



Apresentação

1. OBJETIVO

Nesta prática, você vai compreender os princípios da estereoscopia e a formação e percepção da imagem tridimensional, assim como a aplicação dessas técnicas na interpretação visual de imagens. Para isso, é utilizado um estereoscópio, instrumento especialmente desenvolvido para analisar fotografias estereoscópicas.

Ao final deste experimento, você deverá ser capaz de:

- usar o estereoscópio e entender seu funcionamento;
- visualizar e identificar hidrografia, padrões de drenagem e formas de relevo a partir de um par estereoscópico de imagens;
- desenhar os elementos de drenagem e relevo identificados, aplicando estereoscopia.

2. ONDE UTILIZAR ESSES CONCEITOS?

A estereoscopia é uma técnica de grande importância no processo de restituição digital posterior a levantamentos aerofotogramétricos, mas também tem aplicabilidade na geração de modelos digitais de elevação a partir de imagens de satélites ópticos, como o SPOT, o CBERS I e o IKONOS II. Os satélites ALOS-2 (Japão) e Terra (sensor Aster-EUA) têm sistemas sensores equipados com mais de uma câmera do mesmo tipo em inclinações diferentes, a fim de obterem imagens com recobrimento em um mesmo instante. Os sistemas mencionados possibilitam o uso da estereoscopia, embora exijam a aplicação de modelos matemáticos específicos que incorporem informações orbitais e modifiquem equações de colinearidade, assim como *softwares* que disponham desses modelos matemáticos, como o LPS e o PDLT, gerando produtos com precisão semelhante à dos métodos aerofotogramétricos tradicionais.

3. O EXPERIMENTO

Neste experimento, você utilizará um estereoscópio e fotografias aéreas digitalizadas. Na prática, você aprenderá a interpretar e extrair informações a partir de fotografias aéreas utilizando um

estereoscópio de espelho ou de bolso. Você deverá ajustar o estereoscópio de acordo com a distância interpupilar, colocar e ajustar o par estereoscópico até obter a visão 3D e, com base na observação, delimitar os objetos identificados nas fotos.

4. SEGURANÇA

O equipamento deve ser manuseado com cuidado e delicadeza. Se você for iniciante, sugere-se que visualize o par estereoscópico de 10 a 15 minutos por vez, quando os olhos ainda estão se acostumando a usar o estereoscópio. Dessa forma, evita-se estresse ocular.

5. CENÁRIO

O ambiente desta prática necessita de uma mesa para colocar o par estereoscópico e o estereoscópio, assim como de boa iluminação para garantir a melhor observação dos elementos presentes na foto aérea e ajudar no processo de formação da imagem tridimensional, garantindo a correta execução da prática.

Bons estudos.



Sumário teórico

Acesse o sumário:

ESTEREOSCOPIA ÓTICA

1. INTRODUÇÃO

Fotogrametria (cujos radicais vêm do grego: *photon* [luz], *graphos* [escrita] e *metron* [medições]) significa medições executadas por meio de fotografias, sendo definida como a ciência e tecnologia de se obterem informações confiáveis sobre um objeto por meio de imagens adquiridas por sensores (BRITO; COELHO, 2007).

A fotogrametria tem como objetivo a reconstrução de um espaço tridimensional, chamado de espaço-objeto, a partir de um conjunto não vazio de imagens bidimensionais, chamado de espaço-imagem, advindas da gravação de padrões de ondas eletromagnéticas, sem contato físico direto entre o sensor e o objeto ou alvo de interesse.

Nesse processo, surge um termo intimamente ligado ao campo da fotogrametria, a estereoscopia, referente à percepção de profundidade, sendo a ciência ou arte que trata dos efeitos estereoscópicos e dos métodos pelos quais são produzidos (PONZONI; DISPERATI, 1992).

O termo "estereoscopia" não deve ser confundido com "visão estereoscópica", que se refere à capacidade de observar tridimensionalmente um objeto ou cena. A estereoscopia se vale dessa capacidade para, por meio de métodos e/ou instrumentos, permitir a percepção tridimensional da observação de pares de fotografias ou desenhos analogamente concebidos.

