

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO - MESTRADO**

EXPANSÃO DA FRONTEIRA E MUDANÇAS DO USO DO SOLO EM GOIÁS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LÍCIUS DE ALBUQUERQUE PRADO

**Goiânia, GO
2009**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO - MESTRADO

EXPANSÃO DA FRONTEIRA E MUDANÇAS DO USO DO SOLO EM GOIÁS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LÍCIUS DE ALBUQUERQUE PRADO

Orientador:

Dr. Fausto Miziara (FCHF - UFG)

Co-Orientador:

Dr. Manuel Eduardo Ferreira (IESA-UFG)

Examinadores:

Dr. Francis Lee Ribeiro (PPAGRO - UFG)

Dr. Laerte Guimarães Ferreira (IESA-UFG)

Goiânia, GO
Setembro de 2009

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronegócio.

Autor:

Lício de Albuquerque Prado

Banca Examinadora:

Dr. Fausto Miziara

Orientador

Dr. Francis Lee Ribeiro

Membro da Banca

Dr. Laerte Guimarães Ferreira

Membro da Banca

Goiânia, GO
30 de Setembro de 2009

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus pela infinidade de tudo o que me proporciona por me dar forças e iluminar meu caminho.

À minha família, em especial à minha mãe Rita Ribeiro de Albuquerque e meu pai Carvalho do Prado que me ensinaram ser perseverante e nunca mediram esforços para que eu conseguisse chegar a esta etapa.

Ao Prof. Dr. Fausto Miziara, um orientador que dispensa predicativos, a quem devo agradecer por seu apoio e ensinamentos, pela paciência e companheirismo de sempre e à confiança em mim depositada.

À Prof^a. Dr^a. Francis Lee Ribeiro, pelos seus conselhos e por compor a banca examinadora. Sua atenção e contribuição foram valiosas no desenvolvimento desta pesquisa.

Meu eterno agradecimento a Marlon Nemayer e Genival Rocha pelas sugestões e incentivos nas horas de angústia e dificuldades. Muito mais do que seus livros, eles me emprestaram o seu tempo e também seus conhecimentos para a realização deste trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação em Agronegócio, juntamente com o seu corpo docente e administrativo que contribuíram para a minha formação, em especial à Cleonice e Tereza pelas informações prestadas ao longo desta jornada.

Ao Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira, pela amizade e apoio neste período, com quem tive o prazer de enriquecer meus conhecimentos sobre Sensoriamento Remoto. Sua dedicação, experiência ímpar e mérito científico que se lhe reconhecem muito me espelham.

Ao brilhante co-orientador Manuel Eduardo Ferreira pelo seu coleguismo e pelas críticas construtivas. Mostrou ser um grande conhecedor do assunto tratado, tendo sido fundamental em todo processo de elaboração deste projeto.

Ao LAPIG, pela maravilhosa receptividade, em especial ao Dr. Nilson Clementino Ferreira e aos colegas Fernando, Luiz, Fanuel, Janete, Diego, Joana, Gabriela, Carlos, Iza, Leandro Leal, Leandro Marçal, Levindo e Galileu.

A CAPES pelo fomento a esta pesquisa.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à Marielly Sousa Antonio, meu presente, fonte inesgotável de amor, presteza e carinho; minha principal razão de persistir e prosseguir.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE ABREVIACÕES.....	xv
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO 1 - EXPANSÃO DE FRONTEIRAS EM GOIÁS.....	5
1.1 A OCUPAÇÃO E O USO DO ESPAÇO AGRÁRIO GOIANO: A FRENTE DE EXPANSÃO E A FRENTE PIONEIRA.....	6
1.2 A MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA BRASILEIRA.....	11
1.3 EXPANSÃO AGRÍCOLA PARA O CERRADO	19
1.4. A ESPACIALIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO EM GOIÁS	30
1.5 REFLETINDO SOBRE A EXPANSÃO DA FRONTEIRA	34
CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
2.1 CARACTERIZAÇÃO BIOGEOGRÁFICA DAS ÁREAS DE ESTUDO.	43
2.1.1 Município de Mineiros.....	43
2.1.1.1 Clima	45
2.1.1.2 Geologia	45
2.1.1.3 Relevo	45
2.1.1.4 Solos	46
2.1.1.5 Vegetação	47
2.1.1.6 Hidrografia.....	48
2.1.2 Município de Catalão	48
2.1.2.1 Clima	49
2.1.2.2 Geologia	49
2.1.2.3 Relevo	50
2.1.2.4 Solos	51
2.1.2.5 Vegetação	53
2.1.2.6 Hidrografia	53

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
2.2.1 Delimitação das áreas de estudo.....	55
2.2.2 Registro das Imagens.....	55
2.2.3 Mosaico.....	57
2.2.4 Índice de Vegetação.....	59
2.2.5 Fatiamento (Density Slice).....	61
2.2.6 Classificação Supervisionada.....	61
2.2.7 Reclassificação.....	65
2.2.8 SRTM.....	66
2.2.9 Construção dos Mapas Temáticos.....	67
2.2.9.1 Mapa da Declividade.....	67
2.2.9.2 Mapa das áreas de influência das estradas (<i>buffers</i>).....	68
2.2.9.3 Mapa de Solos.....	68
2.2.9.4 Mapa de Uso e Cobertura da Terra.....	69
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
3.1 MINEIROS.....	70
3.1.1 Influência dos fatores naturais.....	78
3.1.1.1 Topografia.....	78
3.1.1.2 Solos.....	85
3.1.1.3 Localização.....	91
3.2 CATALÃO.....	97
3.2.1 Influência dos fatores naturais.....	104
3.2.1.1 Topografia.....	104
3.2.1.2 Solos.....	112
3.2.1.3 Localização.....	116
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área total com produtores ocupantes.....	10
Figura 2. Ocupação capitalista da terra para os anos 1970 (vermelho), 1975 (verde), 1980 (azul) e 1985 (ciano).....	10
Figura 3. Mapa do Estado de Goiás indicando forte concentração de áreas de lavoura ao longo das principais rodovias.....	33
Figura 4. Localização do município de Mineiros (GO), com destaque para as cenas Landsat utilizadas na pesquisa (órbitas/pontos 240/072 e 240/073).	43
Figura 5. Mapa hipsométrico do município de Mineiros.....	44
Figura 6. Mapa de solos de Mineiros.	47
Figura 7. Localização do município de Catalão (GO), com destaque para as cenas Landsat utilizadas na pesquisa (órbitas/pontos 236/72, 236/73, 237/72 e 237/73).	49
Figura 8. Mapa Hipsométrico de Catalão.	51
Figura 9. Mapa de solos de Catalão	52
Figura 10. Fluxograma das etapas de processamento e análise.	54
Figura 11. Atribuição de coordenadas geográficas à imagem de Mineiros	56
Figura 12. Imagem de satélite registrada na região de Catalão. As coordenadas geográficas do vetor que delimita o município alinham-se com as coordenadas da imagem georreferenciada.	57
Figura 13. Mosaico de imagens Landsat/MSS da região de Catalão (GO).	58
Figura 14. “Máscaras” dos limites municipais de Mineiros e Catalão aplicadas sobre imagens Landsat/ MSS.....	59
Figura 15. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada nas imagens de Mineiros e Catalão.	60
Figura 16. Fatiamento de imagem NDVI do município de Mineiros.	61
Figura 17. Fluxograma da classificação supervisionada.	62
Figura 18. Classificação supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança.	63

Figura 19. Diferentes tipos de classificação supervisionada sobre parte da imagem de Mineiros: (a) Maxver, (b) Mínima Distância, (c) Mahalanobis e (d) Paralelepípedo.	64
Figura 20. Mapa de uso e cobertura da terra de Mineiros.....	71
Figura 21. Valores percentuais das classes de uso e cobertura da terra de Mineiros.....	72
Figura 22. Expansão das áreas agrícolas em Mineiros entre os anos de 1975 a 2002.....	73
Figura 23. Sobreposição de áreas de pastagem sinaliza as transformações no setor.....	74
Figura 24. Mapa de áreas agrícolas no período de 1975 a 2002.	77
Figura 25. Mapa das áreas de pastagem no período de 1975 a 2002.....	77
Figura 26. Percentual de declividade do município de Mineiros.....	79
Figura 27. Mapa de áreas agrícolas em função da declividade.....	80
Figura 28. Mapa indicando as áreas com pastagem em Mineiros para os anos de 1975 e 2002.	82
Figura 29. Vegetação natural presente em Mineiros nos anos de 1975 e 2002.	83
Figura 30. Classes de uso e cobertura da terra presente em Mineiros nos anos de 1975 e 2002.	83
Figura 31. Percentual das áreas de uso e cobertura do solo nos níveis de declividade do relevo de Mineiros.	85
Figura 32. Percentual das categorias de solos do município de Mineiros.	86
Figura 33. Expansão da agricultura sobre os Gleissolos entre 1975 e 2002. ...	87
Figura 34. Distribuição das classes de uso e cobertura da terra nos Latossolos.	88
Figura 35. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas categorias de solo do município de Mineiros em 1975 e 2002.	89
Figura 36. Percentual das áreas de solos destinado à agricultura, pastagem e vegetação natural em 1975 e 2002.....	90

Figura 37. Percentual das classes de uso e cobertura da terra em Mineiros no <i>buffer</i> de 1 km.....	92
Figura 38. Percentual acumulativo de agricultura por <i>buffer</i> de 1km em Mineiros.....	94
Figura 39. Valores percentuais de agricultura por km para os anos de 1975 e 2002.....	95
Figura 40. Mapa de uso e cobertura da terra de Catalão.....	98
Figura 41. Valores percentuais das classes de uso e cobertura da terra de Catalão.....	99
Figura 42. Expansão das áreas agrícolas em Catalão entre os anos de 1979 a 2002.....	100
Figura 43. Sobreposição de áreas de pastagem dos anos de 1979 e 2002. ..	101
Figura 44. Mapa de áreas agrícolas no período de 1979 a 2002.....	103
Figura 45. Mapa das áreas de pastagem no período de 1979 a 2002.....	104
Figura 46. Percentual de declividade do município de Catalão.....	105
Figura 47. Mapa de áreas agrícolas em função da declividade.....	106
Figura 48. Mapa indicando as áreas com pastagem em Catalão para os anos de 1979 e 2002.	108
Figura 49. Vegetação natural presente em Catalão nos anos de 1979 e 2002.	109
Figura 50. Reflorestamento e classes de uso e cobertura da terra presente em Catalão nos anos de 1979 e 2002.	110
Figura 51. Percentual das áreas de uso e cobertura do solo nos níveis de declividade do relevo de Catalão.	111
Figura 52. Percentual das categorias de solos do município de Catalão.	112
Figura 53. Distribuição das classes de uso e cobertura da terra nos Latossolos.	113
Figura 54. Espacialização das classes de uso e cobertura da terra nos Cambissolos.	114

Figura 55. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas categorias de solo do município de Catalão em 1979 e 2002.	114
Figura 56. Percentual das áreas de solos destinado à agricultura, pastagem e vegetação natural em 1975 e 2002.....	115
Figura 57. Percentual das classes de uso e cobertura da terra em Mineiros no <i>buffer</i> de 1 km.....	117
Figura 58. Percentual acumulativo de agricultura por <i>buffer</i> de 1km em Catalão.	119
Figura 59. Valores percentuais de agricultura por km para os anos de 1979 e 2002.....	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área do estabelecimento – total de terras ocupadas por hectare. ...	11
Tabela 2. Aumento do número de tratores no Brasil no período de 1950 a 1985.	16
Tabela 3. Área colhida de arroz por hectare durante os anos de 1973 a 1977.	23
Tabela 4. Produção das principais culturas agrícolas no período anterior e posterior ao PRODECER.	29
Tabela 5. Utilização das terras por lavouras temporárias – área por hectare. .	34
Tabela 6. Coeficiente de correlação entre investimentos realizados e as variáveis de padrão tecnológico no período de 1970 a 1996.	38
Tabela 7. Descrição das cenas utilizadas na primeira etapa do processamento digital de imagens.	55
Tabela 8. Coeficiente <i>Kappa</i> e qualidade das classificações.	65
Tabela 9. Coeficiente <i>Kappa</i> e valor de acurácia para os diferentes tipos de classificação supervisionada.	65
Tabela 10. Demonstrativo do percentual das classes de uso e cobertura da terra do município de Mineiros entre os anos de 1975 e 2002.	71
Tabela 11. Percentual de conversão das classes de uso e cobertura da terra de 1975 em relação a 2002.	76
Tabela 12. Percentual de conversão das classes de uso e cobertura da terra de 2002 em relação a 1975.	76
Tabela 13. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação aos diferentes níveis de declividade para o ano de 1975.	81
Tabela 14. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação aos diferentes níveis de declividade para o ano de 2002.	81
Tabela 15. Percentual das áreas de agricultura, pastagem e vegetação natural em cada classe de declividade no período de 1975.	84
Tabela 16. Percentual das áreas de agricultura, pastagem e vegetação natural em cada classe de declividade no período de 2002.	85
Tabela 17. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação às diferentes categorias de solo para o ano de 1975.	90

Tabela 18. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação às diferentes categorias de solo para o ano de 2002.....	91
Tabela 19. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de influência das estradas de Mineiros para o ano de 1975.	93
Tabela 20. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de influência das estradas de Mineiros para o ano de 2002.	93
Tabela 21. Percentual das classes de uso e cobertura da terra por km em 1975	95
Tabela 22. Percentual das classes de uso e cobertura da terra por km em 2002.	95
Tabela 23. Demonstrativo do percentual das classes de uso e cobertura da terra do município de Catalão entre os anos de 1979 e 2002.....	98
Tabela 24. Percentual de conversão das classes de uso e cobertura da terra de 1979 em relação a 2002.....	103
Tabela 25. Percentual de conversão das classes de uso e cobertura da terra de 2002 em relação a 1979.....	103
Tabela 26. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação aos diferentes níveis de declividade para o ano de 1979.	107
Tabela 27. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação aos diferentes níveis de declividade para o ano de 2002.	107
Tabela 28. Percentual das áreas de agricultura, pastagem e vegetação natural em cada classe de declividade no período de 1979.....	111
Tabela 29. Percentual das áreas de agricultura, pastagem e vegetação natural em cada classe de declividade no período de 2002.....	111
Tabela 30. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação às diferentes categorias de solo para o ano de 1979.....	116
Tabela 31. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação às diferentes categorias de solo para o ano de 2002.....	116
Tabela 32. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de influência das estradas de Catalão para o ano de 1979.	118
Tabela 33. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de influência das estradas de Catalão para o ano de 2002.	118

Tabela 34. Percentual das classes de uso e cobertura da terra por km em 1979.	120
Tabela 35. Percentual das classes de uso e cobertura da terra por km em 2002.	120

LISTA DE ABREVIÇÕES

- CAIS – Complexos Agroindustriais.
- CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite* ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres).
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias.
- ENVI - *Environment for Visualizing Images*.
- ETM+ - *Enhanced Thematic Mapper Plus*.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- LANDSAT - *Land Remote Sensing Satellite*.
- MAXVER - Máxima Verossimilhança.
- MSS - *Multispectral Scanner Subsystem*.
- NASA - *National Aeronautics and Space Administration*.
- NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*.
- NIR - *Near Infra-Red*.
- PGPM - Política de Garantia de Preços Mínimos.
- PIB - Produto Interno Bruto.
- PND – Plano Nacional de Desenvolvimento.
- PNE - Parque Nacional das Emas.
- POLOCENTRO - Programa de Desenvolvimento do Cerrado.
- PROAGRO - Programa de Seguro Rural.
- PROBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica.
- PRODECER - Programa Cooperativo Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado.
- PRONAF - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar.
- RMS - Erro Médio Quadrático.
- RV - Revolução Verde.
- SAD69 - *South American Datum*.

SIEG - Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás.

SIG - Sistema de Informações Geográficas.

SNCR - Sistema Nacional de Crédito Rural .

SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.

UC - Unidades de Conservação.

UNESCO - *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura.

UTM - *Universal Transversa de Mercator*.

WGS84 - *World Geographic System*.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é identificar e avaliar a relação existente entre as características naturais do espaço e sua utilização antrópica e como este processo condicionou a expansão de fronteiras em Goiás. Será apresentado um modelo teórico que correlaciona as variáveis *topografia*, *fertilidade* e *localização* com a espacialização do uso do solo no tocante às classes de agricultura, pastagem e vegetação nativa. As análises foram conduzidas nos municípios de Mineiros (16°50'00" e 18°50'00" de Latitude Sul e 52°10'00" e 53°10'00" de Longitude Oeste), na região Sudoeste de Goiás e Catalão (17°27'24,03" e 18°29'59,35" de Latitude Sul e 47°15'48,69" e 48°10'22,36" de Longitude Oeste), na região Sudeste do Estado. Foram utilizadas seis cenas do sensor MSS do satélite Landsat (em formato digital), obtidas durante a estação seca e compostas de quatro bandas multiespectrais (bandas 4, 5, 6 e 7). Foi realizada classificação supervisionada pelo classificador MAXVER e reproduzidos mapas de uso e cobertura do solo para 1975 (Mineiros) e 1979 (Catalão). Posteriormente os mapas foram confrontados com os dados originais do PROBIO para o ano de 2002. Os resultados mostraram que o município de Mineiros possuía, em 1975, 42,83% de sua área sobre Latossolos, dos quais concentravam 75,81% da área de agricultura e 45,16% da área de pastagem. Em 2002, os Latossolos detinham 50,08% da agricultura do município e 40,03% da pastagem. Esta passou a ser significativa também nos Argissolos e nos Neossolos. Em Catalão, Latossolos e Cambissolos ocupam mais de 85% da área total do município, e, conseqüentemente, nestes solos está localizada a maioria das propriedades com atividades agropecuárias. Por sua vez, o fator *declividade* exerce grande influência sobre a agricultura de Mineiros e Catalão. O percentual de áreas agrícolas situadas em declividades de até 5° foi de aproximadamente 95% para ambos os períodos analisados em Mineiros e de 89% (1979) e 94% (2002) em Catalão. Quando se analisa o fator *localização*, tanto em Mineiros como em Catalão é perceptível a forte influência das estradas nas áreas agrícolas dos municípios. O quilômetro mais próximo das vias de escoamento é o que apresentou maior quantidade de áreas agrícolas. Este percentual decresce gradualmente à medida que se afasta da área de influência das rodovias. Diante desse contexto, verificou-se que as áreas que apresentam uma combinação dos fatores naturais estudados são ocupadas primeiramente e se destacam como sendo de alto potencial agrícola. Dessa forma, as áreas de agricultura estão concentradas em regiões de topografia mais plana, cujos solos são mais adequados e que, sobretudo, estão próximas às principais rodovias que cortam os municípios.

Palavras-chave: 1) fronteira agrícola, 2) fatores naturais, 3) modernização da agricultura

ABSTRACT

The objective of this study is to identify and evaluate the relationship between the natural space and its use anthropic process and how it conditioned the expansion of Frontier in Goiás. Will be present a theoretical model that correlates the variable *topography*, *fertility*, and *location* with the land use spatialization in respect of classes of agriculture, pasture and native vegetation. The tests were conducted in the municipalities of Mineiros (16 ° 50'00 "and 18 ° 50'00" South Latitude and 52 ° 10'00 "and 53 ° 10'00" West Longitude) on the southwest of Goiás and Catalão (17 ° 27'24, 03 "and 18 ° 29'59, 35" South Latitude and 47 ° 15'48, 69 "and 48 ° 10'22, 36" W), southeastern state. It was used six scenes of the sensor of Landsat MSS (in digital format), obtained during the dry season and made up of four multispectral bands (bands 4, 5, 6 and 7). It was performed supervised classification by the classifier MAXVER and reproduced land use and land cover maps for 1975 (Mineiros) and 1979 (Catalão). Later maps were compared with the original data PROBIO for the year 2002. The results showed that the municipality of Mineiros in 1975 had 42.83% of its area on Oxisols, which concentrated 75.81% of the area of agriculture and 45.16% of the pasture area. In 2002, the Oxisols held 50.08% of the agriculture of the county and 40.03% of the pasture. This has become significant also in Ultisols and Neosols. In Catalão, Oxisols and Inceptisols occupy more than 85% of the total area of the municipality, and therefore, these soils are located most of the properties with agricultural activities. In turn, the *slope* factor has a major influence on agriculture of Mineiros and Catalão. The percentage of agricultural areas situated on slopes of up to 5° was approximately 95% for both periods analyzed in Mineiros and 89% (1975) and 94% (2002) in Catalão. When analyzing the *location* factor, both in Mineiros and in Catalão is evident the strong influence of the roads in agricultural areas of the municipalities. The kilometer closer of the roads is that the greatest number of agricultural areas. This percentage gradually decreases as it moves away from the influence of the roads. Given this context, it was verified that the areas that have a combination of natural factors studied are occupied first and stand out as being of high agricultural potential. Thus the agricultural areas are concentrated in areas of flatter topography, and soils are suitable and, above all, are close to major highways that cross the municipalities.

Key-words: 1) agricultural frontier, 2) natural factors, 3) modernization of agriculture.

INTRODUÇÃO

Em Goiás, a modernização da agropecuária foi ocasionada pelo processo de expansão da fronteira agrícola, quando se iniciou uma grande transformação na utilização das terras e no padrão tecnológico empregado, tanto em áreas de agricultura - com correção do solo e de novas técnicas de plantio -, como em áreas de pecuária, identificada pela substituição das pastagens naturais por pastagens plantadas (Santos & Miziara, 2008).

Nesse sentido, cabe de início, apresentar uma breve explanação sobre os diferentes momentos da expansão de fronteiras em Goiás, conforme expressa Miziara (2006). O primeiro momento denomina-se Frente de Expansão caracterizada em uma primeira etapa pela ocupação pelo ouro, a partir dos anos 20 do século XVIII. Posteriormente, no século XIX, a região sul de Goiás é ocupada pelos migrantes de Minas Gerais e São Paulo, que tomam posse da terra e tem como principal atividade econômica a criação de gado extensivo.

A estrada de ferro a partir da segunda década do século XX e a Marcha para o Oeste na década de 40 caracterizam o segundo momento da expansão de fronteiras, denominado Frente Pioneira, marcada pelo avanço do capitalismo em áreas já ocupadas anteriormente e da terra como propriedade.

O terceiro momento está relacionado ao advento da Fronteira Agrícola em meados da década de 70, identificado pela chegada dos produtores do sul do país que modificam as bases técnicas de produção local e incorporam tecnologias desenvolvidas.

Assim, dadas as premissas sobre Frente de Expansão, Frente Pioneira e Fronteira Agrícola, pretende-se com este trabalho identificar tendências históricas de ocupação e uso do espaço no Estado de Goiás, através da incorporação de um modelo teórico que explica as diversas fases da expansão da Fronteira. Destarte, é possível contribuir com a tentativa de estabelecer indicadores de pressão antrópica, identificando as variáveis fundamentais para

o monitoramento da ação humana, relacionadas às características naturais do solo, tais como localização, fertilidade e topografia.

Tais características naturais em confronto com a tecnologia são fatores preponderantes para a ocupação do solo e seus efeitos estão correlacionados com a expansão do uso das terras em Goiás. O desenvolvimento tecnológico é fator importante para a espacialização da agricultura, haja vista que, a aquisição de tratores e outros implementos como o arado e a grade, além do uso de insumos químicos e de variedades melhoradas foram significativos para as mudanças no uso do solo goiano.

No entanto, os avanços tecnológicos são ofuscados pelo fator natural *topografia*. A dificuldade de se utilizar maquinários em regiões com relevos mais elevados e a inviabilidade econômica de eliminar declividades acentuadas tornam a produção agrícola limitada (Graziano da Silva, 2000:29). Por outro lado, a pecuária é menos dependente desta variável.

A localização da propriedade é um dos fatores naturais que definiram a ocupação humana no estado de Goiás. As áreas localizadas próximas aos grandes centros consumidores ou que possuíam grande facilidade de escoamento de sua produção foram ocupadas inicialmente (Miziara, 2000).

De posse dessas informações, podemos analisar a partir de um contexto histórico a distribuição para o estado de Goiás das atividades econômicas. A hipótese inicial é de que os fatores naturais anteriormente mencionados irão condicionar as áreas de produção primária. Considerando esta hipótese, foram desenvolvidos estudos em áreas-piloto representativas, como os municípios de Mineiros e Catalão, considerados emblemáticos no processo de expansão de fronteiras. O município de Catalão foi escolhido pelo fato de representar um processo mais antigo de ocupação e uso do solo para exploração agropecuária comercial. Pelo fato de estar localizado em uma área com boas ligações com os centros comerciais do Sudeste, e de ter presenciado a chegada da ferrovia em Goiás, Catalão passou por um processo de desenvolvimento da agricultura desde a década de 1930. Já o município de Mineiros representa uma expansão

mais recente da Fronteira, que se intensifica notavelmente a partir da década de 1980.

Justifica-se a realização deste estudo devido à ausência de pesquisas históricas que expliquem a influência dos fatores naturais nas transformações do espaço agrário goiano, por meio de imagens de satélite, complementadas com dados censitários. Os estudos realizados até o momento sobre o desenvolvimento do agronegócio em Goiás e da produção agropecuária são realizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) através dos Censos Agropecuários. Conseqüentemente, em muitos casos, as informações obtidas são baseadas em respostas subjetivas, já que não são utilizados dados de sensores orbitais como complementação dos questionários.

Ressalta-se ainda que não existem dados científicos que realizem uma comparação sistemática sobre a localização das atividades agropecuárias em momentos históricos distintos, com o objetivo de identificar a influência dos fatores naturais, como fertilidade e topografia.

Diante disso, os objetivos principais deste trabalho são:

- 1) Relacionar as etapas de Expansão da Fronteira Agrícola em Goiás com as características naturais do solo, a partir de modelo teórico proposto por Miziara (2006).
- 2) Entender o espaço agrário em Goiás, o uso do solo e as transformações ocorridas no setor agropecuário durante o período de 1970 a 2002, utilizando imagens de sensores orbitais e dados censitários.
- 3) Analisar a espacialização das classes de uso e cobertura da terra nos municípios de Mineiros (região Sudoeste) e Catalão (região Sudeste), identificando a vinculação dos fatores naturais *topografia, fertilidade e localização*, com atividades de produção primária.

Para o estudo, foram adquiridas imagens dos dois municípios para os anos de 1975 e 1979, que correspondem à mesma época (período da seca) para que apresentem características semelhantes no que concerne à cobertura de nuvens, névoa atmosférica e variação da elevação solar (Silva *et al.*, 1990).

As imagens foram tratadas e classificadas, e a partir dos dados obtidos foram gerados os mapas de uso e cobertura do solo das regiões citadas.

Com base nas informações apresentadas, no primeiro capítulo, discute-se a dinâmica da modernização da agricultura no Brasil, a expansão agrícola para o Cerrado e a espacialização do agronegócio em Goiás. É feita uma reflexão sobre a expansão da fronteira e a relação desta com os fatores naturais do solo (topografia, fertilidade e localização).

No segundo capítulo, são apresentados o método adotado e os materiais utilizados para o desenvolvimento da pesquisa. Após a seleção das áreas de estudo, procedeu-se a coleta dos dados referentes à identificação das classes de uso e cobertura do solo dos municípios de Mineiros e Catalão, através da classificação de imagens Landsat/MSS e do auxílio de dados censitários.

No terceiro capítulo, são expostos e discutidos os resultados alcançados, e realizada uma análise descritiva e explicativa acerca dos processos históricos de ocupação do espaço nos municípios estudados.

Em resumo, ressaltamos que o objetivo geral deste trabalho é entender como as características naturais dos solos influenciam no seu uso e ocupação. Mais especificamente procurou-se estudar este processo para o estado de Goiás, no recorte temporal de 1975 a 2002, período este identificado pela expansão da fronteira agrícola no Estado.

CAPÍTULO 1

EXPANSÃO DE FRONTEIRAS EM GOIÁS

Normalmente, quando se fala em modernização da agricultura, a tendência é considerar apenas as modificações nas bases técnicas de produção, ou seja, na utilização de maquinário moderno e de insumos agropecuários adequados. No entanto, é preciso levar em conta não apenas o progresso técnico na agricultura, mas todo o processo que diz respeito às relações sociais de produção.

Ao mesmo tempo em que ocorre tal progresso técnico, a organização da produção também vai se modificando, isto é, tudo que diz respeito às relações sociais e não técnicas de produção.

Historicamente a chamada modernização da agricultura não é outra coisa que o processo de transformação capitalista da agricultura, que ocorre vinculado às transformações gerais da economia brasileira recente (Graziano Neto, 1982: 26).

Essa modernização agrícola no Brasil ocorreu de maneira parcial, no sentido de beneficiar apenas algumas regiões e alguns produtores. Além disso, conforme expressa Graziano da Silva (2000), nem todos os produtos, nem todas as fases do ciclo produtivo foram atingidos.

Foram implantadas técnicas modernas de cultivo como a adubação química, a mecanização, a irrigação e o uso de sementes melhoradas. O espaço agrário baseado na agricultura de subsistência e na pecuária extensiva sofreu uma transformação em suas características tradicionais, dando espaço a novas culturas de exportação. Essa nova dinâmica territorial provoca profundas mudanças econômicas nas relações sociais e no meio ambiente.

Dessa forma, aumenta-se não só a dependência da agricultura com relação a outros setores da economia, como o industrial e o financeiro, mas

também o grau de desequilíbrio social e o impacto da atividade agrícola sobre condições ambientais (Balsan, 2006).

Entretanto, o objetivo do presente trabalho não é discorrer sobre os impactos da modernização da agricultura nos campos ambiental e social, mas dar ênfase maior às transformações da base técnica de produção, a saber, a substituição de equipamentos rudimentares empregados tais como o burro, o estriume e a enxada, por maquinários e implementos modernos como o trator, o arado e pulverizadores, além de explicitar sobre as técnicas de preparo do solo em tal modernização, como os fertilizantes, adubos e corretivos.

Será analisado o processo de ocupação e de modernização da agricultura nas regiões de Cerrado, principalmente no território goiano, utilizando um modelo baseado no conceito da Renda Fundiária que unifica a Frente de Expansão, a Frente Pioneira e a Fronteira Agrícola, períodos identificados com a expansão das fronteiras.

1.1 A OCUPAÇÃO E O USO DO ESPAÇO AGRÁRIO GOIANO: A FRENTE DE EXPANSÃO E A FRENTE PIONEIRA.

Durante a etapa de ocupação do território goiano, os primeiros habitantes a migrarem para esta região foram os indígenas que, procurando afastar-se dos civilizados que lhes traziam violência e doenças, escondiam-se nas florestas mais distantes.

Andrade (1980:49) narra o que se prossegue após a ocupação indígena:

“Atrás dos índios vinham os agricultores pobres, os “posseiros” e os “intrusos” que fugiam à escravidão ou semi-escravidão no latifúndio e que muitas vezes, reagindo à violência, cometiam crimes contra os seus patrões e procuravam nas terras distantes, onde não chegava a ação da justiça, a impunidade. E os posseiros, fazendo a “coivara, destruindo as matas, constituíam um inimigo do índio, lutando contra o mesmo, e saindo ora vencidos, ora vencedores.”

A partir dos anos 20 do século XVIII, com a atividade mineradora e a conseqüente busca pelo ouro, o processo de ocupação da região goiana

começou a se destacar. No século XIX, a região sul do Estado foi ocupada por criadores de gado a procura de pastagens e de imigrantes do Sudeste do país, primordialmente das regiões de Minas Gerais e São Paulo. Esse movimento ficou conhecido como “Frente de Expansão”¹, em que as terras devolutas do Estado eram apropriadas pelo ocupante ou posseiro e não possuíam valor de mercado.

Até então o que existia era a prática da agricultura de subsistência com o excedente sendo destinado às trocas mercantis. No momento de abertura da fronteira, esses agricultores desmatavam e preparavam a terra para os detentores de capital que chegavam e a adquiriam a preços muito baixos.

A ocupação e o progresso da região central do país foram representados pelo movimento chamado “Marcha para o Oeste”, criado pelo governo do presidente Getúlio Vargas. O movimento consistia em um plano de incentivo para que as pessoas migrassem para o centro do Brasil, onde havia muitas terras desocupadas. Este período ficou marcado pelo avanço da “frente pioneira” na região, cujas terras eram apropriadas pelos grandes fazendeiros que se dedicavam à pecuária extensiva.

Para Martins (1975), a chamada “frente pioneira” tem como características peculiares a propriedade privada da terra e o empreendimento econômico. A terra não é ocupada, mas adquirida. Nela estão embutidas as marcas do capitalismo no campo², como empresas diversas, infraestrutura, comércios, e outros.

¹ Entende-se como “frente de expansão” a primeira ocupação do espaço pela sociedade, efetuada por indivíduos que não eram ainda os agentes característicos da produção capitalista, isto é, não estavam inseridos diretamente no mercado. Nesse caso, predominariam relações não-capitalistas, envolvendo posseiros, camponeses, etc., com a propriedade não capitalista da terra (posse). A frente de expansão seria dessa forma caracterizada por uma economia de excedentes, absorção de excedentes demográficos e ausência das instituições políticas e jurídicas (Martins, 1997; Franco da Silva, 2006).

² Ver Foladori (2001). Nesta fase, a produção capitalista na agricultura é calcada na grande propriedade e no êxodo rural. O desenvolvimento na propriedade rural é extensivo e se caracteriza pela introdução de relações capitalistas no interior de formas mercantis simples de produção, ou melhor, pela colonização de novas áreas. Nesses primeiros momentos, a produção capitalista pode contratar trabalho assalariado, chegando inclusive a aumentar o número de pessoas vivendo no meio rural.

A partir da primeira metade do século XX, o Centro-Oeste passou a ter um importante papel no suprimento de produtos primários para o Sudeste que começava a se industrializar. Este processo foi favorecido pela chegada da Estrada de Ferro em 1920, que propiciou ao Estado de Goiás uma via de comunicação com outras regiões do país e de escoamento da produção.

Com a construção da Estrada de Ferro, a região passou por um processo de modernização intenso e ocorreu o avanço das Frentes Pioneiras sobre o território goiano. À medida que as Frentes Pioneiras se deslocavam, as terras eram tomadas pelos capitalistas, iniciando novamente o processo de expulsão dos posseiros para regiões ainda mais distantes, onde a terra era barata e passível de ser apropriada (Mendonça & Thomas Junior, 2004).

Borges (1990) ressalta que a estrada de ferro permitiu a modernização de algumas cidades e o surgimento de novos centros urbanos. Em um período de cinco anos (1915-1920), a terra sofreu valorização de 600% e a exportação de carne para as regiões do Centro-Sul teve suas despesas minoradas.

O mesmo autor afirma que a agricultura da região da estrada de ferro contou com certo desenvolvimento técnico, em comparação com outras regiões do estado, pois possuía arado de ferro, grade e semeadura. A produção deixou de ser de subsistência, e municípios como Catalão e Ipameri ganharam projeção.

Com a construção de Goiânia (inaugurada em 1939) e de Brasília (inaugurada em 1960), o crescimento populacional em Goiás foi intensificado, acompanhado da abertura de grandes estradas de rodagem e do cultivo de culturas comerciais como o arroz, o trigo e, posteriormente, a soja (Andrade, 1980:41).

Assim, com a chegada da rede rodoviária federal na região Centro-Oeste e com os problemas técnicos e financeiros de manutenção e conclusão das vias férreas, as estradas de ferro na região ficaram em segundo plano, e a rodovia passou a assumir o papel principal no transporte das mercadorias.

Esse desenvolvimento da infraestrutura de transporte teve importância fundamental na região sudoeste de Goiás, como também o avanço tecnológico contribuiu para a comercialização de produtos a nível regional e nacional. Contudo, vale ressaltar que isso foi possível em função dos solos mais propícios às práticas agrícolas e do aprimoramento das técnicas de cultivo que aumentaram a produção na região, fazendo com que sudoeste do Estado apresentasse um rápido crescimento.

As características naturais, a topografia plana e os solos que se tornaram produtivos, são na visão de Pessoa (1988), os fatores que contribuíram para a expansão do capitalismo na agricultura, em áreas do Cerrado. Esse processo ocorreu com o aumento da inversão de capital³ com investimentos na indústria de insumos e da mecanização, além do incremento na produtividade do trabalho e na produção.

Mesmo em períodos mais recentes é possível perceber a dinâmica de consolidação da exploração capitalista. Nas Figuras 1 e 2, a região norte do Estado de Goiás, no período de 1970 a 1995, passa por uma diminuição da categoria “ocupante” e por um aumento da categoria “proprietário”. Isso indica a substituição das relações não-capitalistas pelas relações capitalistas de produção.

³ Com a introdução da mecanização na agricultura de forma sustentada, surge uma segunda fase, de desenvolvimento do capitalismo intensivo que corresponde a uma inversão de volume cada vez maior de capital sobre a mesma extensão de solo. Desta forma, “acontece a destruição acelerada das explorações de produção mercantil simples, que não podem suportar a concorrência imposta pelos custos de produção da agricultura mecanizada capitalista. A soma dos acontecimentos conduz a um acelerado êxodo do campo, e sua contraparte, a aglomeração urbana” (Foladori, 2001).



Figura 1. Área total com produtores ocupantes.
Fonte: Miziara (2006).

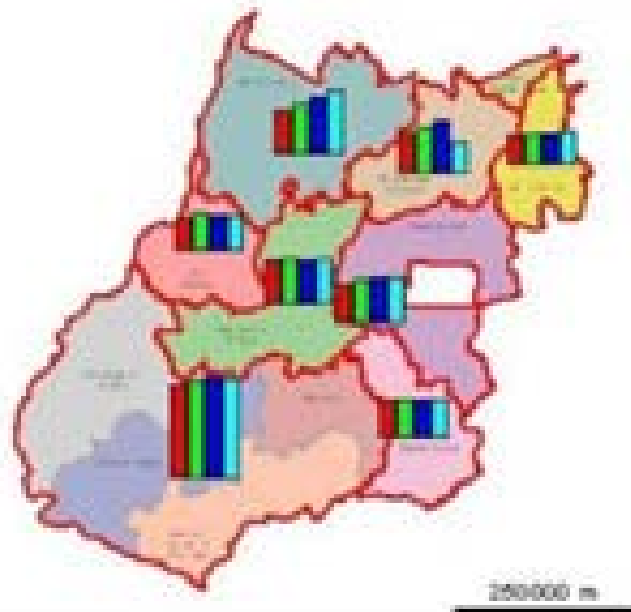


Figura 2. Ocupação capitalista da terra para os anos 1970 (vermelho), 1975 (verde), 1980 (azul) e 1985 (ciano).
Fonte: Miziara (2006).

A Tabela 1 mostra o número total de terras ocupadas no período 1970-1995 referente aos posseiros, produtores que não possuem a posse capitalista da terra. Com o avanço da Frente Pioneira observa-se um declínio no total de áreas ocupadas na região norte do Estado. No sul, já consolidado, este processo é pouco significativo (Miziara & Ferreira, 2008).

Tabela 1. Área do estabelecimento – total de terras ocupadas por hectare.

NOME	1970	1975	1980	1985	1995
Aracaju	28.894,3	30.999,4	22.493,6	29.699,7	23.878,4
Aracuaia	18.567,8	18.191,2	8.982,7	18.963,3	18.332,9
Aracuanã	24.691,8	25.854,6	29.959,8	28.872,5	42.798,9
Carilândia	68.877,1	54.546,5	38.622,4	38.873,7	38.188,8
Corumbá	29.821,7	47.855,5	23.311,8	29.281,7	28.794,7
Chapada dos Velhos	92.819,4	48.950,6	94.141,4	78.242,5	29.877,4
Estância de Brasília	60.124,8	68.541,6	41.599,8	68.335,1	29.438,9
Galvânia	18.879,2	14.123,0	19.485,2	14.127,5	8.894,9
Ipiaçu	18.340,4	24.691,8	8.826,1	11.499,8	33.847,7
Mata Preta	73.632,8	69.832,4	43.844,2	55.124,1	48.560,8
Povo do Rio	22.286,1	36.113,0	38.292,6	18.615,0	23.338,2
Proprieta	234.758,3	259.813,8	148.711,4	62.299,8	78.499,8
Quirinópolis	31.384,3	31.822,6	24.888,8	43.885,8	31.280,8
São Vermelho	42.691,4	24.198,5	21.366,7	13.343,8	8.489,2
São Miguel do Araguaia	53.691,8	41.221,1	11.467,4	12.172,1	14.294,8
Sulzânia de Goiás	188.429,4	111.276,5	212.287,1	236.863,8	150.872,8
Vale do Rio dos Bois	68.790,8	75.331,2	33.881,4	38.416,8	38.290,0
Vão do Paraíso	12.888,4	18.944,6	28.881,5	7.869,8	18.893,8

Fonte: IBGE – Censos Agropecuários (1970, 1975, 1980, 1985 e 1995).

