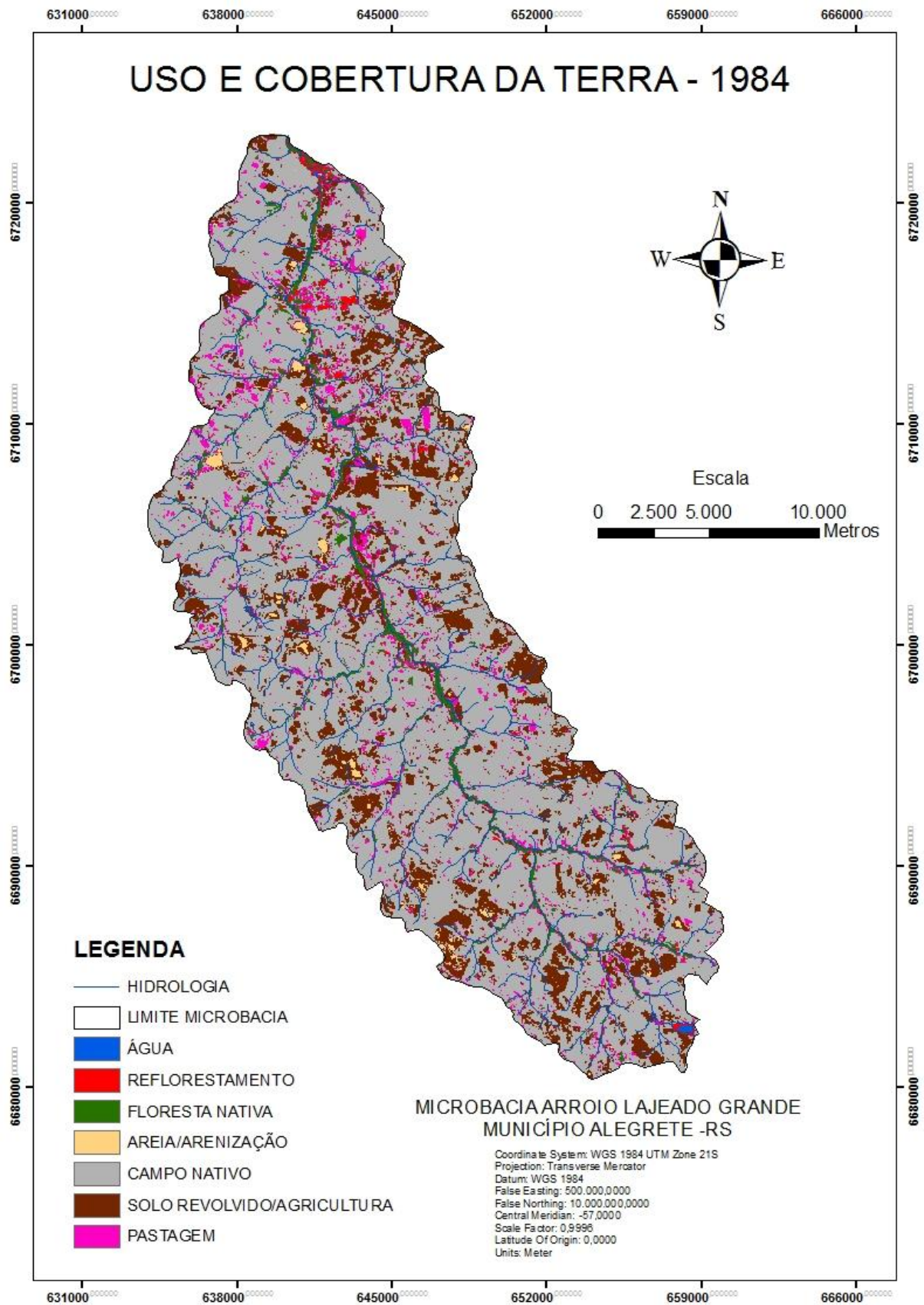


Figura 9 - Mapa de uso e cobertura da terra em 1984.

5.2.2 Uso e cobertura da terra em 1994

O mapa de uso e cobertura da terra em 1994 (figura 10), com a separação das classes: água, reflorestamento, floresta nativa, areia/arenização, campo nativo, solo revolvido/agricultura e pastagem, foi possível o calcular a área de cada classe, conforme tabela 7.

Tabela 7 - Uso e cobertura da terra em 1994.

Classes	Área (ha)	%*
Água	74,97	0,15
Reflorestamento	442,62	0,90
Floresta Nativa	3674,34	7,46
Areia/Arenização	450,27	0,91
Campo Nativo	40357,71	81,93
Solo Revolvido/Agricultura	2759,13	5,60
Pastagem	1501,65	3,05
Total	49260,69	100,00

*Indica percentual da área total em estudo.

Com o mapa de uso e cobertura da terra em 1994 e a tabela 7 quantificando as áreas das classes de uso e cobertura, observa-se a modificação da distribuição das classes em estudo.

Nota-se o aumento significativo na classe de corpos hídricos devido a criação de um novo reservatório, este aparente no mapa de uso e cobertura da terra em 1994.

A classe de floresta nativa também apresentou crescimento de 1664,19 ha assim demonstrando a capacidade de reflorestamento a partir da conservação da vegetação natural.

O campo nativo teve acréscimo de aproximadamente 10%, devido a retração de área cultivadas com agricultura em 16,06%, agravado devido a data da imagem de satélite ocorrer em 12 de junho de 1994, assim a área preparada não apresentaria mais a classe de solo revolvido.

