



EVOLUÇÃO DAS ÁREAS AGRÍCOLAS NOS ANOS DE 1989 A 2014 NO MUNICÍPIO DE FAXINAL DO SOTURNO RS, COM SUBSÍDIO DE GEOTECNOLOGIAS

Douglas Stefanello **Facco**¹, Ana Karoline Ferreira dos **Santos**², Patrícia **Ziani**³, Waterloo
Pereira Filho⁴

(1 - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Doutorando em Sensoriamento Remoto, douglas.s.facco@hotmail.com, 2 - Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí, Mestranda em Geografia. karoljti.santos@gmail.com, 3 - Universidade Federal de Santa Maria, Doutoranda em Geografia, pathyziani@hotmail.com, Universidade Federal de Santa Maria, Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia, waterloopf@gmail.com)

Resumo: O objetivo deste trabalho é investigar a dinâmica das áreas agrícolas a partir de geotecnologias como geoprocessamento, sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto no município de Faxinal do Soturno localizado no estado do Rio Grande do Sul, no período de 1989 a 2014. A metodologia partiu da realização do mapeamento multitemporal do uso e cobertura da terra do município onde se analisou as classes água, campo, agricultura, floresta, solo exposto e sombra. Para isso, utilizou-se o software SPRING 5.2, na classificação supervisionada de imagens do satélite Landsat 5 do ano 1989 e satélite Landsat 8 do ano 2014. Posteriormente, as imagens classificadas passaram pelo processo de análise espacial por meio da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) que possibilitou evidenciar as áreas agrícolas. A partir do cruzamento de informações foi possível averiguar os seguintes episódios: expansão agrícola, redução agrícola e manutenção agrícola. Os resultados revelam que no período 25 anos as áreas agrícolas tiveram expansão de suas áreas, esse fato está fortemente ligado ao aumento na produção de arroz, maior cultura presente no município, confirmando com dados do IBGE. Conclui-se que os resultados foram importantes para confirmar as tendências atuais observadas pela geração de informação com auxílio de ferramentas de geotecnologias no município.

Palavras-Chave: Dinâmica espaço-temporal. Geotecnologias. Áreas agrícolas.



EVOLUTION OF AGRICULTURAL AREAS IN THE YEARS OF 1989 TO 2014 NOT MUNICIPAL OF FAXINAL OF SOTURNO RS, WITH SUBSIDY OF GEOTECHNOLOGIES

Abstract: The objective of this study is to investigate of dynamics from the agricultural areas from geotechnologies such as geoprocessing, geographic information systems and remote sensing in the municipality of Faxinal do Soturno located in the state of Rio Grande do Sul, from 1989 to 2014. A partial methodology of the realization of multitemporal mapping of the use and land cover of the municipality where water classes, field, agriculture, forest, exposed ground and shade were analyzed. For this, the software SPRING 5.2 was used in the supervised classification of images of the satellite Landsat 5 of the year 1989 and satellite Landsat 8 of the year 2014. Subsequently, the classified images passed through the process of spatial analysis through the Space Language for Algebraic Geoprocessing (LEGAL) that made it possible to show how agricultural areas. From the crossing of information it was possible to verify the following episodes: agricultural expansion, agricultural reduction and agricultural maintenance. The results show that in the 25 years as agricultural areas with expansion of their areas, this fact is strongly linked to the increase in rice production, the highest crop in the city, confirming with IBGE data. It is concluded that the results were important to confirm as current trends observed by the generation of information with the help of geotechnology tools in the municipality.

Keyword: Spatial-time dynamics. Geotechnology. Agricultural areas.

EVOLUCIÓN DE LAS ÁREAS AGRÍCOLAS EN LOS AÑOS DE 1989 A 2014 EN EL MUNICIPIO DE FAXINAL DEL SOTURNO RS, CON SUBSIDIO DE GEOTECNOLOGÍAS

