

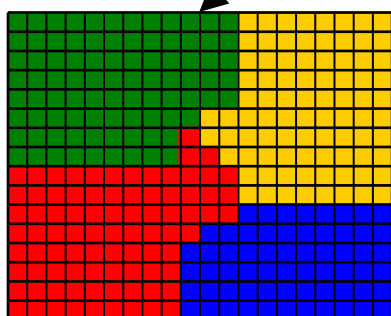
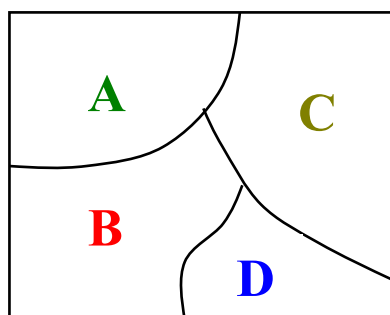
UD II

Geração de Imagens Fotogramétricas Digitais

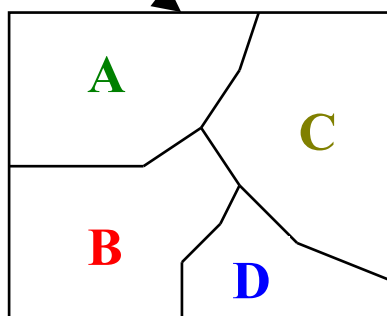
- Imagens Fotogramétricas
- Imagem Digital
- Geração de Imagens Fotogramétricas Digitais
- Câmaras Digitais
- Digitalização de Imagens Fotogramétricas
- Quantificação
- Problema da Digitalização
- Teorema da Amostragem
- Fator Kell
- Resolução da Imagem Digital
- Elemento de Resolução no Terreno

Imagens Fotogramétricas

Imagem Analógica



Digitalização
Matricial



Digitalização
Vetorial

Imagem Digital



$$\text{Template} = \begin{bmatrix} 227 & 242 & 155 & 115 & 164 & 205 & 215 \\ 185 & 227 & 187 & 158 & 214 & 251 & 246 \\ 152 & 205 & 217 & 198 & 228 & 241 & 227 \\ 204 & 205 & 235 & 214 & 164 & 154 & 155 \\ 245 & 178 & 179 & 219 & 189 & 134 & 108 \\ 222 & 164 & 151 & 212 & 228 & 132 & 71 \\ 148 & 117 & 132 & 199 & 234 & 138 & 37 \end{bmatrix}$$