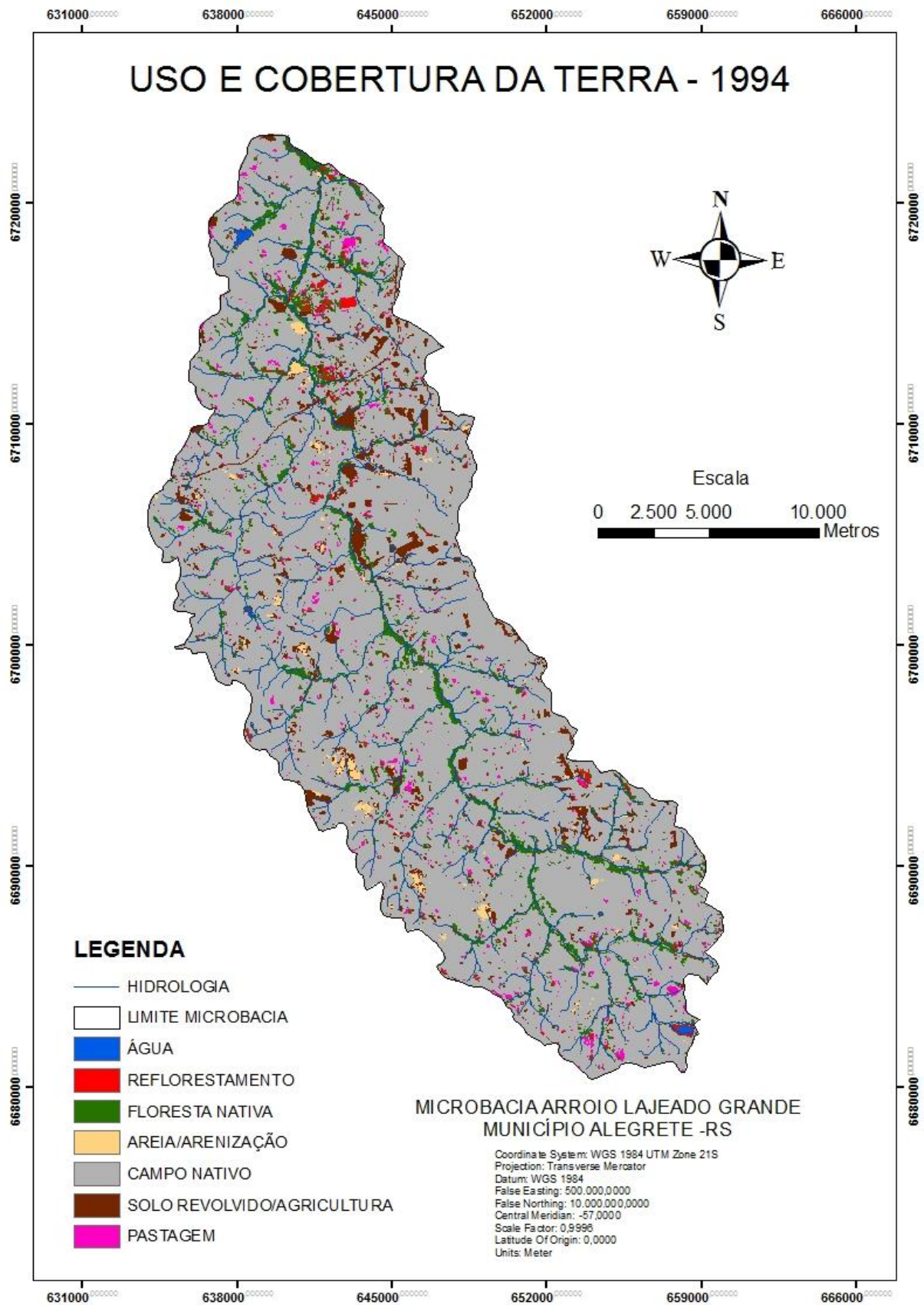


Figura 10 - Mapa de uso e cobertura da terra em 1994.

5.2.3 Uso e cobertura da terra em 2004

O mapa de uso e cobertura da terra em 2004 (figura 11), com a separação das seguintes classes: água, reflorestamento, floresta nativa, areia/arenização, campo nativo, solo revolvido/agricultura e pastagem, foi possível o calcular a área de cada classe de uso e cobertura, conforme tabela 8.

Tabela 8 - Uso e cobertura da terra em 2004.

Classes	Área (ha)	%*
Água	109,17	0,22
Reflorestamento	258,39	0,52
Floresta Nativa	4159,62	8,44
Areia/Arenização	258,66	0,53
Campo Nativo	30336,03	61,58
Solo Revolvido/Agricultura	5318,19	10,80
Pastagem	8820,63	17,91
Total	49260,69	100,00

*Indica percentual da área total em estudo.

Com a análise do mapa de uso e cobertura da terra em 2004 e as áreas quantificadas na tabela 8, nota-se o decréscimo da área de floresta nativa em torno de 80%, possivelmente devido a extração dessa madeira que atingira sua maturidade produtiva.

A floresta nativa teve um irrisório acréscimo, mas se mantendo em proporção, essa manutenção gerada a partir da maior política de conservação das vegetações naturais de cada bioma.

Tanto areia encontrada nas margens dos rios e processo de arenização se encontra estável.

Campo nativo com decréscimo significativo de em torno de 10000 ha devidamente alterado para o cultivo de pastagens de inverno.

E por fim o acréscimo de solo revolvido devido a época de preparo de solo para pastagem de inverno e para cultivo de arroz, e aumento da área de pastagem já consolidadas.

