

## **AVALIAÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO ATRAVÉS DE IMAGENS DE NDWI ENTRE OS ANOS DE 2008 E 2009 PARA OS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE/RS**

**ALISON ANDRÉ DOMINGUES TEIXEIRA<sup>1</sup>; CLISMAM SOARES PORTO<sup>2</sup>;  
SOLANGE OTTE NÖRNBERG<sup>2</sup>; ANGÉLICA CIROLINI<sup>2</sup>; ALEXANDRE FELIPE  
BRUCH<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [alison\\_andre\\_domingues@hotmail.com](mailto:alison_andre_domingues@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [clismam\\_soares01@hotmail.com](mailto:clismam_soares01@hotmail.com);  
[solangenornberg2@gmail.com](mailto:solangenornberg2@gmail.com); [acirolini@gmail.com](mailto:acirolini@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – [alexandrefelipebruch@ibest.com.br](mailto:alexandrefelipebruch@ibest.com.br)

### **1. INTRODUÇÃO**

Um dos mais significativos problemas ambientais da atualidade são as queimadas, tanto de origem natural quanto provocada. De maneira sucinta, as queimadas são favorecidas pelo estresse hídrico, ou seja, a diminuição da quantidade de água presente na planta (LIU, 2007).

No auxílio do monitoramento ambiental a partir do sensoriamento remoto, foram desenvolvidos índices de vegetação, onde podem ser monitorados os comportamentos espectrais do alvo, como a biomassa, índice de área foliar, dinâmica fisiológica e fenológica. Dentre os vários índices de vegetação desenvolvidos e aplicados com bons resultados, o proposto por Gao (1996), denominado de *Normalized Difference Water Index (NDWI)* ou Índice de Água por Diferença Normalizada, correlaciona a cobertura vegetal com o conteúdo de água presente na planta.

O NDWI sugerido por Gao (1996) favorece o acompanhamento das mudanças na biomassa e a avaliação do estresse ou déficit hídrico na vegetação, sendo realizada uma operação aritmética entre as bandas do infravermelho próximo (IVp) e do infravermelho médio (IVm), segundo os intervalos e comprimento de onda do satélite Landsat 5, instrumento *Thematic Mapper (TM)*.

Sendo assim, o presente trabalho visa o monitoramento do estresse hídrico da vegetação dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre/RS, através das imagens de NDWI, calculado a partir das imagens do satélite Landsat 5-TM e a comparação dos resultados com o histórico de dados pluviométricos. Os resultados serviram para a validação da técnica de NDWI no monitoramento de queimadas para áreas litorâneas.

### **2. METODOLOGIA**

Os municípios de Pelotas e Arroio do Padre localizam-se no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 31°19'11" a 31°48'05" de latitude sul e 52°00'33" a 52°36'45" de longitude oeste.

Para a elaboração deste mapeamento foram utilizadas cinco imagens multiespectrais do satélite Landsat 5-TM, com órbita/ponto (221/082) e resolução espacial de 30 metros. As imagens utilizadas são das datas: 03/10/2008, 06/12/2008, 08/02/2009, 29/04/2009 e 20/09/2009. Estas foram selecionadas por apresentarem menor cobertura de nuvens, facilitando a aplicação do NDWI.

Após a aquisição, ocorreu o registro das imagens com cinco pontos de controle. Conseqüente, foram convertidos os valores dos Números Digitais (ND) contidos nas imagens Landsat 5-TM em reflectância. A conversão foi implementada através da Linguagem Espacial de Geoprocessamento Algebrico

