

# COMPARAÇÃO ENTRE O DESCRITOR DE TERRENO HAND E O ÍNDICE NDVI

*Margarita M. E. Pereira<sup>1</sup>; Federico A. Monte Domecq<sup>2</sup>; Karena Q. Jimenez<sup>3</sup>; & Walter Collischonn<sup>4</sup>*

**RESUMO** --- Algoritmos topográficos descrevem o terreno quantitativamente a partir de Modelos Digitais de Elevação. O HAND é um algoritmo descritor do terreno que tem sido testado em classificação de solos revelando forte correlação entre as condições da água no solo, nível do lençol freático e a topografia. O NDVI por sua vez é um índice que pode ser relacionado com a ocorrência de umidade no solo associada à presença de vegetação mais exuberante em áreas com alto teor de umidade na superfície do solo ou com presença do lençol freático nas proximidades da superfície. Modelos Hidrológicos requerem introduzir parâmetros que tenham base na topografia e no tipo de cobertura do solo. Neste trabalho tem sido comparado o descritor HAND e o índice NDVI conferindo o grau de correlação existente entre eles. Foram feitos os cálculos do HAND e do NDVI, numa região particular de Brasília – DF. Obteve-se maior correlação entre os valores baixos de NDVI e os mais altos do HAND. Os valores altos de NDVI são concentrados numa banda muito estreita em torno à rede, quanto que os valores de HAND menores se distribuem numa banda de largura maior ao redor da rede de drenagem o que diminui consideravelmente a percentagem de coincidência das classes que contem estes valores.

**ABSTRACT**--- Topographic algorithms describing quantitatively the terrain surface from Digital Elevation Models. The HAND terrain model shows strong correlative relation between soil water conditions, water table and topography. The NDVI is an index that can be related to the occurrence of soil moisture associated with the presence of more lush vegetation in areas with high humidity at the soil surface or the presence of groundwater near the surface. Hydrological models require input parameters that are based on topography and the type of land use. This work compares the HAND descriptor and NDVI index, conferring the degree of correlation between them, on a particular area of Brasilia - DF, in Brasil. Higher correlation was obtained between the low values of NDVI and higher values of HAND. High NDVI values are concentrated in a very narrow band around the network and HAND smaller values are distributed in a wide band around of the drainage network which significantly reduced the percentage of coincidence of the classes that contain these values.

**Palavras-Chave:** Modelo Digital de Elevação, Umidade do Solo, HAND, NDVI.

- 
- 1) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IPH – UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500. Porto Alegre. E-mail: [mmepereira@gmail.com](mailto:mmepereira@gmail.com)
  - 2) Biólogo, Pesquisador Projeto SINERGIA. E-mail: [federimonte@gmail.com](mailto:federimonte@gmail.com)
  - 3) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IPH – UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500. Porto Alegre. E-mail: [karenaquiroz@gmail.com](mailto:karenaquiroz@gmail.com)
  - 4) Professor Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IPH – UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500. Porto Alegre. E-mail: [collischonn@iph.ufrgs.br](mailto:collischonn@iph.ufrgs.br)

## 1. INTRODUÇÃO

A topografia desempenha um papel muito importante na resposta de uma bacia diante uma precipitação (Barling et al, 1994). Detalhes topográficos se encontram disponíveis com os dados da Missão Topográfica do Radar Shuttle (SRTM); estes Modelos Digitais de Elevação (DEM) mostram importantes características do relevo que permitem a obtenção de descritores quantitativos do terreno (Renno et al, 2008).

A popularização das técnicas de sensoriamento remoto juntamente com a disponibilidade de dados topográficos tem motivado o desenvolvimento de métodos e modelos para extração automática de informações diretamente do modelo digital de elevação (DEM) (Jensen & Domingues, 1988).

