



Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe

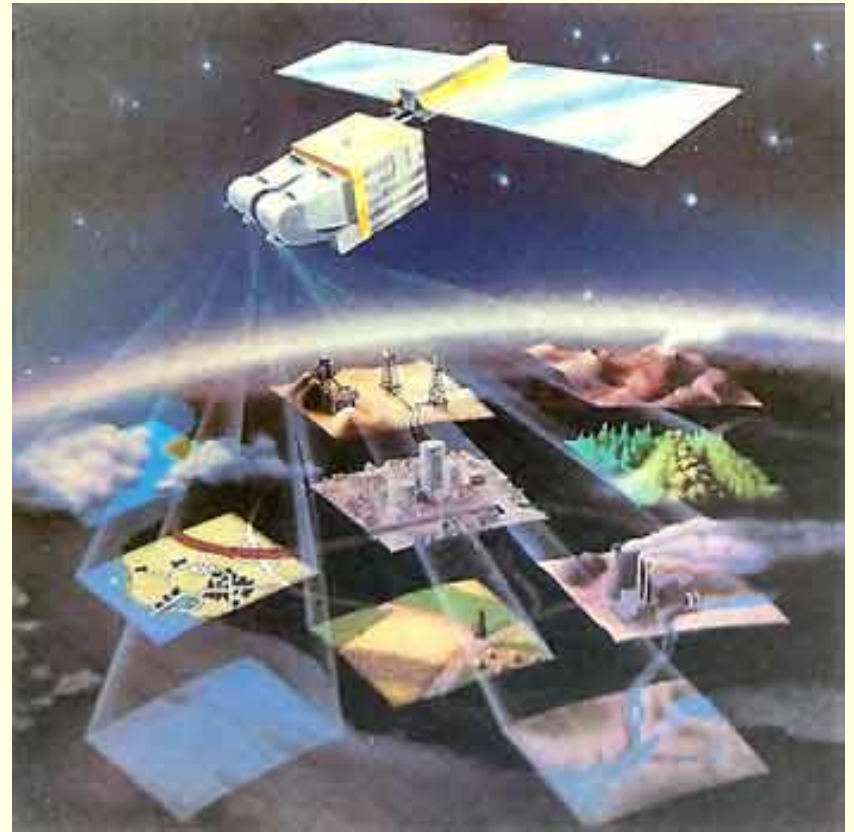
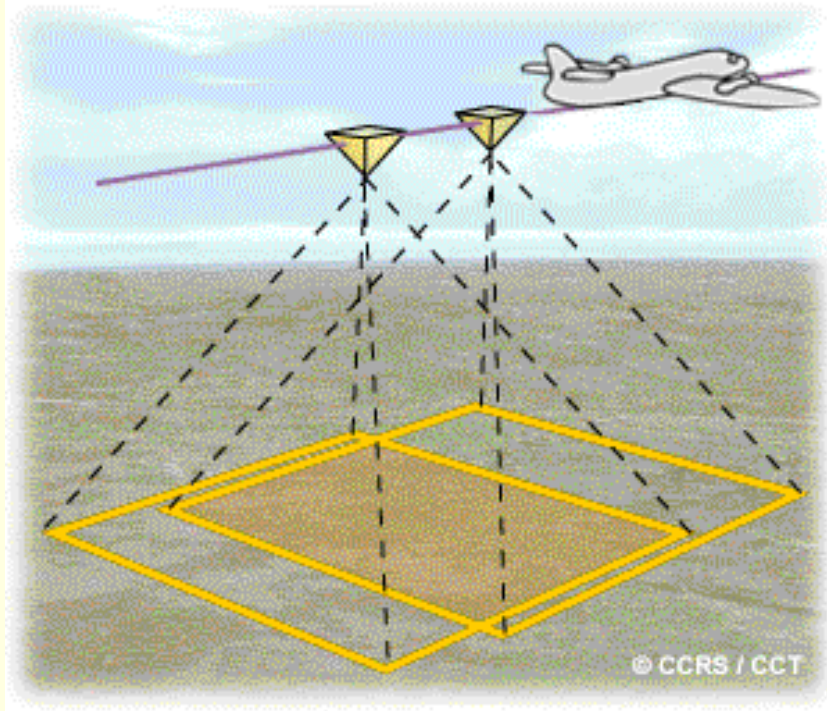
Exposição



Ministério
da Cultura



História da Fotogrametria



Período:

01/05/2010 a 16/07/2010

Departamento de Geodésia

Instituto de Geociências

UFRRGS

Realização

Museu de Topografia

Prof. Laureano Ibrahim Chaffe

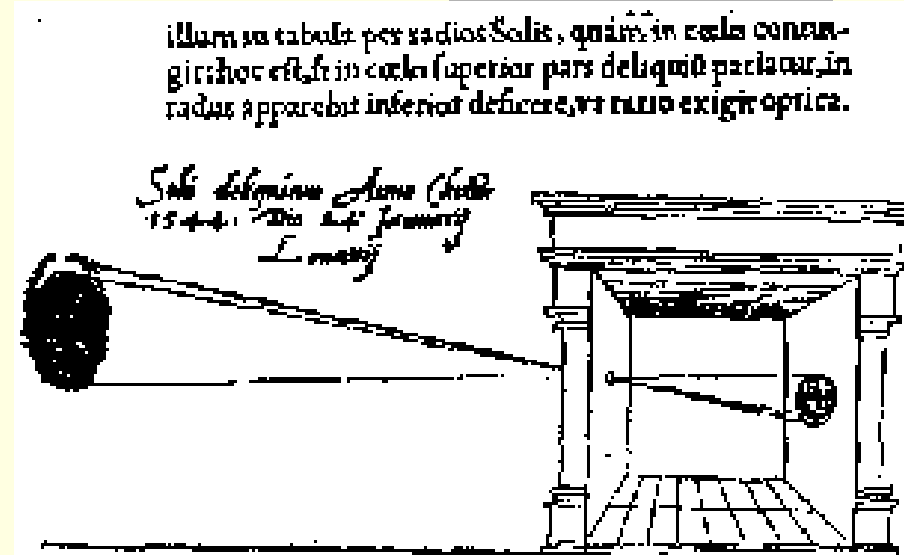
Departamento de Geodésia

Instituto de Geociências

UFRRGS

HISTÓRICO DA FOTOGRAMETRIA

A primeira descoberta importante para a fotografia foi a **Câmara Escura**. O conhecimento do seu princípio ótico é atribuído, por alguns historiadores, ao chinês **Mo Tzu** (século V a.C.), outros indicam o filósofo grego **Aristóteles** (384-322 a.C.) como o responsável pelos primeiros comentários da Câmara Escura.



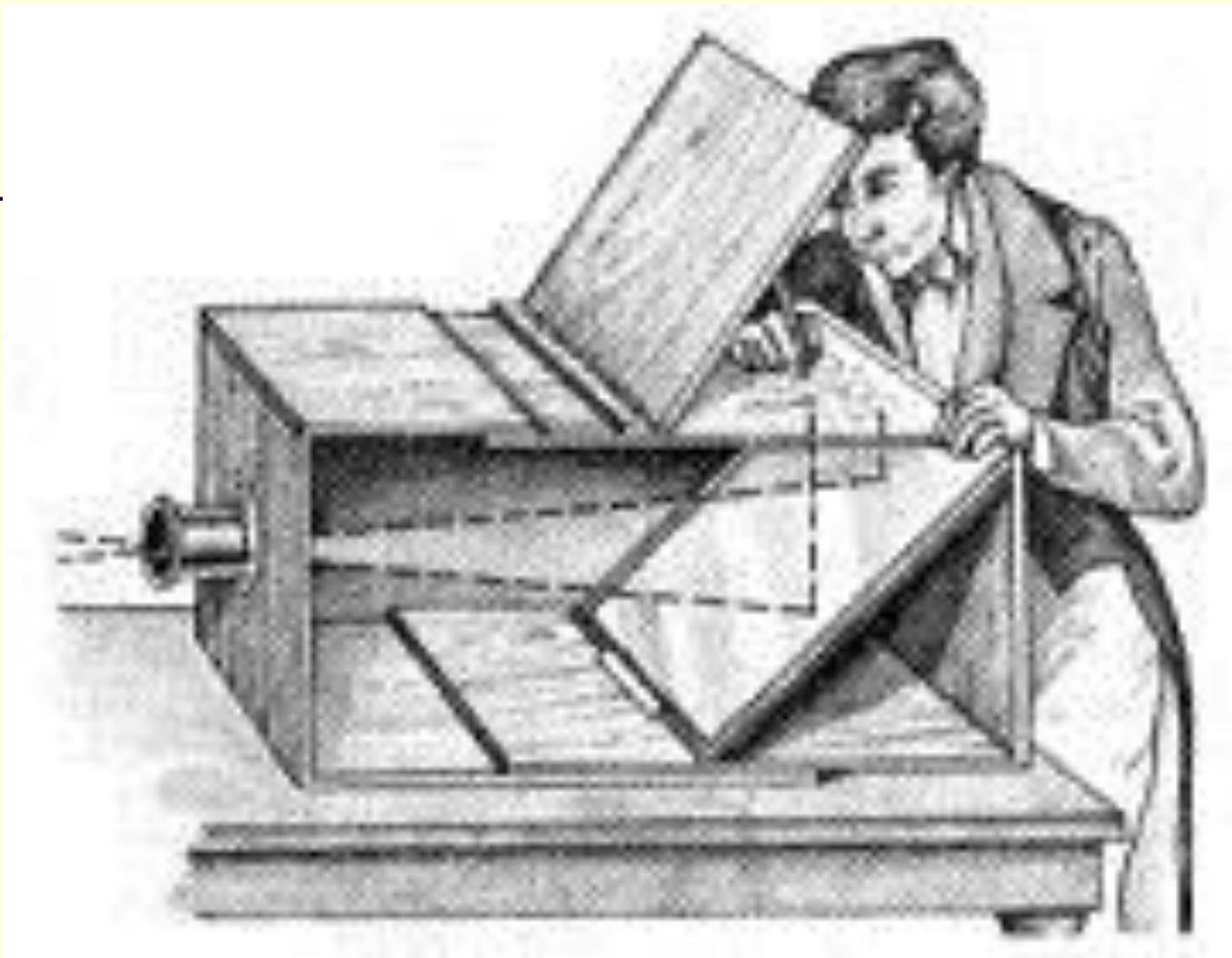
Primeira ilustração publicada da Câmara Escura, 1544

Sentado sob uma árvore, **Aristóteles** observou a imagem do sol, em um eclipse parcial, projetando-se no solo em forma de meia lua ao passar seus raios por um pequeno orifício entre as folhas de um plátano. Observou também que quanto menor fosse o orifício, mais nítida era a imagem.



**Câmara Escura
em forma de
liteira,
construída em
1646 por
Athanasius
Kircher**

Em 1620, o astrônomo **Johannes Kepler** utilizou uma Câmara Escura para desenhos topográficos. O jesuíta **Athanasius Kircher**, erudito professor de Roma, descreveu e ilustrou uma Câmara Escura em 1646, que possibilitava ao artista desenhar em vários locais, transportada como uma liteira e em 1685, **Johan Zahn** descreve a utilização de um espelho, para redirecionar a imagem ao plano horizontal, facilitando assim o desenho nas câmaras portáteis.



Câmara Escura tipo caixão e reflex, usada por cerca de 150 anos, antes do aparecimento da Fotografia

A prática da **Fotogrametria** não poderia ocorrer antes do desenvolvimento do processo fotográfico. O fato ocorreu em 1839, quando **Louis Daguerre** de Paris anunciou o processo fotográfico direto. Neste processo a exposição foi realizada em uma placa de metal sensibilizada pela luz, com uma porção de iodeto de prata, dando origem ao processo fotográfico dos dias atuais.



Fotografia aérea – 1ª Guerra Mundial

Um ano depois, um geodesta da Academia Francesa, demonstrou que o uso de fotografias era viável no mapeamento topográfico, ocorrido em 1849 sob o comando do Coronel **Aimé Laussedat** do Corpo de Engenheiros do exército francês. Durante vários anos o Coronel **Laussedat** investiu seu conhecimento e sua persistência para o desenvolvimento da prática da fotogrametria aérea, com o uso de balões para a tomada das fotografias. Já em 1859 o Coronel **Laussedat** apresentou os resultados de seu trabalho e foi considerado o Pai da Fotogrametria.

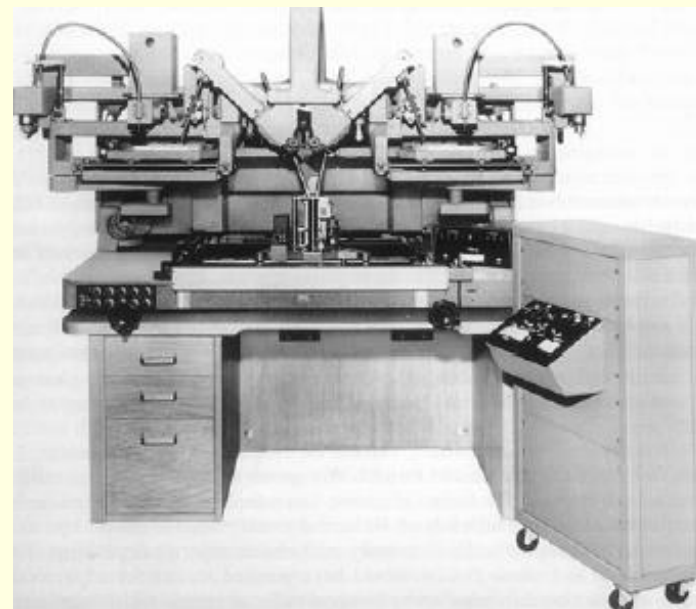


**Prática da
Fotogrametria aérea
no século XIX,
através de balões.**

Restituídor fotogramétrico



**Coronel Laussedat,
o Pai da Fotogrametria**



O **Foto teodolito** é uma combinação de câmara com teodolito montados sobre um tripé, com a finalidade de obter fotografias terrestres. Esses tipos de fotografias possuem aplicações na automação industrial, no reconhecimento de objetos à curta-distância, para restituição arquitetônica, para reconstrução tridimensional de máquinas, navios, barcos, estruturas de grandes construções, entre outras.