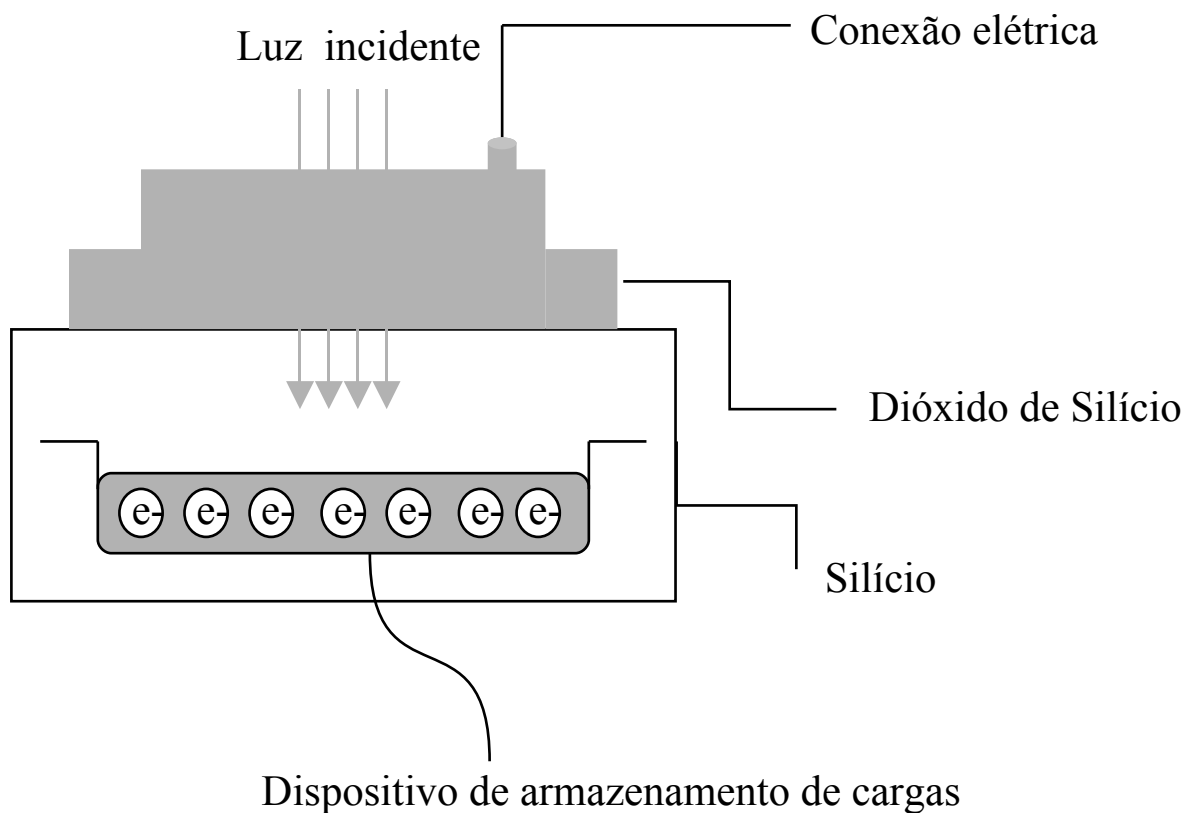
A Imagem Digital é um conjunto de “pixels”, que é estruturado segundo uma matriz de “m” linhas por “n” colunas.

Geração de Imagens Fotogramétricas Digitais

- Digitalização
 - ▶ Matricial → 90% das vezes (via *scanner*)
 - ▶ Vetorial (inserção de feições)

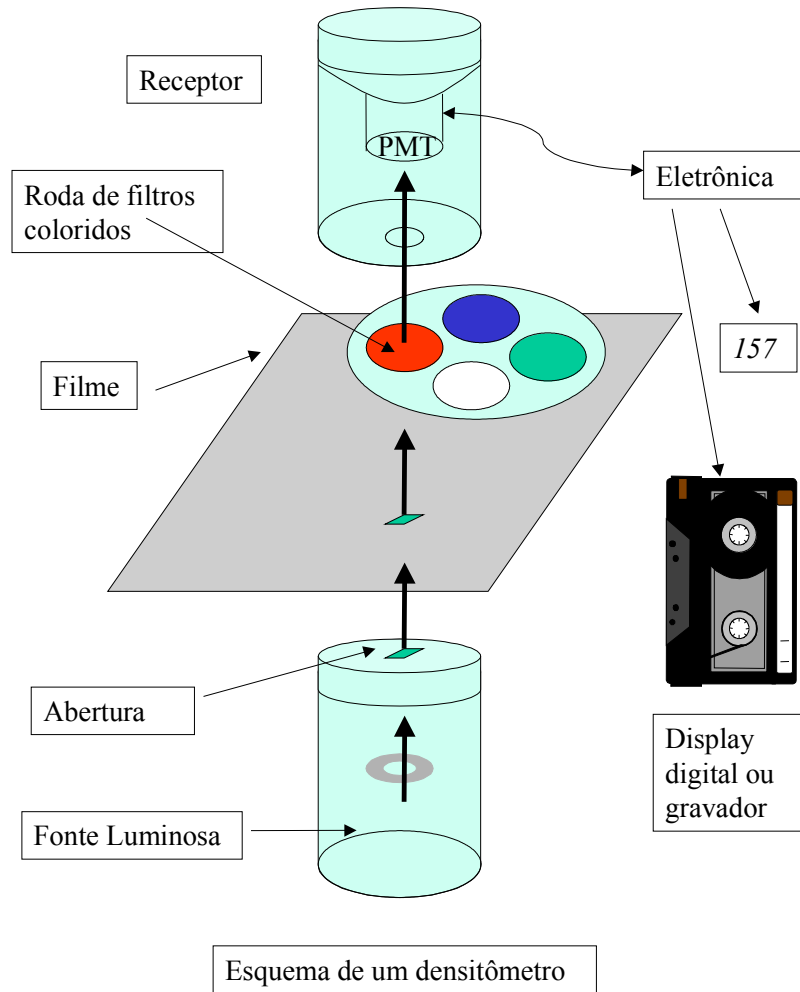
- Câmaras Digitais (Câmaras CCD)

