

**SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**  
Bases cartográficas e de dados georreferenciados

Prof. Samuel de Assis Silva  
CCAE/UFES

1

**SIG - Definições**

Definição?

SIG é um sistema que processa dados gráficos e não gráficos com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies.

É um sistema de hardware, software, informação espacial, procedimentos computacionais (e recursos humanos utilizados) para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados georreferenciados num ambiente de respostas a problemas gerando informações para a tomada de decisão em diferentes campos do saber.



2

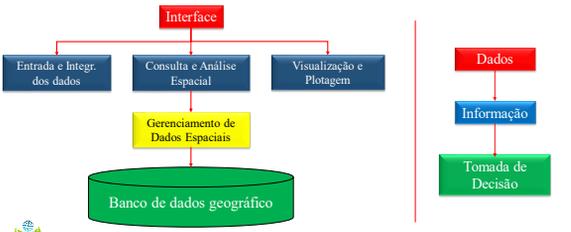
**SIG - Definições**

Os SIGs permitem compatibilizar a informação proveniente de diversas fontes, como informação de sensores espaciais (detecção remota / sensoriamento remoto), informação recolhida com GPS ou obtida com os métodos tradicionais da Topografia. Estas informações poderão ser sintetizadas em mapas temáticos sobre a área de estudo




3

**SIG - Definições**



Fonte: Adaptado de INPE (2021)

4

**SIG - Definições**

Envolve três processos




5

**SIG - Definições**

- Estudar dados “espacializáveis”
- A estrutura fundamental de um domínio de aplicação é abstraída do mundo real e capturada.
- A abstração é sempre parcial e sempre uma das muitas interpretações que podem ser feitas: não é uma exata representação, algumas características são aproximadas, outras simplificadas e algumas são ignoradas.  
Ex.: Descrição de um ambiente...



6

## SIG - Definições

**- A descrição dos dados a partir:**

- Localização geográfica
  - Posição em relação a um sistema de coordenadas conhecidas.
  - Ex.: Coordenadas de uma planta.
- Relacionamentos espaciais ou topológicos
  - Relações espaciais com outros objetos.
  - Ex.: BR482 – Alegre x Cachoeiro atravessa o município de J. Monteiro
- Atributos temáticos
  - Propriedades medidas ou observadas.
  - Ex.: Largura da Estrada, Perímetro de J. Monteiro.




7

## SIG - Definições

**- Dados geográficos em SIG:**

- Estruturados em **planos de informação**, também denominados de camadas (*layers*).
- As camadas, quando geograficamente referenciadas, ou seja, referenciadas ao sistema de **coordenadas terrestres** (topográficas, geográficas ou cartesianas) podem ser sobrepostas e representam o modelo do mundo real.

*Para que ocorra a correta sobreposição entre as camadas, é necessário que elas possuam projeção cartográfica, sistema de coordenadas e sistema geodésico (datum) comuns e tenham sido geradas em escalas próximas.*




8

## SIG - Coordenadas

**- Coordenadas terrestres:**

- Localização na superfície terrestre de um objeto - permitem identificar onde se encontra esse objeto.
  - Topográficas
  - Geográficas
  - Cartesianas




9

## SIG - Coordenadas

**- Coordenadas terrestres:**

- Localização na superfície terrestre de um objeto - permitem identificar onde se encontra esse objeto.
  - Topográficas
    - representadas sobre um sistema de eixos cartesianos
  - Geográficas
    - representadas em metros (coordenadas planas)
  - Cartesianas
    - o eixo das ordenadas (y) coincide com o eixo Norte (N)
    - a origem do sistema = ponto conhecido




10

## SIG - Coordenadas

**- Coordenadas terrestres:**

- Localização na superfície terrestre de um objeto - permitem identificar onde se encontra esse objeto.
  - Topográficas
    - Representados em graus (coordenadas esféricas)
  - Geográficas
    - Não se prestam para ser representadas cartograficamente (sobre um plano)
  - Cartesianas
    - Necessita de um sistema de coordenadas planas, ditas sistemas de projeções
    - cartográficas (ex: UTM).