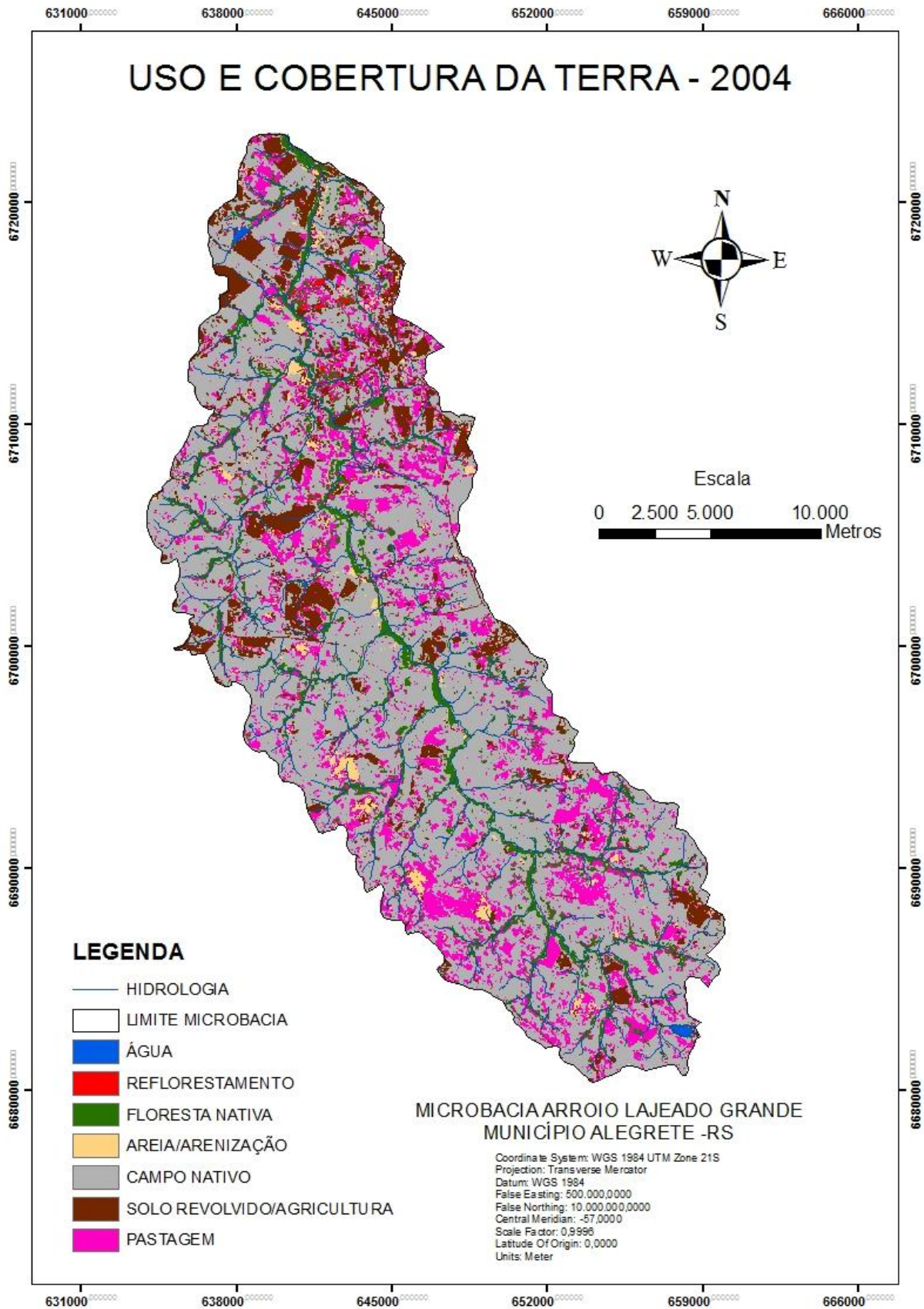


Figura 11 - Mapa de uso e cobertura da terra em 2004.

5.2.4 Uso e cobertura da terra em 2010

O mapa de uso e cobertura da terra em 2010 (figura 12), com a delimitação das seguintes classes: água, reflorestamento, floresta nativa, areia/arenização, campo nativo, solo revolvido/agricultura e pastagem, foi possível o calcular a área de cada classe de uso e cobertura, conforme tabela 9.

Tabela 9 - Uso e cobertura da terra em 2010.

Classes	Área (ha)	%*
Água	63,09	0,13
Reflorestamento	2346,48	4,76
Floresta Nativa	1136,70	2,31
Areia/Arenização	268,65	0,55
Campo Nativo	36062,10	73,21
Solo Revolvido/Agricultura	6024,69	12,23
Pastagem	3358,98	6,82
Total	49260,69	100,00

*Indica percentual da área total em estudo.

Analisando o mapa de uso e cobertura da terra em 2010 com a tabela de quantificação das áreas das classes nota-se o acréscimo muito significativo na classe de reflorestamento aumentando em torno de 1000%, esta devida a implantação de novos empreendimentos do ramo madeireiro.

A floresta nativa teve decréscimo em torno de 3000 ha, perdendo área principalmente para o campo nativo e agricultura.

O campo nativo se mostrou constante, tendo pequeno acréscimo de área de 10%, a pastagem consolidada também teve redução de área.

