

A evolução temporal do uso e ocupação da terra em municípios da Quarta Colônia de Imigração Italiana – RS

The temporal evolution of use and occupation of land in municipalities of the
Fourth Colony - RS

Douglas Stefanello Facco e Ana Caroline Benedetti

Universidade Federal de Santa Maria,RS, Brasil
douglas.s.facco@hotmail.com; anacaroline@politecnico.ufsm.br

Resumo

Imagens orbitais permitem gerar informações rápidas, confiáveis e atualizadas sobre a superfície terrestre, bem como o acompanhamento sazonal de dada porção de interesse. Nesse intuito, o presente trabalho realizou um mapeamento multitemporal para os municípios de Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma e Pinhal Grande, integrantes da Quarta Colônia de Imigração Italiana do Rio Grande do Sul. Imagens do satélite Landsat 5, sensor TM de 1989 e do satélite Landsat 8 sensor OLI, de 2014 foram utilizadas para extrair informações sobre o uso e cobertura da terra nas duas datas, e para tal, foram submetidas à diferentes técnicas de processamento digital no aplicativo SPRING versão 5.2, tais como georreferenciamento, realce por contraste e classificação digital. Como resultados, obteve-se a quantificação das áreas das classes temáticas e sua distribuição espacial, sendo comparadas as datas para observação de processos de expansão e redução entre as classes, nesse período. As principais conclusões encontradas referem-se à baixa contabilização das classes água e agricultura em 1989, devido ao fenômeno La Niña, que ocasionou a redução das chuvas, e ainda a expansão da agricultura em todos os municípios em 2014, sobretudo pelas condições climáticas favoráveis.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Geoprocessamento; Evolução Temporal

Abstract

Orbital images allow generate updated information, reliable and fast of the Earth's surface, as well as the seasonal monitoring of each portion of interest. To this end, this paper conducted a multitemporal mapping for the municipalities of Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma e Pinhal Grande, members of the Fourth Colony of Italian Immigration of Rio Grande do Sul, Brazil. Images from two satellite: TM/Landsat-5 and OLI/Landsat-8 satellite, respectively for the years 1989, and 2014, were used to extract information about the use and land cover in the two dates, with that in view, were subjected to different digital processing techniques in the SPRING software, such as georeferencing, contrast-enhance and digital classification. As a result, we obtained the quantification of the areas of the thematic classes and the spatial distribution, and compared the observing expansion and reduction processes between different classes, in this period. The main conclusions, refers to the low accounting of water and agriculture classes, in 1989, due to the La Niña phenomenon, that caused the reduction in rainfall, and also the expansion of agriculture in all municipalities, in 2014, mainly due to favorable climatic conditions.

Keywords: Remote Sensing; Geoprocessing; Temporal Evolution

Introdução

A aquisição de informações detalhadas e precisas sobre o espaço geográfico é uma condição necessária para as atividades de planejamento e análise das mudanças ocorridas em determinado ambiente.

Conhecer o uso e ocupação da terra de uma determinada região é essencial para fornecer subsídios ao monitoramento ambiental, preservação do meio ambiente e ocupação racional do espaço físico. Os mapas de uso e cobertura da terra são instrumentos que auxiliam a cumprir essa função, constituindo-se de mecanismos bastante adequados para promoverem as tomadas de decisões a partir do mapeamento o qual permite o desenvolvimento sustentável, possibilitando monitorar e avaliar a realidade ambiental.

A utilização de imagens orbitais obtidas por sensoriamento remoto no mapeamento do uso e cobertura da terra possibilita a geração de informações rápidas, confiáveis e atualizadas sobre o ambiente, bem como a possibilidade de acompanhamento sazonal de dada porção da superfície terrestre. Segundo Silva et al. (2013) o mapeamento do uso da terra mediante técnicas de análises espaciais são o meio mais rápido e fácil para análise dos fenômenos naturais nas mais variadas escalas.

Para que se possam perceber mudanças ocorridas em determinado ambiente se faz necessário a utilização de imagens de satélites oriundas de diferentes datas, obtendo-se assim uma análise multitemporal. Para

Carvalho Júnior et al. (2005), os trabalhos que abordam a análise multitemporal com imagens de satélite, cada vez mais se intensificam, servindo para o monitoramento do crescimento urbano bem como a evolução do desmatamento e extensão agrícola entre outros.

Estudos anteriores que abordam a evolução temporal do uso e cobertura da terra nessa região já foram realizados em datas anteriores por Ferrari, (2008) mas que, no entanto, há uma carência de estudos atualizados. Nesse contexto o objetivo principal desse trabalho é realizar um mapeamento multitemporal da cobertura florestal nos municípios de Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma e Pinhal Grande que pertencem a Quarta Colônia de Imigração Italiana no Estado do Rio Grande do Sul.

Metodologia de Trabalho

Área de estudo

Os municípios de Dona Francisca Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma e Pinhal Grande situam-se entre a transição geomorfológica da Depressão Central e do Planalto Meridional, ou seja, estão situados no Rebordo do Planalto do Rio Grande do Sul, que faz limite com a Serra do Sudeste, ao sul, com a Campanha a oeste, com o litoral, ao leste, e a Serra Geral, ao norte (Figura 01).

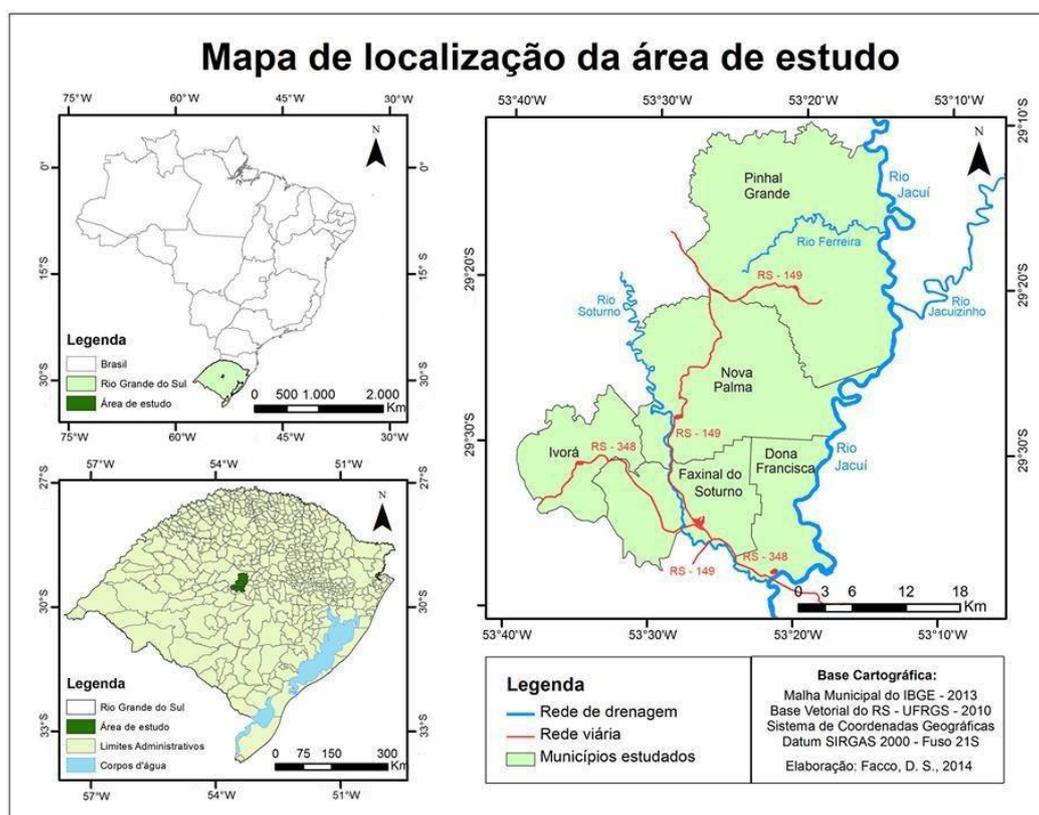


Figura 1 – Mapa de localização dos municípios de Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma e Pinhal Grande

