

## CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DE IMAGENS DE SATÉLITE VISANDO A ELABORAÇÃO DE UM MAPA DE RUGOSIDADE DE TERRENO

EVERTON DE ALMEIDA LUCAS<sup>1</sup>; MAURICIO FELIPE BEMFICA OLIVEIRA<sup>2</sup>;  
 NILTON SADI FREITAS DE BITENCOURT<sup>3</sup>; CÉSAR HUEGEL RICHÁ<sup>4</sup>;  
 MARCELO ROMERO DE MORAES<sup>5</sup>; ALEXANDRO GULARTE SCHAFFER<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pampa – *evertonlucas1990@hotmail.com*

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pampa – *mauriciobemfica@hotmail.com*

<sup>3</sup>Universidade Federal do Pampa – *niltonbitencourt@hotmail.com*

<sup>4</sup>Universidade Federal do Pampa – *cesarhuegel@live.com*

<sup>5</sup>Universidade Federal do Pampa – *marceloromero@unipampa.edu.br*

<sup>6</sup>Universidade Federal do Pampa – *alschafer@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

A informação sobre a rugosidade da superfície de um local é de fundamental interesse para estudos de produção de energia eólica, visto que este fator está diretamente ligado aos obstáculos que o vento encontra à sua passagem. Estes obstáculos normalmente são de diferentes alturas, o que dá origem a diferentes valores de comprimento de rugosidade, termo ao qual é utilizado em energia eólica para descrever a dimensão destes obstáculos, sendo estas alturas podendo ser consideradas como barreiras em oposição a circulação do vento. Este fator causa uma diminuição da velocidade do vento, o que resulta em zonas de grande turbulência, ocasionando assim grandes perdas de produção de energia. Desta maneira, mapas de rugosidade são de suma importância para o levantamento do potencial eólico de um determinado local. Entretanto esses mapas, não se encontram disponíveis em uma resolução horizontal adequada para um correto estudo de simulação numérica para modelagem de parques eólicos (*micrositing*), que é da ordem de aproximadamente 100 metros, sendo assim necessário produzi-los previamente à execução desses levantamentos de potencial eólico. Uma maneira de se obter esses mapas é fazer uso de mapas cobertura do solo, que por sua vez podem ser produzidos a partir de imagens de sensoriamento remoto. Este trabalho apresenta os primeiros resultados relacionado às classificações de uso e cobertura superficial do terreno, a partir de imagens de sensoriamento remoto, utilizando métodos de classificação supervisionada. A área de estudo escolhida para a realização da produção de mapa de rugosidade é a bacia hidrográfica do Rio Negro em território brasileiro, no estado do Rio Grande do Sul. Essa área foi escolhida devido ao fato de existirem pesquisas sendo executadas na mesma área de interesse envolvendo Cartografia e Sistemas de Informações Geográficas, o que facilita a aquisição de dados. Além disso, o campus Bagé pertencente à Universidade Federal do Pampa (Unipampa) está localizado em seu interior, o que facilita as saídas de campo.

### 2. METODOLOGIA

Em um primeiro momento foi utilizado o sistema de busca de imagens de sensoriamento remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para pesquisar as imagens disponíveis do satélite Landsat que abrangesse a bacia hidrográfica. A área abrangida pela bacia encontra-se em duas cenas do satélite Landsat, sendo para o Landsat 5 as cenas de órbita ponto 222 e 223. Foram

escolhidas as imagens mais recentes disponibilizadas no site, que obtivessem uma similaridade quanto ao período do ano a qual as mesmas abrangiam sendo assim de modo a diminuir as questões sazonais como por exemplo as que afetam a região, como períodos de seca, períodos de produção de culturas, buscando assim manter uma semelhança entre as duas cenas que foram unidas posteriormente através de um mosaico georreferenciado. Outros critérios utilizados para a coleta das imagens, foi quanto a questões físicas e atmosféricas como cobertura de nuvens sobre a área de interesse assim como ângulo de incidência solar, azimute e elevação do sol, sendo estes critérios de suma importância para a correta detecção e distinção de objetos na superfície terrestre através das imagens de satélite. As imagens coletadas foram provenientes do sensor TM do satélite Landsat 5, do ano de 2007, abrangendo os meses de Junho e Julho. A classificação das imagens foi realizada no software ENVI 5.0, sendo utilizadas as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do Landsat as quais possuíam 30 metros de resolução, sendo utilizada a seguinte seqüência metodológica para elaboração da classificação: 1) georreferenciamento das imagens, sendo a mesma realizada banda a banda; 2) União das cenas (mosaico); 3) recorte das imagens através de um arquivo vetorial com o formato da bacia; 4) definição das classes de cobertura do solo: água, solo exposto, culturas, urbano, reflorestamento, campos e mata nativa; 5) seleção das regiões de interesse (ROIs); 6) seleção dos métodos de classificação de imagens; e 7) classificação das imagens utilizando os métodos de classificação selecionados.

Quanto a seqüência metodológica foram utilizadas imagens já georreferenciadas do satélite Landsat para executar a correção geométrica e elaborar o mosaico das cenas, imagens estas que se encontram disponíveis no site da Universidade de Maryland nos Estados Unidos, a qual em parceria com a National Aeronautics and Space Administration (NASA) e com a Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics (GOFC-GOLD) possui um banco de imagens georreferenciadas (Geocover) que abrange todos os locais do planeta. O recorte das imagens foi feito no software livre gvSIG versão 1.12, o qual importou os mosaicos das 6 bandas utilizadas e fez o recorte baseado em um arquivo em formato shape (.shp), o qual continha os limites da bacia em formato vetorial. As classes de interesse foram definidas com base nos diferentes tipos de cobertura superficial existente na área da bacia, sendo estas classes divididas em 7(sete), onde no software ENVI foram coletadas as suas assinaturas espectrais através da inserção de polígonos em cores distintas, para diferenciar as classes entre si, sendo estes polígonos identificados como as regiões de interesse, de onde foram retirados aproximadamente 500 pixels de amostra para cada classe.



