

# INTRODUÇÃO AO GOOGLE EARTH ENGINE



# Aplicações Práticas no Google Earth Engine

## Análise de Cobertura do Solo

O Google Earth Engine (GEE) é uma ferramenta poderosa para análise de cobertura do solo, permitindo cálculos detalhados de índices de vegetação, mapeamento de uso e cobertura do solo e extração de estatísticas de áreas específicas. Essas análises são amplamente utilizadas em pesquisas ambientais, monitoramento agrícola, planejamento urbano e estudos de mudanças climáticas.

### Cálculo de Índices de Vegetação (NDVI)

O NDVI (**Índice de Vegetação por Diferença Normalizada**) é um dos índices mais utilizados para monitorar a saúde da vegetação. Ele mede a diferença entre a radiação no infravermelho próximo (NIR) e a luz vermelha (RED), calculada pela fórmula:

$$\text{NDVI} = \text{NIR} - \text{RED} / \text{NIR} + \text{RED}$$

#### 1. Imagens Satelitais:

- O NDVI pode ser calculado usando dados de satélites como Landsat e Sentinel-2, que fornecem as bandas necessárias.

#### 2. Cálculo no GEE:

- Exemplo de cálculo de NDVI com imagens Sentinel-2:

```
var sentinel = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2')  
  
    .filterDate('2023-01-01', '2023-01-31')  
  
    .filterBounds(ee.Geometry.Point([-43.1729, -22.9068]))  
  
    .median();  
  
var ndvi = sentinel.normalizedDifference(['B8', 'B4']).rename('NDVI');  
Map.centerObject(ndvi, 10);  
Map.addLayer(ndvi, {min: 0, max: 1, palette: ['blue', 'white', 'green']},  
'NDVI');
```

### 3. Interpretação do NDVI:

- Valores próximos de **1** indicam vegetação saudável.
- Valores próximos de **0** indicam áreas sem vegetação ou com pouca vegetação.
- Valores negativos geralmente representam corpos d'água.

## Mapeamento de Uso e Cobertura do Solo

O mapeamento de uso e cobertura do solo envolve a classificação de áreas com base em tipos de cobertura, como florestas, áreas urbanas, corpos d'água, agricultura, entre outros.

### 1. Definição de Classes de Uso:

- As classes podem ser definidas com base em valores espectrais, índices de vegetação e características específicas de cada tipo de uso do solo.

## 2. Método de Classificação:

- Técnicas de classificação supervisionada e não supervisionada são amplamente utilizadas.
- Exemplo de classificação supervisionada no GEE:

```
// Amostras de treinamento
```

```
var floresta = ee.FeatureCollection([  
  ee.Feature(ee.Geometry.Point([-43.2, -22.9]), {class: 0}),  
  ee.Feature(ee.Geometry.Point([-43.1, -22.8]), {class: 0})  
]);
```

```
var urbano = ee.FeatureCollection([  
  ee.Feature(ee.Geometry.Point([-43.3, -22.7]), {class: 1}),  
  ee.Feature(ee.Geometry.Point([-43.4, -22.6]), {class: 1})  
]);
```

```
var treinamento = floresta.merge(urbano);
```

```
// Classificação usando Random Forest
```

```
var classificacao = sentinel.select(['B2', 'B3', 'B4', 'B8'])  
  .sampleRegions({  
    collection: treinamento,  
    properties: ['class'],
```

```
scale: 10  
  
})  
  
.trainClassifier({  
  
  classifier: ee.Classifier.smileRandomForest(10)  
  
});
```

```
var mapeamento = sentinel.select(['B2', 'B3', 'B4', 'B8'])
```

```
.classify(classificacao);
```

```
Map.addLayer(mapeamento, {min: 0, max: 1, palette: ['green', 'red']}, 'Uso do Solo');
```

Portal  
IDEA  
.com.br

### 3. Interpretação do Mapeamento:

- As classes resultantes são exibidas em cores diferentes para facilitar a análise.
- Pode-se comparar mudanças ao longo do tempo ao repetir a análise para diferentes períodos.

### Extração de Estatísticas de Áreas Específicas

O GEE permite calcular estatísticas, como médias, máximos, mínimos e histogramas, para áreas específicas usando dados raster ou vetoriais.