1.2 A MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA BRASILEIRA

A produção agropecuária sempre teve enorme relevância para a economia brasileira. Assim, visando aumentar a produtividade no campo, o governo brasileiro buscou implantar medidas públicas que resultassem na transformação dos processos produtivos existentes e na ocupação de áreas com potencial agrícola, a fim de que o aumento na produção pudesse abastecer o mercado interno e gerar divisas com a exportação.

Dessa forma, a modernização agrícola no Brasil acontece a partir da década de 1960, quando a alta dos preços dos alimentos e as constantes pressões exercidas pelos movimentos sociais no campo contribuíram para a reformulação do setor que passou a ser visto como atrasado (Belik, 1998). A partir de então, indústrias começaram a se instalar no país para a produção de equipamentos mais avançados e insumos agrícolas.

Vale lembrar que a modernização não se deu de maneira uniforme em todo o território brasileiro. Enquanto no Sul e no Sudeste as agroindústrias se fortaleceram, no Norte e no Nordeste, devido a razões históricas como o predomínio de latifúndios e à falta de infraestrutura adequada, o ritmo da modernização foi mais lento que na região Centro-Sul do país.

Em decorrência do processo de modernização da agricultura, alguns problemas começaram a surgir. A agropecuária ficou atrelada e subordinada ao capital industrial. As terras valorizaram-se e os pequenos produtores se viram obrigados a recorrer aos bancos em busca de empréstimos para adequar sua propriedade ao padrão tecnológico exigido pela modernização. Muitos não conseguiram quitar as dívidas que se acumularam por anos e acabaram vendendo as terras que deixaram penhoradas no banco quando contraíram empréstimos.

Conseqüentemente ocorreu uma concentração de terras nas mãos de empresários, industriais e grandes produtores. As máquinas substituíram a mão-de-obra no campo, o êxodo rural se intensificou e os centros urbanos passaram a absorver pessoas em condições precárias e sem qualificação para o trabalho nas cidades.

Depois, em 1964, o presidente João Goulart tentou promover uma reforma agrária, distribuindo terras à população rural de baixa renda. Formou-se então uma forte oposição ao governo e os militares intervieram implantando a ditadura. Com isso, nos anos seguintes, entre 1965 e 1967, o ritmo do crescimento da economia brasileira se deu a passos lentos devido à reorganização sob o regime militar que se instalou no país (Gonçalves Neto, 1997; Teixeira, 2005).

No governo do general Emílio Garrastazu Médici, a modernização da agricultura foi tomada como prioridade pelo Estado que implantou os Planos Nacionais de Desenvolvimento. A estratégia agrícola do I PND (1972-1974) era obter taxas de crescimento anual superiores a 7% para o setor, desenvolver a agricultura moderna, empresarial, no Centro-Sul, introduzir novas tecnologias e técnicas de irrigação e modernizar as estruturas de comercialização e distribuição de produtos agrícolas (Gonçalves Neto, 1997:133).

No II PND (1975-1979), a produção de fertilizantes e defensivos agrícolas constituía uma das metas para o crescimento industrial. O plano tinha como objetivo efetivar a vocação do Brasil como fornecedor mundial de alimentos, matérias-primas agrícolas e produtos agrícolas industrializados.

Os PND foram essenciais para as atividades agropecuárias e faziam parte de uma estratégia governamental para alavancar as exportações, abastecer o mercado interno atendendo suas demandas e fornecer estímulos à agroindústria, tornando-se molas propulsoras para a formação dos chamados “complexos agroindustriais” - CAIs⁴. “Portanto a expressão do complexo agroindustrial no Brasil se funda no próprio crescimento da produção agrícola na medida em que esta cria o mercado necessário para a sua realização” (Sorj, 1980:29).

Assim, dentro da perspectiva mais ampla dos PND, a partir da segunda metade dos anos 60, a agricultura brasileira recebeu incentivos governamentais, traduzidos em uma política de créditos facilitados, cujo objetivo era dar condições ao produtor de fazer uso da tecnologia mecanizada, de adubos, corretivos e defensivos agrícolas e de utilizar assistência técnica especializada.

O governo pretendia com essa política evitar crises de abastecimento como as do início da década de 1960, através da elevação da capitalização e

⁴ “Entendemos por complexo agroindustrial o conjunto formado pelos setores produtores de insumos e maquinarias agrícolas, de transformação industrial dos produtos agropecuários e de distribuição e de comercialização e financiamento das diversas fases do circuito agroindustrial” (Sorj, 1980:29).

do nível tecnológico das propriedades. O resultado seria o aumento da produtividade das lavouras e do rebanho.

Com a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) em 1965, as linhas de financiamento permitiram a capitalização dos produtores e das agroindústrias e a integração desta com aqueles. “Montado a nível nacional em 1965, operacionalizado em 1967, o sistema de crédito rural⁵ para custeio e investimento a juros subsidiados tornou-se o agente catalisador, à condição necessária da modernização da agricultura” (Graziano da Silva, 1983:29).

Ehlers (1999) salienta que o crédito agrícola criou uma dependência entre o setor produtivo agrícola e o setor produtivo de insumos, na medida em que a agricultura criava um mercado para a dinâmica da indústria de insumos agrícolas. Estevam (1998) realça a importância do financiamento rural na modernização da agricultura, pois proporcionou ao produtor rural a incorporação de maquinários, insumos, sementes selecionadas e outros investimentos ao processo produtivo.

No entanto, a distribuição de créditos estava relacionada ao tamanho das propriedades, às culturas destinadas à exportação (café, cana, soja, algodão e trigo) e aos complexos agroindustriais (Matos, 2001). Como resultado dessa política de crédito rural instituída, aproximadamente 80% dos proprietários rurais brasileiros não tiveram acesso ao crédito rural e à assistência técnica oferecida pelo governo (Ribeiro, 1979).

Belik (1998) ressalta que durante a etapa de modernização conservadora da agricultura, quando o grau de modernização era avaliado pelo índice de máquinas, equipamentos, implementos e insumos modernos utilizados, o governo ampliou a Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM) de diversos produtos agrícolas e agroindustriais, com o intuito de diversificar a oportunidade de crédito aos produtores.

⁵ Silva (1971 *apud* Andrade, 1980:44) explica que “O crédito constitui o instrumento básico de aumento da área cultivada, dos rendimentos e da tecnificação”, sendo distribuído de forma assimétrica, beneficiando neste momento apenas 11% dos agricultores.

O aludido autor explica que no período de 1970 a 1975 o volume ofertado de crédito saltou de US\$ 6,5 bilhões para US\$ 25 bilhões ao ano. Os produtores rurais compraram equipamentos e modernizaram sua produção. No entanto, a concentração fundiária e de renda tornou-se muito maior o que explica ser um processo conservador de produção. O mesmo raciocínio é expressado por Graziano da Silva:

O que se pode ver no campo brasileiro é uma 'modernização conservadora' que privilegia apenas algumas culturas e regiões assim como alguns tipos específicos de unidades produtivas (médias e grandes propriedades). Nunca uma transformação dinâmica, auto-sustentada; pelo contrário, uma modernização induzida através de pesados custos sociais e que só vinga pelo amparo do Estado. (Graziano da Silva, 1981:40).

Em 1976, os grandes proprietários de terra foram responsáveis por 3% dos contratos firmados e por 53% dos recursos ofertados, enquanto os pequenos produtores foram responsáveis por 73% dos contratos firmados, mas absorveram apenas 11% dos recursos captados no sistema de crédito rural. (Guedes Pinto, 1978 *apud* Souza & Caume, 2008).

Nesse período, a pesquisa agropecuária constituiu-se juntamente com o crédito agrícola, o seguro, a armazenagem e as atividades de assistência técnica, em importantes políticas governamentais de incentivo à modernização da agricultura. A geração das tecnologias agrícolas tornou-se possível após a criação em âmbito nacional da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA) em 1973, e seus diversos centros de pesquisas e unidades regionais.

Em 1974 é criada a EMBRATER, responsável pela assistência técnica aos produtores através dos profissionais das ciências agrárias. Esse órgão estatal foi encarregado juntamente com a EMBRAPA da difusão para todo o país dos pacotes tecnológicos e da extensão rural pelos estados, com a finalidade de cumprir os compromissos firmados entre o estado brasileiro e o capital internacional.

Seguindo a mesma metodologia utilizada na disponibilização do crédito rural, as tecnologias desenvolvidas e a assistência técnica oferecida não

tiveram ampla distribuição. Os produtores familiares foram os mais prejudicados devido à falta de uma reforma agrária consistente e de políticas públicas que abrangessem a totalidade das propriedades rurais.

Por outro lado, os grandes produtores, chamados patronais e empresários rurais influentes no governo, foram alcançados pelos pacotes tecnológicos desenvolvidos, tiveram acesso à assistência técnica e havia recursos do crédito agrícola destinados a alavancar o progresso tecnológico em grandes quantias (Franco, 2002).

Pode-se perceber, então, a transformação da agricultura nacional, analisando alguns indicadores da modernização agrícola, tais como número de tratores, uso de fertilizantes industrializados e produtos químicos como inseticidas, fungicidas e herbicidas. A Tabela 2 mostra o aumento no uso de tratores no Brasil entre 1950 a 1985.

Tabela 2. Aumento do número de tratores no Brasil no período de 1950 a 1985.

ANOS	Nº DE TRATORES
1950	8.372
1960	61.338
1970	165.731
1975	323.109
1980	545.204
1985	665.280
1995	799.742

Fonte: IBGE – Censos Agropecuários (1950 a 1995); Graziano Neto (1985).

A partir da década de 1960, o crescimento no número de tratores foi acompanhado pelo aumento no uso de fertilizantes (Graziano Neto, 1985 *apud* Teixeira, 2005). O número de novas indústrias de fertilizantes aumentou consideravelmente no período entre 1955 a 1983. Entre 1955-1965, foram 15 novas indústrias de fertilizantes instaladas; entre 1967 a 1973 instalaram-se 20 empresas; e de 1974 a 1983 foram instaladas 68. Em termos percentuais, o crescimento médio anual dos fertilizantes no período de 1965 a 1975 foi de

60%. Nesse mesmo período, os agrotóxicos tiveram um crescimento de 25% de média anual (Kageyama, 1987 *apud* Coelho Junior, 2005).

Paralelamente à modernização da agricultura surgem os complexos agroindustriais que integravam a indústria ao setor agropecuário. Grupos industriais e financeiros recebiam incentivos fiscais governamentais para investirem na agricultura. Como exemplo, temos o aumento do plantio da cana-de-açúcar que seria utilizada como matéria prima para a indústria do açúcar e do álcool.

A integração do campo à agroindústria de insumos e ao processamento de matérias primas é relatada por Sorj (1980), que mostra o papel do Estado como criador de políticas voltadas ao setor agrícola e de uma infraestrutura necessária para essa integração:

A expansão agrícola, ao mesmo tempo em que possibilita o desenvolvimento do complexo agroindustrial, é impulsionada por ele e ambos se expandem. A ação do Estado regula essa dinâmica, à medida que orienta e impulsiona certos setores com créditos e subsídios, além de fazer média entre os interesses das diferentes facções do capital e entre os produtores agrícolas, o complexo agroindustrial e o conjunto das necessidades de reprodução do capital social. (SORJ, 1980:66).

Com os complexos agroindustriais elimina-se a livre concorrência, e as indústrias passam a ter dominação sobre o mercado. A agricultura fica subordinada à indústria que exige dos agricultores que cumpram o prazo estabelecido em contrato da entrega dos produtos. As firmas compradoras determinam as condições, os preços e os tipos da matéria-prima a serem entregues.

Durante a década de 1980, as atividades agrícolas crescem a uma taxa anual menor que na década anterior. Entretanto, a busca era cada vez maior pela produtividade, pois a demanda crescente do mercado interno por alimentos estimulava os produtores a usarem os pacotes tecnológicos produzidos pela EMBRAPA, os quais consistiam no consumo de sementes melhoradas, defensivos agrícolas, fertilizantes, corretivos, rações e medicamentos para animais.

A partir de 1985, as mudanças nas políticas governamentais, propiciaram um regramento gradativo na disponibilização dos créditos para as atividades agropecuárias, uma vez que havia um relativo segmento de empresários rurais que se capitalizaram e tinham as condições de competirem no mercado, aniquilando a maioria dos pequenos e médios empresários rurais que se “aventuravam” a exercer a agropecuária moderna. A desaceleração do crescimento é percebida na diminuição do número de máquinas agrícolas utilizadas.

Com isso, o setor agrícola reage e pressiona o governo para a retomada da política de crédito, uma vez que os produtores temem pela estagnação do setor. O Estado, então, modifica a política de preços mínimos como medida de compensação, favorecendo a expansão da produção no Centro-Oeste. No entanto, esse processo se esgota no início dos anos 90, devido à escassez de recursos públicos; e as atividades de extensão rural e os programas de desenvolvimento para agropecuária implantados pelo governo ficam comprometidos.

Posteriormente, já na segunda metade da década de 1990, conforme Araújo e Nascimento,

o Estado retira-se de seu tradicional papel de tabelar preços, gerenciar a produção, regular e monopolizar as atividades comerciais. As reformas políticas implantadas forçaram uma melhor alocação de recursos, aumento de produtividade, melhoria da qualidade dos produtos e redução do preço dos alimentos. (Araújo e Nascimento, 2004:5).

Assim, a economia se equilibra e o setor privado assume o papel de oferta de crédito, comercialização e armazenamento dos produtos agrícolas.

Entretanto, o setor agrícola se vê impedido de uma maior expansão devido às altas taxas de juros, infraestrutura física inadequada e sistema tributário ineficiente (Helfand e Rezende, 2001).

Quanto ao produtor familiar, somente em 1996 se vê contemplado com um programa estatal de fornecimento de crédito, com a criação do Programa

Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), em que parte do crédito é redirecionada especialmente para a agricultura familiar.

Todavia, a forma como o programa se seguiu conduzido, deixou muito a desejar, pois exigia que o produtor adquirisse produtividade e safras recordes a qualquer custo, sem monitoramento da produção, de maneira que fosse ambientalmente sustentável (Altafin, 2003).

1.3 EXPANSÃO AGRÍCOLA PARA O CERRADO

A expansão da fronteira agrícola proposta por Getúlio Vargas tinha como objetivo inserir as regiões de pouca expressão e baixa ocupação demográfica na economia nacional. Entre os anos de 1945-1964, com o propósito de substituir as importações, o governo direcionou a expansão da fronteira agrícola para a região central do Brasil. Tal medida visava à produção de alimentos a baixo custo, os quais abasteceriam o mercado interno e impulsionaria o desenvolvimento industrial, tornando a economia auto-sustentável (Fernandes, 2007).

Depois, durante o governo de Juscelino Kubitschek, é lançado o Plano de Metas⁶ para o desenvolvimento do país. Nesse período, inicia-se um processo de transformação dos solos da região Centro-Oeste com a introdução de novas técnicas de plantio, cultivo de grãos e criação de gado.

A partir da década de 70, ocorre um incentivo à ocupação territorial das regiões Centro-Oeste e Norte, através da expansão das fronteiras agrícolas, para áreas de latifúndio de monocultura e de pecuária extensiva. As regiões de fronteira agrícola seriam responsáveis por absorver boa parte do fluxo migratório dos grandes centros urbanos e seriam usadas como solução política

⁶ O PND, conhecido como Plano de Metas, trazia como lema "crescer cinquenta anos em cinco". Os objetivos eram desenvolver a indústria de base, investir na construção de estradas e de hidrelétricas e fazer crescer a extração de petróleo, tudo para arrancar o Brasil de seu subdesenvolvimento e transformá-lo num país industrializado. O governo Juscelino Kubitschek criou a Sudene, para desenvolver o Nordeste; investiu na indústria de base e na agricultura; melhorou a educação, os transportes, o fornecimento de energia; e transferiu a capital do país para o Planalto Central (Silva, 2002).

para resolver os conflitos em torno da posse da terra, principalmente na região Nordeste do país (Graziano da Silva, 1982).

Com o esgotamento dos solos da região Sul e Sudeste, onde a agricultura se desenvolveu primeiramente, de forma intensiva e a necessidade de expandir a produção, as áreas de chapada do Cerrado tornaram-se estratégicas na incorporação de novas áreas. Fatores como posição geográfica privilegiada, topografia plana que facilitava a mecanização e clima favorável contribuíram para a expansão da produção agropecuária.

Apesar das áreas do Cerrado possuírem algumas características consideradas impróprias para a agricultura, como baixa fertilidade dos solos e acidez elevada, o desenvolvimento dos pacotes tecnológicos, durante o período da Revolução Verde⁷, possibilitou a minimização dos problemas no campo, já que os produtores rurais puderam ter acesso à adubação e à calagem para o plantio das culturas.

Os pacotes tecnológicos tiveram elevada importância no aproveitamento intenso das áreas de Cerrado. Os produtos agrícolas desenvolvidos eram capazes de corrigir o pH ácido do solo, de fertilizá-lo com nutrientes e de proteger as culturas contra o ataque de fungos, bactérias e ervas invasoras.

Os programas governamentais, o auxílio das máquinas, a tecnologia empregada⁸, desenvolvida através de pesquisas científicas em consonância com uma infraestrutura construída, e as políticas de crédito e fiscal do Estado, contribuíram para que o Cerrado, anos depois, se tornasse detentor dos maiores índices de produção de grãos do país, apresentando também

⁷ A Revolução Verde (RV) consistia da intensiva utilização de insumos industriais tais como fertilizantes e agrotóxicos; mecanização, sementes melhoradas geneticamente (híbridas); e tecnologias modernas de plantio, irrigação e colheita. A RV foi importante na diminuição dos custos de manejo e na diversificação do gerenciamento da produção.

⁸ Para José Graziano da Silva (2000), a introdução de novos processos tecnológicos na agricultura (como a mecanização, a adubação química, a irrigação), as transformações nas relações sociais de trabalho, a divisão mais eficiente das tarefas agrícolas e outras modificações destinadas a incrementar a produtividade na agricultura, além de traduzir no aumento do trabalho excedente da própria agricultura, contribuem para rebaixar o valor da força de trabalho na sociedade como um todo, ou seja, elevam a taxa geral de mais-valia, gerando acúmulo de capital.

aumentos expressivos em produtividade na pecuária e na silvicultura. Por sua vez, a silvicultura tornou-se uma alternativa do Estado para a ocupação da região através da substituição da vegetação nativa pelo reflorestamento.

Essa dinâmica na agricultura indicava a chegada da “fronteira agrícola” na região e consistia na aplicação intensiva de técnicas de produção mais modernas.

Entende-se, então, por “fronteira agrícola” a modernização da agricultura decorrente da mudança significativa no padrão tecnológico, associada fortemente com o nível de investimento no campo (Alves e Salgado, 2007).

No cenário regional, Miziara e Ferreira (2008) esclarecem que o processo de expansão da Fronteira Agrícola em Goiás é semelhante à expansão da Frente Pioneira. O posicionamento dos autores é de que, em ambas as etapas, é possível perceber uma primeira consolidação das áreas localizadas no sul e no centro do Estado. A região norte é incorporada posteriormente. Assim, originalmente se privilegia as áreas de maior fertilidade natural para a prática agrícola.

Contudo, a paisagem agrícola da fronteira adquire novas dimensões com a chegada dos produtores rurais do sul do país, os quais impulsionaram a agricultura mecanizada no Centro-Oeste. Nesse sentido, a mudança no padrão tecnológico torna a fertilidade natural do solo uma questão secundária. Se a agricultura era praticada nas terras de vale, onde havia maior presença de águas, passa a ser cultivada nas áreas de chapada transformando as terras pobres de nutrientes em terras propícias para o plantio. Se a técnica utilizada consistia em enxadas, machados e arados conduzidos por animais, agora são usados tratores, semeadeiras e novos implementos agrícolas.

Acostumados com o plantio da soja e do trigo em suas regiões de origem e aproveitando as terras baratas dos chapadões devido aos solos de baixa fertilidade, os sulistas ocuparam as regiões mais propícias para o desenvolvimento agrícola, de relevo plano e recursos hídricos em grande quantidade (Matos *et al.*, 2001). Esses produtores eram dotados de

experiência, possuíam capital financeiro e empregavam tecnologias avançadas para a região, entre elas a mecanização e a irrigação.

Na verdade, os produtores sulistas não tiveram muitas opções. Ou permaneciam em suas regiões de origem e investiam em tecnologia para aumentar a produtividade, pois a disponibilidade de terras estava escassa; ou deveriam partir para outras regiões cujo preço da terra era menor e requeriam maiores investimentos para torná-las produtivas (Fernandes, 2007).

Miziara (2006) comenta sobre essa tomada de decisão do produtor. Embora o Estado tenha agido no sentido de expandir a fronteira agrícola, cabia ao produtor rural a possibilidade de escolher onde e como produzir, mesmo que tivesse poucas opções.

No que tange à abertura da fronteira agrícola, esta ocorre com a introdução do cultivo do arroz e, em seguida, da soja. Sobre o plantio de arroz, Velho explica que

É importante assinalar que o arroz é o produto através do qual no Centro-Norte realiza-se em geral hoje a passagem entre a agricultura de subsistência e a agricultura de mercado. À medida que aumentam as possibilidades de comercialização, aumenta a proporção de arroz que se cultiva em relação aos demais produtos tradicionais. (Velho, 1972:118).

A Tabela 3 mostra a área colhida de arroz por hectare durante o advento da fronteira agrícola. Ocorre um aumento gradativo da área de cultivo até meados da década de 70. Após esse período a queda na área plantada de arroz é explicada pela introdução da soja no Estado como símbolo da modernização da agricultura.

Tabela 3. Área colhida de arroz por hectare durante os anos de 1973 a 1977.

Microrregião	1973	1974	1975	1976	1977
Anápolis	114260	252650	196610	267070	65315
Anicuns	38700	100800	73380	114440	46512
Aragarças	6230	16020	19440	52600	22300
Catalão	25370	52990	39080	52780	10750
Ceres	121747	269800	231328	210800	58676
Chapada dos Veadeiros	4125	8030	11436	9500	2110
Entorno de Brasília	20908	43420	47680	51340	29092
Goiânia	24080	53990	61400	59460	14890
Iporá	19850	39100	32660	37400	10587
Meia Ponte	109985	196850	185420	175240	32020
Pires do Rio	8790	20220	43020	36360	10140
Porangatu	32750	72300	74400	109400	50060
Quirinópolis	44500	70940	71880	111200	30200
Rio Vermelho	19000	44800	59400	67520	19600
São Miguel do Araguaia	20000	54000	43500	51720	17000
Sudoeste de Goiás	90820	199950	213750	333200	165050
Vale do Rio dos Bois	89040	220200	194200	222620	65218
Vão do Paranã	6125	12600	15250	18320	4030

Fonte: IBGE - Censos Agropecuários (1973 a 1977).

A partir do cultivo do arroz, as novas áreas de produção se consolidam com as plantações de soja e milho. Ocorre o incremento no capital constante em relação ao capital variável. Investe-se mais em máquinas, insumos e benfeitorias com proporções maiores que em mão-de-obra para a produção.

Na pecuária, houve o plantio de pastagens com o cultivo de forrageiras e aumento na produtividade do rebanho.

A expansão da fronteira agrícola tinha como objetivo a produção de *commodities* para exportação e geração de divisas para atender ao déficit da balança comercial, e só foi possível após a aplicação de capitais intensivos, a garantia de preços mínimos e os programas de crédito para modernização da agricultura e da pecuária. Conforme Mendonça,

A *commodity* selecionada como principal indicador das mudanças na política agrícola do país foi a soja – tornou-se a segunda maior geradora de receitas de exportação da balança comercial brasileira, perdendo apenas para o setor automobilístico – pois o seu cultivo atendia a necessidade de aplicação intensiva de capitais e de tecnologias. (Mendonça *et al.*, 2004:101).

A partir da introdução da agricultura para exportação, a região Centro-Oeste viveu a modernização conservadora, fenômeno também identificado no cenário nacional. De forma resumida, houve aumento significativo nos indicadores técnicos de modernização agropecuária, diversificação da produção e alteração no padrão tecnológico do setor rural, com consequente alteração do uso e ocupação dos solos (Delgado, 2001).

Entretanto, as mudanças fundamentais na propriedade da terra ficaram para segundo plano. Destarte, os grandes proprietários continuaram mantendo controle sobre a força de trabalho rural e a modernização era realizada sob a liderança e interesses dos proprietários agrários (Domingues, 2002).

Assim, a modernização conservadora promoveu o êxodo rural, resultado da luta de poder entre as elites pela propriedade da terra, e contribuiu para que houvesse liberação da mão-de-obra para as indústrias que se instalavam (Guanziroli, 2001).

Em consequência da modernização no campo, milhares de famílias de pequenos produtores rurais são expulsas para regiões mais distantes; outras são marginalizadas nas cidades e suas terras são apropriadas pelos grandes empresários. Ocorre, então, um aumento da concentração de terras e das disparidades de renda; há uma transformação na estrutura fundiária, o êxodo rural acentua-se; aumenta a taxa de exploração da força de trabalho nas atividades agrícolas; piora a qualidade de vida da população trabalhadora do campo; e se intensificam as desigualdades sociais.

Além dos impactos de ordem social e econômica, o avanço da agropecuária atingiu também o meio ambiente, pois os desmatamentos nas regiões de vegetação nativa passaram a ser constantes, dificultando a infiltração da água das chuvas, comprometendo o lençol freático e o abastecimento de pequenos rios.

É relevante ter em conta que a introdução da monocultura na região Centro-Oeste, acompanhada da mecanização pesada, foram, em parte, responsáveis pela compactação e erosão do solo. A soja, usada como matéria prima pelas agroindústrias, teve participação considerável no aparecimento de fatores negativos, como as queimadas, os desmatamentos, o empobrecimento genético e o uso de agrotóxicos, que por sua vez provocaram a resistência imunológica das pragas e contaminaram os solos e os recursos hídricos.

A adubação desordenada originou o fenômeno conhecido como eutrofização das águas, o qual ocorre quando os fertilizantes e sais minerais são varridos para os rios causando a proliferação de algas (fitoplâncton) e, posteriormente, de microorganismos que delas se alimentam em estado de decomposição (zooplâncton). A água se torna, então, imprópria para ser utilizada.

Um fato a ser considerado é a participação intensiva do Estado na modernização da agricultura e no processo de expansão da fronteira agrícola. O Estado⁹ visava não só a ocupação econômica do Cerrado, mas como integrá-lo à economia nacional por meio dos programas de incentivos à agropecuária, tais como crédito rural em abundância, assistência técnica, seguro contra riscos e incentivos fiscais, além de investimentos em infraestruturas e de outros benefícios (Matos, 2001).

Conforme expressa Shiki (1998), a intervenção estatal nos Cerrados se dá muito antes da expansão da fronteira agrícola identificada em meados da década de 70. A ação do Estado se faz presente a partir de 1940, anterior ao Plano de Metas, no Governo Getúlio Vargas, quando o projeto de Colonização dos Cerrados estabelece colônias em Dourados, no Mato Grosso do Sul, e, em Ceres, no Estado de Goiás.

⁹ Sorj (1980:69) pontua que “A ação do Estado nesse contexto orienta-se para a modernização da agricultura visando integrá-la ao novo circuito produtivo liderado pela agroindústria de insumos e processamento de matéria-prima, ao mesmo tempo em que mantém seu papel de estabilizador entre as necessidades do mercado interno e a pressão do mercado externo, e de gerador das condições infra-estruturais à expansão do conjunto do setor”.

No início do processo de ocupação, os agricultores mais modernos se viram preocupados com as características edafoclimáticas do Cerrado, como a presença de uma estação seca com estiagem prolongada em alguns anos e a ocorrência de poucas chuvas mesmo no período chuvoso em outros, além da acidez e baixa fertilidade dos solos.

Dessa forma, o Estado e as agências de fomento, além desses argumentos, basearam-se no elevado preço dos insumos, nas máquinas e nos implementos agrícolas para realizarem uma política generalizada de subsídios, destinando grandes somas de recursos para a região, a fim de evitar qualquer prejuízo para os produtores investidores.

Contudo, o Cerrado nem sempre foi visto pelo Estado como uma região propulsora às atividades agropecuárias. Anterior ao projeto de ocupação e modernização da agricultura no Cerrado, as políticas governamentais visavam estimular a ocupação da Amazônia e transformá-la em importante região agrícola. Pedroso (2005) explica que o plano acabou não se concretizando. Os migrantes sucumbiram às durezas da vida na floresta, à malária, ao solo pobre, além do confronto com os índios. Estes de igual modo sucumbiram às doenças, ao confronto e aos costumes trazidos pelo branco e tiveram seu *habitat* destruído pelo “progresso”. Por fim, as estradas abertas foram tomadas novamente pela selva, numa região onde prevalecia a força da natureza.

Como resultado, o interesse governamental foi desviado para o Cerrado, que passou a ser visto como a região a ser explorada. Além disso, o Cerrado estava em situação privilegiada em relação aos crescentes mercados do Centro-Sul.

Todavia, a necessidade de ampliar a fronteira agrícola no Cerrado acabou contribuindo para que a reforma agrária não fosse realizada, pois não era vista como algo necessário até então pelas autoridades governamentais. Incentivando a ocupação dessa região pelos milhares de migrantes sem território, o Estado deslocaria os conflitos pela terra para as áreas de fronteira em expansão, maquiando assim a concentração fundiária e economizando

recursos com o processo de reforma agrária que é bastante dispendioso para os cofres públicos.

As áreas de cerrado, menos aceitas tradicionalmente para a agricultura, são ocupadas com a pecuária extensiva em campo aberto, quase sempre de gado crioulo, e os trechos mais úmidos são aproveitados para o plantio de alguma cultura, visando o autoabastecimento e a venda de excedentes. (Andrade, 1980, p. 33).

Miziara (2006 *apud* Fernandes, 2007) comenta sobre a fertilidade natural dos solos e a localização da produção como fatores que adquiriram importância fundamental para a atividade agrícola. Anterior à década de 60 a produção era concentrada em áreas de mata fechada e nas margens de rios. Com as pesquisas indicando a possibilidade de ajustamento do pH do solo através da adição de calcário e a utilização de fertilizantes, outras áreas consideradas pobres para o cultivo agrícola foram potencializadas e a fertilidade do solo deixou de ser tão decisiva na produção.

Outros fatores como a infraestrutura de transportes desempenharam importância fundamental na modernização da agricultura. Em Goiás, pode-se dizer que grande parte da localização das regiões de agricultura foi influenciada pela construção da rodovia Belém-Brasília, devido às melhores condições de transporte dos produtos agrícolas. Esse mesmo raciocínio é expressado por Velho (1972:118), que afirma que “O aumento da produção constitui-se num fenômeno do qual a abertura da Belém-Brasília é parte importante, mas não exclusiva, já que a sua presença só se faz sentir praticamente a partir de 1959”.

De certa forma os produtores procuram estabelecer suas bases de produção em localidades próximas às estradas que permitam assim o escoamento da produção. Assim, evidencia-se a importância da variável *localização* principalmente para a agricultura que se vê beneficiada ao se deparar com meios mais rápidos de comercialização de seus produtos.

Em Goiás, após a chegada da fronteira agrícola, a tecnologia¹⁰ e a topografia adquirem elevada importância. O avanço tecnológico foi responsável por modificar áreas impróprias para a agricultura, a qual ficava dependente das condições naturais do solo. Já a topografia limitava a produção agrícola para áreas planas do Estado de até 4° de declividade.

As pesquisas voltadas para o Cerrado passaram a ter aplicabilidade com o funcionamento do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, o qual atualmente recebe o nome de EMBRAPA CERRADOS, localizada em Planaltina no Distrito Federal.

Destarte, as tecnologias empregadas, aliadas ao aumento do volume ofertado de créditos através do Programa de Seguro Rural (PROAGRO), instituído em 1973 com a finalidade de repassar os créditos aos agricultores, foram fundamentais para o crescimento da produção agrícola (Araújo e Nascimento, 2004).

A região Centro-Oeste foi o alvo central de programas estatais que promoveram a capitalização da agricultura, como o Programa de Desenvolvimento do Cerrado (POLOCENTRO) e o Programa Cooperativo Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento do Cerrado (PRODECER). O POLOCENTRO, criado em 1975, teve como objetivo o desenvolvimento e a modernização das atividades agropecuárias nas áreas com características dos cerrados, propiciando o incremento da produção, juntamente com o aumento da produtividade, o que tornou a agricultura dessas regiões competitivas com o restante do país.

O programa fornecia crédito altamente subsidiado e assistência técnica aos grandes produtores, a fim de possibilitar seu aproveitamento em escala empresarial (Shiki, 1998; Gobbi, 2004).

¹⁰ “No processo de produção agrícola, sempre intervêm forças naturais que o condicionam e até mesmo o determinam. No entanto essa dependência da produção agrícola da dotação natural de fatores de uma determinada região pode ser bastante modificada pelo progresso tecnológico: podem-se irrigar terras secas, adubar solos de baixa fertilidade natural, aquecer estábulos no inverno. Mas ainda é bastante inviável em grande escala, substituir a luz do sol, evitar a umidade excessiva e eliminar declividades acentuadas” (Graziano da Silva, 2000:29).

Assim, como os demais programas com características modernizantes e desenvolvimentistas implantados no restante do país, o POLOCENTRO favoreceu apenas os grandes e médios produtores, o pequeno agricultor praticamente não percebeu os benefícios em sua propriedade. Müller, (1990:55) destaca que os objetivos desse programa, “enunciados nos seus documentos básicos, foram desvirtuados pela ação de setores influentes, que conseguiram voltar a administração do programa a seu favor”.

No entanto, os benefícios promovidos pelo POLOCENTRO estimularam a criação do PRODECER idealizado em 1974, com início concreto das atividades em 1978. O programa era uma parceria agrícola entre Brasil e Japão e visava o desenvolvimento da agricultura do Cerrado, a fim de poder sanar parte do problema de abastecimento japonês de alimentos (Osada, 1999).

Posteriormente, através do PRODECER II, outros estados, tais como, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Bahia foram incorporados ao programa; assim como Maranhão, Piauí, Pará, Rondônia e Tocantins pelo PRODECER III (Shiki, 1998; Osada, 1999).

O PRODECER causou impactos na produção mundial de alimentos com aumentos expressivos no volume de produção de cereais, como soja e milho, alcançando cerca de 40% do volume da produção de todo o território brasileiro. (Tabela 4). “Especialmente no que concerne à soja, o Brasil é responsável por aproximadamente 20% da produção mundial, - a região do Cerrado produz, portanto, em torno de 10% desta parcela - sendo o segundo produtor, apenas superado pelos EUA” (Conab, 2003).

Tabela 4. Produção das principais culturas agrícolas no período anterior e posterior ao PRODECER.

Culturas	Situação Pré-PRODECER - 1980		Situação em 2000	
	(%)	(1000t)	(%)	(1000t)
Soja	15%	1.833	52%	16.588
Milho	28%	3.706	31%	10.258
Arroz	42%	2.634	34%	4.032
Algodão	8%	46	74%	740
Feijão	16%	231	40%	1.130

Fonte: Adap. CONAB (2003).

O cultivo de soja nas áreas de Cerrado tornou-se a principal atividade e era destinado para exportação, gerando divisas e provocando superávits na balança comercial. A sojicultura, com elevadas taxas de produção e produtividade, responde atualmente por mais de 50% da produção de soja no país (IBGE, 2004).

Para Gonçalves Neto (1997:93), as exportações estimulam a modernização da agricultura já que os riscos de comercialização da produção são diminuídos em decorrência dos preços. Por outro lado, o autor comenta o que se percebe atualmente: “os produtores de matéria-prima destinada à exportação acabam levando certo tipo de vantagem em relação aos que produzem alimentos básicos”.

O argumento citado ajuda a entender por que certas regiões do Estado de Goiás produtoras de grãos e de álcool para exportação conseguiram se desenvolver mais que aquelas em que predomina a produção de matérias-primas para o abastecimento do mercado interno.

1.4. A ESPACIALIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO EM GOIÁS

Alguns fatores levam certas regiões do Estado a se especializarem em determinadas cadeias produtivas do agronegócio. Esses fatores podem estar associados a heranças históricas (processo de colonização, desenvolvimento de rede urbana, malha viária, etc.), à ação específica do Estado ou a variáveis naturais, como fertilidade, topografia e clima. Por exemplo, no caso específico do clima, fatores como índice e distribuição de chuvas, variação térmica no decorrer dos meses do ano, luminosidade que influi na fotossíntese, além do fotoperiodismo (distribuição da incidência de luz solar ao longo do ano), são determinantes.

Assim, as regiões que recebem maior radiação são mais favoráveis à agricultura. “Os parâmetros climáticos exercem influência sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenagem, transporte e comercialização” (Ayoade, 1996).

Determinadas culturas se desenvolvem melhor em regiões de temperaturas medianas e baixa precipitação pluviométrica. Calor e umidade excessiva estão relacionados com o acúmulo de doenças que provocam queda da produtividade.

De igual modo, os fatores decorrentes das características do solo são essenciais para o desenvolvimento de uma cadeia agrícola em uma região, e correspondem à fertilidade, textura, mineralogia, porosidade, entre outros. As regiões do Estado de Goiás, onde primeiramente a agricultura se desenvolveu, possuíam solos naturalmente mais adequados, como o sudoeste goiano e a região de Catalão.

Dessa forma, as agroindústrias também são instaladas em locais estratégicos, os quais correspondem às áreas onde a agricultura está mais desenvolvida ou ocorre predominância das atividades pecuárias no Estado. Essas regiões se tornam destaques para a economia regional, e o agronegócio representa grande parcela do Produto Interno Bruto (PIB) destes municípios.

Assim, a espacialização do agronegócio se dá em função de vantagens comparativas referentes à produção primária. Um exemplo é o fato de a agricultura ser fortemente influenciada pela topografia e pela infraestrutura de transportes.

A influência da topografia pode ser percebida nos chapadões do sudoeste e sudeste goiano onde a agricultura se desenvolveu de forma mais intensa. O predomínio da agricultura nessas regiões elevou o PIB de Goiás, mas em contrapartida provocou o maior *déficit* de cobertura vegetal nativa nos municípios locais. Já na região nordeste do Estado, os terrenos acidentados (entre 10° e 20°) favoreceram a maior concentração de vegetação remanescente (Ferreira *et al.*, 2008).

Em relação à pecuária, esta é pouco influenciada pela topografia e pela infraestrutura, visto que o gado pode ser criado em locais de declive acentuado como os da região norte e leste goiano, onde há predominância de atividade extrativista e de pecuária extensiva. A presença de pastagem nos relevos

inclinados tem como objetivo evitar a erosão do solo e servir de alimentação para o rebanho. Este por sua vez pode ser facilmente transportado sem necessitar de estradas pavimentadas e meios de transporte eficiente.

Quanto à infraestrutura, as rodovias federais tais como a BR 153 (sentido Norte-Sul), a BR-070 (Leste-Oeste) e a BR-060 (Sudoeste-Nordeste) atuam como vias de escoamento da produção dos municípios agrícolas (Figura 3). Ferreira *et al.* (2008) evidenciaram a importância da infraestrutura, demonstrando como a variável localidade pode contribuir no estabelecimento de atividades da produção agropecuária.

Velho (1972:118) relata uma certa coincidência entre a expansão da fronteira agrícola para o oeste e a chegada da estrada. O autor pontua que “sem dúvida a estrada se não é fundamental para o início do movimento, o é no sentido de transformação do caráter da destinação da agricultura que se pratica e, conseqüentemente, na sua especialização e intensidade.”

De acordo com Ribeiro *et al.* (2006 *apud* Ferreira *et al.*, 2008), a atividade agrícola passa a ser desenvolvida em regiões que contam com algum atrativo tais como infraestrutura (estrada, rede de energia-elétrica, beneficiamento de grãos) e topografia, sendo essas áreas mais valorizadas. Por outro lado, nas demais regiões, a pastagem tende a se estabelecer por ser uma atividade mais independente do que a agricultura, no que se refere, por exemplo, à topografia e à necessidade de infraestrutura para escoar seus produtos. Assim, entende-se que essa atividade ocupa espaços que não são preferencialmente destinados à agricultura.

