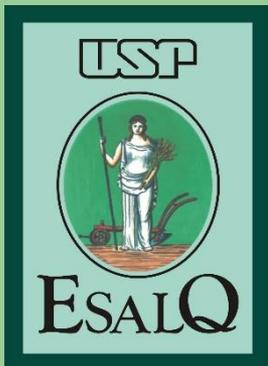


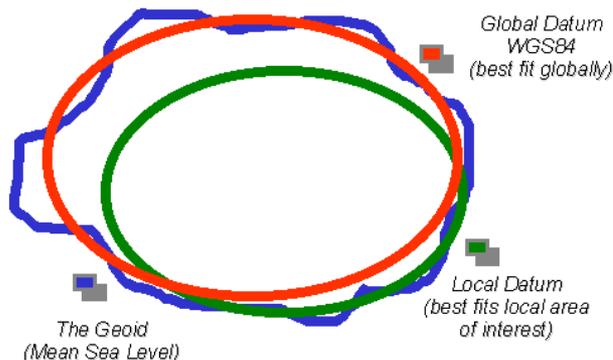
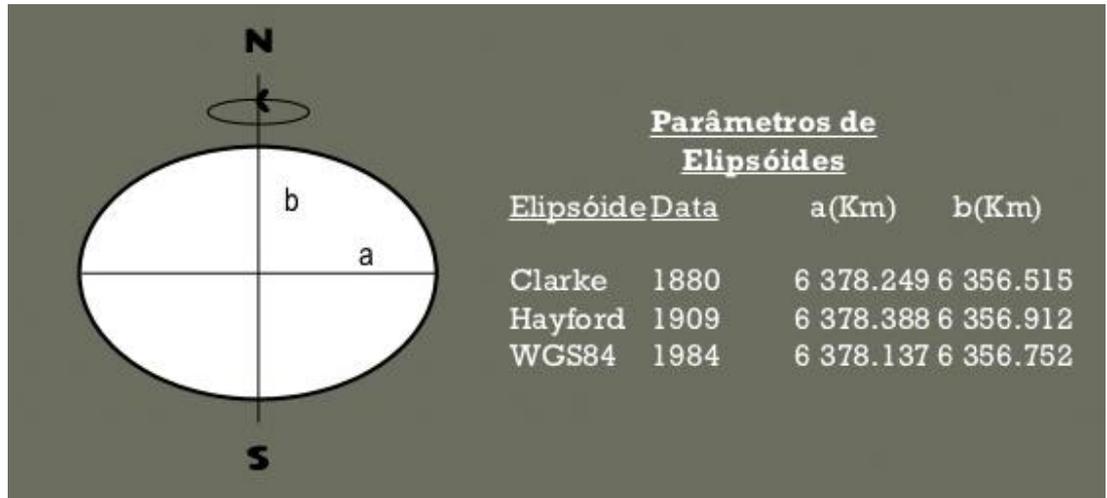
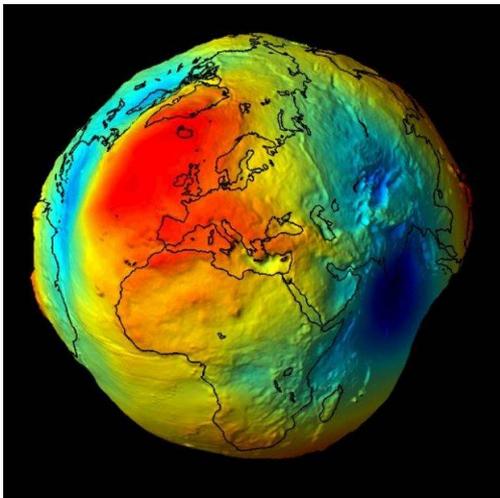
Georreferenciamento

Prof. Dr. Silvio F. Barros Ferraz
Prof. Dr. Carla C. Cassiano
Vinícius Guidotti de Faria
Depto. Ciências Florestais
ESALQ/USP