Quanto à vegetação, esses municípios possuem campos com capões e mata nativa em grande proporção, que fazem parte do ecossistema da Mata Atlântica. Esta mata revela uma formação exuberante, com grande diversidade de espécies, como cedro (*Cedrela fissilis* (Vell)), canjerana (*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.), louro (*Cordia trichotoma* (Vell), Arrab. ex Steud., figueira (*Ficus guaranitica* Chod), camboatá (*Cupania vernalis* Cambess), mamica de cadela (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam).

A hidrografia do Rio Grande do Sul tradicionalmente se divide em três grandes bacias: a do Uruguai, a do litoral e a do Guaíba. O rio mais importante do estado encontra-se na bacia do Guaíba, e chama-se rio Jacuí, que faz divisa com os municípios de Nova Palma com os municípios vizinhos de Agudo e Ibarama, Pinhal Grande com municípios vizinhos de Estrela Velha e Ibarama, e Dona Francisca com o vizinho Agudo. O rio Jacuí se destaca pela sua grande potencialidade hidrelétrica, possuindo várias usinas, dentre elas a Usina de Dona Francisca (quinta usina desse rio) situada no município de Nova Palma, com capacidade para produzir energia suficiente para abastecer uma cidade de 350 mil habitantes (FERRARI, 2008).

O clima destes municípios de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa, (clima temperado úmido com verão quente) caracterizado pela ocorrência de chuvas em todos os meses do ano, por possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22° e a do mês mais frio superior a -3°C (MORENO 1961).

Download e importação de imagens orbitais

Para o mapeamento das classes de uso e cobertura da terra, optou-se pelas imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8. Tal escolha justifica-se pela disponibilidade gratuita e frequente e pela resolução espacial de 30 metros, adequada para o estudo de recursos terrestres em âmbito municipal. O download dos arquivos de imagens foi através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Os satélites Landsat têm o mesmo período de revisita (16 dias), a mesma grade de referência (WRS) e a conservação destes parâmetros técnicos facilitam a pesquisa de imagens e a perfeita integração para uso simultâneo em um projeto de mesma área, como por exemplo, em um estudo multitemporal.

Para o mapeamento histórico dos municípios, foram analisadas inicialmente as imagens Landsat TM de 20 de setembro de 1989. Posteriormente, procedeu-se a análise nas imagens Landsat OLI (*Operational Land Imager*) de 24 de agosto de 2014. A órbita-ponto no sistema de referência (WRS) é 222-80 e 222-81, e as bandas espectrais processadas foram: 1, 2, 3, 4 e 5 do sensor TM e bandas 2, 3, 4, 5 e 6 do sensor OLI. As imagens, originalmente disponíveis em formato GeoTiff, foram convertidas e importadas no aplicativo SPRING (Sistema de Processamento de Imagens Georreferenciadas),

sendo posteriormente submetidas à diferentes técnicas de processamento digital.

Processamento digital de imagens

O processamento digital constitui-se na manipulação e análise de uma imagem por computador, de modo que a entrada e a saída do processo sejam também imagens Rechiuti (1996). Seu objetivo, conforme Florenzano (2011) é melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o analista e fornecer outros subsídios para sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos. Pelo processamento digital de imagens aplicamos técnicas para manipular as imagens, com o objetivo de corrigir distorções ou extrair informações. Técnicas como georreferenciamento, realce por contraste linear e classificação digital, foram usadas para interpretação, extração de informações e comparação entre as imagens da série temporal.

Georreferenciamento

Esse processo é descrito por Teixeira e Christofolletti (1997) como sendo a situação em que uma entidade geográfica é referenciada espacialmente ao terreno por meio de sua localização, utilizando-se para tal um sistema de coordenadas conhecido no qual a localização de um ponto da superfície da Terra pode ser identificada. O georreferenciamento de imagens foi importante, pois as cenas de diferentes datas, quando sobrepostas não apresentam coincidência com relação à sua referência geográfica. Dessa forma, buscaram-se pontos de fácil identificação visual na imagem mais recente do ano de 2014, como barragens, cruzamentos de estradas, etc. para a tomada de coordenadas e as cenas dos anos de 1989 foram georreferenciadas em função desta. A precisão do georreferenciamento foi de 0,23 esse processo eliminou distorções e possibilitou a análise comparativa entre imagens de diferentes datas e o correto recorte através do limite do município.

Realce por contraste linear

A manipulação de contraste é um dos processamentos mais simples a que pode submeter uma imagem, permitindo que seja alterado o histograma original gerando uma nova imagem com realce dos objetos de interesse (NOVO 2008). As imagens do ano de 1989, obtidas pelo sensor TM, foram usadas para elaborar as seguintes composições coloridas: RGB 321, RGB 432 e RGB 543. As imagens do ano de 2014, do sensor OLI, foram usadas para elaborar as composições RGB 432, RGB 543 e RGB 654 que equivalem respectivamente às composições anteriormente.

Sobre as composições elaboradas, foi aplicada a técnica de contraste linear, usada para realce e melhor

observação das feições de interesse, que além de melhorar a diferenciação nos padrões de uso e cobertura da terra, foi possível identificar as seguintes classes: campo, floresta, solo exposto, agricultura, água e sombra, que estavam presentes nas três imagens analisadas (NOVO 1992 e JENSEN, 2009).

Classificação digital

A classificação digital de imagens consiste no estabelecimento de um processo de decisão, no qual um grupo de pixels é definido como pertencente a uma determinada classe (VENTURIERI e SANTOS, 1998).

De acordo com o algoritmo utilizado, a classificação é dita supervisionada ou não supervisionada, envolvendo duas fases distintas: o treinamento e a fase de classificação propriamente dita (MOREIRA, 2005). Segundo Novo (1992), a classificação supervisionada, que foi utilizada nessa pesquisa, para agrupar os padrões de imagens semelhantes em classes de uso da terra, o classificador orienta sua busca de classes a partir de amostras de treinamento feitas anteriormente com as classes de interesse da cena. Para a classificação digital das imagens, foram definidas, com base na análise visual, seis classes temáticas: água, campo, floresta, solo exposto, agricultura e sombra. As áreas urbanizadas dos municípios foram desconsideradas devido à média resolução espacial das imagens, o que dificulta a correta delimitação dessas áreas, além de causar confusão espectral com a classe solo exposto que se encontra em maior extensão em todos os municípios. Para cada classe foram coletadas 50 amostras de variados formatos poligonais e valores radiométricos, buscando melhor desempenho do classificador denotado pelo índice da Exatidão Global.

Nessa técnica utilizou-se o algoritmo Maxver (Máxima Verossimilhança), o qual considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Assume que todas as bandas têm distribuição normal e calcula a probabilidade de um dado pixel pertencer a uma classe específica (INPE, 2008). Maxver é o método de classificação supervisionado mais comum e considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes e o pixel, utilizando parâmetros estatísticos, isto é, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe.