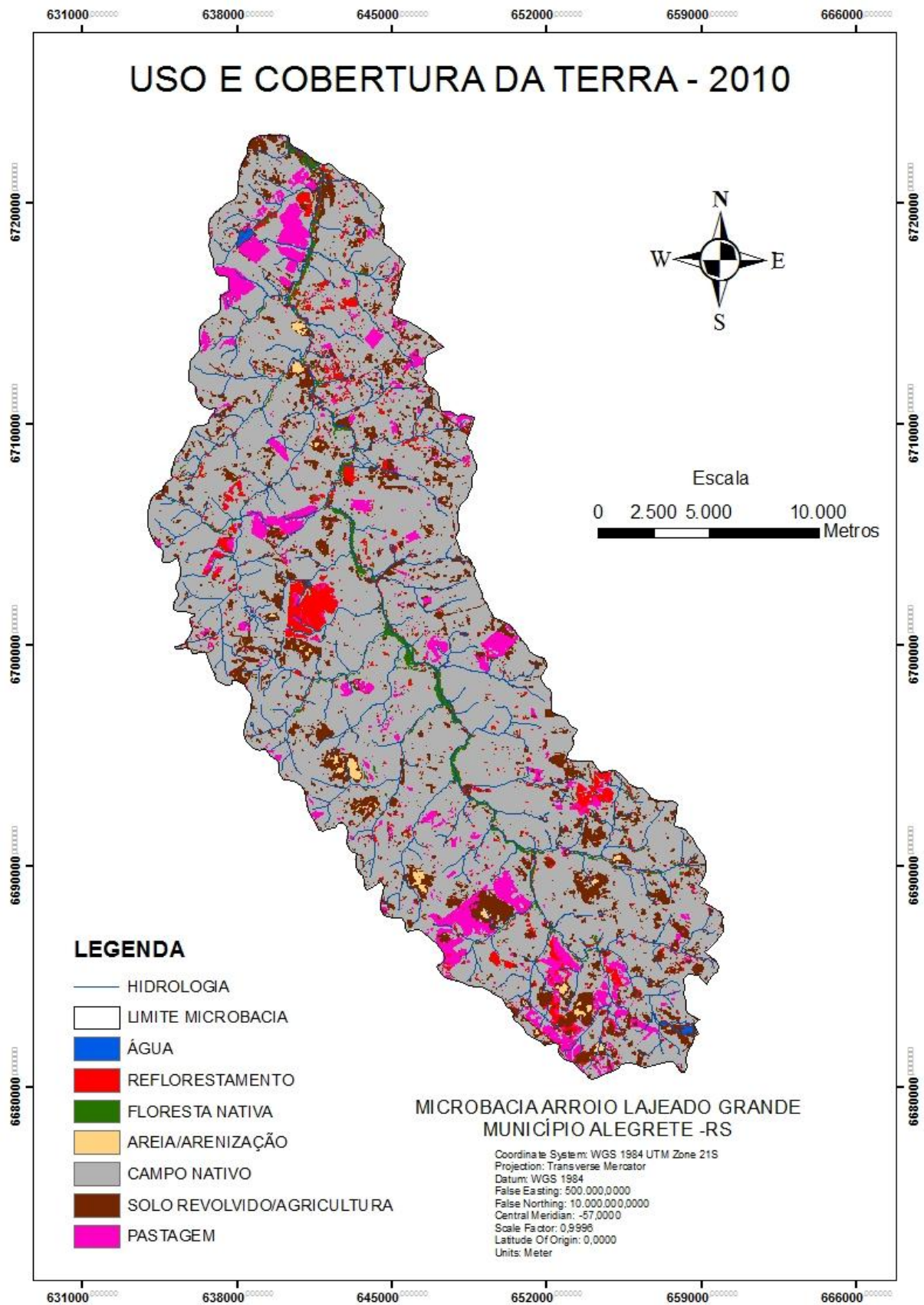


Figura 12 - Mapa de uso e cobertura da terra em 2010.

A figura 13 a seguir mostra a a quantificação temporal dos usos e cobertura da terra na microbacia.

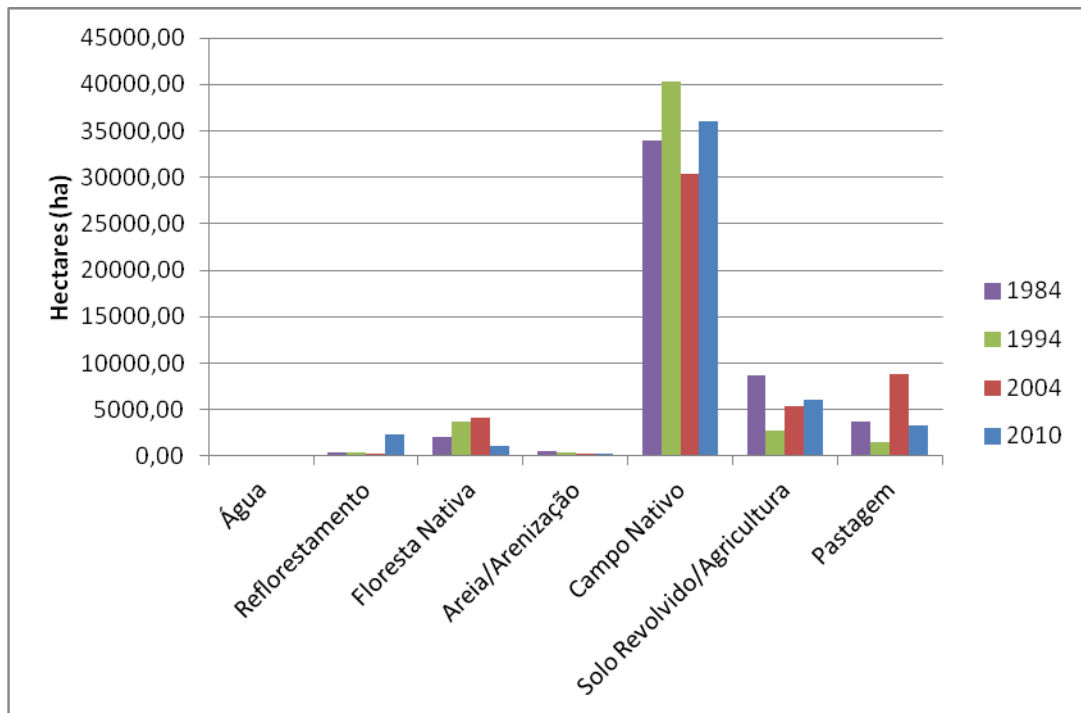


Figura 13 - Quantificação temporal do uso e cobertura da terra.

5.3 Evolução temporal do uso e cobertura da terra

5.3.1 Uso e cobertura da terra em 1984 e 1994

Os resultados obtidos através da tabulação cruzada entre o mapa de uso e cobertura da terra de 1984 e 1994 estão apresentados na tabela 10. E a espacialização da evolução do uso e cobertura da terra de 1984/1994, gerado pela soma dos mapas este apresentado na figura 15 a seguir.

Tabela 10 - Tabulação cruzada entre as classes de uso e cobertura da terra de 1984 e 1994.

1984	Classe de uso e cobertura da terra/1994 (%)							TOTAL
	A	R	FN	A/A	CN	SE/A	P	
A	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,07
R	0,01	0,13	0,20	0,00	0,29	0,06	0,08	0,78
FN	0,01	0,16	1,73	0,01	1,72	0,22	0,23	4,08
A/A	0,00	0,01	0,03	0,23	0,53	0,14	0,01	0,95
CN	0,08	0,32	3,69	0,19	59,57	3,06	1,94	68,85
SE/A	0,01	0,13	0,58	0,46	14,35	1,59	0,33	17,45
P	0,01	0,13	1,22	0,02	5,26	0,51	0,45	7,61
TOTAL	0,15	0,90	7,45	0,91	81,74	5,59	3,04	100,00

A = Água; R = Reflorestamento; FN = Floresta Nativa; A/A = Areia/Arenização; CN = Campo Nativo; SE/A = Solo Exposto/Agricultura e P = Pastagem.