11

## SIG - Coordenadas

**- Coordenadas terrestres:**

- Localização na superfície terrestre de um objeto - permitem identificar onde se encontra esse objeto.
  - Topográficas
    - formado por dois eixos perpendiculares: um horizontal e outro vertical
  - Geográficas
    - os eixos se cruzam na origem das coordenadas
  - Cartesianas
    - o eixo horizontal é chamado de abscissa (x)
    - o vertical de ordenada (y)




12

## SIG - Coordenadas

**- Coordenadas geográficas:**

Diagram illustrating geographic coordinates on a globe, showing latitude and longitude lines, and the equator. Labels include Hemisfério Norte, Polo Norte, Equador, Hemisfério Sul, Polo Sul, Oeste, Leste, and Meridiano de Greenwich.

13

## SIG - Coordenadas

**- Sistema de Coordenadas:**

- Localização precisa de pontos sobre a superfície da Terra
- Posicionamento de um ponto em um sistema de referência por meio de valores:
  - angulares (coordenadas esféricas)
  - lineares (coordenadas planas)
- Os mais utilizados são:
  - ✓ Sistema de Coordenadas Geográficas: baseado em coordenadas geodésicas;
  - ✓ Sistema Universal Transversa de Mercator (UTM): baseado em coordenadas plano-retangulares.

14

## SIG - Coordenadas

**- Sistema de Coordenadas - Geográficas:**

**- Latitude:**  
Ângulo entre o equador e um paralelo varia de  $-90^\circ$  (S) a  $+90^\circ$  (N).

**- Longitude:**  
Ângulo entre Greenwich e outro meridiano varia de  $-180^\circ$  (W) a  $+180^\circ$  (E).

15

## SIG - Coordenadas

**- Sistema de Coordenadas - Geográficas:**

- Exemplo:  
Município de Alegre – ES – dados do IBGE

$20^\circ 45' 50''$  S – vinte graus, quarenta e cinco minutos e cinquenta segundos de latitude sul

$41^\circ 31' 58''$  W – quarenta e um graus, trinta e um minutos e cinquenta e oito segundo de longitude oeste

16

## SIG - Coordenadas

**- Sistema de Coordenadas - Geográficas:**

- Exemplo:  
Município de Alegre – ES – dados do IBGE

$20^\circ 45' 50''$  S – vinte graus, quarenta e cinco minutos e cinquenta segundos de latitude sul

$41^\circ 31' 58''$  W – quarenta e um graus, trinta e um minutos e cinquenta e oito segundo de longitude oeste

17

## SIG - Coordenadas

**- Sistema de Coordenadas - Geográficas:**

- Cálculo de coordenadas geográficas:

$5 \text{ cm} - 10'' (50^\circ - 40^\circ)$   
 $2,1 \text{ cm} - x$

$x = 4,2'' = 4'12''$  O ponto está a  $4'12''$  do meridiano aparente ( $50''$ ) e tem coordenada de  $45'48''$  W

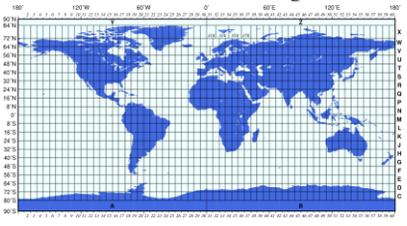
$4,7 \text{ cm} - 10'' (40^\circ - 30^\circ)$   
 $2,5 \text{ cm} - y$

$y = 5,319148936'' = 5'19'8,94''$  O ponto está  $5'19'8,94''$  da linha aparente  $40''$  e tem coordenada  $34'40'51,06''$  S