Quando os olhos de uma pessoa (visão binocular) estão focados sobre certo ponto, seus eixos ópticos convergem para esse ponto, formando um ângulo paralático, que proporciona a percepção de profundidade (Figura 1).

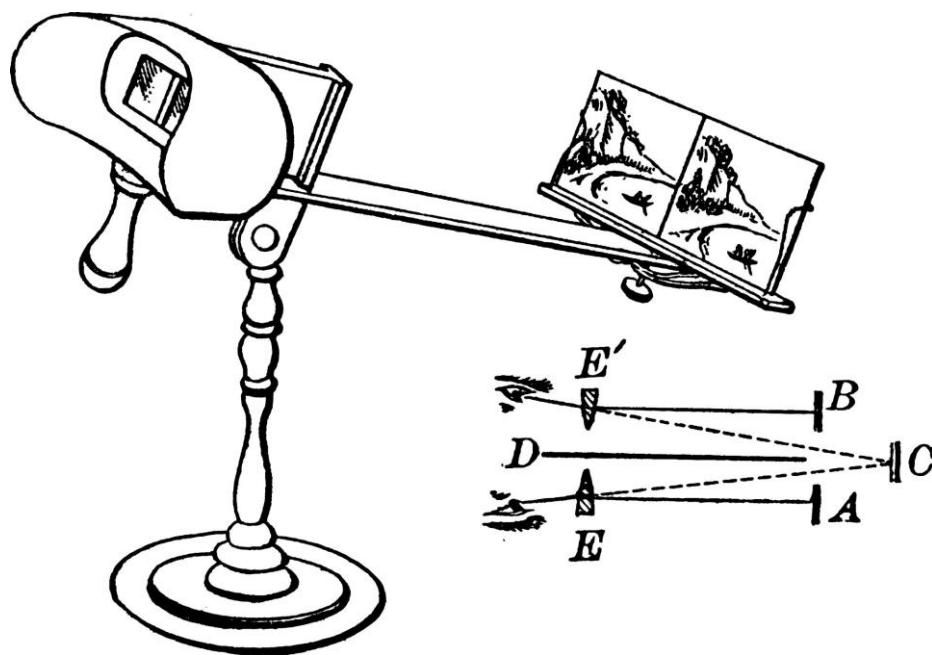


Figura 1 – Ângulos paraláticos formados pela convergência dos eixos ópticos. Fonte: Shutterstock.

Todo ser humano com visão normal (capaz de ver com ambos os olhos simultaneamente) tem visão binocular, ou seja, a capacidade natural de ver tridimensionalmente os objetos a seu redor, sendo que cada pessoa tem seu nível particular de percepção de profundidade.

Na aplicação da estereoscopia, é importante conhecer a distância interpupilar, que é fixa. Uma vez conhecida, precisa ser lembrada para ajustar a distância entre os centros das lentes do estereoscópio, antes de utilizar o instrumento.

Para entender como funciona a visão estereoscópica, é importante lembrar que as fotografias aéreas verticais são adquiridas sequencialmente ao longo de uma linha de voo, tomadas com uma sobreposição em, aproximadamente, 60% (sobreposição estereoscópica). Em duas fotografias aéreas subsequentes, há duas imagens da mesma

área, de modo que os objetos no terreno são vistos a partir de diferentes pontos de perspectiva.

O deslocamento aparente na posição de um objeto, com respeito a uma estrutura de referência, causado pela alteração na posição de observação, é chamado de paralaxe, uma característica normal da fotografia aérea e base para a visualização estereoscópica tridimensional.

A mudança na posição de um objeto com altura (um rio, uma estrada, o topo de uma árvore), de uma fotografia para a seguinte, em relação ao fundo, é causada pelo deslocamento da aeronave. Esses deslocamentos, nas imagens, apresentam-se paralelos à linha de voo e são conhecidos como paralaxe estereoscópica. A medição da paralaxe estereoscópica é a base para a criação dos mapas topográficos (x, y e z) e planimétricos (x, y), sendo um elemento muito importante para a fotogrametria e o sensoriamento remoto.

O ponto principal da fotografia 1 (PP1) tem seu conjugado identificável na fotografia 2; e o ponto principal da fotografia 2 (PP2) tem seu conjugado identificável na fotografia 1. A conexão entre esses pontos representa a linha de voo, sendo um elemento sumamente importante no alinhamento ou orientação de fotografias aéreas e para a reconstrução de uma situação óptica que proporcione imagens em três dimensões, que é a atividade realizada com o estereoscópio (Figura 2).