A tabela 10 mostra o cruzamento entre os mapas de uso e cobertura da terra de 1984 e 1994, mostra-se que o campo nativo absorveu 14,35% do solo exposto/agricultura.

A floresta nativa crescendo 3,69% sobre o campo nativo.

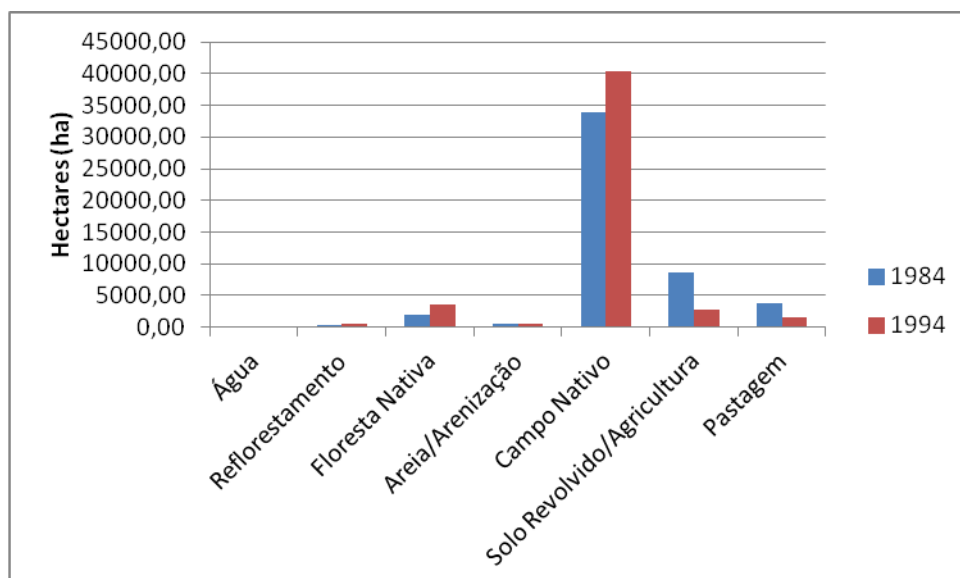


Figura 14 - Quantificação da evolução temporal do uso e cobertura da terra de 1984/1994.

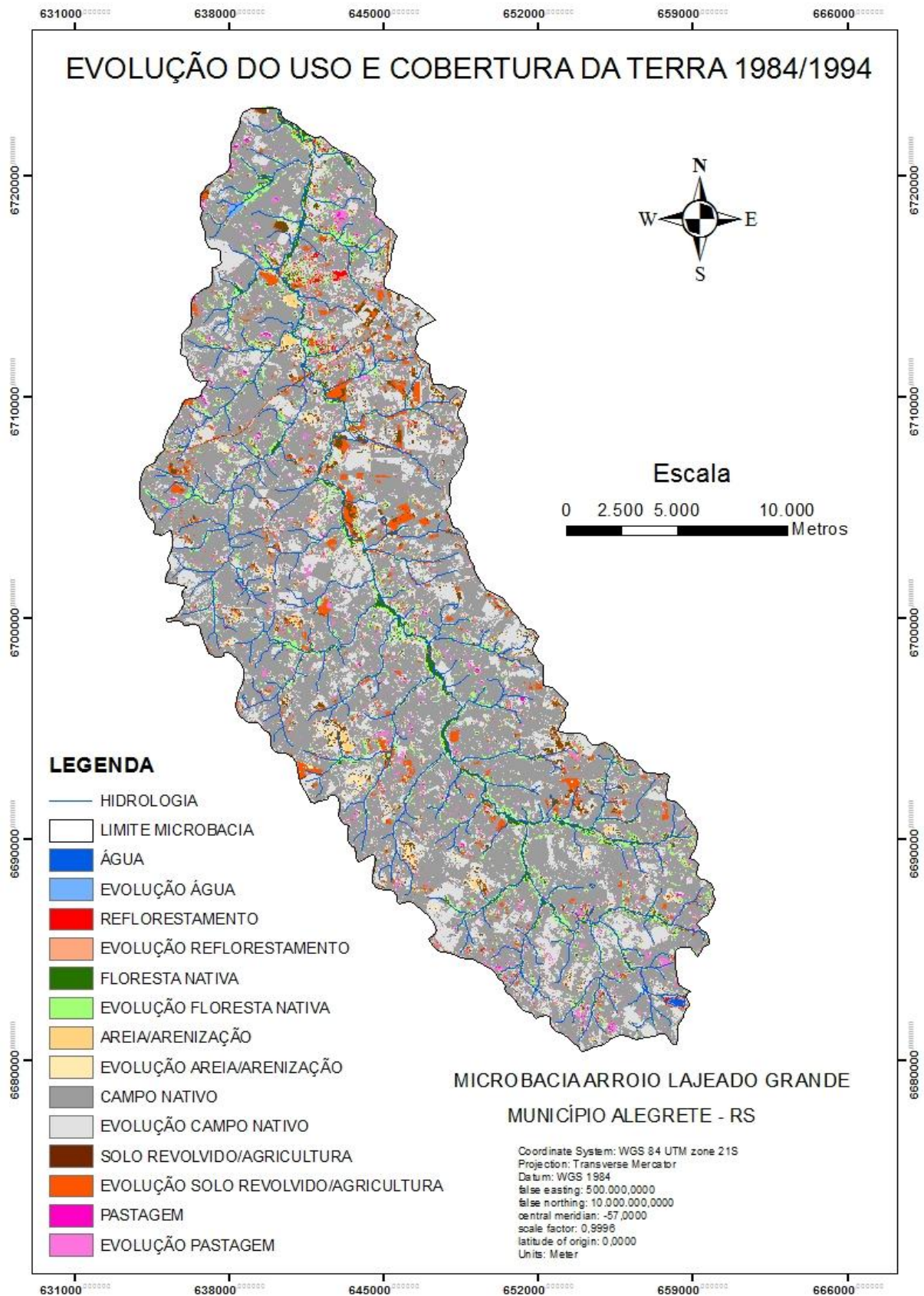


Figura 15 - Mapa da evolução do uso e cobertura da terra de 1984/1994.

