

Unidades Didáticas

UD I – Conceitos Básicos – 06h

UD II – Geração de Imagens Fotogramétricas Digitais – 06h

UD III – Orientação Interior de uma Imagem Fotogramétrica Digital - – 08h

UD IV – Medição Automática de Pontos em Imagens Fotogramétricas Digitais – 06h

UD V – Orientação Exterior de uma Imagem Fotogramétrica Digital - 08h

UD VI – Retificação de Imagens Fotogramétricas Digitais – 06h

UD VII – Geração do Modelo Numérico de Elevações a partir de um Estereograma – 08h

UD VIII – Geração de Orto-Imagens Digitais – 08h

Procedimentos Didáticos:

- Aulas Expositivas
- Trabalhos de Laboratório
- Avaliações Escritas

Agenda:

- Função do QTS e do PGE

Bibliografia:

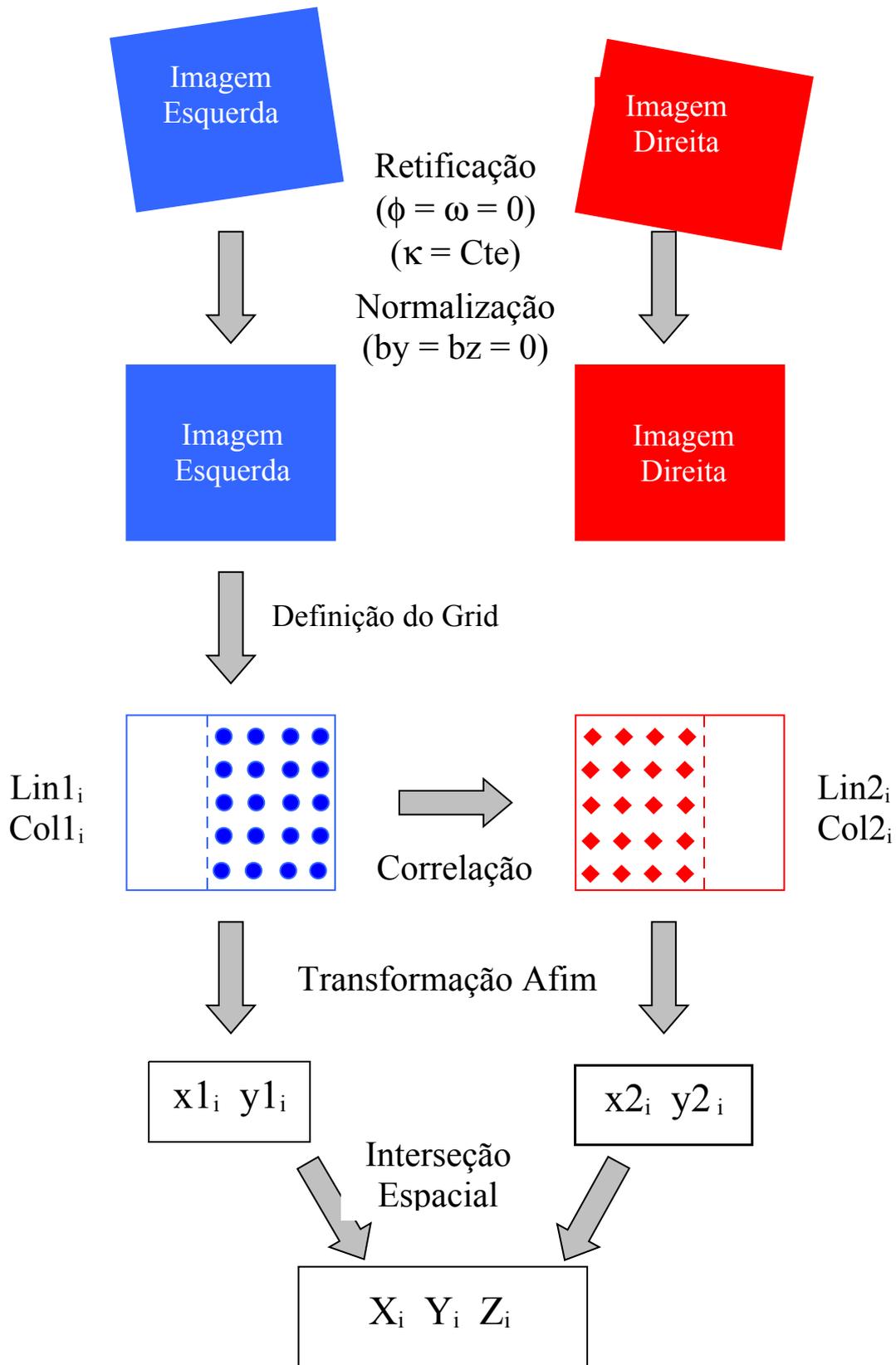
BÁSICA:

- a. COELHO FILHO, L.C.T. e JORGE LUÍS NUNES E SILVA BRITO, Fotogrametria Digital. Editora da UERJ, Rio de Janeiro, RJ, 2007.
- b. COELHO FILHO, L.C.T. e JORGE LUÍS NUNES E SILVA BRITO, E-book de Fotogrametria Digital . Arquivos em formato pdf disponíveis em www.efoto.eng.uerj.br).

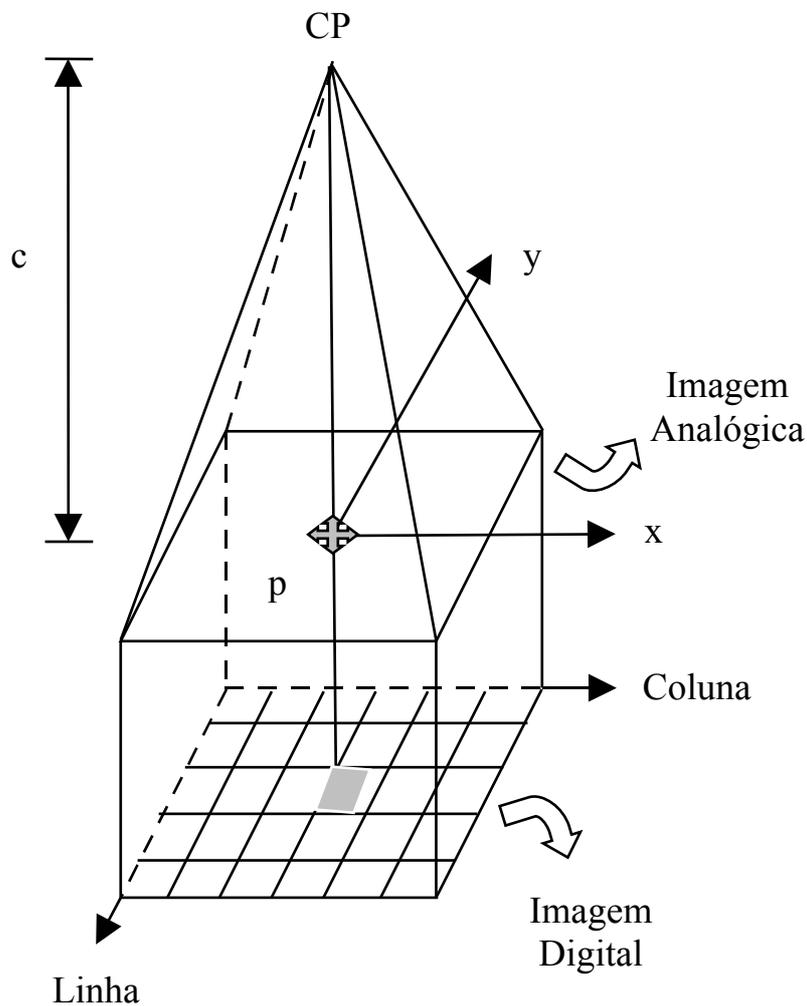
COMPLEMENTAR:

- a. KRAUS, K. Photogrammetry: Fundamentals and Standard Processes - Vols 1 e 2. - Ferd Dümmler Verlag . Bonn. 1992.
- b. KREILING, A. Photogrammetric Guide. Wichman. 1989.
- c. ASPRS. Digital Photogrammetry: An Addendum to the Manual of Photogrammetry. ASPRS, Bethesda, Maryland, 1997.
- d. BRITO, J.L.N.S. Precision of Digital Orthoimages: Assessment and Application to the Occlusion Detection Problem. The Ohio State University, 1997.

