



AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE FAXINAL DO SOTURNO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Douglas Stefanello Facco^(a), Ana Carolina Benedetti^(b), Eduardo André Kaiser^(c), Waterloo
Pereira Filho^(d)

^(a)Centro de Ciências Naturais e Exatas /Universidade Federal de Santa Maria, E-mail: douglas.s.facco@hotmail.com

^(b)Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, E-mail: anacaroline@politecnico.ufsm.br

^(c)Centro de Ciências Naturais e Exatas /Universidade Federal de Santa Maria, E-mail: kaiser-eduardo@hotmail.com

^(d)Centro de Ciências Naturais e Exatas /Universidade Federal de Santa Maria, E-mail: waterloopf@gmail.com

Eixo: Uso e ocupação das terras e legislação ambiental

Resumo

O estudo de mudanças do uso e cobertura da terra, é essencial para fornecer subsídios ao monitoramento ambiental de uma determinada área. Assim, o presente trabalho investiga avaliar a dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Faxinal do Soturno, onde se analisou as classes água, campo, agricultura, floresta, solo exposto e sombra. Para isso, utilizou-se o software SPRING, na classificação supervisionada de imagens do satélite Landsat 5 do ano 1989 e Landsat 8 do ano 2014. O primeiro período estudado em 1989 verificou-se o fenômeno La Niña, período de poucas chuvas ocasionando seca e por consequência menores áreas das classes água e agricultura. As expansões das áreas de solo exposto sobre as áreas de campo revelam mudança de uso e cobertura da terra no período de estudo.

Palavras chave: Sensoriamento remoto; Dinâmica; SPRING; Geotecnologias.

1. Introdução

Para a avaliação do processo histórico de ocupação de uma determinada área é fundamental o uso de recursos de Geotecnologias como o Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica, no qual propiciam a geração de informações atualizadas e confiáveis. Tais ferramentas permitem executar um mapeamento temático periódico para o monitoramento de fenômenos dinâmicos relacionados às mudanças no uso e cobertura da terra.

O termo Sensoriamento Remoto apareceu pela primeira vez na literatura científica em 1960 e significava simplesmente a aquisição de informações sem contato físico com os objetos. Desde então esse termo tem abrigado tecnologias e conhecimentos extremamente complexos derivados de diferentes campos que vão desde a física à botânica e desde engenharia eletrônica até a cartografia (NOVO, 2008).

Com o grande crescimento das técnicas e o expressivo avanço da tecnologia, Novo (2008) define Sensoriamento Remoto como: A utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para



processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra e as suas mais diversas manifestações (NOVO, 2008, p. 4).

Rocha (2000) define o Sensoriamento Remoto como a aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves ou satélites, nos concede obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da Terra, sem contato físico com eles.

A análise temporal de imagens de Sensoriamento Remoto de um município, quando realizada através de técnicas de processamento digital propicia o reconhecimento de mudanças nas atividades agrícolas e pecuárias, principal fonte de renda da população rural, bem como mudanças nas áreas florestais nativas amparadas pela legislação ambiental. Sabins (1999) diz que o uso do Sensoriamento Remoto no mapeamento de uma determinada área propicia a realização de um inventário sistemático da superfície da terra, possibilitando categorizar diferentes usos em classes. Ainda segundo o autor, este mapeamento associado aos SIG possibilita o conhecimento da evolução da dinâmica espacial do uso da terra com a produção de séries temporais de mapas para uma mesma área.

Filho (2005) complementa que, a obtenção de mapas temporais da cobertura da terra permite identificar as tendências da dinâmica da paisagem na área de estudo, incluindo suas taxas líquidas e brutas para cada período analisado, como também a evolução dessas taxas através do tempo.

E nesse contexto o objetivo do trabalho é analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Faxinal do Soturno no Estado do Rio Grande do Sul no período de 1989 a 2014, gerando informações representativas da dinâmica da paisagem, influenciadas pelos aspectos físicos e socioeconômicos inerente a esse município. Há existência de trabalhos como Marchesan (2013), Schirmer (2012), Ferrari (2008), relacionados com a mesma temática e área de estudo, porem em cenários diferentes.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

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 (Figura 1). Fazendo parte da Quarta Colônia de Imigração Italiana, caracterizada 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, 2011).