5.3.2 Uso e cobertura da terra em 1994 e 2004

Os resultados obtidos através da tabulação cruzada entre o mapa de uso e cobertura da terra de 1994 e 2004 estão apresentados na tabela 11. E a espacialização da evolução do uso e cobertura da terra de 1994/2004, gerado pela soma dos mapas este apresentado na figura 17 a seguir.

Tabela 11- Tabulação cruzada entre as classes de uso e cobertura da terra de 1994 e 2004.

2004	Classe de uso e cobertura da terra/1994 (%)							TOTAL
	A	R	FN	A/A	CN	SE/A	P	
A	0,08	0,02	0,01	0,00	0,08	0,02	0,00	0,22
R	0,00	0,07	0,13	0,00	0,23	0,04	0,04	0,52
FN	0,01	0,19	2,24	0,03	5,33	0,37	0,28	8,44
A/A	0,01	0,02	0,09	0,42	1,48	0,30	0,04	2,35
CN	0,01	0,30	3,36	0,14	51,42	2,61	1,73	59,59
SE/A	0,03	0,11	0,56	0,11	8,47	1,14	0,37	10,79
P	0,01	0,19	1,05	0,21	14,76	1,11	0,58	17,90
TOTAL	0,15	0,90	7,45	0,91	81,77	5,60	3,04	100,00

A = Água; R = Reflorestamento; FN = Floresta Nativa; A/A = Areia/Arenização; CN = Campo Nativo; SE/A = Solo Exposto/Agricultura e P = Pastagem.

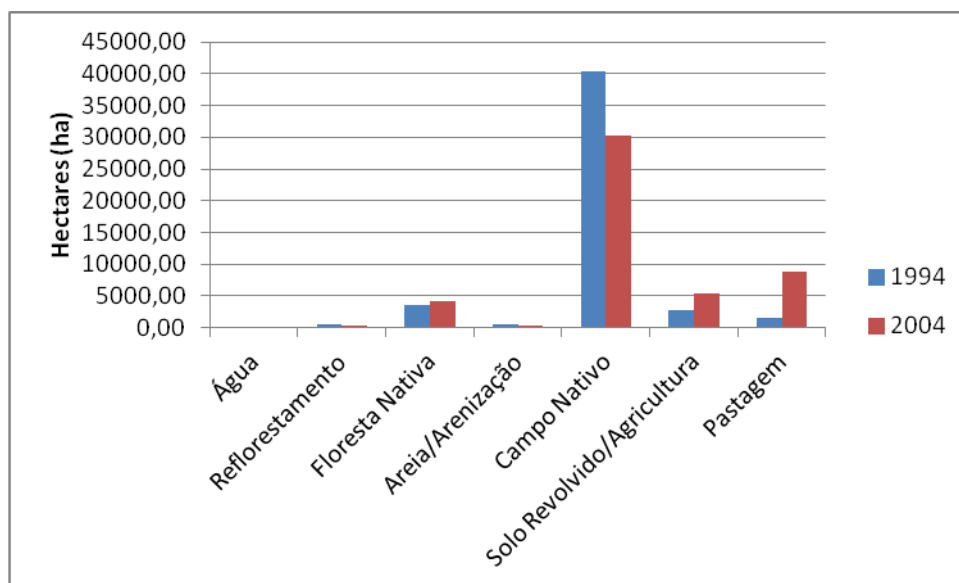


Figura 16 - Quantificação da evolução temporal do uso e cobertura da terra de 1994/2004.