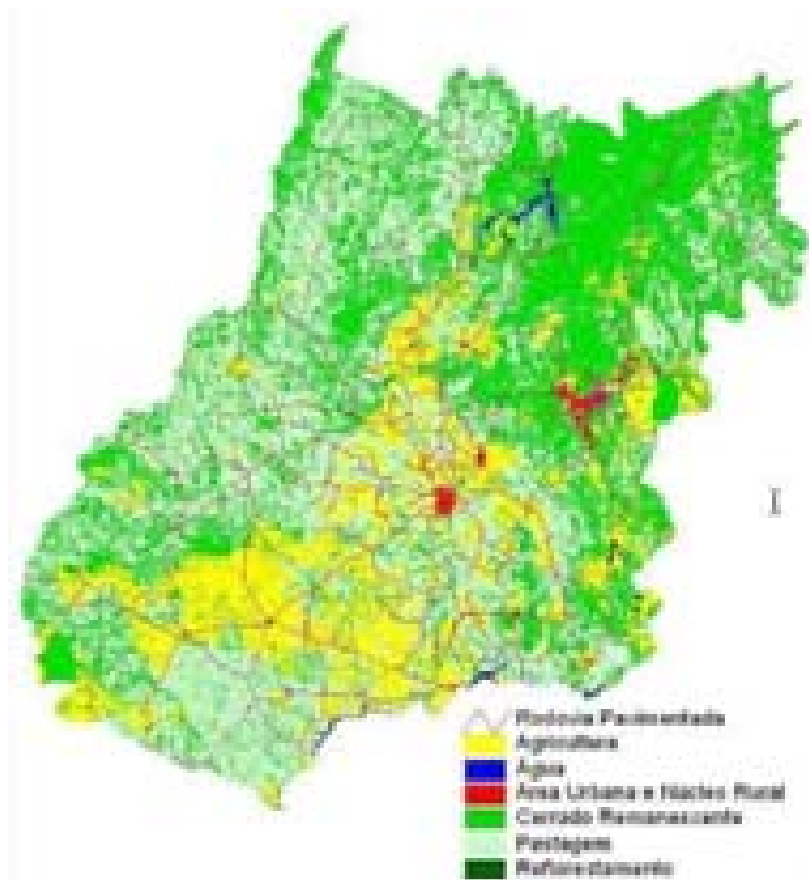


Figura 3. Mapa do Estado de Goiás indicando forte concentração de áreas de lavoura ao longo das principais rodovias.

Fonte: Miziara (2006).

Para Andrade (1980:50), a abertura de grandes rodovias como a BR-153 (Belém-Brasília) valorizou consideravelmente as terras devolutas situadas na faixa de cem quilômetros de largura em cada lado dos eixos dessas rodovias. Apesar da tentativa do governo de preservá-las, muitas empresas passaram a utilizá-las, sendo muitas vezes objeto de grilagens.

Na agricultura, a consolidação da infraestrutura de transportes permitiu um aumento na área ocupada por lavouras temporárias (Tabela 5). A incorporação de novas áreas de cultivo ocorreu até a chegada da Fronteira Agrícola em 1975. Após esse período há uma diminuição na expansão horizontal por novas áreas, e o que se observa é a intensificação no uso do solo na busca por maiores produtividades.

Tabela 5. Utilização das terras por lavouras temporárias – área por hectare.

Micro-Região	1940	1950	1960	1970	1975	1980	1985	1995
Anápolis	30.201	41.432	48.222	139.812	173.862	151.255	155.741	89.688
Aracama	8.490	14.089	23.987	37.068	63.992	84.876	75.991	37.825
Atiquação		3.060	7.483	18.827	48.825	78.081	58.426	10.808
Catalão	21.805	27.788	31.124	43.568	58.801	60.424	81.812	141.882
Corani	1.202	8.488	122.118	138.148	188.118	144.588	180.222	84.284
Chapadão dos Veadeiros	886	8.571	11.281	8.488	24.127	28.875	40.627	23.428
Extrema de Brasília	28.297	34.515	38.588	68.848	118.544	184.128	253.815	184.888
Goianésia	18.142	18.711	23.442	38.738	31.825	28.828	86.011	28.738
Ipaci		3.425	24.342	28.882	34.388	42.888	41.421	13.788
Meia Ponte	28.847	48.518	188.588	287.888	387.488	407.238	432.888	333.288
Pira do Rio	18.182	12.882	18.828	27.388	42.888	68.011	78.728	88.422
Posoanópolis	7.548	14.828	44.834	68.322	148.134	238.378	188.222	83.271
Quirinópolis		18.342	48.821	87.647	121.184	131.541	84.825	47.871
Rio Vermelho	11.481	48.275	87.828	48.784	88.308	188.305	188.615	21.482
São Miguel de Araguaia			17.395	28.184	62.782	78.471	74.824	14.887
Todometra de Goiás	28.284	48.882	62.182	188.818	338.837	483.288	443.918	715.788
Val do Rio dos Bois	11.713	8.818	28.284	188.732	287.187	238.134	284.782	184.773
Val do Paraíso	12.225	8.887	12.844	18.882	28.332	38.178	28.524	28.188

Fonte: IBGE – Censos Agropecuários (1940 a 1995).

1.5 REFLETINDO SOBRE A EXPANSÃO DA FRONTEIRA

O desenvolvimento do agronegócio em Goiás, partindo de um contexto histórico, só foi possível graças à expansão das fronteiras agrícolas e à utilização dos recursos naturais, mormente nas etapas de Frente de Expansão e Frente Pioneira.

De acordo com o modelo teórico proposto por Miziara (2006), a ocupação do espaço agrário em Goiás esteve condicionada pela fertilidade do solo, por sua topografia e pela infraestrutura existente, especialmente, os meios de transporte. Esse modelo teórico ajuda a explicar as diversas etapas da expansão de fronteiras em Goiás. Para entendermos esse processo de ocupação, buscamos respaldo nos conceitos de Renda Diferencial¹¹.

¹¹ Conforme Foladori (2001), “Renda diferencial, nas palavras de Marx – tem sua base na heterogeneidade da natureza. Não há duas parcelas de terra com as mesmas condições de fertilidade natural e/ou de localização em relação aos mercados. Essa renda é apropriada por todos os donos de terra cujas condições de fertilidade/localização são melhores que os piores solos em exploração. O proprietário que possui esses solos melhores se apropria também da

Renda Diferencial é uma forma de lucro suplementar. Esse lucro é explicado pelo sobrevalor auferido acima da taxa da média, obtido por aprimoramento técnico ou por uma situação privilegiada no processo de produção, levando-se em conta o mesmo dispêndio de capital e trabalho (Alves e Salgado, 2007).

Na agricultura existem algumas formas de obter a Renda Diferencial. A primeira é devido às condições naturais do solo no processo de produção. O solo mais fértil gera produtividade diferencial e propicia ao seu proprietário essa forma de renda. A segunda leva em conta a distância do local de produção dos mercados consumidores. Dessa forma, o proprietário do terreno usufrui de uma renda diferencial em razão do barateamento nos custos de transporte.

Desse modo, essas duas formas de renda são denominadas de Renda Diferencial I, determinada pelas características naturais do solo que por sua vez eram exploradas pelo agente detentor do capital. Destacavam-se a fertilidade e a localização, que permitiam ao produtor gastar menos para produzir por unidade de área a mesma quantidade de produto que produziria em um terreno de pior qualidade.

Para Moreira (1995), a Renda Diferencial I é reconhecida como aquela parcela do valor dos produtos do solo que é paga ao proprietário pelo uso dos poderes originais e indestrutíveis do solo (localização e fertilidade).

O mesmo autor esclarece que a demanda crescente de produtos da terra, devido ao aumento populacional, requer que piores terras entrem em uso o que garante um ganho adicional, diferencial, às terras já em atividade. Essas diferenças de fertilidade e de localização entre as terras em uso seriam os elementos explicadores da renda da terra propriamente dita. Moreira explica que

Em Ricardo, a renda fundiária propriamente dita (renda diferencial I) é aquela devida e explicada pelas diferenças naturais do solo. A propriedade privada do solo daria direito a este rendimento, como um rendimento da natureza. (Moreira, 1995).

renda absoluta, uma renda diferencial. Disso resulta que aquilo que constitui as diferenças naturais se converte em diferenças sociais por obra da propriedade privada”.

As diferenças de fertilidade das terras utilizadas, ao potencializarem, de forma diferenciada, o trabalho aplicado às terras, vão conformar diferenças na produtividade do trabalho. Nesse sentido Graziano da Silva argumenta que

A renda diferencial da terra é gerada pelo monopólio da sua utilização, da sua exploração. [...] É importante ressaltar que não é a terra em si mesma, pela suas diferenças de qualidade, a causa da renda diferencial, mas sim o fato de que o trabalho aplicado às terras melhores tende a ser mais produtivo, permitindo com isso a geração de um lucro adicional. (Graziano da Silva, 1981:9).

Entretanto, pela teoria marxiana, ainda há um segundo conceito de Renda Diferencial, caracterizada pelo aumento da inversão de capital. Ocorre quando determinada quantidade de capital investido no solo, como por exemplo, equipamentos de irrigação e drenagem, colheitadeiras, plantadeiras, pulverizadores, entre outros, acarretam um maior volume de produção por unidade de área, ou seja, ocorre aumento na produtividade.

Essa é a Renda Diferencial II e leva em conta a quantidade de capital investido no solo. Sobre essa afirmação, Moreira (1995) argumenta que os benefícios remanescentes não devidos à natureza, os quais o investimento do arrendatário deixa incorporados ao solo, tais como desmatamento para plantio, terraceamentos, drenagem, açudes, etc., também estão associados à Renda Diferencial II, já que valorizam a terra e garantem um direito de elevação do preço de arrendamento nos próximos contratos.

A ideia de Renda Diferencial I e II é defendida por Miziara na caracterização dos fundamentos da Fronteira Agrícola, ao dizer que

A decisão de investimento por parte do capitalista está condicionada às oportunidades de lucro advindas das duas situações: a) explorar as diferentes características "naturais" do solo, determinando a renda diferencial I e b) explorar a intensificação no uso do solo já cultivado através da tecnologia, ou seja, a renda diferencial II. (Miziara, 2006).

O mesmo autor explica em seu modelo teórico que as variáveis fertilidade, topografia e infraestrutura "têm impactos diferenciados ao longo do tempo, em função do desenvolvimento da tecnologia.". Isso pode ser

observado em Goiás onde solos de baixa fertilidade e acidez elevada, rejeitados anteriormente para a prática da agricultura, passam a ser intensamente utilizados após a adoção de técnicas modernas de preparo e correção do solo.

A variável topográfica torna-se, então, o fator determinante do valor de uso da terra agrícola no lugar antes representado pela fertilidade do solo. Prova disso é que no Estado de Goiás, as regiões de relevo plano são destinadas à agricultura. Em compensação a pecuária possui menos obstáculos naturais para o seu desenvolvimento.

Dessa forma se explica porque a ocupação da região goiana durante a frente de expansão foi alicerçada na pecuária extensiva. A pecuária era necessária porque faltavam estradas e meios de transporte específicos para a agricultura, além de não existirem produtos agrícolas adaptados à região.

A agricultura praticada era de subsistência e não havia tecnologia disponível, nem infraestrutura para a produção em maiores quantidades. No entanto, as estradas de terra existentes permitiam que os rebanhos bovinos fossem transportados e comercializados nos centros consumidores.

No início dos anos 60, o Estado de Goiás era considerado região de “fronteira”. Nesse período, prevalecia a baixa densidade demográfica, a reduzida utilização de capital e o uso extensivo do solo. Estimativas do IBGE apontam para apenas 44% do total da área do Estado explorada pela agropecuária. Entretanto, com o passar do tempo, as antigas áreas de pastagens naturais foram melhoradas, a criação de bovinos intensificou-se e as terras valorizaram-se.

Alves e Salgado (2007), pesquisando a correlação entre a modernização da agropecuária e a valorização das terras em Goiás, a partir de dados do IBGE para o período de 1970 a 1996, concluíram que a mudança do padrão tecnológico não teve influência no processo de valorização das áreas destinadas à agricultura e à pastagem. Essa valorização foi ocasionada pela

especulação fundiária no território devido à saturação da antiga região de fronteira que impedia novas ocupações ou assentamentos.

Os autores explicam que os investimentos realizados no Estado foram direcionados para intensificar o processo de tecnificação na agropecuária. Os coeficientes de correlação para todo o período analisado em relação às variáveis de “padrão tecnológico” foram considerados satisfatórios. Vejamos na Tabela 6:

Tabela 6. Coeficiente de correlação entre investimentos realizados e as variáveis de padrão tecnológico no período de 1970 a 1996.

Variáveis Padrão Tecnológico	Investimentos Realizados				
	1970	1975	1980	1985	1996
Total Bovinos	0,8244	0,8284	0,9212	0,8034	0,8957
Total Despesas	0,8344	0,8808	0,8792	0,7464	0,7106
Total da Área Irrigada	0,3366	0,2310	0,0362	0,1253	0,3413
Tratores Totais Existentes	0,7116	0,8163	0,8413	0,7897	0,7786
Valor dos Bens - Terras	0,8926	0,8920	0,9214	0,8558	0,8586

Fonte: Alves e Salgado (2007).

Os dados apresentados mostram que os investimentos realizados no período em análise permitiram aumentar a quantidade de cabeças de gado e de tratores totais existentes. Verifica-se que houve também aumento nas despesas envolvendo o processo de produção agropecuário e o de aquisição de tratores.

Todavia, os recursos foram pouco utilizados na expansão da área irrigada, devido ao baixo coeficiente de correlação. Nas últimas décadas, porém, grandes áreas de cultivo irrigado têm sido incorporadas à produção agrícola no Estado, o que indica a importância da irrigação na busca por maiores produtividades.

1.6 OS FATORES NATURAIS DETERMINAM O USO DO SOLO EM GOIÁS

O Estado de Goiás é marcado por suave topografia, com cerca de 80% das suas terras distribuídas em áreas com menos de 5° de declividade e 14%

delas situam-se em declives entre 5 e 10°. Das áreas para agricultura, 93% ocorrem em declives de até 5°, enquanto 6% estão associados com declividade entre 5 e 10°.

O relevo mais acentuado, de terrenos montanhosos, é comumente encontrado na região norte do Estado, enquanto relevos suaves de (5 a 10°) de declividade e moderados (10 a 20°) tendem a ser dominantes na região sul. As pastagens nativas ou cultivadas, menos dependentes da fertilidade do solo ou da mecanização, tendem a ocorrer tanto em relevos mais acentuados quanto em relevos planos. Desse modo, 86% das pastagens do Estado de Goiás encontram-se em declives de até 5° e aproximadamente 12% estão em declives entre 5 e 10° (Ferreira *et al.*, 2007).

Ferreira *et al.* (2007) observaram que o percentual de áreas desmatadas é maior nas regiões cuja declividade esteja abaixo de 5°, representando 76% do total, enquanto 11% das áreas modificadas foram detectadas na faixa entre 5 e 10° de declividade. Tais dados evidenciam a influência da topografia na implantação de uma atividade agropecuária. Assim, os terrenos íngremes da região Nordeste de Goiás contam com um maior percentual de florestas remanescentes, de gramíneas e arbustos.

De acordo com Galli (2005:8), a região norte de Goiás antecedeu a exploração pecuária em detrimento à região sul. Nesse período, anterior ao processo de modernização da agricultura, não havia os atuais recursos de correção e fertilização do solo. Assim, as terras não eram boas para o plantio restando à pecuária a opção final para subsistência.

Aqui se evidencia a importância da fertilidade na espacialização do agronegócio quando não há tecnologia disponível. Em decorrência desse fator natural, as terras do sul de Goiás devido à sua qualidade tiveram como opção principal a agricultura, percorrendo um caminho inverso da região norte.

Para Ferreira *et al.* (2008), as melhores áreas de Cerrado, sobretudo aquelas com maior fertilidade do solo, de vegetação mais densa e com relevos

mais planos, foram ocupadas desde o início da chegada da frente pioneira e de expansão da agricultura no Estado.

Dessa forma, durante o processo de modernização da agricultura em Goiás, a pecuária foi usada para a aquisição de novas áreas e atualmente é mais expressiva na região norte do Estado. A agricultura ficou destinada aos locais de solos naturalmente mais adequados como Catalão e o sudoeste na região de Rio Verde, e aí se instalaram as principais agroindústrias.

A vinda de agroindústrias para Goiás aumentou vertiginosamente a economia do Estado. Ferreira (2005) explica que os motivos principais da formação dos complexos agroindustriais se devem às condições logísticas de produção e à facilidade de escoamento para outras regiões, fazendo de Goiás um forte gerador de divisas, emprego e renda. Tal fato realça a importância do fortalecimento do agronegócio no desenvolvimento brasileiro, sobretudo goiano (Teixeira, 2004).

No sudeste goiano, alguns municípios se destacaram no processo de modernização agrícola. De acordo com Matos e Pessoa (2007), municípios como Catalão, Campo Alegre de Goiás, Ipameri, Orizona, Silvânia e Pires do Rio são grandes produtores de soja, milho, algodão e trigo, e, juntos, representam grande parcela na produção de grãos do Estado. Segundo os autores, a modernização da agricultura ainda não consolidou de forma intensa nos demais municípios na região Sudeste, predominando a pecuária e uma agricultura mais tradicional.

Catalão, terceiro município mais rico (em PIB e renda per capita) de Goiás, é um dos maiores centros industriais do Centro-Oeste. Na agropecuária, há a produção de grãos e rebanho de bovinos e aves. O Rio São Marcos divide realidades opostas nessa região. A leste do rio, no distrito de Santo Antônio do Rio Verde, ocorrem o cultivo de soja, milho, trigo, arroz e algodão, a criação de gado bovino de corte e o plantio de *pinus* e eucalipto em atividades de silvicultura. A oeste do rio São Marcos, nas áreas que abrangem os distritos de Catalão e Pires Belo, ocorrem a agricultura de subsistência predominando a

cultura do alho, a criação de gado de leite e animais domésticos e a plantação de eucalipto nas pequenas propriedades (Mendes e Rossi, 2006).

Guimarães e Ribeiro (2006) relatam as variações no uso da terra em Catalão quando acompanhadas dos tipos pedológicos. Na porção oriental, o domínio do cultivo de grãos (soja, milho, trigo, feijão) se dá nas áreas de latossolos vermelho-amarelos eutróficos da Chapada e a pecuária de corte ocorre nos latossolos vermelhos. Nas áreas de litossolos, não há qualquer atividade agropecuária. Na porção central, onde ocorrem os cambissolos, predominam pequenas lavouras e áreas de pecuária leiteira. A atividade agropecuária familiar também está presente na porção ocidental dos argissolos.

Essas diferenças nas categorias de uso do solo nas regiões, seja através da agricultura, seja com o predomínio da pecuária, podem ser identificadas através da utilização de imagens de sensores orbitais como os satélites Landsat (*Land Remote Sensing Satellite*) e CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres*). Entretanto, tais sensores ainda não são capazes de fazer distinção entre pecuária de corte e pecuária de leite, plantio de cana, de soja ou de milho, sendo necessária a complementação de dados como os Censos Agropecuários do IBGE e a realização de trabalhos de campo para a comprovação da análise feita a partir das imagens orbitais.

Graziano da Silva (1982) ressalta que, com o processo de industrialização da agricultura brasileira, as atividades agropecuárias foram transformadas pela indústria, passando a ser subordinada a ela. A estratégia do capital estava em diminuir os custos com mão-de-obra, reduzir os salários e os direitos adquiridos pelos trabalhadores.

Para Ávila *et al.* (2007), as agroindústrias procuram se instalar em regiões onde é possível propor um modelo integrado de produção, pautado por colonizações de exploração, incentivos governamentais, compartilhamento de responsabilidades com o Estado, disponibilidade mínima de capital e recursos naturais abundantes.

Nesse sentido, Mendonça e Mesquita (2007) afirmam que as empresas rurais em Goiás buscam ocupar prioritariamente as chapadas, por apresentarem condições geomorfológicas e climáticas adequadas, disponibilidade de água o ano todo, insolação e temperaturas próprias.

Esses autores explicam que as agroindústrias geralmente estão relacionadas com o cultivo de soja, milho, café, algodão, feijão e trigo irrigados, sendo atraídas pela produção e produtividade de grãos e também pelos incentivos fiscais e creditícios oferecidos pelos governos estaduais.

CAPÍTULO 2

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO BIOGEOGRÁFICA DAS ÁREAS DE ESTUDO.

2.1.1 Município de Mineiros

O município de Mineiros encontra-se localizado no sudoeste do Estado de Goiás, entre as coordenadas geográficas 16°50'00" e 18°50'00" de Latitude Sul e 52°10'00" e 53°10'00" de Longitude Oeste (Figura 4). O município detém uma das maiores extensões territoriais do Estado, com uma área de 906.600 hectares. Com população, no ano de 2007, de 45.189 habitantes, este município apresenta um alto índice de crescimento demográfico, mantendo uma posição de destaque dentro do Centro-Oeste brasileiro.

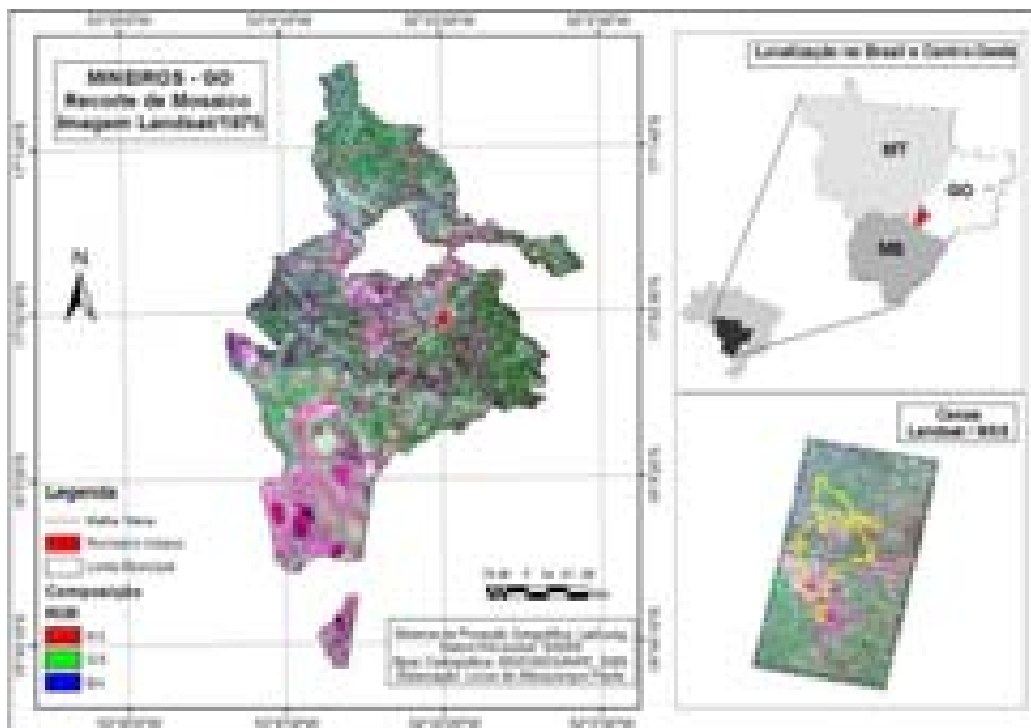


Figura 4. Localização do município de Mineiros (GO), com destaque para as cenas Landsat utilizadas na pesquisa (órbitas/pontos 240/072 e 240/073).

A área de estudo é caracterizada como uma região de grande importância ambiental, pois em seu território está localizado o Parque Nacional das Emas (PNE), considerado uma das mais importantes Unidades de Conservação (UC) do país. Além disso, encontram-se no município as nascentes de rios que drenam três grandes bacias hidrográficas do continente Sul Americano: a Bacia do Prata, a Bacia Araguaia-Tocantins e a Bacia do Paraguai. Devido a sua localização geográfica (situado em elevadas altitudes, superando os 1000m na Serra dos Caiapós (Figura 5), o município é área de recarga do Aquífero Guarani, o maior aquífero subterrâneo da América do Sul (SILVA, 2005).

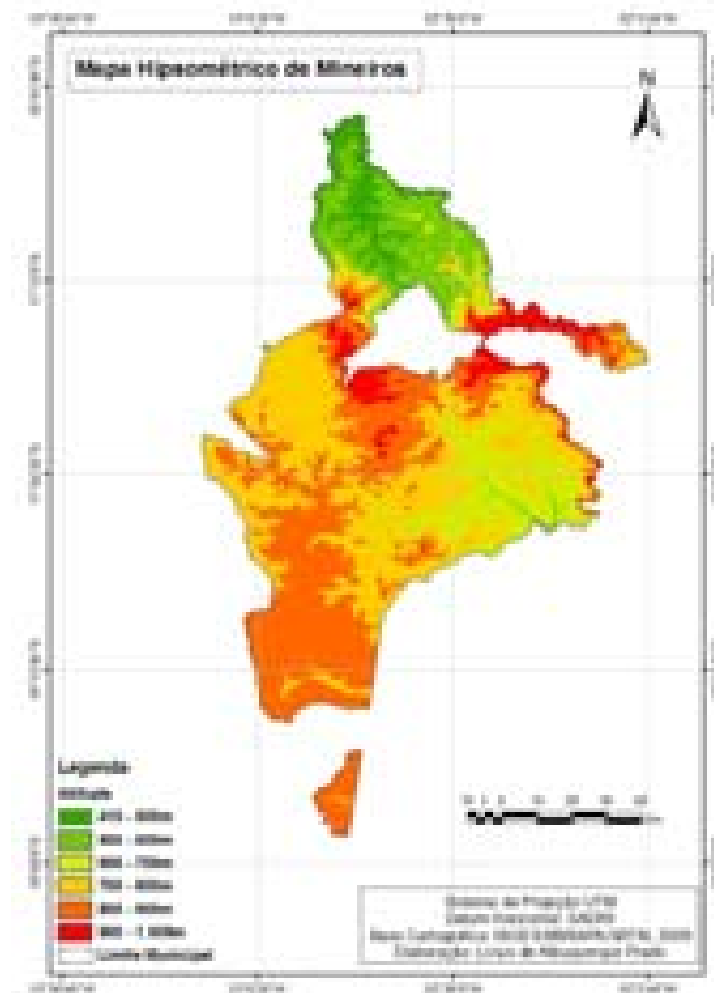


Figura 5. Mapa hipsométrico do município de Mineiros.

2.1.1.1 Clima

O clima atuante na região de Mineiros pode ser classificado, segundo *Köppen*, como tropical chuvoso (Aw), com estação seca durante 4 meses do ano (maio, junho, julho e agosto). Os totais pluviométricos da região oscilam entre 1.200 a 2.000 mm anuais, podendo chegar em até 3.000 mm (anos excepcionais). Essa variação pluviométrica está relacionada à posição em relação ao relevo de planaltos e chapadas. Nos períodos chuvosos (outubro a março), a pluviosidade ultrapassa os 1.000 mm, sendo que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro concentram 70% do total das chuvas (Pessoa *et al.*, 2005).

A temperatura média anual está em torno dos 22° C (com máximas acima dos 25° C e mínimas em torno de 15° C).

2.1.1.2 Geologia

Inserido na formação Botucatu, Mineiros encontra-se no grupo geológico Paraná. A Formação Botucatu constitui um pacote com espessuras superiores a 800m (em alguns pontos da bacia), com elevado potencial aquífero. Situado no subterrâneo dos territórios da Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, o Aquífero Guarani, com uma extensão de 1,2 milhões de Km² (840.000 km² no Brasil) é considerado um dos maiores do mundo e abrange a Bacia do Paraná e parte da Bacia do Chaco-Paraná (SILVA, 2005).

2.1.1.3 Relevo

Localizando-se sobre a unidade geomorfológica do Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná, os relevos são de topo convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagens, eventualmente separados por vales de fundo plano. No conjunto de sua paisagem, o relevo se apresenta com formas suaves (RADAMBRASIL, 1983).

2.1.1.4 Solos

Para análise da cobertura pedológica da região, foi utilizada a base de dados do Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás (SIEG) na escala original de 1:250.000. Foram encontradas as seguintes classes de solo: Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Latossolos e Neossolos (Figura 6).

A seguir, são conceituadas as categorias de solos predominantes no município de Mineiros, de acordo com a Classificação de Solos da Embrapa (2006):

- Os Argissolos são solos fortes a moderadamente ácidos, de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas;
- Os Cambissolos, devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, possuem características variadas de um local para o outro. Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escuro;
- Os Gleissolos compreendem solos hidromórficos, caracterizados por forte gleização (manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à redução e solubilização do ferro). Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água, podendo ser formados também em áreas de relevo plano;
- Os Latossolos são em geral solos fortemente ácidos, distróficos ou alumínicos, típico das regiões equatoriais e tropicais. Normalmente situam-se em relevos planos e suave ondulado, embora possa ocorrer em áreas mais acidentadas. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos e variam de fortemente a bem drenados;
- Os Neossolos compreendem solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações

expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos.

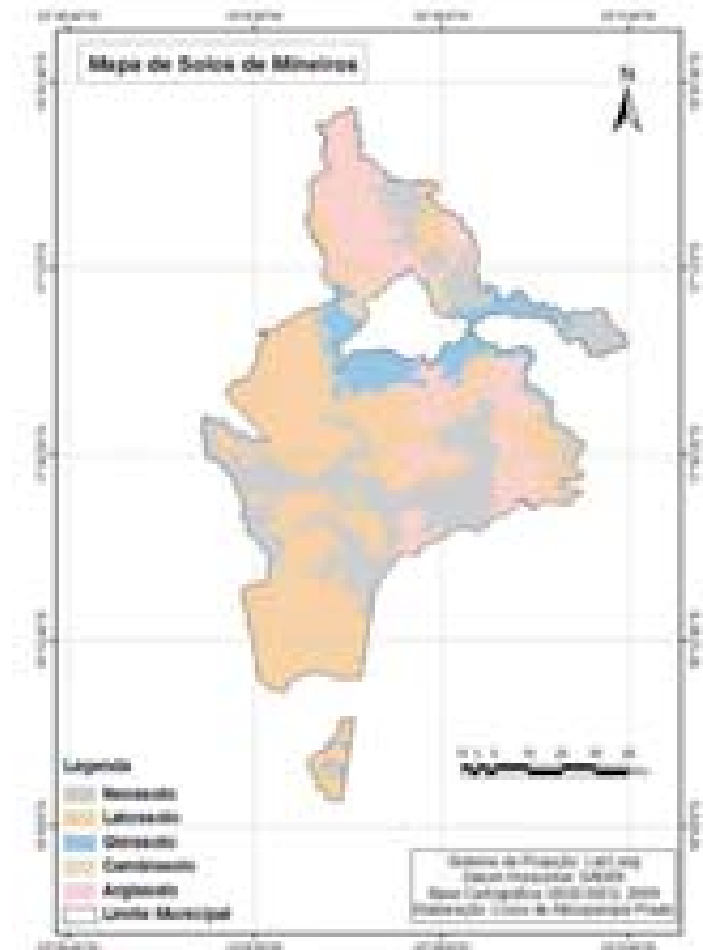


Figura 6. Mapa de solos de Mineiros.

2.1.1.5 Vegetação

A vegetação nativa desse município é composta por fisionomias florestais (Floresta seca, Floresta úmida e Cerradão), arbóreo-arbustivas (Cerrado típico e Campo cerrado) e campestres (Campo sujo, Campo limpo e Campo rupestre) (Moreira *et al.*, 2005).

Mineiros ainda conserva uma quantidade significativa de vegetação remanescente, devido principalmente à existência do Parque Nacional das Emas. Este parque constitui-se na maior área contínua de Cerrado preservado

do Brasil, abriga os famosos cupinzeiros e suas larvas da bioluminescência, além de ter recebido o título de Patrimônio da Humanidade pela UNESCO em 2001 (IBAMA/CEBRAC, 2004).

2.1.1.6 Hidrografia

O município de Mineiros ostenta um dos maiores divisores de água da América do Sul. Inúmeras nascentes d'água (algumas subterrâneas, como o aquífero Guarani) brotam no município, formando rios importantes, como o Rio Araguaia, Rio Verde, Formoso e Jacuba, sendo que os dois últimos drenam em direção ao Parque Nacional das Emas.

2.1.2 Município de Catalão

O município de Catalão, com população de 79.618 habitantes (IBGE, 2008), encontra-se na região sudeste do Estado de Goiás, distante 279 km de Goiânia e a uma altitude média de 835 metros (sede administrativa). Dentro dos limites do município, as altitudes variam entre 500 e 1.000 metros.

Essa segunda área de estudo possui 382.496 ha, com localização entre as coordenadas geográficas 17°27'24,03" e 18°29'59,35" de Latitude Sul e 47°15'48,69" e 48°10'22,36" de Longitude Oeste (Figura 7).

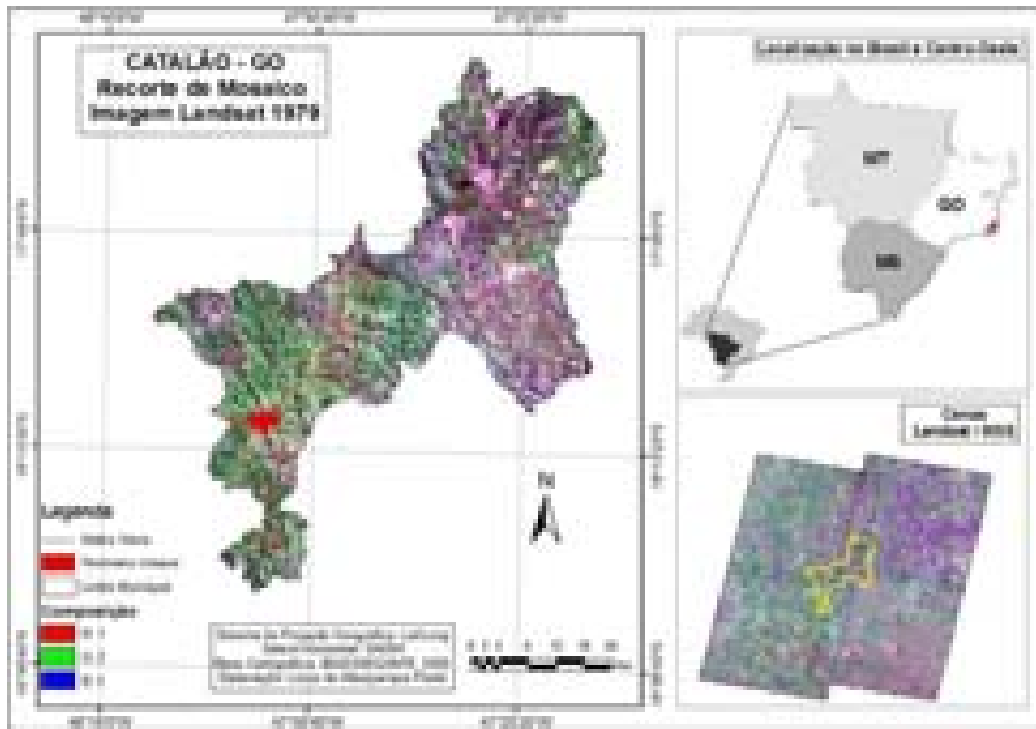


Figura 7. Localização do município de Catalão (GO), com destaque para as cenas Landsat utilizadas na pesquisa (órbitas/pontos 236/72, 236/73, 237/72 e 237/73).

2.1.2.1 Clima

O clima predominante na região de Catalão é, segundo a classificação de *Köppen*, do tipo tropical de altitude (Cwa), com duas estações bem definidas: um período de seca de junho a setembro e um período chuvoso entre dezembro a março. A pluviosidade média oscila em torno dos 1.300 mm.

2.1.2.2 Geologia

O embasamento rochoso pertence ao Complexo Araxá, com farto predomínio de rochas cristalinas, em especial, metamórficas, tais como xistos e gnaisses, além dos mais diversos tipos de quartzos. Catalão também possui importantes jazidas de nióbio, fosfato (em exploração), titânio e vermiculita.

2.1.2.3 Relevo

Catalão possui paisagens geomorfológicas com características diferenciadas, compreendendo, num primeiro momento, um relevo bastante compartimentado, com depressões nos vales dos rios São Marcos e Paranaíba. Outros trechos apresentam uma área de chapada, mais plana e alta, à nordeste, e planaltos ondulados do tipo mares de morro no restante do município.

Na porção nordeste do município encontra-se o Chapadão de Catalão, ocupando cerca de 100 mil hectares, o qual se prolonga pelo Estado de Minas Gerais, com altitudes oscilando em torno dos 1.000 metros. É uma área de relevo bastante plano, com baixa declividade e solos profundos, cercado por áreas de escarpa e mares de morro ao sul e pelos rios Paranaíba, à leste, e São Marcos, à oeste.

Na porção oeste do rio São Marcos, há a presença de áreas mais acidentadas, entremeadas por veredas, com altitudes em torno dos 800 metros. Já na parte meridional do município, às margens do rio Paranaíba, estão as porções mais baixas do território, de relevo suave e altitudes próximas dos 650 metros. Quanto às regiões norte e leste do município de Catalão, há o predomínio dos mares de morro e de altitudes elevadas entre 800 e 900 metros. Na Figura 8 é apresentado o mapa hipsométrico de Catalão.

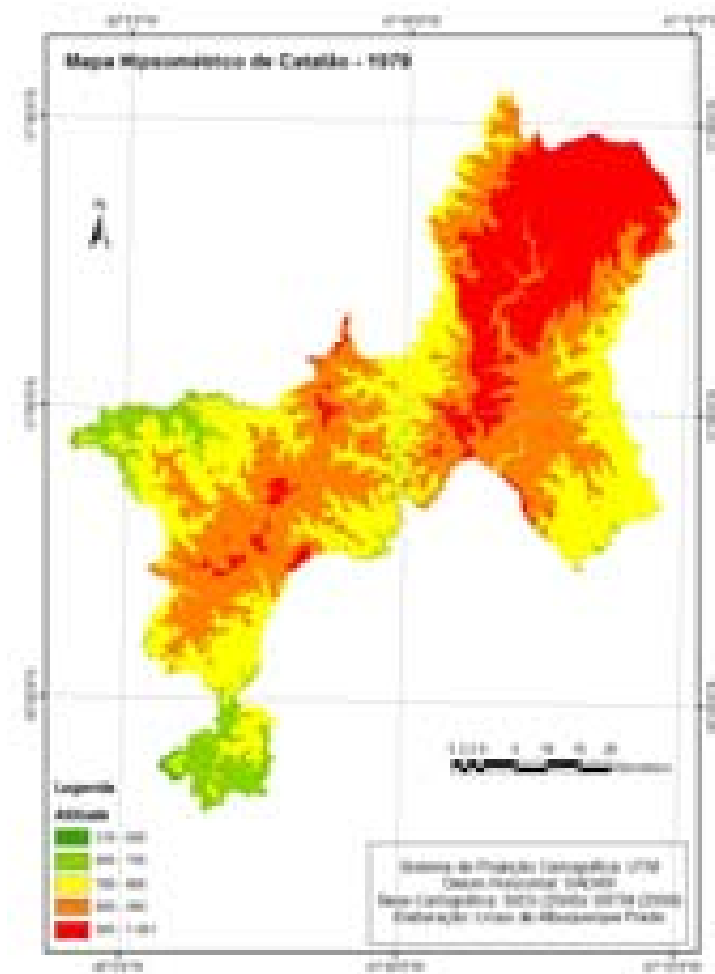


Figura 8. Mapa Hipsométrico de Catalão.

2.1.2.4 Solos

Os tipos de solos dominantes em Catalão, segundo o IBGE (2006), são os Latossolos vermelho-amarelos eutróficos na área da Chapada de Catalão, os Neossolos litólicos ou Litossolos nas áreas de escarpas da porção meridional da Chapada e os Nitossolos e Latossolos vermelhos eutróficos no sudeste do município. Já na porção central, predominam os Cambissolos háplicos em associação com vários tipos de Latossolos e pequeno fragmento de Plintossolo. Na porção ocidental, do município destacam-se os Argissolos (Figura 9).

Catalão apresenta dois tipos de solos que não foram encontrados no município de Mineiros: os Nitossolos e os Plintossolos. De acordo com a Classificação de Solos da Embrapa (2006):

- Os Nitossolos são em geral moderadamente ácidos a ácidos, com perfis apresentando aspecto característico de fendilhamento, indicativo de alta expansão e contração pelo umedecimento e secagem do material de solo, pelos altos teores de argila;
- Os Plintossolos são solos mal drenados, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, que se caracterizam fundamentalmente por apresentar expressiva plintitização, com ou sem pretroplintita.