(LEGAL) existente no Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING). Para a obtenção da imagem em reflectância utilizou-se o modelo de conversão proposto por Markhan e Barker (1987) adaptado por Brito Neto *et al.* (2008). Para a identificação do conteúdo de água foliar, no programa SPRING foi aplicado o NDWI (Equação 01) indicado por Gao (1996), que é alcançado através da razão de bandas de duas faixas do espectro eletromagnético. É feita a divisão da soma das faixas do IVp (banda 4) e IVm (banda 5). Onde o NDWI é obtido da:

$$NDWI = (IVp - IVm) / (IVp + IVm) \quad (Eq.01)$$

O resultado é um valor de NDWI que varia de -1 a +1. Com o intuito de comparar os resultados de estresse hídrico com a pluviosidade ocorrida nos dois municípios citados, foram levantados os registros históricos do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a estação climatológica Pelotas (31,78°S e 52,41°W). O rol de dados utilizados compreende o período entre setembro de 2008 e setembro de 2009.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os municípios de Pelotas e Arroio do Padre/RS situam-se na zona de clima Subtropical úmido ou temperado, com invernos frios (mínimas médias entre -2° e 0°) e verões quentes (máximas entre 34° e 36°). Entre os meses de janeiro e fevereiro de 2009 houveram eventos pluviométricos acima das médias dos decêndios, sendo que em alguns dias choveu a quantidade prevista para o mês inteiro (120mm), (EMBRAPA, 2013). Mas estes eventos intensos não prejudicaram a análise do processo temporal porque nos dias subsequentes os dados chegaram próximos as normais.

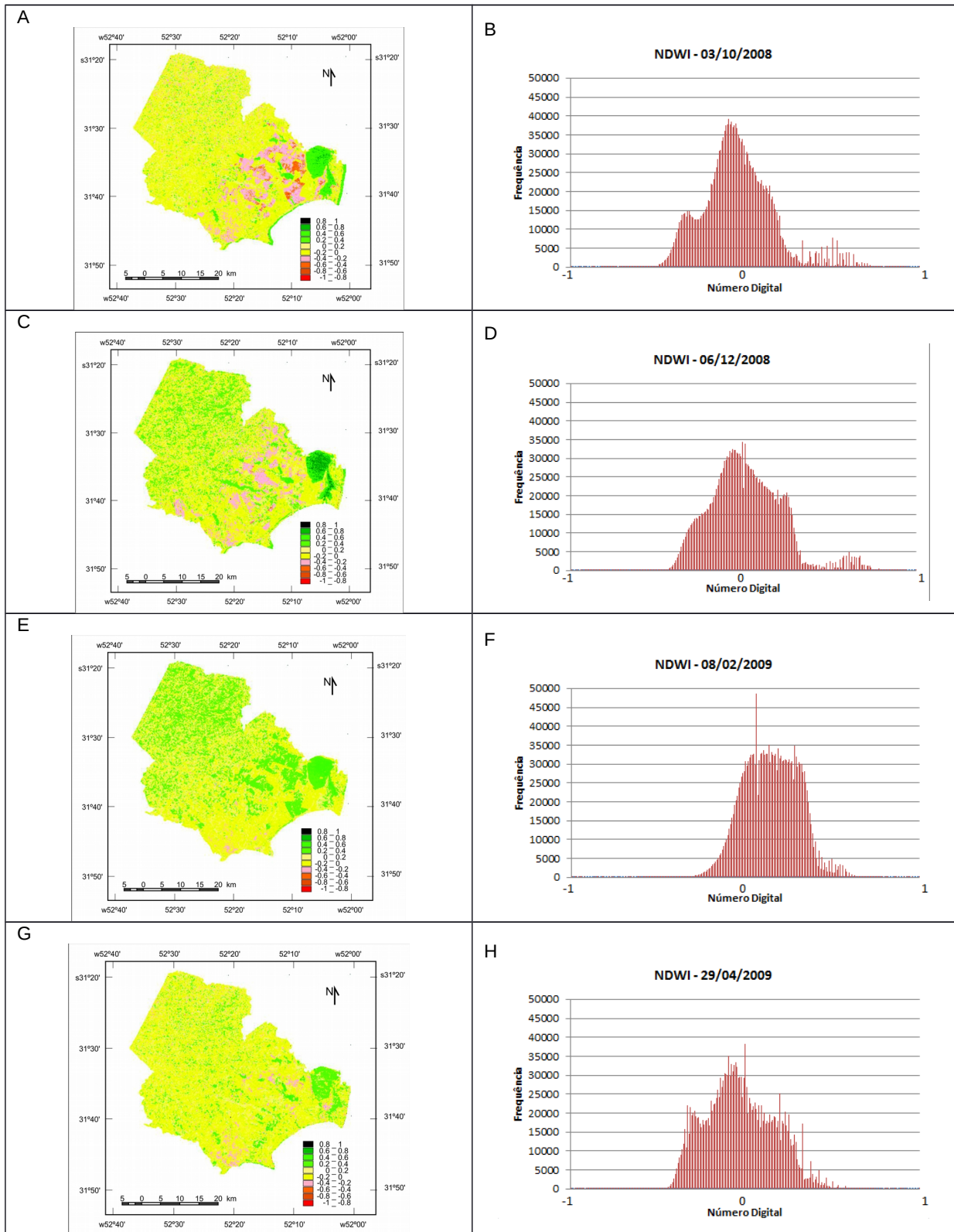
A Figura 1H apresenta a pluviosidade para os dois municípios para os meses de setembro de 2008 à setembro de 2009. Observa-se que as pluviosidades acompanharam a série histórica com exceção do mês de janeiro de 2009. Os meses de verão e inverno apresentam pluviosidades mais intensas, as quais reduzem significativamente no período de outono e primavera.