Cálculo do Coeficiente Kappa (K)

A confiabilidade da classificação digital foi avaliada a partir da matriz de confusão das áreas de treinamento das amostras, aplicando-se a fórmula do coeficiente Kappa, considerando um ótimo teste estatístico na análise de confiança da classificação supervisionada. Seu valor é obtido mediante a adoção de uma referência para comparação dos mapeamentos produzidos considerando-se a distribuição de percentagem de pixels classificados

correta e incorretamente. A confiabilidade da matriz de confusão depende da amostragem, registro e conhecimento, sendo importante que a amostra de treinamento seja homogênea e representativa da classe de interesse. Congalton e Green (1999), Landis e Kock (1977) determinam diferentes faixas para os valores Kappa, segundo o grau de concordância que eles sugerem. Assim, valores maiores que 0,75 representam excelente concordância. Valores abaixo de 0,40 representam baixa concordância e valores situados entre 0,40 e 0,75 representam concordância mediana. Os valores encontrados para o coeficiente Kappa e Exatidão Global respectivamente, foram 0,997 e 0,997 (para 1989); e 0,982 e 0,986 (para 2014) o que demonstrou resultados qualificados como excelentes.

Resultados

Através da classificação digital de imagens foi possível quantificar a ocorrência das classes de uso e cobertura da terra dos municípios em 1989 e 2014. A primeira data, segundo dados do INPE foi um período pouco chuvoso devido à ocorrência do fenômeno La Niña, por isso explica-se a pouca representação da classe água nos cinco municípios, em 1989. Ainda pode-se inferir que com o fenômeno La Niña que ocasionou seca nas áreas estudadas, a classe agricultura permaneceu inferior nos cinco municípios, quando comparada às áreas determinadas em 2014.

A classe campo por ter características de vegetação rasteira, associada ao fenômeno de seca revela menor área no início do período analisado, destacando-se em 2014, nos municípios de Ivorá, Nova Palma e Pinhal Grande. A classe sombra foi contabilizada nas imagens analisadas, devido ao relevo mais declivoso em alguns municípios e ao ângulo do sensor do satélite.

Dona Francisca (Figura 2 e 3) é o menor município dentre os cinco estudados. Podemos observar, na Tabela 1, que as áreas de agricultura sofreram um aumento de 1,21 km², e a classe solo exposto um aumento de 3,03% em relação a primeira data analisada. O solo exposto que era a segunda maior classe em área de ocupação em 1989 tornou-se predominante em 2014 (Figura 3). A classe sombra foi contabilizada das duas datas analisadas, devido ao relevo do município. Constatamos que nos arredores das áreas cobertas pela classe de água não temos a presença de áreas de preservação permanente, um conflito ambiental que acarretam na erosão do rio Jacuí.

O município de Faxinal do Soturno (Figura 4 e 5) sofreu modificações constantes com a ação humana. Na análise percebe-se o aumento de solo exposto que em 1989 (Tabela 1) representou 23,6% da área total classificada, e em 2014, 29,7% da área total. As classes campo e floresta tiveram suas áreas reduzidas no ano de 2014 em função do aumento, sobretudo, do solo exposto, agricultura e água. O avanço das áreas de solo exposto sobre o campo denotam alterações no uso da terra, indicando que

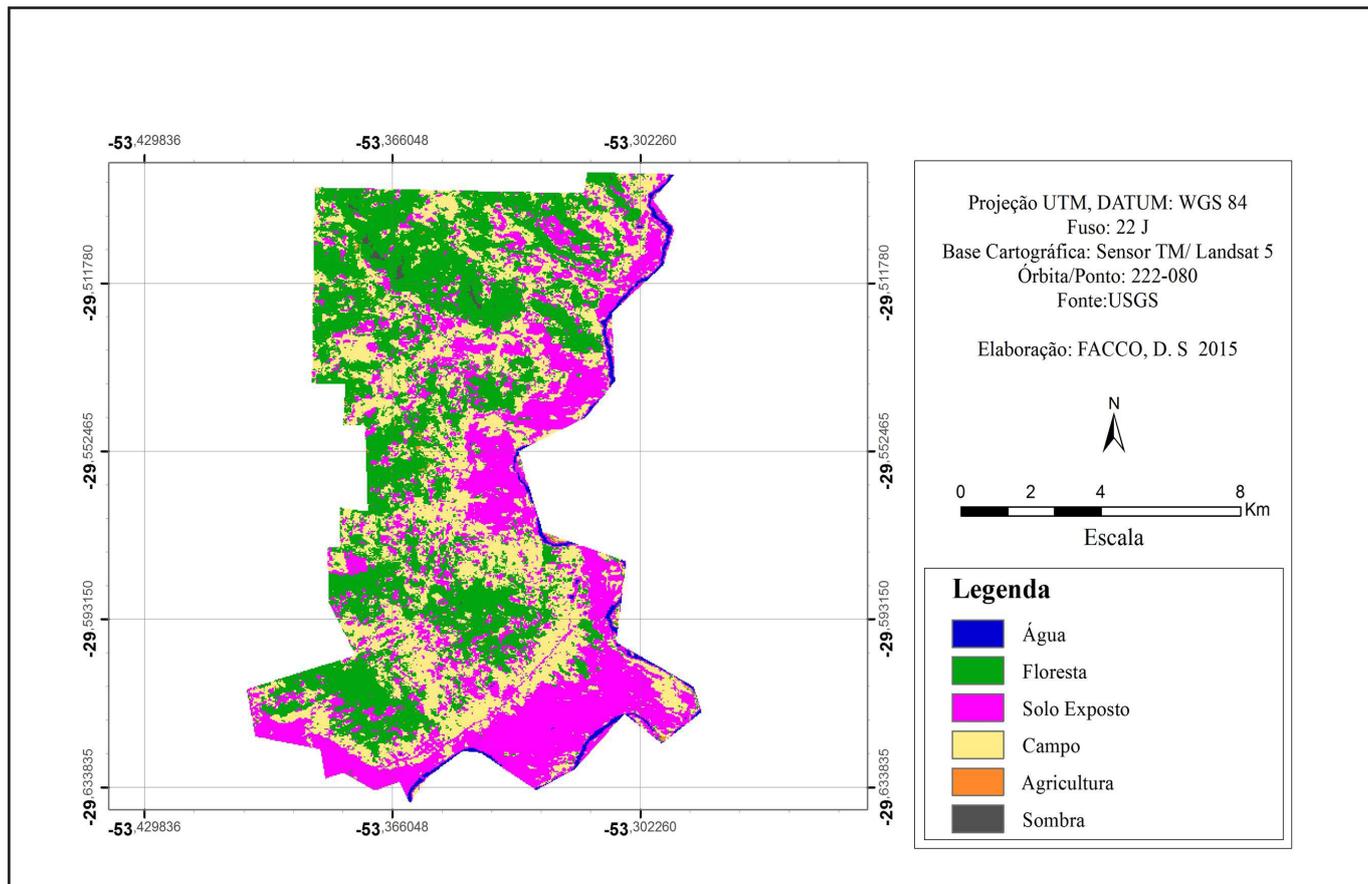


Figura 2 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Município de Dona Francisca no ano de 1989