Resumen: El objetivo de este trabajo es investigar la dinámica de las áreas agrícolas a partir de geotecnologías como geoprocésamiento, sistemas de información geográfica y sensoriamiento remoto en el municipio de Faxinal del Soturno ubicado en el estado de Rio Grande do Sul, en el período de 1989 a 2014. La metodología partió de la realización del mapeo multitemporal del uso y cobertura de la tierra del municipio donde se analizó las clases agua, campo, agricultura, bosque, suelo expuesto y sombra. Para ello, se utilizó el software SPRING 5.2, en la clasificación supervisada de imágenes del satélite Landsat 5 del año 1989



y satélite Landsat 8 del año 2014. Posteriormente, las imágenes clasificadas pasaron por el proceso de análisis espacial por medio del Lenguaje Espacial para Geoprocetamiento Algébrico (LEGAL) que posibilitó evidenciar las áreas agrícolas. A partir del cruce de informaciones fue posible averiguar los siguientes episodios: expansión agrícola, reducción agrícola y mantenimiento agrícola. Los resultados revelan que en el período 25 años las áreas agrícolas tuvieron expansión de sus áreas, ese hecho está fuertemente ligado al aumento en la producción de arroz, mayor cultura presente en el municipio, confirmando con datos del IBGE. Se concluye que los resultados fueron importantes para confirmar las tendencias actuales observadas por la generación de información con ayuda de herramientas de geotecnologías en el municipio.

Palabras Clave: Dinámica espacio-temporal. Geotecnología. Áreas agrícolas.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história a utilização dos recursos naturais passou por diversas fases, sendo representada principalmente pela expansão da produção agrícola em áreas com vegetações naturais, o que contribui para a geração de impactos ambientais.

De acordo com Conceição et al. (2014) a agricultura brasileira teve um grande impulso entre as décadas de 1960 e 1980, devido ao desenvolvimento da ciência e tecnologia, proporcionando a inserção de regiões antes consideradas inadequadas para a expansão agrícola, no entanto esse processo resultou na fragilidade ambiental, ocasionando a perda da variabilidade de flora e fauna presente em diversas regiões.

Um dos recursos naturais mais afetados pela expansão das atividades agrícolas é o solo, conforme aponta Balsan (2006):

... a falta de conhecimento das características e propriedades do solo, aliada ao modelo monocultor intensivo e ao descaso quanto à sorte das futuras gerações têm levado à aceleração da erosão física e biológica dos solos bem como a processos mais agressivos, como é o caso da desertificação, presente em algumas áreas do Rio Grande do Sul.

Nessa perspectiva, Balsan (2006) destaca que a expansão agrícola gera diversas modificações ambientais, que atingem os recursos hídricos, devido à contaminação

influenciada pelo uso de fertilizantes, adubos inorgânicos e agrotóxicos. Para Lopes et al. (2016), esses impactos em sua grande maioria são resultados de ações irracionais do uso e ocupação das terras e tem como consequência o processo de desequilíbrio ambiental.

Desse modo é essencial compreender a dinâmica do uso e cobertura da terra para diagnosticar alterações no espaço geográfico em um determinado período de tempo. Um dos meios mais utilizados são as geotecnologias, que segundo Rosa (2005) são um conjunto de ferramentas que abrangem os sistemas de informação geográfica (SIG), sensoriamento remoto, geoprocessamento, entre outras capazes de representar informações de diferentes fenômenos que ocorrem na superfície terrestre.

Diante dos pressupostos, o referente estudo tem por objetivo utilizar ferramentas de geotecnologias para analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra e da evolução agrícola no município de Faxinal do Soturno, localizado no Estado do Rio Grande do Sul no período de 1989 a 2014.