Visão Geral da Fotogrametria Digital



Transformação Afim (UD III)



Digital → Analógico:

$$x = a_0 + a_1 \cdot \text{coluna} + a_2 \cdot \text{linha}$$

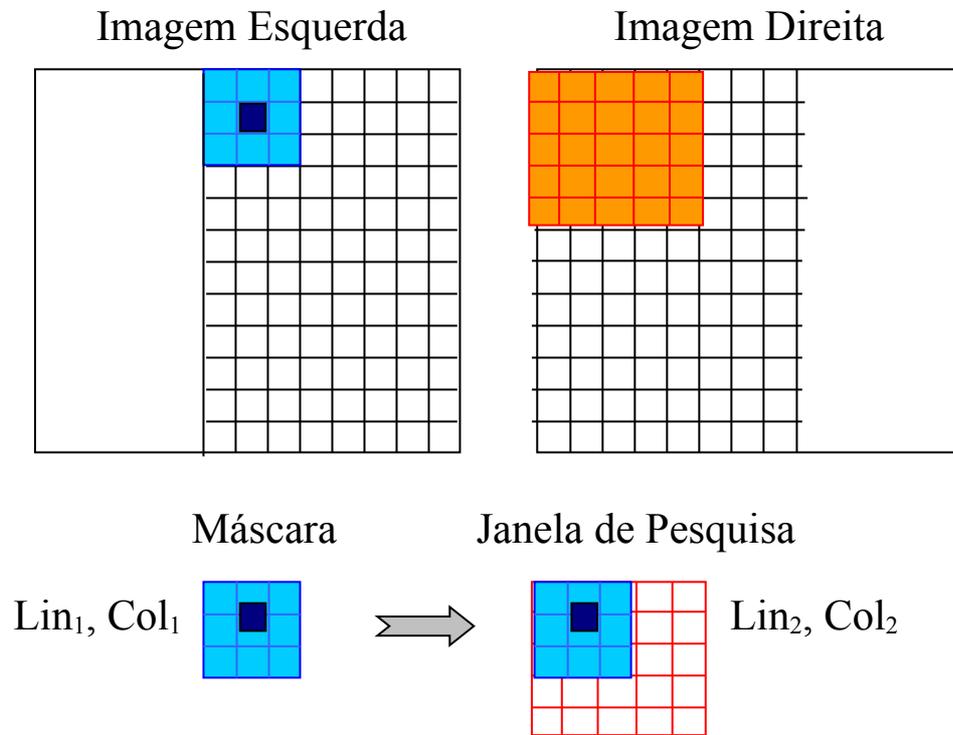
$$y = b_0 + b_1 \cdot \text{coluna} + b_2 \cdot \text{linha}$$

Analógico → Digital:

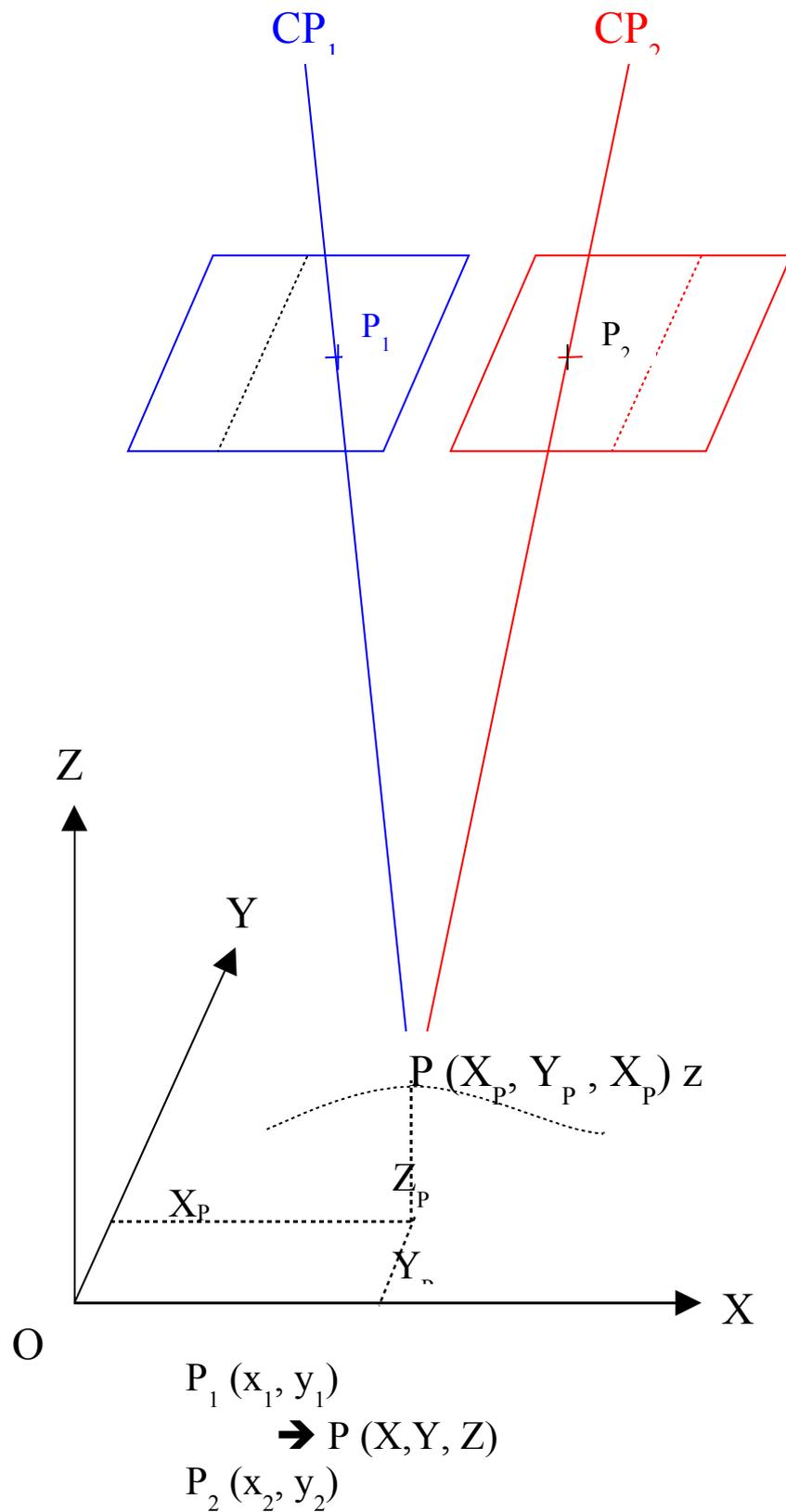
$$\text{coluna} = c_0 + c_1 \cdot x + c_2 \cdot y$$