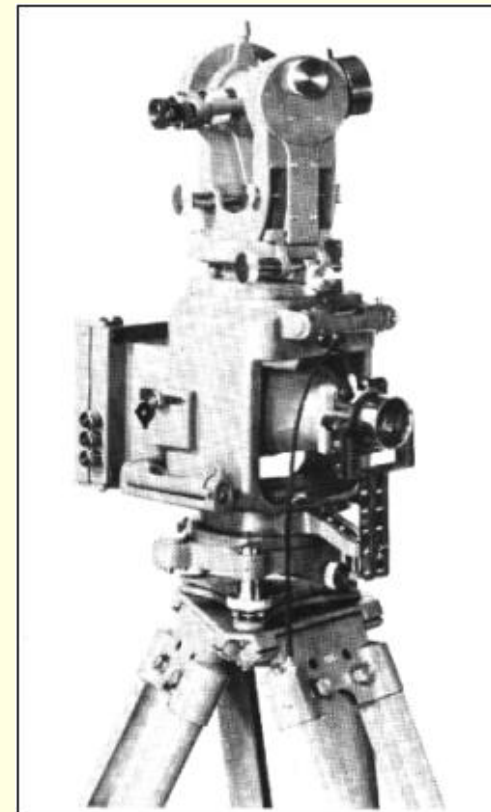
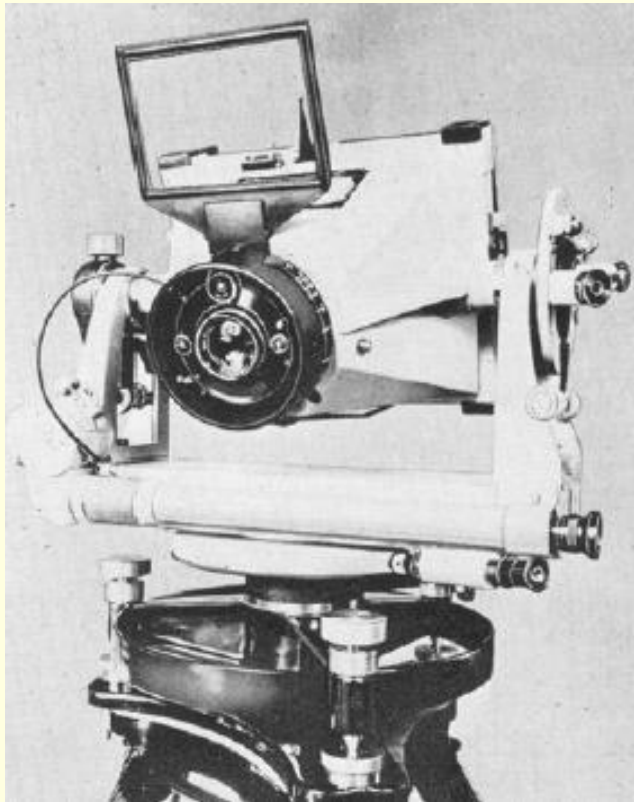
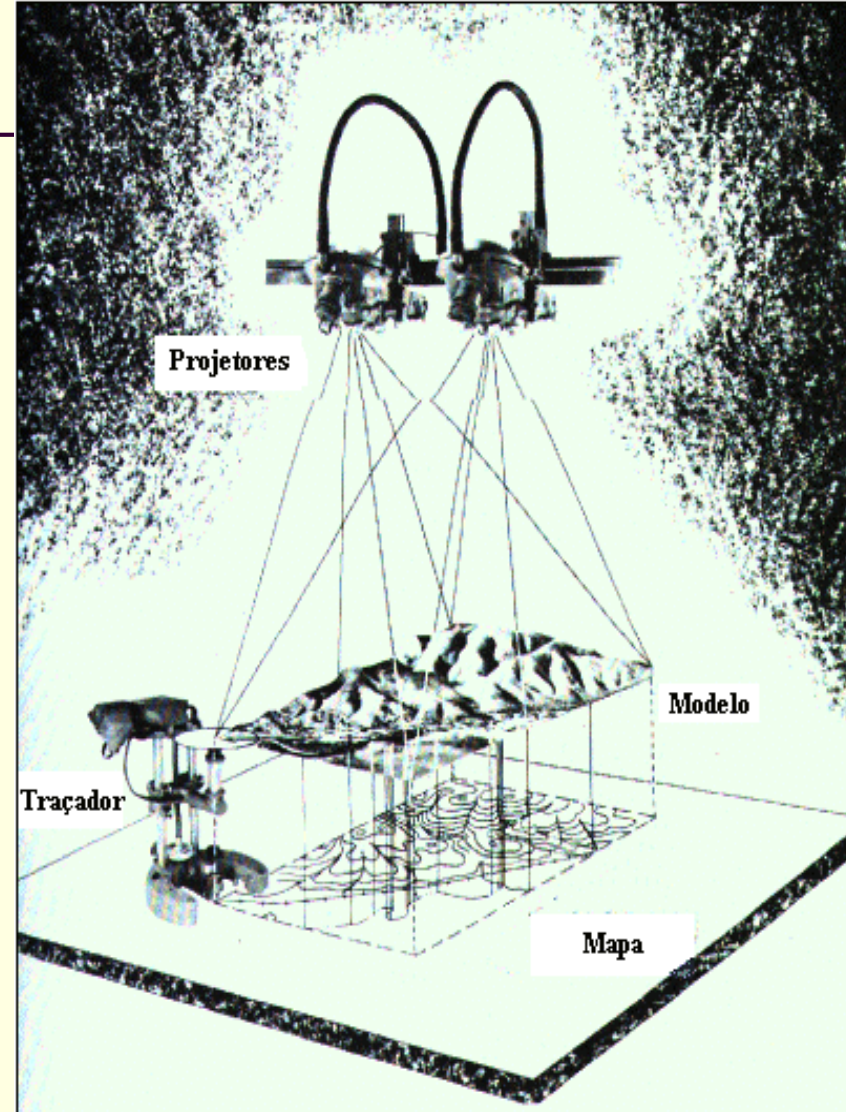


Foto teodolitos desenvolvido por Hegershoff e pela Wild

RESTITUIÇÃO FOTOGRAMÉTRICA

É o nome dado à operação que visa obter o original fotogramétrico (carta ou mapa, através de fotografias). Consiste em, através de instrumentos e técnicas específicas, transformar a *projeção cônica* do fotograma (ou par fotográfico) em uma *projeção ortogonal* (carta ou mapa), onde serão desenhados os pormenores planialtimétricos do terreno, após ter sido restabelecida a equivalência geométrica entre as fotografias aéreas, no instante em que foram tomadas, e o par de diapositivos que se encontra no projetor. Esta transformação pode ser: Gráfica, Analógica, Analítica ou numérica e Digital.

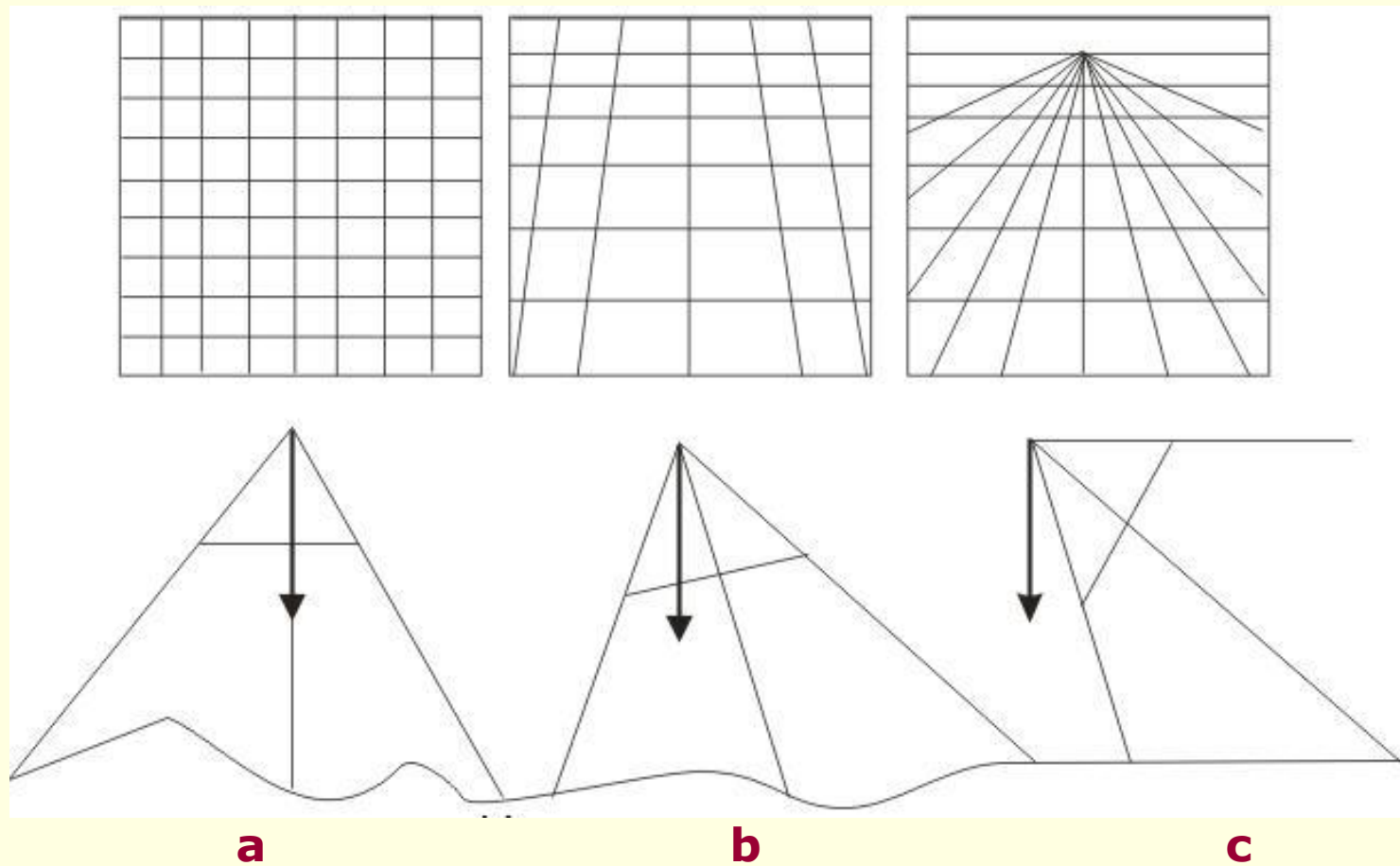


CÂMARA BALÍSTICA



Outro tipo de câmara terrestre é a chamada **câmara balística**. Estas são câmaras grandes montadas em terreno selecionado, com a finalidade de adquirir fotografias da órbita de satélites artificiais, de forma que se tenha como apoio de campo para a orientação da câmara, as estrelas que compõem a abóbada celeste

As fotografias aéreas são usualmente classificadas como:
Vertical ou Oblíqua.



(a) Fotografia vertical; (b) Fotografia baixo oblíqua; (c) Fotografia alto oblíqua



Foto aérea oblíqua

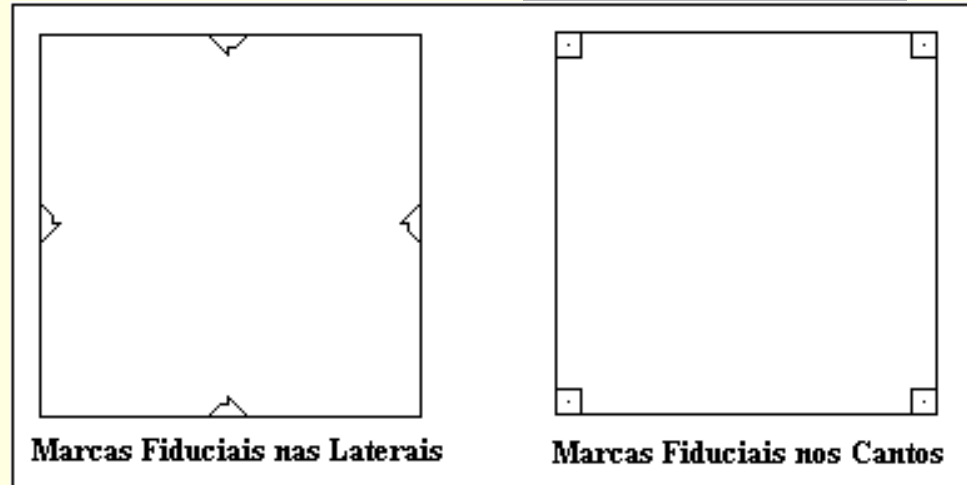
**Câmara métrica
convencional RMK-Top
15 da Zeiss**



As fotografias tomadas com câmaras métricas convencionais, possuem marcas fiduciais que são sinais gravados nas bordas das fotografias com a finalidade de materializar o sistema de coordenadas da fotografia (sistema fiducial). As marcas fiduciais são de vários tipos e variam de acordo com o tipo de câmara métrica.

