

CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE DERRUBADAS-RS COM IMAGENS Landsat DE 2001 E 2014

Franciel Eduardo Rex¹

Pâmela Suélen Käfer¹

Fábio Marcelo Breunig¹

1 - Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen - Departamento de Engenharia Florestal - (franielrexx@gmail.com); (pamelaskafer@gmail.com); (breunig@ufsm.br)

ABSTRACT

In this work the dynamic of land use and cover of Derrubadas-RS municipality was analyzed for the period of 2001 to 2014, using satellite images acquired by Landsat 7 ETM + and Landsat 8 OLI sensors. To conduct the study we installed the QGIS software, and the Semi-Automatic Classification Plugin (SCP). The gray scale images were converted to reflectance. The study area was masked and several false-color compositions were used to perform the supervised classification using the Spectral Angle Mapping method (SAM). As a result two classified images allowed to analyze the land cover and change in the municipality. Both forests and urban areas presented positive balance (increase from 2001 to 2014). Similar patterns was identified for exposed soil class. Lastly the agricultural dominance in the municipality was highlighted, with 30% of land cover associated to agriculture and pasture. Also was found that more than 50% of the municipality is covered by forests, including the Parque Estadual do Turvo.

Keywords: remote sensing, geographic information system, land use.

INTRODUÇÃO

Segundo Prudente e Rosa, (2007) o levantamento do uso e ocupação da terra é imprescindível para analisar a forma pela qual determinado espaço está sendo ocupado, podendo este servir para planejadores e legisladores, pois ao verificar a utilização da terra em determinada área, pode-se melhorar a política de uso da terra para o desenvolvimento regional. Para tal, uma cobertura por imagens é fundamental.

Nesse sentido o sensoriamento remoto tem se mostrado um instrumento de grande utilidade para o monitoramento de grandes áreas, a fim de verificar a observância à legislação ambiental. As imagens geradas por meio de satélites estão cada vez mais em voga e se popularizam a cada dia, mormente após a divulgação gratuita pela internet, por meio de iniciativas como o Google Earth, já acessado por milhões de pessoas no mundo todo (FERREIRA et al., 2008). Referente aos satélites que geram imagens de forma gratuita, os sensores da série Landsat possuem resolução espacial

de 30m, e geram imagens adequadas para a caracterização do uso da terra a nível regional, as quais têm sido utilizadas em diversos projetos e estudos, um exemplo é a iniciativa do CORINE (*Co-ordination of Information on the Environment*) Land Cover da Agencia Europeia do Ambiente da União Europeia (Instituto do Ambiente, 2005).

Isso mostra que é imprescindível que haja estudos referentes ao uso e ocupação da terra a fim de identificar mudanças no espaço, e dentro do possível, evitar danos aos ecossistemas naturais, bem como recuperar as áreas degradadas. O levantamento do uso da terra, em uma dada região, tornou-se um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço (BERNADI et al., 2007).

Para isto, torna-se necessário à utilização de técnicas que permitam uma avaliação espaço-temporal rápida e eficiente dessas áreas. Dentre as várias ferramentas existentes no universo de geoprocessamento, a classificação digital das imagens de satélite surge como uma ótima opção. Seu processo se baseia na distinção e identificação de diferentes classes que possuem comportamentos espectrais diferenciados, os quais permitem a sua classificação automatizada, em tempo hábil e em grandes áreas. Para isso, algoritmos de classificação ou classificadores são adotados para extrair as feições de interesse a partir de um espaço multidimensional, geralmente representado pelas bandas da imagem, criando um único nível de informação temática, as classes, Maillard (2001), citado por Dutra, (2005).

Nesse âmbito o município de Derrubadas-RS, foi escolhido como cenário de estudo por conter em seus limites o Parque Estadual do Turvo, esta Reserva de 17.491,40 hectares (SEMA/RS, 2006). O parque é coberto por vegetação original classificada como floresta estacional decídua (Leite 2002). No Estado, restam apenas pequenos agrupamentos primários dessa formação, além da área sob preservação de Derrubadas. A região é ocupada por atividades agropastoris com pequenos agrupamentos de vegetação secundária (Leite 2002).

Desta forma, o objetivo deste trabalho é apresentar a evolução do uso e ocupação da terra do município de Derrubadas - RS, durante o período 2001-2014, aplicando o Sistema de Informações Geográficas (SIG-QGIS) para a classificação supervisionada e quantificação das classes de uso e ocupação da terra.