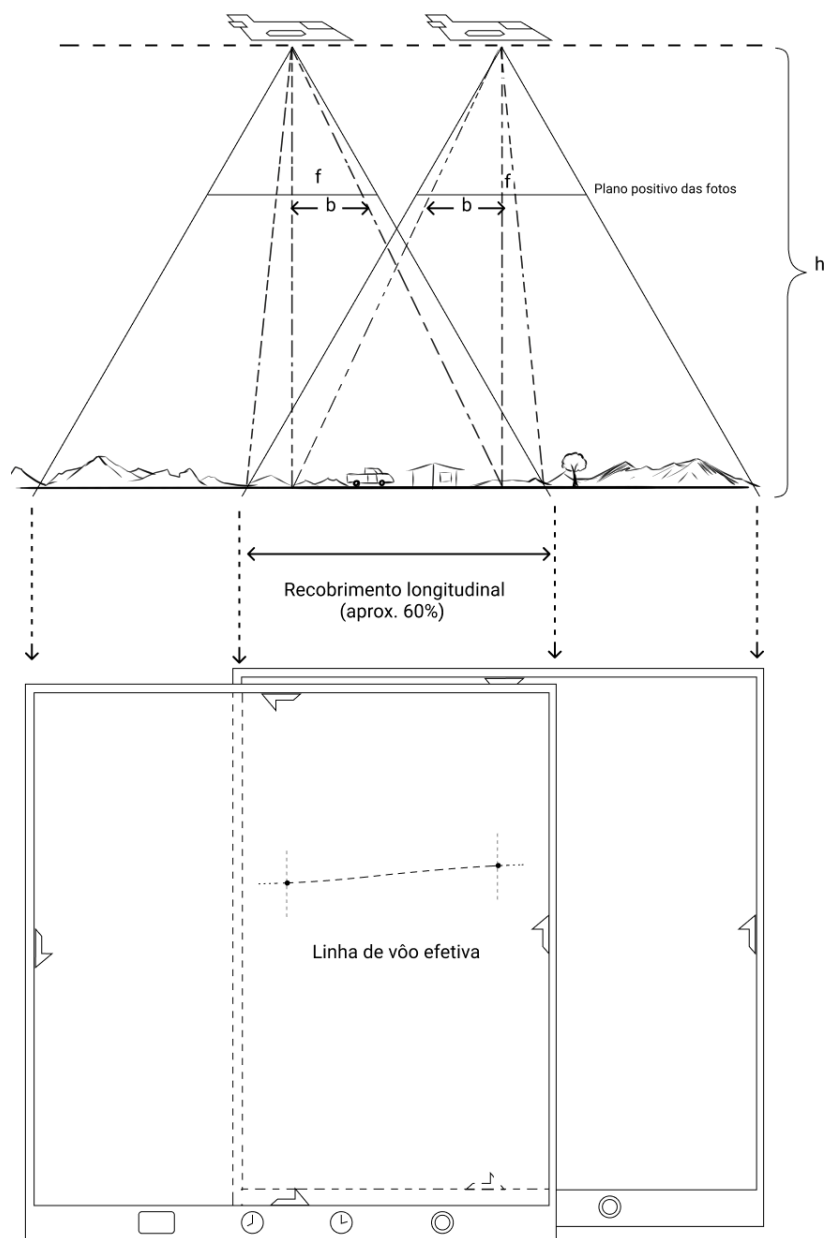


Figura 2 – Recobrimento longitudinal na tomada de fotografias aéreas. Fonte: Anderson (1982).

Existem vários métodos de visualização estereoscópica: 1) mantendo as linhas de visão paralelas com o auxílio de um estereoscópio; 2) mantendo as linhas de visão paralelas sem o auxílio de um estereoscópio; 3) cruzando a visão e revertendo a ordem das imagens estereoscópicas; ou 4) usando óculos anaglíficos ou polarizados (Figura 3).