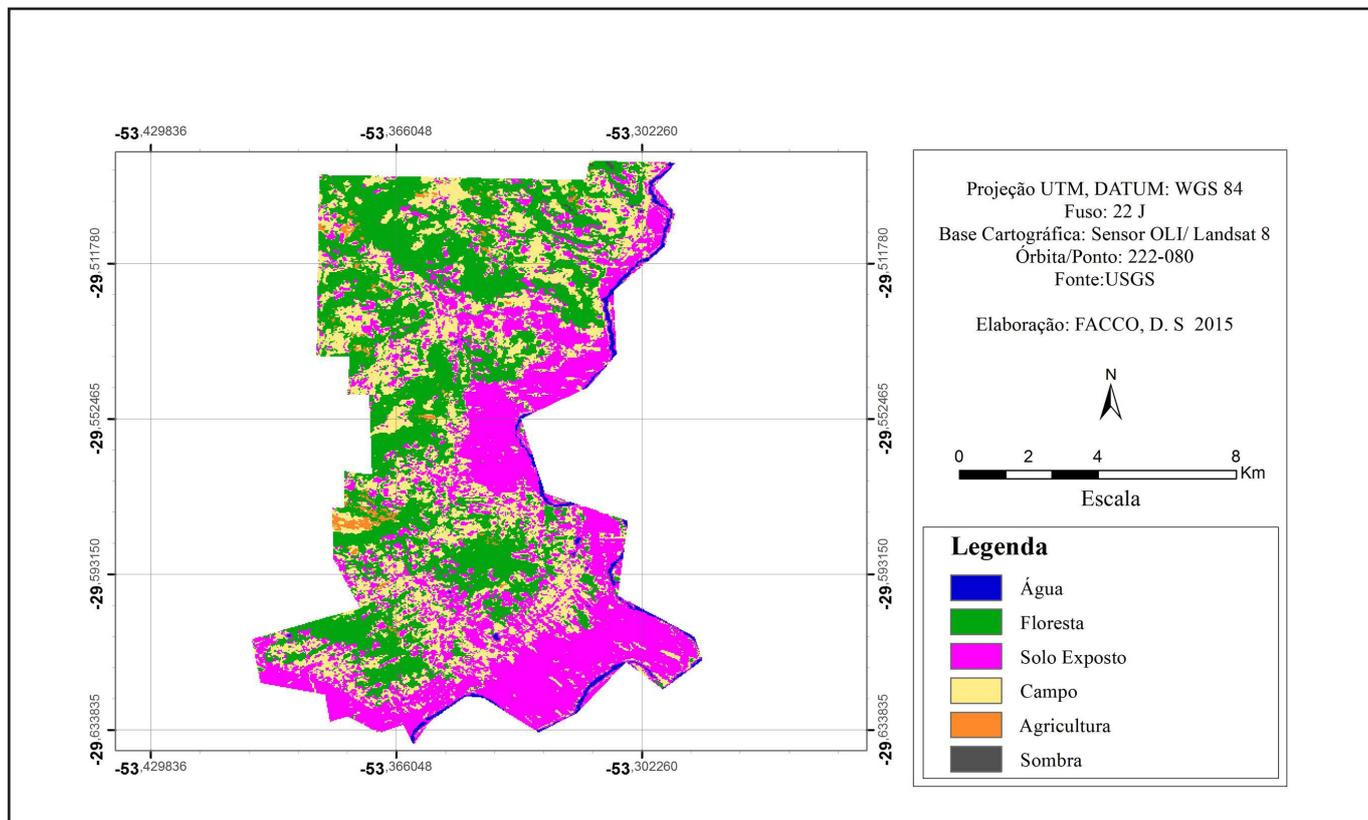


Figura 3 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Município de Dona Francisca no ano de 2014

Tabela 1 - Áreas (km²) dos municípios, quantificadas pela classificação digital das imagens Landsat nos anos de 1989 e 2014

Município de Dona Francisca					
Classes	Área Km ² 1989	%	Área Km ² 2014	%	Alteração Km ²
Água	1,83	1,38	1,88	1,42	+ 0,05
Floresta	48,13	36,38	46,12	34,87	- 2,01
Solo Exposto	41,81	31,61	47,52	35,92	+ 5,71
Campo	39,96	30,21	35,13	26,56	- 4,83
Agricultura	0,29	0,22	1,50	1,13	+ 1,21
Sombra	0,25	0,19	0,07	0,052	- 0,18
Área total	132,27	100	132,27	100	

Município de Faxinal do Soturno					
Classes	Área Km ² 1989	%	Área Km ² 2014	%	Alteração Km ²
Água	0,02	0,01	0,35	0,18	- 0,33
Floresta	76,38	38,89	72,05	36,68	- 4,33
Solo Exposto	39,41	20,06	58,32	29,69	+ 18,91
Campo	79,78	40,62	63,48	32,32	- 16,3
Agricultura	0,33	0,17	2,21	1,12	+ 1,88
Sombra	0,49	0,24	0,00	0	- 0,49
Área total	196,41	100	196,41	100	

Município de Ivorá					
Classes	Área Km ² 1989	%	Área Km ² 2014	%	Alteração
Água	0,002	0,001	0,01	0,007	+ 0,008
Floresta	71,42	50,43	60,71	42,87	-10,71
Solo Exposto	18,15	12,82	22,19	15,69	+ 4,04
Campo	51,61	36,45	56,06	39,59	+4,45
Agricultura	0,25	0,17	2,63	1,85	+2,38
Sombra	0,17	0,12	0,00	0	-0,17
Área total	141,60	100	141,60	100	

Município de Nova Palma					
Classes	Área Km ² 1989	%	Área Km ² 2014	%	Alteração
Água	1,23	0,34	4,39	1,21	+ 3,16
Floresta	165,09	45,57	138,27	38,16	- 26,82
Solo Exposto	36,61	10,10	37,36	10,31	+ 0,75
Campo	158,04	43,62	174,51	48,17	+ 16,47
Agricultura	0,85	0,23	6,98	1,93	+ 6,13
Sombra	0,46	0,13	0,77	0,21	+ 0,31
Área total	362,28	100	362,28	100	

Município de Pinhal Grande					
Classes	Área Km ² 1989	%	Área Km ² 2014	%	Alteração
Água	4,94	0,89	9,08	1,65	+ 4,14
Floresta	148,78	27,08	129,40	23,55	- 19,38
Solo Exposto	92,75	16,88	54,50	9,92	- 38,25
Campo	295,53	53,79	333,41	60,69	+ 37,88
Agricultura	6,74	1,23	21,68	3,95	+ 14,94
Sombra	0,61	0,11	1,28	0,23	+ 0,67
Área total	549,35	100	549,35	100	

