

## ANÁLISE MULTITEMPORAL DAS ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS UTILIZANDO IMAGENS DE NDVI

**CONCEIÇÃO, Thaís Ferreira<sup>1</sup>; CIROLINI, Angélica<sup>2</sup>; BRUCH, Alexandre Felipe<sup>2</sup>; SILVA, André Luiz<sup>3</sup>; ALVES, Marcelo Arraché<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Curso de Tecnologia em Geoprocessamento; <sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico; <sup>3</sup>Exército Brasileiro, Núcleo de Preparação de Oficiais da Reserva do 9º Batalhão de Infantaria Motorizada.  
thais.selecao@hotmail.com

### 1 INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental vem ganhando importância nas últimas décadas, principalmente pela exploração indiscriminada dos recursos naturais, onde o desmatamento de áreas com mata nativa e de áreas úmidas tem sido os locais mais visados no extremo sul do Brasil. Estes locais vêm sendo pressionados pela expansão da agricultura, onde, na região deste estudo a cultura do arroz é de suma importância para a economia local e esta se desenvolve justamente sobre áreas úmidas, visto a grande necessidade de água para o desenvolvimento da planta.

O conceito de área úmida é diverso na literatura, sendo que Villeneuve (2005) as denomina como áreas saturadas pelas águas superficiais ou subterrâneas com uma frequência e duração específica e em circunstâncias normais apresenta uma cobertura vegetal adaptada à vida no solo em condições saturadas. Conforme Christofolletti (1974), as áreas úmidas são onde a uma ou várias planícies de inundação de cursos fluviais, planícies de maré ou planícies temporariamente alagadas, com cursos fluviais intermitentes.

Para auxiliar no monitoramento de extensas áreas, o sensoriamento remoto tem exercido importante papel no levantamento da expansão destas áreas cultivadas e da retração das áreas úmidas intocadas. Com o foco no monitoramento, mas também para a aplicação em estudos fisiológicos e fenológicos das plantas foram desenvolvidos inúmeros índices de vegetação – IV, aplicados a imagens de sensores orbitais.

Dos índices de vegetação propostos na literatura, o mais utilizado é o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). O NDVI foi o primeiro IV desenvolvido e proposto por Rouse *et al.* (1973). Este índice é calculado pela diferença de reflectância entre as faixas do espectro eletromagnético do Infravermelho Próximo – NIR (0,725 a 1,10 µm) e do Visível – VIS (0,4 a 0,7 µm). O NDVI se baseia na teoria que a vegetação absorve uma significativa quantidade de luz vermelha incidente, sendo assim, provocando uma baixa reflectância na faixa espectral correspondente ao vermelho. Em compensação, ela reflete uma grande parcela da energia referente ao infravermelho (LIU, 2007).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar o uso de imagens de índices de vegetação NDVI no monitoramento das áreas de cultivos anuais, principalmente de arroz irrigado e das pressões que estas culturas causam sobre as áreas naturais úmidas, no município de Pelotas/RS.

### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Os dados utilizados são três imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, com órbita/ponto (221/082) e resolução espacial de 30 metros. As imagens são do mês de janeiro dos anos de 1991, 2001 e 2009, correspondendo aos objetivos do trabalho. Estas imagens foram escolhidas pelo período a qual as culturas predominantes (arroz e soja) encontram-se em estágio pleno de desenvolvimento e com elevados níveis de saturação de água.

Para a aplicação do NDVI e do NDWI as imagens foram submetidas a vários pré-processamentos, que consistiram no uso de contraste e filtragem objetivando minimizar a interferência de ruídos na região de interesse. Realizadas também transformações radiométricas indispensáveis para a elaboração de cálculos que incluem dados de diferentes bandas ao longo do tempo. As imagens também foram registradas através de coordenadas levantadas em campo com o auxílio do Differential Global Positioning System – DGPS, ou Sistema de Posicionamento Global Diferencial. Este sistema permite uma maior acurácia no registro das imagens. O erro aceito neste trabalho foi de 0,2 de pixel.