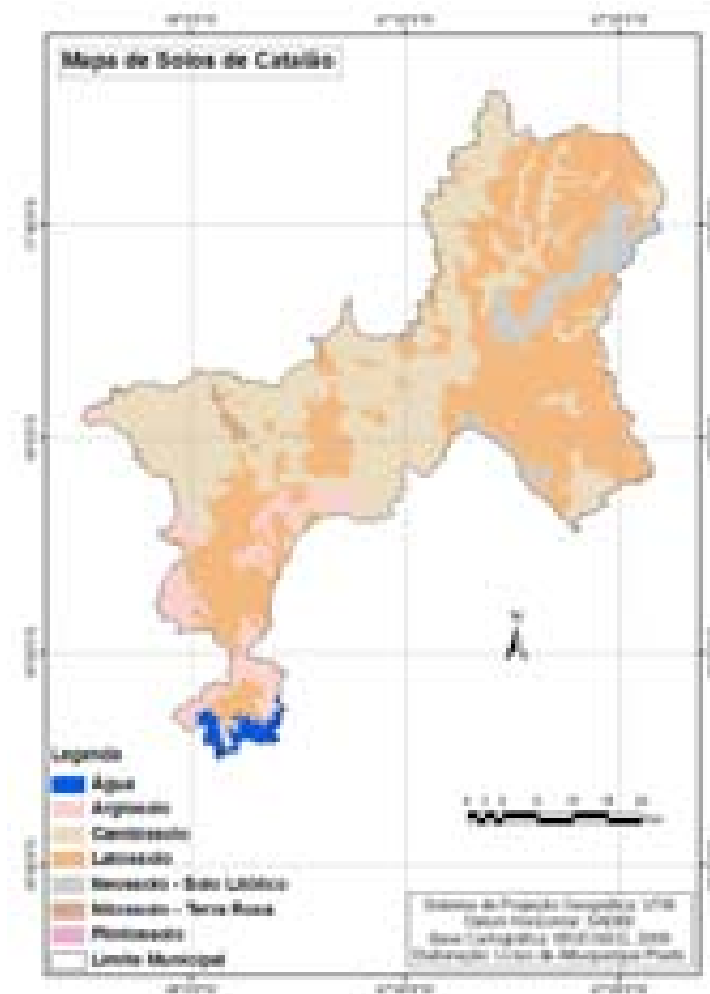


Figura 9. Mapa de solos de Catalão

2.1.2.5 Vegetação

O município de Catalão encontra-se no complexo dos cerrados com vegetação de Cerrado típico, Campo cerrado, Cerradão, Veredas, além de pequenos fragmentos de Mata Atlântica. No entanto, nas pequenas áreas onde há remanescentes de Mata Atlântica, o domínio morfoclimático típico é o dos Cerrados.

2.1.2.6 Hidrografia

Paranaíba, São Marcos, Veríssimo e São Bento são os principais rios que cortam o município de Catalão. Além deles, há inúmeros cursos d'água de menor volume, com destaque para o ribeirão Pirapitinga, que atravessa a área urbana do município, bem como o ribeirão da Custódia, situado em importante região agrícola.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo, foram utilizadas seis cenas do sensor MSS, do satélite Landsat (em formato digital), compostas de quatro bandas multiespectrais (bandas 4, 5, 6 e 7), composição colorida RGB/564, obtidas no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008) (Tabela 7).

Por se tratar de uma série cronológica, as imagens MSS de 1975 (Mineiros) e 1979 (Catalão) foram interpretadas visualmente e, posteriormente, confrontadas com o mapa do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica (PROBIO) do ano de 2002, para observação das alterações que ocorreram entre estes períodos. A Figura 10 mostra as etapas desenvolvidas durante a aplicação da metodologia proposta.



Figura 10. Fluxograma das etapas de processamento e análise.

Todas as cenas foram obtidas durante a estação seca, correspondendo às seguintes órbitas/pontos: 240/072 e 240/073 (07 de julho de 1975) para o município de Mineiros; 236/72 e 236/73 (21 de junho de 1979) e 237/72 e 237/73 (22 de junho de 1979) para o município de Catalão. Os detalhes das imagens utilizadas são listados na Tabela 7.

Outros dados utilizados na construção dos mapas temáticos foram obtidos nos sites do SIEG (www.sieg.go.gov.br) e do IBGE (www.ibge.gov.br).

Tabela 7. Descrição das cenas utilizadas na primeira etapa do processamento digital de imagens.

Satélite	Sensor	Órbita	Ponto	Resolução espacial (m)	Data de aquisição
Landsat 1	MSS	240	72	80	07/07/1975
Landsat 1	MSS	240	73	80	07/07/1975
Landsat 2	MSS	236	72	80	21/06/1979
Landsat 2	MSS	236	73	80	21/06/1979
Landsat 2	MSS	237	72	80	22/06/1979
Landsat 2	MSS	237	73	80	22/06/1979

2.2.1 Delimitação das áreas de estudo

O recorte da área de Mineiros foi realizado a partir de um polígono, cujas extremidades foram determinadas pelas coordenadas UTM, fuso 22 Sul, SAD69 em 244157 E, 7937463 N e 415260 E, 8137403 N. Da mesma forma, para a delimitação da área abrangendo o município de Catalão, foi criado outro polígono, com extremidades determinadas pelas coordenadas UTM, fuso 23 Sul, SAD69 em 127865 E 7926730 N e 294992 E, 8092769 N. O recorte visa delimitar apenas a área de estudo, diminuindo, assim, o tempo de processamento.

2.2.2 Registro das Imagens

O registro é uma transformação geométrica que relaciona coordenadas geográficas (latitude e longitude) com coordenadas da imagem (linhas e colunas). O processo de correção geométrica teve duas finalidades. A primeira consistiu em adicionar um sistema de projeção cartográfica e em atribuir coordenadas geográficas às imagens. A segunda finalidade foi preparar as imagens para que fossem mosaicadas, já que o mosaico de cenas georreferenciadas apresenta melhor resultado do que o mosaico baseado em *pixels*. Para isso, as cenas precisam estar georreferenciadas em uma mesma projeção, datum e fuso, caso a projeção cartográfica seja UTM (Universal Transversa de Mercator).

O registro do tipo “imagem-imagem” foi realizado tendo como base cenas georreferenciadas MSS/Landsat 1 e 2, adquiridas no servidor de imagens da Universidade de Maryland (<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/>), com sistema de coordenadas geográficas UTM, *datum* horizontal WGS84 (*World Geographic System*), posteriormente convertidas para SAD69 (*South American Datum*).

Todas as imagens registradas tiveram RMS (Erro médio quadrático) abaixo de 0,5, o que é considerado excelente para a etapa de georreferenciamento. Foram utilizados 30 pontos de controle no modelo polinomial de primeira ordem (Figura 11), e o método de amostragem foi o de vizinho mais próximo (ou *nearest neighbourhood*) (RAMOS NETO *et al.*, 2004). A Figura 12 mostra a imagem registrada, destacando a região nordeste do município de Catalão.

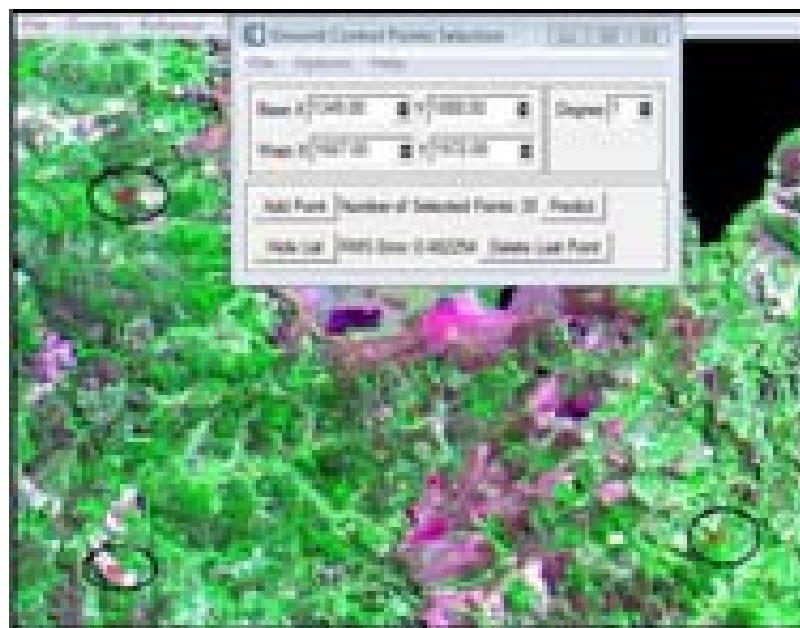


Figura 11. Atribuição de coordenadas geográficas à imagem de Mineiros

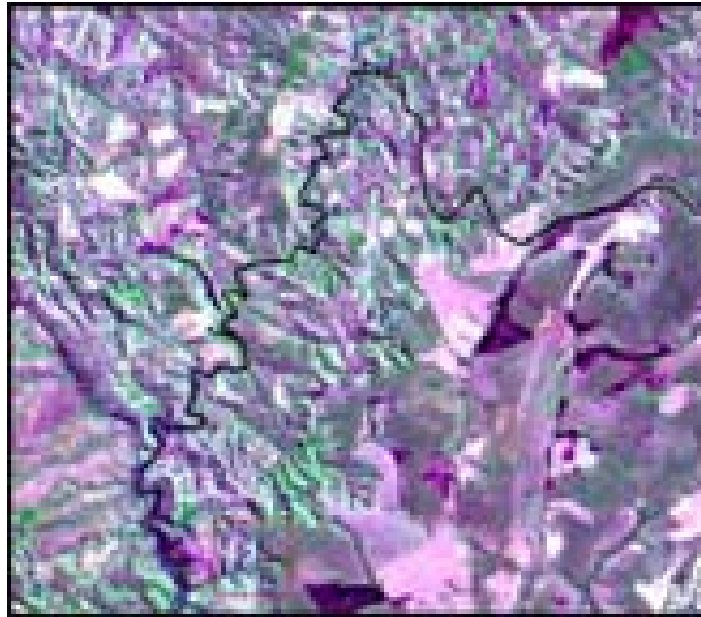


Figura 12. Imagem de satélite registrada na região de Catalão. As coordenadas geográficas do vetor que delimita o município alinham-se com as coordenadas da imagem georreferenciada.

2.2.3 Mosaico

O mosaico de imagens tem a finalidade de juntar duas (ou mais) imagens para gerar uma imagem maior, possibilitando uma visão completa das cenas coletadas pelos sensores. Esse processo é utilizado quando a área de estudo é maior que a cena disponibilizada pelo satélite (BAGLI e FONSECA, 2005).

As áreas estudadas abrangem mais de uma cena Landsat, sendo duas cenas para a região de Mineiros e quatro cenas para a região de Catalão. Assim, após o registro, gerou-se o mosaico das imagens.

A Figura 13 faz referência a um mosaico de quatro cenas Landsat do sensor MSS para a região sudeste do Estado de Goiás, com área de abrangência do município de Catalão (GO).

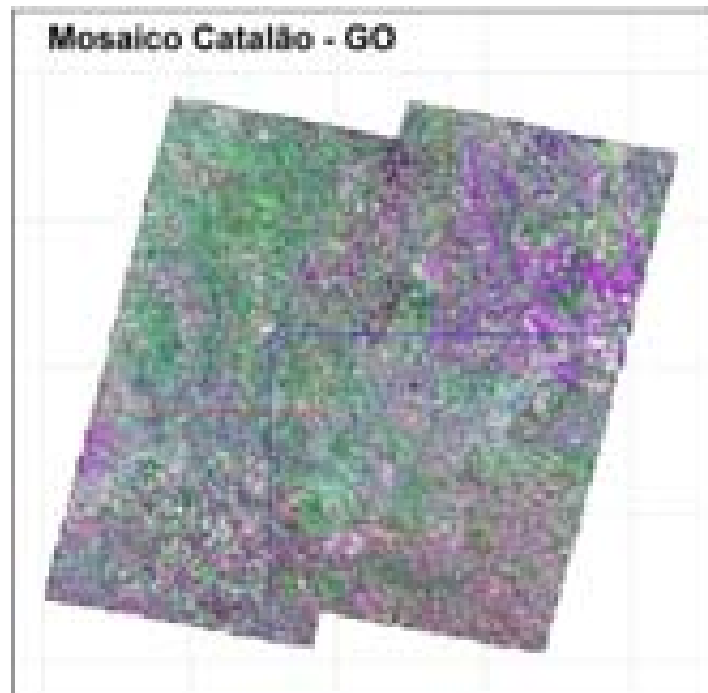


Figura 13. Mosaico de imagens Landsat/MSS da região de Catalão (GO).

Após a elaboração dos mosaicos, o próximo passo foi construir e aplicar uma “máscara” (tampão) referente ao limite municipal de Mineiros e Catalão (Figura 14). A máscara consiste no recorte da área de interesse definida pelo vetor do perímetro do município em estudo, adquirido no sítio do IBGE. As imagens foram “mosaicadas” e recortadas na escala de 1:250.000.

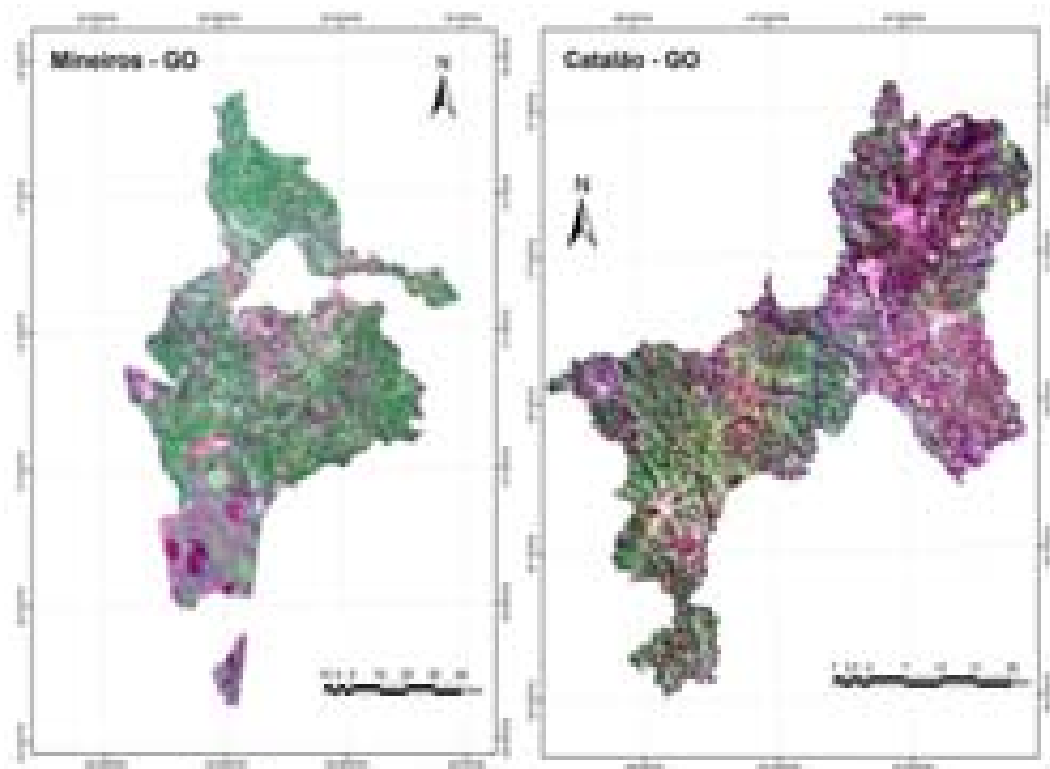


Figura 14. “Máscaras” dos limites municipais de Mineiros e Catalão aplicadas sobre imagens Landsat/ MSS.

2.2.4 Índice de Vegetação

Um dos índices de vegetação mais utilizados nos trabalhos científicos é o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), também empregado neste estudo. O NDVI é a razão normalizada entre as bandas espectrais do infravermelho próximo e vermelho. Como a diferença de energia refletida pela vegetação é grande entre estas duas bandas, a operação aritmética do NDVI constitui num indicador indireto da presença de cobertura vegetal sadia (i.e., fotossinteticamente ativa ou verde).

Em outras palavras, os índices de vegetação são medidas radiométricas adimensionais, que indicam a abundância relativa e a atividade da vegetação verde, incluindo índice de área foliar, porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde e radiação fotossinteticamente ativa absorvida (Jensen, 2007).

O Índice de Vegetação é resultado da seguinte equação 1:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}) \quad \text{Eq. 1}$$

onde:

NIR (Near Infra-Red): resposta espectral na faixa do infravermelho próximo (0,77 μm – 0,89 μm);

RED: resposta espectral na faixa do vermelho (0,63 μm – 0,69 μm)

Os valores de uma imagem NDVI variam de -1 a 1. Nas imagens de NDVI (Figura 15), os níveis de cinza mais claros (valores próximos de 1) representam a vegetação remanescente mais preservada, com elevada biomassa (ou mesmo a agricultura irrigada, em crescimento, tal como a soja), enquanto os níveis de cinzas mais escuros (valores tendendo a zero ou negativos) indicam a presença de alvos urbanos, como área construída, solo exposto e água.

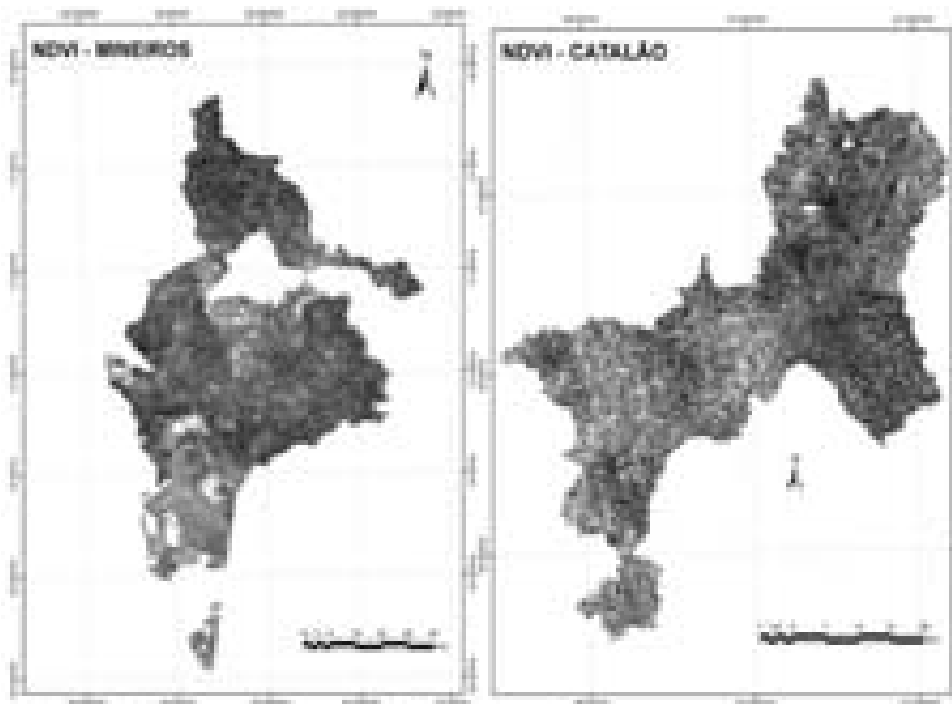


Figura 15. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada nas imagens de Mineiros e Catalão.

2.2.5 Fatiamento (Density Slice)

Após a elaboração da imagem NDVI, foi efetuado o método do fatiamento ou *Density Slice* (Figura 16), tendo como base valores encontrados no histograma da imagem gerada. Esse método envolve a determinação de classes de cores de acordo com os agrupamentos dos *pixels* com valores similares (Silva *et al.*, 1990).

Tal fatiamento das imagens NDVI foi realizado no *software* ENVI. A atribuição de cores por classe foi associada ao grau de vigor da cobertura do solo sobre as regiões de estudo, o que de acordo com Silva Junior (2008) está relacionada a intervalos que correspondam aos diferentes valores de NDVI, variando de -1 a 1.

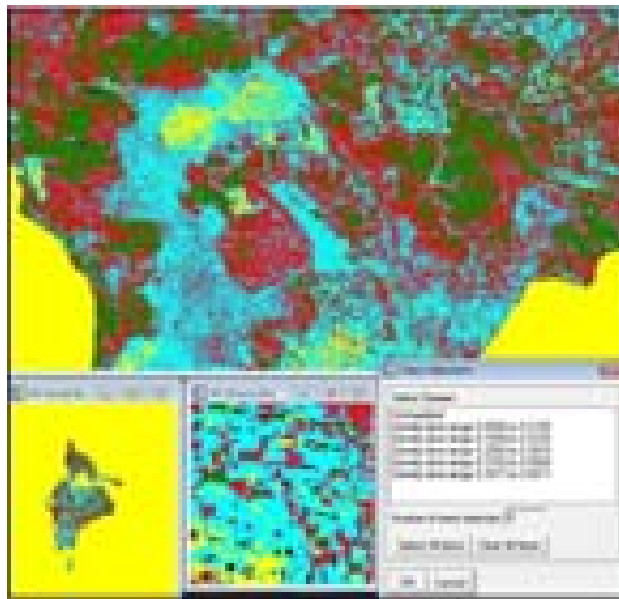


Figura 16. Fatiamento de imagem NDVI do município de Mineiros.

2.2.6 Classificação Supervisionada

Apesar de ter sido usadas técnicas de realce (NDVI) e fatiamento por cores que contribuíram na interpretação do uso do solo, optou-se por utilizar um método de classificação de imagem.

O processo de classificação consiste na técnica de extração de informações em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e separar alvos que apresentam comportamento espectral diferentes uns dos outros, com o objetivo de mapear as áreas da superfície terrestre (Swain e Davis, 1978 *apud* Santos, 2002). Cada cor está associada a uma classe (solo, água, vegetação, etc), baseando-se nas propriedades espectrais e espaciais das imagens.

Foram estabelecidas as seguintes classes de uso do solo: Agricultura, Pastagem, Campo (campo sujo, campo úmido, campo limpo e campo rupestre), Cerrado (cerrado, campo cerrado), Mata (floresta seca, floresta úmida e cerradão) e Área urbana. A Figura 17 mostra o fluxograma da classificação supervisionada para o município de Mineiros e Catalão.



Figura 17. Fluxograma da classificação supervisionada.

A classificação supervisionada consistiu da seleção de amostras baseadas em características visuais dos alvos. Foram extraídos 10 ROIs de 16 *pixels* para cada tipo de classe, e o método de classificação supervisionada utilizado para a construção do mapa de uso e cobertura da terra foi o de Máxima Verossimilhança (MAXVER) (Figura 18). A Máxima Verossimilhança é o método de classificação "pixel a pixel" mais utilizado em dados de sensoriamento remoto. Segundo Fonseca (2000), o classificador MAXVER baseia-se na associação de classes considerando pontos individuais da imagem.

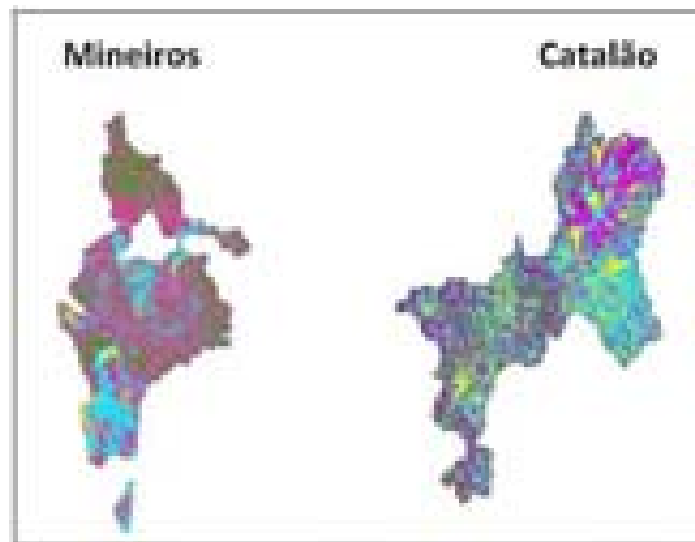


Figura 18. Classificação supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança.

A título de comparação, outros métodos supervisionados foram testados, dentre os quais são: Mínima Distância, Método do Paralelepípedo e Distância de Mahalanobis. O da Máxima Verossimilhança mostrou-se ser visualmente o mais adequado na classificação das imagens devido à maior semelhança com a imagem original na distinção das classes de uso do solo, quando comparado com os demais métodos analisados (Figura 19).

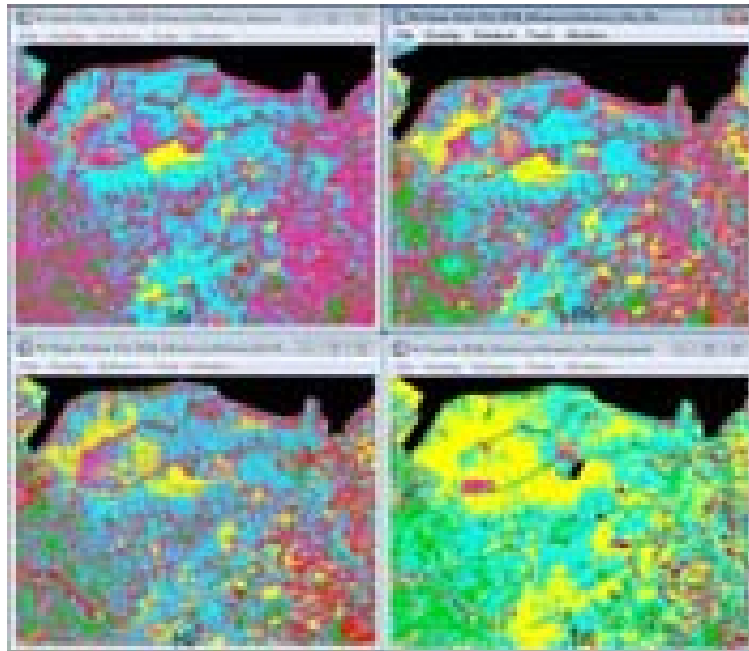


Figura 19. Diferentes tipos de classificação supervisionada sobre parte da imagem de Mineiros: (a) Maxver, (b) Mínima Distância, (c) Mahalanobis e (d) Paralelepípedo.

Para avaliar a concordância das classificações temáticas, foi utilizado o índice estatístico *Kappa* (Hudson e Ramm, 1987) e o valor de acurácia global. Segundo Cohen (1960 *apud* Antunes *et al.*, 1997), o coeficiente *Kappa* mede o grau de concordância em escalas nominais assumindo que as unidades são independentes e que as classes ou categorias da escala nominal são independentes e mutuamente exclusivas.

O índice *Kappa* é gerado a partir da matriz de confusão e os valores são posteriormente comparados a uma tabela de referência que estima a qualidade das classificações (Landis e Koch, 1977 *apud* Prado *et al.*, 2009) (Tabela 8).

A avaliação da acurácia indica a probabilidade que uma categoria classificada (mapa/imagem) tem de representar a mesma categoria no campo (Congalton, 1991).

Tabela 8. Coeficiente *Kappa* e qualidade das classificações.

Valor do <i>Kappa</i>	Qualidade da classificação
< 0,01	Péssima
0,01 a 0,20	Ruim
0,21 a 0,40	Razoável
0,41 a 0,60	Boa
0,61 a 0,80	Muito Boa
0,81 a 1,00	Excelente

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977).

Nas imagens dos dois municípios em estudo, o classificador que apresentou o maior coeficiente *Kappa* foi o de Máxima Verossimilhança com 0,76 e 81% de acurácia para o município de Catalão e 0,79 e 83% de acurácia para o município de Mineiros (Tabela 9), indicando que a qualidade de classificação foi muito boa, conforme os valores especificados na Tabela 8.

Tabela 9. Coeficiente *Kappa* e valor de acurácia para os diferentes tipos de classificação supervisionada.

Classificadores Supervisionados	Mineiros		Catalão	
	Índice <i>Kappa</i>	Acurácia (%)	Índice <i>Kappa</i>	Acurácia (%)
Maxver	0,76	81	0,79	83
Mínima Distância	0,67	73	0,68	74
Mahalanobis	0,59	67	0,58	66
Paralelepípedo	0,48	58	0,30	44

2.2.7 Reclassificação

Alguns procedimentos são adotados depois que uma imagem é classificada. Entre eles está o reordenamento das classes ou reclassificação. Geralmente, após uma classificação, alguns intervalos de *pixels* ficam dentro de classes às quais não pertencem ou mesmo em classes que não serão identificadas. Dessa forma, é necessário reagrupá-los.

Com isso, foi realizada uma reclassificação das classes de uso do solo para o município de Mineiros e o de Catalão, visando corrigir os *pixels* agrupados erroneamente em outras classes. Tal procedimento foi realizado, baseando-se na comparação da interpretação visual da imagem original e da

imagem NDVI, no mapa de uso do solo do PROBIO e no resultado da classificação com maior índice *Kappa* e de acurácia.

Conforme ressalta Hutchison (1982 *apud* Caetano *et al.*, 2002), o resultado da classificação pode ser melhorado através das informações de dados auxiliares que ajudam na resolução de dúvidas a seguir à classificação.

Após o reordenamento, as classes Campo, Cerrado e Mata foram agrupadas em uma única classe denominada Vegetação Remanescente. A partir da classificação final, obtiveram-se os dados estatísticos relativos à porcentagem de vegetação, agricultura e pastagem presentes nos municípios estudados, na década de 70. O cálculo das áreas, correspondentes a cada classe de uso, foi realizado utilizando-se ferramentas do software ArcGis. Em seguida, confeccionou-se o mapa final de uso e cobertura da terra para os anos de 1975 (Mineiros) e 1979 (Catalão). Os mapas foram comparados com os dados originais do PROBIO, relativos ao ano de 2002.

Essa etapa do estudo visou detectar as transformações ocorridas no uso da terra em dois períodos de análise (década de 1970 e 2002) através da integração de dados provenientes das classificações das imagens, auxiliados por revisão bibliográfica e Censos Agropecuários.

2.2.8 SRTM

A missão SRTM, ou Missão Topográfica de Radar Transportado, foi lançada em 11 de fevereiro de 2000, para adquirir dados topográficos em mais de 80% da área emersa da Terra, entre 60° N e 56° S (NASA SRTM, 2006 *apud* Jensen, 2007). Durante 11 dias, a missão SRTM usou um radar de abertura sintética interferométrico (banda C e banda X) para mapear 119.000.000 km² (Jensen, 2007). Segundo Carvalho (2007), os sensores de Radar, de visada vertical e lateral, são capazes de detectar as cotas altimétricas do terreno, representando em três dimensões espaciais o relevo, com referência à latitude, longitude e altitude (x, y, z).

De posse dessa informação é possível elaborar mapas hipsométricos (altitude), clinográficos (declividade) e de perfis topográficos, empregando as variáveis relacionadas à topografia. O uso das imagens SRTM em análises quantitativas e qualitativas do relevo tem se tornado cada vez mais frequente, não só em estudos geológicos e geomorfológicos, como em análises hidrológicas, ecológicas, dentre outras (Carvalho, 2004).

Nesse estudo, o processamento das imagens SRTM foi realizado em ambiente computacional SIG (Sistema de Informações Geográficas) e consistiu das seguintes etapas:

1. Recorte das áreas que delimitam os municípios de Mineiros e Catalão;
2. Elaboração do mapa de altitude;
3. Classificação e vetorização das classes de declividade;
4. Elaboração do mapa de declividade.

2.2.9 Construção dos Mapas Temáticos

2.2.9.1 Mapa da Declividade

Para estudar a influência do fator natural *topografia* sobre a espacialização do uso e cobertura da terra, foi necessário gerar um mapa clinográfico a partir de imagem SRTM. Para a construção desse mapa, é preciso determinar, primeiramente, as classes de declividade almejadas (no caso, em graus). De acordo com Nogueira (2008), diversos autores propuseram números e intervalos de classes diferentes para construir os mapas clinográficos. A EMBRAPA, por exemplo, adota as classes de relevo plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado.

Assim, as classes de declividade foram divididas em intervalos de 0-2°, 2-5°, 5-10°, 10-20°, 20-45° e >45°. Para o município de Catalão, as classes foram divididas no intervalo entre 0 e 28°, totalizando 5 classes.

A determinação de trabalhar com declividades em graus teve como referência o Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que estabelece as áreas de preservação permanente ao redor de rios,

lagos, nascentes e encosta de morros, onde as declividades forem maiores que 45 graus.

2.2.9.2 Mapa das áreas de influência das estradas (*buffers*)

O mapa de *buffers*, ou zonas tampão, foi desenvolvido com o objetivo de estudar a influência do fator natural *localização* nas áreas destinadas à agricultura, pastagem e vegetação natural. Partimos do pressuposto de que as estradas provocam influência, em maior grau, na agricultura e, em menores proporções, na pecuária e na vegetação natural, respectivamente, de acordo com a distância.

Os *buffers* externos, ou áreas de influência, foram gerados utilizando-se raios de 1, 2, 3, 4, 5 e 10 km ao redor da malha viária nos municípios estudados. Posteriormente, o mapa de *buffers* foi sobreposto aos mapas de uso e cobertura da terra, estes últimos gerados a partir da classificação das imagens de satélites de 1975 e 1979, para os municípios de Mineiros e Catalão, respectivamente. A fim de realizar a análise temporal dos dados, o mapa de *buffers* foi sobreposto ao mapa do PROBIO referente à cobertura do solo no Cerrado em 2002.

Com os mapas sobrepostos, foi realizado um recorte espacial somente para as áreas de *buffers*. Após o recorte, foram delimitadas e quantificadas as áreas de agricultura, pastagem e vegetação natural presentes nas áreas de influência das estradas.

2.2.9.3 Mapa de Solos

O mapa de solos foi elaborado a partir de dados do SIEG, na escala de 1:250.000, e, em seguida, sobreposto com o mapa de uso e cobertura da terra (PROBIO-Goiás). O mapa de solos foi desenvolvido com o objetivo de estudar a influência do fator natural *solo* nas áreas destinadas à agricultura, pastagem e vegetação natural, além de proporcionar o conhecimento da capacidade de

uso desses ambientes, permitindo uma adequação da agropecuária tanto para proteção ambiental como para otimização das áreas produtivas.

2.2.9.4 Mapa de Uso e Cobertura da Terra

A partir da classificação por Máxima Verossimilhança, foi elaborado o mapa de uso e cobertura da terra para as regiões de Mineiros e Catalão. O mapa de uso e cobertura da terra para as regiões citadas destaca as áreas por município ocupadas com agricultura, pastagem, vegetação natural e área urbana, para os anos de 1975 e 1979.

Os mapas de uso e cobertura da terra devem ser elaborados de forma que atendam aos diferentes tipos de usuários e os auxiliem na tomada de decisões. Para isso, é importante que tragam o detalhamento desejado em cada aplicação. Mapeamentos de reconhecimento, nas escalas 1:750.000 até 1:50.000, podem atender a uma ampla faixa de objetivos, desde os planejamentos nacional, estadual e municipal até o de bacias hidrográficas (IBGE, 2006; Nogueira, 2008).

O mapa de uso e cobertura do solo de 2002 dos municípios de Mineiros e Catalão foi elaborado a partir de dados do PROBIO, para as classes *agricultura, pastagem, vegetação natural e área urbana*. Para o município de Catalão foi acrescentada a classe *água*, para destacar o lago artificial da Usina Hidrelétrica de Emborcação, construído em 1981.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo objetiva analisar as mudanças no uso da terra nos municípios de Mineiros (período 1975 e 2002) e Catalão (período 1979 e 2002).

Pretende-se destacar a influência das variáveis naturais (localização, fertilidade e topografia) na espacialização das classes de uso e cobertura da terra, mediante mudança do padrão tecnológico.

3.1 MINEIROS

As técnicas de processamento digital aplicadas às imagens da década de 70 foram importantes para extrair dados que pudessem ser comparados com os resultados obtidos pelo PROBIO para o ano de 2002. Dessa forma, foi possível obter valores percentuais das classes de uso e cobertura da terra referentes ao município de Mineiros, para o ano de 1975. Por exemplo, enquanto a agricultura em 1975 ocupava uma área relativa do município, de 2,36% (Tabela 10), em 2002, as áreas agrícolas expandiram e já compunham 13,34% da área total do município, o que corresponde a um aumento superior a cinco vezes a área total de agricultura encontrada em 1975.

Em relação à classe de uso pastagem, os valores relativos mostram que não houve um crescimento significativo desse tipo de área no município. Entretanto, é correto afirmar que ocorreram mudanças na espacialização dessa classe no decorrer dos últimos 30 anos (Figuras 20 e 21). Enquanto parcela considerável de pastagem foi convertida em agricultura, a área total de pastagem se manteve devido à expansão da pecuária para áreas de vegetação nativa, em proporção equivalente à área que foi perdida para o cultivo agrícola.

A perda de 11% da área de vegetação natural do município de Mineiros corrobora a afirmação anterior de que tanto a agricultura (em menor

proporção), quanto a pecuária utilizaram-se das áreas de vegetação natural para se expandirem.

Tabela 10. Demonstrativo do percentual das classes de uso e cobertura da terra do município de Mineiros entre os anos de 1975 e 2002.

Classes	1975		2002		% de Transformação do Uso do Solo
	Áreas (ha)	Área Relativa (%)	Áreas (ha)	Área Relativa (%)	
Agricultura	21.412	2,36	120.886	13,34	+ 10, 98
Pastagem	286.236	31,57	290.950	32,11	+ 0,54
Vegetação	598.463	66,01	493.053	54,41	-11,6
Área Urbana	481	0,05	1.165	0,13	+ 0,08
Total	906.600	100	906.600	100	-

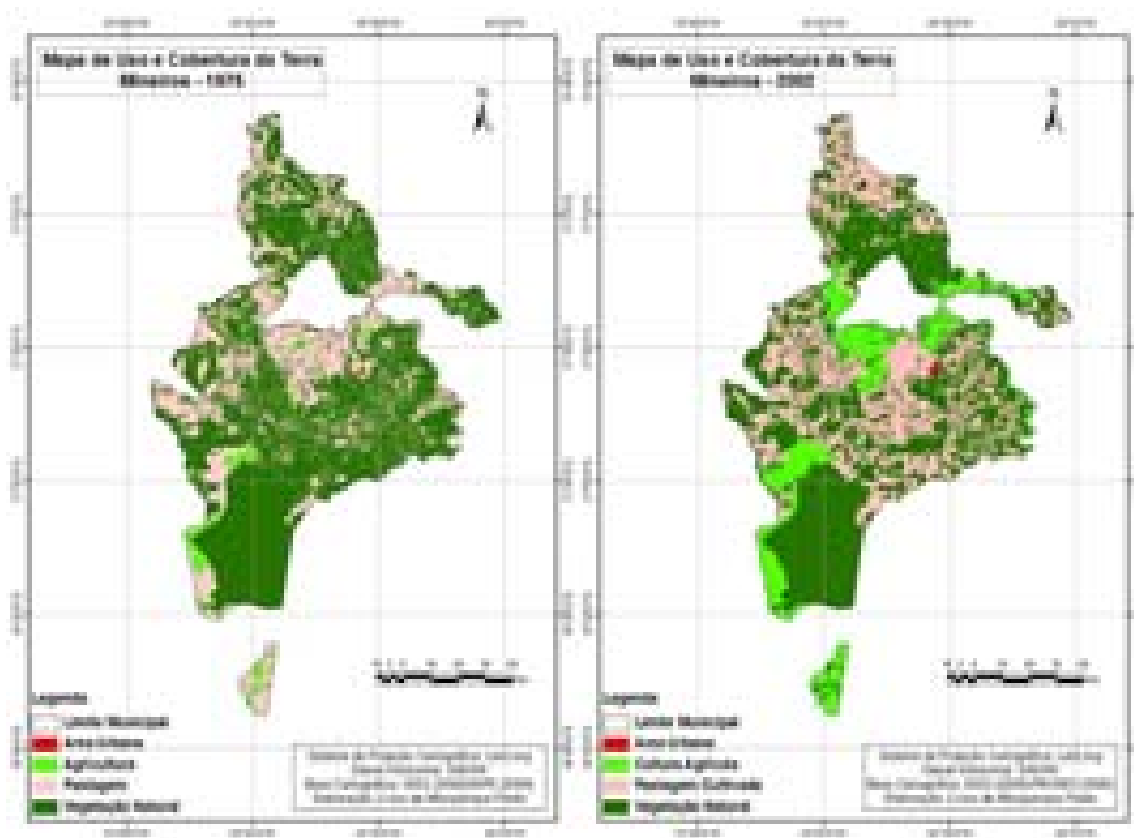


Figura 20. Mapa de uso e cobertura da terra de Mineiros.