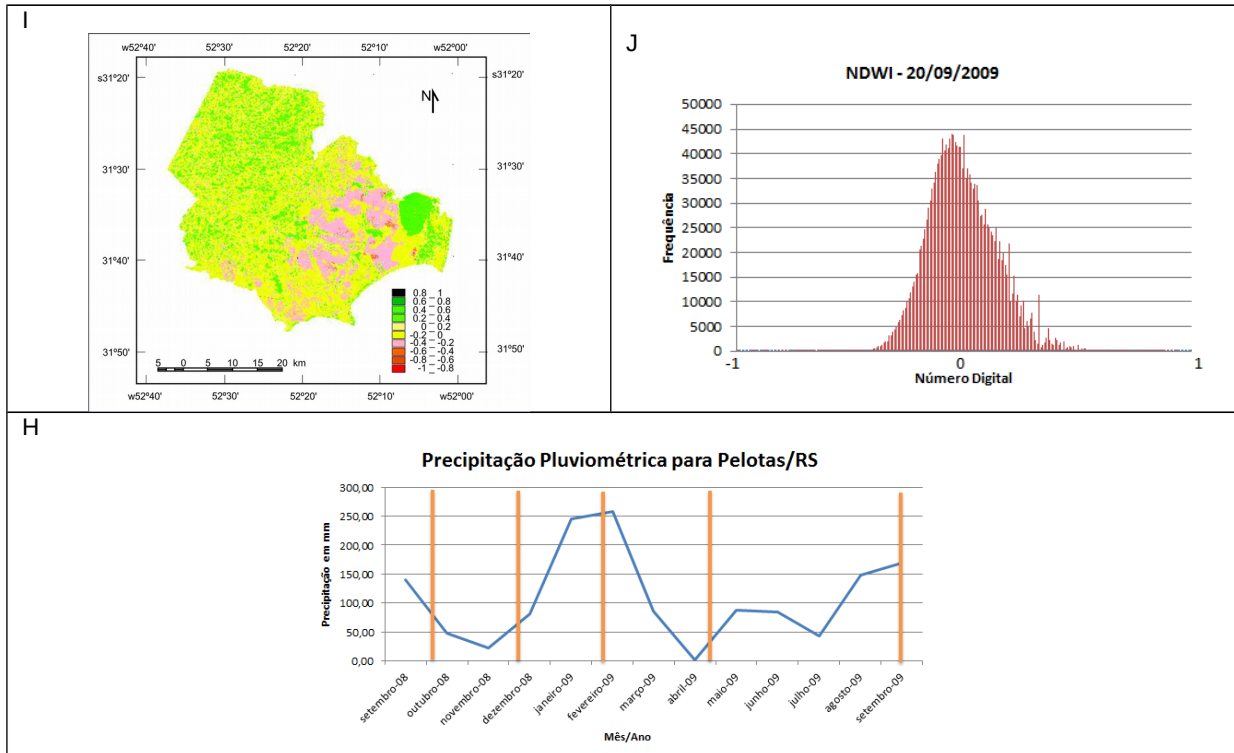
O NDWI gerado para os meses selecionados demonstra que a vegetação responde diretamente a pluviosidade em um curto espaço de tempo. Os maiores índices de NDWI foram encontrados no mês de fevereiro de 2009, com valores na vegetação arbórea próximos a 0,4 e na vegetação rasteira em 0,2 (Figura 1E). O histograma desta imagem apresenta picos de ND acima de 0 porque as áreas onde existe o desenvolvimento de culturas, como o arroz irrigado, está no período de clímax da produção de biomassa (Figura 1F).