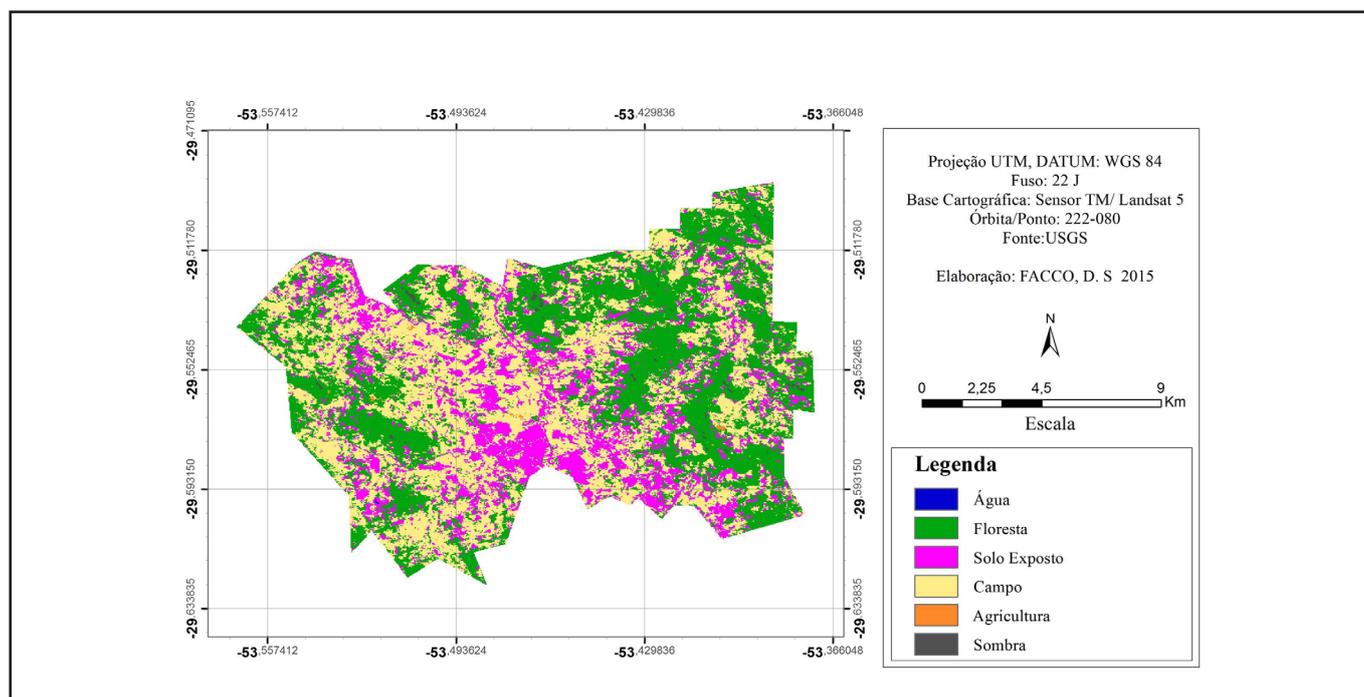


Figura 4 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Município de Faxinal do Soturno no ano de 1989

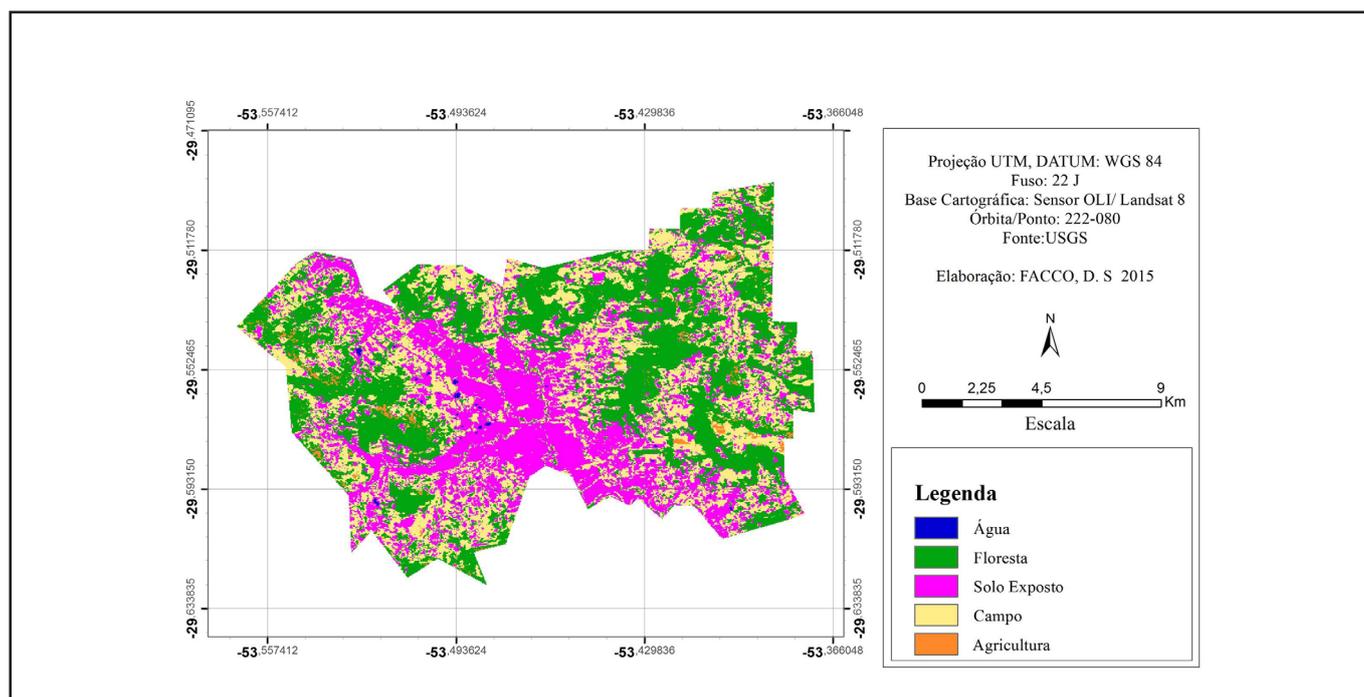


Figura 5 - Mapas de Uso e Cobertura da Terra no Município de Faxinal do Soturno no ano de 2014

ao final do período essas áreas passam a ser ocupadas pelas atividades agrícolas, uma vez que no momento da tomada da imagem encontram-se na fase de preparo do solo para implantação de um futuro cultivo. A classe de sombra não foi contabilizada no ano 2014 (Figura 5), pois o município não possui relevo irregular, sendo apenas contabilizada em 1989.

O município de Ivorá não apresentou mudanças expressivas durante o período analisado para a maio-

ria das classes de uso da terra (Figura 6 e 7) avaliadas. Considerando conjuntamente as classes de água, solo exposto, campo e agricultura observou-se um aumento de área ocupada de 10,87 Km² (Tabela 1). Por outro lado, a classe de floresta diminuiu quase que proporcionalmente ao aumento de área ocupada das classes anteriormente citadas, (Tabela 1), (Figura 7) o que indica desmatamento. Nesse sentido ressalta-se que a classe de agricultura aumentou em 2,38 Km². A dinâmica analisada nos 25 anos