METODOLOGIA

A área de estudo compreende o município de Derrubadas-RS, que está situado entre as coordenadas geográficas (27° 15' 54" S 53° 51' 39" O), na altitude variando de 100 a 460 m na região fisiográfica do Alto Uruguai, no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Na Figura 1, apresenta-se a imagem da área de estudos utilizada nesse trabalho.

O clima da região é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen-Geiger (Moreno 1961). A precipitação anual é de 1.810 mm e a temperatura média anual é de 19,4 °C, segundo dados da Estação Meteorológica de Iraí (INMET 1992). O município de Derrubadas, fica localizado a 530 km da capital, e compreende em seus limites o Parque Estadual do Turvo (PET) que representa quase 50% da área total do município e 0,065% da área do Estado, sendo este, a primeira unidade de proteção integral criada no Estado através do Decreto de Criação 2.312, de 11 de março de 1947 (SEMA/RS, 2006).

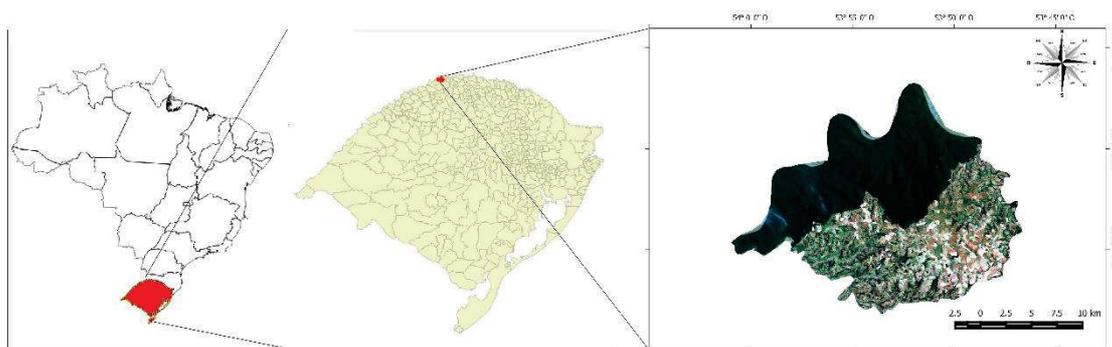


Figura 1. Localização e área de estudo do município de Derrubadas-RS, composição cor verdadeira RGB 321, imagem Landsat 7 ETM+ de 25 de dezembro de 2001.

Para a realização da classificação de uso e cobertura da terra através do método de classificação supervisionada, buscou-se cenas adquiridas em datas próximas. Uma foi obtida pelo satélite Landsat 8 OLI em 05 de dezembro de 2014, e a outra imagem foi obtida do satélite Landsat 7 ETM+ em 25 de dezembro de 2001. Ambas imagens foram adquiridas no serviço *web* do *United States Geological Survey* (USGS).

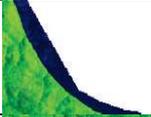
Após adquirir as cenas, as mesmas foram importadas para o *software* gratuito Quantum GIS (QGIS - licenciado pela GNU - General Public License). Segundo Almeida (2011), o *software* permite consultas espaciais, exploração interativa de dados, identificação e seleção de geometrias, pesquisa, visualização e seleção de atributos e criação de simbologia vetorial e raster. Depois de importadas as cenas, foram logo reprojetaadas para o hemisfério sul, feito isso, foi instalado o complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) que é um plugin gratuito de código aberto para QGIS que permite a classificação semi-automática (supervisionada) de imagens de sensoriamento remoto. Além disso, ele oferece várias ferramentas para o pré-processamento de imagens, o pós-processamento de classificações, e o cálculo raster. Posteriormente, utilizando o complemento foi realizado a transformação dos números digitais em reflectância no topo da atmosfera, e ainda a correção atmosférica, utilizando o método denominada DOS (*Dark Object Subtraction*) o qual faz parte do complemento SCP.

Em seguida foi realizado os recortes das bandas, utilizando um como referência o arquivo vetorial do limite do município de Derrubadas do estado do Rio Grande do Sul,

disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Na sequência foram duas composições coloridas referentes ao satélite Landsat 7 (543(RGB)) e Landsat 8 (654(RGB)).

