Python orientado a objetos

Disciplina: Programação aplicada à engenharia cartográfica

Maurício C. M. de Paulo - D.Sc.

25 de fevereiro de 2026

Paradigmas de programação em Python

Python suporta múltiplos paradigmas:

- Programação funcional
- Programação orientada a objetos (OO)

Funcional

- Ênfase em funções
- Dados passados como argumentos
- Simples para tarefas pequenas

Orientado a Objetos

- Dados + comportamento juntos
- Modela entidades do mundo real
- Facilita manutenção e reutilização

Por que usar Orientação a Objetos?

Principais vantagens:

- Organização do código em entidades
- Reutilização por meio de classes
- Facilita leitura e manutenção
- Escala melhor para sistemas grandes

Quando OO é mais indicada:

- Projetos grandes
- Sistemas com múltiplas responsabilidades
- Modelagem de objetos reais (usuários, mapas, sensores)

Exemplo funcional — LineString

```
import math

def comprimento_linha(coords):
  comprimento = 0.0
  for i in range(len(coords) - 1):
    x1, y1 = coords[i]
    x2, y2 = coords[i + 1]
    comprimento += math.dist((x1, y1), (x2, y2))
    return comprimento


linha = [(0, 0), (3, 4), (6, 4)]
comp = comprimento_linha(linha)
```

Características:

- Dados são estruturas externas
- Funções operam sobre listas de coordenadas
- Pouca semântica explícita

Módulos e pacotes em Python

Estrutura de arquivos:

```
projeto/
  main.py
  modelos/
    __init__.py
    pessoa.py
```

Importação:

```
from modelos import pessoa #importa todo o módulo
```

Benefício:

- Código organizado e reutilizável

Exemplo OO — LineString

```
import math
class LineString:
  def __init__(self, coords):
    self.coords = coords

  def comprimento(self):
    comprimento = 0.0
    for i in range(len(self.coords) - 1):
      p1 = self.coords[i]
      p2 = self.coords[i + 1]
      comprimento += math.dist(p1, p2)
      return comprimento

linha = LineString([(0, 0), (3, 4), (6, 4)])
comp = linha.comprimento()
```

Vantagem:

- Geometria encapsula dados e operações

Declaração de classes em Python

```python
class NomeDaClasse:
  def __init__(self, parametro):
    self.atributo = parametro

  def metodo(self):
    print(self.atributo)
```

Elementos principais:

- `class`: define uma classe
- `self`: referência ao objeto
- Métodos: funções da classe

Função do `__init__`:

- Executado na criação do objeto
- Inicializa atributos

Instanciação de objetos

```
class Ponto:
  def __init__(self, x, y):
    self.x = x
    self.y = y

p1 = Ponto(10,20)
p2 = Ponto(-10,10)

print(p1) #<\_\_main\_\_.Ponto object at 0x71e2a65bcdd0>
print(p2) #<\_\_main\_\_.Ponto object at 0x71e2a642c770>

print(p2.x, p2.y) #-10 10
```

Observação:

- Cada objeto tem seu próprio estado

@dataclass

```python
from dataclasses import dataclass

@dataclass
class Ponto:
  x: float
  y: float

p1 = Ponto(10,20)
p2 = Ponto(-10,10)

print(p1) # Ponto(x=10, y=20)
print(p2) # Ponto(x=-10, y=10)
```

Vantagens:

- Menos código repetitivo
- `__init__`, `__repr__` automáticos
- Ideal para classes de dados