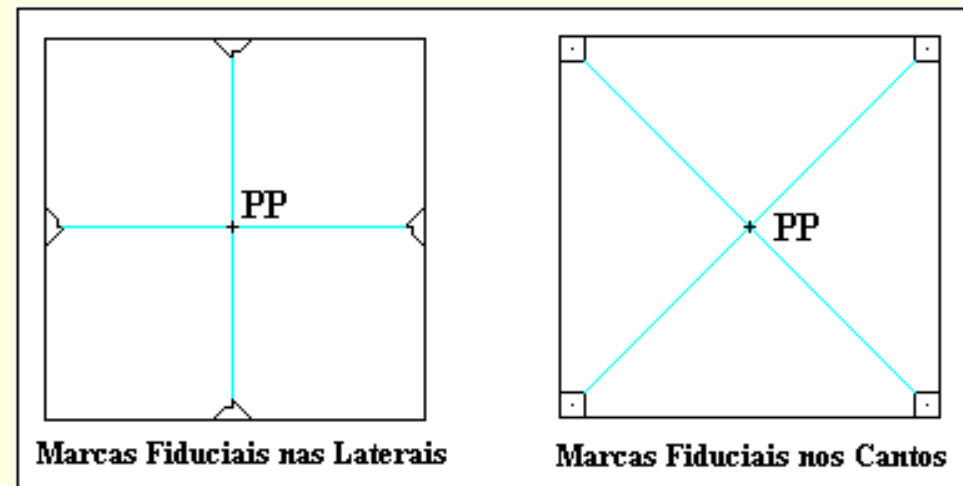
Com a interseção das marcas fiduciais opostas pode-se determinar a origem do sistema fiducial e definir o sistema de coordenadas fotográfico com uso de um sistema bidimensional.

MARCAS FIDUCIAIS



Marcas Fiduciais nas Laterais

Marcas Fiduciais nos Cantos

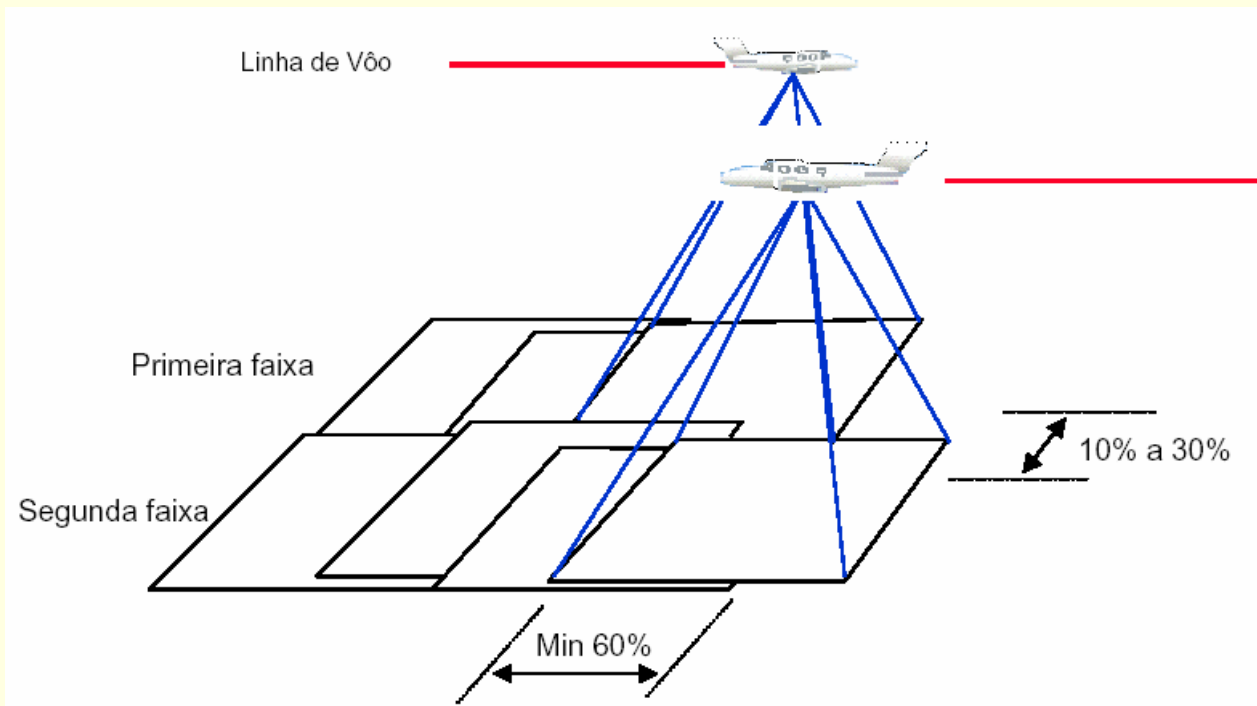


Marcas Fiduciais nas Laterais

Marcas Fiduciais nos Cantos

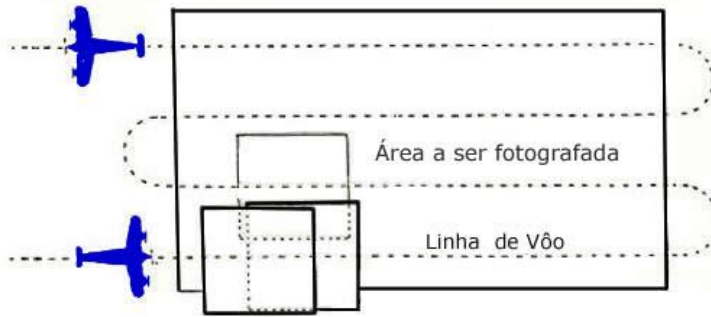
SOBREPOSIÇÃO LONGITUDINAL E LATERAL

Da mesma forma funciona o **Princípio da Fotogrametria** para tomada de fotografias ou imagens verticais, ou seja, as fotografias são obtidas ao longo de uma faixa de vôo com uma série de fotos. Cada fotografia possui uma sobreposição em relação à sua fotografia sucessiva tanto no sentido longitudinal como no sentido lateral.

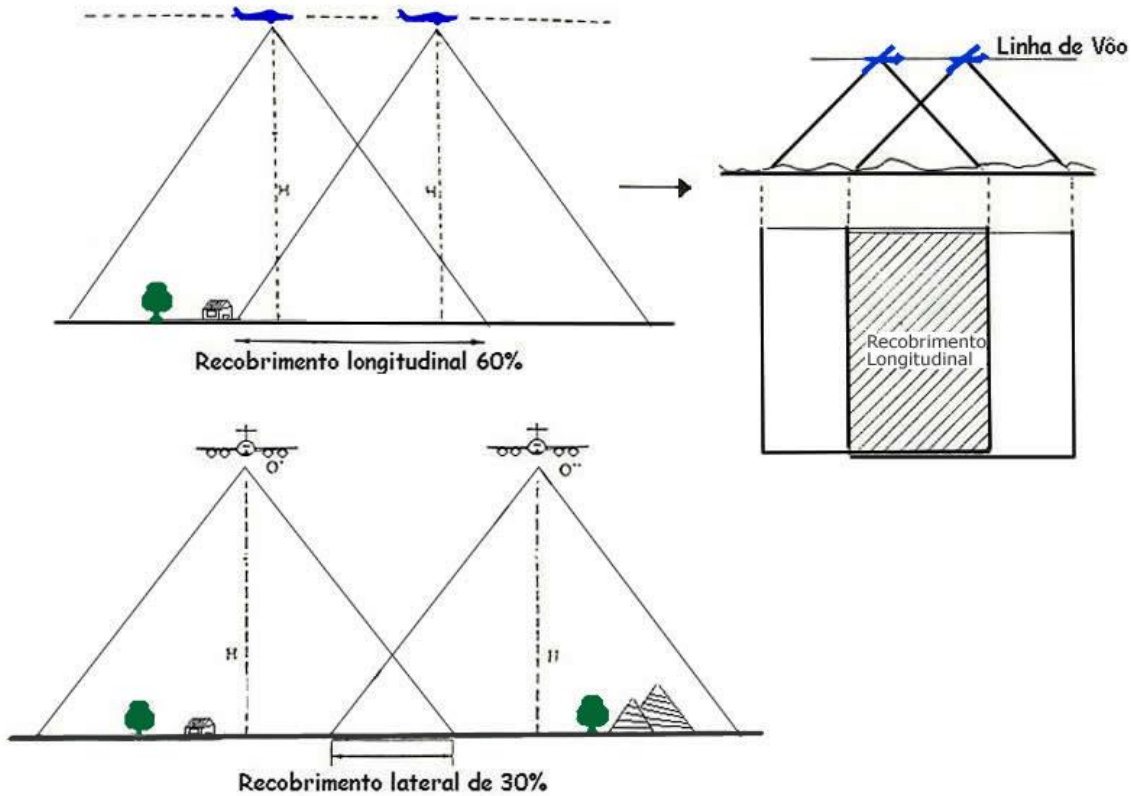


Sobreposição longitudinal e lateral

Vôo Fotogramétrico



Linhas de vôo seguidas por um avião no recobrimento fotográfico de um área

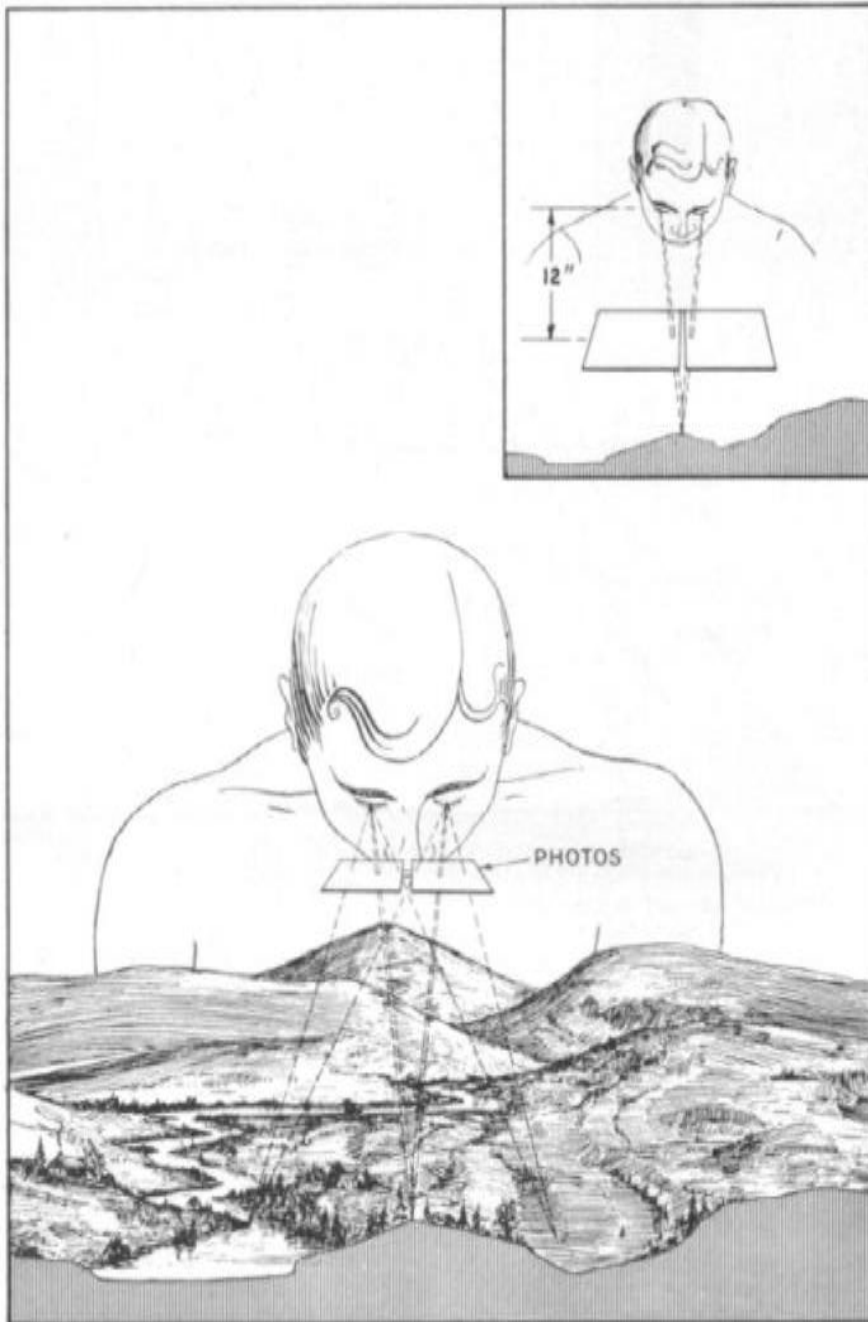


Voo Fotogramétrico



Fotografias aéreas sobrepostas longitudinalmente

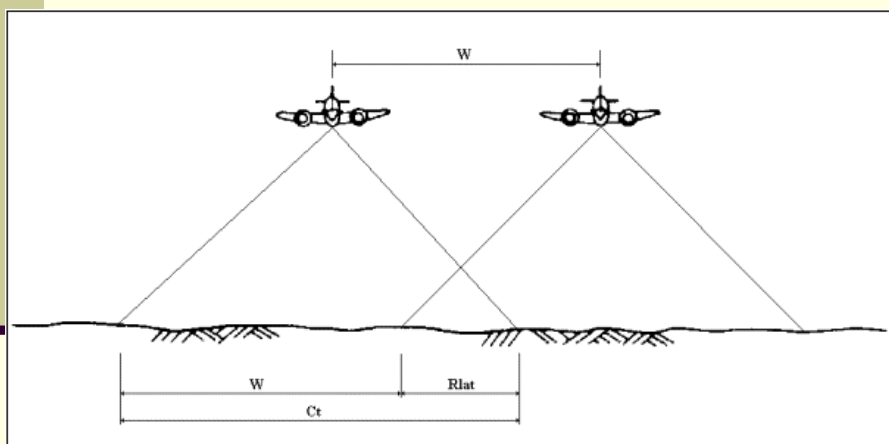
Simulação de visão estereoscópica com pares de fotografias aéreas



Com isto as fotografias são recobertas longitudinalmente e lateralmente para que seja possível a reconstrução tridimensional dos objetos ou medir suas posições **planimétrica** e **altimétrica**. Deste princípio tem-se a denominação de recobrimento estereoscópico entre as fotografias. O par de fotografias é chamado de par estereoscópico ou estéreo par de fotografias.