$$\text{linha} = d_0 + d_1 \cdot x + d_2 \cdot y$$

Medição Automática de Pontos por Correlação (UD IV)

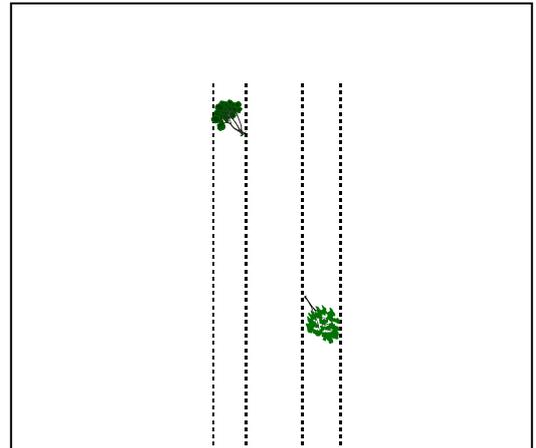
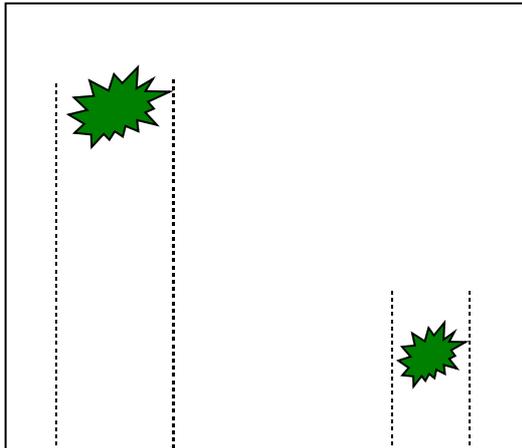


Geração do MNE - Interseção Espacial (UD VII)

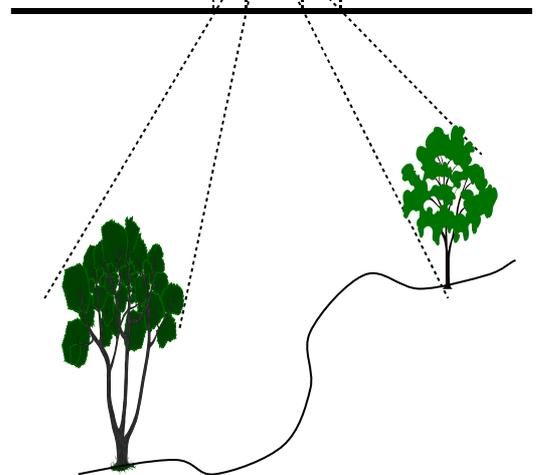
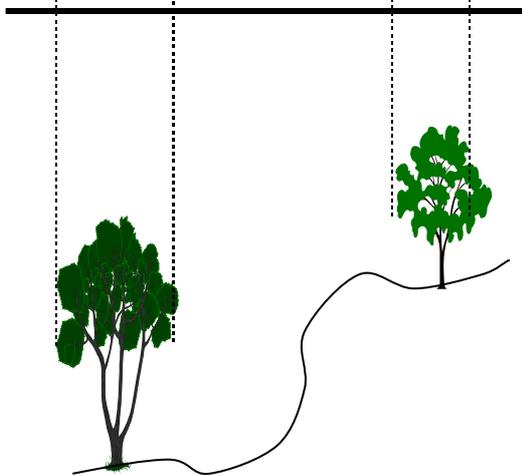