18

### SIG - Coordenadas

**- Sistema de Coordenadas – Plano-Retangulares: UTM**



LAEMAP

19

### SIG - Coordenadas

**- Sistema de Coordenadas – Plano-Retangulares: UTM**



Esírito Santo  
Zona UTM: 24K

LAEMAP

20

### SIG - Coordenadas

**- Sistema de Coordenadas - UTM:**

**- Cálculo de coordenadas UTM:**

4 cm – 2000m (478 - 476)  
1,8 cm – x

x = 900 m O ponto está a 900m da posição aparente 476.000mE e tem coordenada de 476.900mE

4 cm – 2000m (6684 - 6682)  
1,1 cm – y

y = 550m O ponto está 550m da posição aparente 6.682.000 e tem coordenada 6.682.500mN



LAEMAP

21

### SIG - Coordenadas

**- Sistemas de Referência - DATUM**

Ponto na superfície terrestre usado para cálculos dos planos alimétricos em que é considerada a curvatura da terra.

São modelos elipsoides, baseados em medidas de satélite, que definem o tamanho e forma da terra e a orientação do sistema de coordenadas geográficas utilizado em um mapa.

Centenas de DATA tem sido usado desde que a primeira estimativa do tamanho da terra foi feita por Aristóteles

LAEMAP

22

### SIG - Coordenadas

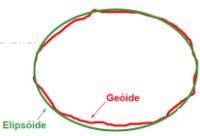
**- Sistemas de Referência - DATUM**

Parâmetros e pontos de controle utilizados para definir a forma tridimensional da terra

WGS 84 - Datum global, utilizado pelo GPS  
SAD 69 - Datum utilizado para o Brasil até o ano 2005.  
SIRGAS2000 – Datum atual utilizado no Brasil

Elipsóide: Modelo matemático que define a Superfície da terra. Cada região possui um melhor para ajustar.

Geóide: Superfície adaptada ao nível médio dos mares. Superfície de mesmo potencial gravitacional

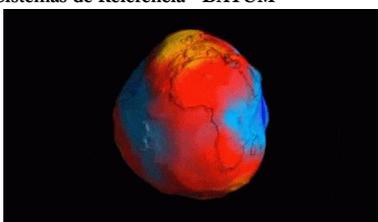


LAEMAP

23

### SIG - Coordenadas

**- Sistemas de Referência - DATUM**



Modelo exagerado do Geóide  
Fonte: ESA

LAEMAP

24

## SIG - Coordenadas

**- Sistemas de Referência - DATUM**

Coordenada UTM de um marco X

Datum	Leste(X)	Norte(Y)	Altura(Z)
SAD-69	721564,498	7701820,194	675,316
WGS-84	721520,710	7701775,634	672,938
Diferença	43,788	44,560	2,378

25

## SIG - Coordenadas

**- Coordenadas no QGIS**

DATUM

SRC – Sistema de Referência de Coordenadas

EPSG – European Petroleum Survey Group (identifica o DATUM e o sistema de coordenadas)

**COMO ESCOLHER?**

1º - Se a área estiver dentro de um único fuso – POSSO USAR UTM  
 2º - Se a área estiver em fusos diferentes – UTILIZAR COORDENADAS GEOGRÁFICAS