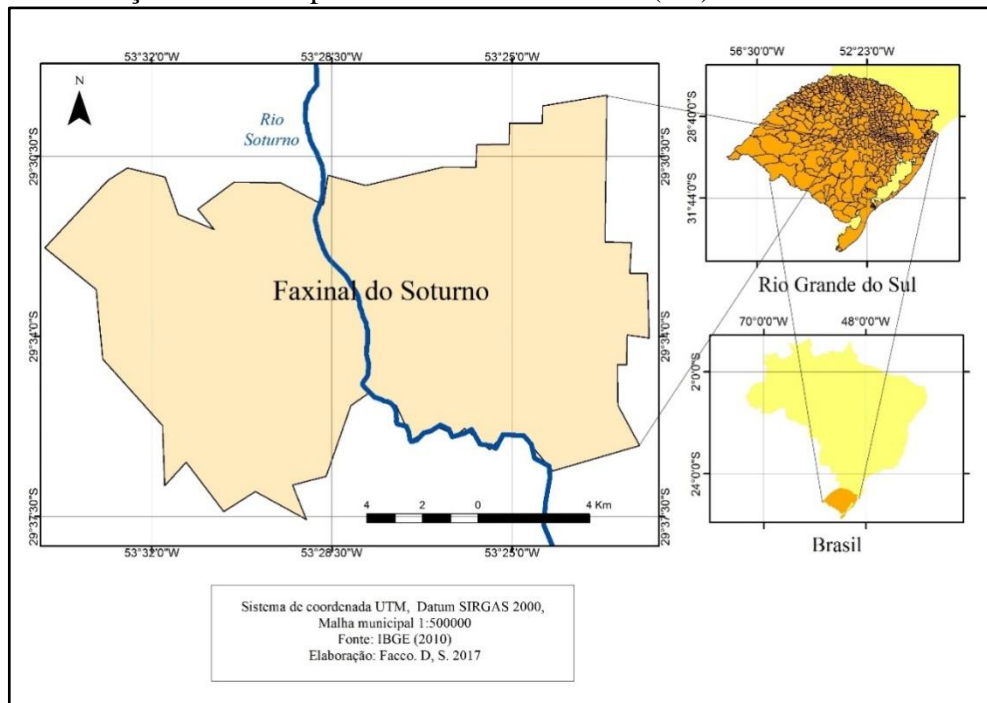
A justificativa para realização dessa pesquisa deve-se as transformações ocasionadas pelas formas de uso e cobertura da terra realizadas nas últimas décadas no município, que é caracterizado por uma geomorfologia favorável a expansão agrícola, no entanto, ratifica-se a necessidade de estudos que subsidiem o planejamento e políticas públicas para o evitar impactos ambientais econômicos.

2 MATERIAL E MÉTODO

O município de Faxinal do Soturno situa-se entre a transição geomorfológica da Depressão Central e do Planalto Meridional, ou seja, está situado 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 (Mapa 1). Fazendo parte da Quarta Colônia de Imigração Italiana o município é caracterizado por uma economia baseada no setor primário, utilizando mão de obra familiar, tendo como principais produtos cultivados o arroz, a soja e o milho (IBGE, 2014).

Quanto à vegetação, o município de Faxinal do Soturno possui 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.

Mapa 1- Localização do município de Faxinal do Soturno (RS).



Elaboração: Autor.

O clima deste município de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa, (clima temperado úmido com verão quente) possui a temperatura do mês mais quente superior a 22° e a do mês mais frio superior a -3°C, apresentando precipitação média anual de 1700 mm (MORENO, 1961).

2.1 Aquisição e Processamento Imagens Landsat sensor TM e sensor OLI

Para o mapeamento do município optou-se pelas imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8. A justificativa pela escolha das imagens é o acesso livre e gratuito, pela resolução temporal do sensor de 16 dias e resolução espacial de 30 metros. O download dos arquivos foi por meio do site <https://earthexplorer.usgs.gov/> do Serviço Geológico dos Estados Unidos.

Inicialmente foi analisada a imagem Landsat Thematic Mapper (TM) de setembro de 1989 e a imagens Landsat Operational Land Imager (OLI) de agosto de 2014. A órbita-ponto das imagens é 222-80, e as bandas processadas foram 1 (azul), 2 (verde), 3 (vermelho), ambas do espectro visível, 4 (do infravermelho próximo) e 5 (do infravermelho médio) do sensor TM e bandas 2 (azul), 3 (verde), 4 (vermelho visível), 5 (infravermelho próximo) e 6 (infravermelho médio) do sensor OLI.

As imagens, originalmente disponíveis em formato GeoTiff, foram convertidas e importadas no Software SPRING 5.2 sendo posteriormente submetidas à diferentes técnicas de processamento digital.

2.2 Classificação digital de imagem

A classificação digital de imagem se apoia em criar um processo de decisão em que se determina uma classe para um grupo de pixels. Desta forma, o software auxilia o usuário na interpretação das imagens orbitais. Nesta situação, se estabelece uma classe a um grupo de pixels, fazendo com que os pixels de igual valor tenham a mesma classificação (Venturieri e Santos 1998).

Para a análise, coletaram-se amostras de pixels para cada classe temática identificada nas imagens, entre elas agricultura, água, campo, floresta, solo exposto e sombra. As classes de uso e cobertura da terra identificadas possuem características distintas, a classe agricultura engloba todas as áreas com presença de cultivos agrícolas incluindo pastagens cultivadas.