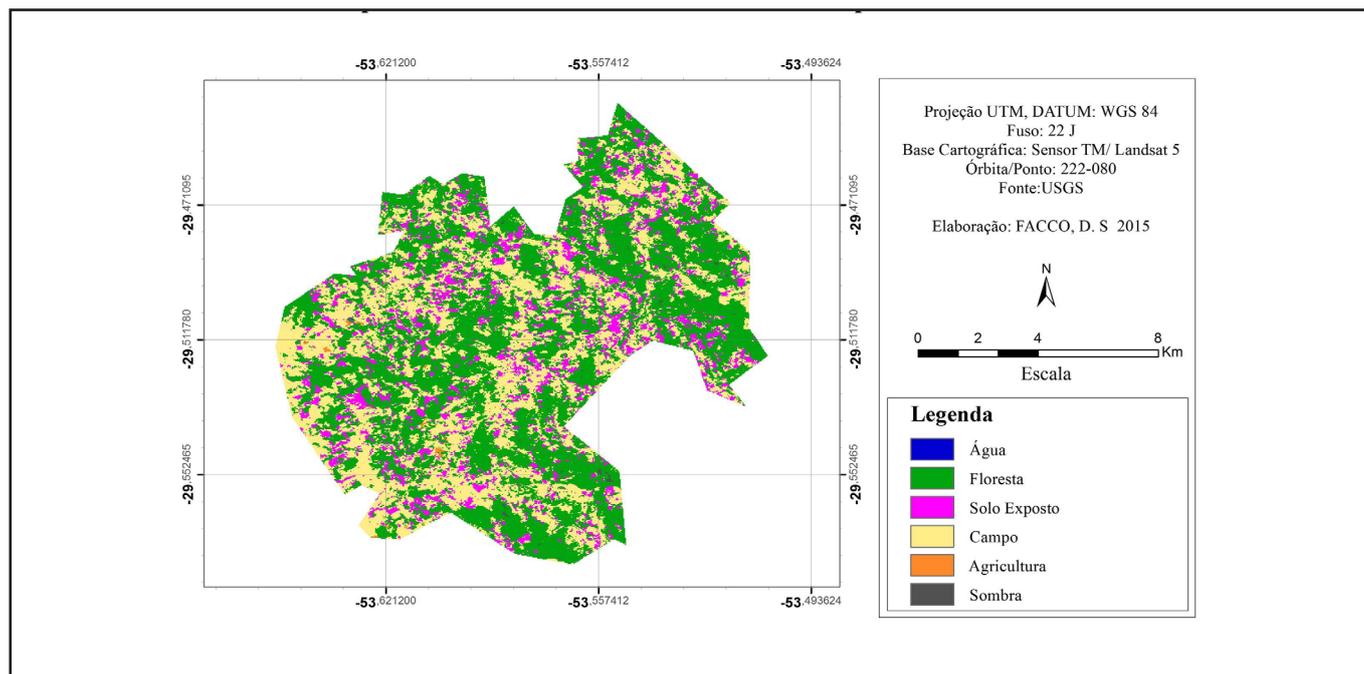


Figura 6 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Município de Ivorá no ano de 1989

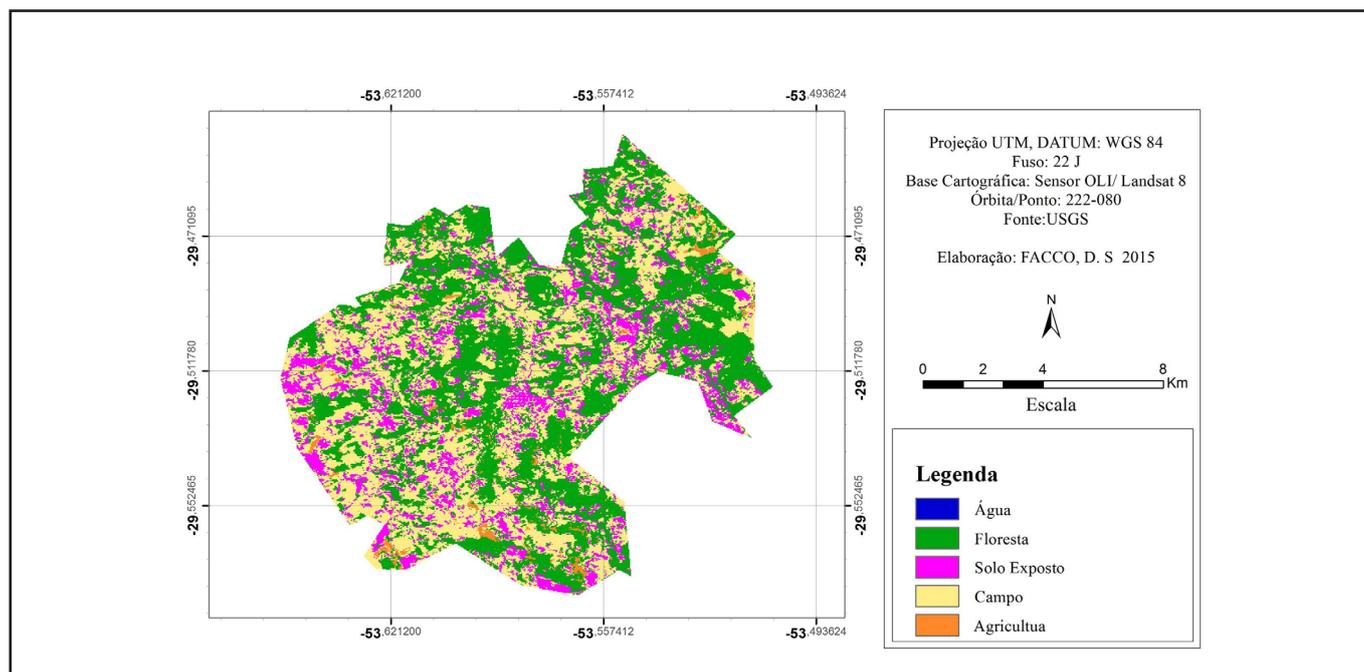


Figura 7 - Mapas de Uso e Cobertura da Terra no município de Ivorá nos anos de 1989 e 2014

neste município demonstra as principais mudanças de cobertura na parte oeste, onde algumas áreas de campo estão sendo substituídas por solo exposto.

Em Nova Palma, (Figura 8 e 9) com o passar dos 25 anos, diversas modificações no uso e cobertura da terra ocorreram. A classe de água teve aumento de 3,16 Km², devido à implantação da usina hidrelétrica de Dona Francisca em 2001 localizada no município na parte leste da

(Figura 9). A água ocupou áreas de solo exposto, campo e florestas após o alagamento. Na porção noroeste do mapa percebemos a substituição de algumas áreas de campo por solo exposto. A classe floresta teve diminuição de suas áreas de 26,82 km² (Tabela 1). A classe sombra foi contabilizada nas duas imagens devido ao relevo declivoso do município.