26

## SIG - Coordenadas

**- Coordenadas no QGIS**

QGIS: UTM: 19S

QGIS: GCS

GCS - Geographic Coordinate System

27

EPSG	PROJEÇÃO/DATUM	EPSG	PROJEÇÃO/DATUM
4225	GCS Córrego Alegre	31978	SIRGAS 2000 / UTM zone 18S
4618	GCS SAD 1969	31973	SIRGAS 2000 / UTM zone 19N
4674	GCS SIRGAS 2000	31979	SIRGAS 2000 / UTM zone 19S
4326	GCS WGS 1984	31974	SIRGAS 2000 / UTM zone 20N
22521	Córrego Alegre / UTM zone 21S	31980	SIRGAS 2000 / UTM zone 20S
22522	Córrego Alegre / UTM zone 22S	31981	SIRGAS 2000 / UTM zone 21S
22523	Córrego Alegre / UTM zone 23S	31982	SIRGAS 2000 / UTM zone 22S
22524	Córrego Alegre / UTM zone 24S	31983	SIRGAS 2000 / UTM zone 23S
22525	Córrego Alegre / UTM zone 25S	31984	SIRGAS 2000 / UTM zone 24S
29168	SAD 1969 / UTM zone 18N	31985	SIRGAS 2000 / UTM zone 25S
29188	SAD 1969 / UTM zone 18S	32618	WGS 1984 / UTM zone 18N
29169	SAD 1969 / UTM zone 19N	32718	WGS 1984 / UTM zone 18S
29189	SAD 1969 / UTM zone 19S	32619	WGS 1984 / UTM zone 19N
29170	SAD 1969 / UTM zone 20N	32719	WGS 1984 / UTM zone 19S
29190	SAD 1969 / UTM zone 20S	32620	WGS 1984 / UTM zone 20N
29191	SAD 1969 / UTM zone 21S	32720	WGS 1984 / UTM zone 20S
29192	SAD 1969 / UTM zone 22S	32721	WGS 1984 / UTM zone 21S
29193	SAD 1969 / UTM zone 23S	32722	WGS 1984 / UTM zone 22S
29194	SAD 1969 / UTM zone 24S	32723	WGS 1984 / UTM zone 23S
29195	SAD 1969 / UTM zone 25S	32724	WGS 1984 / UTM zone 24S
31972	SIRGAS 2000 / UTM zone 18N	32725	WGS 1984 / UTM zone 25S

EPSG - ES

QGIS

28

## SIG – Construção de Mapas

**Elementos obrigatórios**

- Título do mapa: realçado, preciso e conciso;
- Convenções utilizadas;
- A base de origem (mapa-base, dados, etc.);
- Referências (autoria, responsabilidade técnica, data de confecção, fontes e etc);
- Indicação do norte;
- Escala;
- Sistema de projeção utilizado;
- Sistema de coordenadas utilizado.

66

## SIG – Construção de Mapas

**A: Título do Mapa** – identifica de imediato o assunto do seu mapa.

**B: Grade de Coordenadas** – Indica a referência de localização espacial.

**C: Mapa de Localização** (opcional) – localização num contexto de área maior.

**D: Legenda** – Descreve cada camada explicando o que cada cor e simbologia no mapa significa.

**E: Referências (Selo)** – Descrição da fonte dos dados, data, sistema de referência e projeção adotados, autor, entre outras informações.

**F: Norte** – Fundamental para indicar a orientação do mapa.

**G: Escala** – Indica a proporção em que o mapa foi reduzido em relação ao tamanho real da área.

**H: Tabela de Dados** (opcional) – Em alguns casos é interessante que se tenha por escrito no mapa algumas informações tabulares.

Escala = D = N.d

Fonte: Adaptado de ChekGeo

67

## SIG – Dados Geográficos

### - Dados geográficos em SIG:

- Estruturados em **planos de informação**, também denominados de **camadas (layers)**.
- As camadas são compostas por uma coleção de **elementos geográficos** (objetos), relacionados a um único tema ou uma classe de informação.
- Conceitualmente, cada camada contém elementos de um único tema

- Um elemento não pode pertencer a classe agrícola e à área urbana, em um mapa de uso e cobertura do solo  
 - O mesmo ponto não pode ter altimetria 200m e 300m.



68

## Elementos Geográficos

### 1. Gráfico ou espacial:

Descreve:

- A localização registrada em coordenadas geográficas, coordenadas de projeção ou coordenadas retangulares com uma origem local – coordenadas UTM ou Geodésicas;
- A geometria contendo informações sobre área, perímetro e forma – ponto, linha ou área;
- A topologia – relação entre os objetos espaciais: sobreposição, intersecção,...

### 2. Não-gráfica ou não-espacial ou alfanumérica:

Descreve os atributos temáticos e temporais, representados em forma de tabela estruturada ou de um banco de dados convencional. Ex.: largura do rio, nome da rua, nome do bairro, etc.