A classe água é caracterizada pelas drenagens, rios, sangas, represas, açudes e demais corpos d'água. Campos são representados por áreas com presença de gramíneas de diversos tamanhos e espécies, geralmente nativas, e vegetação arbustiva de pequeno porte. As florestas são compostas por vegetação arbórea de médio a grande porte geralmente densa, constituindo normalmente matas galeria e por remanescentes do Bioma Mata Atlântica que se localizam geralmente em encostas e morros.

A classe solo exposto representa áreas onde há inexistência de cobertura do solo sendo em sua maioria áreas agrícolas, onde há o preparo para novos cultivos ou a recente remoção de cultivos temporários. Já a classe sombra, devido ao ângulo de incidência do sensor e ao relevo acidentado do município em que a sombra de porções mais elevadas da superfície é projetada sobre a superfície descaracterizando a resposta espectral do uso ou cobertura da terra existente naquele local. Nessa etapa de classificação, utilizou-se o algoritmo Maxver (Máxima Verossimilhança), para agrupar pixels que apresentam maior probabilidade de pertencer a uma determinada classe de uso e cobertura da terra. 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 (INPE, 2006).



A qualidade da classificação digital foi avaliada a partir da matriz de confusão das áreas de treinamento das amostras, aplicando-se a fórmula do coeficiente Kappa, um teste estatístico para análise da confiança da classificação supervisionada. Seu valor é a comparação dos mapeamentos produzidos considerando-se a distribuição de percentagem de pixels classificados correta e incorretamente. Landis e Kock (1977) caracterizam diferentes faixas para os valores Kappa, 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.

2.3 Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico

Segundo Barbosa (1997) a linguagem LEGAL proposta por Câmara (1995), tem como finalidade promover um ambiente para análise geográfica, englobando operações de manipulação, consulta espacial e operação de apresentação de resultados de consulta e manipulação. As operações foram feitas separadamente das operações de consulta e apresentação. A Linguagem LEGAL foi desenvolvida com base no modelo de dados do sistema SPRING, com o objetivo de permitir a efetivação de análise e simulações de fenômenos reais sobre atributos espaciais e não-espaciais (Silva 2003).

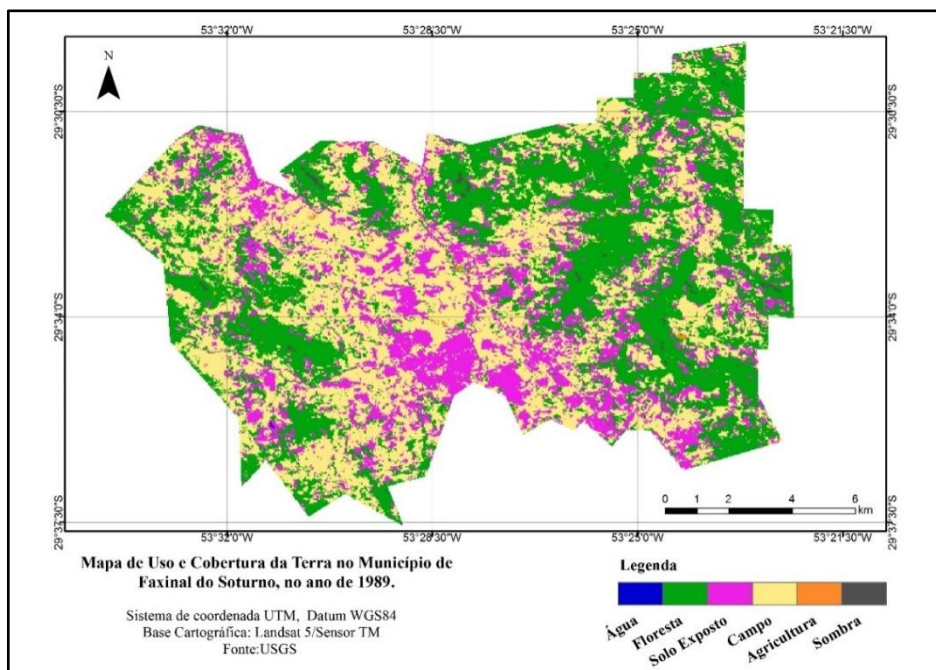
Neste trabalho, gerou-se um mapa temático da evolução da cobertura agrícola, evidenciando as áreas agrícolas que sofreram alteração no período de estudo. Esse procedimento permitiu identificar a dinâmica da agricultura, que foi considerada em uma das seguintes três situações: expansão agrícola, manutenção agrícola e redução agrícola.