@dataclass

Orientação a objetos com `@dataclass`

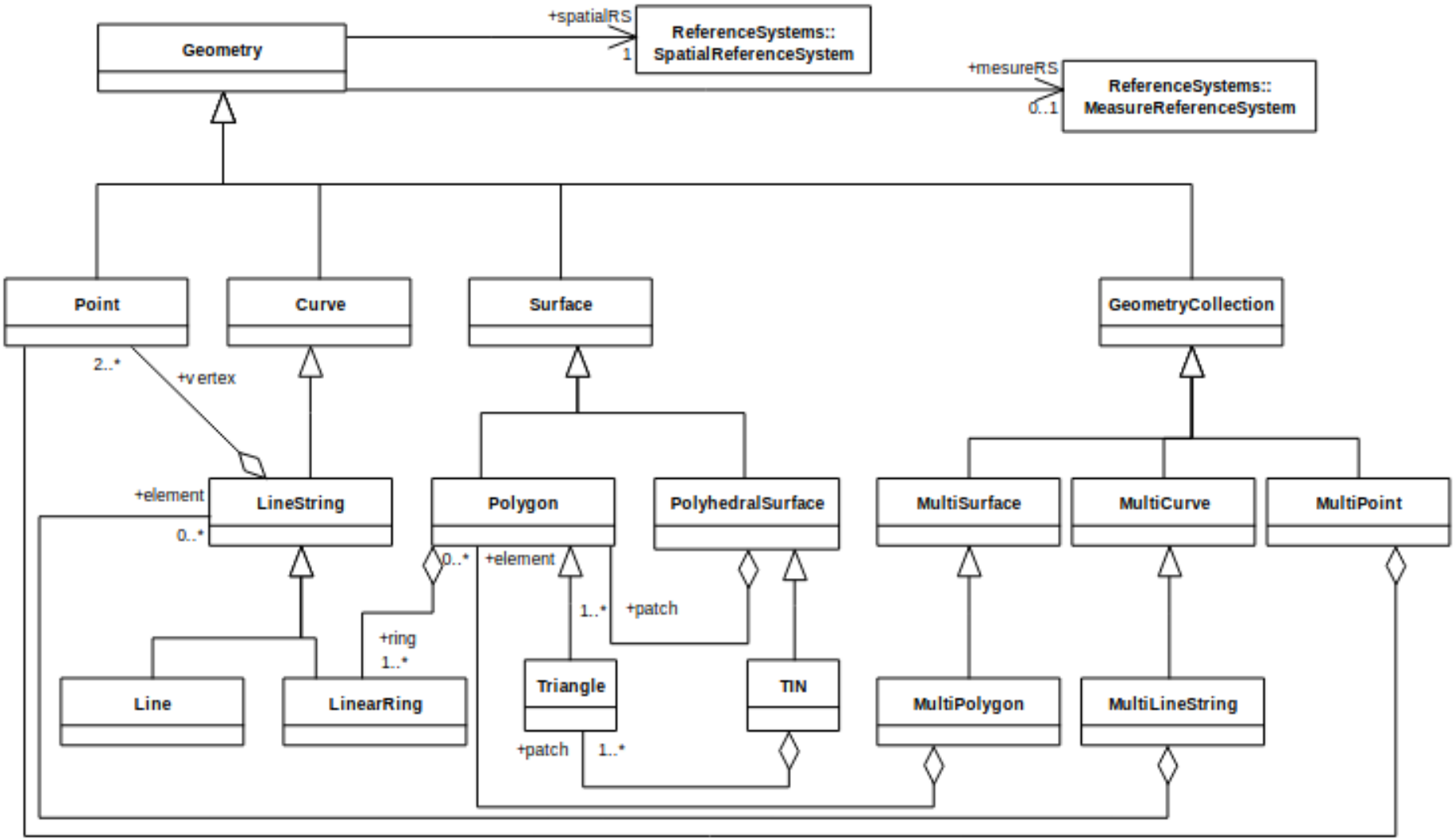
```python
import math
from dataclasses import dataclass

@dataclass
class LineString:
  coords: list[tuple[float, float]]

  def comprimento(self) -> float:
    comprimento = 0.0
    for i in range(len(self.coords) - 1):
      p1 = self.coords[i]
      p2 = self.coords[i + 1]
      comprimento += math.dist(p1, p2)
      return comprimento

linha = LineString([(0, 0), (3, 4), (6, 4)])
comp = linha.comprimento()
```

Vantagens:

- Menos código boilerplate
- Classe expressiva

Open Geospatial Consortium (OGC) - Simple features access

Especificação: `https://www.ogc.org/publications/standard/sfa/`



OGC SFS — Herança de classes

OGC Simple Feature Specification (SFS)

No OGC SFS:

- `Geometry` é a classe base
- Tipos geométricos específicos herdam de `Geometry`

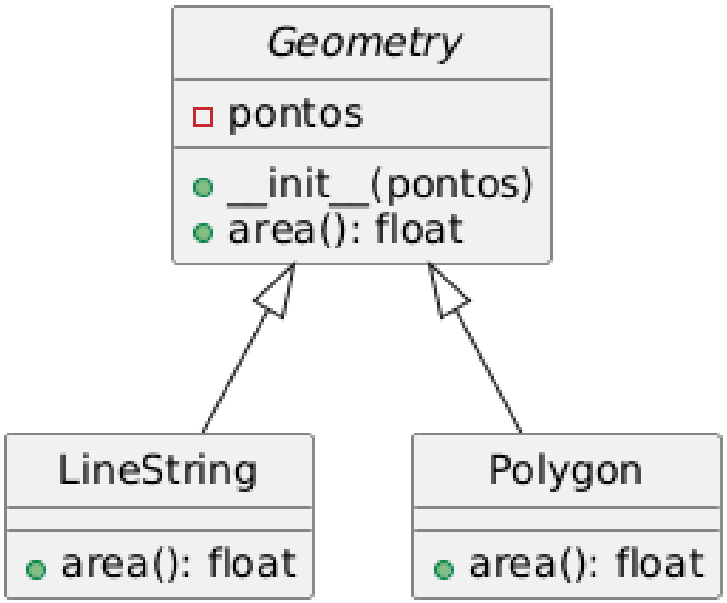
Exemplo em Python:

```python
class Geometry:
  def __init__(self, pontos):
    self.pontos = pontos

  def area(self) -> float:
    raise NotImplementedError
```