69

## Elementos Geográficos

### GRÁFICO OU ESPACIAL

#### Arquivo Matricial - RASTER

Imagens

Por serem baseados em matrizes, os arquivos geralmente são mais pesados e perdem qualidade ao serem ampliados

#### Arquivo Vetorial

Linhas  
Pontos  
Polígonos

Por serem baseados em vetores, essa faz desenhos e gráficos geralmente mais leves e não perdem qualidade ao serem ampliados



70

## Elementos Vetoriais

### Linhas

Definidas como um conjunto ordenado de pontos interligados por segmentos de reta (polígono aberto).

O ponto inicial e o final são denominados nós e os pontos intermediários são chamados de vértices.

É utilizada na representação de objetos cuja largura não convém ser expressada graficamente.

Ex: estradas, cursos de água, redes de saneamento, redes de linhas de transmissão de energia elétrica, entre outras.



71

## Elementos Vetoriais

### Pontos

Geralmente utilizado na representação de objetos de pequenas dimensões espaciais.

Usa um par de coordenadas simples para representar a localização de um objeto.

O tamanho ou a dimensão do objeto pode não ser uma informação importante, somente sua localização pontual.

Ex: Universidades podem ser representados na base espacial por um ponto, e ter armazenados como atributos: cursos de graduação, cursos de pós-graduação, tempo de integralização curricular, atividades extracurriculares, etc.



72

## Elementos Vetoriais

### Polígonos

São usados para representar áreas e são definidos como um conjunto ordenado de pontos interligados, onde o primeiro e último ponto coincidem.

Atributos podem ser associados aos polígonos como área, perímetro, uso e ocupação do solo, nome, etc.

Ex: Lotes, quadras, unidades territoriais, propriedades rurais, campos de produção, glebas de uma mesma lavoura, etc.



73

## Elementos Vetoriais

Ao se trabalhar com elementos vetoriais, é possível manipulá-los buscando-se resultados de interesse:

Entre outras funções é possível:

- Dividir camadas
- Unir atributos por posição
- Mesclar camadas
- Dissolver camadas
- Determinar áreas de influência (principalmente para vetores pontuais)



74

## Elementos Matriciais - Raster

### Raster

No modelo matricial (ou raster) o terreno é representado por uma matriz  $M(i,j)$ , composta por  $i$  colunas e  $j$  linhas, que definem células, denominadas como pixels (Picture element).

Cada pixel apresenta um valor referente ao atributo, além dos valores que definem o número da coluna e o número da linha, correspondendo, quando o arquivo está georreferenciado, a um par de coordenadas  $x$  e  $y$  que se encontra dentro da área abrangida por aquele pixel.



75

## Elementos Matriciais - Raster

### Raster

Em Sensoriamento Remoto, uma camada raster representa efetivamente a IMAGEM...

IMAGENS possuem:

- Estrutura
- Resolução



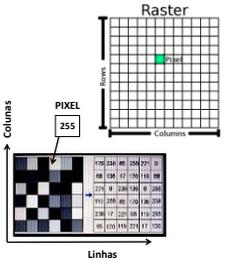
76

## Elementos Matriciais - Raster

### Estrutura

As estruturas das imagens de sensoriamento remoto são constituídas por um arranjo de elementos sob a forma de uma matriz, de dimensões "x" linhas por "y" colunas, com cada elemento possuindo um atributo  $z$  (nível de cinza).

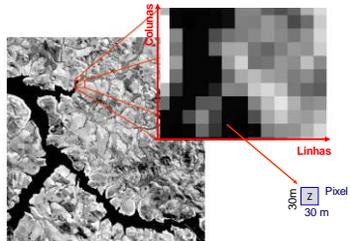
O nome dado a cada cela da matriz é **pixel**, derivado do inglês "picture element". Deve ser ressaltado que o nível de cinza de um pixel (também conhecido em inglês por DN, de "digital number") corresponde sempre à média da intensidade da energia refletida ou emitida pelos diferentes materiais presentes nesse pixel.