Para o trabalho foi conduzida uma classificação supervisionada utilizando o algoritmo *Spectral Angle Mapping* (SAM) que é um método de classificação supervisionada que verifica a semelhança entre as assinaturas espectrais (“endmembers”) de alvos de referência e as assinaturas espectrais dos pixels de uma imagem, para expressar o valor da semelhança em ângulos (Kruse et al., 1993). Para realizar a classificação, primeiramente foram definidas seis classes do uso e ocupação da terra: urbano, mata nativa, agricultura, pastagem, solo exposto e água. Essas classes são representadas no (Quadro 1).

QUADRO 1. CHAVE DE INTERPRETAÇÃO UTILIZADA PARA A CLASSIFICAÇÃO.

CLASSES	COMPOSIÇÃO FALSA COR RGB 543 (Landsat 7)
ÁGUA	
MATA NATIVA	
URBANO	
PASTAGEM	
AGRICULTURA	
SOLO EXPOSTO	

Fonte: Franciel Rex

Posteriormente foi realizado a escolha das amostras de treinamento para cada alvo conforme o quadro 1. Após ter realizado as amostras, foi aplicado o algoritmo para a classificação da imagem como um todo.

Por fim, foi verificada a acurácia na matriz de confusão e calculado o índice Kappa, e verificou-se a área total que cada classe ocupou. Segundo Congalton, (2001), a matriz de erro permite o uso de técnicas de estatística analítica como as técnicas discretas multivariadas e tem sido utilizada na realização de testes estatísticos sobre a classificação da acurácia de dados digitais e de sensoriamento remoto. Técnicas discretas multivariadas são apropriadas, porque os dados de sensoriamento remoto são discretos ao invés de contínuos. Os dados também

não são distribuídos de forma binomial ou polinomial ao invés de distribuídos de forma normal. Uma técnica discreta multivariada de uso em avaliação de acurácia, que é uma estimativa KAPPA e uma medida de concordância ou acurácia é \check{K} de acordo com a Equação 1:

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+*x} + x_{*i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+*x} + x_{*i})}$$

Onde r , é o número de linhas na matriz; x_{ii} é o número de observações na linha i coluna i , respectivamente e N é o número total de observações (BISHOP et al. 1975 apud CONGALTON, 1991).

RESULTADOS

Foram geradas por meio do método *Spectral angle mapping*, no QGIS 2.8.2, duas imagens temáticas do uso e ocupação da terra a partir das imagens orbitais Landsat 8 OLI e Landsat 7 ETM+. A (Figura 2) mostra o resultado da classificação supervisionada das duas imagens orbitais.

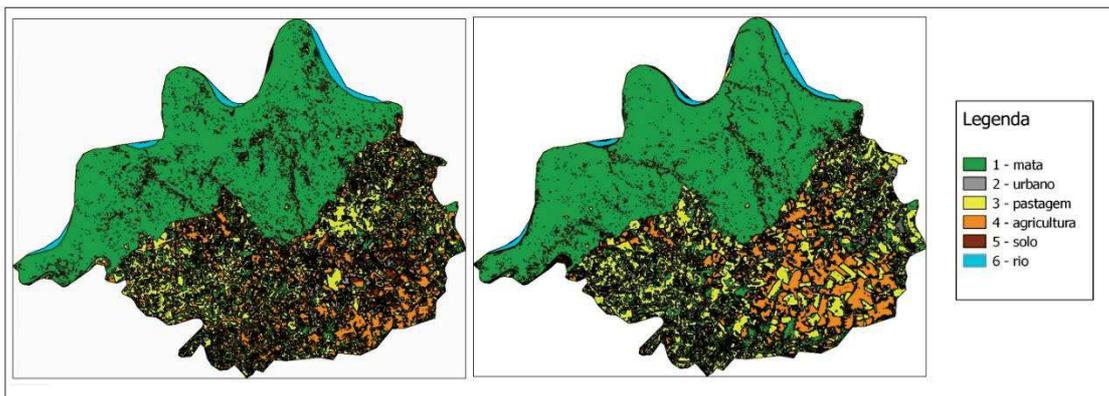


Figura 2: Classificação supervisionada da imagem Landsat 7 ETM (esquerda) e Landsat 8 OLI (direita).