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.

O clima deste município de acordo com a classificação de Koppen 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 1700mm (MORENO, 1961).

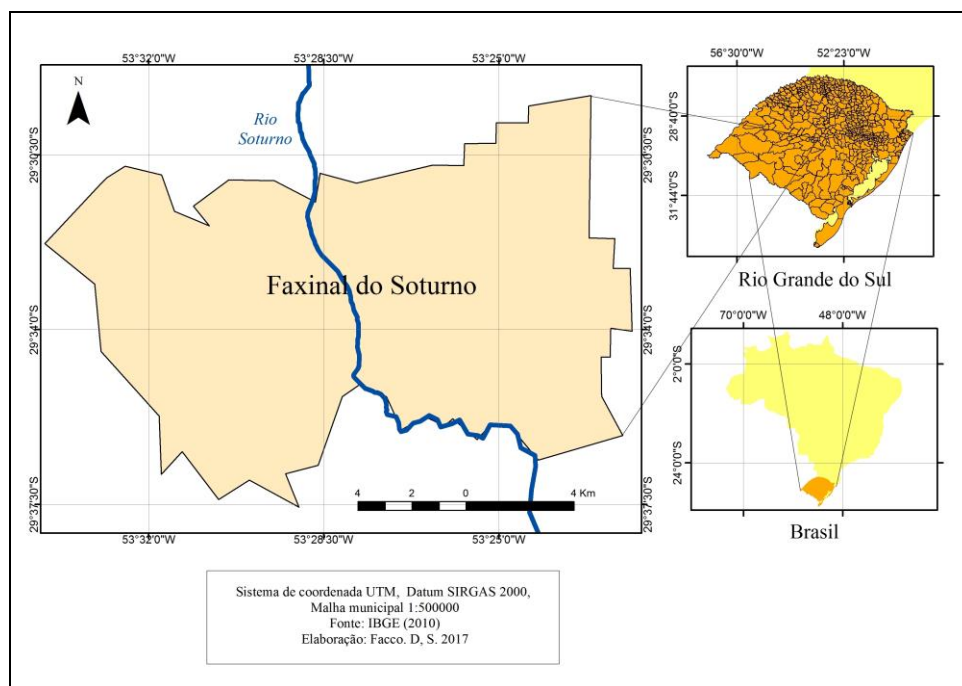


Figura 1 – Mapa de localização do Município de Faxinal do Soturno

2.2 Download e importação de imagens orbitais

Para análise e mapeamento das classes de uso e cobertura da terra, optou-se pelo uso de imagens dos satélites LANDSAT 5 sensor TM (*Thematic Mapper*) de 20 de setembro de 1989 e LANDSAT 8 sensor OLI (*Operational Land Imager*), de 24 de agosto de 2014. Tal escolha justifica-se pela disponibilidade gratuita das imagens, frequência de passagem do sensor de 16 dias, resolução espacial de 30 metros, e separação espectral adequada para oferecer subsídios aos mapeamentos temáticos na área de recursos naturais (EMBRAPA, 2013).



O download dos arquivos de imagem foi disponibilizado gratuitamente através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016). A órbita-ponto no sistema de referência (WRS) é 223-080, e as bandas espectrais processadas foram: 1, 2, 3, 4 e 5 do sensor TM (*Thematic Mapper*) e bandas 2, 3, 4, 5, 6, e 7 do sensor OLI (*Operational Land Imager*). 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.

2.3 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 imagens Rechiuti (1996), e seu objetivo, conforme Florenzano (2011) é melhorar o aspecto visual de certas feições, corrigir distorções ou extrair informações e fornecer outros subsídios para sua interpretação. 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.

2.3.1 Georreferenciamento

O georreferenciamento de imagem foi importante pois as cenas de 1989 e 2014 não apresentavam coincidência com relação à sua referência geográfica quando sobrepostas. Na análise de dados multi-temporais (imagens adquiridas em diferentes datas) para que a precisão cartográfica seja avaliada em imagens de sensoriamento remoto, faz-se necessário que as mesmas sejam corrigidas das suas distorções e os elementos que as constituem fiquem referidos a algum sistema de coordenadas (QUEIROZ, 2003).

