



Sensoriamento remoto aplicado

Prof. Dr. Jorge Antonio Silva Centeno
Universidade Federal do Paraná
Departamento de Geomática

código	GA142
denominação	SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO
carga horária semanal	03 hrs
	e total 45 hrs.



Tema 01

Monitoramento de eventos hidrológicos extremos utilizando sensoriamento remoto: Opção A: Enchentes de Porto Alegre (2024)

Descrição: Mapeamento e análise da dinâmica espacial das áreas inundadas durante o evento extremo de inundação ocorrido no Rio Grande do Sul em 2024 utilizando imagens de RADAR.

Objetivos:

Calcular a área inundada em três períodos: antes, durante e após uma enchente e derivar informação artográfica

-
-
-



Tema 01

Tarefas

- Estudar conceitos de inundação; sensoriamento remoto aplicado a desastres; diferença entre sensores ópticos e radar.
- Selecionar imagens de RADAR: Antes do evento: Durante o evento: Após o evento:
- Detectar áreas inundadas
- Calcular: área total inundada;
- Estudar a evolução temporal da inundação;
- Analisar:
 - relação com topografia;
 - proximidade dos rios;
 - ocupação urbana;
 - áreas de risco.



NDWI

Normalized Difference Water Index NDWI

Índice de Diferença Normalizada da Água

- é um indicador espectral usado em sensoriamento remoto para realçar e mapear corpos d'água superficiais em imagens de satélite proposto por McFeeters, (1996).
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425–1432. doi.org

NDWI - princípio

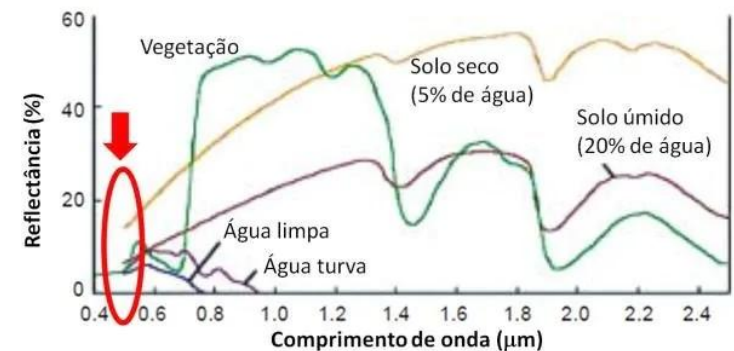
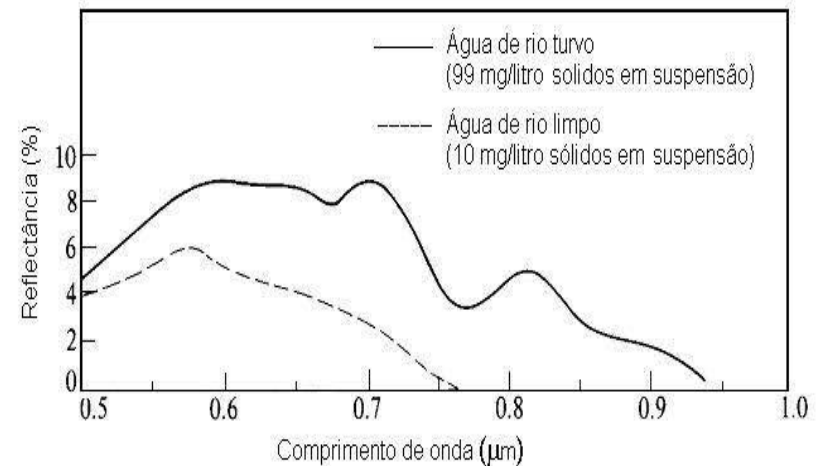
A água absorve fortemente a luz nas faixas do visível e do infravermelho próximo (NIR), enquanto reflete a luz verde.

Fórmula original (McFeeters, 1996):

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR}$$

Os Valores do NDWI variam entre -1 e +1.