#### 1. Definição de Áreas de Interesse (AOI):

- As áreas podem ser definidas usando geometria no GEE ou shapefiles importados.

## 2. Extração de Estatísticas:

- A função `reduceRegions` é usada para aplicar cálculos a cada feição de uma coleção vetorial.
- Exemplo:

```
var area = ee.Geometry.Polygon([
  [[-43.3, -22.9], [-43.3, -22.8], [-43.2, -22.8], [-43.2, -22.9]]
]);

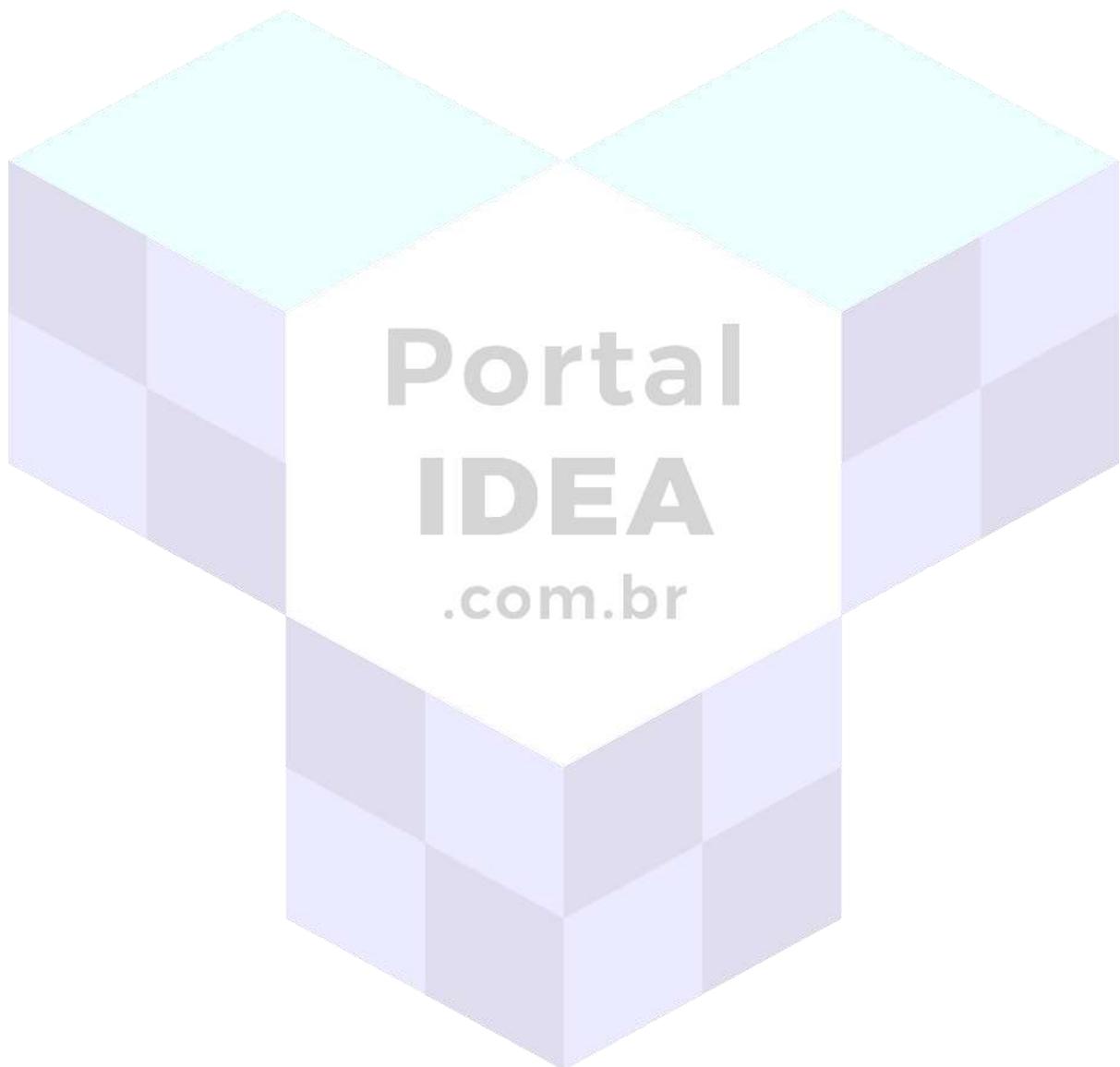
var estatisticas = ndvi.reduceRegion({
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  geometry: area,
  scale: 10
});

print('Estatísticas da Área:', estatisticas);
```

## 3. Uso das Estatísticas:

- Resultados podem ser usados para análises detalhadas ou exportados para relatórios.