Figura 21. Valores percentuais das classes de uso e cobertura da terra de Mineiros.

É interessante notar que o crescimento da agricultura foi direcionado para as áreas em que o potencial de cultivo agrícola era maior. Tais áreas, consideradas potencialmente agricultáveis, apresentavam a influência conjunta dos fatores naturais citados anteriormente, como localização (distância das estradas e dos mercados consumidores), solos propícios (melhor adequação às características físicas, químicas e biológicas do solo) e, principalmente, a topografia (relevo plano que facilita a mecanização).

No mapa da expansão da agricultura (Figura 22), as áreas em verde indicam atividade agrícola no ano de 2002. Comparadas com as áreas agrícolas de 1975 (coloração amarela), é perceptível que a expansão da agricultura no município ocorreu ao redor das áreas já utilizadas para o cultivo agrícola. Ao contrário da pastagem, não se nota migrações significativas na utilização do espaço agrícola, no decorrer dos anos analisados. O fato é que as áreas agrícolas de 1975 estão, em quase sua totalidade, localizadas dentro do polígono das áreas utilizadas pela agricultura em 2002.

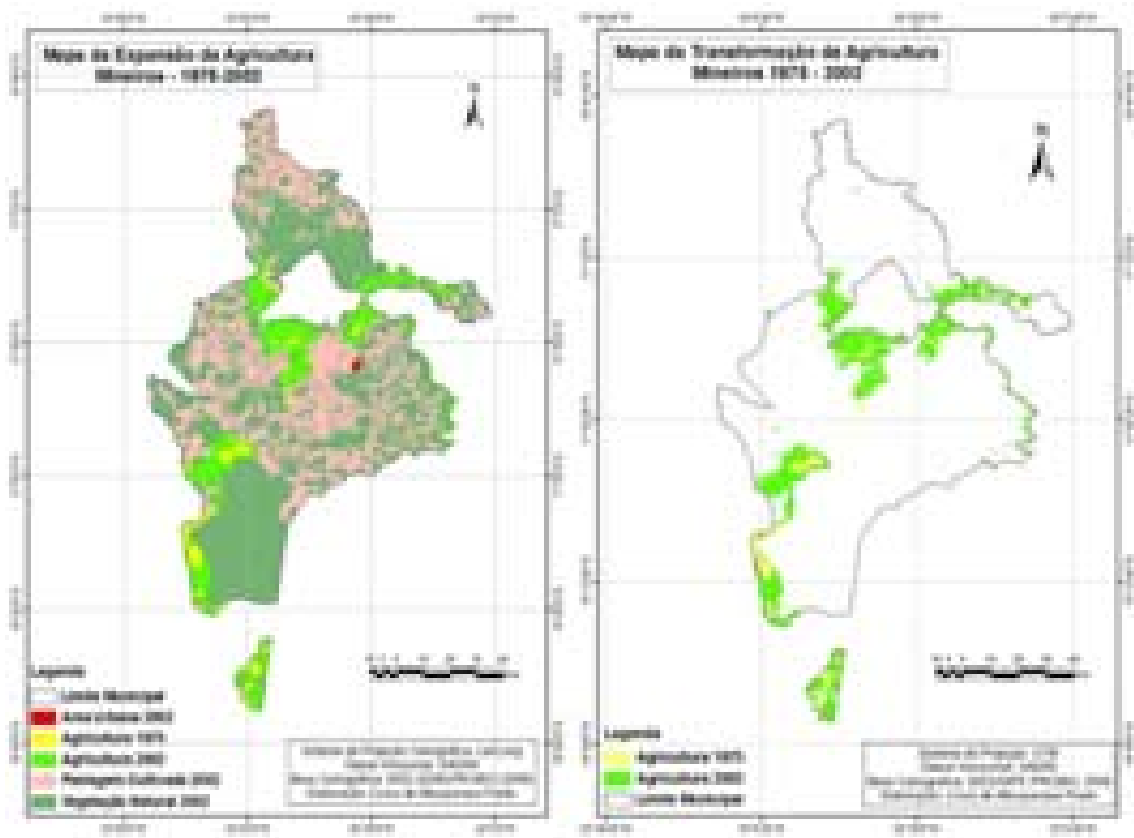


Figura 22. Expansão das áreas agrícolas em Minas entre os anos de 1975 a 2002.

Quanto à pecuária, parte das áreas anteriormente ocupadas pela pastagem, cedeu espaço para que a agricultura pudesse se expandir. Em contrapartida, a produção de leite e carne na região não foi prejudicada, pois, conforme ressaltamos anteriormente, novas áreas foram desmatadas e ocupadas com pastagem cultivada. Essa mudança na especialização do uso da terra pela pecuária é percebida no mapa da transformação da pastagem de Minas (Figura 23), no qual se percebe que a pastagem deixa de ocupar as áreas de coloração azul no mapa e passa a abrir novas áreas onde é implantada.

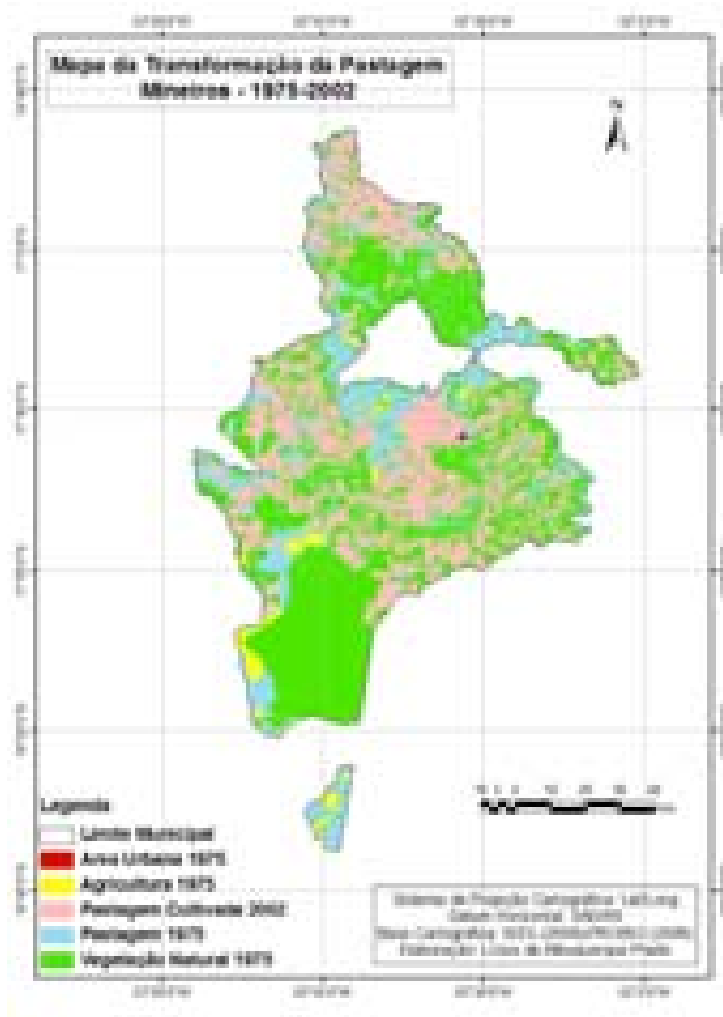


Figura 23. Sobreposição de áreas de pastagem sinaliza as transformações no setor.

É importante ressaltar que as áreas de pastagem detectadas no tratamento das imagens de satélite de 1975 são formadas tanto de áreas com pecuária extensiva, onde o gado é criado em aberto no pasto, como também de áreas com pastagem cultivada, em que a mudança no padrão tecnológico possibilita a criação intensiva do rebanho bovino. Entretanto, por diferença de metodologia, as áreas de pastagem detectadas pelo PROBIO para 2002 consideram apenas pastagem cultivada. As demais áreas com pecuária, em que não há o cultivo do pasto, foram consideradas como áreas de vegetação natural.

Algumas análises podem ser feitas a partir dos dados obtidos sobre o uso do solo nos municípios pesquisados. Utilizando-se desses dados foram elaborados os mapas das áreas agrícolas e da pastagem de 1975 e 2002 (Figuras 24 e 25). O intuito consistia em identificar o percentual de áreas que permaneceram na agricultura, ou que foram convertidas de pastagem para a agricultura e vice-versa, além da visualização das áreas de vegetação natural desmatadas para a expansão das atividades agropecuárias.

As Tabelas 11 e 12 mostram o percentual de conversão e de manutenção das classes de uso e cobertura da terra. Pelos dados, vemos que não ocorreram mudanças em 18.165 hectares de agricultura encontrados em 1975 e também em 2002. Essa área corresponde a aproximadamente 85% das áreas agrícolas de 1975. Do restante desse total, 6% converteram-se em pastagem e 9% tornaram-se áreas com vegetação, que podem ser inclusive, áreas de reserva legal e de preservação permanente.

Ainda, 30% da área de pastagem de 1975 foram convertidos em agricultura.

Esses números mostram que a agricultura em Mineiros expandiu-se principalmente para áreas anteriormente utilizadas pela pastagem. No entanto, também é correta a afirmação de que a agricultura ocupou áreas utilizadas pela vegetação natural. Em 1975 foram desmatados 17.310 ha para a agricultura, o que corresponde a aproximadamente 3% da área total de vegetação natural presente no município.

Entretanto, como já explicado anteriormente, cerca de 30% dos desmatamentos ocorridos no município de Mineiros durante o intervalo de tempo estudado foram provocados em grande parte pela pastagem. Um fato que corrobora esta afirmação é que mais da metade da área identificada como pastagem pelo PROBIO em 2002 havia sido ocupada pela vegetação nativa.

Tabela 11. Percentual de conversão das classes de uso e cobertura da terra de 1975 em relação a 2002.

1975	2002					
	Agricultura		Pastagem		Vegetação Natural	
	ha	%	ha	%	ha	%
Agricultura	18.165	84,84	1.286	6,01	1.950	9,11
Pastagem	85.205	29,77	105.466	36,85	94.274	32,94
Vegetação Natural	17.310	2,89	184.043	30,75	397.174	66,37

Tabela 12. Percentual de conversão das classes de uso e cobertura da terra de 2002 em relação a 1975.

2002	1975					
	Agricultura		Pastagem		Vegetação Natural	
	ha	%	ha	%	ha	%
Agricultura	18.165	15,03	85.205	70,48	17.310	14,32
Pastagem	1.286	0,44	105.466	36,25	184.043	63,26
Vegetação Natural	1.950	0,40	94.274	19,12	397.174	80,55

Conforme a Figura 24, as áreas verdes representam a agricultura em Mineiros durante o ano de 2002 e que anteriormente eram ocupadas pela pastagem. Os polígonos vermelhos são áreas agrícolas identificadas tanto em 1975 como em 2002. Os polígonos amarelos são áreas utilizadas pelas atividades agrícolas em 1975, mas que ficaram de fora do polígono da agricultura de 2002, significando mudança no uso da terra nesses locais.

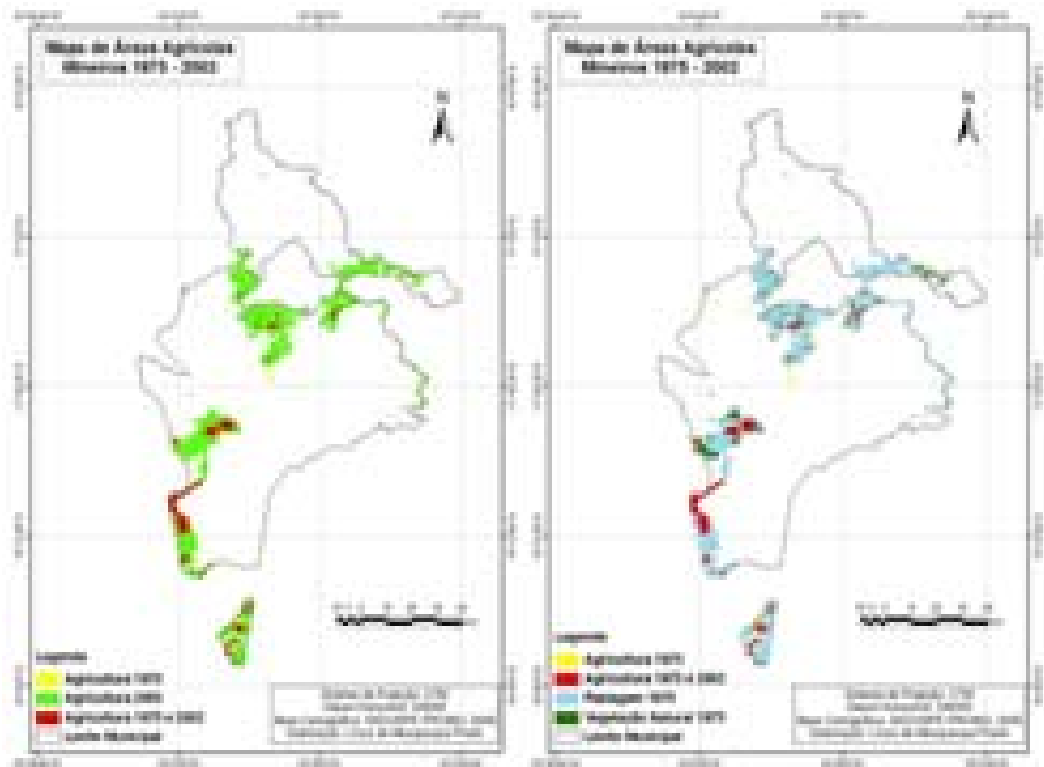


Figura 24. Mapa de áreas agrícolas no período de 1975 a 2002.

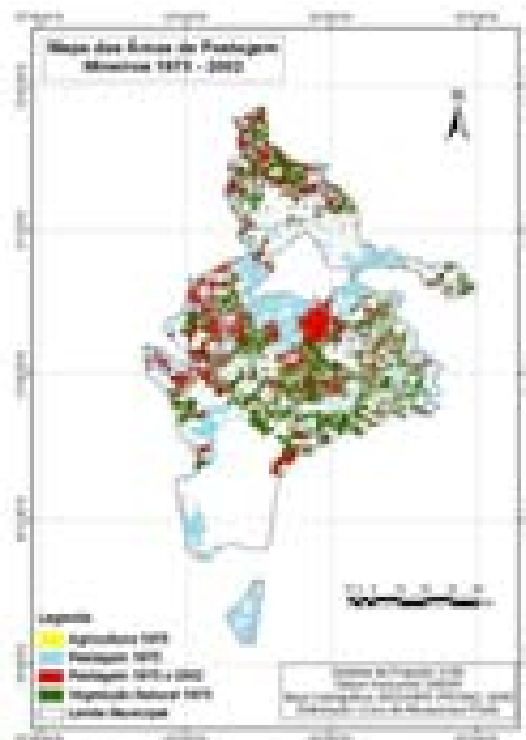


Figura 25. Mapa das áreas de pastagem no período de 1975 a 2002.

3.1.1 Influência dos fatores naturais

3.1.1.1 Topografia

Já é sabido que a topografia exerce grande influência não só na agricultura, mas também na pecuária mesmo que em proporções menores. (Ribeiro *et al.*, 2006; Miziara, 2006; Ferreira *et al.*, 2007). Na verdade, com a mudança no padrão tecnológico, pode se afirmar que a topografia é o principal requisito a ser considerado na abertura de novas áreas e na preparação do solo para cultivos agrícolas. Fatores tidos anteriormente como obstáculos para uma produção satisfatória como fertilidade natural do solo e distância das estradas foram amenizados com o surgimento de tecnologias de correção e fertilização do solo e de melhorias da infraestrutura de transporte.

A partir dessas informações, procurou-se, neste estudo, obter dados que comprovassem a influência do fator natural *topografia* nas áreas agrícolas do município de Mineiros. Pela metodologia do trabalho foram adotadas diferentes classes de declividade do terreno, a fim de avaliar como são espacializadas as classes de uso e cobertura da terra em função de tal fator natural.

Primeiramente foram calculadas as áreas em hectare para cada classe de declividade. A classe compreendida entre 2 e 5° foi encontrada em maior quantidade correspondendo a 45,19% da área total do município, seguida da classe entre 0 e 2° com 35,84%. Nota-se que o relevo plano é predominante em Mineiros, pois cerca de 80% da área total do município está entre 0 e 5° de declividade (Figura 26).

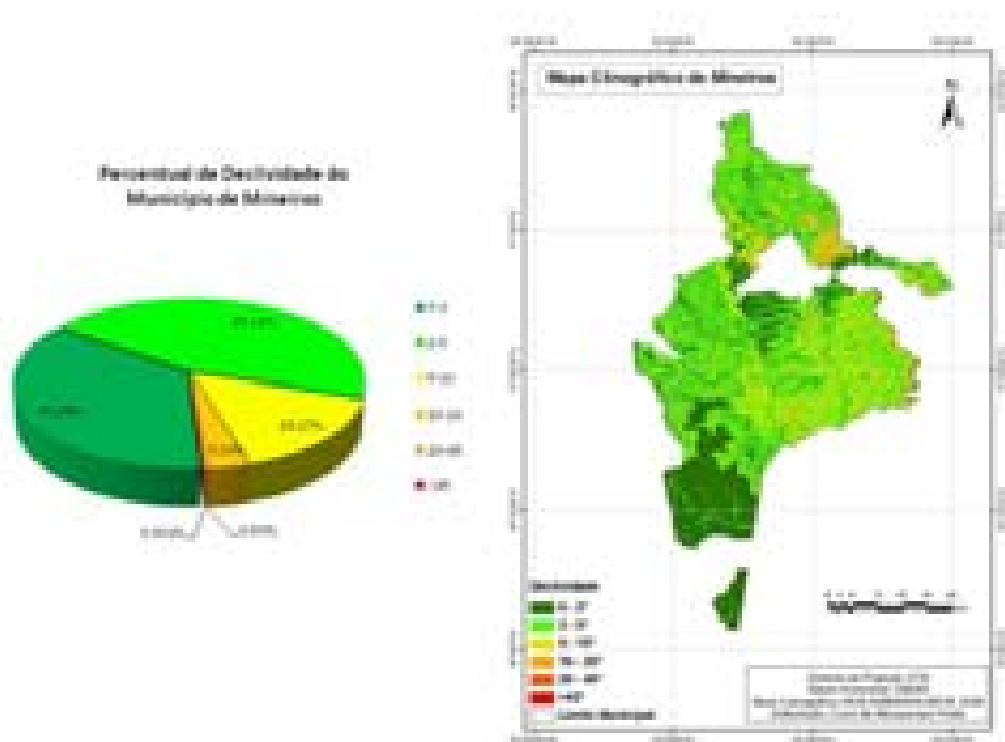


Figura 26. Percentual de declividade do município de Mineiros.

Quando se analisa as classes de uso do solo separadamente, vemos que a agricultura está presente em maior quantidade nas áreas com declividade entre 0 e 2°. No geral, em 1975, 83,04% da área total de agricultura do município de Mineiros estavam situados nas áreas com declividade de até 2°. Quando se estende a declividade para até 5°, como mostra a Tabela 13, o percentual de agricultura calculado é de aproximadamente 97% das áreas agrícolas presentes no município. Esse percentual praticamente se mantém em 2002, quando 96% da agricultura estão localizados nas áreas com declives de até 5° (Figura 27).

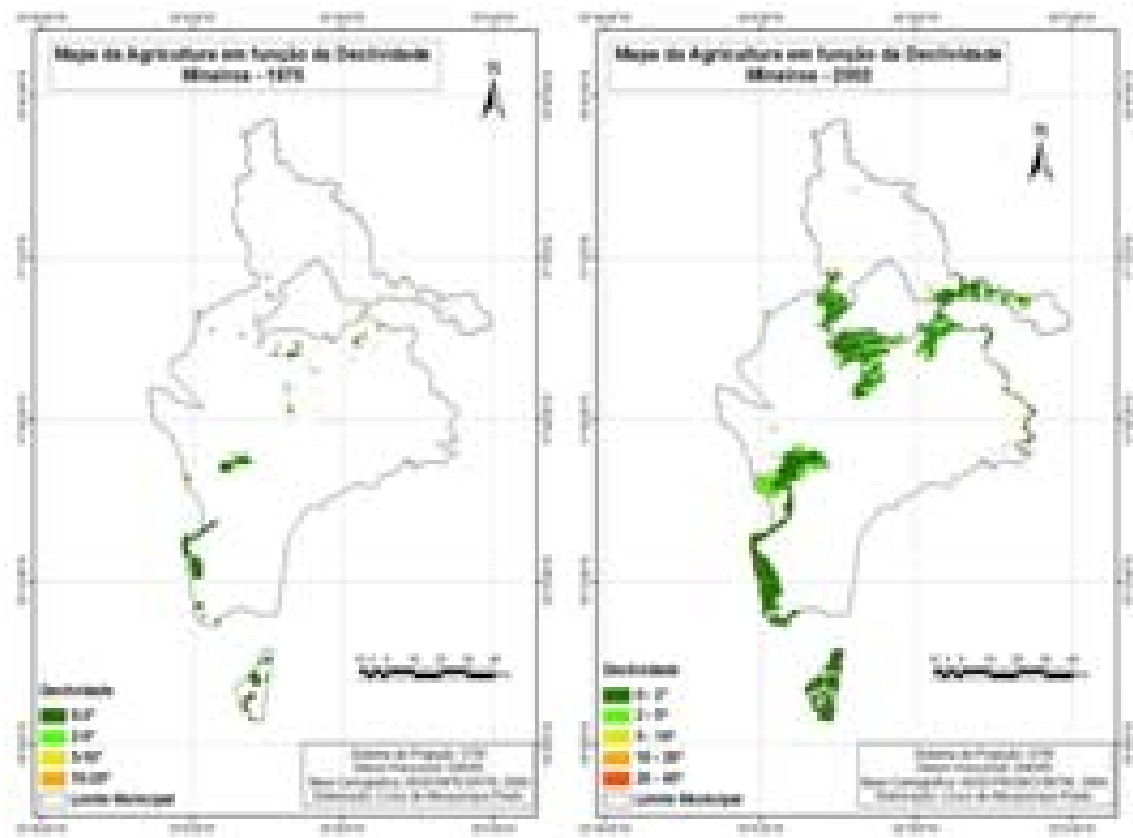


Figura 27. Mapa de áreas agrícolas em função da declividade.

A pastagem também é encontrada em maiores quantidades em relevos planos, todavia, consegue se adaptar melhor que a agricultura em declives mais acentuados. Isso é facilmente observado nos valores das Tabelas 13 e 14, indicados para a classe da pastagem. Em 1975, 85% da pastagem encontravam-se em áreas de até 5°, enquanto que, em 2002, esse número era de 83%.

Tabela 13. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação aos diferentes níveis de declividade para o ano de 1975.

Classes	1975							
	Área (ha)	Área Relativa (%)	Agricultura Área Relativa em relação ao município (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de agricultura (%)	Pastagem Área Relativa em relação ao município (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de pastagem (%)	Vegetação Área Relativa em relação ao município (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de vegetação (%)
0-2°	324.981	35,84	1,96	83,04	12,82	40,62	21,05	31,90
2-5°	409.685	45,19	0,34	14,65	14,08	44,61	30,74	46,57
5-10°	138.397	15,26	0,05	2,08	3,85	12,21	11,35	17,20
10-20°	28.948	3,19	0,005	0,20	0,70	2,22	2,44	3,70
20-45°	4.567	0,50	0,00	0,00	0,10	0,31	0,40	0,61
>45°	14,3	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001	0,002

Tabela 14. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação aos diferentes níveis de declividade para o ano de 2002.

Classes	2002							
	Área (ha)	Área Relativa (%)	Agricultura Área Relativa em relação ao município (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de agricultura (%)	Pastagem Área Relativa em relação ao município (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de pastagem (%)	Vegetação Área Relativa em relação ao município (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de vegetação (%)
0-2°	324.981	35,84	9,93	74,47	7,24	22,56	18,47	33,96
2-5°	409.685	45,19	2,89	21,71	19,47	60,68	22,63	41,61
5-10°	138.397	15,27	0,35	2,61	4,80	14,97	10,08	18,54
10-20°	28.948	3,19	0,07	0,53	0,50	1,56	2,62	4,81
20-45°	4.567	0,50	0,005	0,04	0,04	0,13	0,46	0,84
>45°	14,3	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,002	0,003

Para melhor visualização do comportamento da pastagem frente aos diferentes níveis de declividade do terreno, foi realizado um cruzamento entre o mapa clinográfico e o mapa de uso e cobertura da terra de Mineiros referentes aos anos de 1975 e 2002, o qual mostra as áreas com pastagem e as declividades a que pertencem (Figura 28). O mapa indica para o ano de 1975, uma maior quantidade de pastagem nos níveis de declividade entre 0 a 2° e 2 a 5°, representados na Tabela 13 como sendo de 40% e 44%, respectivamente. Em 2002, a pastagem se intensifica nas áreas com declividades entre 2 e 5°, com cerca de 60%, e ocorre uma retração nas áreas de menor declividade, para 22%; fato este, explicado pela conversão dessas áreas em agricultura.

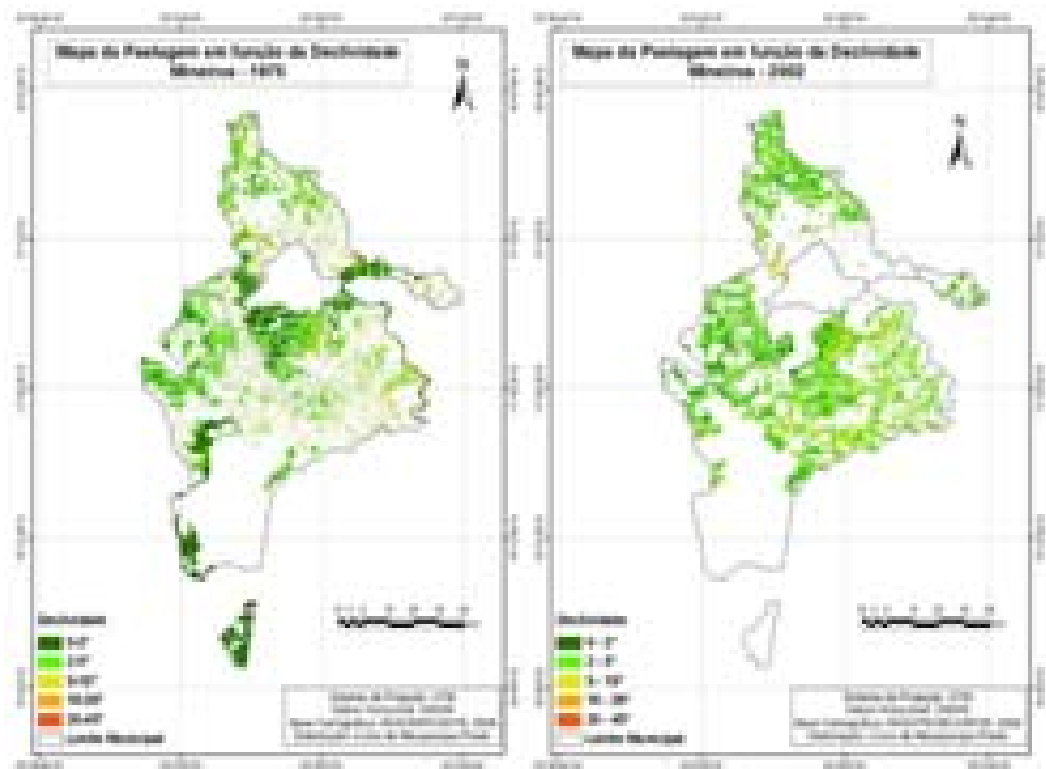


Figura 28. Mapa indicando as áreas com pastagem em Mineiros para os anos de 1975 e 2002.

Analisando os percentuais das classes de agricultura, pastagem e vegetação natural das Tabelas 13 e 14 e Figuras 29 e 30, pode-se afirmar que quanto maior a declividade, maior a presença de vegetação natural. A lógica é que, se a topografia do terreno não oferece condições para o cultivo da pastagem e de culturas agrícolas, a vegetação natural tende a ser predominante.

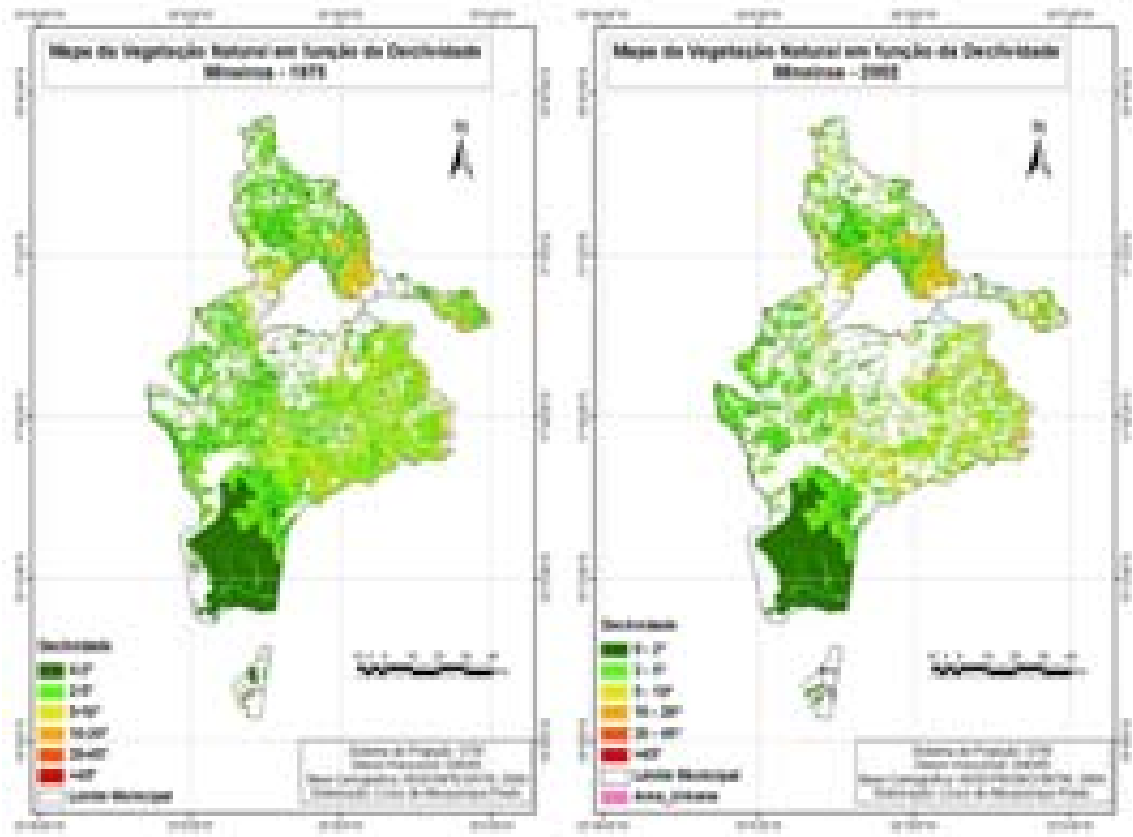


Figura 29. Vegetação natural presente em Mineiros nos anos de 1975 e 2002.

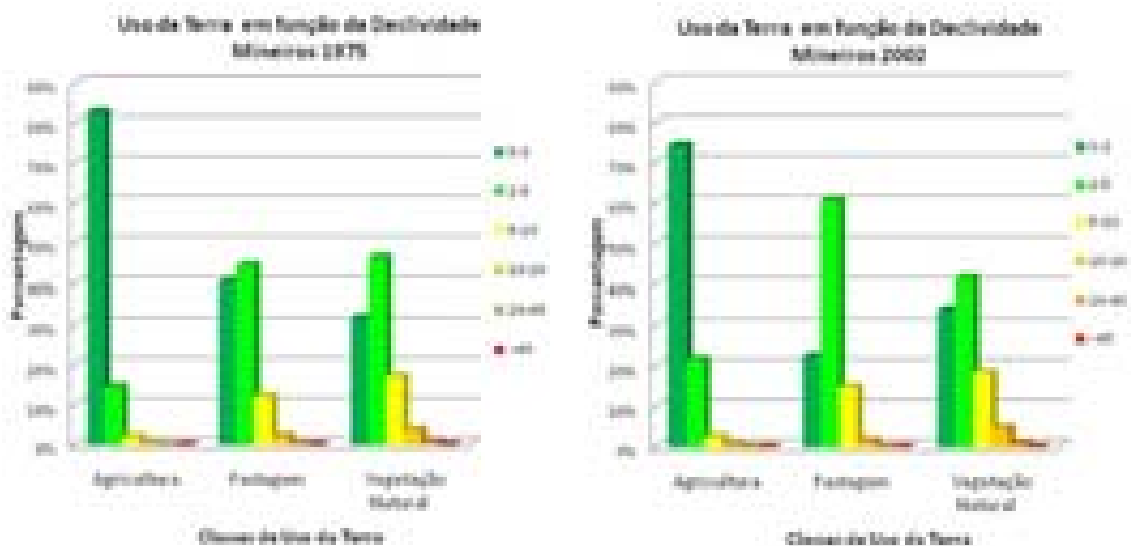


Figura 30. Classes de uso e cobertura da terra presente em Mineiros nos anos de 1975 e 2002.

Avaliando as classes de uso e cobertura do solo presentes em cada classe de declividade, o percentual da vegetação natural é maior para todas as declividades, quando comparado com o percentual de agricultura e pastagem do município (Tabela 15). À medida que a declividade aumenta, a quantidade de vegetação natural também se eleva. Para a pastagem e para a agricultura ocorre o contrário: quanto maior a declividade, menor o percentual de áreas destinadas às práticas agropecuárias.

Tabela 15. Percentual das áreas de agricultura, pastagem e vegetação natural em cada classe de declividade no período de 1975.

Classes	1975						
	Áreas (ha)	Agricultura Área (ha)	Área Relativa de Agricultura em Cada Classe de Declividade (%)	Pastagem Área (ha)	Área Relativa de Pastagem em Cada Classe de Declividade (%)	Vegetação Natural Área (ha)	Área Relativa de Vegetação em Cada Classe de Declividade (%)
0-2°	324.981	17.781	5,47	116.282	35,78	190.915	58,75
2-5°	409.685	3.138	0,77	127.717	31,17	278.724	68,03
5-10°	138.397	447	0,32	34.954	25,26	102.933	74,38
10-20°	28.948	43	0,15	6.368	22,00	22.193	76,67
20-45°	4.567	0	0,00	907	19,86	3.656	80,05
>45°	14,3	0	0,00	0,92	6,43	13,4	93,71

Na Tabela 16, referente ao ano de 2002, observa-se que a vegetação natural perdeu áreas nas declividades entre 0 e 5°, quando comparado com 1975. Em contrapartida, nos terrenos menos propícios para atividades agrícolas, onde o relevo é mais acentuado, ocorre um aumento do percentual dessa classe.

A pastagem, por sua vez, possui maior percentual de área que a agricultura nos diferentes declives, com exceção da classe entre 0 e 2°. Nessa classe, a agricultura ocupa 28% das áreas (90.020 ha) contra 20% da pastagem (65.650 ha).

Em 2002, a área de agricultura foi superior a de 1975 em todas as classes de declividade, enquanto a pastagem foi superior apenas nas

declividades entre 2 e 10° (Figura 31). O menor percentual de pastagem nos demais níveis foi compensado pela concentração da pecuária nesse intervalo.

Tabela 16. Percentual das áreas de agricultura, pastagem e vegetação natural em cada classe de declividade no período de 2002.

Classes	2002						
	Áreas (ha)	Agricultura Área (ha)	Área Relativa de Agricultura em Cada Classe de Declividade (%)	Pastagem Área (ha)	Área Relativa de Pastagem em Cada Classe de Declividade (%)	Vegetação Natural Área (ha)	Área Relativa de Vegetação em Cada Classe de Declividade (%)
0-2°	324.981	90.020	27,70	65.650	20,20	167.429	51,52
2-5°	409.685	26.240	6,40	176.540	43,09	205.182	50,08
5-10°	138.397	3.158	2,28	43.544	31,46	91.403	66,04
10-20°	28.948	639	2,21	4.529	15,65	23.724	81,95
20-45°	4.567	49,3	1,08	383	8,39	4.133	90,50
>45°	14,3	0	0,00	0	0,00	14,3	100,00

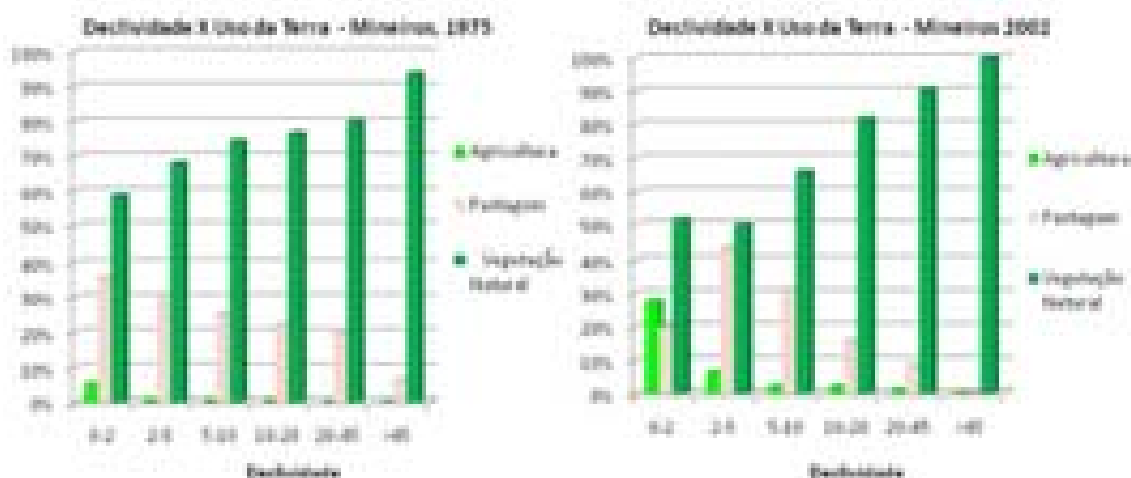


Figura 31. Percentual das áreas de uso e cobertura do solo nos níveis de declividade do relevo de Minas Gerais.

3.1.1.2 Solos

Os solos desempenham fundamental importância para a agricultura. Esta por sua vez tende a se firmar em solos mais férteis, de boa estrutura e bem drenados. Mesmo com a mudança no padrão tecnológico, fato que permitiu que solos de qualidade inferior passassem a ser intensamente

aproveitados, ainda assim, o tipo de solo - na maioria das vezes associado à outra variável como, por exemplo, a topografia -, pode determinar as classes de uso da terra que deverão ocupá-lo.

Partindo do pressuposto de que determinados tipos de solos são mais propícios para o uso agrícola, o conhecimento das categorias de solos do município de Mineiros resultou ser de extrema importância, pois possibilitou avaliar o uso do solo, tanto pela agricultura e pastagem, como pela vegetação natural, além de que foi possível identificar se, no decorrer do tempo proposto para este estudo, ocorreram mudanças na distribuição das classes de uso da terra.

A classificação de um solo é obtida a partir de dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos. Para o município de Mineiros, foram identificadas cinco categorias de solo: Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Latossolos e Neossolos. Com uma área que corresponde a 42,83% do município, os Latossolos são predominantes em Mineiros, assim como em todo o Estado de Goiás. São seguidos pelos Neossolos com 27,35% e pelos Argissolos, 21,05% (Figura 32).

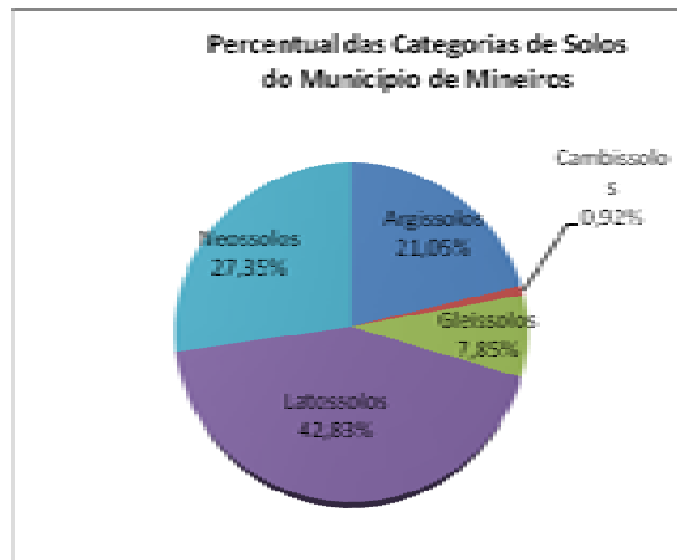


Figura 32. Percentual das categorias de solos do município de Mineiros.

