



Aplicações de Sensoriamento Remoto

Análise multitemporal

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

código	GA142
denominação	Aplicações De Sensoriamento Remoto
carga horária semanal	03 hrs
	e total 45 hrs.



Tema 02

Análise multitemporal com base no MapBiomas e G.E.E usando 8 datas
Estudo de caso: evolução temporal de manguezais.

Objetivos:

Monitorar e estudar a dinâmica da cobertura da terra com produtos derivados de imagens de satélite.

Neste exemplo usa-se o MapBiomas e a interface do G.E.E.

-



Introdução

- Na aula anterior aprendemos como acessar a informação do MapBiomas e selecionar uma classe para análise sob forma de uma imagem binária.
- Neste exercício vamos criar uma imagem que represente a variação temporal de uma série de 8 datas sob forma de uma imagem.



Questão

- Quanto de mangue foi perdido entre 1990 e 2025?
- Em quais períodos ocorreram as maiores mudanças na área de mangue?
- Em quais locais ocorreram essas mudanças? Modifique o programa para identificar e mapear apenas as áreas correspondentes aos códigos temporais selecionados.
- Analise as áreas onde ocorreram as mudanças. Existe alguma evidência ou justificativa que permita explicar essas mudanças? Por exemplo: expansão urbana, ocupação agrícola, construção de infraestrutura, modificações nos cursos d'água, etc.
- Discuta se as mudanças identificadas podem corresponder a transformações reais do território ou a possíveis erros de classificação.

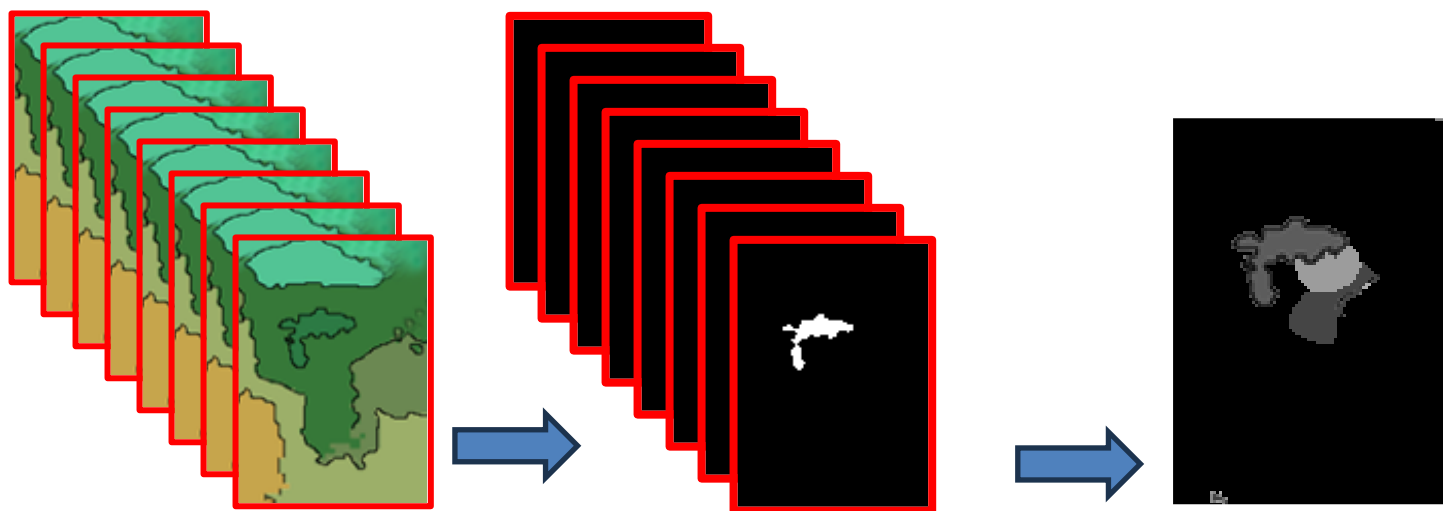


Etapas

- Obter os 8 mapas de mangue.
- Converter os mapas em um único código temporal.
- Entender o significado de cada bit.
- Visualizar o código temporal.
- Gerar o histograma.
- Identificar os códigos mais frequentes.
- Estabelecer um limiar e selecionar os códigos.
- Interpretar temporalmente esses códigos.
- Modificar o programa para localizar espacialmente cada código.
- Finalmente, investigar e justificar as mudanças observadas.