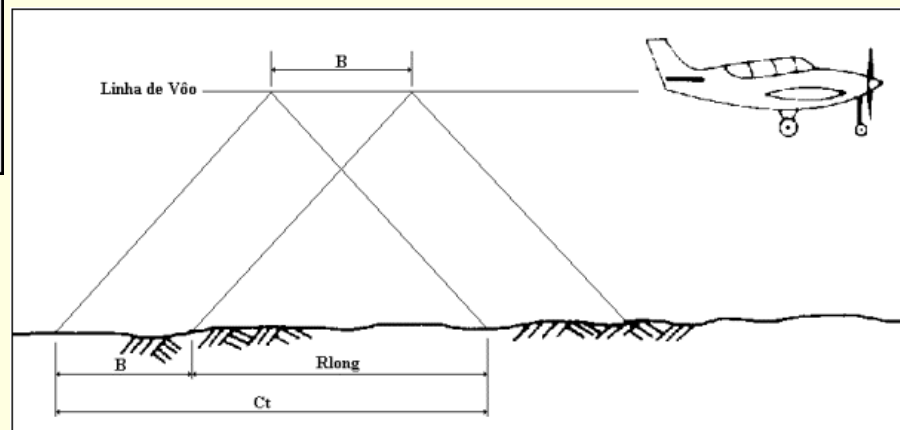
Usualmente, o recobrimento longitudinal, entre duas fotografias, é entre 60% e 65%, para fotografias tomadas com câmaras métricas convencionais e de 80% para fotografias tomadas com câmaras digitais não métricas de pequeno formato. A razão para tais números deve-se ao fato da rigidez geométrica em função da distância focal e tamanho do quadro focal das câmaras.

No caso do recobrimento lateral entre as fotografias das faixas adjacentes deve-se considerar um recobrimento entre 30% e 40%.

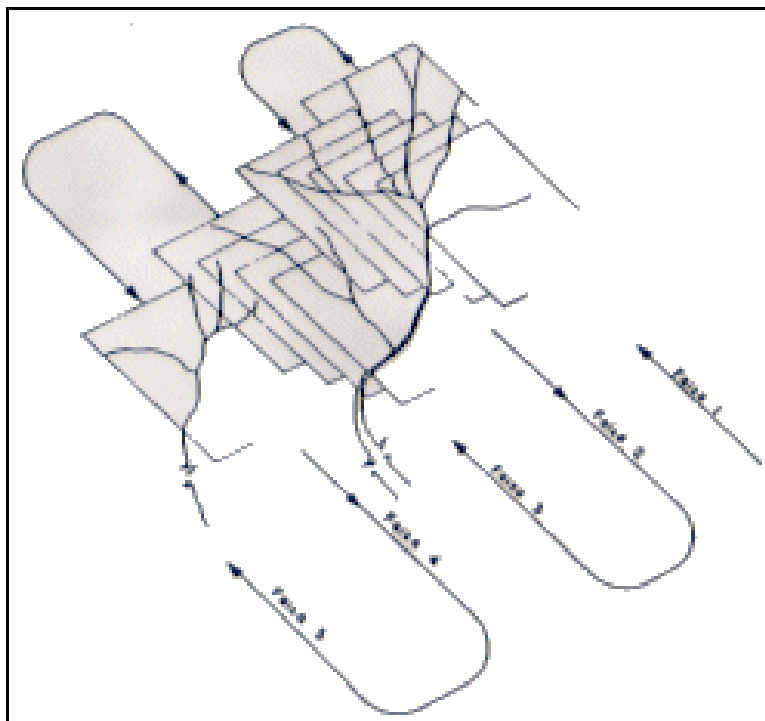


Superposição longitudinal

Superposição lateral



PERSPECTIVA DE UM BLOCO DE FOTOS



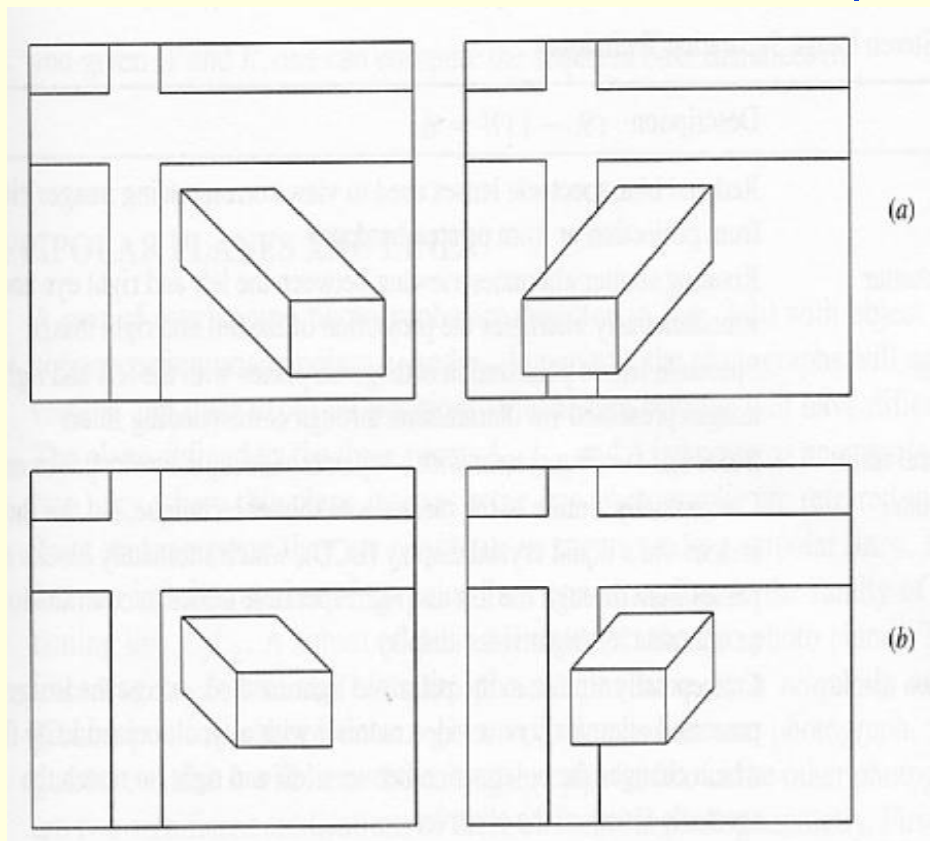
Linha de voo



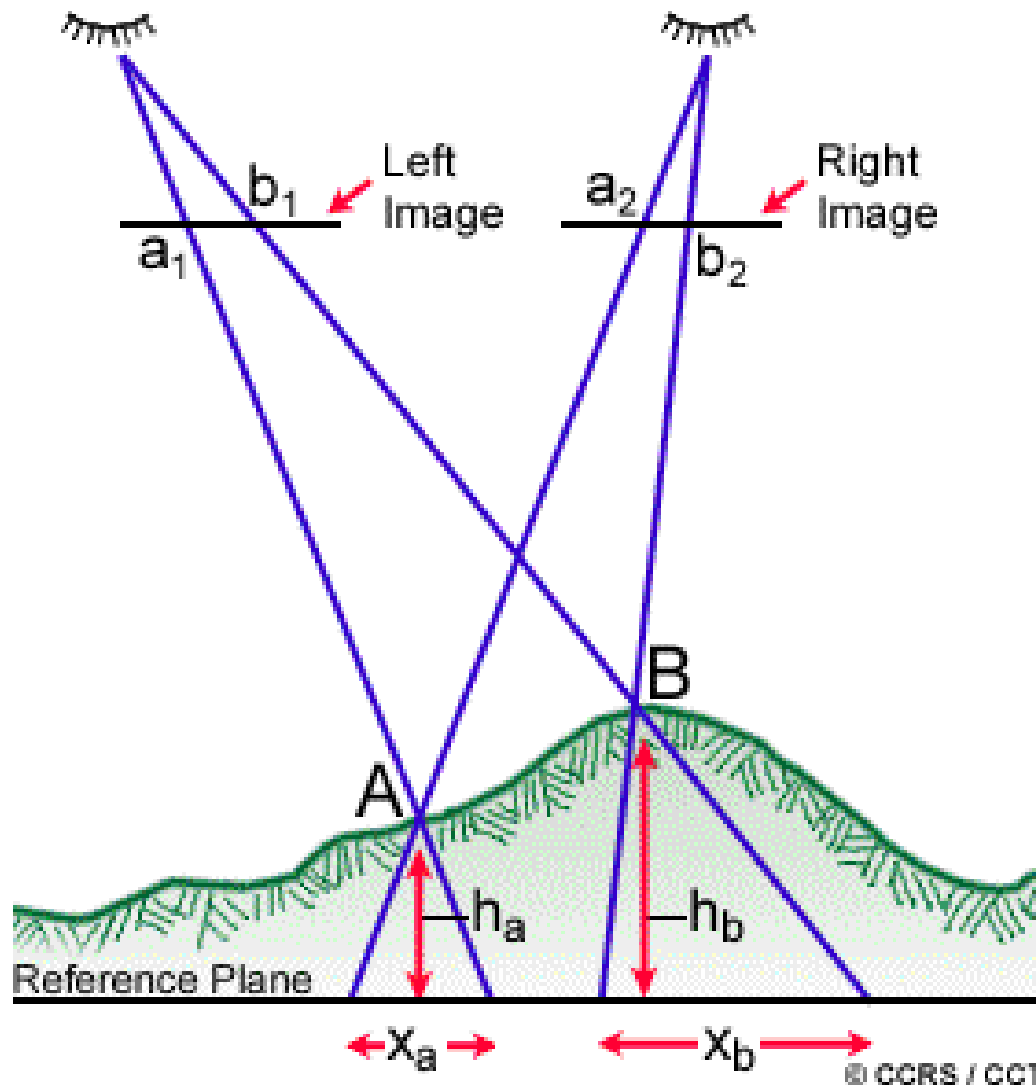
PARALAXE DE IMAGENS

A visualização em 3D de um par de fotografias consecutivas, só é possível, através do efeito que a paralaxe de pontos, que aparecem em ambas as fotos, provoca.

A **paralaxe absoluta de um ponto**, portanto, é o deslocamento aparente que este ponto sofre, ao ser fotografado consecutivamente, de posições distintas no espaço.



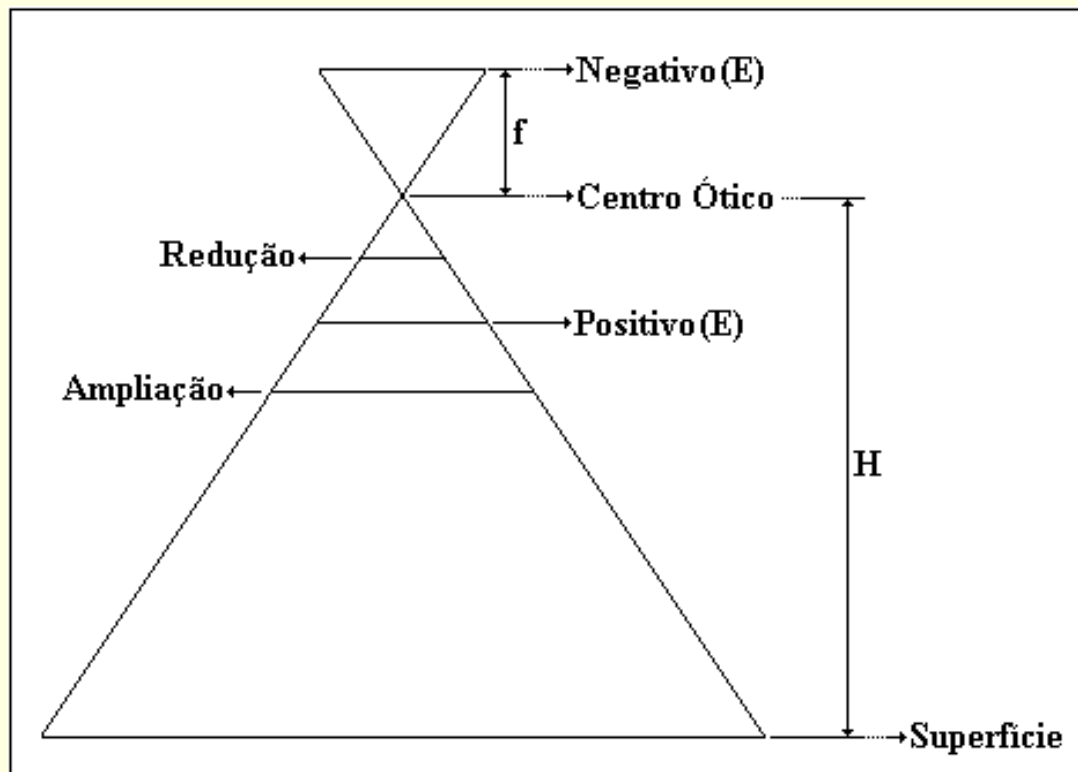
Paralaxe de pontos conjugados varia com a altitude



Paralaxe Estereoscópica

ESCALA VERTICAL DE UMA FOTOGRAFIA

A escala é a razão de uma distância medida em um mapa e sua correspondente no terreno. A escala de um mapa é geralmente expressa como uma fração, com numerador e denominador na mesma unidade. Isto mostra que uma escala não possui dimensão e quanto maior seu denominador menor é a escala.



$$E = \frac{f}{H}$$

Portanto, a **escala média (E_m)** de um conjunto de pontos de uma mesma foto, é função da média das altitudes (h_m) destes pontos, que é dada por:

$$E_m = \frac{f}{H_0 - h_m}$$

APLICAÇÕES E PRODUTOS DA FOTOGRAMETRIA

Mapas topográficos modernos são invariavelmente produzidos por Fotogrametria. Somente após o início da Fotogrametria foi possível a compilação de mapas topográficos em pequenas escalas. Quase todas as fases de projetos, locação, construção e gerenciamento são conduzidos, se não totalmente, em grande parte, pelos fotogrametristas

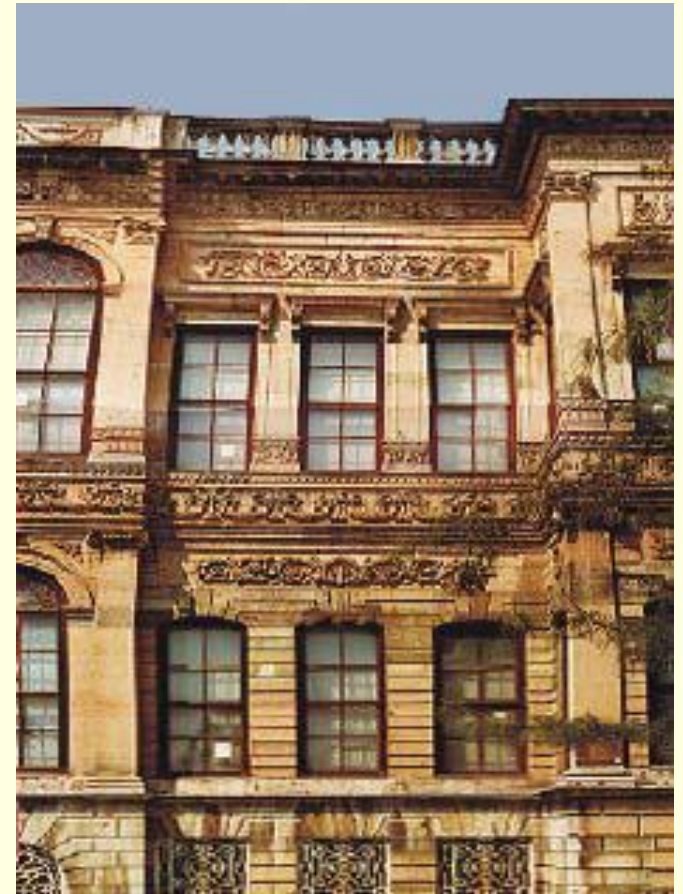
As principais aplicações da Fotogrametria são:

- Locação de estradas;
- Arqueologia;
- Automação de processos industriais;
- Mapeamento;
- Geração de Modelos Digitais de Terreno e Elevação;
- Planejamento de superfícies;
- Realidade aumentada;
- Identificação de objetos presentes na superfície física;
- Robótica;
- Etc.