Geração de Orto-Imagens Digitais (UD VIII)

Vista de Topo



Vista Lateral



UD I - Conceitos Básicos

- Breve Histórico
- Objetivo da Fotogrametria Digital
- Imagem Fotogramétrica
- Tipos de Resolução de uma Imagem Digital
- Estações Fotogramétricas Digitais
- Exemplos de Estações Fotogramétricas Digitais
- Sistemas de Visão Estereoscópica

Breve Histórico

As Quatro Gerações da Fotogrametria:

- ⊗ Fotogrametria Pioneira (1840 –1900)
 - 1ª Fotografia Aérea (1860)
 - 1º Livro sobre Fotogrametria (1889)

- ⊗ Fotogrametria Analógica (1901 –1950)
 - Largo emprego de câmaras aéreas
 - Introdução dos retificadores analógicos
 - Introdução dos estéreo-restituidores analógicos

- ⊗ Fotogrametria Analítica (1951 – 1990)
 - Uki Helava (conceito de restituidor analítico - 1957)
 - Apresentação de restituidores analíticos no Congresso da Sociedade Internacional de Fotogrametria (ISP) - 1976.

- ⊗ **Fotogrametria Digital (1990 -.....)**
 - Início da década de 80 (surgimento)
 - Fotogrametria Analítica versus Digital (confusão de conceitos)
 - Caracteriza-se pelo uso de **IMAGENS DIGITAIS** como fonte primária de dados.
 - 1990's: Computadores com capacidade suficiente para o processamento interativo de imagens digitais:
 - Velocidade de processamento
 - Memória Principal
 - Imagens ⇔ elevados volumes de dados

Histórico da Fotogrametria

Fotogrametria	Entrada	Processamento	Saída
Analógica	Imagem Analógica	Analógico	Analógica / Digital
Analítica	Imagem Analógica	Analítico	Analógica / Digital
Digital	Imagem Digital	Analítico	Digital

Objetivo da Fotogrametria Digital

Reconstrução automática do Espaço Tridimensional (ESPAÇO OBJETO), a partir de imagens bidimensionais (ESPAÇO IMAGEM).

⊗ Problema mal condicionado

- Exige condições de contorno para a sua solução
- Exemplos:
 - Espaço 3D “bem-comportado”
 - Como extrair automaticamente prédios e construções em geral?
 - Caso de acidentes naturais (Pão de Açúcar)

⊗ A “Máquina de Mapeamento Automático” (*Mapping Machine*)

- Reconhecimento automático de feições
- Extração automática do relevo

⊗ O Estado da Arte:

- Mapeamento Semi-Automático (Interação H-M)

Imagem Fotogramétrica

⊗ **Imagem Fotogramétrica Analógica:**

- Produto primário das Técnicas de Sensoriamento Remoto.
- Fonte primária de dados tanto para a Fotogrametria Analógica quanto para a Analítica.
- Exemplo Típico: Fotografia Aérea Convencional (Pancromática ou Colorida.)

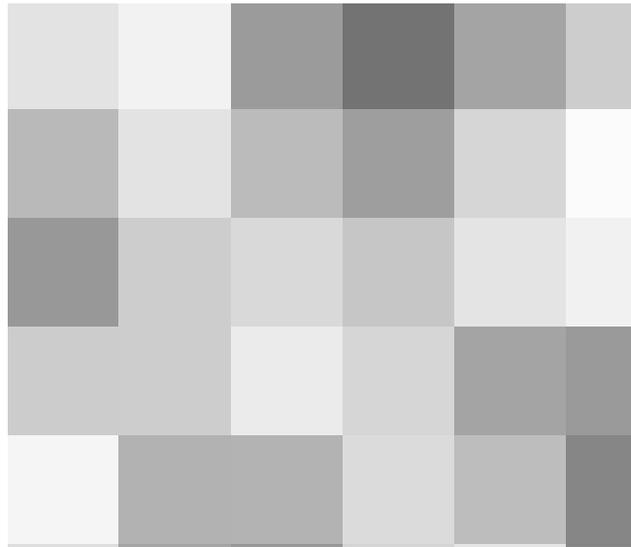
⊗ **Imagem Fotogramétrica Digital:**

- Produto primário das Técnicas de **Digitalização** ou de Sensores Remotos
- Fonte primária de dados para a Fotogrametria Digital
- Exemplo: Fotogramas obtidos por câmaras digitais ou por digitalização dos diafilmes de fotogr. convencionais.