Conceito-chave:

- Classes filhas herdam interface e comportamento

OGC SFS — Diagrama de classes (simplificado)



Objetivo do diagrama:

- Visualizar herança
- Relacionar código com modelo conceitual

OGC SFS — Classes derivadas

LineString

```
class LineString(Geometry):
  # Método herdado:
  # __init__(self, pontos)

  def area(self) -> float:
    return 0.0
```

- Geometria unidimensional
- Não ocupa área

Polygon

```
class Polygon(Geometry):
  # Método herdado:
  # __init__(self, pontos)

  def area(self) -> float:
    area = 0.0
    n = len(self.pontos)
    for i in range(n):
      x1,y1=self.pontos[i]
      x2,y2=self.pontos[(i+1)%n]
      area += x1*y2 - x2*y1

    return abs(area) / 2.0
```

- Geometria bidimensional
- Implementa cálculo real de área

Mensagem-chave:

Polimorfismo com OGC SFS

```
def imprimir_area(geom: Geometry):
  print(f"Área = {geom.area()}")
```

```
l = LineString([(0,0), (1,1)])
p = Polygon([(0,0), (1,0), (1,1), (0,1)])

imprimir_area(l)
imprimir_area(p)
```

Resultado:

- Mesmo código
- Comportamento depende da classe concreta

Pandas - Principais conceitos

Pandas é uma biblioteca para manipulação e análise de dados tabulares (planilhas ou tabelas).

Estruturas fundamentais:

- **Series** $\rightarrow$ vetor unidimensional
- **DataFrame** $\rightarrow$ tabela bidimensional (linhas $\times$ colunas)

Conceitos importantes:

- Índice (index)
- Seleção: `loc`, `iloc`
- Operações vetorizadas
- GroupBy e agregações
- Integração com NumPy

Modelo mental:

Tabela relacional em memória

Pandas - Operações em planilhas

```python
import pandas as pd

# Ler arquivo CSV
df = pd.read_csv("dados.csv")

# Criar nova coluna (operação vetorizada)
df["soma"] = df["attr1"] + df["attr2"]

print(df)
```

CSV exemplo:

```
attr1,att
10,5
7,3
```

Observação:

Operações são vetorizadas → não é necessário loop explícito.

Outras opções úteis:

- read_excel()
- read_parquet()

GeoPandas

GeoPandas estende o Pandas para dados espaciais vetoriais.

Principais conceitos:

- GeoDataFrame (extensão do DataFrame)
- Coluna especial: `geometry`
- Integração com Shapely
- Uso de CRS (Coordinate Reference System)

Stack típica:

- Pandas (estrutura tabular)
- Shapely (geometria)
- Fiona / Pyogrio (leitura/escrita)
- PROJ (sistemas de referência)

GeoPandas - Estrutura Fundamental

GeoDataFrame = DataFrame + geometria

Componentes principais:

- Atributos tabulares
- Coluna geometry (Point, LineString, Polygon)
- CRS associado

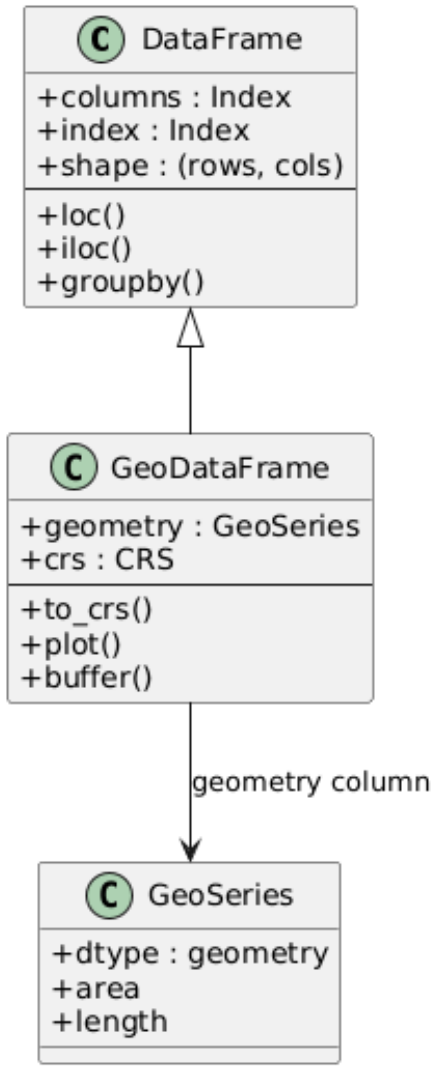
Operações comuns:

- `gdf.plot()`
- `gdf.to_crs()`
- `gdf.buffer()`
- `gdf.overlay()`

GeoPandas - Diagrama de Classes

Interpretação:

- Linhas → feições (features)
- Colunas → atributos
- Uma coluna especial: `geometry`
- GeoDataFrame herda todas as operações tabulares do DataFrame



Exemplo — CSV com lat, lon, height

```python
import pandas as pd
import geopandas as gpd
from shapely.geometry import Point

# Ler CSV
df = pd.read_csv("pontos.csv")

# Criar GeoDataFrame
gdf = gpd.GeoDataFrame(df,
    geometry=gpd.points_from_xy(
    df.lon, df.lat),
    crs="EPSG:4326"
)

print(gdf.head())
```

CSV exemplo:

```
lat,lon,height
-15.78,-47.93,1100
-22.90,-43.20,5
```

Conceitos Espaciais Importantes

1. **CRS**
   - Define sistema de coordenadas
   - Reprojeção via `to_crs()`

2. **Operações Espaciais**
   - Buffer
   - Interseção
   - Spatial Join

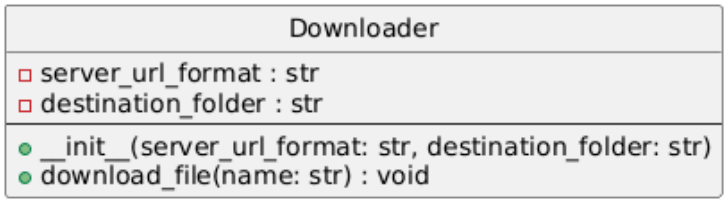
3. **Integração**
   - Funciona naturalmente com Pandas
   - Exporta para Shapefile, GeoPackage, Parquet

GeoPandas é ideal para:

- Análise exploratória espacial
- Prototipagem rápida
- Ciência de dados geoespacial

Exercícios - Downloader

- Implementem uma classe que baixe dados de um servidor.
- Para criar um objeto "Downloader" devem ser passados o endereço de download e uma pasta de destino.



Link da dica

O endereço de uma folha no geoftp do IBGE é:

`https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/vetoriais/escala_1000mil/shapefile/g04_na19.zip`

Exemplo:

```
parte1 = "https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/"
parte2 = f"vetoriais/escala_1000mil/shapefile/{name}.zip"
server_url_format = parte1 + parte2
```

Exercícios - Downloader

```python
import requests, os

class Downloader:
    def __init__(self, server_url_format, destination_folder):
        # Inicialização dos atributos da classe
        self.server_url_format = server_url_format
        self.destination_folder = destination_folder
        #verifica se a pasta existe, se não existe, cria.
        os.makedirs(self.destination_folder, exist_ok=True)

    def download_file(self, name):
        # Esta não é a melhor forma de fazer isso. É um exemplo.
        url = self.server_url_format.format(name)
        response = requests.get(url)
        file_Path = f'{self.destination_folder}/{name}.zip'

        if response.status_code == 200:
            with open(file_Path, 'wb') as file:
                file.write(response.content)
                print('File downloaded successfully')
            else:
                print('Failed to download file')
```

Exercícios - Downloader

Utilizando a classe:

```
# Esta parte do código só será executada se este for o arquivo principal.
# Ou seja: python downloader.py
if __name__=="__main__":
    # Cria o objeto da classe Downloader
    obj_teste = Downloader( \
    "https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/vetoriais/escala
    "/home/mauricio/Desktop/progcart/aulas" )

    # Lista os atributos e métodos do objeto.
    print(dir(obj_teste))

    # Chama uma função do objeto criado.
    obj_teste.download_file("g04_na19")
```

Mais exercícios

Exercícios para o pessoal que quiser praticar orientação a objetos:
`https://www.w3resource.com/python-exercises/oop/index.php`