Objetivando estudar o uso do solo no município de Mineiros, o tratamento digital das imagens foi aplicado no sentido de fornecer resultados acerca da quantidade de agricultura, pastagem e vegetação natural presentes em cada tipo de solo.

Conforme as Tabelas 17 e 18, em 1975, os Gleissolos destinavam 5,41% de sua área para a agricultura, o que corresponde ao maior percentual quando comparado com os demais tipos de solos. A expansão da agricultura nos 30 anos seguintes ocorreu principalmente nesse tipo de solo. Em 2002, os Gleissolos já reservavam 68% de sua área para as culturas agrícolas (Figura 33).

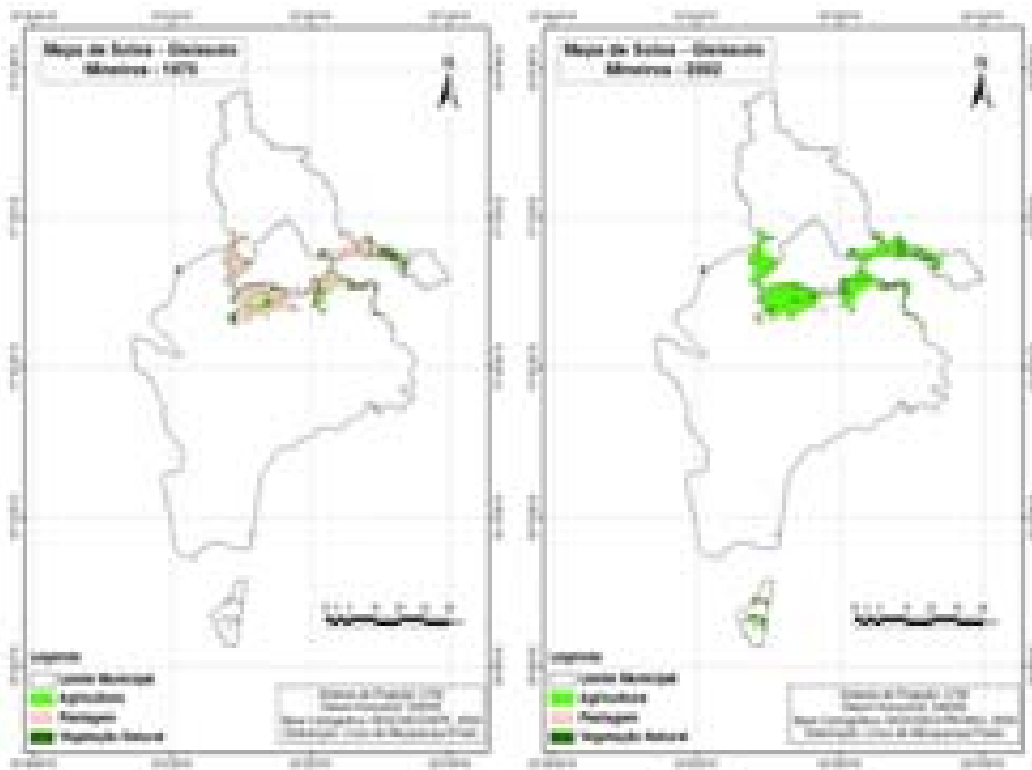


Figura 33. Expansão da agricultura sobre os Gleissolos entre 1975 e 2002.

Quando se analisa o percentual das classes de uso e cobertura da terra em cada tipo de solo, fica evidenciada a importância dos Latossolos nas atividades agropecuárias. Por possuir maior área, citada anteriormente em 42%

do município, os Latossolos detêm a maior fatia das classes de agricultura, pecuária e vegetação natural. Traduzindo em números, 75,81% da agricultura de Mineiros estavam nos Latossolos em 1975, além da pastagem e da vegetação que ocupavam esse tipo de solo em 45,16% e 40,58% de suas áreas, respectivamente (Figura 34).

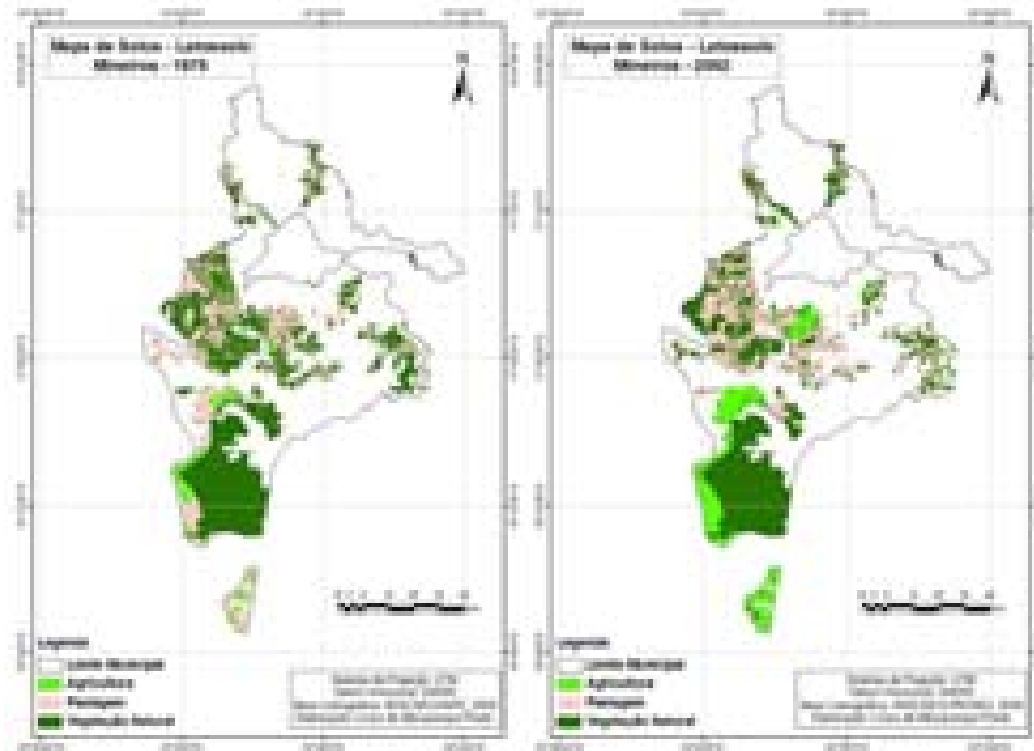


Figura 34. Distribuição das classes de uso e cobertura da terra nos Latossolos.

Em 2002, as áreas de agricultura estavam distribuídas em maior parte nos Latossolos (50,08%) e nos Gleissolos (40,07%) e em pequenas quantidades nos Neossolos (7,76%), nos Argissolos (1,50%) e nos Cambissolos (0,01%).

Em relação à pastagem para o ano de 1975, esta se encontrava distribuída em maiores quantidades, além dos Latossolos (45,16%), nos Argissolos (20,19%), Gleissolos (17,07%) e Neossolos (17,06%). Entretanto, em 2002, devido à expansão da agricultura para áreas de Gleissolos, o percentual de pastagem nesse tipo de solo diminuiu para apenas 1,86%. Em

compensação, a pastagem foi direcionada para áreas com Argissolos e Neossolos, aumentando em 10% o percentual de ocupação desses solos (Figura 35).

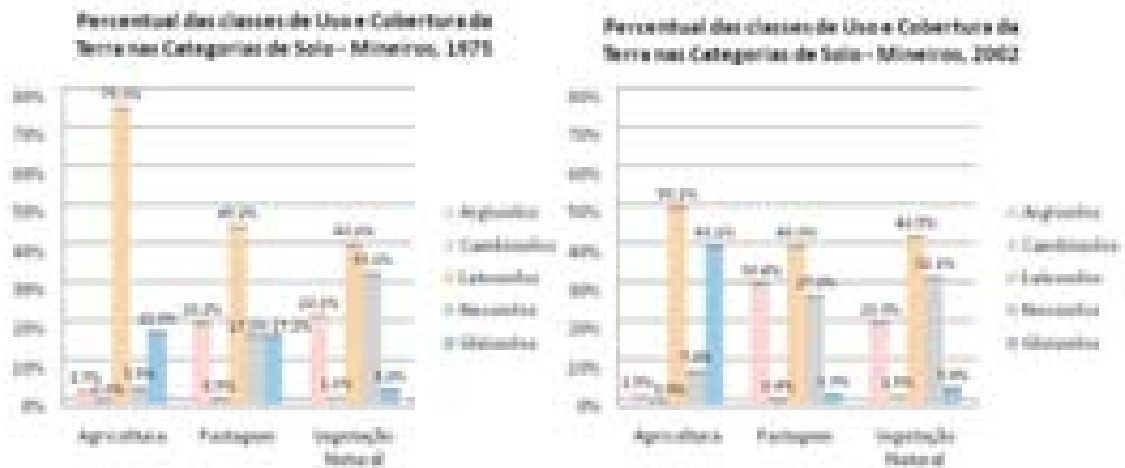


Figura 35. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas categorias de solo do município de Mineiros em 1975 e 2002.

Com relação à distribuição da vegetação natural nas classes de solo, não ocorreram mudanças significativas entre 1975 e 2002, com exceção da perda de cerca de 2% de vegetação natural nos Argissolos e o ganho de aproximadamente 2% pelos Latossolos. Contudo, quando a análise procura saber quanto cada tipo de solo destina de sua área para a vegetação natural, os resultados mostram que houve diminuição em 16% na quantidade de área que os Argissolos reservavam para a vegetação natural, a qual passou a ser ocupada pela pastagem (Figura 36).

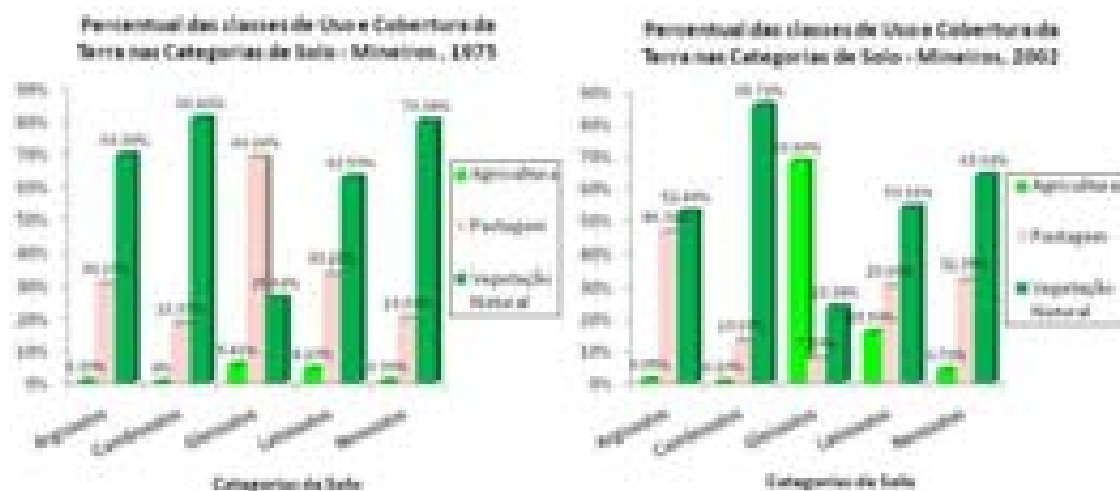


Figura 36. Percentual das áreas de solos destinado à agricultura, pastagem e vegetação natural em 1975 e 2002.

Em outros tipos de solos, ocorreu o mesmo processo. Os Latossolos que destinavam cerca de 62% de sua área para a vegetação natural em 1975, em 2002, reservavam 53%. Essa retração é explicada pelo aumento da agricultura nesse solo, que passou de 4% para 15% da área ocupada. Nos Neossolos, cerca de 15% de sua área deixaram de ser ocupados pela vegetação natural para serem utilizados, principalmente, pela pastagem e pela agricultura em menor quantidade (Tabela 17).

Tabela 17. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação às diferentes categorias de solo para o ano de 1975.

Classes	1975							
	Áreas (ha)	Área Relativa (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de agricultura (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de pastagem (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de vegetação (%)
Argissolos	190.882	21,05	0,30	2,68	30,27	20,19	69,39	22,13
Cambissolos	8.371	0,92	0,00	0,00	18,07	0,53	80,60	1,13
Gleissolos	71.166	7,85	5,41	17,99	68,66	17,07	25,92	3,08
Latossolos	388.411	42,84	4,18	75,81	33,28	45,16	62,53	40,58
Neossolos	247.965	27,35	0,30	3,48	19,69	17,06	79,84	33,08

Tabela 18. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação às diferentes categorias de solo para o ano de 2002.

Classes	2002							
	Áreas (ha)	Área Relativa (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de agricultura (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de pastagem (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de vegetação (%)
Argissolos	190.882	21,05	0,95	1,50	46,31	30,38	52,40	20,29
Cambissolos	8.371	0,92	0,10	0,01	13,03	0,37	85,72	1,46
Gleissolos	71.166	7,85	68,06	40,07	7,59	1,86	23,34	3,37
Latossolos	388.411	42,84	15,59	50,08	29,98	40,03	53,91	42,47
Neossolos	247.965	27,35	3,78	7,76	31,95	27,23	63,92	32,15

Outro dado interessante é que, quando comparada com as classes de pastagem e de agricultura, a área de vegetação natural é predominante em todos os tipos de solos, tanto para 1975 como para 2002, com exceção dos Gleissolos. A quantidade de vegetação natural para este tipo de solo em 1975 é de apenas 25,92%, enquanto a pastagem ocupava 68,66%. Em 2002, a vegetação natural caiu para 23,34%, a pastagem, para apenas 7,59%, e a agricultura somou 68,06% da área dos Gleissolos no município.

3.1.1.3 Localização

A localização da produção é um dos fatores que juntamente com a topografia e o tipo do solo influenciam as atividades agropecuárias. De certa forma os produtores procuram estabelecer suas bases de produção em localidades próximas às estradas de maneira que a comercialização dos produtos seja realizada com maior rapidez. Assim, este estudo procurou identificar a influência da malha viária de Mineiros nas classes de uso e cobertura da terra para os anos de 1975 e 2002.

Os dados obtidos puderam comprovar uma relação positiva principalmente da agricultura com a proximidade das estradas (Figura 37). Na Tabela 19, 21,75% da agricultura do município estavam próximos até 1 km das rodovias. Esse percentual é maior que o percentual para a pastagem e para a

vegetação natural de 12,30% e 8,16%, respectivamente. O mesmo acontece para os *buffers* de 2, 3, 4, 5 e 10 km. A agricultura demonstra ser mais dependente das estradas, seguida pela pastagem e, por último, pela vegetação natural. Esta, por sua vez, não escolhe a topografia, nem o tipo de solo, nem a distância das estradas para se fazer presente.

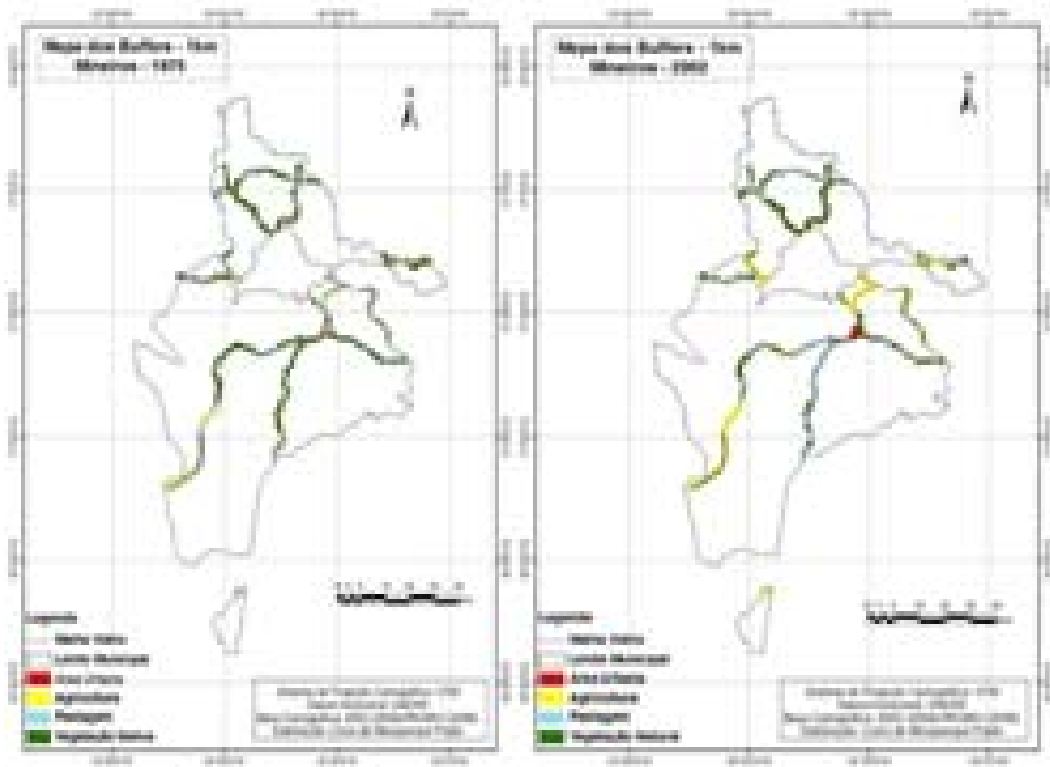


Figura 37. Percentual das classes de uso e cobertura da terra em Mineiros no *buffer* de 1 km.

À medida que novas estradas são abertas e que as condições de infraestrutura de transporte são melhoradas, diminui, em parte, a dependência da agricultura com a proximidade das estradas. A facilidade para escoar os produtos, quando comparada ao período anterior à chegada da fronteira agrícola, proporciona o cultivo em áreas agrícolas localizadas um pouco mais distante das vias de escoamento. Tal afirmação pode ser comprovada com os dados da Tabela 20. Em 2002, o percentual de agricultura no primeiro quilômetro é 27% menor que em 1975. Há diminuição também no percentual da pastagem (15%) e da vegetação natural (6,3%).

Todavia, tanto para 1975 como para 2002, a agricultura detém o maior percentual de área em relação às outras classes de uso e cobertura da terra para todos os demais quilômetros, com exceção do *buffer* de 10 km em 2002, cujo quantitativo de área é ultrapassado pela pastagem.

Tabela 19. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de influência das estradas de Mineiros para o ano de 1975.

Classes	1975					
	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)
	Buffer 1 km	Buffer 2km	Buffer 3km	Buffer 4km	Buffer 5km	Buffer 10km
Agricultura	21,75	34,10	40,74	45,94	51,24	72,69
Pastagem	12,30	22,17	29,49	36,44	43,27	70,13
Vegetação Natural	8,16	16,39	24,61	32,11	38,82	65,17
Total	9,78	18,62	26,52	33,79	40,50	66,88

Tabela 20. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de influência das estradas de Mineiros para o ano de 2002.

Classes	2002					
	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)
	Buffer 1 km	Buffer 2km	Buffer 3km	Buffer 4km	Buffer 5km	Buffer 10km
Agricultura	15,94	26,760	34,04	40,80	46,20	69,06
Pastagem	10,47	19,351	27,74	35,54	43,51	72,49
Vegetação Natural	7,65	15,761	23,36	30,31	36,46	61,42
Total	9,64	18,350	26,15	33,33	39,95	65,88

Pelas Tabelas 19 e 20, fica evidenciado que o percentual de vegetação natural é maior quando distante das estradas, onde há menor uso do solo pelas atividades agropecuárias. Além disso, nos últimos 30 anos, não houve diferenças significativas no percentual da vegetação natural em relação às estradas. A quantidade de vegetação natural por cada *buffer* testado em 2002 foi menor que em 1975, mas essa diminuição foi pequena quando comparada com as áreas de atividade agropecuária.

Quanto à agricultura, a Figura 38 mostra uma comparação do percentual acumulativo para cada quilômetro. Para 1975, esse percentual é maior para todos os quilômetros, o que significa uma maior dependência da agricultura pelas estradas.

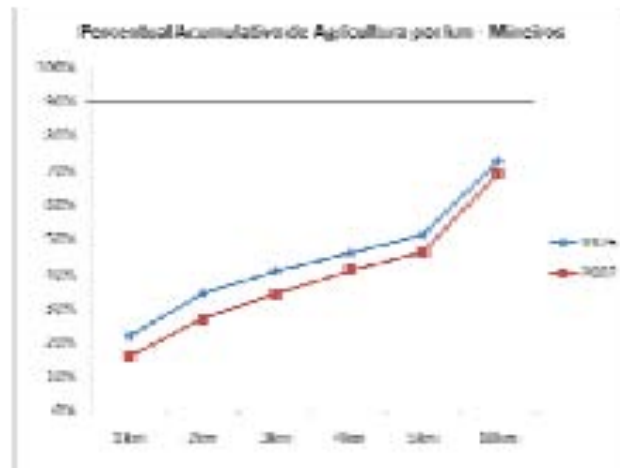


Figura 38. Percentual acumulativo de agricultura por *buffer* de 1km em Mineiros.

As Tabelas 21 e 22 demonstram a influência das estradas no uso do solo, principalmente, pela agricultura, e, em menor proporção, pela pecuária. Por exemplo, no km 1, o percentual de agricultura é maior que o da pastagem e da vegetação natural. Quanto mais próximo das rodovias, maior o percentual de agricultura encontrado. Assim, unicamente para o km 1, há 21,75% da área de agricultura, enquanto unicamente no km 2, há 12,35%. No km 3, esse percentual cai pela metade e, para os quilômetros mais afastados das estradas, a tendência é de diminuição do percentual de agricultura encontrado. Da mesma forma ocorre com a pastagem.

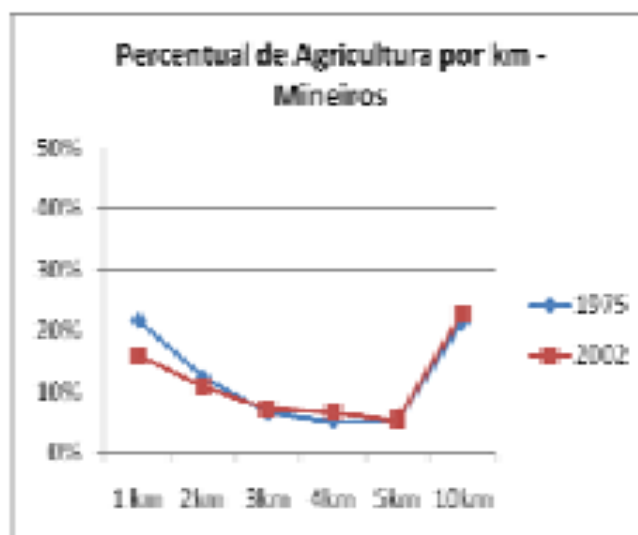
Quando se compara 1975 com 2002, nota-se que o percentual de agricultura e pastagem é maior nos primeiros dois quilômetros (Figura 39). Em 2002, os quilômetros mais afastados apresentam maior quantidade de agricultura e pastagem em relação a 1975. A mudança no padrão tecnológico e a melhoria das estradas possibilitam às atividades agropecuárias uma menor dependência das vias de escoamento.

Tabela 21. Percentual das classes de uso e cobertura da terra por km em 1975

Buffer - Distância em relação às rodovias	1975					
	Agricultura		Pastagem		Vegetação Natural	
	Área Relativa (%)	Diferença em %	Área Relativa (%)	Diferença em %	Área Relativa (%)	Diferença em %
1km - 1km	21,75	21,75	12,30	12,30	8,16	8,16
1km - 2km	34,10	12,35	22,17	9,86	16,39	8,23
1km - 3km	40,74	6,64	29,49	7,32	24,61	8,22
1km - 4km	45,94	5,20	36,44	6,95	32,11	7,50
1km - 5km	51,24	5,30	43,27	6,83	38,82	6,71
5km - 10km	72,69	21,46	70,13	26,86	65,17	26,35

Tabela 22. Percentual das classes de uso e cobertura da terra por km em 2002.

Buffer - Distância em relação às rodovias	2002					
	Agricultura		Pastagem		Vegetação Natural	
	Área Relativa (%)	Diferença em %	Área Relativa (%)	Diferença em %	Área Relativa (%)	Diferença em %
1km - 1km	15,94	15,94	10,47	10,47	7,65	7,65
1km - 2km	26,76	10,82	19,35	8,88	15,76	8,11
1km - 3km	34,04	7,28	27,74	8,39	23,36	7,60
1km - 4km	40,80	6,76	35,54	7,79	30,31	6,96
1km - 5km	46,20	5,40	43,51	7,97	36,46	6,15
5km - 10km	69,06	22,86	72,49	28,99	61,42	24,96

**Figura 39.** Valores percentuais de agricultura por km para os anos de 1975 e 2002.

No geral, todos os dados encontrados com relação a solos, declividade e distância das estradas permitem identificar um processo histórico, uma vez que as áreas que apresentam uma melhor combinação das variáveis topografia, fertilidade e localização foram ocupadas em primeiro lugar. No caso do município de Mineiros, essa ocupação inicial foi realizada pela pecuária, como aliás, em toda a região de Cerrado. A agricultura até meados dos anos 70 era incipiente e a atividade econômica principal era representada pela pecuária. A ocupação efetiva da terra, mesmo que pelas atividades menos intensivas em capital, ainda não havia atingido seu pleno potencial. Isso apenas vai ocorrer nas décadas posteriores a 1975 e, principalmente, pela pecuária. É interessante constatar que a pecuária, na medida em que demanda níveis menores de investimento vis-à-vis a agricultura, de modo geral, é a atividade de primeira ocupação do espaço.

Em termos do modelo teórico apresentado, podemos constatar que existe uma relação positiva entre o uso do melhor solo (considerando uma combinação específica de fatores) pelas atividades que demandam maior investimento. Ou seja, uma relação positiva entre a Renda Diferencial I e a Renda Diferencial II.

Na combinação de fatores naturais propícios ao desenvolvimento de atividades mais intensivas de capitais, destaca-se a variável topografia. Isso decorre da própria característica do processo de modernização da agricultura. Ao assumir um caráter de “pacote”, com a articulação de fatores químicos (como adubação e correção do solo), biológicos (com a utilização de sementes melhoradas geneticamente) e mecânicos (com a utilização de tratores, colhedoras, grades, arados, etc.), a moderna agricultura não pode ser realizada sem a presença de todos esses fatores combinados. Assim a existência de terrenos com a declividade adequada é fundamental para a instalação de modernas práticas produtivas agrícolas. Cabe ressaltar que, mesmo que tecnicamente essa atividade possa ocorrer em terrenos com declividade superior a 2%, existe uma forte concentração da agricultura em terrenos com declividade máxima de 2%: 75% da agricultura é praticada em terrenos com até 2% de declividade. Isso decorre da necessidade de um dispêndio menor de recursos em obras como curva de nível.

É interessante analisar o caso da categoria de solo identificada como Gleissolo. Fortemente associado com vegetação ripária, esse solo pode ser considerado como apresentando uma maior fertilidade natural. Além disso, de modo geral, são solos com topografia suave. Isso permite constatar que apresentam uma boa combinação dos fatores acima apresentados. Pois bem, no primeiro período analisado, podemos observar uma forte presença de pecuária nesses solos. Já, no segundo momento, a agricultura expande-se de forma considerável sobre os mesmos, expulsando a pecuária.

Um dado interessante a ressaltar é que a distância das estradas – e, portanto a possibilidade de escoamento da produção – apresenta uma influência uniforme nos dois períodos analisados. Ou seja, a ocorrência da agricultura no município é positivamente relacionada com a existência de estradas, independentemente da escala da produção.

3.2 CATALÃO

O tratamento digital das imagens Landsat/MSS realizado para o município de Catalão consistiu de metodologia idêntica à aplicada às imagens Landsat/MSS do município de Mineiros. Após vários procedimentos visando à extração de dados das imagens, foram obtidos valores referentes às classes de agricultura, pastagem e vegetação natural, para os anos de 1979 e, posteriormente, comparados com os resultados do PROBIO para 2002.

Em seguida foi elaborado o mapa de uso e cobertura da terra para os referidos anos (Figura 40). Pelos dados obtidos, em 1979, a agricultura ocupava uma área relativa do município de 3,71% (Tabela 23). Em 2002, as áreas agrícolas representavam 14,83% da área total do município, o que corresponde a um aumento de quatro vezes a área total de agricultura encontrada em 1979.

Tabela 23. Demonstrativo do percentual das classes de uso e cobertura da terra do município de Catalão entre os anos de 1979 e 2002.

Classes	1979		2002		% de Transformação do Uso do Solo
	Áreas (ha)	Área Relativa (%)	Áreas (ha)	Área Relativa (%)	
Agricultura	14.201	3,71	56.743	14,83	11,12
Pastagem	191.845	50,16	131.348	34,34	-15,82
Vegetação	175.539	45,89	173.761	45,43	-0,46
Reflorestamento	-	-	9.414	2,46	-
Área Urbana	917	0,24	2.555	0,67	0,43

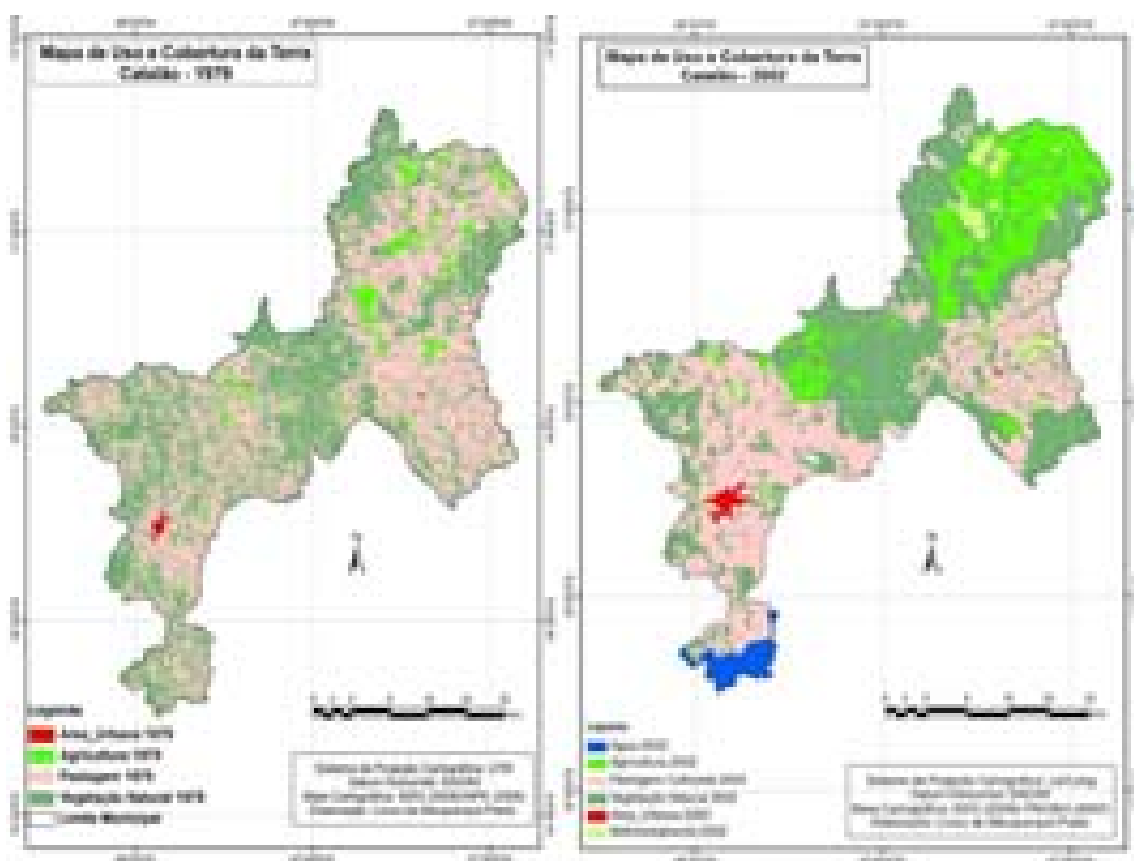


Figura 40. Mapa de uso e cobertura da terra de Catalão.

O crescimento da agricultura ocorreu principalmente em áreas utilizadas pela pastagem. A área de pastagem utilizada pela agricultura é 2,7 vezes maior que a área de vegetação natural ocupada por essa atividade. Entretanto,

diferentemente do que ocorreu no município de Mineiros, não se pode afirmar que a pecuária, por sua vez, tenha se utilizado de áreas de vegetação natural através dos desmatamentos. O percentual de vegetação natural do município não foi drasticamente reduzido.

Durante o período analisado ocorreram algumas mudanças no município de Catalão, como o aumento na área urbana e, principalmente, nas áreas utilizadas pela agricultura. Além disso, algumas áreas passaram a ser utilizadas para reflorestamento, o que não existia em 1979 (Figura 41). O incremento dessas áreas nas classes de uso da terra citadas foi obtido das áreas utilizadas anteriormente para produção agropecuária.

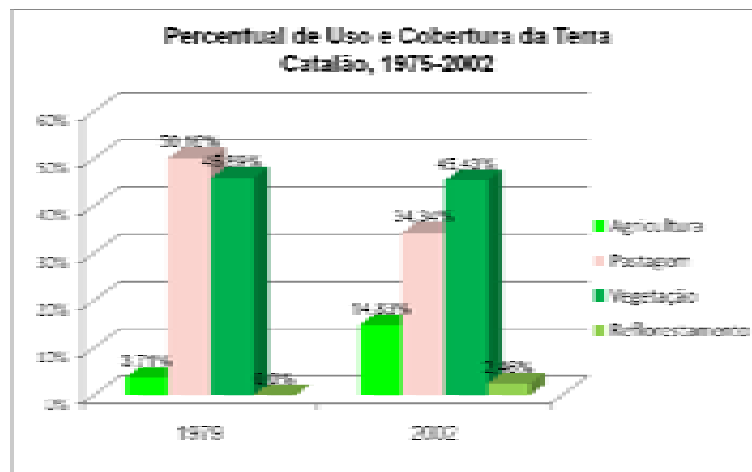


Figura 41. Valores percentuais das classes de uso e cobertura da terra de Catalão.

É importante ressaltar que os números identificados para a pastagem em 2002 pelo PROBIO, de 131.348 hectares, valores que correspondem a 34,34% da área do município, são referentes à pastagem cultivada. As áreas com pasto natural foram identificadas como áreas de vegetação natural. Com as imagens Landsat/MSS de 1979, a separação entre pastagem natural e cultivada é extremamente difícil devido à qualidade inferior do sensor MSS. Esse sensor possui 80 m de resolução espacial enquanto o sensor ETM+, que fornece as imagens utilizadas pelo projeto PROBIO, possui 30 m de resolução espacial e uma qualidade muito superior, permitindo uma melhor distinção de

tais áreas. Dessa forma, a pastagem identificada em 1979 engloba o total das áreas utilizadas pela pecuária no município.

No mapa da expansão da agricultura de Catalão (Figura 42), é possível perceber que a agricultura se expandiu para locais ao redor das áreas que já eram utilizadas em 1979 para culturas agrícolas. Com exceção de algumas pequenas áreas que deixaram de ser utilizadas pela agricultura, não ocorreram mudanças geográficas significativas na utilização do espaço agrícola no decorrer dos anos estudados.

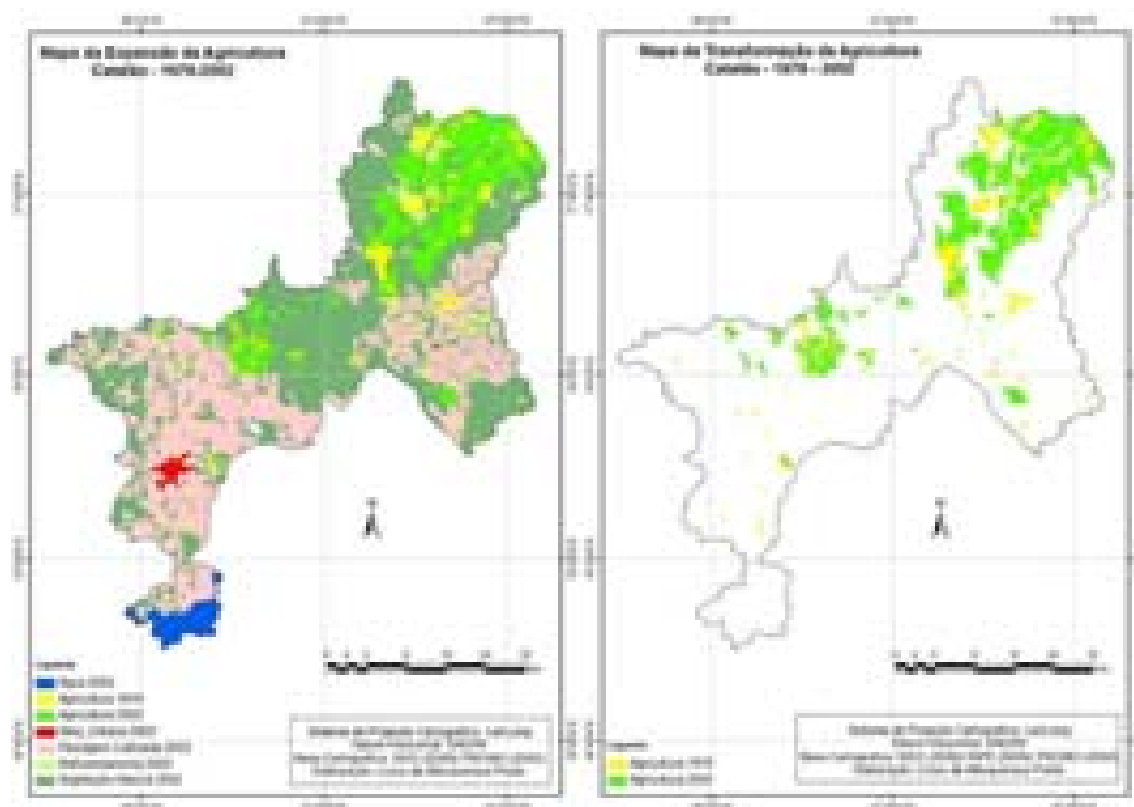


Figura 42. Expansão das áreas agrícolas em Catalão entre os anos de 1979 a 2002.

Já a pastagem sofreu muitas mudanças em Catalão, seja no nível tecnológico aplicado, - porque muitas áreas utilizadas anteriormente pela pecuária extensiva passaram a ter o pasto cultivado, com o aumento de 11.409 cabeças de gado por unidade de área (entre 1975 e 2002, segundo dados do IBGE), - seja geograficamente, porque ocorreram transformações nas áreas de

pastagem localizadas na porção nordeste do município que passaram a ser agrícolas.

Na região sul, algumas áreas deixaram de ser utilizadas pela pastagem para a construção do lago artificial da Usina Hidrelétrica de Emborcação. Pelo mapa da transformação da pastagem (Figura 43), ocorreram mudanças também na utilização das áreas localizadas na porção central do município, onde áreas de pastagem foram convertidas para agricultura.

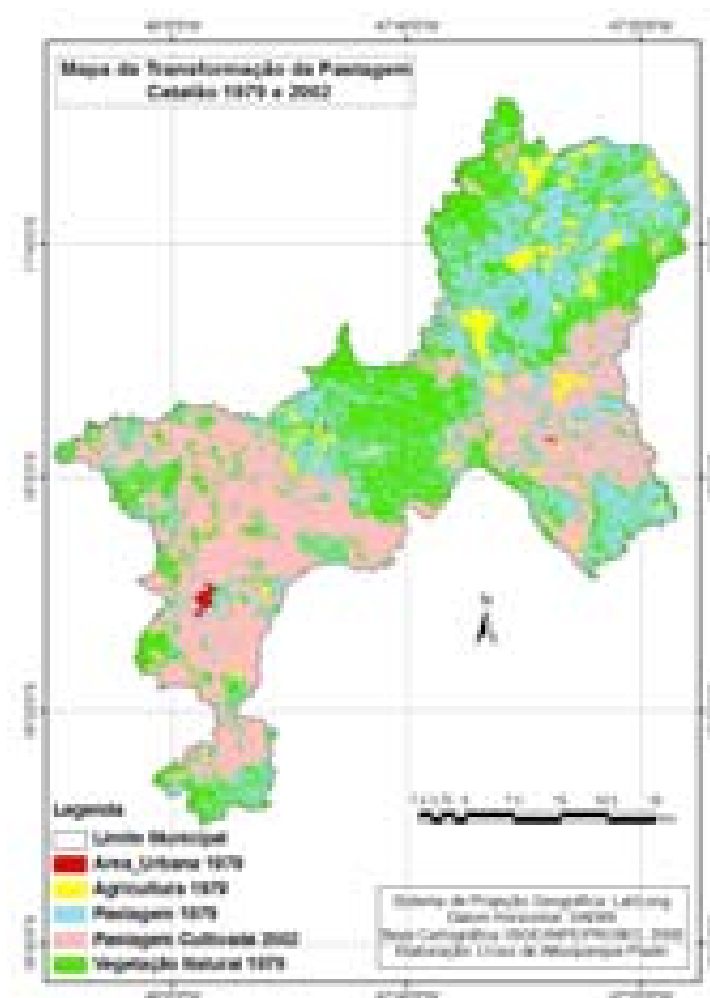


Figura 43. Sobreposição de áreas de pastagem dos anos de 1979 e 2002.