As áreas de redução agrícola foram consideradas como sendo aquelas em que as classes temáticas de agricultura e solo exposto foram substituídas pelas classes campo, floresta e água. As áreas de expansão agrícola foram interpretadas como sendo aquelas em que as classes agricultura e solo exposto aparecem no primeiro período de análise em locais ocupados por outras classes. A manutenção agrícola foi constatada em áreas que não sofreram alterações durante o período de análise, sendo ocupadas pelas classes agricultura e solo exposto, classes que caracterizam atividades agrícolas.

3 RESULTADOS

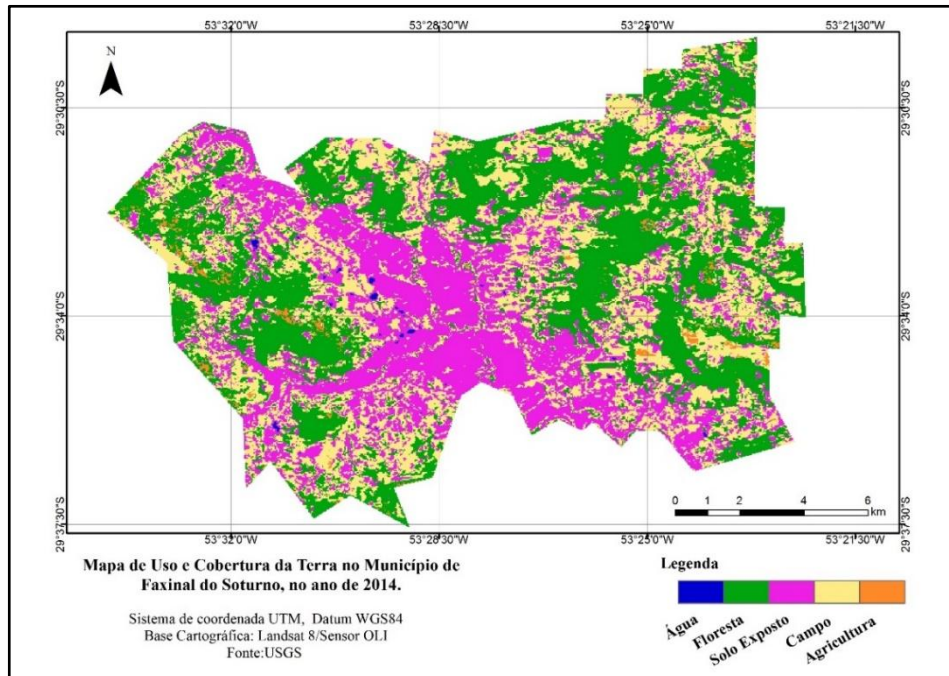
A classificação digital das imagens possibilitou quantificar as classes usos e cobertura da terra do município em 1989 (Figura 1) e 2014 (Figura 2), verificando a dinâmica das áreas agrícolas nesse período. Os resultados das classificações segundo o coeficiente KAPPA foi de 0,997 para 1989 e 0,982 para 2014, que segundo Landis e Kock (1977), apresentam excelente concordância.

Figura 1 – Uso e Cobertura da terra em Faxinal do Soturno - Período de 1989.



Elaboração: Autor.

Figura 2 – Uso e Cobertura da terra em Faxinal do Soturno - Período de 2014.



Elaboração: Autor.

O município de Faxinal do Soturno sofreu modificações no período de 25 anos. Segundo dados do CPETEC INPE (2017); Mota (2000); Marengo (2001) e CPC-NCEP-NOAA (2017) no ano de 1989 ocorreu o fenômeno La Niña ocasionando poucas chuvas em todo estado do Rio Grande do Sul.

Analisando a Tabela 1, Figura 1 e Figura 2 o município de Faxinal do Soturno no primeiro período de estudo 1989, percebe-se que as classes água e agricultura tiveram menores áreas em relação a 2014, confirmando o efeito da seca em 1989. As figuras também nos revelam avanços das áreas de solo exposto sobre as áreas de campo que denotam alterações no uso da terra, indicando que algumas áreas de campo passaram a ser ocupadas por atividades agrícolas em 2014. No momento da tomada das imagens encontram-se na fase de preparo do solo para implantação de um futuro cultivo, vindo a confirmar as tendências da atualidade em aumentar principalmente a produção produtos agrícolas que possuem incentivos governamentais, aliados a um processo integrado de modernização, fomentado pela expansão do capitalismo no espaço agrário brasileiro Ferrari (2008). A classe floresta passou por poucas alterações, e a classe de sombra foi contabilizada apenas em 1989, devido a visada do ângulo do sensor impossibilitando o mapeamento tendo radiância nula.