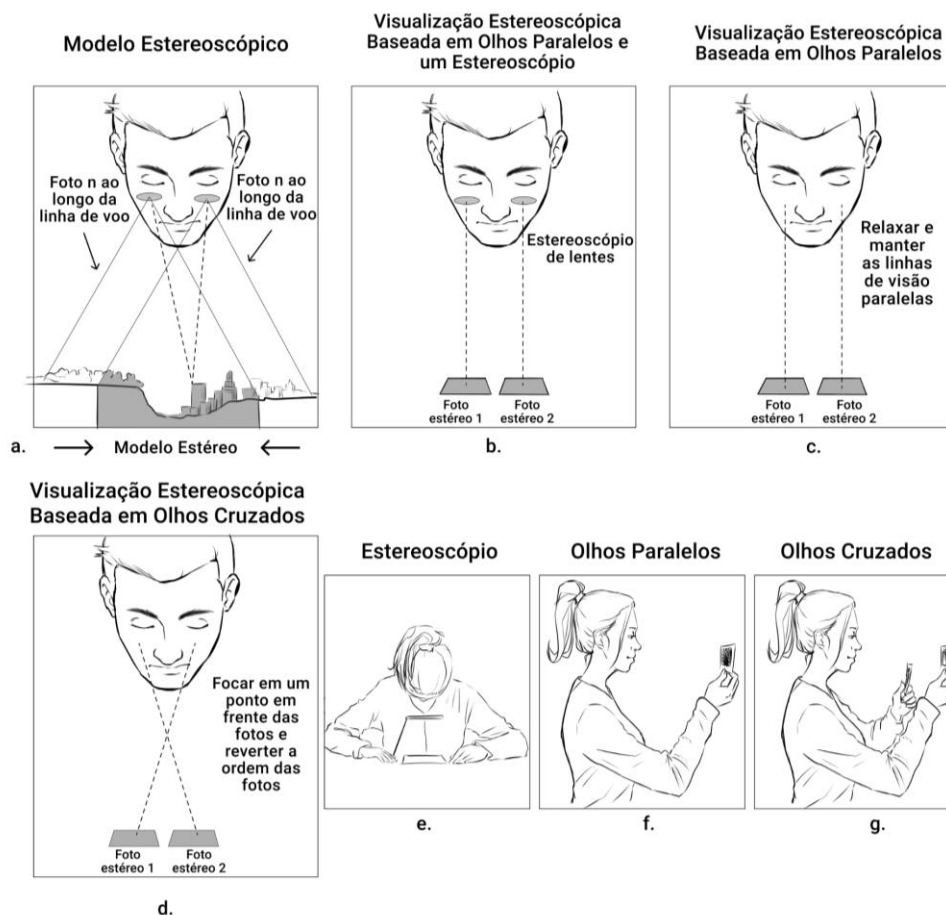


Figura 3 – Métodos de visualização estereoscópica. Fonte: Jensen (2009).

Pode-se conseguir a visão estereoscópica com instrumentos auxiliares, como estereoscópios, que formam sistemas de visualização que utilizam espelhos ou lentes, e fotografias, que são colocadas nos focos para produzir imagens no infinito. Nesse caso, os olhos não precisam de acomodação e os eixos ópticos ficam paralelos. A grande maioria dos analistas de imagem utiliza um estereoscópio de bolso ou de espelho.

O estereoscópio de espelho (Figura 4) desvia os raios ópticos por meio de espelhos, aumentando a separação entre as linhas de visão, possibilitando ver o modelo tridimensional sem a superposição das fotos. Quando instalado em uma mesa de luz, dispõe de opções de aumento de sua eficiência.