Georreferenciamento

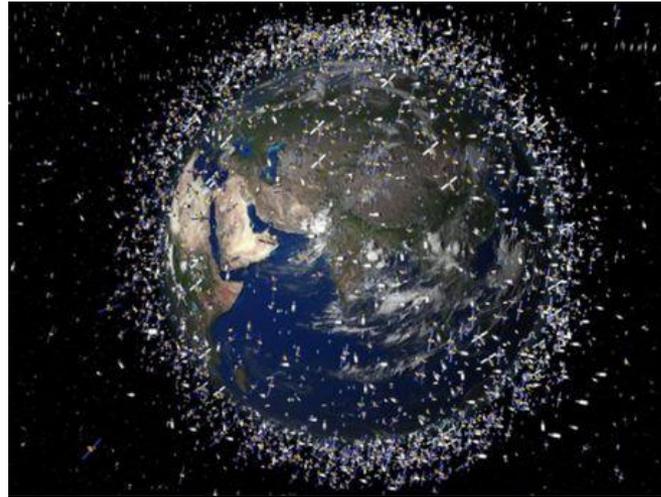
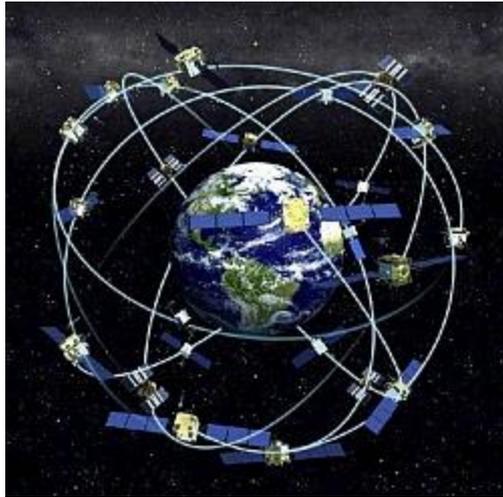
- A definição de posições sobre a superfície terrestre requer que a Terra possa ser representada matematicamente como um elipsoide de revolução.



- No Brasil:
 - Córrego Alegre
 - SAD 69
 - **SIRGAS 2000**

Georreferenciamento

- O sistema de posicionamento global conta com o auxílio de satélites para a determinação de pontos geográficos na superfície terrestre.



- Mesmo com tantos satélites em órbita, existem inúmeras fontes de erro no sistema de posicionamento global.

Georreferenciamento

- Erros podem estar associados a falhas humanas, interferências no sinal dos satélites, capacidade dos aparelhos receptores etc.

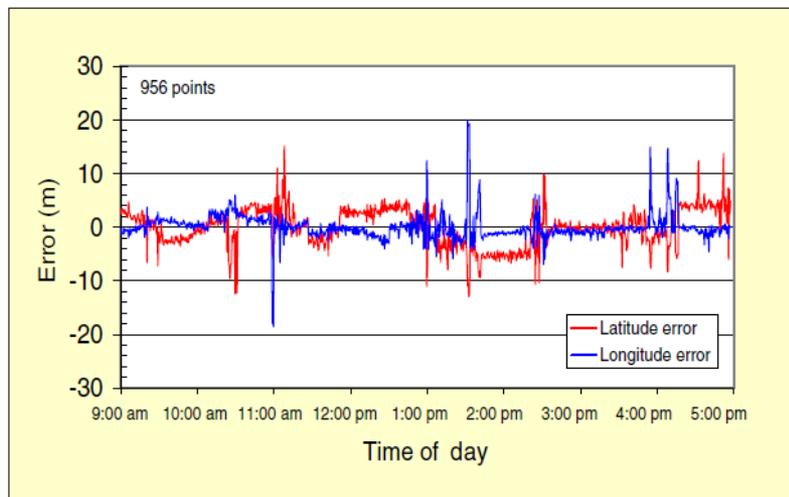


Figure 3. Variations in GPS-estimated latitude and longitude in an open-field site in West Thornton, NH, near the Hubbard Brook Experimental Forest. “Error” is the difference between individual position measurements and the mean for the experiment. Data were collected at 30-second intervals.

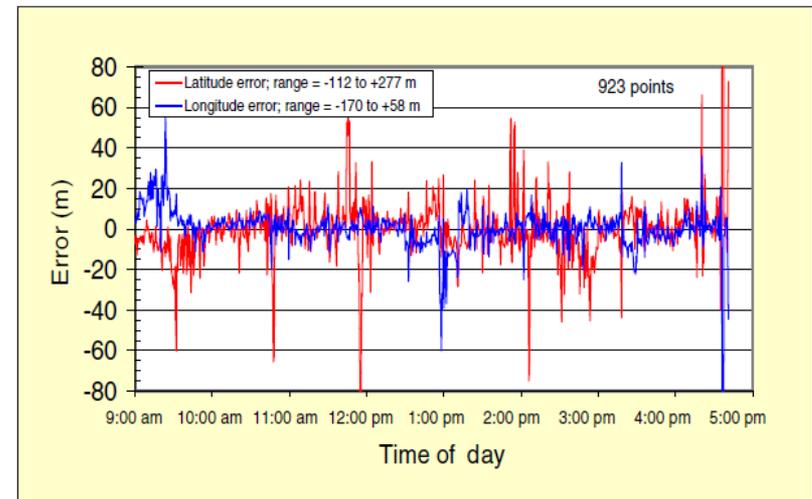


Figure 4. Variations in GPS-estimated latitude and longitude under forest canopy in West Thornton, NH, near the Hubbard Brook Experimental Forest. “Error” is the difference between individual position measurements and the mean for the experiment. Data were collected at 30-second intervals.