- ⊗ Imagem Digital = conjunto de números inteiros (valores dos pixels) estruturados segundo u'a matriz.

(PIXEL = Picture Element = Elemento de Imagem Digital)

Imagem Fotogramétrica Digital



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

DIGITALIZAÇÃO = Discretização + Quantificação

Tipos de Resolução de uma Imagem Digital

☒ **Resolução Geométrica ou Espacial:**

- É definida pelo tamanho do PIXEL \Leftrightarrow Tamanho da imagem.
- É a fase da “discretização” da imagem analógica ou do terreno.

☒ **Resolução Radiométrica:**

- É a fase da “Quantificação” da imagem analógica ou do terreno.
- É a definição do domínio dos Níveis (tons) de Cinza.
- É expressa pela quantidade de bits usada para a representação de cada pixel.
- Exemplos:

Qte. Bits/pixel	Qte. Tons de Cinza
1	2
2	4
8	256
....
“n”	2 ⁿ

☒ **Resolução Espectral:**

- É a faixa do espectro eletromagnético em que o sensor atua.

☒ **Resolução Temporal:**

- É o intervalo de tempo entre duas aquisições de informação.

Estações Fotogramétricas Digitais

⊗ **Características:**

- Monitor(es) de Vídeo ⇔ CONSOLE + VISÃO ESTEREO.
- Dispositivo de VISÃO ESTEREOSCÓPICA
- CPU GRÁFICA
- CPU de uso geral
- Periféricos de E/S: (Teclado + Mouse + Scanner + Mesa Digitalizadora + Plotter e/ou Impressora)
- Óculos (Dispositivo de visualização estereoscópica)
- Track-ball (Dispositivo de medição estereoscópica)
- Software Aplicativo para automação de operações fotogramétricas diversas:
 - Orientações (interior e exterior = relativa + absoluta.)
 - Pré-processamento de imagens (realce de contraste.)
 - Aerotriangulação (medição e cálculo.)
 - Retificação e reamostragem de imagens (“epipolar resampling”)
 - Extração semi-automática do terreno (MDT.)
 - Geração de orto-imagens.

Exemplos de Estações Fotogramétricas Digitais



**Helava DPW770
(LEICA)**



**ImageStation
(INTERGRAPH)**



**Phodis ST
(ZEISS)**

Exemplos de Estações Fotogramétricas Digitais



ISM



DVP (LEICA)

Sistemas de Visão Estereoscópica

- Separação Espacial
 - A tela do monitor exhibe o par estereoscópico
 - As imagens são exibidas separadamente
 - Utiliza estereoscópio de espelhos
 - Exemplo: DVP
- Separação Radiométrica (espectral)
 - Utiliza o princípio da polarização para a separação das imagens . Exemplo: Anaglifo
- Separação Temporal
 - Exibição alternada das imagens do modelo estereoscópico.

**Os sistemas mais modernos utilizam uma combinação do princípio da polarização (em modo passivo ou ativo)
+ separação temporal**

Polarização passiva + separação temporal:

- A tela de polarização é montada em frente ao monitor.
- As imagens são exibidas seqüencialmente à freqüência de 120 Hz.
- O sentido da polarização é mudado em sincronismo com a exibição da respectiva imagem.
- O operador usa óculos passivos, cujas lentes são polarizadas horizontal / verticalmente.
- Exemplo: Estação DPW (Helava)

Polarização ativa + separação temporal:

- A tela de polarização é montada nos óculos (LCD).
- As imagens são exibidas seqüencialmente à freqüência de 120 Hz.
- O sentido da polarização dos óculos é mudado em sincronismo com a exibição da respectiva imagem.
- A polarização dos óculos é feita através de Dispositivo Infra-vermelho.
- Exemplos: *ImageStation*, *Phodis* e *ISM*.

☒ **Vantagens x Desvantagens.**