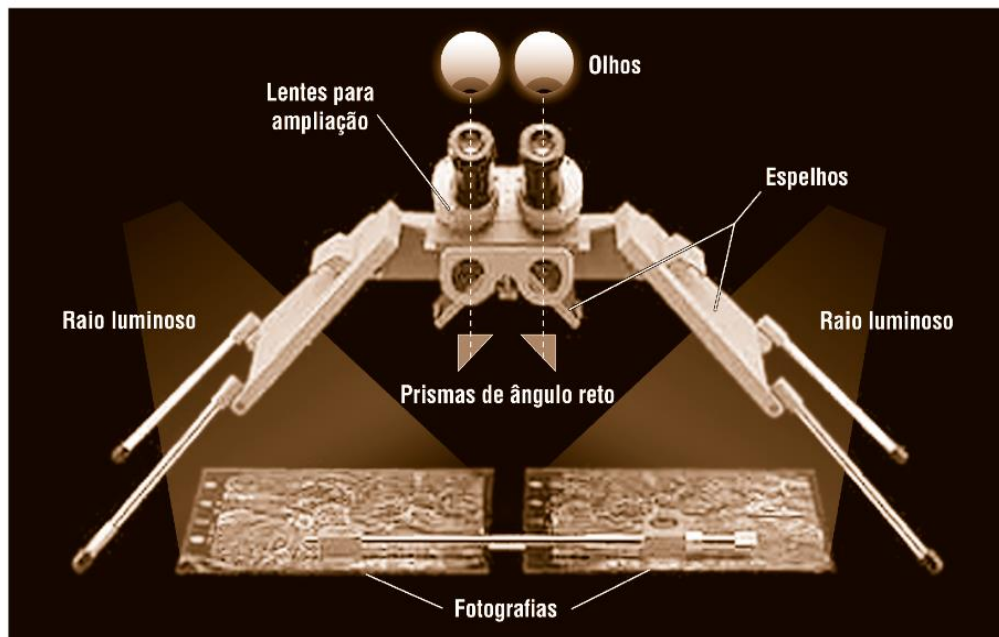


Figura 4 – Estereoscópio de espelho. Fonte: Carvalho & Araújo (2009).

O estereoscópio de bolso, ou de lentes, consiste em duas lentes convexas, que atuam também como lentes de aumento para a fotografia, dispostas em um metal rígido ou estrutura plástica, sendo que a distância entre elas pode ser ajustada de acordo com a distância interpupilar. Esse instrumento é o mais utilizado, pelo relativo baixo custo e facilidade de manuseio (Figura 5).



Figura 5 – Estereoscópio de bolso. Fonte: Wikipédia.

As feições desenhadas a partir do processo de fotointerpretação podem ser digitalizadas por meio de um *scanner*, georreferenciadas utilizando uma imagem de satélite ou carta topográfica da área correspondente ao par estereoscópico de imagens, e, após interpretadas, desenhadas com as ferramentas de vetorização de *softwares* (QGIS, ArcMap, AutoCad, Spring, GvSIG, entre outros), para gerarem um mapa temático dos elementos identificados nas fotografias aéreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, Paul Simon. **Fundamentos para fotointerpretação**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982.

BRITO, Jorge; COELHO, Luiz. **Fotogrametria digital**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007.
Disponível em:
http://www.efoto.eng.uerj.br/images/Documentos/fotogrametria_digital_revisado.pdf
f. Acesso em: 13 fev. 2021.

CARVALHO, Edilson Alves; ARAÚJO, Paulo César. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas II**. Natal: EDUFRN, 2009.

JENSEN, J. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese Editora, 2009.

PONZONI, Flavio; DISPERATI, Attilio. **Esteroscopia e paralaxe na determinação de distâncias verticais mediante o uso de fotografias aéreas**. São José dos Campos:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1992. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.22.58/doc/publicacao.pdf?metadatarepository=sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.22.58.11&mirror=sid.inpe.br/banon/2001/04.06.10.52.39>. Acesso em: 13 fev. 2021.



Roteiro

Acesse o roteiro:

INSTRUÇÕES GERAIS

1. Neste experimento, você entenderá como ocorre a identificação de formas de relevo através da formação de uma imagem tridimensional com a técnica da estereoscopia óptica.
2. Utilize a seção **“Recomendações de Acesso”** para melhor aproveitamento da experiência virtual e para respostas às perguntas frequentes a respeito do VirtuaLab.
3. Caso não saiba como manipular o Laboratório Virtual, utilize o **“Tutorial VirtuaLab”** presente neste Roteiro.
4. Caso já possua familiaridade com o Laboratório Virtual, você encontrará as instruções para realização desta prática na subseção **“Procedimentos”**.
5. Ao finalizar o experimento, responda aos questionamentos da seção **“Avaliação de Resultados”**.