77

## Elementos Matriciais - Raster

### Estrutura



78

## Elementos Matriciais - Raster

### Estrutura

223	223	180	205	30
223	180	180	90	205
223	205	205	30	30

- Cada célula tem sua localização definida em um sistema de coordenadas  $(x,y)$ ;
- Cada célula possui um atributo numérico "z" que é o nível de cinza (DN - digital number);
- O DN de uma célula representa a **intensidade de energia eletromagnética** (refletida ou emitida) medida pelo sensor;



79

## Elementos Matriciais - Raster

### Formatos de arquivos matriciais

- BMP – bitmap  
Formato nativo da plataforma Windows da Microsoft – não faz compressão de imagem. Podem ser manipulados pelo SIG.
- TIFF – Tagget Image File Format  
Comprime a imagem sem perda de qualidade – arquivo menor que o .bmp. Podem ser manipulados pelo SIG.



80

## Elementos Matriciais - Raster

### Formatos de arquivos matriciais

- JPEG – Joint Photographic Expert Group  
Comprime a imagem com perda de qualidade – arquivo menor e compressão feita com algoritmo baseado na capacidade de visão do olho humano – retira detalhes imperceptíveis. Arquivo de baixa qualidade gráfica e com significativa perda de informação – Não recomendado para uso em SIG.
- PNG – Portable Network Graphics  
Comprime a imagem sem perda de qualidade – arquivo menor que o .bmp. Podem ser manipulados pelo SIG, mas nem todos conseguem manipular tais arquivos.



81

## Elementos Matriciais - Raster

### Estrutura de uma imagem

- Quantidade de pixels  
Definem, juntamente com a taxa de compressão e a quantidade de cores o tamanho da imagem.

Quantidade de pixels é dada pela altura e largura com base no número de linhas e colunas, respectivamente, da matriz que compõe a imagem.

Está vinculada à quantidade de pontos (pixels) por polegada – dpi.



82

## Elementos Matriciais - Raster

### Estrutura de uma imagem

- Resolução digital:

$$R = p/d$$

R – resolução digital (horizontal ou vertical) em dpi  
p – número de pixels da largura (colunas da matriz) ou altura (linhas da matriz) da imagem  
d – largura (ou altura) de impressão da imagem, em polegadas.



83

## Elementos Matriciais - Raster

### Estrutura de uma imagem

- Quantidade de cores  
Cores reais – 16 milhões de cores – cada ponto ocupa três bytes (24 bytes) de memória.

Comum – 256 cores – cada cor ocupa apenas um byte (8 bytes) de memória.

Bits são expressos em potência de dois:

- 1 bit =  $2^1$  – 2 tons ou níveis de cinza ou cores
- 8 bits =  $2^8$  – 256 tons ou níveis de cinza ou cores
- 24 bits =  $2^{24}$  – 16.777.216 tons ou níveis de cinza ou cores



84

## Elementos Geográficos

Raster	Vetorial
Traduzem imagens digitais matriciais geradas por sensoriamento remoto e processos de escanização	Traduzem imagens vetorizadas, compostas de pontos, linhas e polígonos
Execução de operações entre camadas ou <i>layers</i> de mesma área e atributos distintos é extremamente fácil e rápida	Execução de operações entre camadas ou <i>layers</i> de mesma área e atributos distintos é bastante complexa e demorada
Vínculo com atributos alfanuméricos é dificultado (pixel a pixel)	Vínculo com atributos alfanuméricos torna-se facilitado, já que se dá através do ponto, linha ou polígono registrado.
Resolução digital está vinculada diretamente à quantidade de pixels da imagem, podendo requerer processadores de grande capacidade e velocidade	Resolução digital do mapa é limitada pela quantidade de vetores dispostos e de sua impressão, proporcionando grande detalhamento.
Fronteiras das imagens são descontínuas (efeito serrilhado)	Fronteiras das imagens são contínuas (feições regulares).
Cálculos de distância, áreas etc. vinculam-se ao desempenho do hardware	Cálculos de distâncias, áreas e etc. são, em geral, simplificados, tornando o processamento mais rápido.



85



*Perguntas?*

86