O *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* ou Índice da Diferença Normalizada da Vegetação é alcançado através da razão de bandas de duas faixas do espectro eletromagnético. É feita a divisão da soma das faixas do NIR e VIS. Onde o NDVI é obtido através da equação:

$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$$

Para cada sensor, as bandas utilizadas podem ser diferentes. Como este trabalho se utilizava de imagens do satélite Landsat 5, a equação do NDVI é exemplificada da seguinte maneira:

$$NDVI = \frac{P_{nir} - P_{red}}{P_{nir} + P_{red}}$$

Onde:

$P_{nir}$  = reflectância da banda no infravermelho próximo;

$P_{red}$  = reflectância da banda do vermelho;

O resultado é um valor de NDVI que varia de -1 a +1, onde os valores negativos referem-se às nuvens, orbitando o zero está o solo nu ou exposto sem vegetação. O valor de NDVI mais elevado refere-se à densidade de vegetação e ou o estágio de desenvolvimento até o pleno vigor da planta (LIU, 2007). Sendo assim, os valores variam de 0,1 a 0,8 conforme a arquitetura, densidade e umidade da vegetação. Em áreas com déficit hídrico ou com vegetação em senescência, estes valores tendem a diminuir aproximando-se de zero (LIU, 2007).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o levantamento feito com as imagens do mês de janeiro dos anos de 1991, 2001 e 2009, e a partir das imagens de NDVI resultantes (Figura 1), pode-se tecer algumas considerações. No ano de 1999 a vegetação das margens dos cursos fluviais, principalmente do arroio pelotas, apresentava uma dimensão mais reduzida, comparada com os resultados dos anos de 2001 e 2009. Este curso, localizado no centro da área de estudo é o principal fornecedor de água para as culturas anuais circundantes, sobretudo para a produção do arroz irrigado. As respostas do NDVI para a mata-ciliar destas áreas ficam com índice entre 0,65 e 0,76. Valores similares de NDVI foram encontrados para mata ciliar em trabalhos de Holanda e Guerra (2010) e Oliveira *et al.* (2010).

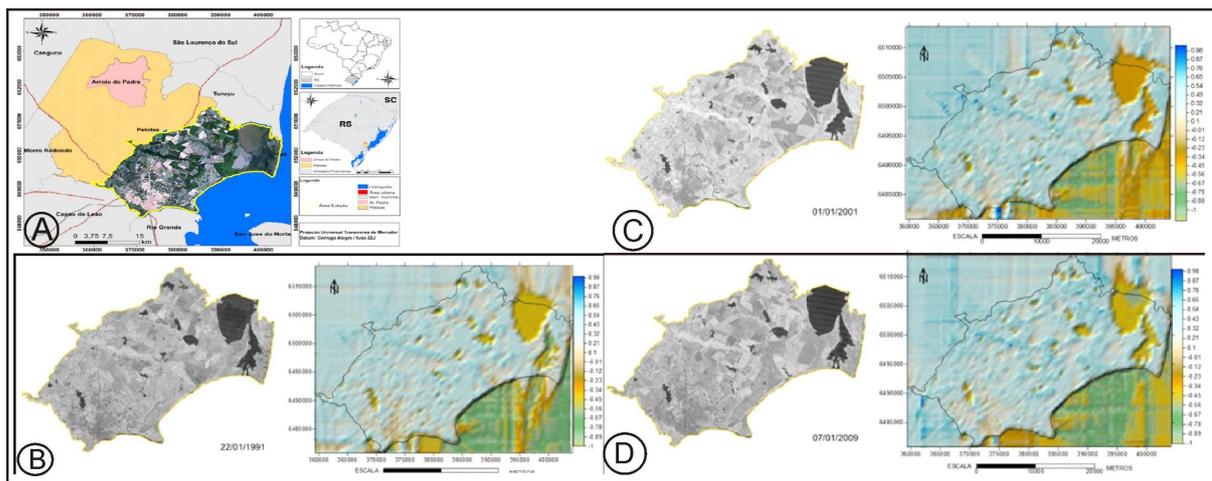


Figura 1: (A) Área de estudo, (B) NDVI de 1991, (C) NDVI de 2001 e (D) NDVI de 2009.

Cabe destacar também que houve uma diminuição na área de campos e pastagens entre os anos de 1991 e 2009. Em contrapartida a área plantada com culturas anuais teve um incremento significativo, principalmente o arroz e a soja. Esta constatação é mais evidente na comparação dos anos de 1991 e 2001. Este processo é mais expressivo na região sudeste da área de estudo, próximo a área urbana do município de Pelotas.