O HAND é um algoritmo descritor do terreno que tem sido testado em classificação de solos revelando forte correlação entre as condições de água no solo, nível do lençol freático e a topografia. Ele é obtido tendo como base a rede de drenagem e calculando a diferença de nível entre a rede e cada pixel da bacia de estudo. Neste trabalho ele foi calculado através do algoritmo desenvolvido por Buarque em 2008. A partir do Modelo Digital de Elevação é possível derivar diversas informações sobre a morfologia e a superfície terrestre (Jenson, 1991), o que faz dos DEM ou MNT ferramentas imprescindíveis no cálculo do HAND

O NDVI (sigla em inglês para Índice Diferencial de Vegetação Normalizada) estabelece a partir da sobreposição de imagens de satélite, a classificação da vegetação com base na exuberância da mesma (verde escuro, verde claro e amarelo). Este índice é sensível às mudanças na vegetação visto que é diretamente influenciado pela absorção da radiação solar pela clorofila das plantas (Tucker et al, 1985). Por estar a concentração de clorofila nos vegetais, diretamente relaciona a inúmeros fatores ambientais, o NDVI já foi relacionado com vários componentes da equação do balanço hídrico: umidade do solo, precipitação e evaporação (Sylagui et al, 1998).

Em regiões semi-áridas ou em períodos de seca, o NDVI pode estar relacionado diretamente com a umidade do solo (saturação superficial), por ser esta a principal fonte hídrica para a vegetação nestas condições.

Modelos Hidrológicos requerem introduzir parâmetros que tenham base na topografia e o tipo de cobertura do solo (Quinn et al, 1995) e os valores de HAND e o NDVI podem ser associados ao teor de umidade do solo o que pode indicar a existência de alguma relação entre eles. Portanto, um dos objetivos deste trabalho será verificar se há tal relação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A partir do software IDRISI, calculou-se o NDVI, fazendo uma sobreposição de imagens LANDSAT TM5 das bandas 3 e 4, através da equação  $[(\text{banda } 4 - \text{banda } 3) / (\text{banda } 4 + \text{banda } 3)]$ . O descritor HAND foi obtido a partir da linguagem de programação FORTRAN90 pelo algoritmo desenvolvido por Buarque (2008) que gera uma matriz em formato ASCII onde para cada pixel é atribuído um valor igual à diferença de nível entre a rede de drenagem e a cota do pixel considerado "HAND". Este arquivo é importado pelo IDRISI que o converte em formato de imagem raster.

Foi analisada a imagem raster HAND de resolução 90x90m e a imagem gerada do NDVI da mesma resolução 90x90m

### 2.1- Área de estudo

As análises foram feitas com imagens (MNT e satélite) da cidade de Brasília – DF, especificamente a região do Parque Nacional de Brasília. O uso desta região geográfica se justifica por, ter estações secas e úmidas bem marcadas que caracterizam o cerrado, e por estar localizado numa área de proteção o que permite o estado de preservação em condições naturais do solo e florestas. É significativo considerar que na época seca a principal fonte de umidade para a vegetação é o lençol freático e a saturação superficial em determinados locais.

### 2.2- Calculo do Descritor HAND

Foram em princípio preparados os arquivos de entrada para o algoritmo de calculo do HAND que são: delimitação da bacia hidrográfica onde será calculado o descritor, conformação da rede de drenagem dentro da bacia, a direção de fluxo da região de estudo, e o MNT da mesma região, todos em formato ASCII. Estes arquivos foram gerados utilizando os softwares ARCGIS com suas ferramentas ARCHYDRO e o software IDRISI.

A partir desses dados foi gerado o HAND com as diferenças de nível de cada pixel com relação à rede. Logo já com a imagem raster do HAND, a mesma foi recortada deixando apenas a área de interesse que logo foi comparada com o NDVI (figura 1).

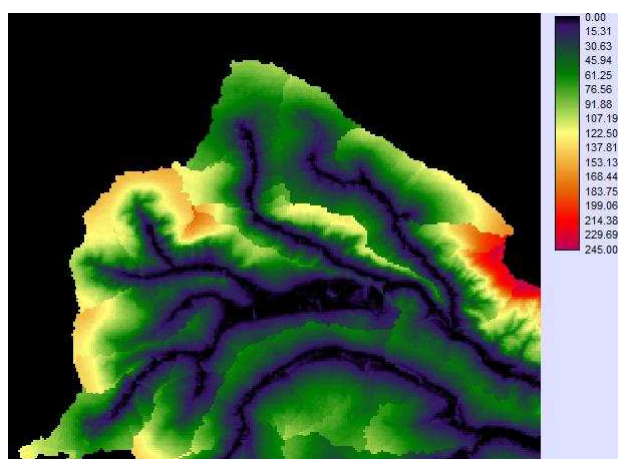


Figura 1 – Imagem raster do descritor do terreno HAND para a região de estudo.