Figura 1. Inserção de Polígonos Representando as Regiões de Interesse.

Os métodos de classificação testados foram o da máxima verossimilhança, ângulo de mapa espectral, informação de divergência espacial e distância de Mahalanobis. Estes quatro tipos de métodos de classificações supervisionadas foram utilizados devido ao fato de que classificações preliminares demonstravam que os melhores resultados eram obtidos pelos respectivos métodos. Para descrever a exatidão dos resultados pós-classificação, verificou-se o valor do coeficiente kappa, e comparou-se com a tabela abaixo à qual fornece a relação entre o valor do coeficiente kappa e a qualidade das classificações.

<b>Índice Kappa</b>	<b>Desempenho</b>
$< 0$	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Tabela 1. Parâmetros de Referência Utilizados para Análise do Nível de Exatidão das Classificações Utilizadas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fazendo-se uma análise dos resultados obtidos percebeu-se que dentre os quatro métodos de classificação supervisionada o que obteve maior valor de coeficiente kappa foi o máxima verossimilhança, com porcentagem de pixels bem classificados acima de 95%, seguido pelo ângulo de mapa espectral e distância de Mahalanobis. O método que se mostrou com pior índice de coeficiente kappa foi o de informação de divergência espacial, o qual não atingiu valores de 70% de classificação correta de pixels. Todos os métodos de classificação supervisionada não conseguiram diferenciar totalmente áreas de solo exposto com área urbana, visto que a refletância das duas classes obteve a mesma faixa dentro do espectro eletromagnético, sendo este fato já relatado na maioria das pesquisas envolvendo este tipo de estudo de classificação de imagens de satélite.

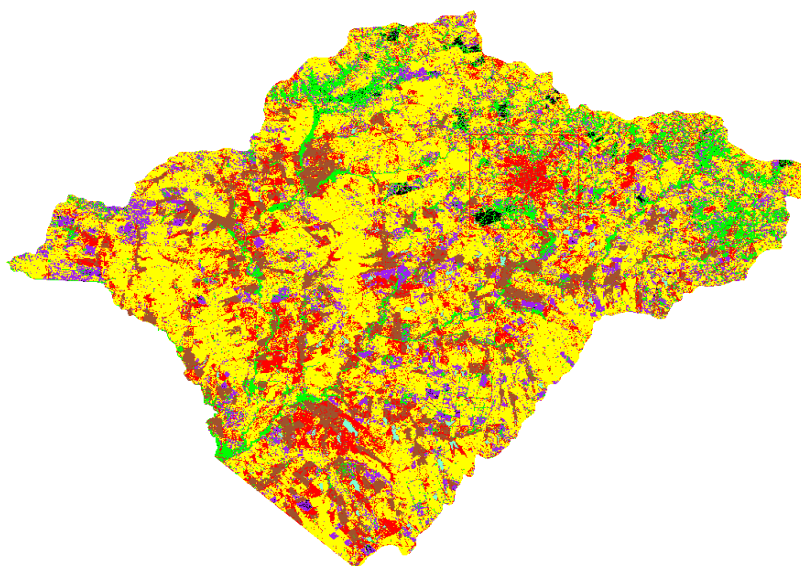


Figura 2. Resultado da Pós-Classificação de Imagens, Utilizando o Método Supervisionado.

#### 4. CONCLUSÕES

O uso do processamento digital de imagens (PDI) de sensoriamento remoto contribuiu para ser obtido o mapa de uso e de cobertura de solo, o qual informou o tipo de cobertura superficial do terreno, dando base assim para a produção de um mapa de rugosidade, para o qual será feita uma atribuição de valores em metros a cada classe, as quais são diferenciadas pela cor. Foi possível perceber que uma parcela minoritária da cobertura superficial do terreno pertencente à bacia hidrográfica possui um alto valor de comprimento de rugosidade, mostrando assim que a produção de um mapa de rugosidade que abrange a bacia pode ser de muita importância para a região de Bagé, pois do ponto de vista dos empreendedores de energia eólica, esta baixa parcela de cobertura superficial de terreno com alto valor de rugosidade é muito interessante do ponto de vista de produção de energia.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto, Princípios e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2010. 4ª Edição.

CUSTÓDIO, R.D.S. **Energia Eólica para Produção de Energia Elétrica**. Rio de Janeiro: Centrais Elétricas Brasileiras S.A – Eletrobrás, 2009. 1ª Edição.

BATISTA, J.L.O; SILVA, A.D.B; SANTOS, R.L. **Procedimentos Metodológicos para Mapeamento e Cobertura e Uso do Solo da Carta SC-24-Z-C-I-3, Utilizando Geotecnologia**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, v7, p. 01-09, 2010.

UNB. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**, Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasília, 20 Set. 2013. Documentos. Acessado em 20 de Set. 2013. Online. Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>

GLOBAL LAND COVER FACILITY, **Earth Science Data Interface**, Maryland – USA, 04 Set. 2013. Documento acessado em 04 de Set. de 2013. Online. Disponível em: <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>

FONSECA, L. M. **Processamento Digital de Imagens**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2000.