Dessa forma, utilizou-se o procedimento de registro de imagem no qual buscou-se dezenas de pontos de fácil identificação visual na imagem mais recente de 2014, como barragens, cruzamentos de estradas, etc para serem sobrepostos na imagem de 1989, eliminando as distorções. Com esse processo obteve-se uma precisão de 0,23 possibilitando a análise comparativa entre as imagens de diferentes datas e o correto recorte através do limite do município.

2.3.2 Realce por contraste linear

Na imagem do ano de 1989, obtidas pelo sensor TM, foram usadas para elaborar as seguintes composições coloridas: RGB 321: imagens em cor natural, com boa penetração de água, realçando as correntes, a turbidez e os sedimentos. A vegetação aparece em tonalidades esverdeadas; RGB 432: definem melhor os



limites entre solo e água, ainda mantendo algum detalhe em águas profundas e mostrando as diferenças na vegetação, que aparece em tonalidades de vermelho; RGB 543: mostram mais claramente os limites entre solo e água, com vegetação mais discriminada, aparecendo em tonalidades verde-rosa. 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 descritas anteriormente. A alteração do número das bandas deve-se ao fato de que o sensor OLI dispõe de uma nova banda 1 (ultra-azul), na qual a aquisição das informações na região do azul tem intervalo de comprimento de onda entre 0,433 μ m e 0,453 μ m.

Sobre as composições elaboradas, foi aplicada a técnica de contraste linear, usada para realce e melhor observação das feições de interesse Novo (2008); Jensen (2009), além de melhor diferenciação nos padrões de uso e cobertura da terra, dentre os quais foi possível identificar as seguintes classes: campo, floresta, solo exposto, agricultura, água e ainda sombra, que estavam presentes na imagem de 1989.

A Figura 2 apresenta o padrão espectral das diferentes classes nas composições RGB, para o Landsat 5 e Landsat 8. A discriminação foi feita segundo a observação visual das imagens, auxiliada pelas características definidas na chave de identificação descrita.

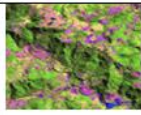
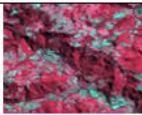


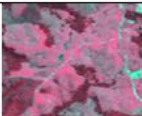

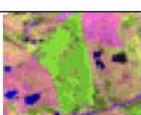
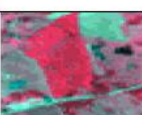




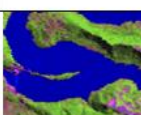
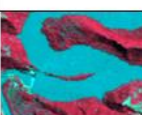

LANDSAT 8			RGB 654		RGB 543		RGB 432	
LANDSAT 5			RGB 543		RGB 432		RGB 321	
Classe	Forma	Textura	Amostra	Cor	Amostra	Cor	Amostra	Cor
Floresta	Irregular	Rugosa		Verde Escuro		Vermelho Escuro		Verde Escuro
Campo	Irregular	Rugosa Lisa		Amarelo Fosco		Vermelho Fosco		Amarelo Fosco
Agricultura	Geométrica	Lisa		Verde Claro Brilhante		Vermelho Claro Brilhante		Verde Claro Brilhante
Solo Exposto	Geométrica	Rugosa Lisa		Rosa Escuro		Azul Escuro		Rosa Escuro
Água	Irregular	Rugosa Lisa		Azul Escuro		Azul Claro		Azul Escuro

Figura. 2 – Chave de interpretação analisada na imagem LANDSAT 8 e imagem LANDSAT 5.



2.3.3 Classificação digital

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

De acordo com o algoritmo, a classificação pode ser supervisionada ou não-supervisionada, envolvendo duas fases distintas: o treinamento e a fase de classificação propriamente dita (MOREIRA, 2005).

Quando existem regiões da imagem em que o usuário dispõe de informações que permitem a identificação de uma classe de interesse, o treinamento é dito supervisionado. Para um treinamento supervisionado o usuário deve identificar na imagem, uma área representativa de cada classe. Segundo Novo (2008), a classificação supervisionada, que será utilizada nesse trabalho para agrupar os padrões de amostras semelhantes em classes de uso da terra, se dará através do algoritmo MaxVer (Máxima Verossimilhança), MaxVer é um dos métodos de classificação supervisionado mais comuns 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.