Composição 8 images

- Obter os 8 mapas de mangue.
- Converter os mapas em um único código temporal.



Codificação binária

Cada imagem tem valores 0 ou 1.

Então, pode ser representada como um bit.

Juntando a série, pode-se considerar uma série de 8 bits, ou seja, um byte.

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Assim, é possível construir uma representação em 8 bits:

- $CB(x, y) = \sum_{t=0}^7 B_t(x, y) * 2^t$

Onde

- B= imagem binária nom ano t da série
- t= ano da série (0,1,2,3,4,5,6,7)
- CB = imagem com Código binário

Exemplo

0	0	0	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Situação onde existia Mangue nos primeiros cinco anos, mas não está presente nos últimos três.

Outro caso:

Ocorreu perda de mangue no último ano

0	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---



Programa

Delimite uma região na imagem (Geometry)

Carregue a base de dados do MapBiomas

```
// MAPBIOMAS - MUDANÇA DOS MANGUEZAIS
```

```
var asset = 'projects/mapbiomas-  
public/assets/brazil/lulc/collection11/mapbiomas_brazil_c  
ollection11_coverage_v3';
```

```
var mapbiomas = ee.Image(asset);
```

```
var region = geometry;
```



função

// Função para gerar mapa binário de Mangue
// entrada o ano em questão (XXXX),
//a função devolve a imagem binária da classe “5” de
mangue, dentro da região de interesse

```
function selecionarMangue(ano) {  
  return mapbiomas  
    .select('classification_' + ano)  
    .eq(5)  
    .clip(region);  
}
```

Usar função para analisar vários anos

// Mapas binários

```
var data0 = 1990;
```

```
var mangue = [];
```

```
for (var i = 0; i < 8; i++) {
```

```
  var ano = data0 + i * 5;
```

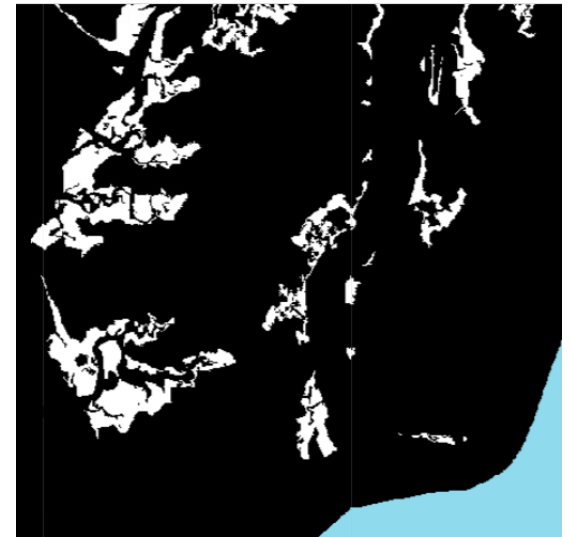
```
  mangue[i] = selecionarMangue(ano);
```

```
}
```

// visualizar inicio e fim

```
Map.addLayer(mangue[0], { min: 0, max: 1 }, '1990');
```

```
Map.addLayer(mangue[7], { min: 0, max: 1 }, '2025');
```





Codificação

// CODIFICAÇÃO BINÁRIA DOS 8 MAPAS

```
var codigo = ee.Image(0);
```

```
for (var i = 0; i < 8; i++) {
```

```
  codigo = codigo.add(
```

```
    mangue[i].multiply(Math.pow(2, i))
```

```
  );
```

```
}
```

```
Map.addLayer(codigo, { min: 0, max: 255 }, 'Código temporal');
```

Pare...

- Visualize a imagem produzida.
- Leia os valores digitais de algumas regiões que chamam sua atenção.
- A seguir, vamos analisar a frequência dos valores digitais (padrões temporais) usando o histograma.
- Para isto, vamos descartar as situações obvias (0 e 255) fundo e sempre mangue.