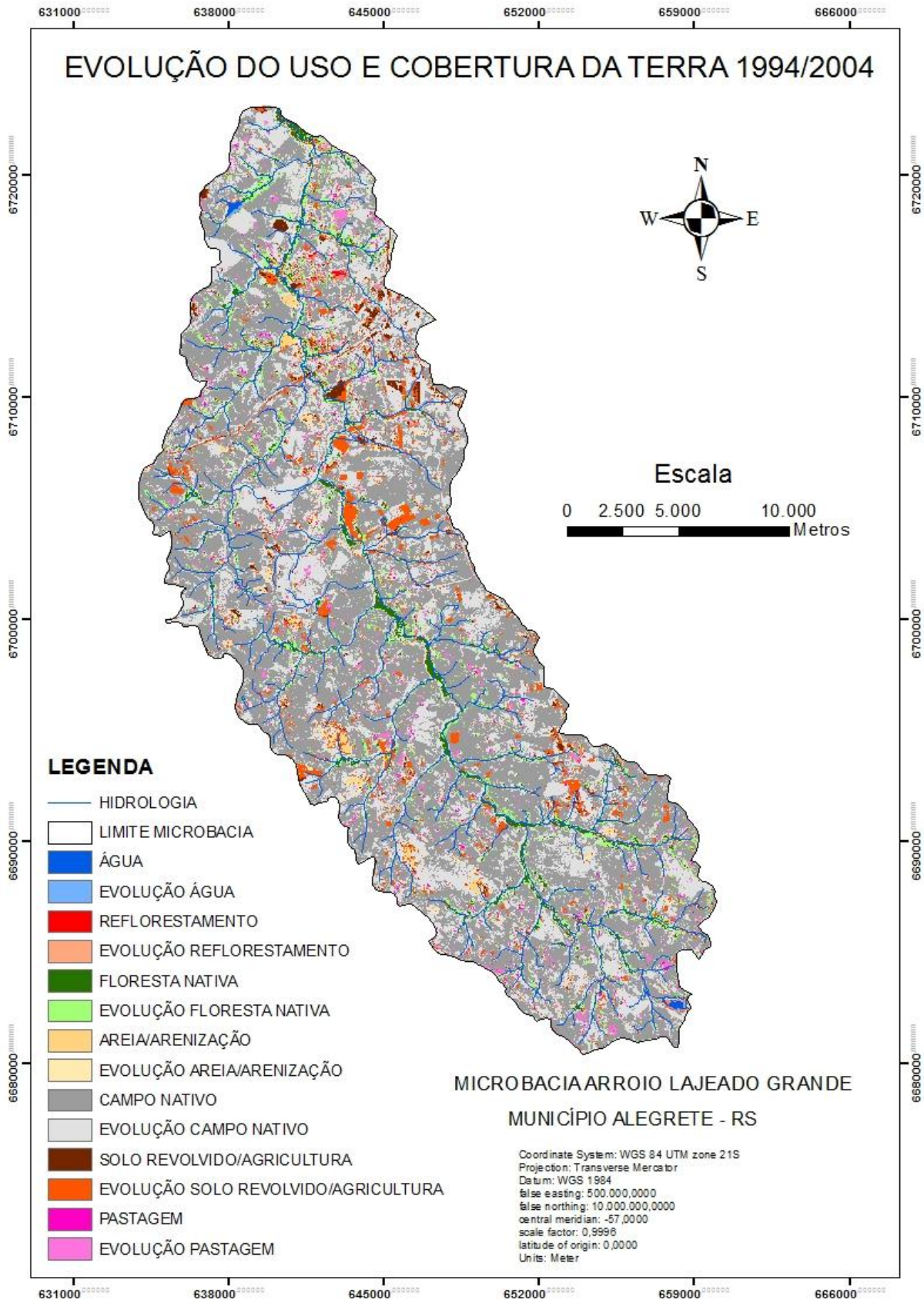


Figura 17 - Mapa da evolução do uso e cobertura da terra de 1994/2004.

5.3.3 Uso e cobertura da terra em 2004 e 2010

Os resultados obtidos através da tabulação cruzada entre o mapa de uso e cobertura da terra de 2004 e 2010 estão apresentados na tabela 12. E a espacialização da evolução do uso e cobertura da terra de 2004/2010, gerado pela soma dos mapas este apresentado na figura 19 a seguir.

Tabela 12 - Tabulação cruzada entre as classes de uso e cobertura da terra de 2004 e 2010.

2004	Classe de uso e cobertura da terra/2010 (%)							TOTAL
	A	R	FN	A/A	CN	SE/A	P	
A	0,06	0,02	0,00	0,00	0,07	0,06	0,01	0,22
R	0,00	0,08	0,05	0,00	0,31	0,07	0,02	0,52
FN	0,00	0,64	0,78	0,02	5,90	0,74	0,36	8,44
A/A	0,00	0,06	0,05	0,28	1,03	0,82	0,09	2,35
CN	0,02	2,14	0,99	0,09	47,45	5,76	3,11	59,56
SE/A	0,03	0,89	0,15	0,05	6,11	1,76	1,78	10,78
P	0,01	0,93	0,29	0,10	12,12	3,00	1,45	17,89
TOTAL	0,13	4,76	2,31	0,55	73,00	12,21	6,81	100,00

A = Água; R = Reflorestamento; FN = Floresta Nativa; A/A = Areia/Arenização; CN = Campo Nativo; SE/A = Solo Exposto/Agricultura e P = Pastagem.

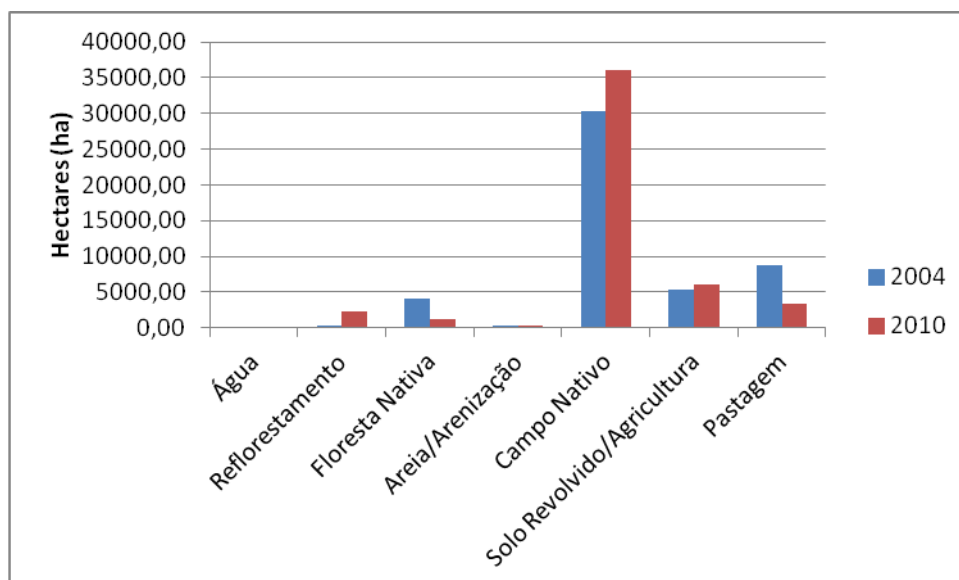


Figura 18 - Quantificação da evolução temporal do uso e cobertura da terra de 2004/2010.