OS PRODUTOS GERADOS PELA FOTOGRAMETRIA



Fotografia aérea



Fotografia terrestre

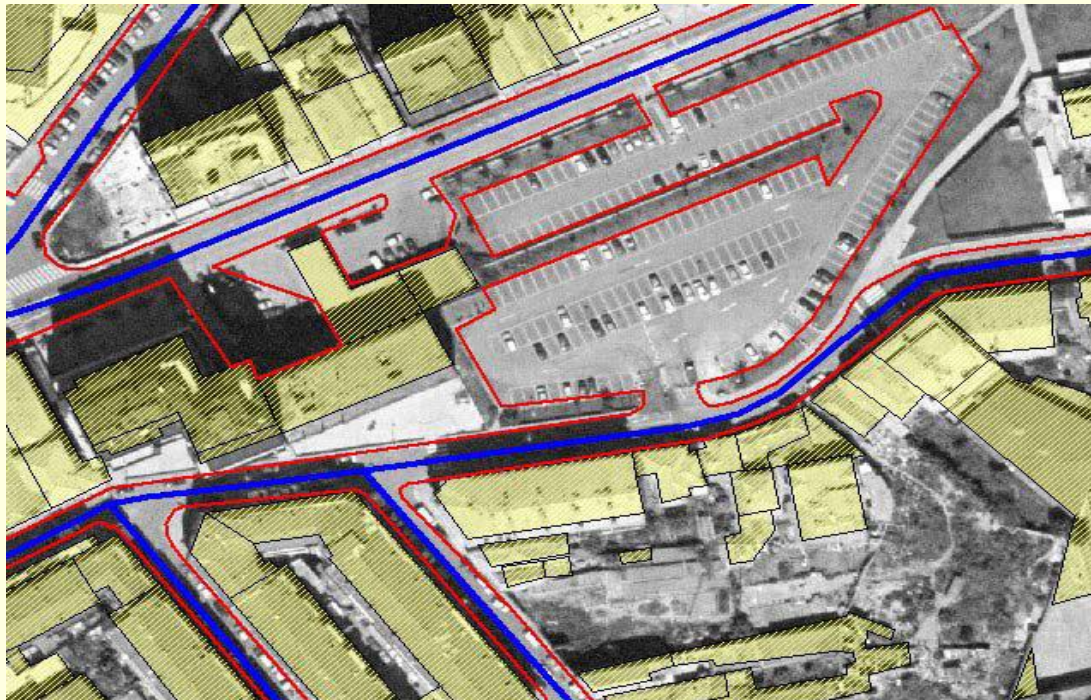
MOSAICO FOTOGRAMÉTRICO

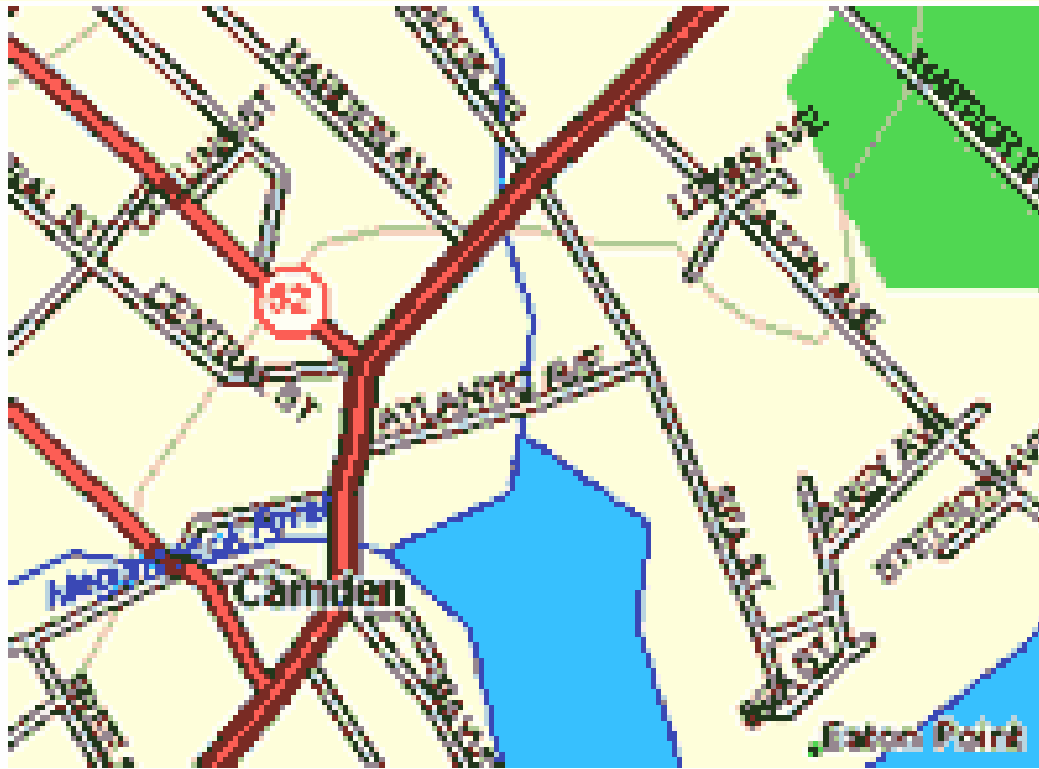
Denomina-se Mosaico Fotogramétrico ao conjunto de fotografias aéreas, em que as fotos são montadas e ajustadas (cortadas e coladas) sistematicamente umas às outras, através dos detalhes do terreno, possibilitando uma visão global (completa) de toda a região fotografada. Sua finalidade é possibilitar o estudo preliminar de geologia, solos, vegetação, recursos hídricos e naturais.



ORTOFOTOCARTA

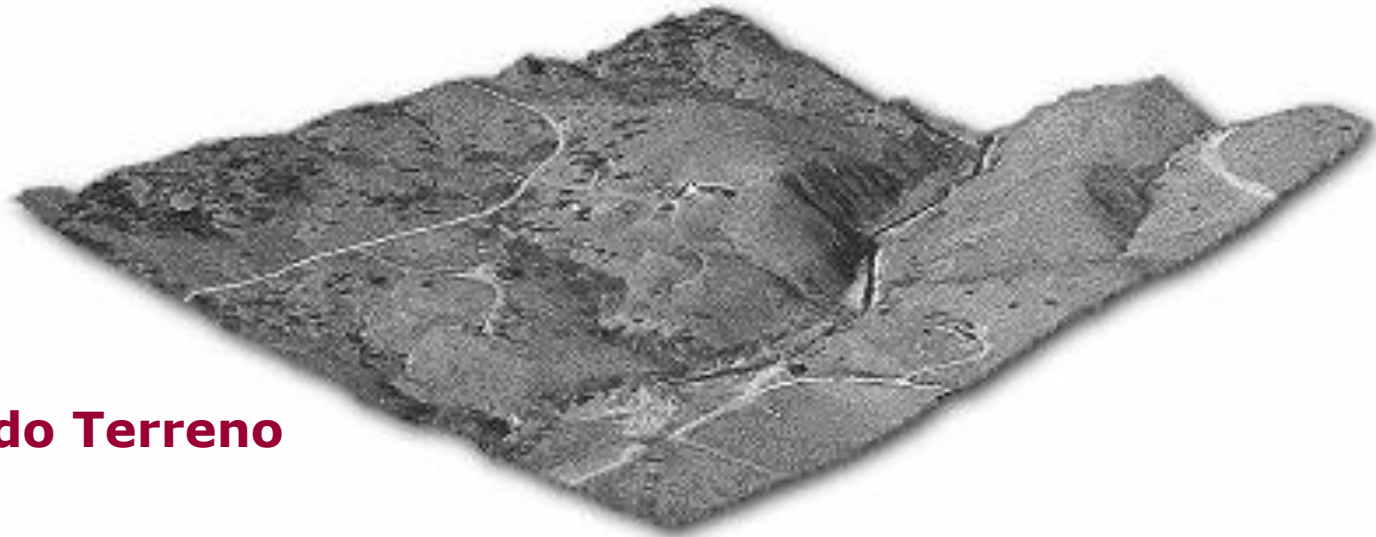
Ortofotocarta é o nome dado a uma fotografia retificada, ampliada em papel indeformável e completada com as seguintes informações: símbolos, quadriculado ou malha de coordenadas, legenda, podendo ainda conter informações planialtimétricas ou somente planimétricas. A vantagem de se produzir uma ortofoto, ao invés de um mapa, está na riqueza de detalhes que a foto pode registrar e que, necessariamente, o mapa, não tem condições de informar.





Mapas Topográficos

Modelo Digital do Terreno



EQUIPAMENTO DE RESTITUIÇÃO FOTOGRAMÉTRICA

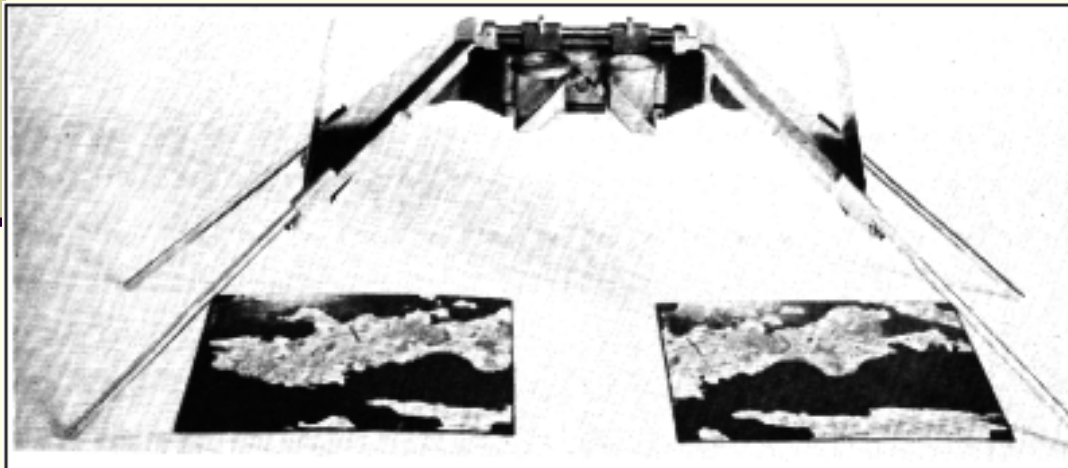




Estereoscópio de mão



Estereoscópio de pedestal

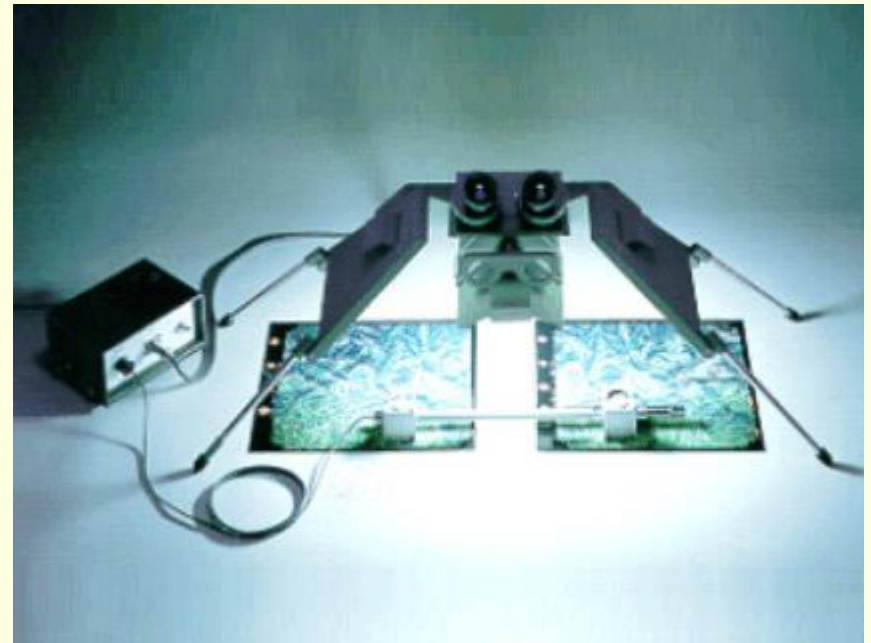


Estereoscópio de espelho



Câmara Estereoscópica de Placas – 1875-1900

Etereoscópio de Espelho



O **Multiplex**. Muitos cartógrafos da década de 70, do século passado, chegaram a ver e usar o Multiplex - a "workstation" da época. A captação fotogramétrica era feita neste equipamento com diapositivos de vidro e usando o processo de anaglifo. A imagem era projetada na superfície branca da mesa.