A partir dos dados obtidos, foram elaborados os mapas das áreas agrícolas e da pastagem de 1979 e 2002 para Catalão (Figuras 43 e 44). O objetivo era identificar e visualizar o percentual das classes de uso e cobertura

do solo que permaneceram inalteradas, ou que foram convertidas de pastagem para a agricultura e vice-versa, além de identificar as áreas de vegetação natural que foram desmatadas para práticas agropecuárias.

As Tabelas 24 e 25 mostram o percentual de conversão e de manutenção das classes de uso e cobertura da terra. Pelos dados, identificamos 6.798 hectares de agricultura encontrados em 1979 e também em 2002. Essa área corresponde a aproximadamente 47% das áreas agrícolas de 1979 (Figura 44). Do total de agricultura calculado para 1979, 19,8% foram convertidos em pastagem, 18,8% tornaram-se áreas com vegetação, provavelmente áreas de reserva legal e de preservação permanente, e 14,5% passaram a ser ocupados por áreas de reflorestamento.

Ocorreram conversões da pastagem para a agricultura em 35.135 ha, o que corresponde a 18% da área de pastagem de 1979 (Figura 45). Tais números mostram que a agricultura em Catalão expandiu-se principalmente para áreas anteriormente utilizadas pela pastagem, mas também ocupou, em quantidades consideráveis, áreas utilizadas pela vegetação natural. No geral, em 1979, a agricultura foi responsável por desmatar 14.784 ha, que correspondem a 8,4% da área total de vegetação natural presente no município.

No entanto, os desmatamentos ocorridos no município de Catalão durante o intervalo de tempo estudado foram provocados em grande parte pela pastagem. Por outro lado, apenas 39% da área de pastagem permaneceram inalterados no intervalo 1979/2002, indicando perda dessas áreas para a agricultura. Além disso, os dados do PROBIO apontam em 2002 algumas áreas utilizadas para reflorestamento, conforme demonstrado na Tabela 24, das quais a maioria era ocupada, em 1979, pela pastagem (60%) e pela agricultura (22%).

Tabela 24. Percentual de conversão das classes de uso e cobertura da terra de 1979 em relação a 2002.

1979	2002							
	Agricultura		Pastagem		Vegetação Natural		Reflorestamento	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Agricultura	6.798	47,87	2.820	19,86	2.683	18,89	2.066	14,55
Pastagem	35.135	18,31	76.204	39,72	71.043	37,03	5.685	2,96
Vegetação Natural	14.784	8,42	52.018	29,63	99.699	56,80	1.662	0,95

Tabela 25. Percentual de conversão das classes de uso e cobertura da terra de 2002 em relação a 1979.

2002	1975					
	Agricultura		Pastagem		Vegetação Natural	
	ha	%	ha	%	ha	%
Agricultura	6.798	11,98	35.135	61,92	14.784	26,05
Pastagem	2.820	2,15	76.204	58,02	52.018	39,60
Vegetação Natural	2.683	1,54	71.043	40,89	99.699	57,38
Reflorestamento	2.066	21,95	5.685	60,39	1.662	17,65

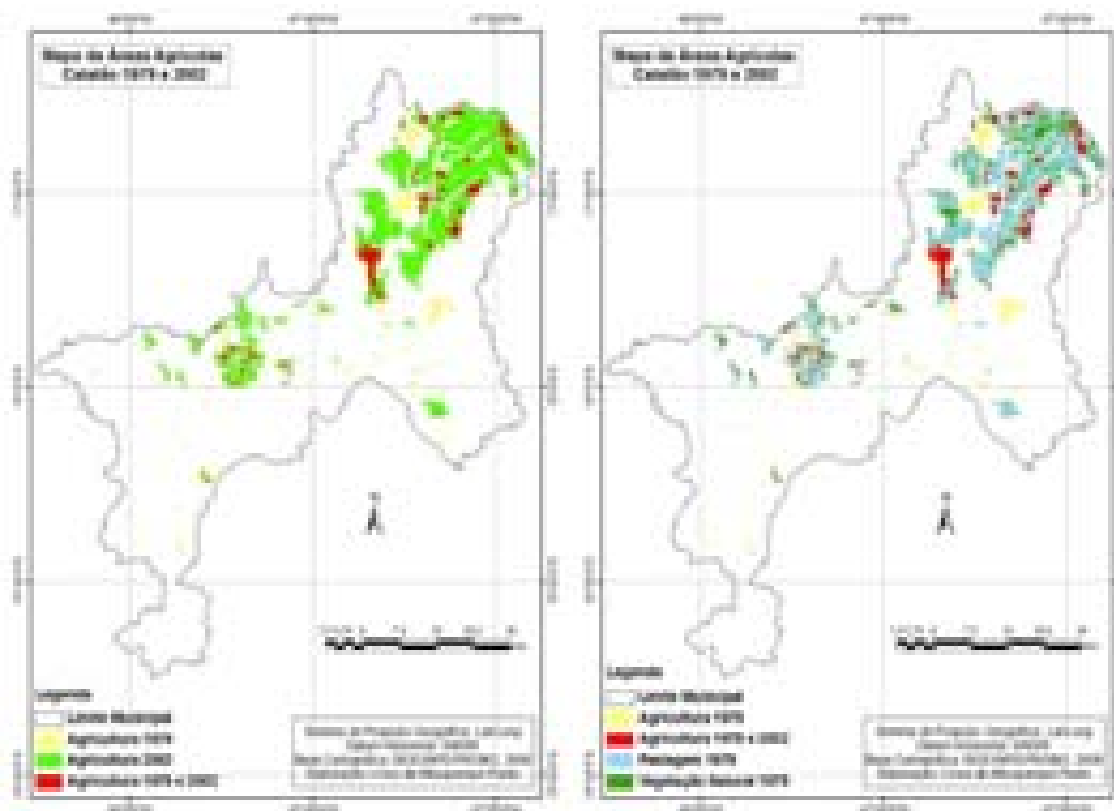


Figura 44. Mapa de áreas agrícolas no período de 1979 a 2002.

A partir das imagens SRTM descobriu-se que 45,90% do município de Catalão possuem declividade entre 2 e 5°, resultado seguido pelas declividades entre 5 e 10°, com 25,72%, e 0 e 2°, com 24,98% (Figura 46 e 47). Quando comparado ao município de Mineiros, Catalão possui maior percentual de áreas nas classes entre 5 a 10° e 10 a 20°, as quais são consideradas de declividades mais acentuadas. Entretanto, o valor máximo de declividade encontrado no município não ultrapassa os 28°, enquanto em Mineiros foram identificadas pequenas áreas cuja declividade supera 45°. No geral, o relevo do município de Catalão pode ser considerado plano, pois 70% de sua área estão localizados em declives com até 5° de declividade.

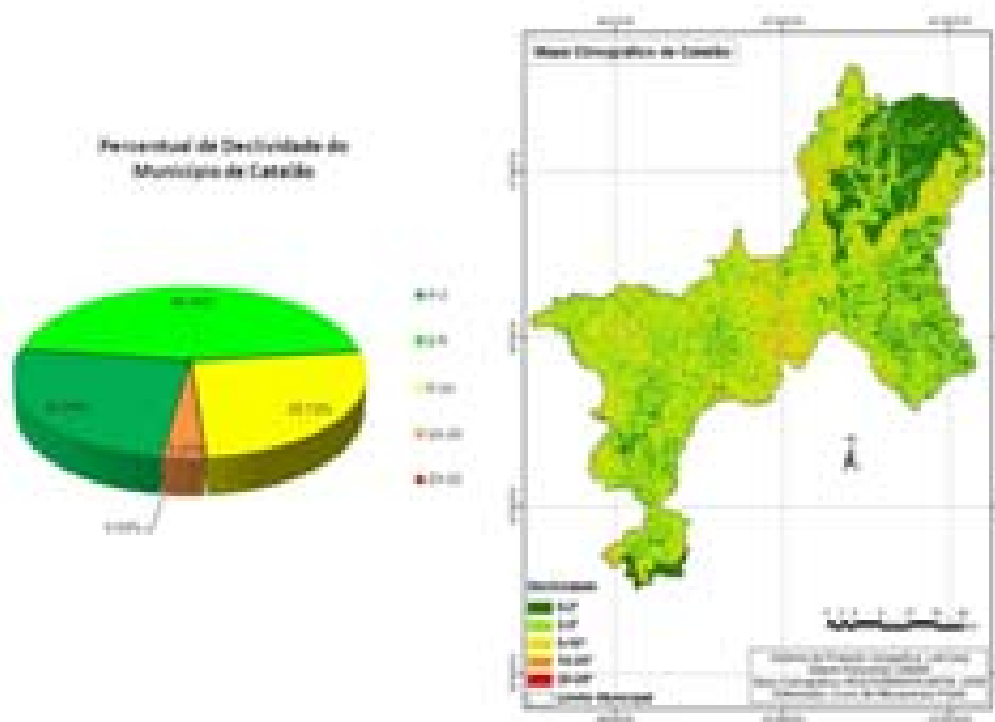


Figura 46. Percentual de declividade do município de Catalão.

Após a identificação do relevo do município de Catalão, buscou-se encontrar o percentual para a agricultura, pastagem e vegetação natural por classes de declividade referentes aos anos de 1979 e 2002. Para a agricultura de 1979, o maior percentual encontrado está nas classes entre 0 e 2° de

declividade, com 53,75% das áreas de agricultura do município. Quando se estende até 5°, as áreas agrícolas somam 89% dos hectares destinados à área total de agricultura (Tabela 26). Em 2002, esse percentual correspondia a 94% das áreas agrícolas de Catalão, indicando a tendência da agricultura de se expandir para áreas de relevo plano.

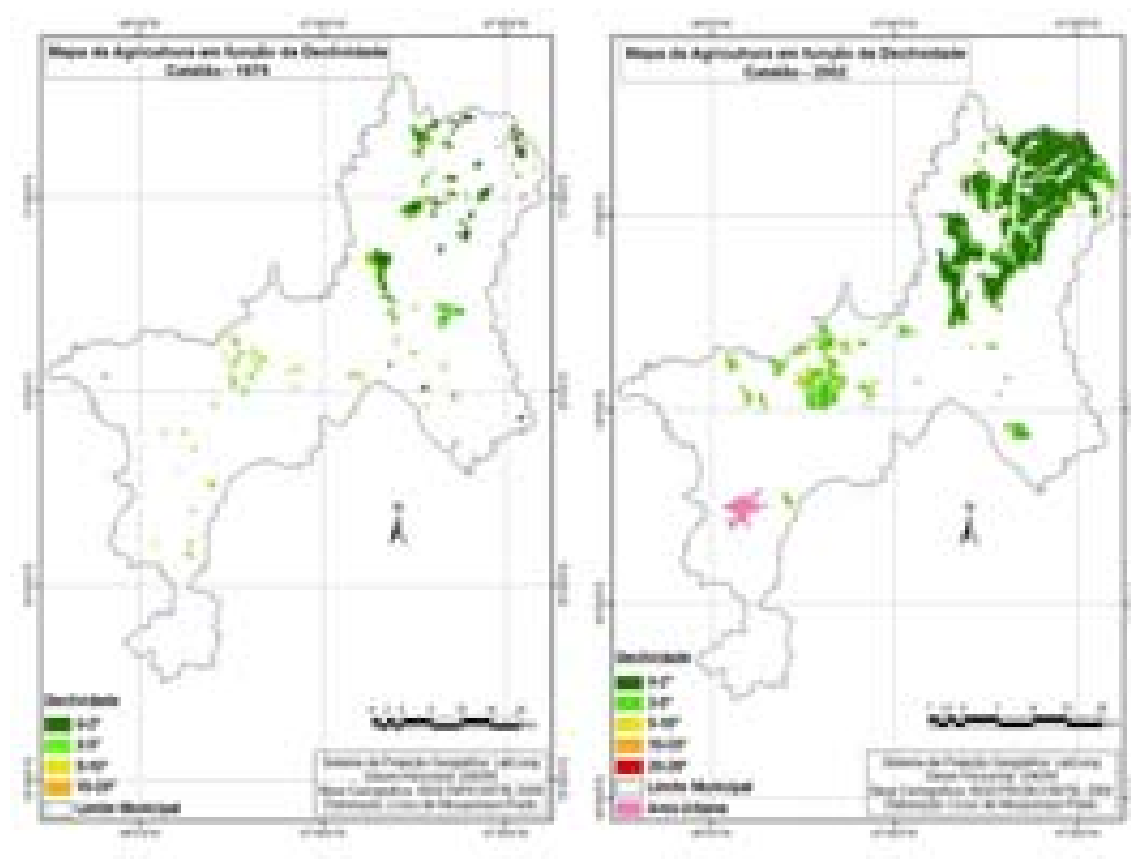


Figura 47. Mapa de áreas agrícolas em função da declividade.

Em 1979, aproximadamente 11% da agricultura estavam localizados em declividades mais acentuadas entre 5 e 20°, sendo que a maioria dessas áreas estava situada na porção central do município. Embora em 2002, o número de hectares agrícolas tenha aumentado na região, nesse intervalo de declividade, o percentual de áreas agrícolas diminuiu para cerca de 5%, o que é explicado pelo aumento da área total de agricultura (Tabela 27). Tanto em 1979 como em 2002, não foram identificadas áreas agrícolas nos níveis de declividade entre 20 e 28°. Declividades muito elevadas impedem o crescimento normal das

culturas, pois a água das chuvas em grandes volumes escorre pela superfície provocando estragos e, principalmente, dificulta a utilização de maquinário moderno.

O fato de a agricultura preferir áreas planas não significa estar localizada em baixas altitudes. Em Catalão, como também no município de Mineiros, os cultivos agrícolas foram encontrados nas regiões mais altas do município, que por sua vez eram consideradas as mais planas. Todavia, nesse caso, a altitude não exerce influência considerável para a agricultura, como exerce a topografia, considerada um dos fatores naturais de maior importância para as práticas agrícolas.

Tabela 26. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação aos diferentes níveis de declividade para o ano de 1979.

Classes	1979							
	Área (ha)	Área Relativa (%)	Agricultura Área Relativa em relação ao município (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de agricultura (%)	Pastagem Área Relativa em relação ao município (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de pastagem (%)	Vegetação Área Relativa em relação ao município (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de vegetação (%)
0-2°	95.563	24,98	2,00	53,75	14,46	28,83	8,36	18,21
2-5°	175.587	45,91	1,31	35,34	24,05	47,94	20,44	44,55
5-10°	98.396	25,72	0,38	10,10	10,60	21,12	14,77	32,19
10-20°	12.890	3,37	0,03	0,82	1,04	2,07	2,29	5,00
20-28°	66	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02

Tabela 27. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação aos diferentes níveis de declividade para o ano de 2002.

Classes	2002									
	Área (ha)	Área Relativa (%)	Agricultura Área Relativa em relação ao município (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de agricultura (%)	Pastagem Área Relativa em relação ao município (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de pastagem (%)	Vegetação Área Relativa em relação ao município (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de vegetação (%)	Reflorestamento Área Relativa em relação ao município (%)	Reflorestamento Área Relativa em relação à classe de vegetação (%)
0-2°	95.563	24,98	9,73	65,64	6,62	19,30	6,13	13,50	1,31	53,11
2-5°	175.587	45,91	4,25	28,69	20,30	59,12	19,40	42,70	0,90	36,70
5-10°	98.396	25,72	0,81	5,48	7,04	20,52	17,05	37,55	0,24	9,72
10-20°	12.890	3,37	0,02	0,15	0,35	1,04	2,82	6,21	0,01	0,45
20-28°	66	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00

A pastagem em Catalão encontra-se localizada em sua maior parte em terrenos planos, até porque são áreas predominantes no município (Figura 48). Entretanto, o percentual de pastagem nas declividades de até 5° é menor que o percentual identificado para a agricultura. Em 1979, esse percentual era de 76% e, em 2002, de 78%. Proporcionalmente, a pastagem se expandiu em menor quantidade para áreas mais planas do município do que a agricultura. De certa forma, a topografia exerce menor influência nas atividades pecuárias que nas agrícolas, já que o gado consegue se adaptar as condições do terreno, enquanto que, para o plantio de culturas agrícolas em terrenos inclinados, é necessária a realização de terraceamentos desenvolvidos ao longo das curvas de nível e de modificação do relevo, o que nem sempre é viável.

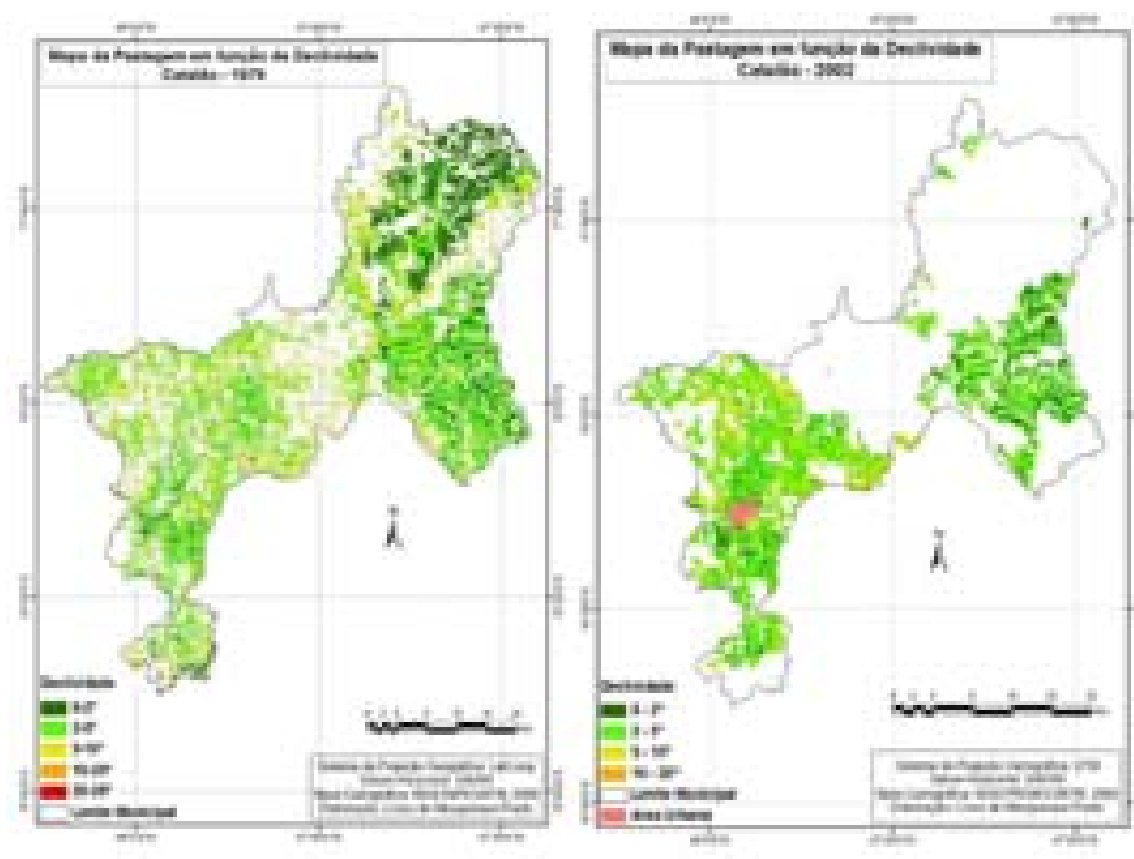


Figura 48. Mapa indicando as áreas com pastagem em Catalão para os anos de 1979 e 2002.

A vegetação natural em Catalão ocupa as áreas com maiores declividades (Figura 49). Diferentemente da agricultura e da pecuária que

predominam nas duas primeiras classes de declividade, a vegetação natural está mais presente na segunda e na terceira. Além disso, é a única classe presente em declives maiores que 20°. Esses dados provam a capacidade da vegetação natural de se fazer presente em qualquer nível topográfico, pois o relevo não exerce a influência considerada na agricultura e na pastagem, mas sendo naquela em maior intensidade.

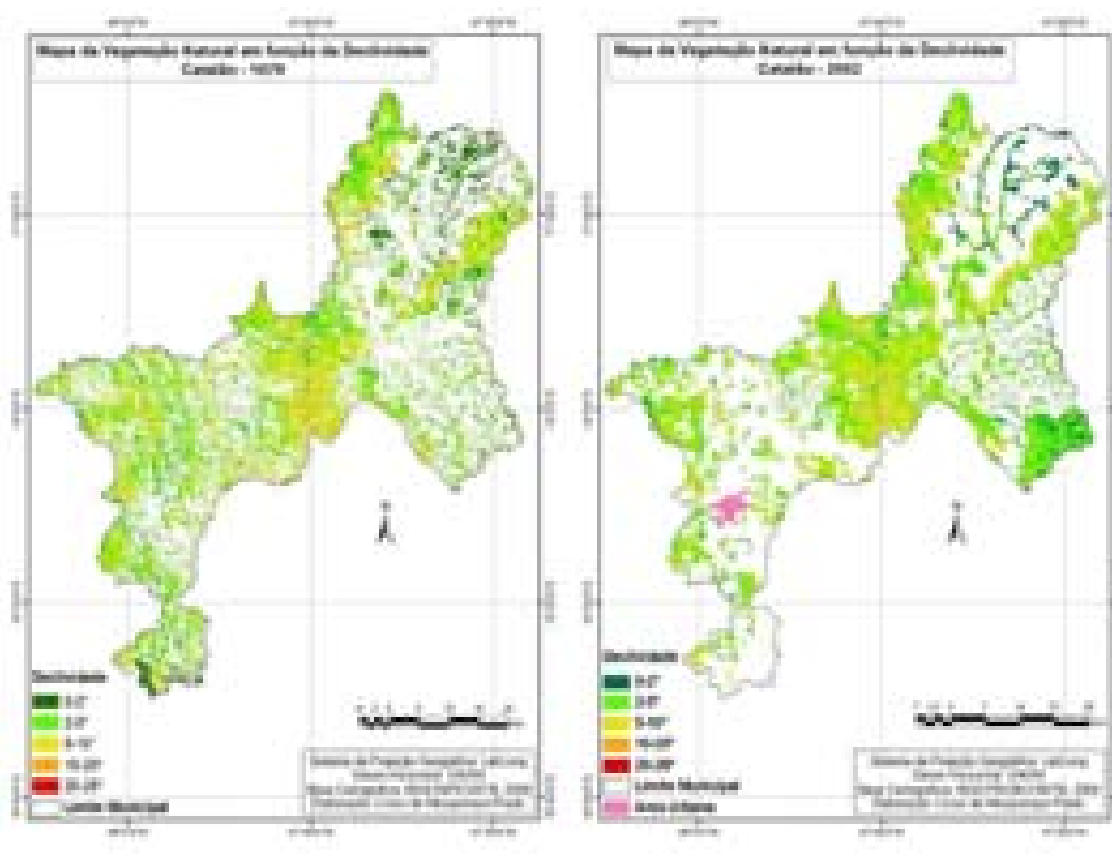


Figura 49. Vegetação natural presente em Catalão nos anos de 1979 e 2002.

A Figura 50 mostra áreas de reflorestamento identificadas nas imagens de 2002 que foram separadas das áreas de vegetação natural devido ao fato de terem sido cultivadas. Pela Tabela 28, tais áreas correspondem a 2,46% da área do município, e, aproximadamente, 90% das áreas de reflorestamento estão situadas nas declividades entre 0 e 5°. Essas áreas podem ter sido ocupadas anteriormente com vegetação natural, quando foram desmatadas

para a prática de atividades agropecuárias ou até mesmo sofrido um processo de erosão do solo. Ultimamente são utilizadas para reflorestamento.

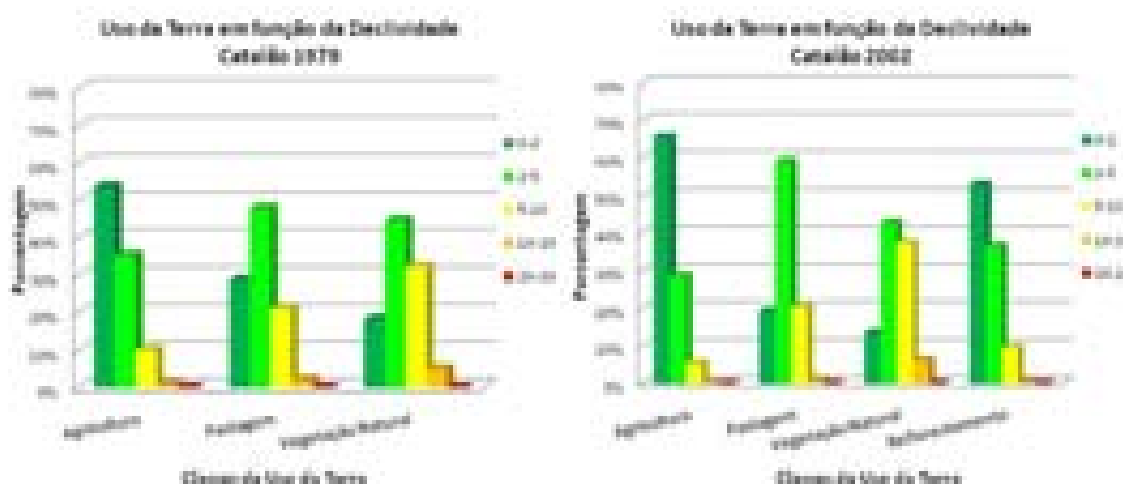


Figura 50. Reflorestamento e classes de uso e cobertura da terra presente em Catalão nos anos de 1979 e 2002.

Algumas informações podem ser consideradas para o fator declividade. Em 1979, as áreas com declividades entre 0 e 5° eram ocupadas em sua maioria pela pastagem. Nas declividades superiores a esse intervalo, a vegetação natural era predominante (Tabela 28). As classes de agricultura e pastagem detinham as maiores porcentagens nos relevos mais planos, enquanto a vegetação natural aumentava gradualmente seu percentual à medida que o terreno tornava-se mais inclinado.

Em 2002, o cenário existente apresentou ser bastante diferente (Tabela 29). Na classe entre 0 e 2°, a agricultura ocupava 39% dessas áreas, correspondendo ao maior percentual entre todas as classes de uso e cobertura da terra, ante os 8% identificados em 1979. A pastagem era predominante na classe entre 2 e 5° e distribuía-se bem nas declividades entre 0 e 10°, enquanto a vegetação natural era maioria nas áreas com maiores declives (Figura 51).

Tabela 28. Percentual das áreas de agricultura, pastagem e vegetação natural em cada classe de declividade no período de 1979.

Classes	1979						
	Áreas (ha)	Agricultura Área (ha)	Área Relativa de Agricultura em Cada Classe de Declividade (%)	Pastagem Área (ha)	Área Relativa de Pastagem em Cada Classe de Declividade (%)	Vegetação Natural Área (ha)	Área Relativa de Vegetação em Cada Classe de Declividade (%)
0-2°	95.563	7.633	7,99	55.315	57,883	31.978	33,463
2-5°	175.587	5.019	2,86	91.987	52,388	78.211	44,543
5-10°	98.396	1.435	1,46	40.527	41,188	56.514	57,435
10-20°	12.890	117	0,91	3.989	30,946	8.780	68,115
20-28°	66	0	0,00	20,1	30,455	46,1	69,848

Tabela 29. Percentual das áreas de agricultura, pastagem e vegetação natural em cada classe de declividade no período de 2002.

Classes	2002									
	Áreas (ha)	Agricultura Área (ha)	Área Relativa de Agricultura em Cada Classe de Declividade (%)	Pastagem Área (ha)	Área Relativa de Pastagem em Cada Classe de Declividade (%)	Vegetação Natural Área (ha)	Área Relativa de Vegetação em Cada Classe de Declividade (%)	Reflorestamento	Área Relativa de Reflorestamento em Cada Classe de Declividade (%)	
0-2°	95.563	37.247	38,98	25.352	26,53	23.459	24,55	5.000	5,23	
2-5°	175.587	16.284	9,27	77.657	44,23	74.206	42,26	3.455	1,97	
5-10°	98.396	3.112	3,16	26.964	27,40	65.248	66,31	915	0,93	
10-20°	12.890	88	0,68	1.373	10,65	10.794	83,74	42	0,33	
20-28°	66	0,08	0,12	0	0,00	57,75	87,50	0	0,00	

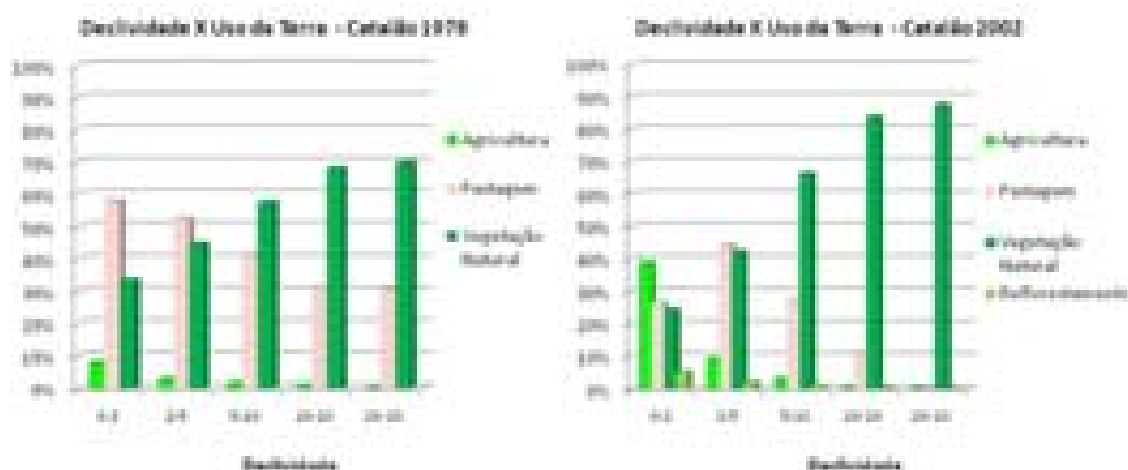


Figura 51. Percentual das áreas de uso e cobertura do solo nos níveis de declividade do relevo de Catalão.

3.2.1.2 Solos

Na avaliação dos tipos de solos do município de Catalão foram identificadas seis categorias de solos. A Figura 52 mostra que os Latossolos e os Cambissolos são predominantes no município, com 43,88% e 41,48%, respectivamente. O Latossolo Vermelho-Amarelo, o Latossolo Vermelho-Escuro e o Latossolo Roxo, tipos de solos encontrados em Catalão, foram englobados, pela Classificação de Solos da Embrapa de 2006, na classe dos Latossolos. Os solos litólicos são os Neossolos, os de terra roxa são Nitossolos e os Podzólico Vermelho-Amarelo são os Argissolos. Juntos, Latossolos e Cambissolos ocupam mais de 85% da área total do município, sendo que nestes solos está localizada a maioria das propriedades com atividades agropecuárias.

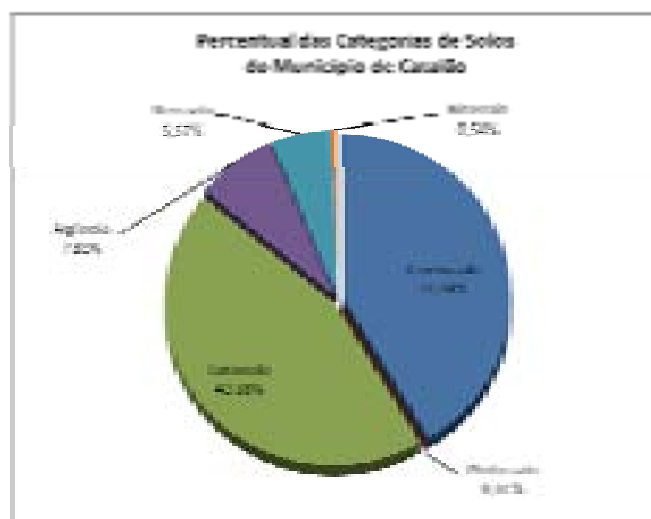


Figura 52. Percentual das categorias de solos do município de Catalão.

Quando se analisa a quantidade de agricultura presente em cada tipo de solo para o ano de 1979, vemos que apenas três categorias de solos são utilizadas pelas culturas agrícolas. Da área total de agricultura do município, 78% estão localizados nos Latossolos, cerca de 20% estão nos Cambissolos e menos de 2%, nos Argissolos. Em 2002, como resultado das técnicas de modificação e correção do solo, a agricultura passa a ocupar cinco diferentes tipos de solos, dos quais os Latossolos e os Cambissolos são os mais

utilizados, seguidos dos Neossolos, Nitossolos e Argissolos, estes em pequenas quantidades (Figuras 53 e 55).

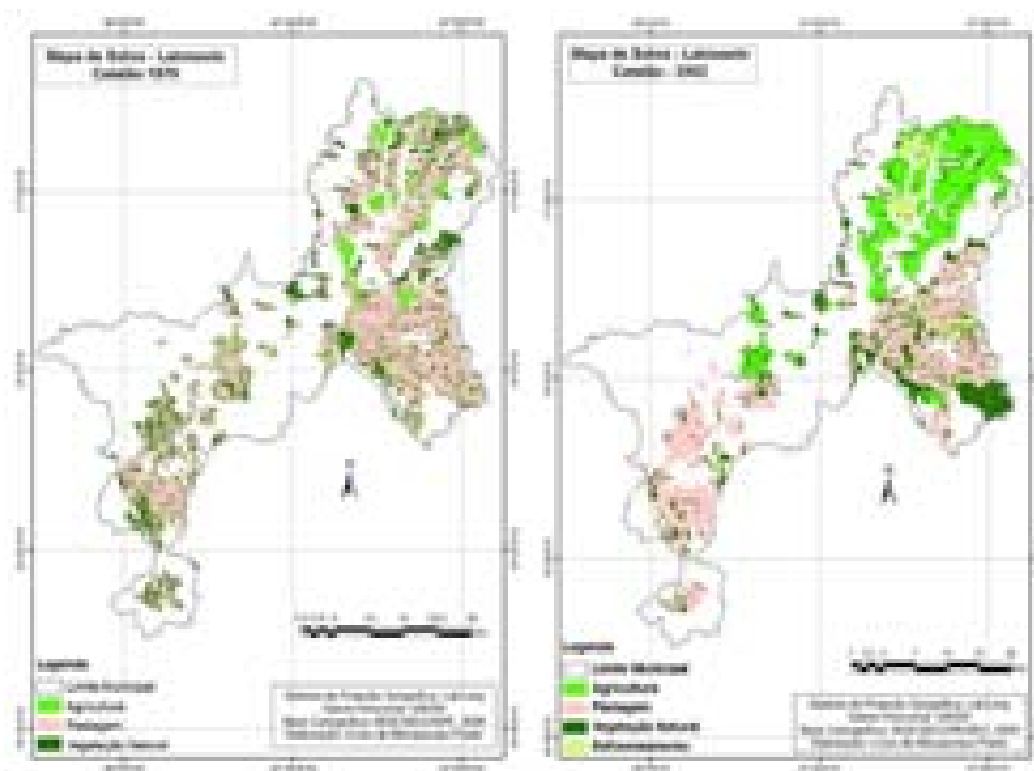


Figura 53. Distribuição das classes de uso e cobertura da terra nos Latossolos.

Em Catalão, a pastagem ocupava os mesmos solos que a agricultura, com maior quantidade nos Latossolos e Cambissolos, tanto para o ano de 1979 como para 2002. A diferença entre as classes de uso da terra está nos Argissolos. Enquanto a agricultura destinava 0,04% de sua área para os Argissolos em 2002, a pastagem reservava 11,20%. Um crescimento de 69% em relação a 1979 (Tabelas 30 e 31).

Com relação à vegetação natural, os Cambissolos são mais utilizados que os Latossolos (Figura 54). Em 1979, 50% da vegetação natural do município estavam nos Cambissolos e, em 2002, eram 59%. A vegetação natural também se destaca nos Neossolos, considerados solos ruins para a agricultura. Em 2002, mais de 10% da área ocupada com remanescentes estavam presentes nos solos litólicos.

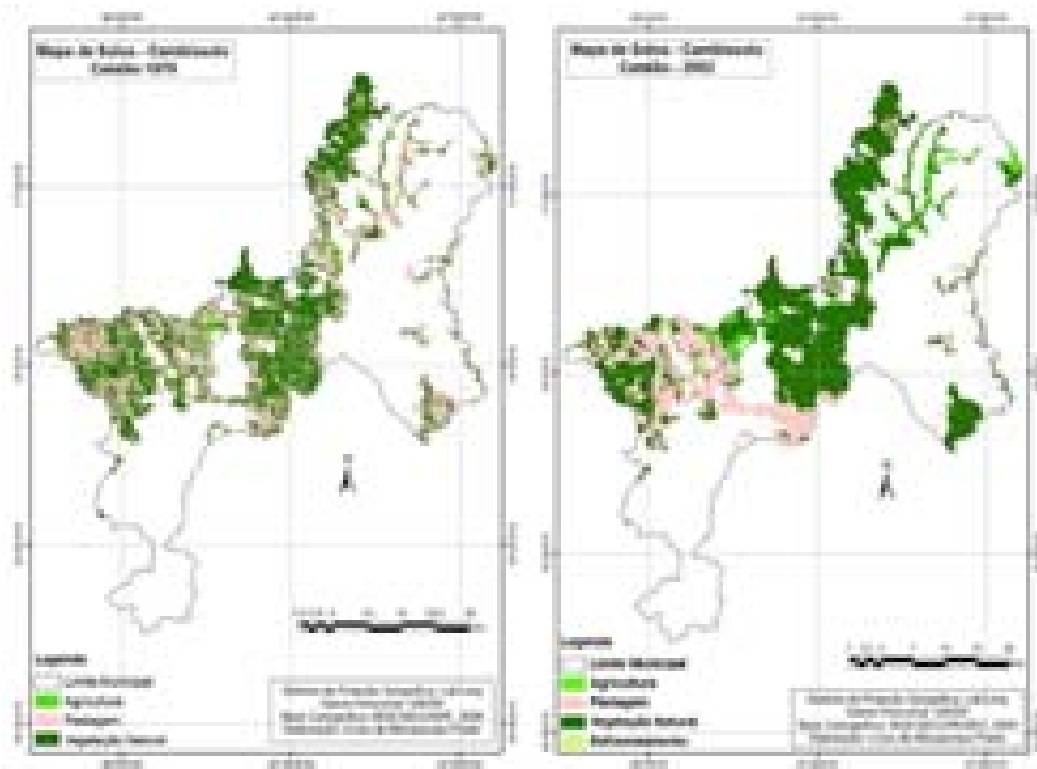


Figura 54. Espacialização das classes de uso e cobertura da terra nos Cambissolos.