A análise de cobertura do solo no GEE oferece uma maneira prática e eficiente de estudar o meio ambiente, monitorar mudanças e realizar análises espaciais detalhadas. Desde o cálculo de índices como NDVI até o mapeamento e a extração de estatísticas, o GEE é uma ferramenta essencial para profissionais e pesquisadores que trabalham com dados geoespaciais.



# Monitoramento de Mudanças Ambientais no Google Earth Engine

O monitoramento de mudanças ambientais é um dos principais usos do Google Earth Engine (GEE), permitindo a análise contínua e detalhada de fenômenos como desmatamento, expansão urbana e variações em corpos d'água. Com seu vasto repositório de dados satelitais e ferramentas analíticas avançadas, o GEE possibilita a detecção de mudanças ao longo do tempo com precisão e eficiência.

## Detecção de Desmatamento

O desmatamento é um dos desafios ambientais mais críticos, e o GEE oferece ferramentas para monitorá-lo em escala local, regional ou global.

### 1. Uso de Séries Temporais:

- As imagens de satélite, como as da coleção **Landsat** ou **Sentinel-2**, permitem identificar áreas desmatadas ao longo do tempo, analisando mudanças na cobertura vegetal.

### 2. Cálculo de Índices de Vegetação:

- Índices como o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) ajudam a identificar áreas de perda de vegetação.

## Exemplo de Detecção de Desmatamento:

```
var landsat = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C01/T1_SR')  
  
  .filterBounds(ee.Geometry.Point([-60.0, -3.0]))  
  
  .filterDate('2022-01-01', '2023-01-01');
```

```
var antes = landsat.filterDate('2022-01-01', '2022-06-30').median();
```

```
var depois = landsat.filterDate('2022-07-01', '2023-01-01').median();
```

```
var ndviAntes = antes.normalizedDifference(['B5', 'B4']).rename('NDVI_Antes');
```

```
var ndviDepois = depois.normalizedDifference(['B5', 'B4']).rename('NDVI_Depois');
```

```
var mudanca = ndviDepois.subtract(ndviAntes).rename('Mudança_NDVI');
```

```
Map.centerObject(ee.Geometry.Point([-60.0, -3.0]), 10);
```

```
Map.addLayer(mudanca, {min: -0.5, max: 0.5, palette: ['red', 'white', 'green']},  
'Mudança de NDVI');
```

### 3. Interpretação:

- Áreas com redução significativa no NDVI podem indicar desmatamento.
- Resultados podem ser exportados para relatórios e mapas de alerta.

## Monitoramento de Áreas Urbanas e Corpos D'Água

### 1. Expansão Urbana:

- As mudanças na área urbana podem ser detectadas utilizando imagens satelitais para mapear superfícies construídas.

- Bandas espectrais do infravermelho próximo (NIR) e médio (SWIR) são úteis para distinguir áreas urbanizadas de vegetação.

### **Exemplo de Mapeamento Urbano:**

```
var sentinel = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2')
```

```
.filterBounds(ee.Geometry.Point([-43.2, -22.9]))
```

```
.filterDate('2023-01-01', '2023-12-31')
```

```
.median();
```

```
var urbano = sentinel.select('B11').gt(2000).rename('Urbano');
```

```
Map.addLayer(urbano, {min: 0, max: 1, palette: ['white', 'black']}, 'Áreas Urbanas');
```

### **2. Monitoramento de Corpos D'Água:**

- A extensão de corpos d'água pode ser monitorada usando índices como o MNDWI (Índice Modificado de Diferença Normalizada para Água).
- O GEE permite rastrear variações sazonais e anuais em lagos, rios e zonas costeiras.