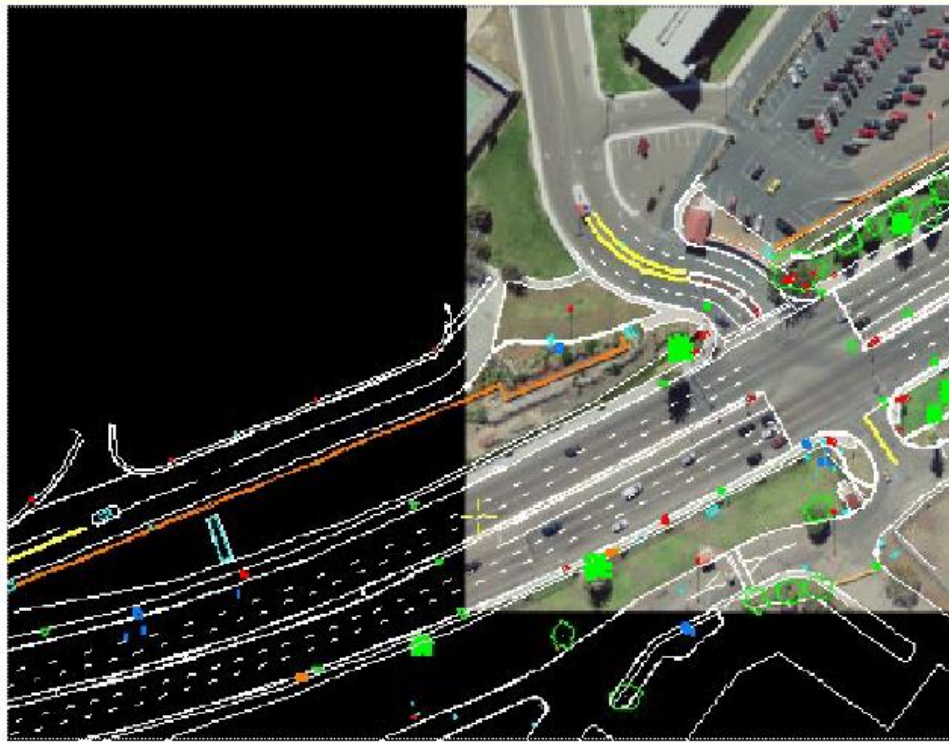




Estação de Fotogrametria Digital

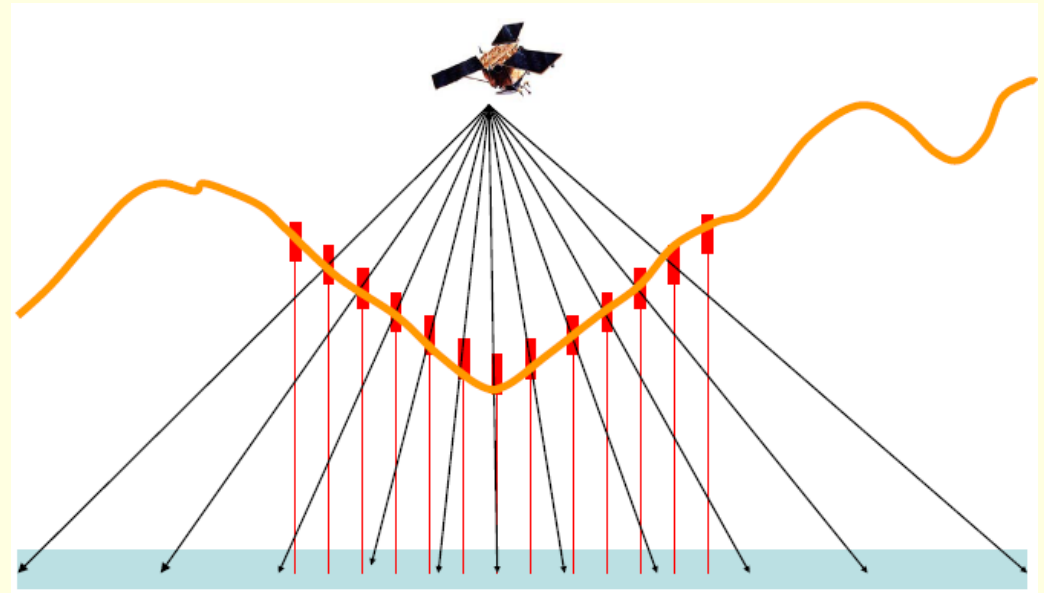
Estereorestituídor Analítico





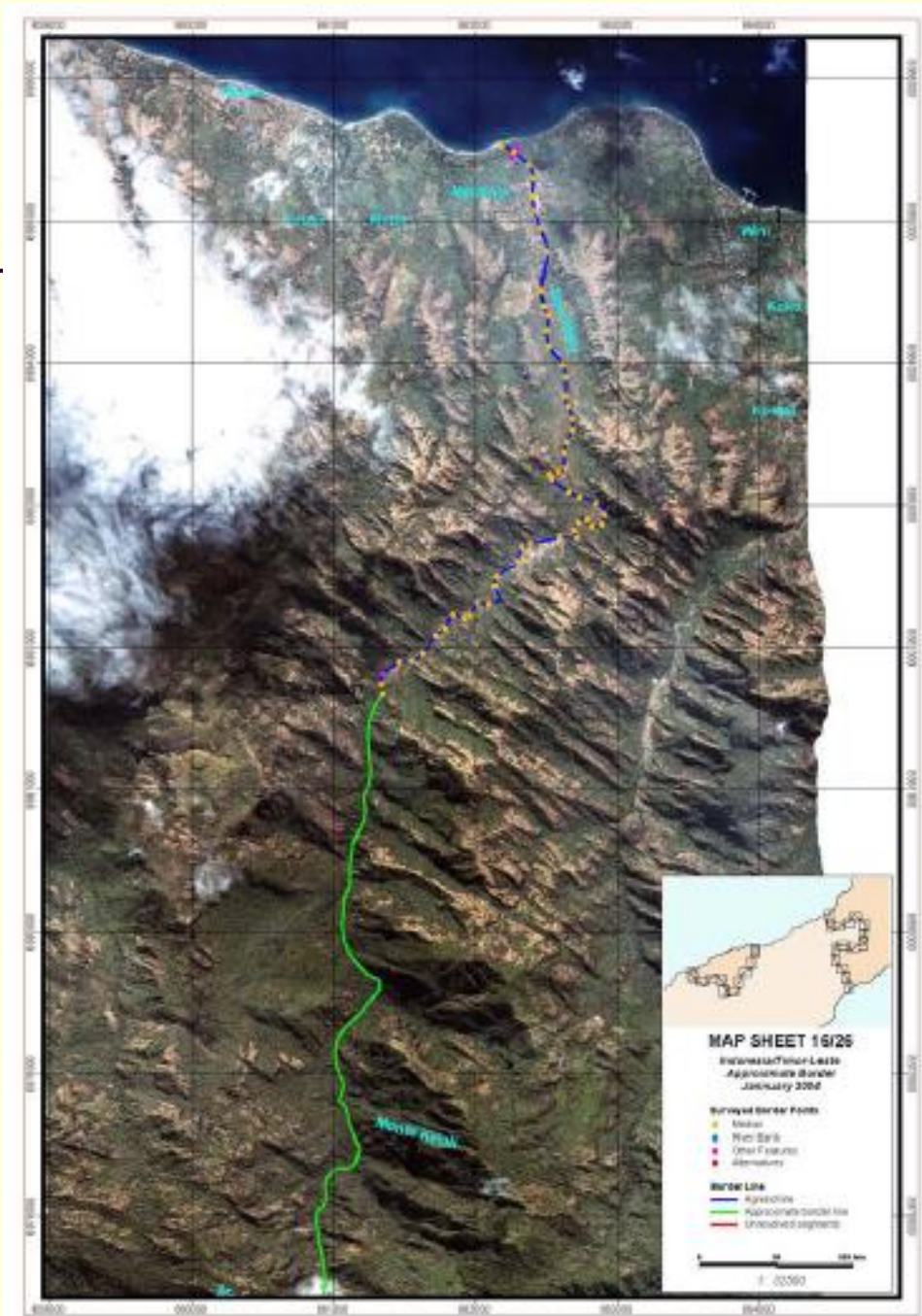
**Resultado da Restituição
Fotogramétrica e imagem
ortorretificada em fundo**

**Correção da Distorção da
Câmara e do relevo**





**Fotografia aérea ortorretificada
(com efeito visível na margem)**



**Imagem Ikonos
ortorretificada (com o
efeito visível na margem)**

VISÃO ESTEREOSCÓPICA

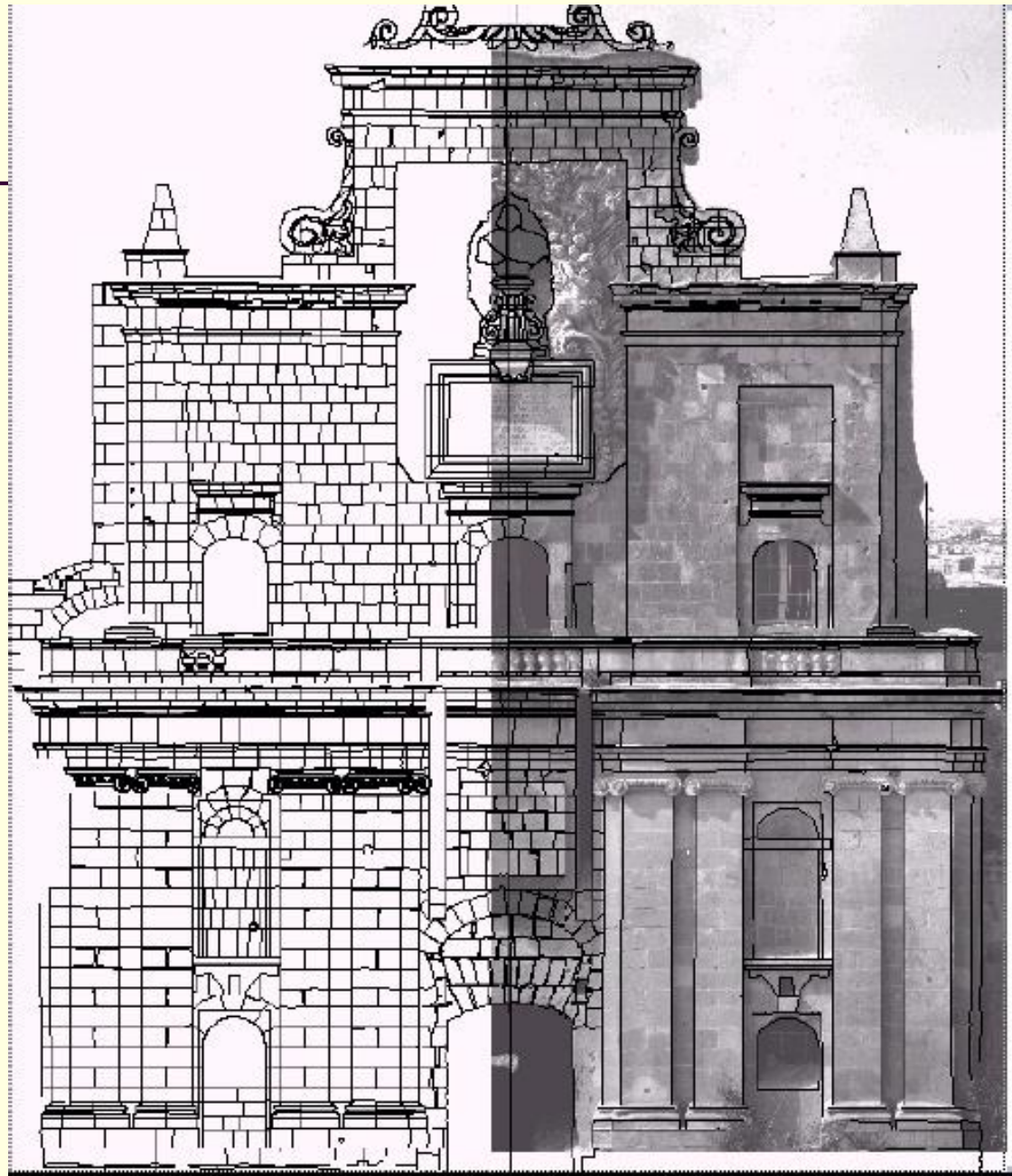
A seguir são apresentados alguns pares de fotografias montados para visão estereoscópica (3D).