Câmaras Digitais



CCD → Charge-Coupled Devices

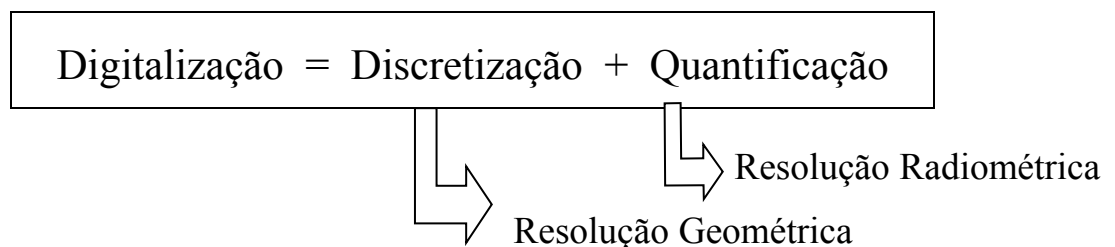
Digitalização



Digitalização de Imagens Fotogramétricas

◆ Digitalização

- Para a realização da digitalização há que se definir 2 parâmetros:



◆ Resolução Radiométrica

- É a quantidade de bits por pixel. É a definição do domínio dos níveis de cinza.
- Ex.: 2^8 (bits por pixel) = 256 (níveis de cinza)

◆ Resolução Geométrica

- Imagens Analógicas → é traduzida pela resolução do sistema fotográfico, sendo normalmente expressa em linhas/milímetro (l/mm) ou pares de linhas/milímetro (lp/mm).
- Imagens Digitais → é expressa pelo tamanho do pixel.

Exemplo 1

- Tamanho da Imagem Analógica: 23 x 23 cm
- Resolução Geométrica da Imagem Digital: 23 μm
- Resolução Radiométrica da Imagem Digital: 8 bits/pixel
- Calcular o espaço em disco necessário para armazenar a Imagem Digital.

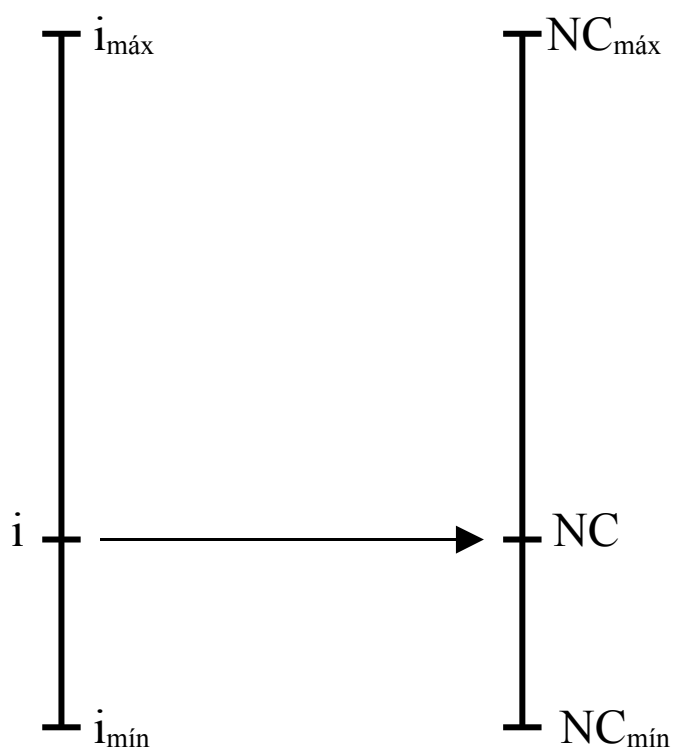
$$23 \text{ cm} / 23 \mu\text{m} = 230.000 \mu\text{m} / 23 \mu\text{m} = 10.000 \text{ pixels}$$
$$10.000^2 / 1.024^2 = \mathbf{95,37 \text{ Mb}}$$