### **Exemplo de Monitoramento de Corpos D'Água:**

```
var mndwi = sentinel.normalizedDifference(['B3', 'B11']).rename('MNDWI');
```

```
Map.addLayer(mndwi, {min: -1, max: 1, palette: ['blue', 'white']}, 'MNDWI');
```

### 3. Interpretação:

- Mudanças nas áreas urbanas e corpos d'água indicam impactos ambientais que podem ser associados ao crescimento populacional, mudanças climáticas ou uso indevido da terra.

### Criação de Gráficos Temporais

Os gráficos temporais são essenciais para visualizar tendências e mudanças ao longo do tempo, ajudando na análise de séries históricas.

#### 1. Extração de Valores ao Longo do Tempo:

- Use a função `reduceRegion` ou `reduceRegions` para calcular valores estatísticos para áreas específicas ao longo de uma série temporal.

#### Exemplo de Extração Temporal:

```
var ndviSeries = landsat.map(function(image) {  
  
  var ndvi = image.normalizedDifference(['B5', 'B4']).rename('NDVI');  
  
  var mean = ndvi.reduceRegion({  
  
    reducer: ee.Reducer.mean(),  
  
    geometry: ee.Geometry.Point([-60.0, -3.0]),  
  
    scale: 30  
  
  });  
  
  return ee.Feature(null, mean).set('date', image.date().format('YYYY-MM-dd'));  
  
});
```

```
print(ui.Chart.feature.byFeature(ndviSeries, 'date', 'NDVI').setOptions({  
  
  title: 'NDVI ao longo do tempo',  
  
  hAxis: {title: 'Data'},  
  
  vAxis: {title: 'NDVI'}  
  
}));
```

## 2. Interpretação dos Gráficos:

- Gráficos podem mostrar tendências como perda de vegetação, expansão urbana ou variação na qualidade ambiental.
- Dados podem ser exportados para análises adicionais.

Com as ferramentas oferecidas pelo GEE, o monitoramento de mudanças ambientais é realizado de forma prática e eficiente, fornecendo insights valiosos para a gestão ambiental e a formulação de políticas públicas. Desde a detecção de desmatamento até o monitoramento de áreas urbanas e a criação de gráficos temporais, o GEE é uma ferramenta indispensável para análises precisas e baseadas em dados.

# Compartilhamento de Resultados no Google Earth Engine

O compartilhamento de resultados no Google Earth Engine (GEE) é essencial para promover a colaboração, a disseminação de conhecimento e a tomada de decisões baseadas em dados. A plataforma oferece diversas opções para exportar mapas e dados processados, compartilhar scripts e trabalhar em conjunto em projetos.

## Exportação de Mapas e Dados Processados

### 1. Exportação de Mapas:

- Os mapas gerados no GEE podem ser exportados como imagens raster para análises externas ou para criação de relatórios e apresentações.
- A função `Export.image.toDrive()` permite salvar os mapas diretamente no Google Drive.

### Exemplo:

```
Export.image.toDrive({  
  
  image: ndvi,  
  
  description: 'NDVI_Map',  
  
  scale: 30,  
  
  region: area.geometry(),  
  
  fileFormat: 'GeoTIFF'  
  
});
```

## 2. Exportação de Dados Vetoriais:

- Dados vetoriais processados no GEE, como `ee.FeatureCollection`, podem ser exportados para formatos como `.CSV` ou `.SHP`.
- Utilize `Export.table.toDrive()` para salvar tabelas e shapefiles no Google Drive.

### Exemplo:

```
Export.table.toDrive({  
  collection: estatisticas,  
  description: 'Estatisticas_Area',  
  fileFormat: 'CSV'  
});
```

## 3. Exportação para o Google Earth Engine Assets:

- Resultados podem ser salvos como assets no GEE para uso posterior em outros projetos.

### Exemplo:

```
Export.image.toAsset({  
  image: classificacao,  
  description: 'Classificacao_Uso_Solo',  
  assetId: 'users/usuario/classificacao'  
});
```

#### 4. Configuração de Parâmetros de Exportação:

- Certifique-se de definir corretamente a escala, região de interesse e formato de saída ao exportar os dados.