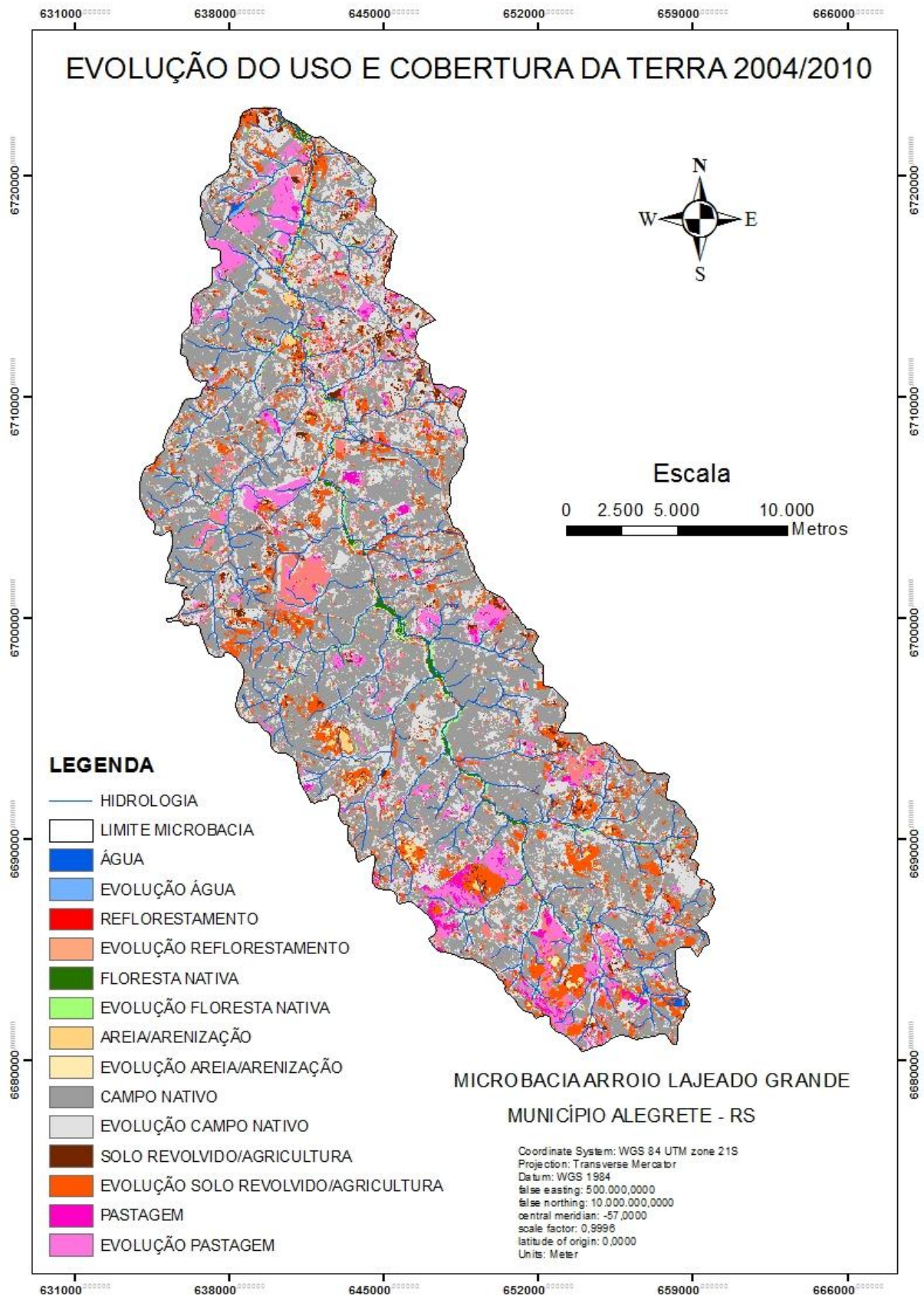


Figura 19 - Mapa da evolução do uso e cobertura da terra de 2004/2010.

6 CONCLUSÕES

1 – Foi constatado que ao longo do período de 1984, 1994, 2004 e 2010, as principais tendências da evolução do uso e cobertura da terra da microbacia hidrográfica do arroio Lajeado Grande foi por uso antrópico sendo elas o reflorestamento e o uso em agricultura.

2 – A utilização da classificação digital supervisionada mostrou-se de extrema importância para o mapeamento do uso e cobertura da terra em grandes extensões de terra.

3 – Os cruzamentos dos mapas de uso e cobertura da terra, juntamente com a tabulação cruzada, possibilitou determinar as seguintes alterações ao longo da serie multitemporal: 1984 e 1994 o aumento da floresta nativa, assim mostrando o nível de conservação da área de estudo, o campo nativo expandiu com a diminuição da agricultura. De 1994 a 2004 o campo nativo reduzindo significativamente com expansão da agricultura e pastagem. E 2004 a 2010 houve diminuição da floresta nativa, aumento na área de campo nativo e diminuição na área de pastagem.

4 – A partir da avaliação concluiu-se que a metodologia atendeu os objetivos propostos no estudo.

5 – Houve influência das datas das imagens na classificação digital devido às classes de uso e cobertura da terra terem alterações e por não apresentarem a mesma refletância.

6 - Recomendam-se para estudos futuros na microbacia do arroio Lajeado Grande a quantificação do uso e cobertura da terra em conflito com as áreas de preservação permanente.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. R.; HARDY, J. T.; WITMER, R. E. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Rio de Janeiro: SUPREN – IBGE, 1979.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1999.

BRITTO, F. P.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: Influência do fenômeno el nino oscilação sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, agosto, 2008.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992.

CUNHA, S. B. Bacias hidrográficas. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (org) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 229-265.

CURI, N. et al. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: SBCS, 1993.

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, A. C.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade brasileira de ciência do solo, 1993.

FERREIRA, C. S. **Avaliação temporal do uso e ocupação das terras na bacia do rio São Bartolomeu, DF**. Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2006.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de recursos naturais e estudos ambientais, Primeira divisão de geociências do nordeste, Manuais técnicos em geociências, n° 7, 1999, 58p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, **Cartas topográficas**: Manoel Viana, Passo Novo, Rincão dos Costa Leite e Arroio Caverá. 1976. Escala 1:50.000.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

JENSEN, J. R. Urban/suburban land use analysis. In: COLWELL, R. N. **Manual of remote sensing**. Falls Church, VA: ASP, v. 2, 1983. P. 1511-1666.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. et al. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília. 2012.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto metodologias de aplicação**. 4° ed. Viçosa: Ed. UFV, 2011.

NOVO, E. M. L. M., **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blüncher,. 1995. 308p.

NOVO, E. M. L. M., **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blüncher,. 2008.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 2002. 304p.

STONER, E. R.; BAUMGARDNER, M. F. Characteristics variations in reflectance of surface soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 45, 1981. P. 1161-1165.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. et al. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4° ed. Porto Alegre: UFRGS. 2009.

WATANABE, F. S. Y.; IMAI, N. N.; BARBOSA, C. C. F.; ARAUJO, A. P. Avaliação do comportamento espectral da água: estudo de caso do alto curso do rio Paraná (Presidente Epitácio – SP). **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife, 2010.