2.3.3.1 Cálculo do Coeficiente *Kappa* (*K*)

A confiabilidade da classificação digital foi avaliada a partir da matriz de confusão das amostras das aéreas de treinamento, na qual aplicou-se a fórmula do coeficiente Kappa, considerado um ótimo teste estatístico na análise 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 bem homogênea e representativa (CONGALTON e GREEN, 1999).

3. Resultados

Através da classificação supervisionada das imagens dos anos 1989 e 2014 foram obtidos mapas temáticos de uso e cobertura da terra, no qual foi possível quantificar as áreas das classes e detectar as alterações ocorridas durante o período de vinte cinco anos, como mostram a Tabela I.

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.

Tabela I – Áreas em Km² / % quantificadas pela classificação digital das imagens Landsat.



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	

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 o município de Faxinal do Soturno Figura 3 e 4 no primeiro período 1989 percebe-se que as classes água e agricultura tiveram menores áreas em relação a 2014, confirmando o efeito da seca em 1989. Observando as figuras também nos revela 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.

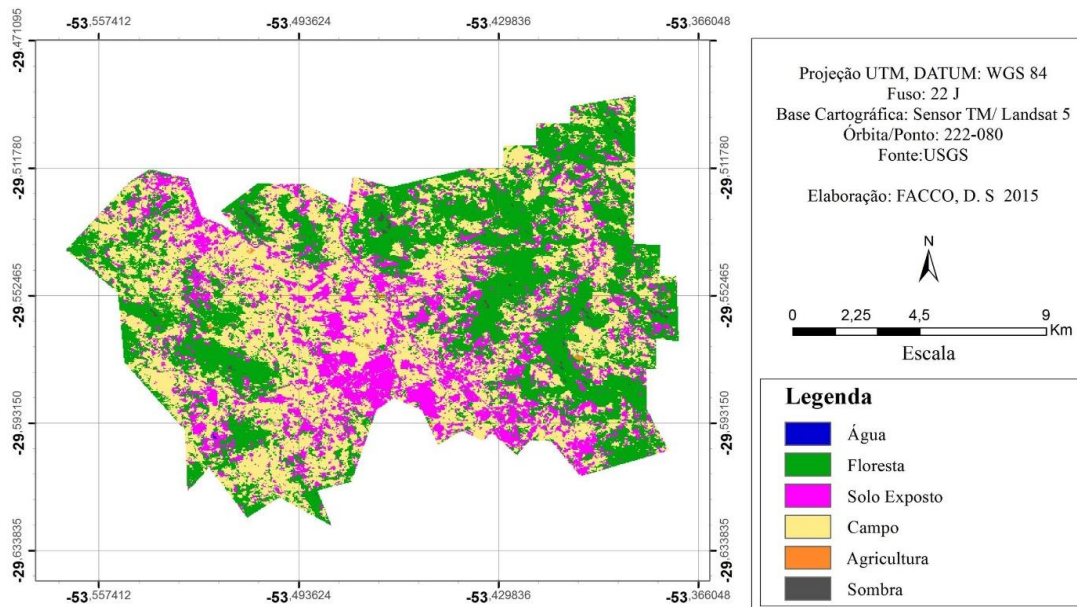


Figura 3 – Mapa de uso e cobertura da terra no município de Faxinal do Soturno no ano de 1989.