Pinhal Grande (Figura 10 e Figura 11) é o maior

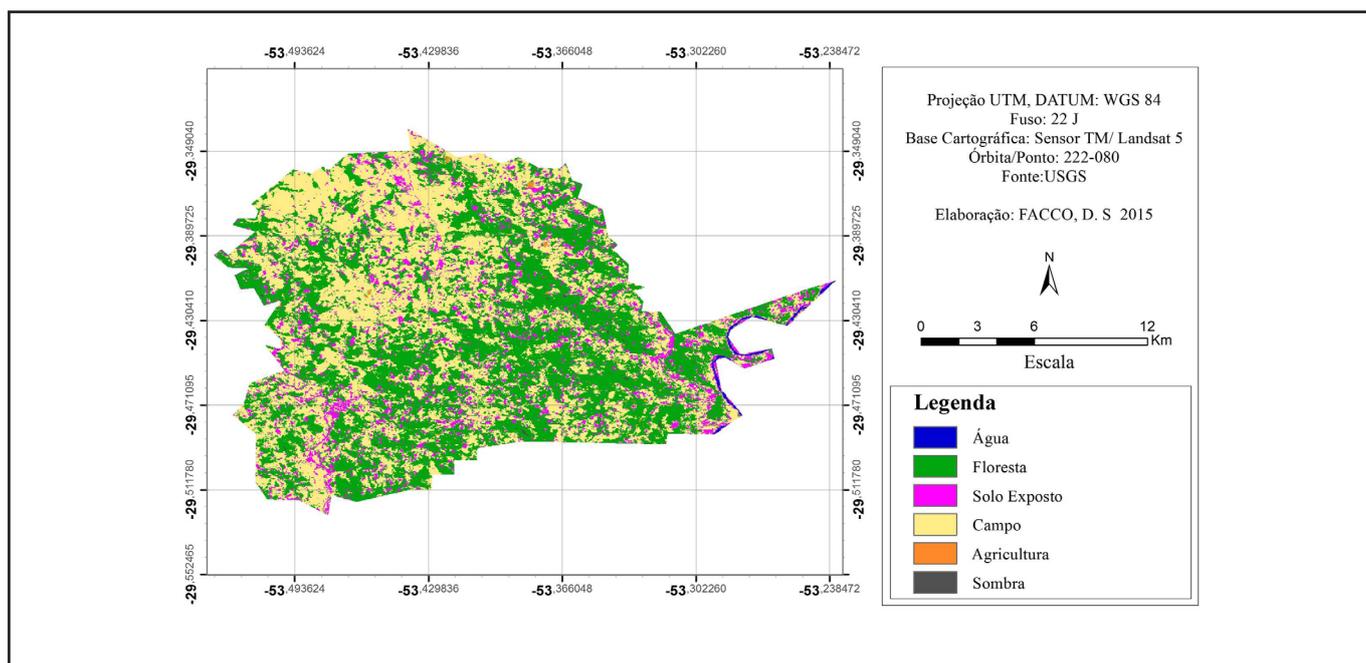


Figura 8 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Município de Nova no ano de 1989

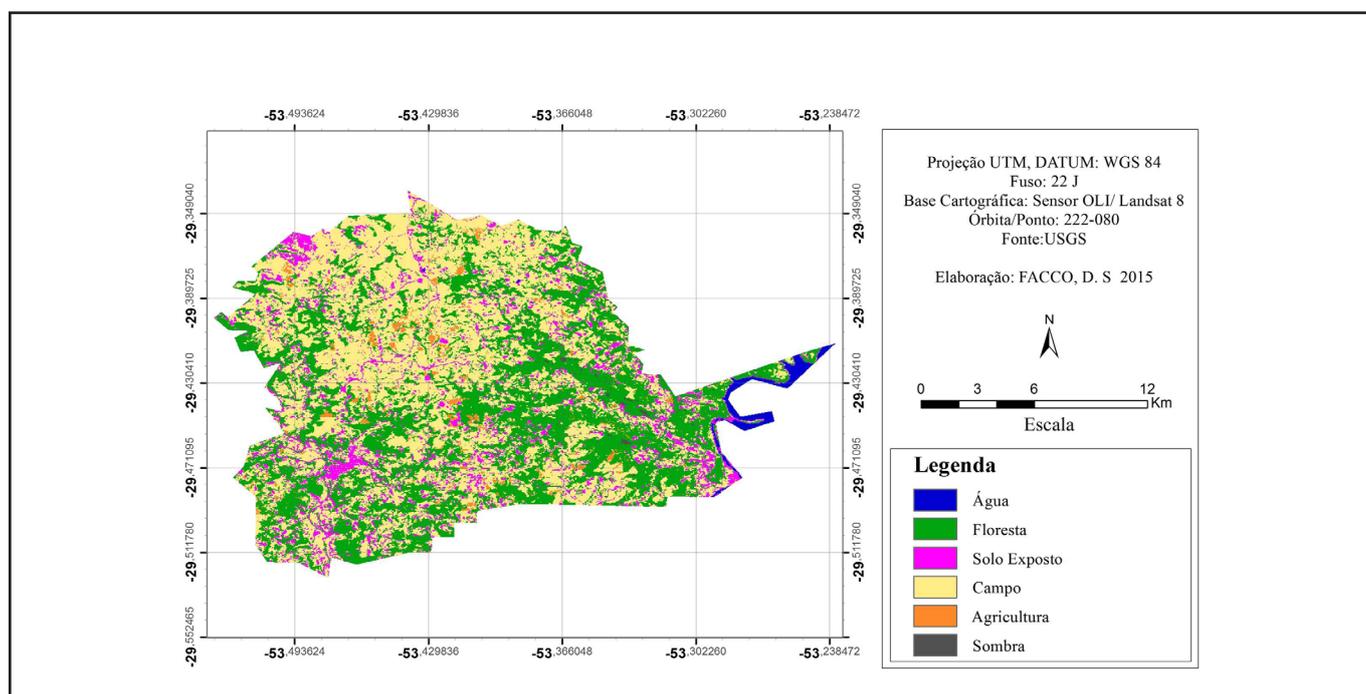


Figura 9 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra no município de Nova Palma no ano de 2014

município da área de estudos, as classes de agricultura, campo e água estão associadas ao fenômeno de seca em 1989, o que resulta em menor ocupação. A classe solo exposto teve uma redução de 38,25 km² juntamente com a classe de floresta 19,38 km², do período de 1989 para 2014 (Tabela 1). A classe sombra foi somada devido ao relevo declivoso em algumas áreas do município. Podemos analisar que o efeito do La Niña na cobertura

da terra em 1989 (Figura 10) acarretou na diminuição da classe de água caracterizada pelo rio Jacuí, estando presente nos seus arredores o solo exposto e o campo. Na região norte do município, observamos que no fim do período analisado, em algumas áreas a classe campo foi substituída pela classe agricultura, já na região noroeste as áreas de solo exposto reduziram em função do campo e da agricultura.

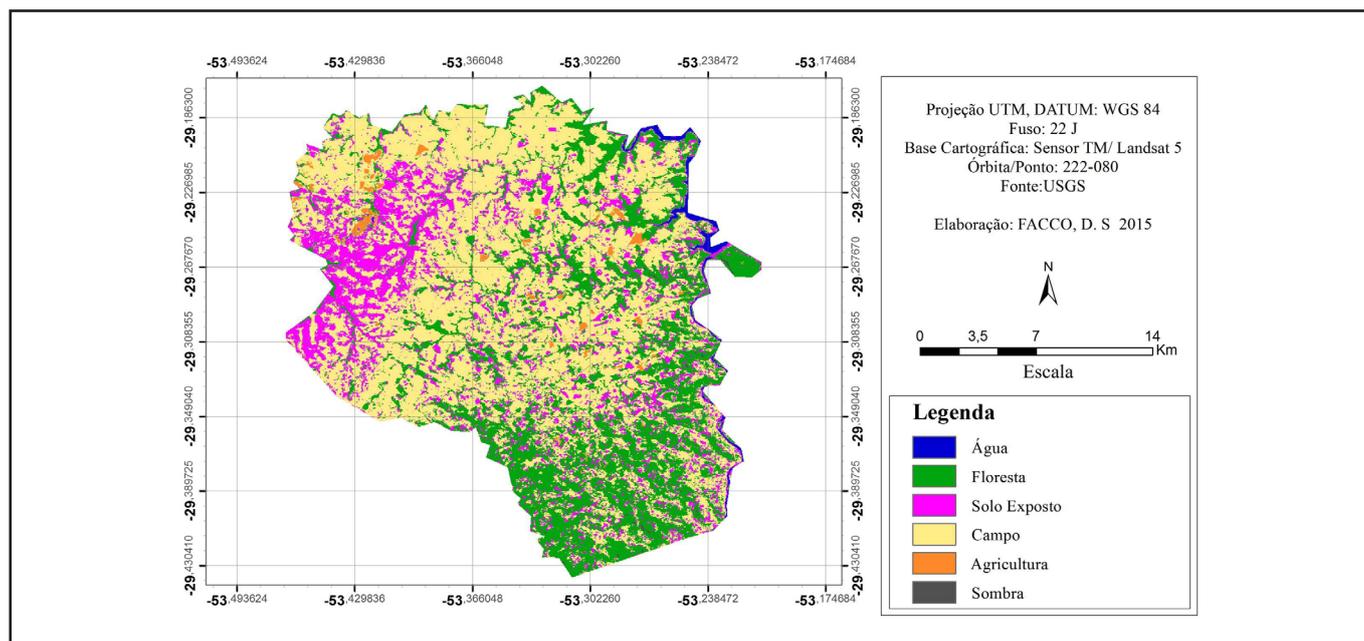


Figura 10 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Município de Pinhal Grande no ano de 1989