Georreferenciamento

Sensoriamento Remoto Aéreo

- Fotografia aérea
- Fotografia digital
- Cartas planialtimétricas

Sensoriamento Remoto Orbital

- Imagens de satélite
 - Landsat
 - Spot

Levantamento Cadastral de Campo



Sensoriamento remoto: aquisição de informações sobre um determinado “alvo” por meio de sensores remotos (que não entram em contato com o “alvo”)

Sensoriamento remoto orbital

Landsat TM e ETM
Bandas 1,2,3,4,5 e 7

Resolução:

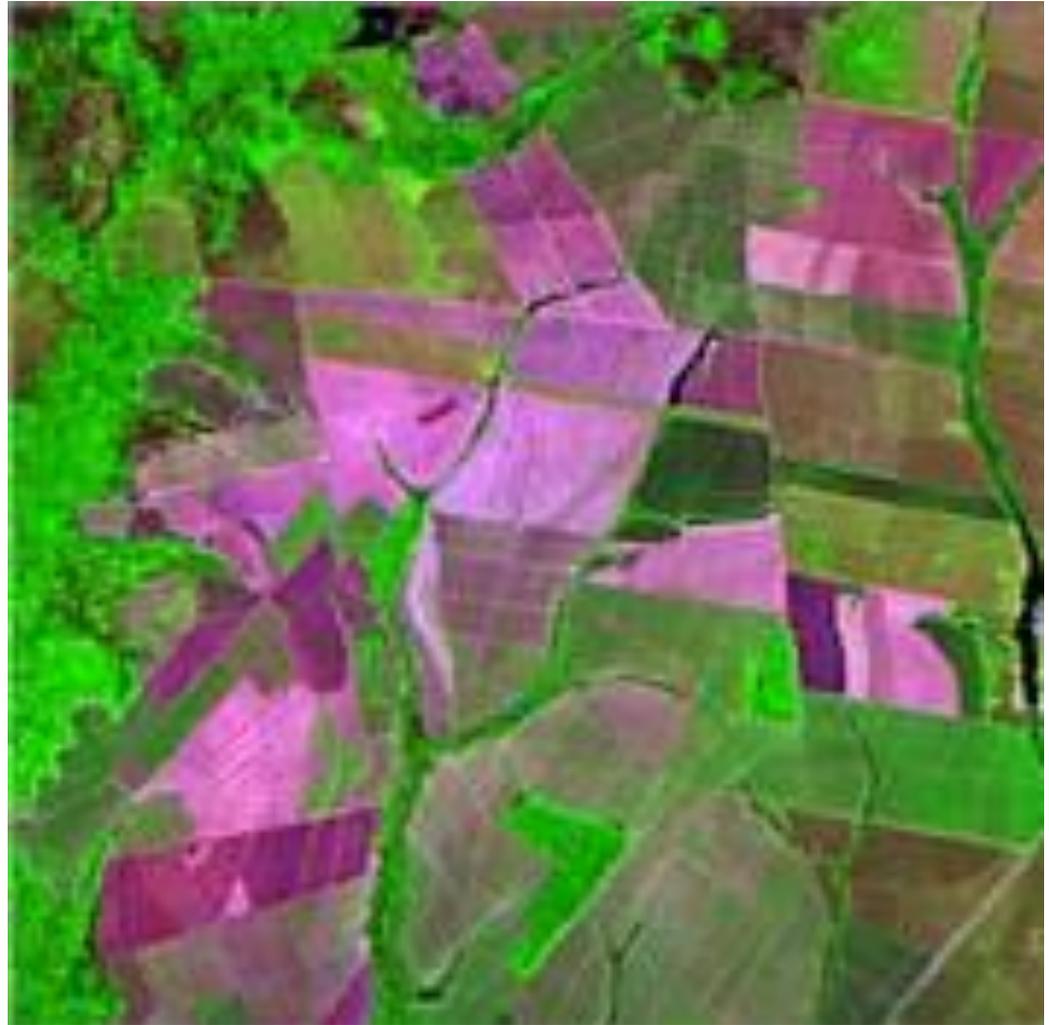
- **Espacial: 30 metros**
- **Temporal: 16 dias**

Cena:

- **185 x 185 Km**

Custo:

- **entre R\$ 1000,00 e R\$ 1600,00**



Landsat 5 - Composição: 3,4,5 – Região de campinas

Cana-de-acúcar

Fonte: Engemap

Sensoriamento remoto orbital

Ikonos

Bandas:

- Multispectral
- Pancromática

Resolução:

- Espacial: 4 / 1 metro
- Temporal: 2 a 3 dias

Cena:

- 13 x 13 Km

Custo:

- US\$ 35,00 / Km²

Área mínima:

- 25km²

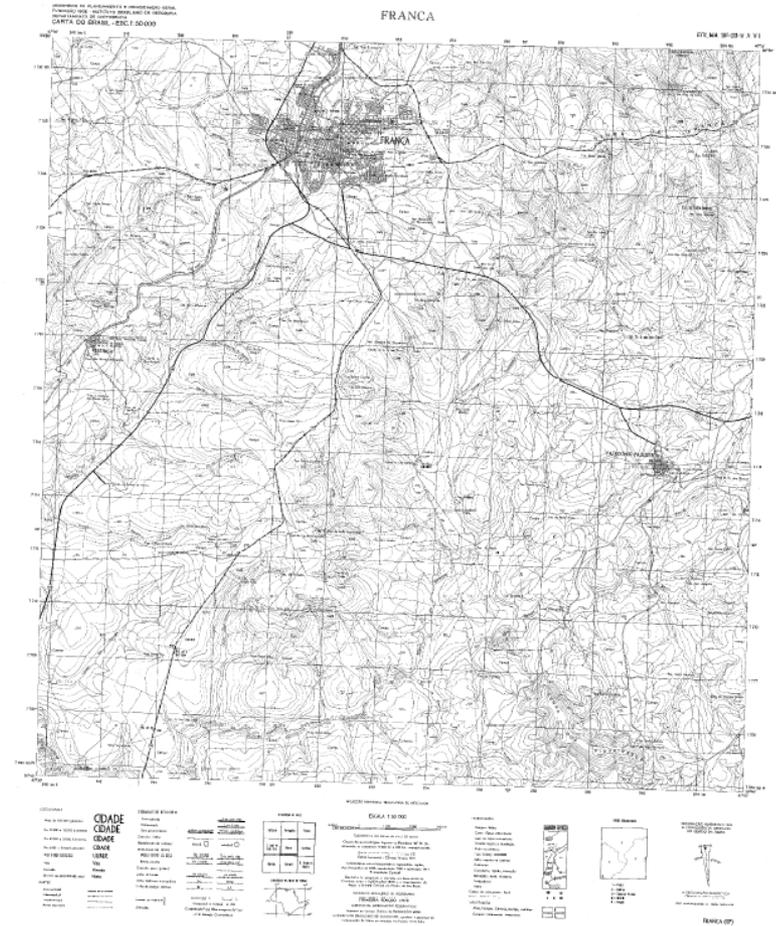


Composição Multispectral + Pan – Elias Fausto
Fonte: Engemap

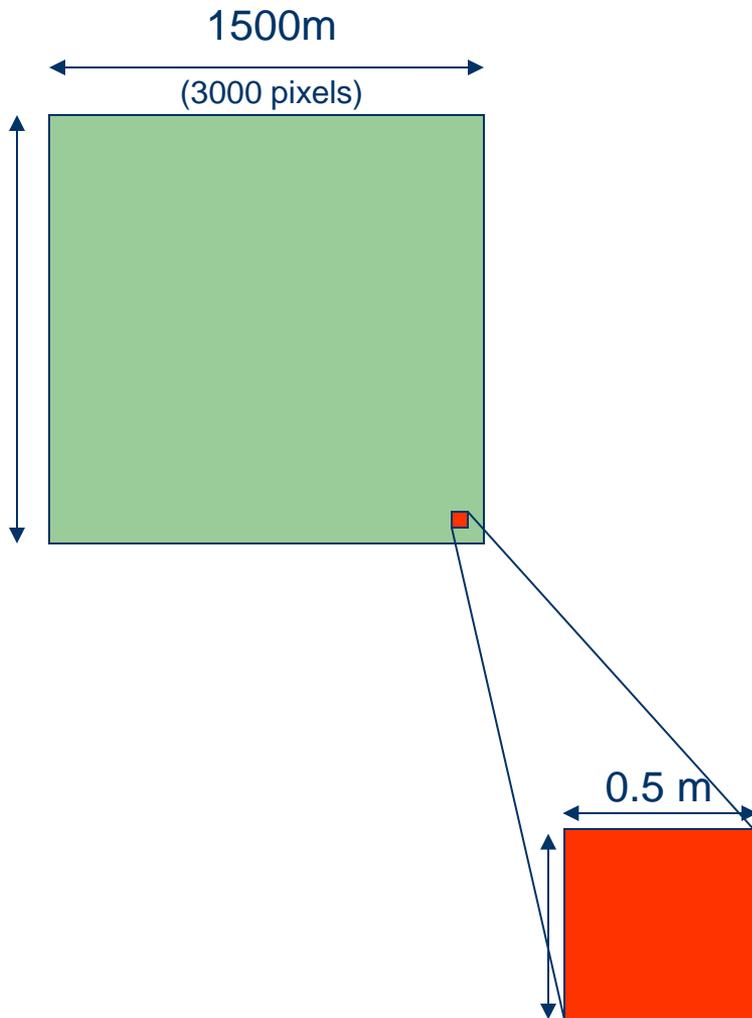
Tipos de imagens digitais

- **1-bit black and white (each dot can be either be black or white)**
 - 1-bit black and white scanning is rarely used for GIS or Remote Sensing applications. The image appears coarse due poor spatial resolution.
- **8-bit grayscale (each dot can be one of 256 gray shades)**
 - An 8-bit image in grayscale does a pretty good job in terms of clarity for any black and white photo. Features can be recognized and detected.
- **8-bit color (each dot can be one of 256 colors)**
 - 8-bit color is less "image" realistic than a 24-bit color image and can appear to be rather coarse or grainy at times. Features are typically less detectable to the human eye in these images than 8-bit grayscale.
- **24-bit color (each dot can be one of 16.8 million colors)**
 - Although, 24-bit color scans provide high resolution photo-like images, they are typically too large to deal with effectively (note: compression formats can help, i.e. JPEG)