A resposta de NDVI para as culturas anuais fica com índice em torno de 0,21 e 0,43. Estes índices correspondem às culturas da soja e milho, sendo este último, ocupando uma pequena parcela na região noroeste da área de estudo. Cabe destacar a significativa presença do cultivo do arroz irrigado, que no mês de janeiro encontra-se parcialmente desenvolvida e com o solo coberto por lâmina d'água de 7 a 10 cm. A lâmina d'água interfere no NDVI, reduzindo o índice, onde que o arroz irrigado neste estágio apresenta uma resposta entre 0,10 e 0,21 (OLIVEIRA *et al.* 2010).

Em plantios de arroz com estágio de desenvolvimento mais avançado e sem lâmina d'água e pós floração da planta a resposta no índice varia de 0,10 a 0,21. Sendo que, foram encontrados valores de até 0,32, principalmente para o ano de 2009. Cabe destacar que a partir do uso de sementes modificadas geneticamente, principalmente depois de 2006, o espaçamento entre as plantas foi reduzido no plantio. Este fator causa um aumento na reflectância da cultura, que segundo a CPRM (2004) pode ter um ganho de resposta entre 10 e 15%.

Para as áreas com repostas de NDVI em torno de -0,12 e 0, estas correspondem aos locais com solo exposto, principalmente na área urbana e em solos agricultáveis descobertos. Comparando as três imagens, observa-se que na área urbana esta tem se expandido e na área rural tem se retraído. O principal fator é que em 1991 o cultivo do milho e da pastagem para silagem eram culturas mais significativas, e esta é uma cultura mais tardia que a da soja e principalmente do arroz. O milho e a pastagem para silagem perderam espaço para as outras culturas, onde que então a área com solo exposto foi retraída na data do imageamento.

Em ambas imagens fica claro os locais de banhado, com densa vegetação de macrófitas. Estes locais situam-se predominantemente na borda leste, oeste e sul da Lagoa Pequena, a nordeste da área de estudo. Problemas de queimadas no final de 1990 degradaram a vegetação daquele local. Sendo que com os 19 anos que se seguiram esta se recuperou naturalmente, o que pode ser

diagnosticado nas imagens. Os níveis de resposta desta vegetação ficaram entre 0,43 e 0,65.

#### 4 CONCLUSÃO

Perante os resultados discutidos neste trabalho podemos corroborar com algumas conclusões. Primeiramente ficou evidente que o NDVI facilita a interpretação de imagens para extração de índices de vegetação e saturação de água foliar. Ainda, os resultados mais confiáveis de NDVI foram obtidos nas áreas onde o fator água é preponderante.

As imagens também foram ferramentas úteis na discriminação de áreas com solo exposto, culturas anuais, mata ciliar e áreas alagadas com a presença de vegetação típica de banhado e no monitoramento destas.

Por fim, o NDVI demonstrou que a vegetação de banhado vem se recuperando em vários locais do município, principalmente ao redor da Lagoa Pequena. Atualmente nestas áreas a agricultura não impõem mais pressões sobre elas e sim a expansão urbana do município.

#### 5 REFERÊNCIAS

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Edgar Blucher/USP. 149P 1974.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Base de Dados Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó – PE. **PROGRAMA HIDROGEOLOGIA DO BRASIL**, 1.1. 2004.

HOLANDA, A.S.S.; GUERRA, C.E. Monitoramento da vegetação da região do eixo-forte no município de Santarem-PA utilizando imagens dos índices de vegetação NDVI e NDWI. **III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO**. p. 1-5. 2010.

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Ed. UNIDERP. Campo Grande, 2007.

OLIVEIRA, T.H.; SILVA, J.S.; MACHADO, C.C.C.; GALVÍNCIO, J.D.; NÓBREGA, R.S.; PIMENTEL, R.M.M. Detecção espaço-temporal de estresse hídrico na vegetação do semi-árido no nordeste do Brasil utilizando NDVI e NDWI – Estudo de caso Serra da Capivara e Serra do Congo – PI. **VI SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA – II SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA**. 2010. Universidade de Coimbra.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: **ERTS-1 SYMPOSIUM**, 3., 10-14 December, Washington, DC. Proceedings. Washington, NASA, p.309-317, 1973.

VILLENEUVE, J. **Delineating wetlands using GIS and remote sensing technologies**. 2005. 88f. (Master of Science). Texas A&M University. 2005.