### Compartilhamento de Resultados no Google Earth Engine

O compartilhamento de resultados no Google Earth Engine (GEE) é essencial para promover a colaboração, a disseminação de conhecimento e a tomada de decisões baseadas em dados. A plataforma oferece diversas opções para exportar mapas e dados processados, compartilhar scripts e trabalhar em conjunto em projetos.

---

#### Exportação de Mapas e Dados Processados

##### 1. Exportação de Mapas:

- Os mapas gerados no GEE podem ser exportados como imagens raster para análises externas ou para criação de relatórios e apresentações.
- A função `Export.image.toDrive()` permite salvar os mapas diretamente no Google Drive.

#### Exemplo:

javascript

Copiar código

```
Export.image.toDrive({  
  
  image: ndvi,  
  
  description: 'NDVI_Map',
```

```
scale: 30,
```

```
region: area.geometry(),
```

```
fileFormat: 'GeoTIFF'
```

```
});
```

## 2. Exportação de Dados Vetoriais:

- Dados vetoriais processados no GEE, como `ee.FeatureCollection`, podem ser exportados para formatos como `.CSV` ou `.SHP`.
- Utilize `Export.table.toDrive()` para salvar tabelas e shapefiles no Google Drive.

### Exemplo:

```
javascript
```

Copiar código

```
Export.table.toDrive({  
  
  collection: estatisticas,  
  
  description: 'Estatisticas_Area',  
  
  fileFormat: 'CSV'  
  
});
```

## 3. Exportação para o Google Earth Engine Assets:

- Resultados podem ser salvos como assets no GEE para uso posterior em outros projetos.

### Exemplo:

Portal  
IDEA  
.com.br

javascript

Copiar código

```
Export.image.toAsset({  
  
  image: classificacao,  
  
  description: 'Classificacao_Usso_Solo',  
  
  assetId: 'users/usuario/classificacao'  
});
```

#### 4. Configuração de Parâmetros de Exportação:

- Certifique-se de definir corretamente a escala, região de interesse e formato de saída ao exportar os dados.

### Compartilhamento de Scripts e Projetos

#### 1. Compartilhamento de Scripts:

- O GEE permite compartilhar scripts diretamente pelo editor de código.
- Basta gerar um link para o script clicando em "**Get Link**" no canto superior direito do Code Editor.

**Dica:** Inclua descrições claras e comentários no script para facilitar a compreensão pelos colaboradores.

#### 2. Publicação em Repositórios:

- Scripts podem ser compartilhados em plataformas como **GitHub**, permitindo que outros usuários acessem, revisem e contribuam para o projeto.

### 3. Exemplos de Aplicação:

- Compartilhe scripts para tarefas como cálculos de índices, análises temporais ou mapeamentos temáticos.
- Personalize os scripts para incluir opções de configuração ajustáveis para outros usuários.

### Colaboração em Projetos Usando o GEE

#### 1. Trabalho em Equipe:

- Equipes podem colaborar em projetos compartilhando assets, scripts e resultados intermediários.
- Assets carregados no GEE podem ser compartilhados com permissões de acesso específicas (leitura ou edição).

#### Configuração de Permissões:

- No painel de assets, clique em "**Compartilhar**" e defina as permissões de acesso por e-mail.

#### 2. Integração com Ferramentas Externas:

- O GEE pode ser integrado com outras plataformas, como **Google Colab**, para análises mais avançadas e automação.
- Use a biblioteca Python do GEE para integrar scripts diretamente em notebooks colaborativos.

## Exemplo:

```
import ee
```

```
ee.Initialize()
```

```
ndvi = ee.Image('LANDSAT/LC08/C01/T1_SR').normalizedDifference(['B5', 'B4'])
```

```
url = ndvi.getThumbURL({'min': 0, 'max': 1, 'palette': ['blue', 'white', 'green']})
```

```
print("Visualize o NDVI: ", url)
```

### 3. Grupos e Comunidades:

- Utilize fóruns e grupos, como o **Earth Engine Developers Group**, para discutir ideias, compartilhar avanços e buscar suporte técnico.

O compartilhamento de resultados no GEE facilita a disseminação de descobertas, o avanço de pesquisas e a solução conjunta de problemas ambientais. Com ferramentas para exportação de dados, colaboração em projetos e integração com plataformas externas, o GEE torna o trabalho em equipe mais eficiente e produtivo.