### 2.3- Cálculo do NDVI

O cálculo do índice NDVI foi feito no software IDRISI. Os valores dele variam entre -1 e 1, sendo que os valores negativos indicam ausência da atividade fotossintética. Na figura 2 se mostram gama de cores de vermelho até o amarelo escuro para valores negativos de NDVI (ausência de fotossíntese) e a variação de cores de amarelo claro até verde escuro demonstra progressivo aumento da atividade fotossintética.

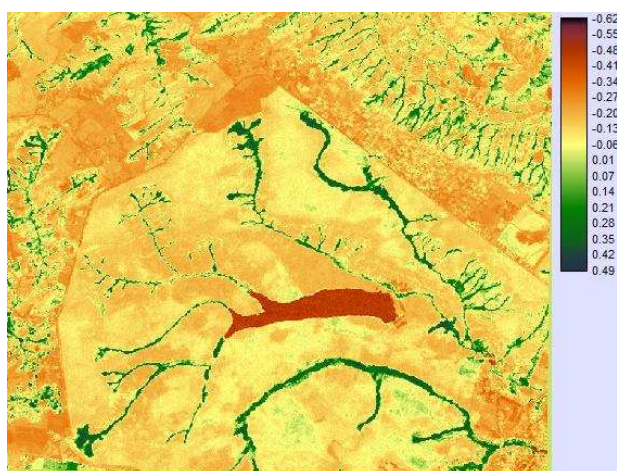






Figura 2 – Índice Diferencial de Vegetação Normalizada (NDVI).

### 3. RELAÇÃO ENTRE O HAND E O NDVI

Os valores do HAND variam de 0 (rede de drenagem) até 245m (ponto mais afastado da rede em termos de diferença de nível e suposto de menor umidade), pelo contrario os menores valores de NDVI indicam nula ou pouca atividade fotossintética em concordância com a ocorrência

de zonas menos úmidas (excluindo os espelhos de água ou reservatórios onde se tem atividade fotossintética nula e valores negativos de NDVI, embora esteja-se em presença de um área úmida). Devido à relação inversa entre o HAND e o NDVI e para a melhor comparação dos mesmos eles foram divididos em classes:

NDVI (figura 3)

-  1 Classe1: umidade baixa, -0.62 até -0.34 (nula atividade fotossintética e locais exteriores à região de estudo)
-  2 Classe2: umidade médio-baixa, -0.34 até -0.065
-  3 Classe3: umidade médio-alta; -0.065 até 0.21
-  4 Classe4: umidade alta. 0.21 até 0.49

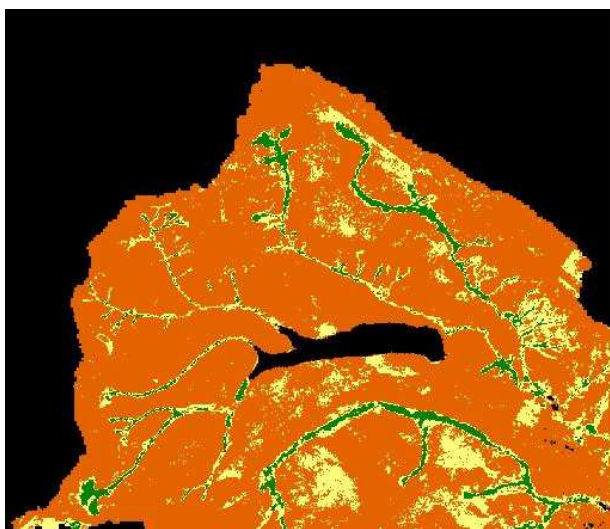






Figura 3 – Reclassificação dos valores do NDVI

HAND (figura 4)

-  1 Classe1: umidade baixa,  $HAND > 15$ , declividade  $< 7.6\%$
-  2 Classe2: umidade médio-baixa,  $HAND > 15$ , declividade  $\geq 7.6\%$
-  3 Classe3: umidade médio-alta;  $5.3 \leq HAND \leq 15$
-  4 Classe4: umidade alta,  $HAND < 5.3$

Esta classificação baseia-se na proposta de classificação de Rennó C.D. *et al*, 2008.