Exemplo 2

- Tamanho da Imagem Analógica: 23 x 23 cm
- Resolução Geométrica da Imagem Digital: 600 dpi
- Resolução Radiométrica da Imagem Digital: 8 bits/pixel
- Calcular o espaço ocupado em disco pela Imagem Digital.

$$600 \text{ pixels} \rightarrow 1'' = 2,54 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ pixel} \rightarrow 42,3 \mu\text{m}$$
$$23 \text{ cm} / 42,3 \mu\text{m} = 230.000 \mu\text{m} / 42,3 \mu\text{m} = 5.437 \text{ pixels}$$
$$5.437^2 / 1.024^2 = \mathbf{28,19 \text{ Mb}}$$

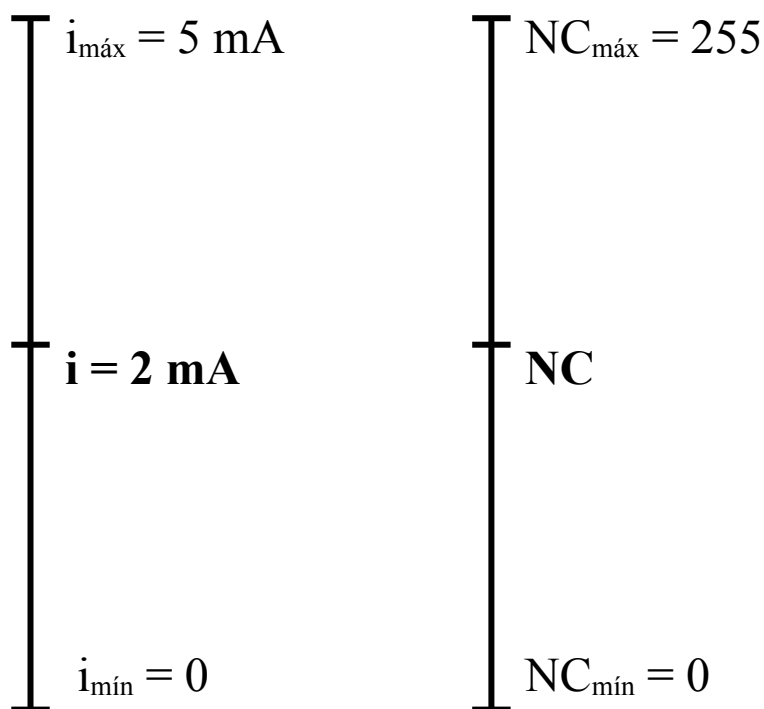
Quantificação



$$\frac{i_{\text{máx}} - i_{\text{mín}}}{NC_{\text{máx}} - NC_{\text{mín}}} = \frac{i - i_{\text{mín}}}{NC - NC_{\text{mín}}}$$

$$NC = NC_{\text{mín}} + \frac{(NC_{\text{máx}} - NC_{\text{mín}}) (i - i_{\text{mín}})}{(i_{\text{máx}} - i_{\text{mín}})}$$

Exemplo de Quantificação



$$NC = NC_{\text{mín}} + \frac{(NC_{\text{máx}} - NC_{\text{mín}}) (i - i_{\text{mín}})}{(i_{\text{máx}} - i_{\text{mín}})}$$

$$NC = 0 + \frac{(255 - 0) (2 - 0)}{(5 - 0)} = 102$$

$$NC = 102$$

Problema da Digitalização

Dada uma imagem analógica com certa resolução geométrica (l/mm), qual deverá ser a resolução geométrica da imagem digital, tal que o poder resolutivo (a resolução) da imagem analógica original seja preservado(a)?