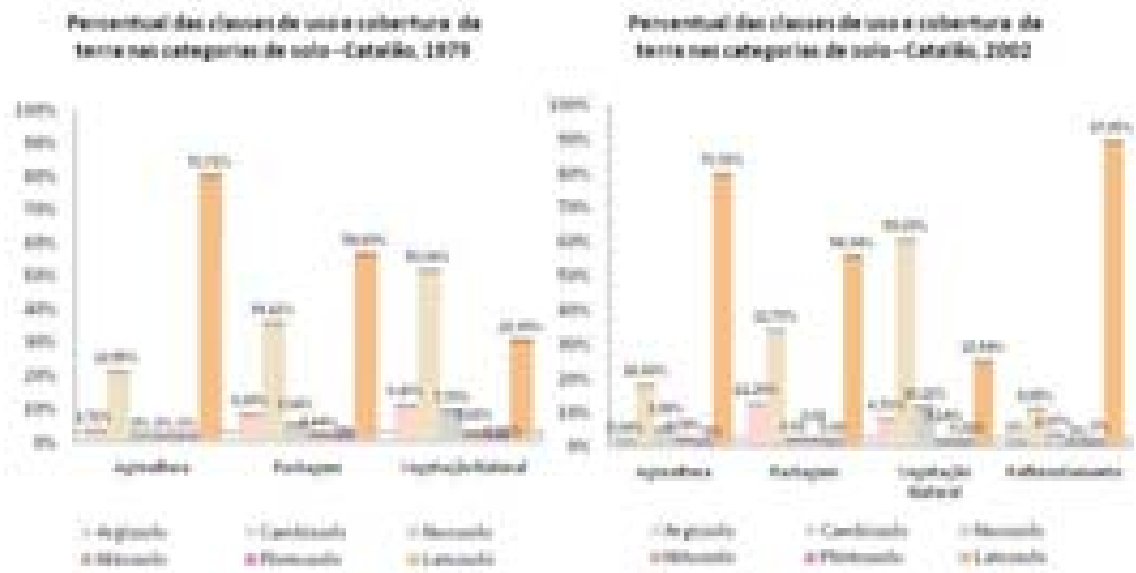


Figura 55. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas categorias de solo do município de Catalão em 1979 e 2002.

As Tabelas 30 e 31 também mostram o percentual de cada classe de uso e cobertura da terra nos diferentes tipos de solo. Por exemplo, para o ano de 1979, 62,78% da área dos Latossolos eram ocupadas com pastagem, 30,32%, com vegetação natural e 6,66%, com agricultura. Os Neossolos e Nitossolos eram ocupados apenas pela pastagem e pela vegetação natural. Já os Plintossolos destinavam 100% de sua área para a vegetação natural.

A influência do tipo de solo nas classes de uso e cobertura da terra pode ser percebida em Catalão. Em 2002, a pastagem comparada com a agricultura e a vegetação natural era maioria nos Argissolos, Latossolos e Nitossolos. A vegetação natural predominava nos Cambissolos, Plintossolos e Neossolos, neste último com percentual superior a 84%. Para a agricultura, os Latossolos e os Nitossolos reservavam 26% e 24% de suas áreas, respectivamente (Figura 56).

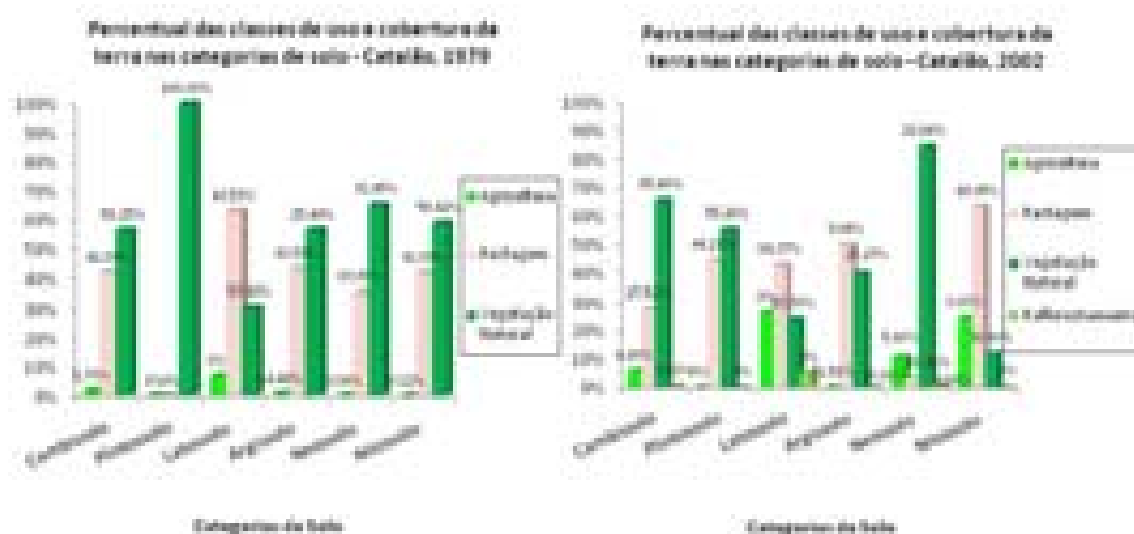


Figura 56. Percentual das áreas de solos destinado à agricultura, pastagem e vegetação natural em 1975 e 2002.

Tabela 30. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação às diferentes categorias de solo para o ano de 1979.

Classes	1979							
	Áreas (ha)	Área Relativa (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de agricultura (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de pastagem (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de vegetação (%)
Argissolo	29.504	7,71	0,82	1,71	42,89	6,60	56,42	9,48
Cambissolo	156.223	40,84	1,78	19,55	41,89	34,11	56,25	50,06
Latossolo	167.851	43,88	6,66	78,71	62,78	54,93	30,32	28,99
Neossolo	20.974	5,48	0,00	0,00	35,14	3,84	65,14	7,78
Nitossolo	2.035	0,53	0,00	0,00	41,62	0,44	58,87	0,68
Plintossolo	19	0,005	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,01

Tabela 31. Área das classes de uso e cobertura da terra em relação às diferentes categorias de solo para o ano de 2002.

Classes	2002									
	Áreas (ha)	Área Relativa (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Agricultura Área Relativa em relação à classe de agricultura (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Pastagem Área Relativa em relação à classe de pastagem (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Vegetação Área Relativa em relação à classe de vegetação (%)	Reflorestamento Área Relativa em relação à classe de solo (%)	Reflorestamento Área Relativa em relação à classe de reflorestamento (%)
Argissolo	29.504	7,71	0,08	0,04	49,85	11,20	39,90	6,78	0,00	0,00
Cambissolo	156.223	40,84	6,06	16,69	27,52	32,73	65,66	59,03	0,58	9,65
Latossolo	167.851	43,88	26,48	78,32	42,52	54,34	24,37	23,54	4,93	87,95
Neossolo	20.974	5,48	10,79	3,99	3,29	0,53	84,67	10,22	1,06	2,37
Nitossolo	2.035	0,53	24,82	0,89	63,10	0,98	12,04	0,14	0,00	0,00
Plintossolo	19	0,005	0,00	0,00	44,21	0,01	55,26	0,01	0,00	0,00

3.2.1.3 Localização

Assim, como o solo e a topografia exercem influência sobre áreas de atividade agropecuária, a localização constitui-se no terceiro fator natural importante para o estabelecimento de propriedades rurais produtivas. Assim, este estudo procurou identificar a influência da malha viária de Catalão nas classes de uso e cobertura da terra para os anos de 1975 e 2002.

Também em Catalão é possível comprovar uma relação positiva da agricultura com a proximidade das estradas. Em 1979, 36,30% da agricultura do município localizavam-se na área de influência (*buffer*) das estradas de até 1 km (Figura 57). A Tabela 32 mostra os percentuais acumulativos de agricultura para cada km. O *buffer* máximo de 10 km de distância de toda malha viária de Catalão engloba 99% da agricultura do município.

Para todos os *buffers* analisados, o percentual de agricultura é sempre maior que o percentual da pastagem, que por sua vez é maior que o percentual da vegetação natural. Assim, é nessa ordem que as estradas exercem sua influência.

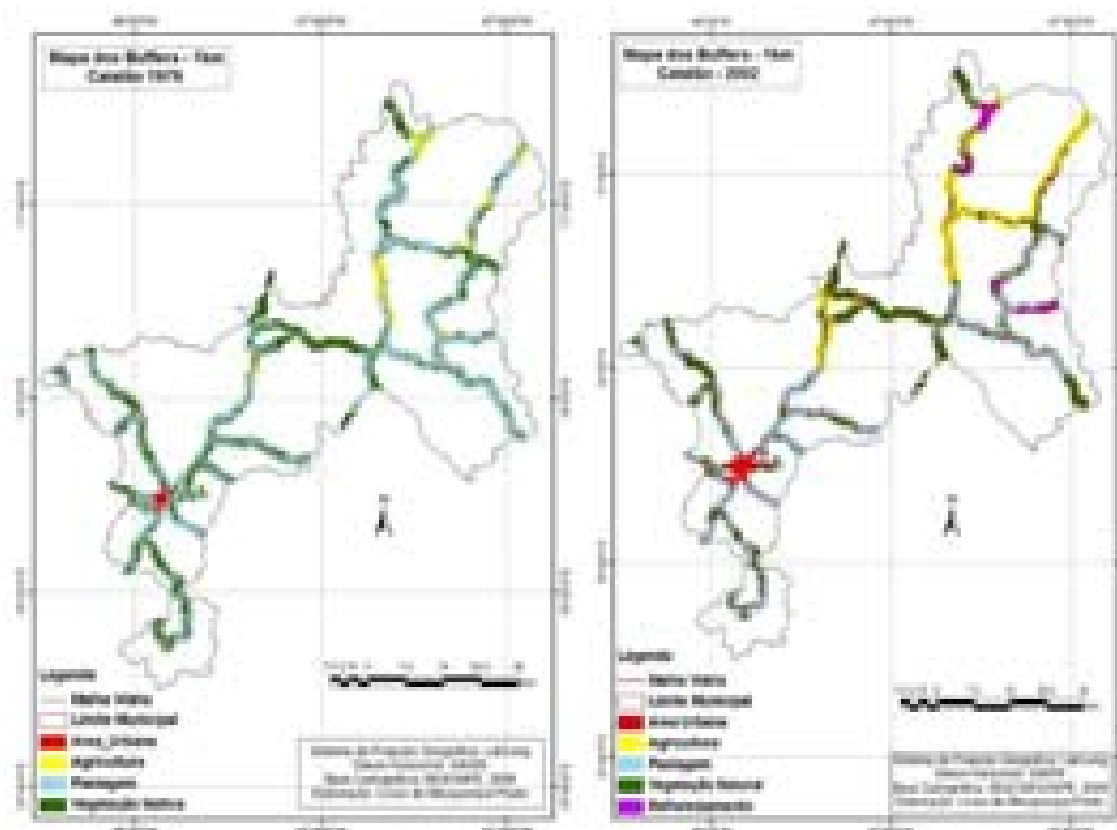


Figura 57. Percentual das classes de uso e cobertura da terra em Mineiros no *buffer* de 1 km.

Tabela 32. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de influência das estradas de Catalão para o ano de 1979.

Classes	1979					
	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)
	Buffer 1 km	Buffer 2km	Buffer 3km	Buffer 4km	Buffer 5km	Buffer 10km
Agricultura	36,30	55,17	63,27	76,41	85,54	99,26
Pastagem	24,40	43,83	60,07	72,07	80,88	98,18
Vegetação Natural	17,69	35,96	52,03	64,85	74,64	97,10
Total	21,71	40,54	56,35	68,75	78,00	97,49

Na Tabela 33, os dados referentes a 2002 revelam que a porcentagem de pastagem é maior que a de agricultura, exceto no *buffer* de 1 km, em que o percentual para ambas as classes é de aproximadamente 26%. Esses números mostram que a pastagem, mesmo perdendo uma área de aproximadamente 15% em relação a 1979, continuou ocupando áreas relativamente próximas das estradas. A agricultura, de igual modo, ocupava áreas próximas às estradas, mas, em 2002, foram identificadas algumas áreas agrícolas mais distantes dos quilômetros iniciais das estradas. A agricultura passou a se estabelecer em áreas que foram anteriormente ocupadas principalmente pela pecuária. A ampliação da malha viária do município e a melhoria nos transportes possibilitaram à agricultura se expandir para áreas mais afastadas que não eram cultivadas em 1979.

Tabela 33. Percentual das classes de uso e cobertura da terra nas áreas de influência das estradas de Catalão para o ano de 2002.

Classes	2002					
	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)	Área Relativa (%)
	Buffer 1 km	Buffer 2km	Buffer 3km	Buffer 4km	Buffer 5km	Buffer 10km
Agricultura	26,29	43,70	55,18	64,44	73,98	99,37
Pastagem	26,58	47,80	64,31	75,95	83,26	95,78
Vegetação Natural	16,23	34,62	51,50	65,03	75,08	98,08
Total	20,40	38,62	53,67	65,18	73,67	92,19

A Figura 58 mostra o percentual acumulativo de agricultura para os anos de 1979 e 2002. Entre os km 1 e km 5, o percentual encontrado de agricultura para 1979 é maior que em 2002, exceto para o km 10 em que o total de agricultura nesta área de influência é o mesmo para ambos os anos.

O maior percentual de agricultura encontrado para 1979 se justifica devido à tecnologia empregada no momento ser menor que em 2002, e às atividades agrícolas serem mais dependentes das estradas para a comercialização de seus produtos com outros locais.

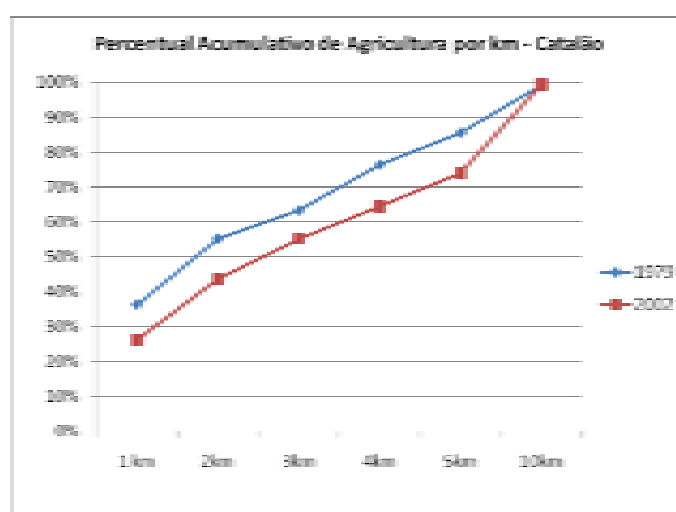


Figura 58. Percentual acumulativo de agricultura por *buffer* de 1km em Catalão.

Em relação à influência exercida pelas estradas na agricultura e na pecuária, o que ocorre em Catalão é semelhante a Mineiros, onde os quilômetros mais próximos das vias de escoamento possuem maior quantidade de áreas principalmente de agricultura (Figura 59).

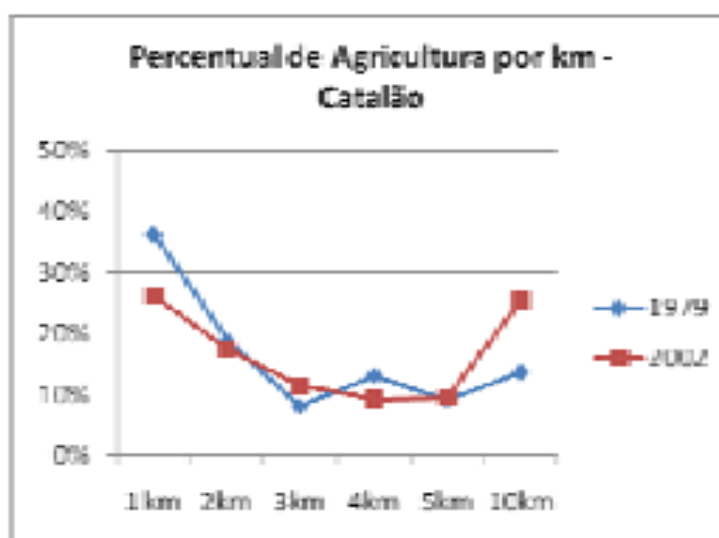
O percentual de agricultura calculado para 1979 no km 1 é de 36,30% da área total de agricultura (Tabela 34), porcentagem superior à encontrada em Mineiros, fato que pode ser explicado pelo município de Catalão possuir maior densidade de malha viária. Esse percentual diminuiu em 2002 para 26%, mesma quantidade identificada para áreas de pecuária (Tabela 35).

Tabela 34. Percentual das classes de uso e cobertura da terra por km em 1979.

Buffer - Distância em relação às rodovias	1979					
	Agricultura		Pastagem		Vegetação Natural	
	Área Relativa (%)	Diferença em %	Área Relativa (%)	Diferença em %	Área Relativa (%)	Diferença em %
1km - 1km	36,30	36,30	24,40	24,40	17,69	17,69
1km - 2km	55,17	18,87	43,83	19,43	35,96	18,26
1km - 3km	63,27	8,10	60,07	16,23	52,03	16,07
1km - 4km	76,41	13,14	72,07	12,00	64,85	12,83
1km - 5km	85,54	9,13	80,88	8,81	74,64	9,78
5km - 10km	99,26	13,72	98,18	17,30	97,10	22,46

Tabela 35. Percentual das classes de uso e cobertura da terra por km em 2002.

Buffer - Distância em relação às rodovias	2002					
	Agricultura		Pastagem		Vegetação Natural	
	Área Relativa (%)	Diferença em %	Área Relativa (%)	Diferença em %	Área Relativa (%)	Diferença em %
1km - 1km	26,29	26,29	26,58	26,58	16,23	16,23
1km - 2km	43,70	17,41	47,80	21,22	34,62	18,40
1km - 3km	55,18	11,48	64,31	16,52	51,50	16,88
1km - 4km	64,44	9,26	75,95	11,64	65,03	13,53
1km - 5km	73,98	9,53	83,26	7,31	75,08	10,06
5km - 10km	99,37	25,40	95,78	12,52	98,08	23,00

**Figura 59.** Valores percentuais de agricultura por km para os anos de 1979 e 2002.

Em Catalão, as áreas de vegetação natural não apresentam números consideravelmente superiores nos quilômetros mais próximos das vias de transporte, indicando comportamento inverso ao da agricultura e pecuária. Já a pastagem, nesse município, quando comparada a de Mineiros, apresenta-se com distribuição mais próxima das estradas, além de que o percentual identificado em 2002 é maior que em 1979. O fato do município de Catalão possuir uma malha viária mais densa pode ter contribuído para que as áreas de pastagem pudessem estar localizadas perto de estradas, provocando assim um maior percentual dessas áreas nos *buffers* analisados.

No geral, é possível fazer uma análise sucinta acerca dos dados apresentados. No caso do município de Catalão, a pecuária ocupou primeiramente as áreas identificadas como potencialmente agrícolas. A pecuária era a principal atividade econômica do período pré-modernização e a agricultura era incipiente.

Neste contexto, a mudança do padrão tecnológico, ocasionada pelo advento da fronteira agrícola, será responsável em elevar o nível de investimento aplicado. Desde então, ocorrerá uma intensificação no uso do solo e grande parte das áreas ocupadas por pastagem natural será convertida em pastagem plantada.

Inicialmente, as atividades que demandavam maior investimento se desenvolviam nos terrenos com maior fertilidade natural. Com a chegada da moderna tecnologia, os Latossolos, considerados inadequados à agricultura, porém situados em regiões cuja declividade favorece a articulação dos fatores químicos, biológicos e mecânicos desenvolvidos, passaram a ser responsáveis pela expansão das lavouras temporárias. Prova disso, é que, 78% da agricultura do município estão localizadas nesse tipo de solo.

Seguindo características identificadas em Mineiros, a variável *topografia* exerce influência semelhante em Catalão: 94% da agricultura do município localizam-se em declividades de até 5°. A inviabilidade de se produzir em declividades elevadas é resultado de um dispêndio maior com atividades de terraceamento e com eliminação de inclinações no terreno.

De igual modo, nos dois períodos analisados a distância das estradas possui relação positiva com a agricultura: quanto melhor a possibilidade de escoamento da produção, maior o percentual de áreas agrícolas.

Quando comparamos os dois municípios estudados, percebemos que Catalão apresenta um processo histórico mais antigo de ocupação. Por exemplo, a chegada da estrada de ferro em Goiás se dá primeiramente pela região sudeste, passando pelo próprio município. Isso implica um processo de antropização do espaço mais consolidado. Assim, quando a fronteira agrícola avança sobre o município, a agricultura irá se expandir sobre áreas já antropizadas, normalmente ocupadas pela pastagem. E a pastagem, por sua vez, irá sofrer poucas alterações no espaço geográfico.

Já no caso de Mineiros, como representa uma situação mais recente de ocupação produtiva do espaço, irá presenciar uma expansão mais significativa de áreas antropizadas. A agricultura, a grosso modo, se expande sobre áreas de pastagem e a pastagem, por sua vez, irá ocupar áreas de vegetação nativa.

Esse processo reflete a importância das determinações históricas na compreensão da expansão das atividades humanas sobre novas áreas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos observar pelos dados anteriormente apresentados que as variáveis *fertilidade*, *topografia* e *localização* podem explicar o processo de uso e ocupação do solo a partir da expansão de fronteiras. A combinação dos fatores naturais do solo determina as regiões mais “adequadas” para as atividades agropecuárias, dado um certo padrão tecnológico. Esses fatores condicionam fortemente atividades com maior nível de investimento por unidade de área, como, por exemplo, a agricultura. Até mesmo a pecuária mantém uma tendência de ser influenciada pelas características naturais do solo, embora em menor grau que a agricultura.

A variável *topografia* é fortemente condicionante para a agricultura e para a pastagem, tanto em Mineiros e Catalão, como em todo o Estado, conforme apontam alguns estudos. As áreas agropecuárias estão concentradas em sua maioria em regiões com declividades entre 0 – 5°, caracterizadas por apresentar topografia plana à suave ondulada. À medida que a declividade aumenta, diminuem-se as áreas com agricultura e pastagem e aumentam-se as áreas com vegetação natural. Entretanto, a pecuária consegue se estabelecer em terrenos mais inclinados por ser menos dependente da infraestrutura e de maquinários.

Quando se analisa as categorias de solos, nitidamente se identifica uma relação dos Latossolos e Gleissolos (solos hidromórficos) com áreas destinadas à agricultura. Esses solos apresentam melhores condições do ponto de vista da produção agrícola - com a mudança no padrão tecnológico, são facilmente corrigíveis e fertilizados -, mas podem provocar problemas como desmatamento de áreas consideradas importantes para a preservação ambiental. Os Latossolos, por serem predominantes nas áreas estudadas,

apresentam um alto percentual de pastagem, que, por sua vez, se estabelece também em áreas com Cambissolos, Argissolos e Neossolos. Parte-se do princípio de que tais solos são menos preferidos pela agricultura, restando à atividade pecuária a utilização dessas áreas.

Quanto à variável *localização* cabe considerar a distância dos centros consumidores e da malha viária dos municípios. Assim, municípios como Mineiros, localizado na região Sudoeste do Estado - onde há forte mercado consumidor de grãos e presença de grandes agroindústrias -, presenciaram uma maior transformação do seu espaço agrário, principalmente de áreas com lavouras temporárias, que se deslocaram para a região e ocuparam em maior parte áreas já antropizadas.

Dentro desse contexto, a infraestrutura de transporte é altamente condicionante das atividades agrícolas. Dessa forma, os dados mostram que a agricultura nos dois municípios em estudo optou pelas áreas próximas às estradas, objetivando uma comercialização mais fácil e rápida de seus produtos.

Em termos gerais podemos observar como o peso de processos históricos se faz presente nos dois casos estudados. Mesmo antes da chegada da moderna tecnologia agropecuária associada com a Fronteira Agrícola é possível constatar como os locais primeiramente ocupados são os que oferecem a melhor solução na articulação de variáveis como topografia, fertilidade e localização. Mesmo que essas atividades sejam pouco significativas em termos de investimento, como uma pecuária de caráter mais extensivo, a ocupação inicial privilegia áreas mais “nobres”.

No caso de Catalão foi possível constatar como uma ocupação mais antiga determina uma maior antropização de áreas mais expressivas do território do município. Essa primeira ocupação é realizada pela pecuária e, em alguma medida pela agricultura. Cabe ressaltar que existe inclusive uma forte articulação entre as duas atividades. A grosso modo, a agricultura praticada até a segunda metade da década de 1970 tem como produto principal o arroz de sequeiro. Trata-se de uma atividade com menor nível tecnológico e de

investimento que a moderna produção de soja, que irá substituí-la. Além disso, o arroz de sequeiro é utilizado como forma de “abrir” áreas de pastagens, sendo, portanto, uma atividade transitória. Assim, em Catalão foi possível perceber como o avanço da agricultura se deu, prioritariamente, sobre áreas de pastagem.

Em Mineiros, por outro lado, o processo de ocupação é posterior a Catalão e é possível constatar como no período analisado a área antropizada incorporada apresenta uma significância mais expressiva que em Catalão. Assim, podemos verificar um duplo movimento: enquanto a pastagem avança sobre a vegetação nativa, a agricultura avança sobre a pastagem.

Do ponto de vista do modelo teórico empregado é possível verificar como as áreas com maior potencial de retorno ao investimento são ocupadas com atividades de maior nível de investimento. Ou, em outros termos, existe uma forte relação entre a Renda Diferencial I e a Renda Diferencial II.

Uma constatação possível dos dados analisados refere-se à necessidade de retrabalhar o conceito de áreas antropizadas. Em muitas pesquisas considera-se simplesmente a presença ou ausência de atividade humana. Consideramos que seria mais proveitoso trabalhar numa perspectiva que procurasse identificar níveis de atividade humana. Muitas vezes o que se considera como “cerrado ralo”, por exemplo, é resultado de uma preparação de pastagem natural, com a derrubada de uma vegetação de porte maior.

Enfim, compreendemos que a realização da pesquisa contribui para entendermos os aspectos históricos do processo de ocupação e uso do solo no Estado de Goiás, bem como as transformações ocorridas no setor agropecuário durante o período entre 1975 e 2002. Espera-se que as informações aqui prestadas inspirem o monitoramento das regiões que passam por um processo de modificação em seu espaço agrário, a fim de que medidas públicas possam ser adotadas visando à preservação do meio ambiente e o equilíbrio das estruturas fundiárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTAFIN, I. G. *Sustentabilidade, Políticas Públicas e Agricultura Familiar: Uma Apreciação sobre a Trajetória Brasileira*. Tese de Doutorado. CDS - Centro de Desenvolvimento Sustentável. UnB – Universidade de Brasília, Brasília, 2003. 225 p.
- ALVES, L. B.; SALGADO, G. S. M. A modernização da agropecuária em Goiás de 1970-1996: Uma abordagem territorial de fronteira agrícola. In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2007. UEL – Londrina – PR: 2007.
- ANDRADE, M. C. *Latifúndio e reforma agrária no Brasil*. Livraria Duas Cidades, S.P, 1980.
- ANTUNES, A. F. B.; LINGNAU, C. Uso dos Índices de Acurácia para Avaliação de Mapas temáticos obtidos por meios de classificação digital. In: III Congresso e Feira para Usuário de geoprocessamento, 1997, Curitiba. III Congresso e Feira para Usuário de geoprocessamento. Curitiba : Sagres, 1997.
- ARAÚJO, F. C.; NASCIMENTO, E. P. - O papel do estado na promoção da sustentabilidade da agricultura. *Revista da UFG, Vol. 7, No. 01, junho 2004 on line (www.proec.ufg.br)*.
- AVILA, M. L.; AVILA, S. R. S. A. *Cidades, agronegócio e sustentabilidade*. 2007.
- AYOADE, J.O. Introdução à climatologia para os trópicos. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 322p.
- BAGLI, V. V.; FONSECA, L. M. G . Mosaico de Imagens Baseado na Análise em Múltiplas Resoluções. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA, 2005, Campos do Jordão. Campo do Jordão, 2005.
- BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. *Campo-território: revista de geografia agrária*, Uberlândia, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.
- BELIK, W. Estado, Grupos de Interesse e Formulação de Políticas para a Agropecuária. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. Sober, Brasília, v. 36, n.1, p. 9-33, jan/mar 1998.
- BORGES, Barsanufu Gomide. O Despertar dos Dormentes. UFG/CEGRAF, Goiânia. 1990.
- CAETANO, M., SANTOS, T., e GONÇALVES, L., 2002. *Cartografia de ocupação do solo com imagens de satélite: Estado da arte*. [CD-Rom] Proceedings do ESIG'2002, Oeiras.

CARVALHO, T.; Latrubesse, E. M. O uso de modelos digitais do terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o caso da bacia hidrográfica do Araguaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 5(1):85-93, 2004.

CARVALHO, T. M. Métodos de sensoriamento remoto aplicados à geomorfologia. *Revista Geográfica Acadêmica*, Goiânia, v. 1, p. 44-54, 2007.

COELHO JUNIOR, E. V. A modernização da agricultura brasileira e alguns de seus aspectos socioambientais: o caso da região de Goianápolis-GO. 2005.

COHEN, J. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Measurement*. v. XX, n. 1, p. 37-46, 1960.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2003. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 14 jan. 2008.

CONGALTON, R. A Review of Assessing the Accuracy of Classification Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, USA, n. 37, p. 35-36, 1991.

DELGADO, G. C. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós-guerra: um estudo da reflexão agrária. *Estud. av.* [online], v.15, n. 43, p. 157-172, 2001. ISSN 0103-4014.

DOMINGUES, J. M. A dialética da modernização conservadora e a nova história do Brasil. *Dados* [online], v. 45, n. 3, p. 459-482, 2002. ISSN 0011-5258.

EHLERS, E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2 ed. Guaíba: agropecuária, 1999. 157p.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Embrapa Solos. Rio de Janeiro. 2006.

ESTEVAM, L. *Tempo da transformação*. Goiânia: Ed. do Autor, 1998. 275 p.

FERNANDES, A. D. Algumas considerações acerca da expansão da Fronteira Agrícola no Cerrado brasileiro. *Revista História Hoje*, São Paulo, v. 4, p. 1, 2007.

FERREIRA, K. C.; A importância do Agronegócio para Goiás. 2005. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br>>. Acesso: 12/02/2009.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; LATRUBESSE, E.M. *Current Land Use and Conversion Trends in the Savanna Environments of Central Brazil: a Preliminary Assessment from a Landscape Perspective*. 2007.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; MIZIARA, F.; RIBEIRO, F. L.; FERREIRA, N.C. Ativos ambientais do bioma cerrado: uma análise da

cobertura vegetal nativa e sua relação com o preço da terra no Estado Goiás. 2008.

FONSECA, L. M. G. *Processamento Digital de Imagens*. INPE. 2000.

FRANCO DA SILVA, C. Fronteira agrícola capitalista e ordenamento territorial. In: SANTOS, M.; BECKER, B. *Território, territórios: ensaios sobre ordenamento territorial*. 2. ed. Rio de Janeiro: DPeA, 2006.

FRANCO, J. B. S. O papel da Embrapa nas transformações do Cerrado. 2002.

FOLADORI, G. O metabolismo com a natureza. 2001.

GALLI, U. *A História da pecuária em Goiás: do primeiro gado aos dias de hoje*. Goiânia: UCG, 2005.

GOBBI, W. A. O. Modernização agrícola no cerrado mineiro: os programas governamentais da década de 1970. *Caminhos de Geografia* (Revista *on line*), Uberlândia, v. 11, p. 130-149, fev. 2004. Disponível em: <http://www.ig.uf.br/caminhos_de_geografia.html>. Acesso em: 04 out. 2007.

GONÇALVES NETO, W. *Estado e agricultura no Brasil: política agrícola e modernização econômica brasileira 1960-1980*. São Paulo: HUCITEC, 1997. 245 p.

GRAZIANO DA SILVA .J. *Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura*. São Paulo: HUCITEC, 1981. 210 p. (Economia e Planejamento. Série "Teses e Pesquisas").

_____. *A modernização dolorosa: estrutura agrária, fronteira agrícola e trabalhadores rurais no Brasil*. Rio de Janeiro: Zahar, 1982. 192 p.

_____. Tecnologia e campesinato: o caso brasileiro. *Revista de Economia Política*, São Paulo: Brasiliense, v. 3, n. 04, out-dez. 1983.

_____. *Tecnologia e agricultura familiar*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 238.

GRAZIANO NETO, F. *Questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura*. São Paulo: Brasiliense, 1982 e 1985.

GUIMARÃES, E. N.; RIBEIRO, R. A nova fronteira industrial do sudeste de Goiás. 2006.

GUANZIROLI, C. E.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A. M.; DI SABBATO, A.; BITTENCOURT, G. *Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

GUEDES PINTO, L. C. Notas sobre a política agrícola brasileira. *Reforma Agrária*, Campinas (SP), ano VIII, n. 05, p. 9-17, set./out. 1978.

HELFAND, S. M.; REZENDE, G. C. A Agricultura Brasileira nos Anos 1990: O Impacto das Reformas de Políticas. In: GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. da (Orgs). *Transformações da Agricultura e Políticas Públicas*. Brasília: IPEA, 2001. 539 p.

HUDSON, W. D.; RAMM, C. W. Correct formulation of the Kappa coefficient of agreement. *Photogrammetric Engineering e Remote Sensing*, Bethesda, v. 53, n. 4, p. 421-2, 1987.

IBAMA/CEBRAC. *Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas - GO/MS/MT*. Brasília: IBAMA/CEBRAC, 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censos Agropecuários de 1970/1975/1980/1985/1995-96*. Rio de Janeiro. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 out. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 ago. 2008.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>>. Acesso em 13/01/2008.

JENSEN, J. R. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em Recursos Terrestres*. 2007.

KAGEYAMA, A. (Org.) *O Novo Padrão Agrícola Brasileiro: do complexo rural aos complexos agro-industriais*. Campinas: S/N, 1987. In: COELHO JUNIOR, E. V. *A modernização da agricultura brasileira e alguns de seus aspectos socioambientais: o caso da região de Goianópolis-GO*. 2005.

LANDIS, J. R.; Koch, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, n.1, p.159-174, 1977.

MARTINS, J. *Fronteira: a degradação do outro nos confins do mundo*. Hucitec, São Paulo, 1997.

MARTINS, J. *Capitalismo e tradicionalismo*. São Paulo: Pioneira, 1975.

MATOS, P. F. *Modernização da agricultura e os desdobramentos para o trabalho*. 2001.

MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. *A modernização da agricultura no Cerrado: as transformações sócio-espaciais nas áreas do chapadão do distrito de Santo Antônio do Rio Verde (Catalão-GO) – 1980-2000*. 2001.

MATOS, P. F. de; PESSOA, V. L. S. *Modernização agrícola no sudoeste goiano (re)estruturação do espaço agrário*. X EREGEO - SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA, 2007, Catalão. *Abordagens geográficas do Cerrado: paisagens e diversidades*. Catalão-GO, 2007. Campus Catalão.

- MENDES, C. E. S.; ROSSI, M. Catalão: a localização estratégica é o seu diferencial. 2006.
- MENDONÇA, M. R.; JUNIOR, A. T. A modernização da agricultura nas áreas de Cerrado em Goiás (Brasil) e os impactos sobre o trabalho. *Investigaciones Geográficas, Boletín 55*, 2004. p. 101.
- MENDONÇA, M. R.; MESQUITA, H. A. O agro-hidro-negócios no Cerrado goiano: a construção das (re)existências. 2007.
- MIZIARA, F. Condições estruturais e opções individuais na formulação do conceito de Fronteira Agrícola. In: Luis Sérgio Duarte da Silva. (Org.). *Relações Cidade-Campo: Fronteiras*. 1 ed. Goiânia: CEGRAF, 2000, v. , p. 273-289.
- MIZIARA, F. Expansão de Fronteiras e Ocupação do Espaço no Cerrado: o caso de Goiás. In: GUIMARÃES, L. D.; SILVA, M. A. D. da; ANACLETO, T. C. (Orgs.). *Natureza Viva Cerrado*. 1 ed. Goiânia: UCG, 2006. p. 169-196.
- MIZIARA, F.; FERREIRA, N. C. Expansão da Fronteira Agrícola e Evolução da Ocupação e Uso do Espaço no Estado de Goiás: Subsídios à Política Ambiental. In: FERREIRA, L. G. (Org.). *A encruzilhada socioambiental - biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado*. Goiânia: Canone/CEGRAF-UFG, 2008. v. 1, p. 67-75.
- MOREIRA, R. A. et al. Análise Temporal do Uso do Solo nos Municípios do Entorno do Parque Nacional da Emas com a Utilização de Imagens Landsat e CBERS. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. Goiânia, 2005.
- MOREIRA, R. J. Renda da natureza e territorialização do capital: reinterpretando a renda da terra na competição intercapitalista. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 4, julho 1995: 89-111.
- MULLER, C. C. Políticas governamentais e expansão recente da agropecuária no Centro-Oeste. In: _____. *Planejamento e políticas Públicas*. Brasília: IPEA, 1990. n. 3, p. 45-74.
- NOGUEIRA, R. E. Cartografia. Representação, Comunicação e Visualização de Dados Espaciais. 2008.
- OSADA, N. M. PRODECER: Projetos no cerrado e dívidas agrícolas. 1999.
- PEDROSO, I. L. P. B. Meio ambiente, agroindústria e ocupação dos cerrados: o caso do município do Rio Verde no sudoeste de Goiás. 2005.
- PESSÔA, V. L. S. Ação do Estado e as transformações agrárias no cerrado das zonas de Paracatu e Alto Paranaíba - MG. Rio Claro: IGCE/UNESP, 1988. 239p.

PESSOA, M. C. P. Y.; FILIZOLA, H.; GOMES, M. A. F. *Simulação da movimentação vertical de produtos aplicados em milho, milho safrinha e soja em latossolos vermelhos e neossolos quartzarênicos de Mineiros, GO. Jaguariúna/SP: Embrapa Meio Ambiente, 2005. (Série Embrapa -Boletim de Pesquisa).*

PRADO, B. R. et al. Segmentação e classificação orientada a objeto de imagens ALOS/PALSAR para a identificação de classes de cobertura da terra na Amazônia. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal-RN. Natal, 2009. p. 7401-7402.

RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro: editora, 1983.

RAMOS-NETO, M. B. et al. Revisão das áreas prioritárias para a conservação do cerrado – Delimitação e banco de dados. IV CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1, 2004, Curitiba. Anais, v. 1, Curitiba, 2004. p. 581-590.

RIBEIRO, A. R. B. M. et al. Determinantes do valor da terra no Corredor Cerrado-Pantanal: subsídios para políticas conservacionistas. *Megadiversidade*, v. 2, n. 1-2 (71-79), 2006.

RIBEIRO, D. *Crédito rural no Brasil – avaliação e alternativas*. São Paulo: Unidas, 1979. 146 p.

SANTOS, F. P.; MIZIARA, F. A expansão da Fronteira Agrícola em Goiás: análise da influência das características “naturais” do espaço. IV Encontro Nacional da Anppas; 4,5 e 6 de junho de 2008; Brasília - DF – Brasil.

SANTOS, R. C. Classificação textural aplicada à cobertura do solo de uma bacia hidrográfica usando Sensoriamento Remoto. Dissertação de Mestrado - COPPE/UFRJ, 2002. 153 p.

SHIKI, S. F. N. *Desenvolvimento agrícola nos cerrados: trajetórias de acumulação, degradação ambiental e exclusão social em torno de Iraí de Minas*. Uberlândia: UFU, 1998. p. 34–85.

SILVA, José Gomes da. *A reforma agrária no Brasil*. Rio de Janeiro, Zahar, 1971.

SILVA JUNIOR, O. M.; FUCKNER, M. A. Análise comparativa de dados de NDVI obtidos de imagem TM/Landsat 5 na cidade de Marabá-PA para os anos de 1984 e 2007. In: IV ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 2008, Brasília. Anais do IV ENAMPPAS, 2008.

SILVA, M. J. da. *Parque das Emas: última pátria do cerrado (bioma ameaçado)*. 2. ed. Goiânia: Kelps, 2005.

SILVA, M. R. L. F.; BRAGA, R. E. G. Determinação de Áreas Verdes usando Tasseled Cap - uma Aplicação na área de Tucuruí. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1990, Manaus. Anais. Manaus: SELPER/INPE/ISPRS/SBC, 1990. v. 1. p. 110-116.

SILVA, S. B. Os Anos JK. 50 anos em 5: A odisseia desenvolvimentista 2002.

SORJ, B. *Estado e classes sociais na agricultura brasileira*. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

SOUZA, C. B. de; CAUME, D. J. Crédito rural e agricultura familiar no Brasil. Rio Branco – Acre, 20 a 23 de julho de 2008. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, Seção Três Lagoas Três Lagoas-MS, v. 2, n. 2, ano 2, set. 2005.

TEIXEIRA, S. M. Fronteiras para o Agronegócio em Goiás – o papel da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: www.seplan.go.gov.br. 2004. Acesso em: 12/09/2008.

VELHO, O. G. Frentes de Expansão e Estrutura Agrária. Estudo do Processo de Penetração numa Área da Transamazônica. 1972, p.118.