Plateau:  $HAND > 15$ ,  $slope < 7.6\%$

Slope:  $HAND > 15$ ,  $slope \geq 7.6\%$

Ecotone:  $5.3 \leq HAND \leq 15$

Waterlogged:  $HAND < 5.3$

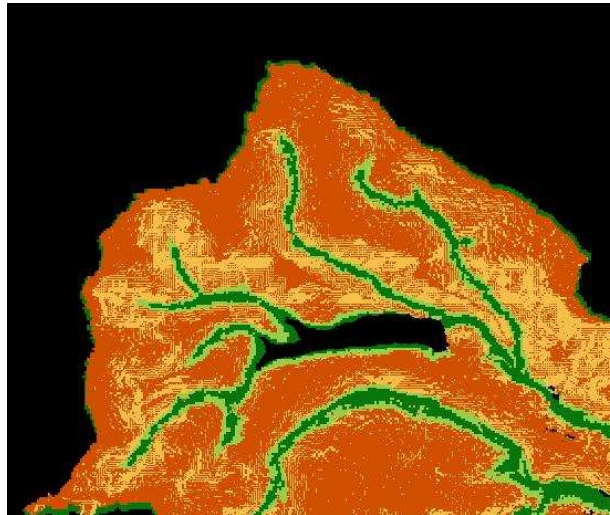


Figura 4 – Índice Reclassificação dos valores do HAND.

As imagens reclassificadas, pelo comando RECLASS do IDRISI, do NDVI e do HAND foram sobrepostas para efeitos da análise comparativa. Para diminuir possíveis erros no processamento, foi considerada apenas a área do parque que coincide aproximadamente com a delimitação de uma sub-bacia, excluindo a área correspondente aos reservatórios e espelhos de água que possuem NDVI negativo, indicando zero atividade fotossintética.

As quatro classes do HAND foram comparadas com as classes do NDVI. Também foi feita a comparação de cada classe de um índice com o total por classe do outro. Todo isso foi possível através do comando CROSSTAB do IDRISI.

Comparando cada uma das classes do HAND com valores totais por classe de NDVI, se tem os resultado da Tabela 1. Correlações de 62 e 55% foram observadas entre classes 1 e 2 e entre 1 e 3 (HAND e NDVI respectivamente). O que em outras palavras significa que dos 100% dos pixels da classe 2 de NDVI, 62% coincidem com a classe 1 do HAND, e, do total de pixels(100%) da classe 3 do NDVI, 55% se encontram coincidindo com a classe 3 de HAND. Além disso, mais dos 60% dos pixels da classe 4 de NDVI correspondem às classes 3 e 4 de HAND

Tabela 1: comparação do HAND com o total por classe do NDVI.

		NDVI		
		2	3	4
HAND	1	62%	55%	21%
	2	23%	18%	18%
	3	8%	11%	23%
	4	8%	16%	38%
Total		100%	100%	100%

Observação: a classe 1 do NDVI foi excluída por pertencer às áreas de reservatórios e espelhos de água (atividade fotossintética nula).

Comparando os valores das classes de NDVI com valores totais por classe do HAND é observado que 84% das classes 1 e 2 do HAND coincidem com a classe 2 do NDVI e só o 16% da classe 4 do HAND coincide com a mesma classe do NDVI. a maior correlação foi entre as classes 2 e 3 (Is e NDVI) e 3 e 3 (Tabela 2).

Tabela 2: comparação do NDVI com o total por classe do HAND

		NDVI			Total
		2	3	4	
HAND	1	84%	14%	1%	100%
	2	84%	13%	3%	100%
	3	70%	19%	11%	100%
	4	61%	24%	16%	100%

Ao comparar os dois índices com os totais de ambos os índices, a correlação geral diminuiu. As classes 1 e 2 (HAND e NDVI) foram as que apresentaram maior relação (50%). O resultado está apresentado na tabela 3.