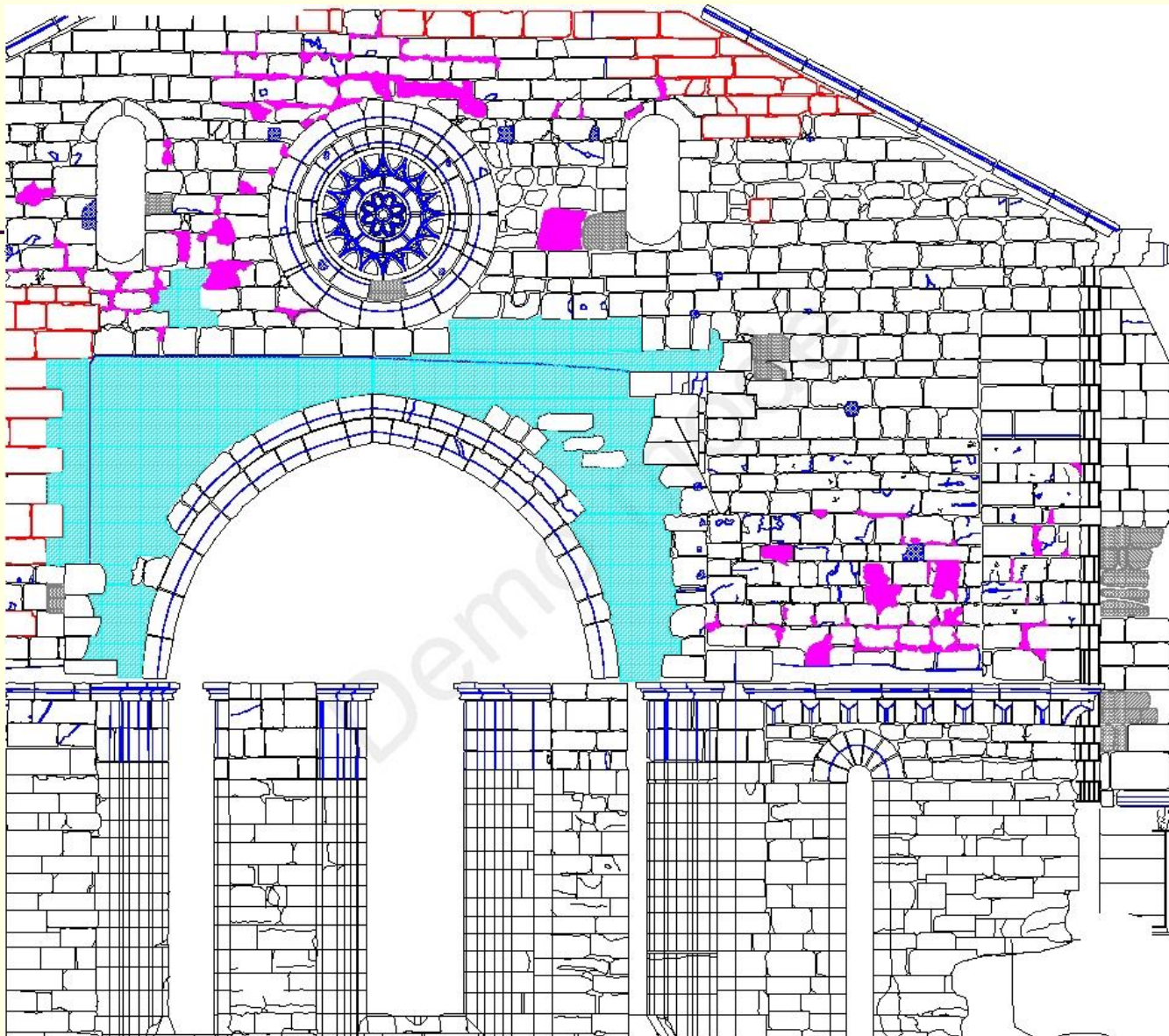
Para visualizar a imagem em 3D, posicione-se a uma distância de uns 30cm da figura e force a vista para que cada olho visualize um dos pares da imagem. Sua mente fundirá as duas imagens visualizadas por cada olhos e possibilitará a você ver a figura em estereoscopia.

Se não conseguir coloque uma folha de papel entre os olhos, na altura do nariz, de tal maneira que cada olhos veja uma imagem do par estereoscópico, fixe estas imagens por alguns segundo e você visualizara a mesma em 3D.

FOTOGRAMETRIA ARQUITETÔNICA

**Utilização da
Fotogrametria na
Restauração de
Prédios Históricos**





Pormenor do levantamento fotogramétrico de uma parte da Igreja de Santa Clara em Coimbra

Restituição Fotogramétrica na restauração do Museu Paranaense



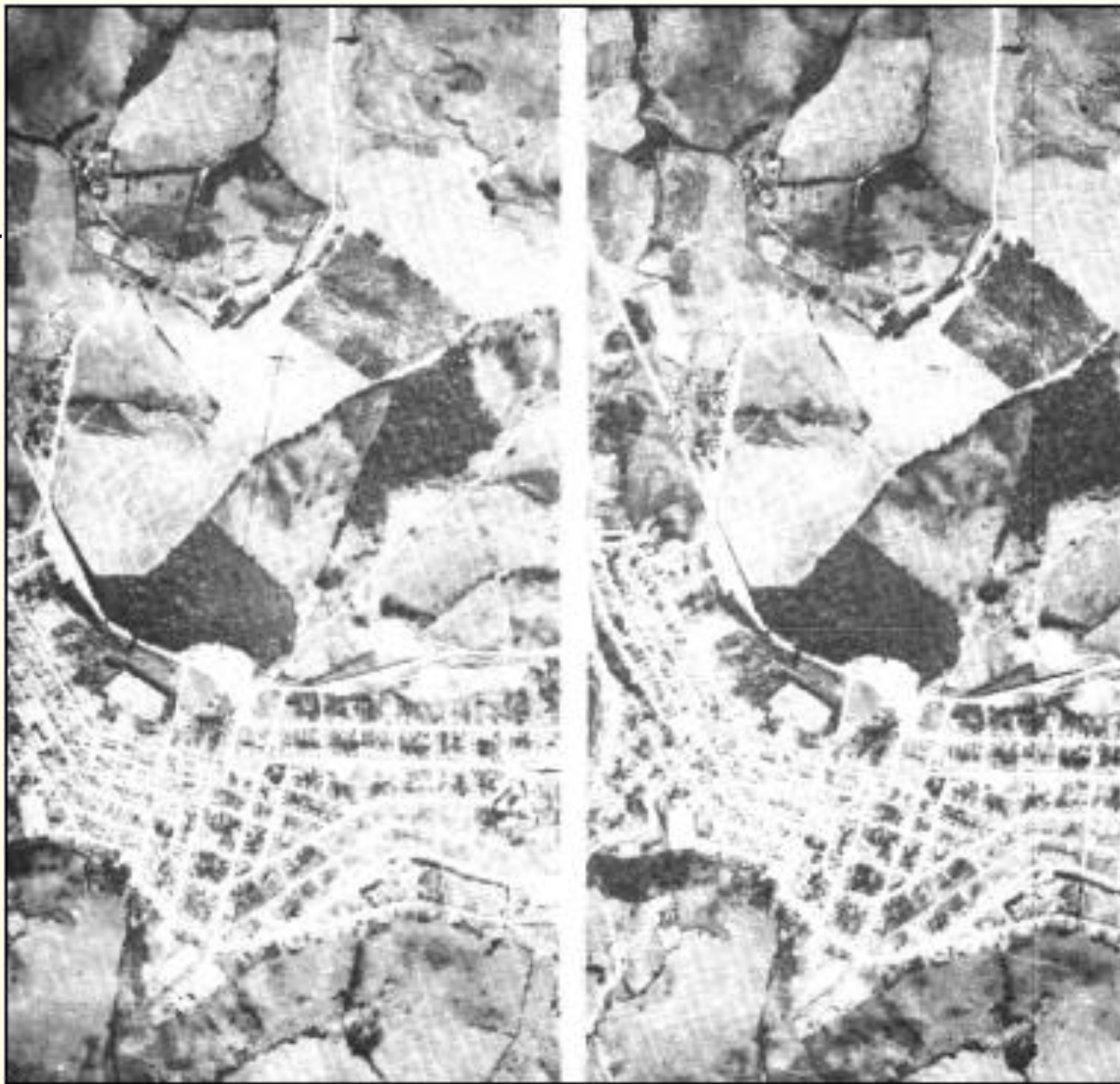
Ortofoto da fachada



Restituição fotogramétrica



Par de fotografias com estereoscopia de uma estátua



Par de fotografias com estereoscopia



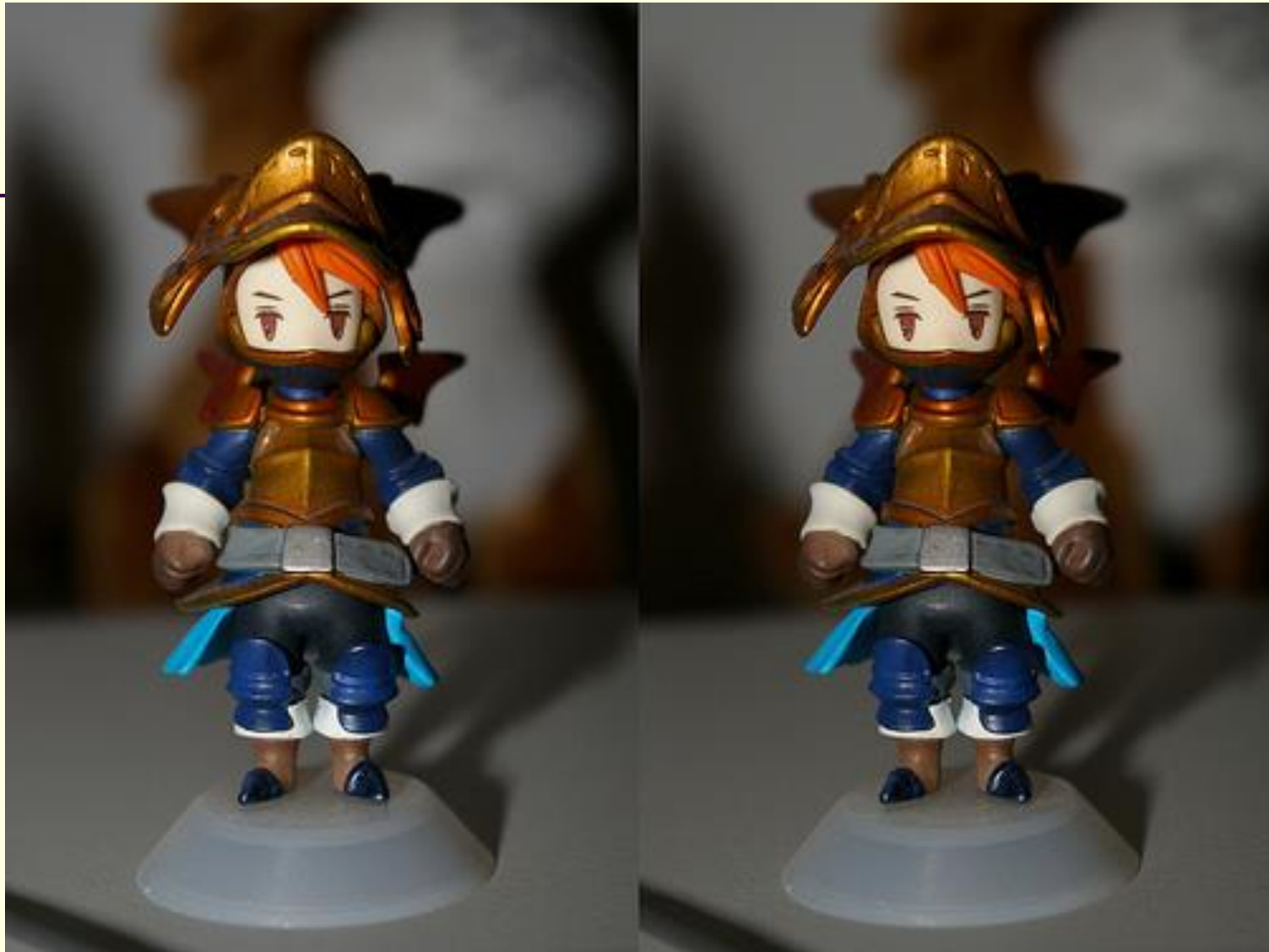
Par de fotografias com estereoscopia de um monumento



Par de fotografias com estereoscopia de uma caverna



Par de fotografias com estereoscopia



Par de fotografias com estereoscopia de um boneco



Região Norte da Estação de Sanganir, na cidade de Jeypore - Índia

389

Keystone View Company
Manufacturers
Copyrighted
Made in U. S. A.
Publishers



Wendell, Pa., New York, N. Y., Portland,
Oregon, London, Eng., Sydney, Aust.

10371—Kaiser Place, in the Heart of Strassburg, Germany.
www.todocoleccion.net

Praça da cidade de Strazsburg - França



Cataratas do Niágara no período de inverno - USA



Par de fotografias com estereoscopia



Par de fotografias com estereoscopia de uma trincheira na 2ª Guerra Mundial



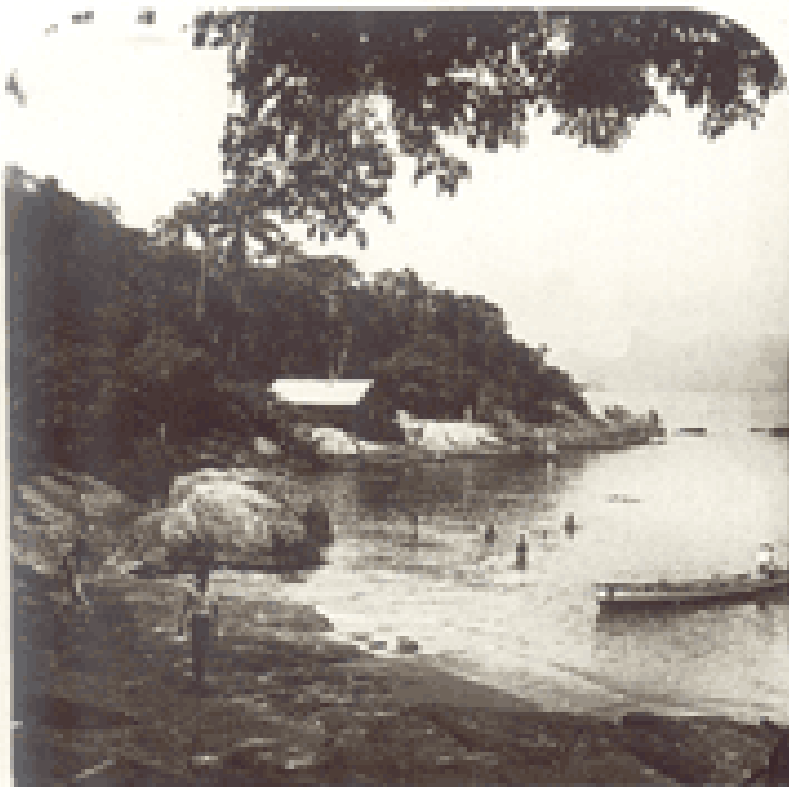
**Fonte do Largo do Paço. Rio de Janeiro. 1870.
Acervo da Biblioteca Nacional**



**Palácio Imperial no Largo do Paço, Rio de Janeiro. 1870.
Acervo da Biblioteca Nacional**

GRANDE MANUFACTURA DE FUMOS E CIGARROS MARCA VEADO

Para distribuição gratuita



Para distribuição gratuita



Praia do Canto do Rio, Icaraí, Niterói. 1910. Cigarros Marca Veado (editores) Coleção Roberto Menezes de Moraes



Avenida Central

**Palácio Monroe. Antiga Sede do Senado federal
Rio de Janeiro. Acervo do Arquivo Nacional**

E. Lacerda & proprietários de Rodrigues & Cia. Gráfica & Lit. do Brasil.



Vista Geral de Rio de Janeiro.
Via D'Ársula de Rio de Janeiro.