O resultado da classificação supervisionada referente a imagem Landsat 7 do ano 2001, utilizando o método da *Spectral angle mapping*, obteve coeficiente Kappa de valor 0.75, demonstrando assim uma exatidão muito boa da classificação. Segundo a classificação de Landis e Koch (1977), esse valor representa a exatidão da classificação como de muito boa. Apesar deste resultado ser bom, houve confusão entre as classes “Solo exposto” e “Agricultura” com a classe “Urbano”, Lucas et al. (2014), ao realizar a classificação de uma bacia hidrográfica, também obtiveram confusão entre essas classes, porém os mesmos realizaram a edição manual para minimizar a confusão. Desta forma este valor encontrado neste trabalho refere-se a esta não edição manual do arquivo classificado. Para a exatidão global, obteve-se um valor de 88,33%.

Já o resultado da classificação supervisionada referente a imagem do Landsat 8 do ano 2014, utilizando o mesmo método, obteve coeficiente Kappa maior que a classificação anterior o valor foi de 0.94, demonstrando assim uma exatidão excelente da classificação. Conforme a classificação de Landis e Koch (1977), este valor representa a exatidão da classificação como de excelente qualidade. Neste caso houve uma melhor classificação dos alvos, visto que houve uma menor confusão na matriz de confusão. Para a exatidão global, obteve-se um valor de 94,82%.

Em relação a esse melhor resultado encontrado para a imagem do Landsat 8, pode-se dizer que é devido a melhor resolução radiométrica do sensor OLI (12 bits) em relação ao ETM+ (8 bits), de fato contribuiu significativamente para melhor definição da resposta espectral, propiciando uma melhor discriminação espectral dos alvos na classificação. Referente a acurácia do produtor e do usuário para a imagem Landsat 7, na (Tabela 1) é possível observar que a classe com maior acurácia tanto do produtor quanto do usuário foi a classe “água”, a qual obteve-se um índice de 99,94%, valor próximo que também foi encontrado para a classe “mata” na qual o índice foi de 95,22% do produtor e 99,98% do usuário o que é considerada como muito boa (CONGALTON e GREEN, 2009). Isso nos indica a probabilidade de um pixel ser corretamente classificado. Este resultado é próximo ao encontrado por Suarez e Candeias, (2012) que analisando a acurácia da classe Água alcançaram a maior porcentagem, 98% para acurácia do produtor e 96% para a acurácia do usuário.

TABELA 1: VALORES DE ACURÁCIA DO PRODUTOR E DO USUÁRIOS REFERENTES A IMAGEM DO SATÉLITE LANDSAT 7 ETM

Acurácia do produtor	(%)	Acurácia do usuário	(%)
Mata	95,22	Mata	99,98
Água	99,94	Água	99,94
Solo exposto	63,36	Solo exposto	23,24
Pastagem	98,16	Pastagem	49,02
Agricultura	59,41	Agricultura	98,53
Urbano	48,38	Urbano	1,28

Fonte: Franciel Rex

Desta forma podemos constatar que para a acurácia do produtor da classe Mata ser de 95,22%, e a acurácia do usuário foi de 99,98%, provavelmente 95% das vezes uma área de mata foi identificada como realmente mata. Conforme CONGALTON, (1991) quando o usuário deste mapa irá visitar a área onde o mapa diz que é Mata, ela realmente será Mata em 99,98% das vezes, o mesmo é válido para os valores de acurácia referente a imagem do Landsat 8 que são expressos na (Tabela 2), neste caso a classe “Solo exposto” foi a que apresentou 100% de acurácia do usuário, para tanto, quando o usuário deste mapa visitar essa área, ela realmente será solo exposto em 100% das

vezes. Ainda referente aos valores de acurácia para a imagem do Landsat 8, pode-se perceber que no geral os valores mostram-se superiores ao da imagem do Landsat 7, revelando uma maior confiabilidade desta classificação.

A seguir o (Gráfico 1), expressa os valores em porcentagem de uso e ocupação de cada classe. É possível observar que, em relação as demais categorias do uso e ocupação da terra a Mata que é caracterizada por uma vegetação de floresta nativa, no ano de 2001 ocupava maior parte da área analisada, com cerca de 179 km², representando 50% da área total, seguido pelas categorias de pastagem com 76,46 km² e representando 21% da área, e das áreas de agricultura com 57,96 km² representando 16% da área total, as categorias Urbano, solo exposto e rios foram as menores áreas classificadas, e representaram na área um total de 9%, 2% e 2% respectivamente. Ainda é importante ressaltar que as áreas de solo exposto, geralmente ocorrem em pequenas áreas, o contrário de áreas como as de pastagem e agricultura que expressaram valores superiores neste trabalho, ainda esse tipo de área varia durante o ano com as épocas de plantio e de preparo do solo, o que pode ter influenciado na evolução desta classe no período estudado.