Tabela 3: comparação geral NDVI e o HAND

		NDVI			Total
		2	3	4	
HAND	1	50%	8%	1%	59%
	2	19%	3%	1%	22%
	3	6%	2%	1%	9%
	4	6%	2%	2%	10%
	Total	81%	15%	4%	100%

Para tentar aumentar a coincidência entre as classes maiores do HAND e o NDVI, considerando que os valores positivos foram concentrados, maiormente sobre e perto da rede de drenagem o NDVI foi reclassificado apenas em duas classes:

Classe1: valores negativos de NDVI

Classe2: valores positivos de NDVI

As 4 classes do HAND foram mantidas e foi feita uma nova comparação sem obter melhores resultados nas correlações das classes maiores, porém as correlações aumentaram nas classes menores (tabelas 4, 5 e 6).

Tabela 4: comparação com o NDVI.

		NDVI	
		1	2
HAND	1	62%	36%
	2	23%	18%
	3	8%	17%
	4	8%	28%
Total		100%	100%

Tabela 5: comparação com o HAND.

		NDVI		Total
		1	2	
HAND	1	93%	7%	100%
	2	91%	9%	100%
	3	78%	22%	100%
	4	69%	31%	100%

Tabela 3: comparação geral NDVI e o HAND

		NDVI		Total
		1	2	
HAND	1	55%	4%	59%
	2	20%	2%	22%
	3	7%	2%	9%
	4	7%	3%	10%
Total		89%	11%	100%

#### 4. CONCLUSÕES

O NDVI e o HAND possuem padrões semelhantes para os valores maiores do primeiro (classe 2) e a classe 1 e 2 do segundo, correspondentes a valores menores de HAND (classes Waterlogged e Ecotone). Os pontos de valor de HAND menores se encontram mais dispersos em torno à rede formando uma banda de largura considerável em torno da mesma ao contrario do NDVI que concentra os valores maiores em uma área mais estreita entorno a rede de drenagem o qual faz diminuir a coincidência e a correlação entre valores altos de NDVI e valores baixos de HAND, embora ambos os índices indiquem claramente o posicionamento da rede e seu entorno mais próximo que podem ser classificados com alto grado de umidade. Os ambos índices podem ser testados em outra região de clima diferente para verificar o seu comportamento em outras zonas e qual a variação da correlação. Também pode- se sugerir que o HAND seja comparado com outros índices como o Wetness Index com o qual pode ter maior coincidência por ter os dois como base do calculo a topografia.



## BIBLIOGRAFIA

- BARLING R.D.; MOORE I.D.; GRAYSON R.B. 1994. *A quasi-dynamic wetness index for characterizing the spatial distribution of zones of surface saturation and soil water content*. Water Resources Research, vol. 30, No 4, 1029-1044.
- JENSEN, S.K. 1991. *Applications of hydrologic information automatically extracted from digital elevation models*. Hydrological Process, vo. 5, 31-44.
- JENSEN, S.K.; DOMINGUE, J.O. 1988. *Extracting structure from digital elevation data for geographic information system analysis*. Photogram Engineering. Remote Sensing 54 (11): 1593-1600.
- RENNÓ C.D.; NOBRE A.D; CUARTAS L.A.; SOARES J.; HODNETT M. TOMASELLA J.; WATERLOO M. 2008. *Hand, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia*. Remote Sensing of Environment 112 (2008) 3469-3481.
- QUINN, P.F.; BEVEN, K.J.; LAMB, R. 1995. *The  $\ln(a/\tan\beta)$  Index: How to calculate it and how to use it within the Topmodel framework*. Hydrological Process, vol. 9, 161-182.
- SZILAGYI, J.; RUNDQUIST, D.C.; GOSSELIN, D.C.; PARLANGE, M.B. 1998. *NDVI relationship to monthly evaporation*. Geophysical Research Letters, vol. 25 (10): 1753-1756.
- TUCKER, C.J.; VANPRAET, C.L.; SHARMAN, M.J., G. van ITTERSUM. 1985. *Satellite remote sensing of total herbaceous biomass production in the Senegalese Sahel: 1980-1984*. Remote Sensing Environment, 17, 233-249.
- VOLANTE J.N.; BIANCHI A.R. 2003. *Índice de Vegetación Normalizado Diferencial (NDVI) de las Yungas y del Chaco Semiárido en el Noroeste Argentino*. INTA – Centro Regional NOA.