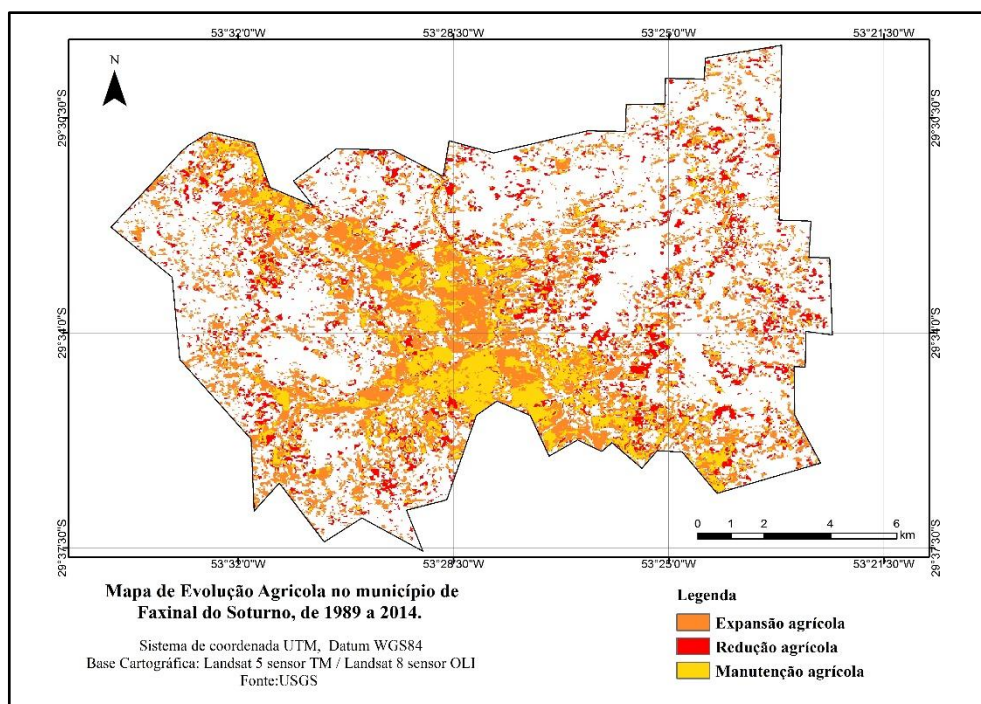
Tabela 1 - Área do uso e cobertura da terra nos anos de 1989 e 2014.

Classe	Áreas nas imagens classificadas Km ² e %				
	Set/1989 Km ²	%	Ago/2014 Km ²	%	Alteração Km ²
Água	0,02	0,01	0,35	0,18	+ 0,33
Agricultura	0,33	0,17	2,21	1,12	+ 1,88
Campo	79,78	40,62	63,48	32,32	- 16,03
Floresta	76,38	38,89	72,05	36,68	- 4,33
Solo Exposto	39,41	20,06	58,32	29,69	+ 18,91
Sombra	0,49	0,24	0,00	0	-0,49
Área Total	196,41	100	196,41	100	

Elaboração: Autor.

Na segunda etapa do trabalho foi realizada a álgebra de mapas para a verificação das áreas de expansão, manutenção e redução agrícola, no período de análise. Conforme a Figura 3 estão expostos os resultados desta análise, onde demonstra que as áreas de expansão agrícola foram significativamente superiores.

Figura 3 – Evolução agrícola em Faxinal do Soturno - Período 1989 a 2014.



Elaboração: FACCO, D.S. 2017.



A expansão agrícola foi a classe de maior quantificação, definida pelas áreas que passaram a ser de agricultura no último período, apresentando uma área de 3.876,2 hectares. A maioria dos avanços agrícolas se deram sobre as áreas de campos principalmente próximo as margens do Rio Soturno, onde é cultivado a cultura do arroz.