- Valores positivos indicam a presença de água,
- Valores negativos ou zero representam solo ou vegetação





Satélites atuais

As bandas para seu cálculo dependem do sensor usado:

Landsat 8 y 9:

Bandas 3 (Green) e banda 5 (NIR)

Landsat 5 y 7:

Banda 2 (Green) e banda 4 (NIR)

Sentinel-2:

Banda 3 (Green) e banda 8 (NIR)



MNDWI (Índice de Água Modificado)

- Em 2006, Hanqiu Xu notou que o NDWI continha erros, especialmente em áreas de solo nu. Então, ele propôs usar o contraste entre o MIR (SWIR) e NIR, especialmente em cidades.

- **Modified Normalized Difference Water Index:**

$$MNDWI = \frac{GREEN - MIR}{GREEN + MIR}$$

- **Sentinel-2:** $(B3 - B11) / (B3 + B11)$
- **Landsat 8 / 9:** $(B3 - B6) / (B3 + B6)$



Cuidados:

- para mapear enchentes em áreas urbanas é recomendado usar o MNDWI, porém deve-se considerar:
- **MNDWI > 0** - água pura/enchente.
- Para zonas urbanas inundadas com lodo, el umbral óptimo suele moverse entre
- **MNDWI 0.1 - 0.2.** – lodo.
- Un valor superior a 0.1 en entornos urbanos con MNDWI suele ser agua real con sedimentos.



Problemas

- O NDWI clássico identifica erroneamente algumas superfícies urbanas como água.
- Ex: concreto reflete de forma semelhante no verde e no infravermelho próximo;
- O MNDWI elimina completamente a cidade. O concreto reflete muito no MIR, resultando em valores fortemente negativos na fórmula. Isto diminui a confusão área urbana/água.

Telhados Claros e Metálicos (Alta reflexão)

- Telhados industriais brancos, coberturas de alumínio polido ou galpões novos refletem intensamente a luz em quase todas as frequências, o que pode gerar valores positivos.
- As sombras projetadas por prédios ou nuvens densas. A área de sombra fica escura e sem radiação refletida tanto no verde quanto no infravermelho, gerando eventuais valores positivos.
- Solos Muito Úmidos e Lodo
- Sedimentos



AWEI

Automated Water Extraction Index

Índice Automatizado de Extração de Água

Proposto por Feyisa et al. em 2014, com a intenção de diminuir a confusão de água com sombras e telhados claros, incluindo informação do:

azul: para contornar o problema de sombras. A soma de sombras deve ser muito baixa.

E SWIR2 para contornar áreas muito claras de telhados. qualquer "brilho excessivo" urbano diminui o valor final do pixel para valores negativos.

Esta informação é incluída usando pesos.

$$\text{AWEI} = B + 2.5 G - 1.5 (\text{NIR} + \text{SWIR1}) - 0.25 \text{SWIR2}$$