Em outras palavras, qual deve ser a taxa de amostragem (de discretização) da imagem analógica tal que a imagem digital derivada tenha o mesmo poder resolutivo?

Obs.: Considerar como estimativa de valores médios para a resolução de sistemas fotográficos os seguintes:

- 39 lp / mm para cenas de baixo contraste e
- 54 lp / mm para cenas de alto contraste.

Fonte: ASPRS.

Teorema da Amostragem

A resolução da imagem digital (RID) deve ser o dobro da resolução da imagem analógica (RIA) para que não haja perda de informação.

$$\text{RID (Pixel)} = \frac{1}{2} \text{ RIA}$$

Fator Kell

É um fator determinado empiricamente, onde é considerada a possibilidade de haver desalinhamento da amostragem.

$$\text{RID (Pixel)} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \text{ RIA}$$

Resolução da Imagem Digital

Considerando-se o Teorema da Amostragem e o Fator Kell tem-se o seguinte intervalo para a discretização de uma imagem analógica:

$$\frac{1}{2\sqrt{2}} \text{ RIA} \leq \text{RID (Pixel)} \leq \frac{1}{2} \text{ RIA}$$

Exemplo

$$\text{RIA} = 50 \text{ pares de linhas / mm}$$

$$1 \text{ mm} \text{ ————— } 50 \text{ linhas}$$

$$x \text{ ————— } 1 \text{ linha}$$

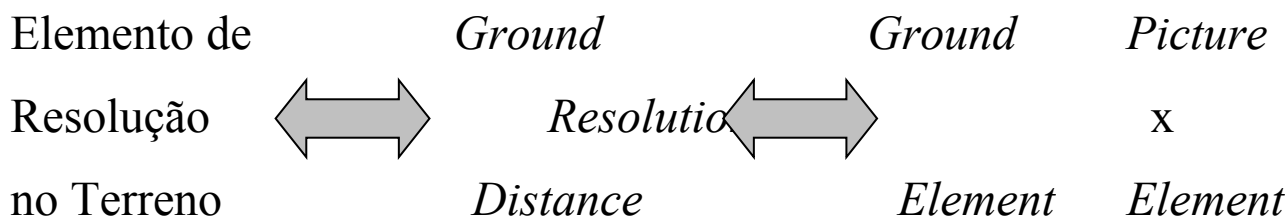
$$x = 1000 \mu\text{m} / 50 = 20 \mu\text{m}$$

$$20 \mu\text{m} / 2\sqrt{2} \leq \text{RID} \leq 20 \mu\text{m} / 2$$

$$7,0 \mu\text{m} \leq \text{RID} \leq 10 \mu\text{m}$$

$$\text{Pixel} = 8,5 \mu\text{m}$$

Elemento de Resolução no Terreno



$$\text{ERT (GRD)} = \text{Dimensão do Pixel} \times \text{Denominador da Escala Foto}$$

Exemplo

- Escala da Foto: 1 : 18.000
- Resolução Geométrica: 42 μm
- ERT = ?

$$\text{ERT} = 42 \times 10^{-6} \text{ m} \times 18.000 = 0,76 \text{ m}$$

$$\text{ERT} = \mathbf{0,76 \text{ m}}$$

Obs.: O “PIXEL” é a unidade de mensuração da qualidade das operações fotogramétricas. Normalmente os resíduos de um ajustamento pelo MMQ são expressos nessa unidade.