Panorama do morro do Castelo com vias populares, Rio de Janeiro. 1900. Acervo do Arquivo Nacional



Escola Militar vista do alto da torre da Igreja de São Francisco de Paula. Rio de Janeiro. 1870. Acervo da Biblioteca Nacional



**Fonte da Carioca e Convento de Santo Antônio. Rio de Janeiro. 1870.
Acervo da Biblioteca Nacional**



**Arcos da Lapa com bondinho de tração animal Rio de Janeiro. 1900.
Acervo do Museu da Cidade**



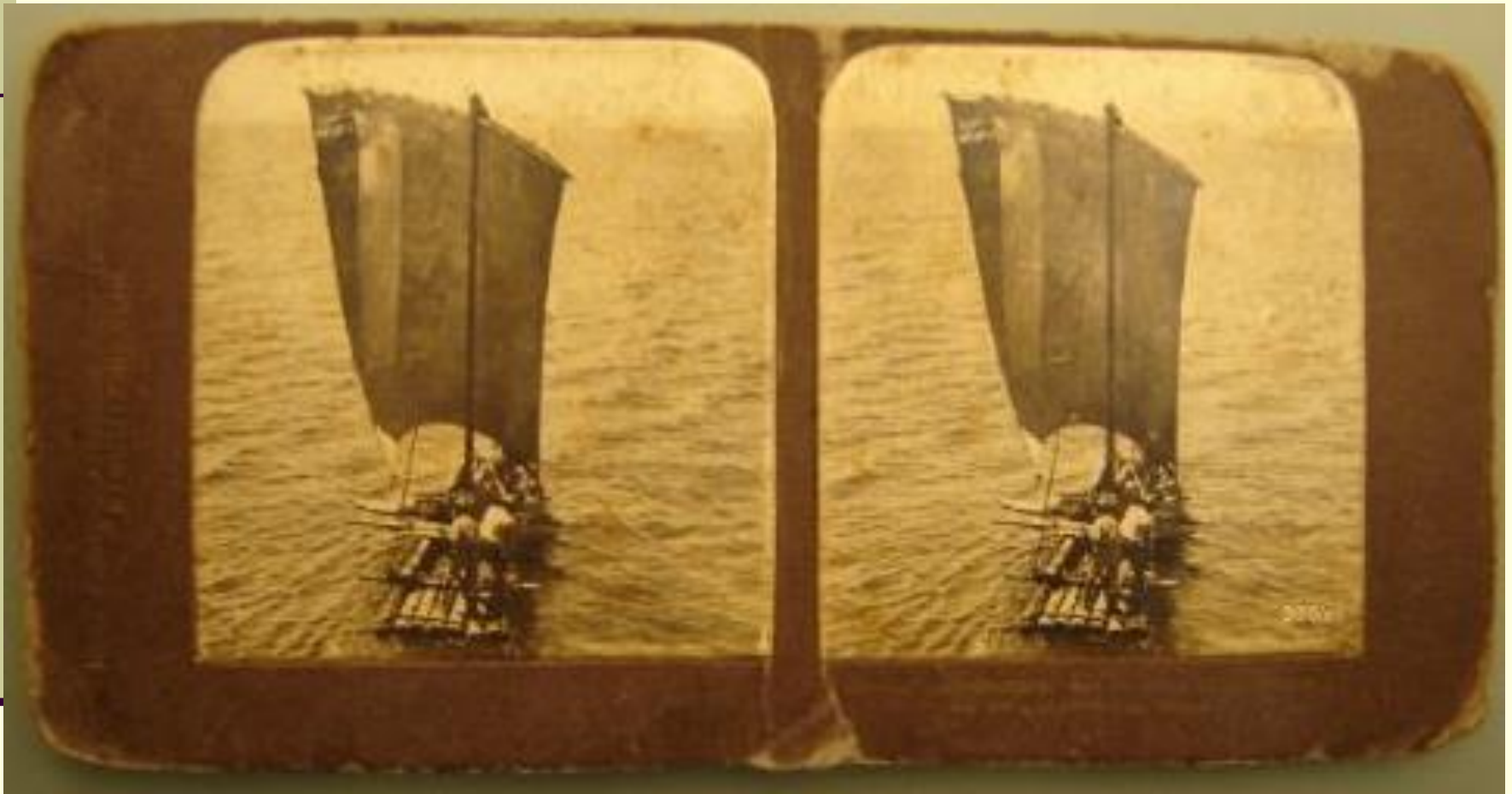
**Passeio na Avenida Central, Rio de Janeiro. 1915.
Coleção Benedito Lima de Toledo**



Avenida Central
Trecho Club Engenharia



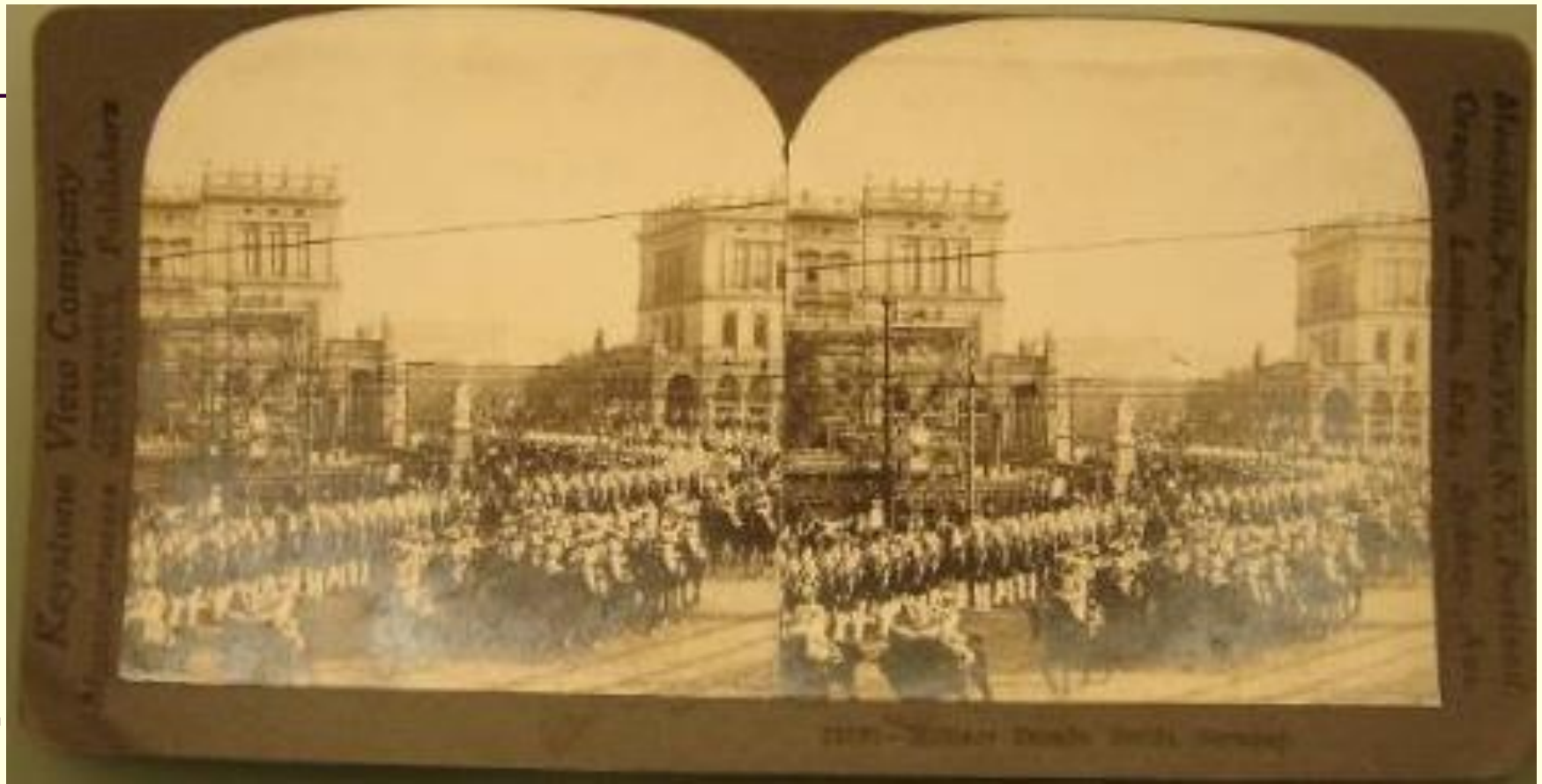
**Avenida Central, trecho do clube de Engenharia Rio de Janeiro. 1915
Coleção Henrique Lins de Barros**



Jangada Nordestina - 1890



**Lago Grasmere e Vila Red Bank – Inglaterra
1930-1940**



Parada Militar em Berlim - Alemanha



**Vista da rua D. João I em Guimarães – Portugal
1858**

ESTEREOSCOPIA EM ESCULTURAS VISTUAIS



JOÃO RICARDO SPAGNOLLO



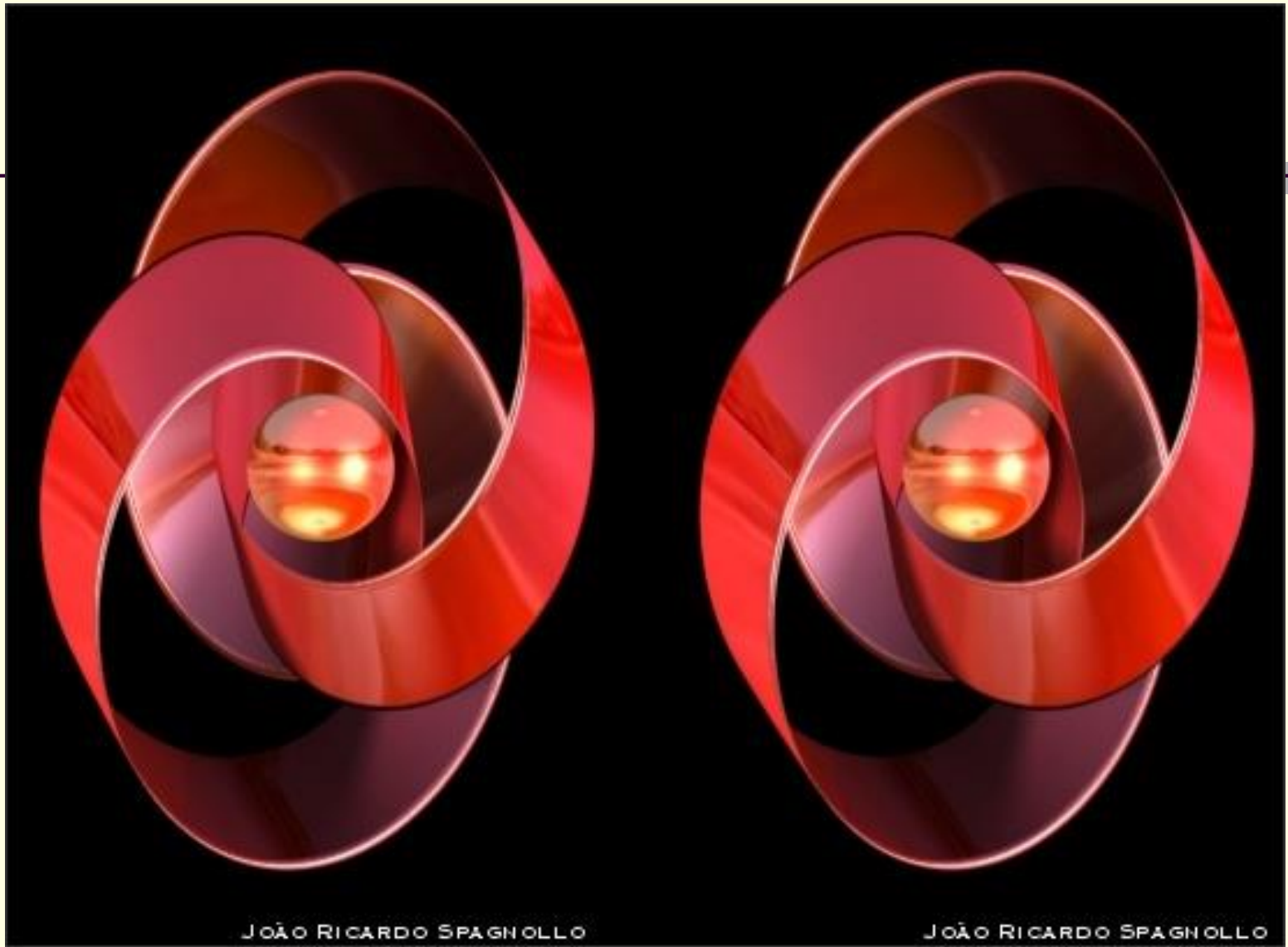
JOÃO RICARDO SPAGNOLLO



JOÃO RICARDO SPAGNOLLO



JOÃO RICARDO SPAGNOLLO



JOÃO RICARDO SPAGNOLLO

JOÃO RICARDO SPAGNOLLO



JOÃO RICARDO SPAGNOLLO



JOÃO RICARDO SPAGNOLLO