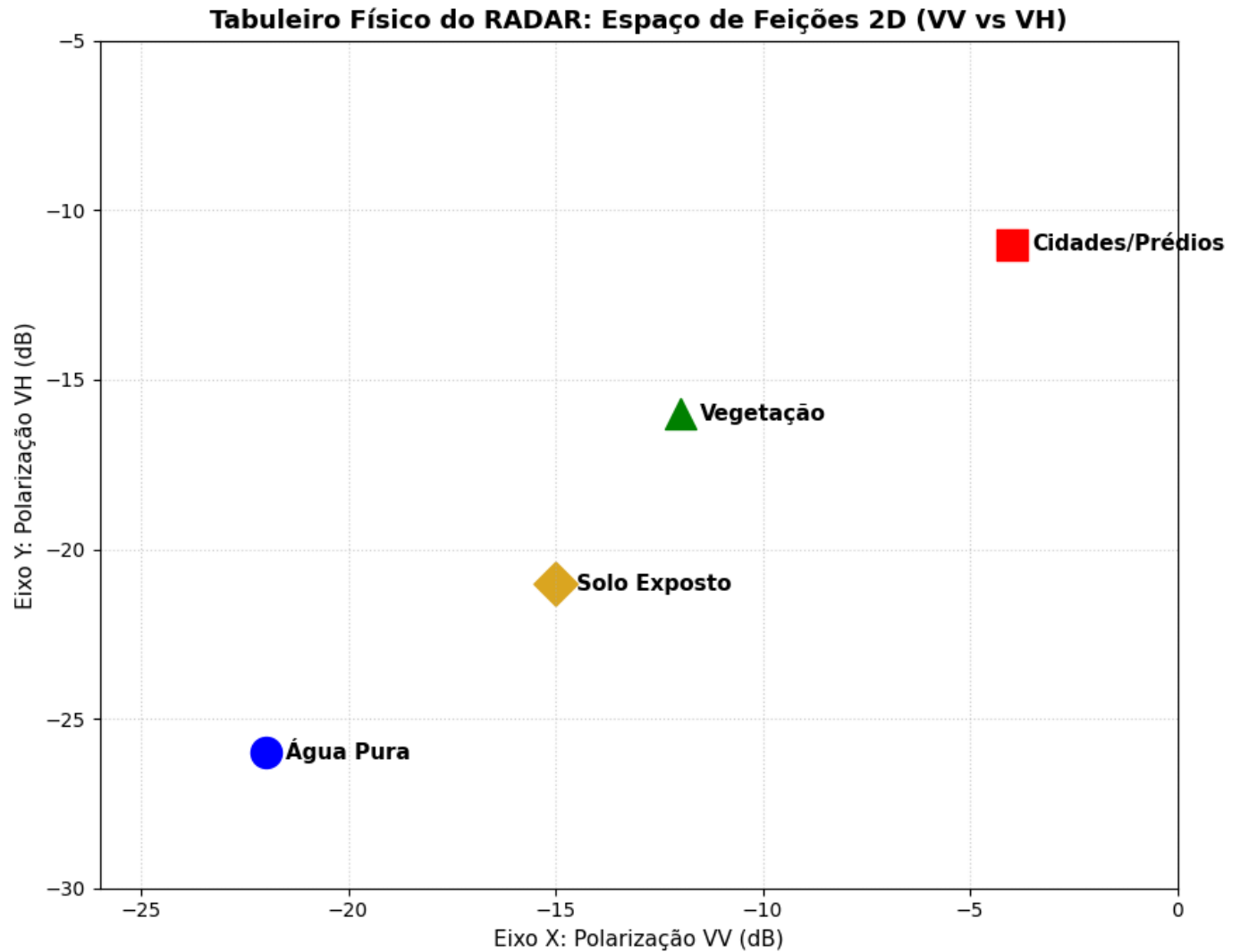
COM RADAR

- As Bandas de RADAR SENTINEL usam Polarizações VV e VH
- **VV (Vertical-Vertical):** O satélite envia a onda na vertical e recebe na vertical. Usada para medir a rugosidade da água e superfícies planas.
- **VH (Vertical-Horizontal):** O satélite envia na vertical e recebe na horizontal (polarização cruzada). É excelente para detectar estruturas complexas e volumétricas, como árvores e florestas.
- .

Comportamento das classes

Classe	Polarização VV	Polarização VH	Comportamento Físico
Água Pura e Calma	muito Baixo	muito Baixo	Espelhamento Perfeito: Quase nada volta para o sensor.
Cidades e Prédios	Altíssimo	Alto	Efeito de Canto: A onda volta com força total para o satélite.
Vegetação / Florestas	Médio	Alto	Espelhamento Volumétrico: A onda é refletida em todas as direções.
Solo Exposto	Médio/ Alto	Baixo/ Médio	Rugosidade Superficial

VV e VH





Problemas

- **Água e Sombra:** Se um prédio alto ou uma montanha bloqueia o pulso de RADAR, a área atrás deles fica sem sinal nenhum, logo não há resposta, confundindo-se com corpos de água lisa e pura.
- **Água e asfalto:** Asfalto novo muito liso também pode causar reflexão especular. Estas áreas podem aparecer escuras como água. Eles aparecem escuros e imitam a água.
- **O Vento na Água (Anomalia):** O vento pode alterar a rugosidade da superfície da água e ela deixa de ser lisa, produzindo sinal de volta no RADAR.

-

No GEE

Use a ferramenta de desenho no mapa (topo esquerdo do mapa) para desenhar um retângulo sobre a sua área de interesse.

Certifique-se de que a camada de desenho gerada se chame "geometry".