Sensoriamento remoto aéreo



Cálculo da resolução espacial



$$\text{r.e.} = \frac{\text{Extensão}}{\text{número de pixels}}$$

$$\text{r.e.} = 1500 / 3000 = 0.5 \text{ m/pixel}$$



Como saber a extensão / número de pixels?

- Extensão

- Dimensão da foto
- Escala da foto
 - Ex: Tamanho da foto = 23 cm
 - Escala = 1:30.000
 - Extensão = $0.23 \times 30000 = 6.900\text{m} = 6,9\text{km}$

- Número de pixels

- Informações sobre a imagem
- Pela resolução medida em dpi
 - *DPI = dots per inches = pontos por polegada*
 - Ex: $300\text{dpi} = 300 \text{ pixels/polegada} = 300 / 2.54 = 118 \text{ pixels/cm}$

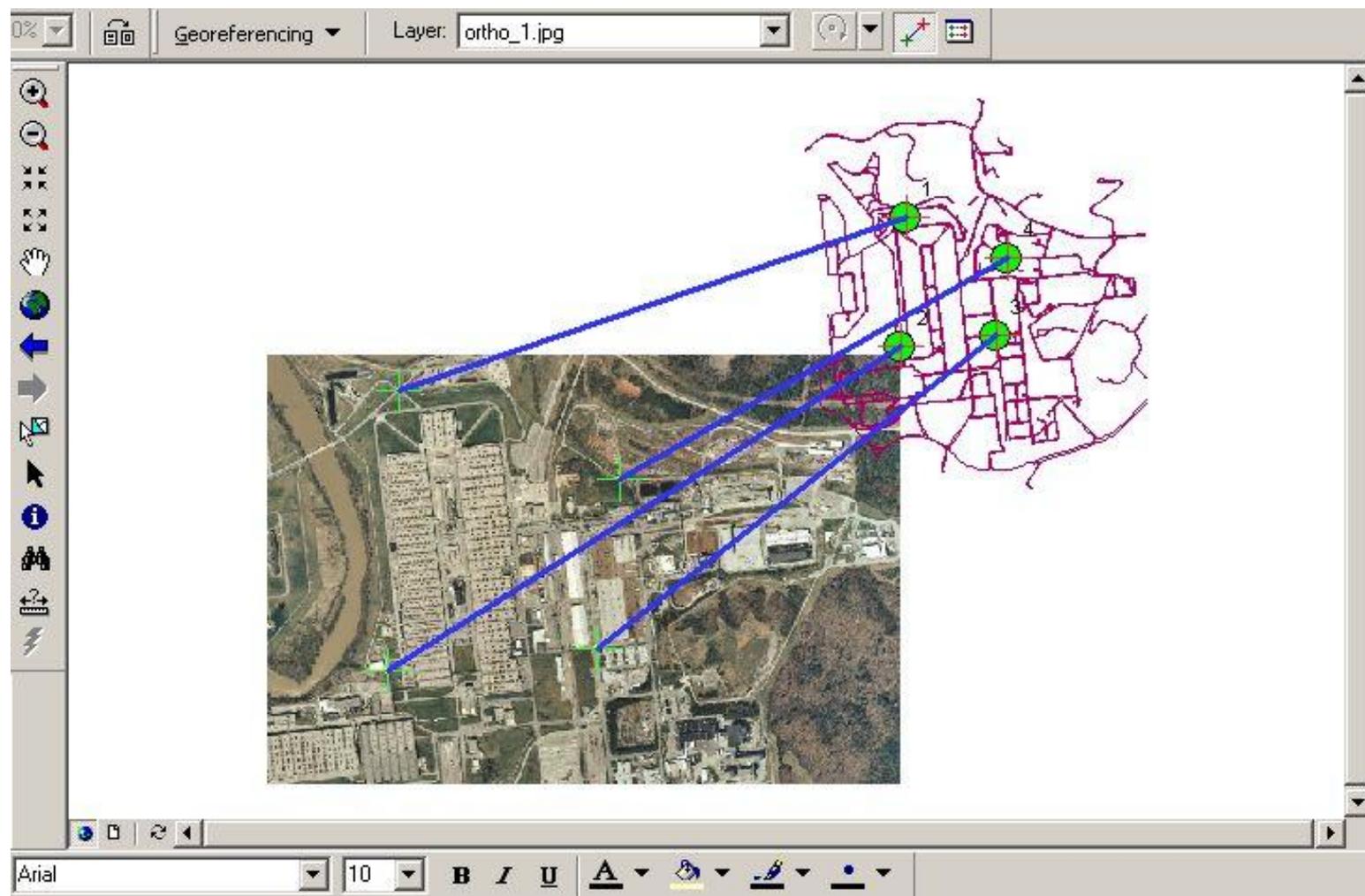
Scannerização de fotografias aéreas

P/ fotografias aéreas de 23cm x 23 cm

Escala da foto	10,000	24,000	40,000			
Extensão (Km)	2.29	5.5	9.1	Tamanho do arquivo em pixels / Mbytes		
DPI Scan	Tamanho do pixel			Pixels	Colorida	P&B
150 dpi	1.7	4.1	6.8	1,350	5Mb	2Mb
300 dpi	0.8	2.0	3.4	2,700	21Mb	7Mb
600 dpi	0.4	1.0	1.7	5,400	83Mb	28Mb
1200 dpi	0.2	0.5	0.8	10,800	334Mb	111Mb

H. Craig Seaver, ERDAS Inc.

Georeferenciamento



Pontos de controle



- Distribuição dos pontos pela foto:
 - 20 pontos no mínimo
 - $N^{\circ} \text{ PC's} = (n^2 + 3n + 2)/2$
 - onde $n =$ grau do polinômio
- Escolha adequada de referências
 - Pontes
 - Cruzamentos de estradas
 - Cruzamento de rios
 - Construções
- Evitar referências como:
 - Represas / Lagos
 - Vegetação
 - Prédios altos

Pontos de controle

- Definir um critério para sua locação
- Escolher um nível de zoom adequado para melhorar a precisão