TABELA 2: VALORES DE ACURÁCIA DO PRODUTOR E DO USUÁRIOS REFERENTES A IMAGEM DO SATÉLITE LANDSAT 8 OLI

Acurácia do produtor	(%)	Acurácia do usuário	(%)
Urbano	96,67	Urbano	99,38
Mata	71,18	Mata	70,39
Água	96,62	Água	60,27
Pastagem	76,97	Pastagem	96,34
Agricultura	52,5	Agricultura	14,51
Solo exposto	99,17	Solo exposto	100

Fonte: Franciel Rex

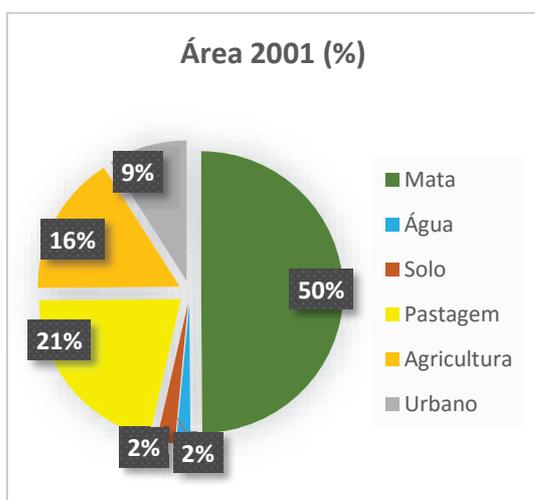


Gráfico 1- Uso e ocupação da terra do município de Derrubadas, RS (Imagem de Satélite L7)

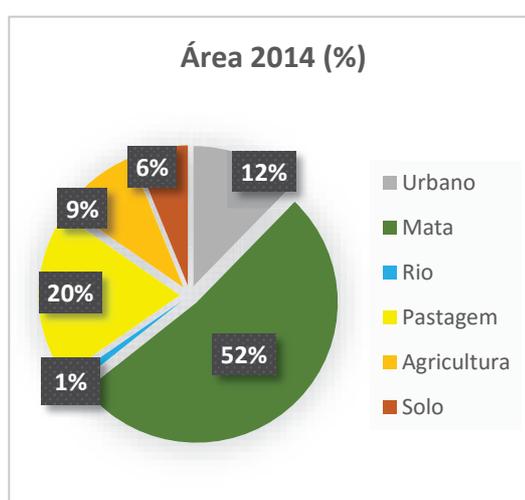


Gráfico 2- Uso e ocupação da terra do município de Derrubadas, RS (Imagem de Satélite L8)

Referente ao valores de área ocupada por cada classe no ano de 2014, o mesmo pode ser observado no (Gráfico 2), que expressa o valores em porcentagem, os resultados foram próximos ao gráfico passado, sendo que para este ano a Mata ainda ocupa maior parte da área analisada, com cerca de 186 km², representando 52% da área total, ou seja houve um aumento de área corresponde a esta classe, seguido pelas categorias de pastagem com 69,59 km², que para esta classificação houve um pequeno decréscimo em áreas classificadas o que representou 20% da área total, e das áreas de agricultura que também ocorreu decréscimo com 33,57 km² representando 9% da área total, sendo que as categorias Urbano, solo exposto, tiveram um aumento em área representando 12% e 6% respectivamente e a categoria rios conforme a classificação houve um decréscimo na área classificada, o que representou na área um total de 1%. Nesse sentido ao avaliar a evolução do uso e ocupação da terra do município de Derrubadas-RS, constatou-se para a classe Mata, que houve balanço positivo no período de 13 anos, com uma variação percentual de 2%. Esse aumento pode ser em relação a Lei no 4771/65 do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2000) a qual exige que os proprietários mantenham Áreas de Preservação Permanente (APP) – matas ciliares, nas margens dos rios, e nascentes, nas encostas com declive superior a 45° graus. A evolução da área urbana representada pela classe Urbano também teve um balanço positivo, uma vez que repercutiu juntamente com a evolução das áreas de mata e da terra exposto, a diminuição das áreas de agricultura e das áreas de pastagem, essa evolução pode ser confirmada segundo os dados do censo disponibilizado pelo IBGE (2000; 2010) que apresenta uma população urbana de 786 pessoas no ano de 2000, já em relação a 2010, a população urbana era de 901 pessoas, assim mostrando um aumento urbano, o qual foi representado nesta classificação.