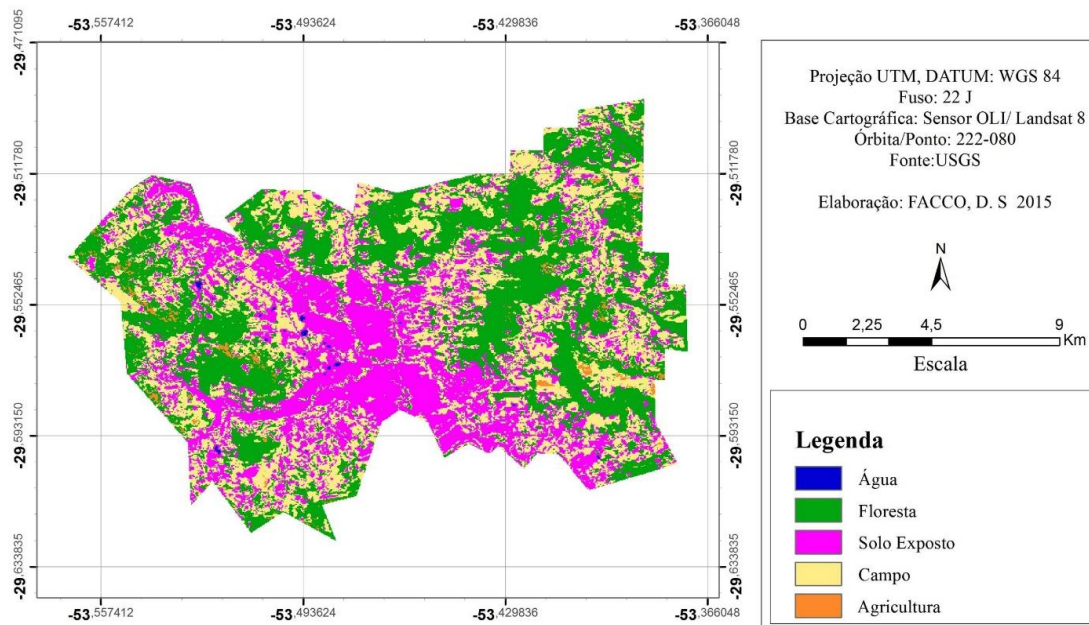


Figura 4 – Mapa de uso e cobertura da terra no município de Faxinal do Soturno no ano de 2014.

4. Conclusão

As imagens Landsat dos sensores TM e OLI, de média resolução espacial mostrara-se eficientes e permitiram o mapeamento do uso e cobertura da terra no município de Faxinal do Soturno, fornecendo



subsídios para o monitoramento e análise ambiental. Foi possível averiguar adequadamente as alterações ocorridas nas classes de uso e cobertura da terra durante o período de estudo. A partir dos dados obtidos, constatou-se expansão das áreas de solo exposto sobre as áreas de campo revelando mudança de uso e cobertura da terra no período de 25 anos. A ocorrência do fenômeno La Niña em 1989 ocasionou seca no município, refletindo nas menores áreas das classes água e agricultura.

5. Bibliografia

- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999. 139 p.
- 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.
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Satélites de Monitoramento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 5 mar. 2017
- FERRARRI, R. **Modelagem dinâmica do uso e cobertura da terra da Quarta Colônia, RS**. 2008. 131f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- FLORENZANO, G. T **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo : Gráfica, 2011. - Vol. 2.
- JENSEN, J. **Sensoriamento Remoto do Ambiente - Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. São Paulo:Parêntese, 2009.
- INPE – **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 08 nov. 2016.
- MARCHESAN, J; LIPPERT, S. B; GEORGEN, L. C; NUNES, M. M; SCHUH, M. S; KERVALD, L.A; PEREIRA, R. S. **Análise multitemporal do uso e cobertura da terra no município de Faxinal do Soturno-RS nos anos de 1986, 1996, 2006 e 2011** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR p. 7361-7367.
- 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, São José dos Campos, v.16, n.1, p.01-18. 2001.
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2005. 307p. 8
- 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.
- NOVO, E. M. L., **Sensoriamento remoto, princípios e aplicações**. 3. Ad. São Paulo: 2008. 308p.
- QUEIROZ, Corina Jará de. **Análise de Transformações Geométricas para o Georreferenciamento de Imagens do Satélite CBERS-I**. Dissertação de Mestrado. UFRGS - CEPARM, 2003. Disponível em www.ufrgs.br/srm/DissertaçõesPos/A18.html. Acesso em 20 abr. 2006.
- RECHIUTI, L. V. **Processamento de Imagens Digitais**. São José dos Campos: INPE – CTA, 1996. 59p.



- ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000. 220p.
- SABINS, F.F. **Remote Sensing: principles and interpretation**. 3. rd. New York: W. F. Freeman and Company, 1999. 494p.
- SCHIRMER, G. J. **Mapeamento Geoambiental dos Municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande – RS 2012**. 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- FILHO, B. S. **Análise de Paisagem: Fragmentação e Mudanças**. Disponível em:<<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/centrorecursos/relacionadas/dinamica.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2005.
- 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.