A manutenção agrícola, com 2.177,4 hectares, é caracterizada pela permanência das atividades agrícolas nas duas datas avaliadas, as áreas contabilizadas foram em sua maioria aos arredores do Rio Soturno.

A redução agrícola foi a menor classe quantificada 1.796,9 hectares, sendo denominada para as áreas que eram agrícolas e passaram a ser outro uso ou cobertura. Na maioria dos casos, essas áreas passaram a ser ocupadas por campos ou formação vegetal de baixo porte, essas áreas estão representadas em diversas porções no município.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2014 as áreas de produção agrícola no município de Faxinal do Soturno somaram em torno de 4.700 hectares. Já as áreas quantificadas utilizando técnicas de análise em geoprocessamento algébrico foram de 4.256,7 hectares, ambas com valores próximos, confirmando alterações no uso e cobertura da terra. As imagens Landsat de 30 metros de resolução espacial foram adequadas para o estudo em nível municipal tendo potencial para diagnosticar as mudanças ocorridas pela dinâmica do uso e cobertura da terra no período de 25 anos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As imagens Landsat de 30 metros de resolução juntamente com a metodologia empregada, foram adequadas para o estudo. Foi possível gerar mapas de uso e cobertura da terra, produzir e executar as simulações em LEGAL e gerar os mapas para representar o comportamento da dinâmica das áreas agrícolas no período de 25 anos no município de Faxinal de Soturno.
- Os resultados dos cruzamentos mostram que as áreas agrícolas aumentaram no último período de estudo, em sua maioria as áreas que pertenciam a classes campo passaram a ser ocupadas por atividades agrícolas, confirmando com dados do IBGE de 2014. As áreas agrícolas que se expandiram encontram-se principalmente próximas as margens do Rio Soturno, onde é cultivado a cultura arroz.



AGRADECIMENTOS

“O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil”.

Os autores agradecem por participar do projeto PROCAD que tem como intuito a troca de conhecimentos entre alunos das universidades UFG JATAI, UFSM e USP.

REFERÊNCIAS

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo-território: revista de geografia agrária**, 1, v. n. 2, p.123-151, 2006. Disponível em: <<http://www.campoterritorio.ig.ufu.br/>>. Acesso em: 30 set. 2016.

BARBOSA, C. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. [dissertação]. São José dos Campos/SP: Mestrado em Sensoriamento Remoto/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; 1997. 161 p.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para banco de dados geográficos**. 1995. 286 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995.

CONCEIÇÃO, Júnia Cristina Peres R. da; CONCEIÇÃO, Pedro Henrique Zuchi da. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA**. Brasília: Ipea, 2014. 36 p. Disponível em: <<http://www.en.ipea.gov.br>>. Acesso em: 30 set. 2016.

CPC-NCEP-NOAA. **Cold and Warm Episodes by Season**. Climate Prediction Center. Disponível em: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.html Acesso em 05 mar. 2017.

CPTEC. INPE **Centro de Previsão de Tempo e estudos Climáticos**. Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/> Acesso em 05 mar. 2017.

INPE – **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

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



GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia - UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
<http://www.revistas.ufg.br/geoambiente>
Edição Especial Procad USP/UFMS/UFG-Jataí
Jataí-GO | n 30 | Jan-Abril/2018



LOPES, Simone Marques Faria et al. Avaliação espaço-temporal do uso da terra nas bacias hidrográficas do ribeirão Paraíso GO e córrego Cerrado/Cadunga-MG. **Geoambiente Online**, Jataí, p.114-132, 2016. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/geoambiente>>. Acesso em: 30 set. 2017.

MARENGO, J.A **Mudanças Climáticas Globais e Regionais: Avaliação do Clima Atual do Brasil e Projeções de Cenários Climáticos do Futuro**. Revista Brasileira de Meteorologia, Seção José dos Campos, v.16, n.1, p.01-18. 2001.

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

MOTA, F. S. da **Influencia dos Fenômenos El Niño e La Niña Sobre o Rendimento do Arroz Irrigado na Região de Pelotas (RS)**. Revista Brasileira de Meteorologia, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.21-24. 2000.

ROSA, R. **Geotecnologias na geografia aplicada**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v.16, p.81-90, 2005. Disponível em: < <http://www.geografia.ffe.usp.br> >. Acesso: 30 set. 2016.

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 29 set de 2015. Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1013.pdf>.

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