Já em outro pico de pluviosidade no mês de setembro de 2009 as médias do NDWI estão próximas a 0 visto que a vegetação está em recuperação pós meses de escassez de chuva. Devido a escassez de chuva prolongada a vegetação apresentou baixa saturação de água foliar tanto na vegetação arbórea quanto na rasteira e ou gramíneas. Esta constatação fica exemplificada no histograma da Figura 1J, onde a concentração dos DNs está em um pequeno intervalo (entre o DN -0,43 e 0,54).

Valores intermediários de NDWI foram encontrados na imagem de dezembro de 2008, com respostas entre -0,4 e 0,4 (Figura 1C). Os valores negativos foram influenciados pela área de solo exposto preparada para o plantio de culturas anuais como a soja. Já os valores positivos não foram mais elevados por causa da pluviosidade, que apenas no mês de dezembro apresentava uma recuperação para valores próximos às médias anuais para aquele mês.

Baixos valores de NDWI foram encontrados na imagem de outubro de 2008 e abril de 2009, meses onde a pluviosidade apresenta uma tendência de declínio e a vegetação conserva pouca umidade foliar oriundas das pluviosidades dos meses anteriores. Os valores de NDWI orbitaram entre -0,6 e 0, principalmente devido às áreas com solo exposto, antes e depois dos cultivos de arroz e soja. Deve-se atentar também que nas áreas na parte norte e noroeste dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre, nas datas citadas, ocorre o cultivo do fumo e este também influenciando nos valores de NDWI, mas com diminutas áreas espaciais.





#### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho ficou evidente que o NDWI diagnosticou a disponibilidade de água foliar presente nas plantas e os índices corresponderam às séries pluviométricas levantadas entre setembro de 2008 e setembro de 2009. Cabe destacar que neste período houveram mudanças bruscas de pluviosidade entre meses próximos e isto se manifestou nas imagens.

Os melhores valores de NDWI foram encontrados na imagem de fevereiro de 2009, onde a vegetação respondeu diretamente à elevada pluviosidade ocorrida no final de janeiro do mesmo ano. Esta imagem também foi influenciada pela elevada cobertura vegetal presente na data, visto que as culturas temporárias, como a soja e, principalmente, o arroz, estão no estágio final de desenvolvimento.

Por fim, os piores valores de NDWI foram verificados nas imagens de outubro de 2008 e abril de 2009, especialmente por causa das áreas de solo exposto geradas pela colheita do arroz e soja e pequenas lavouras de fumo. Deve-se salientar que no mês de outubro de 2008 a vegetação apresentou uma quantidade muito baixa de água foliar, com valores próximos a de senescência, o que representa perigo quanto ao surgimento e desenvolvimento de queimadas.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRITO NETO, R. T.; BARROS FILHO, M. B.; LOPES, H. L.; PACHECO, A. P. Determinação de valores físicos de imagens TM/LANDSAT-5 utilizando a linguagem LEGAL para obter índices de vegetação. **Anais do II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e TI**, Recife, Brasil, 2008.
- EMBRAPA. 2013. Estação Agroclimatológica de Pelotas. **Normais Climatológicas**. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/mensal.html>>. Acesso em: 11 jul. 2015
- GAO, C. NDWI: A Normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v. 58, p.257- 266, 1996.
- LIU, W. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2007.