Histograma de valores digitais

```
// anuloa 0 e 255
var codigoMudanca = codigo.updateMask( codigo.gt(0).and(codigo.lt(255)) );

var histograma = ui.Chart.image.histogram({
  image: codigoMudanca,
  region: region,
  scale: 30,
  maxPixels: 1e9,
  minBucketWidth: 1
})
.setOptions({
  title: 'Padrões temporais com mudança',
  hAxis: {
    title: 'Código temporal'
  },
  vAxis: { title: 'Número de pixels' },
  legend: { position: 'none' }
});

print(histograma);
```



Áreas significativas

Para identificar apenas as áreas mais significativas através do histograma, usaremos um limiar % da área permanente.

- var manguePermanente;

Para isto necessitamos calcular o total de área de mangue permanente (valores = 255)

E fixar uma percentagem de área considerando este valor.

var fator=0.02

var limite5 = areaPermanente * fator





Área de mangue permanente (255)

```
// área de MANGUE PERMANENTE
```

```
var manguePermanente = codigo.eq(255);
```

```
var areaPermanente = manguePermanente.reduceRegion({
```

```
  reducer: ee.Reducer.sum(),
```

```
  geometry: region,
```

```
  scale: 30,
```

```
  maxPixels: 1e9
```

```
}).get('constant');
```

```
Pixels de mangue permanente:  
116707.71372549015
```

```
Limite de %:  
0.02  
2334.154274509803
```

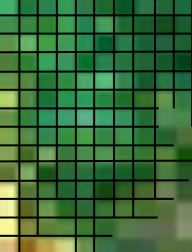
```
print('Pixels de mangue permanente:', areaPermanente);
```

```
// calculamos o limiar limite5
```

```
var fator=0.02
```

```
var limite5 = ee.Number(areaPermanente).multiply(fator);
```

```
print('Limite de %:', fator, limite5);
```



Selecionar áreas maiores

// primeiro: converter histograma em tabela

```
var frequencias = ee.Dictionary(  
  codigoMudanca.reduceRegion({  
    reducer: ee.Reducer.frequencyHistogram(),  
    geometry: region,  
    scale: 30,  
    maxPixels: 1e9  
  }).get('constant')  
);  
var tabela = frequencias.keys().map(function(codigo) {  
  return [  
    ee.Number.parse(codigo),  
    frequencias.get(codigo)  
  ];  
});  
print('Tabela código × frequência:', tabela);
```

Tabela código × frequência:
List (248 elements)

0: [1,2581.45]

1: [10,78]

2: [100,43.87]

3: [101,8]

4: [102,8]

5: [103,36]

6: [104,21]

7: [105,3]



Mostrar classes significativas

/// identifica areas significativas

```
var acimaLimiar = tabela.map(function(linha) {
```

```
  linha = ee.List(linha);
```

```
  var codigo = ee.Number(linha.get(0));
```

```
  var frequencia = ee.Number(linha.get(1));
```

```
  return ee.Algorithms.If(
```

```
    frequencia.gt(limite5),
```

```
    linha,
```

```
    null
```

```
  );
```

```
});
```

```
acimaLimiar = ee.List(acimaLimiar).removeAll([null]);
```

```
print('Padrões > X %:', acimaLimiar);
```

List (6 elements)

0: [1,2581.]

1: [15,2521.]

2: [239,4564.]

3:

Interprete os valores



Questão

- Quanto de mangue foi perdido entre 1990 e 2025?
- Em quais períodos ocorreram as maiores mudanças na área de mangue?
- Em quais locais ocorreram essas mudanças? Modifique o programa para identificar e mapear apenas as áreas correspondentes aos códigos temporais selecionados.
- Analise as áreas onde ocorreram as mudanças. Existe alguma evidência ou justificativa que permita explicar essas mudanças? Por exemplo: expansão urbana, ocupação agrícola, construção de infraestrutura, modificações nos cursos d'água, etc.
- Discuta se as mudanças identificadas podem corresponder a transformações reais do território ou a possíveis erros de classificação.