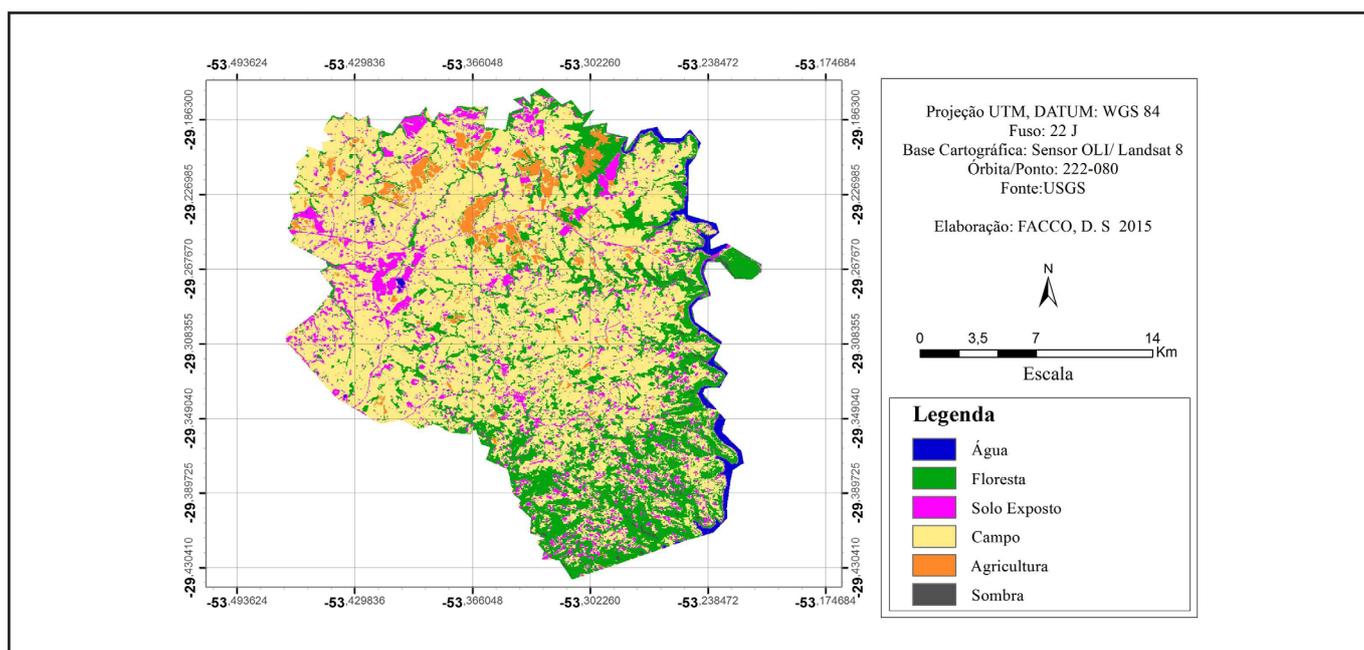


Figura 11 - Mapas de Uso e Cobertura da Terra no Município de Pinhal Grande no ano de 2014

Conclusão

As imagens dos sensores TM e OLI, e média resolução espacial permitiram o mapeamento do uso e cobertura da terra nos municípios de interesse, fornecendo um banco de dados para a classificação digital, o qual fornece subsídios para ações de monitoramento e preservação ambiental. Foi possível analisar adequadamente as alterações ocorridas nas classes de uso e cobertura da terra durante o período compreendido pelo estudo, considerando-se a observação sobre imagens dos satélites

Landsat. O primeiro período estudado em 1989 segundo INPE verificou-se o fenômeno La Niña, que foi um período pouco chuvoso na área de estudo ocasionando a seca, por isso a baixa contabilização das classes água e agricultura. A classe campo apenas nos municípios de Dona Francisca e Ivorá não tiveram ligação com o fenômeno La Niña e a classe solo exposto apenas interligou-se com esse fenômeno no município de Pinhal Grande. O que mais se destacou foi que no período de 2014 a agricultura apresentou expansão na sua área de ocupação em todos os municípios estudados, já que não

se constatou seca nesse ano. A presença de sombras foi verificada no período de 25 anos e foram contabilizadas devido à impossibilidade de mapeamento das classes que estão sob sua cobertura.

Referências

CARVALHO, J. O. A.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MELO, A. F.; SILVA, P. A. Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gorutuba/MG. In: *Actas XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO* [internet]; 2005 abril 16-21; Goiânia, Brasil. 2005 [acesso em 2015 setembro 28]. Disponível em: <http://mar.te.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/12.06.13.32/doc/473.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [internet]. Brasília: Ministério do Planejamento, Censo da população 2010 (BR) [acesso em 2015 junho]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. New York: Lewis Publishers, 1999.

FERRARI, R. Modelagem Dinâmica do Uso e Cobertura da Terra da Quarta Colônia, RS. [dissertação]. Santa Maria/RS: Mestrado em Geomática/ Universidade Federal de Santa Maria; 2008. 138 p.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. Gráfica. 3st ed. São Paulo: Oficina de textos; 2011.

JENSEN, J. Sensoriamento Remoto do Ambiente - Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. 2st ed São Paulo: Parêntese; 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), disponível em < http://enos.cptec.inpe.br/tab_lanina.shtml > acessado em 20. dez. 2014

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) – Manuais: tutorial de geoprocessamento SPRING. 2008.

LANDIS, R. J.; KOCH, G. G.; The measurement of observer agreement for categorical data. *Sociedade Internacional de Biometric*, 1977 mar. 159-174. English.

MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 83p.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2005.

NOVO, E. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 4st ed. São Paulo: Edgar Blücher. 2008.

NOVO, E. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 1st ed. São Paulo: Edgar Blücher. 1992.

RECHIUTI, L.V. Processamento de Imagens Digitais. São José dos Campos: INPE – CTA, 1996.

SILVA, A.M.; XAVIER, A. P. C.; MEDEIROS. I. C.; MARANHÃO, K. U. A.; SILVA, R. M.; Análise multitemporal e atualização do mapa de uso e ocupação do solo do município de Monteiro/PB. In: *Actas XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO* [internet]; 2013 jun 21; Foz do Iguaçu, Brasil. 2013 p. 1548 – 1555. [acesso em 2015 setembro 29] Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1013.pdf>.

TEIXEIRA, A. L. A.; CHRISTOFOLETTI, A. Sistemas de Informação Geográfica: *Dicionário Ilustrativo*. São Paulo: Editora Hucitec Ltda; 1997.

VENTURIERI, A.; SANTOS, J. R. Técnicas de classificação de imagens para análise da cobertura vegetal. En: ASSAD, E. D. y SANO, E. E. (Ed.). *Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura*. P. 351-371. 2º ed. EMBRAPA, Brasília. 1998.