- Carregar a coleção do Sentinel-1 (RADAR de Abertura Sintética - SAR) e compor a mediana das imagens achadas
- Isolar as bandas/polarizações necessárias (Valores já vêm calibrados em dB)
- Calcular a Diferença de Polarização (Mapeamento de Razão em dB)
- A diferença matemática em escala logarítmica (dB) equivale à razão em escala linear.
- Visualização:
- Banda VV pura (Onde a água calma aparece escura).
- Detectar água criando a máscara final baseada no limiar científico de -16 dB
- Ajustar o limiar
- Visualizar imagem de água.



Ler imagem

```
var radarImage = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')  
  .filterBounds(geometry) // Filtra dados que intersectam sua região  
  .filterDate('2024-05-01', '2024-06-01')  
  // Filtra Modo Interferométrico Wide e órbita descendente padrão)  
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))  
  .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))  
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))  
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))  
  .median() // mediana para suavizar o efeito do vento e speckle  
  .clip(geometry); // Corta o raster exatamente no seu desenho  
  
// Isolar as bandas/polarizações necessárias  
var vv = radarImage.select('VV'); // Polarização co-polarizada  
var vh = radarImage.select('VH'); // Polarização cruzada
```



Visualizar

```
Map.centerObject(geometry, 11);
```

```
// Visualização do RADAR em composição Falsa-Cor
```

```
var vizParamsRadar = {  
  bands: ['VV', 'VH', 'VV'],  
  min: -25,  
  max: 0  
};
```

```
Map.addLayer(radarImage, vizParamsRadar, 'Composição RADAR  
Falsa-Cor (Cortada)');
```

```
// Visualização da Banda VV pura
```

```
Map.addLayer(vv, {min: -25, max: -5, palette: ['black', 'gray', 'white']},  
'Polarização VV (Água é Escura)');
```

Separar água

// Criando a máscara com limiar científico de -16 dB

```
var mascaraAguaRadar = vv.lte(-12).rename('Mascara_Agua');
```

// Adiciona ao mapa pintando a água de azul

```
Map.addLayer(mascaraAguaRadar.updateMask(mascaraAguaRadar),  
{palette: ['#0000FF']}, 'Água Final por RADAR');
```

Histograma

```
print(ui.Chart.image.histogram({  
  vv, // imagem VV  
  region: geometry,  
  scale: 10, // Resolução Sentinel-1 RADAR é de 10 metros  
  maxPixels: 1e6  
}).setOptions({  
  title: 'Histograma VV-VH',  
  hAxis: {title: 'diferença (Decibéis - dB)'},  
  vAxis: {title: 'Contagem de Pixels'},  
  colors: ['#0000FF']  
}));  
}
```

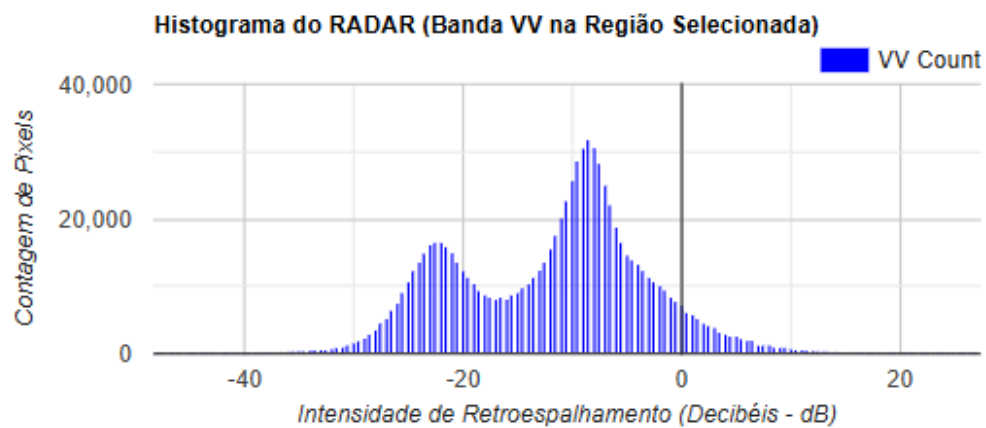
Use o histograma para ver o pico bimodal e procurar o limiar. Cuidado, o histograma somente funciona em pequenas áreas devido à restrição de número de pixels.

Combinação 'VV', 'VH', 'VV'



Leia valores típicos de água, vegetação e áreas urbanas.

- VV e seu histograma



Mapeamento

Água em
azul