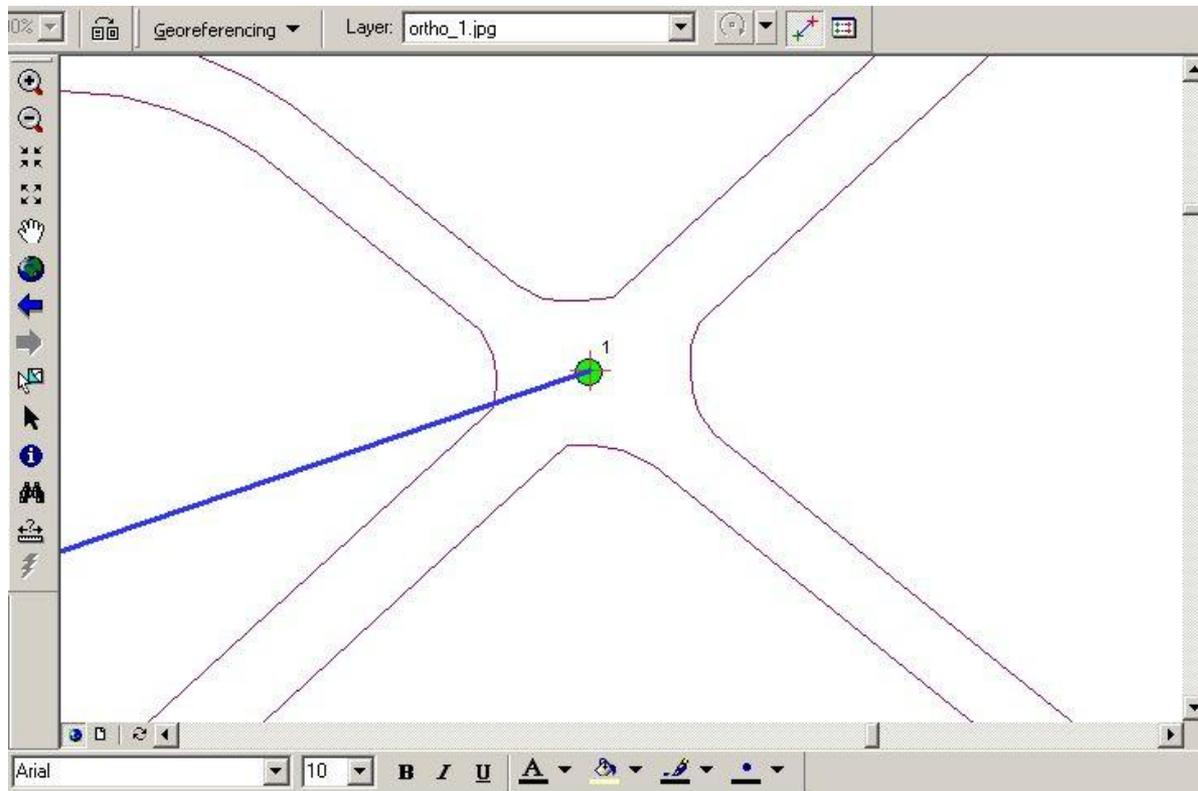
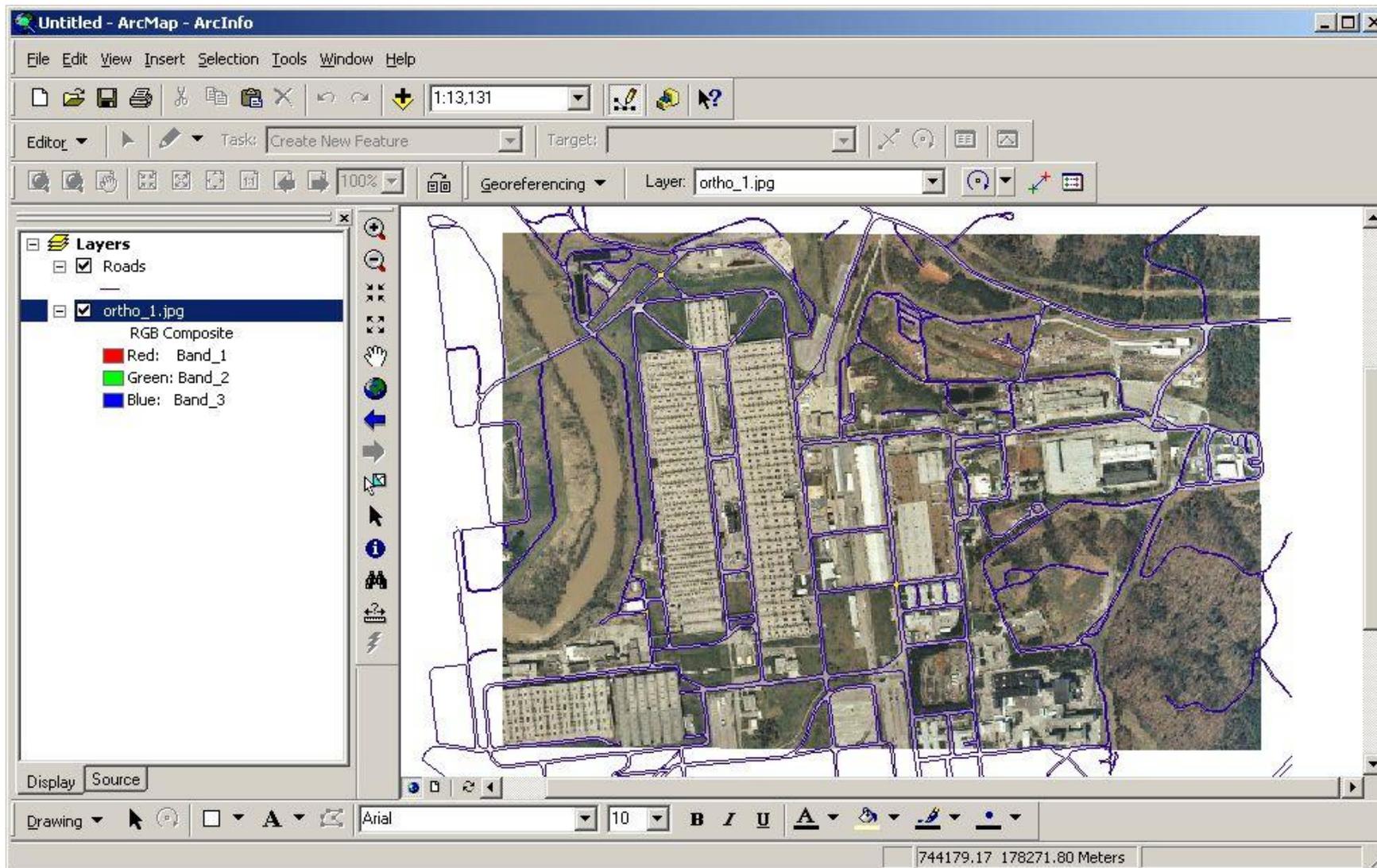


Imagem georreferenciada





Erro aceitável (RMS)

Erro considerado aceitável para processos de digitalização de acordo com uma norma específica para cada tipo de aplicação.

Exemplo (USNMAS):

$$Ea = \frac{\frac{1}{a} * Escala * 0,0254}{1.64}$$

Onde:

- Ea = Erro aceitável
- a =
 - p/ escalas de 1:20.000 a 1:50.000 -> a=60
 - p/ escalas maiores que 1:20000 -> a=50
- Escala = escala do mapa

Erro <= 1/2 resolução espacial

Exemplo de cálculo:

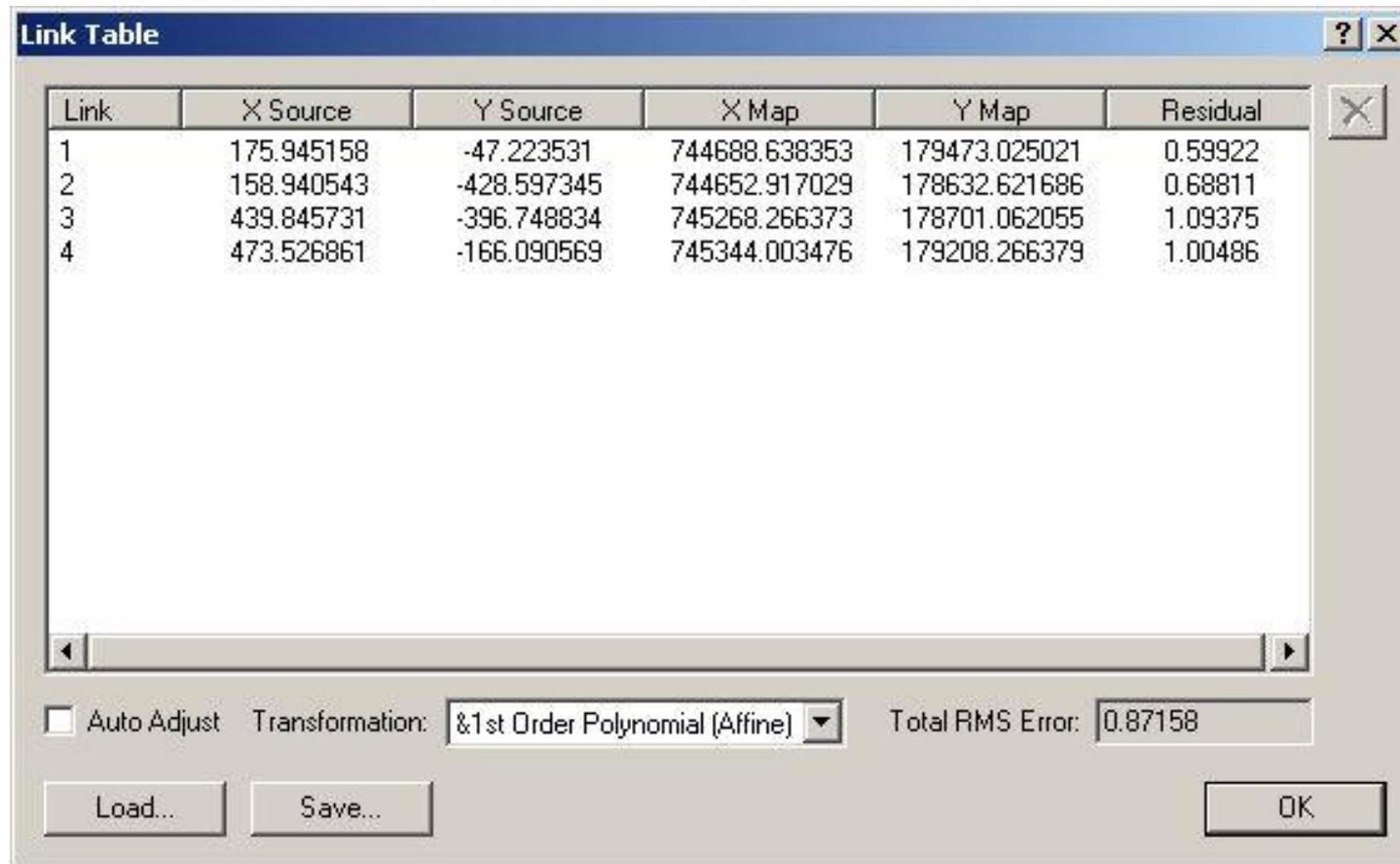
Mapa: 1:50.000:

a = 60

Escala = 50.000

Ea = 12,90 metros

Erro RMS



The screenshot shows a 'Link Table' dialog box with a table of four links. The table columns are Link, X Source, Y Source, X Map, Y Map, and Residual. Below the table, there is a checkbox for 'Auto Adjust', a 'Transformation' dropdown menu set to '&1st Order Polynomial (Affine)', and a 'Total RMS Error' field showing '0.87158'. At the bottom, there are 'Load...', 'Save...', and 'OK' buttons.

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	175.945158	-47.223531	744688.638353	179473.025021	0.59922
2	158.940543	-428.597345	744652.917029	178632.621686	0.68811
3	439.845731	-396.748834	745268.266373	178701.062055	1.09375
4	473.526861	-166.090569	745344.003476	179208.266379	1.00486

Auto Adjust Transformation: &1st Order Polynomial (Affine) Total RMS Error: 0.87158

Load... Save... OK

Exercício:

Material:

- Fotografia aérea (23cm x 23cm)
- Escala 1:30000
- Scanner 300dpi

• Perguntas:

- 1. Qual a extensão da foto, em metros ?
- 2. Qual a área da foto ?
- 3. Qual o número de pixels em x ?
- 4. Qual a resolução espacial ?
- 5. Qual o erro RMS máximo permitido ?