CONCLUSÕES

O uso do SIG mostrou-se uma ferramenta eficiente de classificação supervisionada, uma vez que apresentou valores satisfatórios de precisão global em imagens de satélite de média resolução espacial como os satélites da série Landsat.

A classe de uso Mata predomina no município, apresentando mais de 50% da área total e revelando ser de grande importância a conservação dessas áreas.

O município pode ser caracterizado como de atividade rural, apresentando 30% de suas áreas representadas pelas classes de agricultura e pastagem.

A área urbana, teve um acréscimo de 4% no período estudo (2001-2014).

A técnica de classificação supervisionada apresentou alguns problemas, referentes a confusão entre algumas classes, principalmente entre: Urbano, agricultura e pastagem,

sendo necessário para futuros estudos, levantamentos a campo e edição vetorial, visando melhorias na classificação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a NASA Land Processes Distributed Active Archive Center (LPDAAC) pelas cenas Landsat. A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pelo apoio para a realização do estágio de Pós-doutoramento. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processos 168869/2014-4, 305914/2014-6, 502287/2014-4, e 484712/2007-1) e ao programa de ensino tutelado PET junto a Universidade Federal de Santa Maria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. P. O.; SÁNCHEZ, L. E.; Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. R. Árvore, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.47-54, 2005.

BERNARDI, H.V.F.; DZEDZEJ, M.; CARVALHO, L.M.T.DE; JÚNIOR, F.W.A. Classificação digital do uso do solo comparando os métodos "pixel a pixel" e orientada ao objeto em imagem QuickBird. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5595- 5602.

BISHOP, Y.M.M.; FIENBERG, S.E.; HOLLAND, P.W. Discrete multivariate analysis: Theory and practice. The Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts , 1975.

BRASIL. Lei no 4771, de 15 de setembro de 1965. Dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial, Brasília, DF, 10 jul. 2000.

COLGATON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment, v. 49, n. 12, p. 1671-1678, 1991.

CONGALTON, R.G.; GREEN, K. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. New York: Lewis Publishers, 2009.

DUTRA, G. C. Estratificação ambiental visando à recuperação da vegetação ciliar no entorno do lago da Usina Hidrelétrica do Funil, em Minas Gerais. 2005. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FERREIRA, N.C.; FERREIRA, M.E. Sensoriamento remoto da vegetação: Evolução e estado da arte. Acta Scientiarum, 2008 (no prelo).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13_1.shtm&paginaatual=1&uf=43&letra=D>. Acesso em: 28 julho. 2015.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). 1992. Normais climatológicas (1961-1990). Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasília.

INSTITUTO DO AMBIENTE – IA, 2005, CLC2000 Portugal Technical Report. Disponível em:<www.igeo.pt/instituto/cegig/gdr/projectos/clc2000/>. Acesso em: 28 julho. 2015.

KRUSE, F.A.; LEFKOF, A.B.; BOARDMAN, J.W.; HEIDEBRECHT, K.B.; SHAPIRO, A.T.; BARLOON, P.J.; GOETZ, A.F.H. The spectral image processing system (SIPS) – interactive

visualization and analysis of imaging spectrometer data. Remote Sensing of Environment, v.44, p.145-163, 1993.

LANDIS, J.; KOCH, G. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, v. 33, p. 159 – 174, 1977.

LEITE, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. Ciência & Ambiente 24:51-73.

LUCAS, E. A. ; BRANCO, V. T. A. ; SCHÄFER, A. Mapeamento do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Negro-RS utilizando imagens de satélite do sensor OLI/Landsat 8. Em: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, 2014.

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

PRUDENTE, T. D.; ROSA. R. Geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicados no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal do município de Tupaciguara-MG. In: Anais. XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Natal, Rio Grande do Norte, 2007

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <www.sema.rs.gov.br/sema/html/bio.htm> . Acesso em: 27 de julho de 2015.

SUAREZ, A. F.; CANDEIAS, A. L. B. Avaliação de Acurácia da Classificação de Dados de Sensoriamento Remoto para o Município de Maragogipe. In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, DeCart – UFPE, Recife, 2012