RECOMENDAÇÕES DE ACESSO

PARA ACESSAR O VIRTUALAB

ATENÇÃO:

O LABORATÓRIO VIRTUAL **DEVE SER ACESSADO POR COMPUTADOR**. ELE NÃO DEVE SER ACESSADO POR CELULAR OU TABLET.

O REQUISITO MÍNIMO PARA O SEU COMPUTADOR É UMA **MEMÓRIA RAM DE 4 GB**.

SEU PRIMEIRO ACESSO SERÁ UM POUCO MAIS LENTO, POIS ALGUNS PLUGINS SÃO BUSCADOS NO SEU NAVEGADOR. A PARTIR DO SEGUNDO ACESSO, A VELOCIDADE DE ABERTURA DOS EXPERIMENTOS SERÁ MAIS RÁPIDA.

1. Caso utilize o Windows 10, dê preferência ao navegador Google Chrome;
2. Caso utilize o Windows 7, dê preferência ao navegador Mozilla Firefox;
3. Feche outros programas que podem sobrecarregar o seu computador;
4. Verifique se o seu navegador está atualizado;
5. Realize teste de velocidade da internet.

Na página a seguir, apresentamos as duas principais dúvidas na utilização dos Laboratórios Virtuais. Caso elas não se apliquem ao seu problema, consulte a nossa seção de “**Perguntas Frequentes**”, disponível em: <https://algetec.movidesk.com/kb/pt-br/>

Neste mesmo link, você poderá **usar o chat** ou **abrir um chamado** para o contato com nossa central de suporte. Se preferir, utilize os QR CODEs para um contato direto por Whatsapp (8h às 18h) ou para direcionamento para a central de suporte. Conte conosco!



PERGUNTAS FREQUENTES

1) O laboratório virtual está lento, o que devo fazer?

- a) No Google Chrome, clique em “Configurações” -> “Avançado” -> “Sistema” -> “Utilizar aceleração de hardware sempre que estiver disponível”. Habilite a opção e reinicie o navegador.
- b) Verifique as configurações do driver de vídeo ou equivalente. Na área de trabalho, clique com o botão direito do mouse. Escolha “Configurações gráficas” e procure pela configuração de performance. Escolha a opção de máximo desempenho.

Obs.: Os atalhos e procedimentos podem variar de acordo com o driver de vídeo instalado na máquina.
- c) Feche outros aplicativos e abas que podem sobrecarregar o seu computador.
- d) Verifique o uso do disco no Gerenciador de Tarefas (Ctrl + Shift + Esc) -> “Detalhes”. Se estiver em 100%, feche outros aplicativos ou reinicie o computador.

2) O laboratório apresentou tela preta, como proceder?

- a) No Google Chrome, clique em “Configurações” -> “Avançado” -> “Sistema” -> “Utilizar aceleração de hardware sempre que estiver disponível”. Habilite a opção e reinicie o navegador. Caso persista, desative a opção e tente novamente.
- b) Verifique as configurações do driver de vídeo ou equivalente. Na área de trabalho, clique com o botão direito do mouse. Escolha “Configurações gráficas” e procure pela configuração de performance. Escolha a opção de máximo desempenho.

Obs.: Os atalhos e procedimentos podem variar de acordo com o driver de vídeo instalado na máquina.

- c) Verifique se o navegador está atualizado.

DESCRIÇÃO DO LABORATÓRIO

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Fotografias aéreas;
- Suporte para fotografias;
- Estereoscópio de mesa de espelhos;
- Par de lentes.

PROCEDIMENTOS

1. PREPARANDO O EQUIPAMENTO

Coloque as fotografias que estão na mesa sobre o suporte para fotos. Após isso, retire o estereoscópio que está na maleta e ponha-o sobre a mesa. Em seguida, abra os espelhos do estereoscópio.

2. POSICIONANDO AS LENTES E FOTOGRAFIAS

Retire as lentes que estão na maleta e coloque-as no estereoscópio. Então, ajuste a distância entre as lentes no equipamento. Posteriormente, uma a uma, ajuste o posicionamento das fotos sob as lentes esquerda e direita nas marcações do suporte.

3. AVALIANDO OS RESULTADOS

Siga para a seção “Avaliação dos Resultados” deste roteiro e responda de acordo com o que foi observado nos experimentos e com seus conhecimentos.

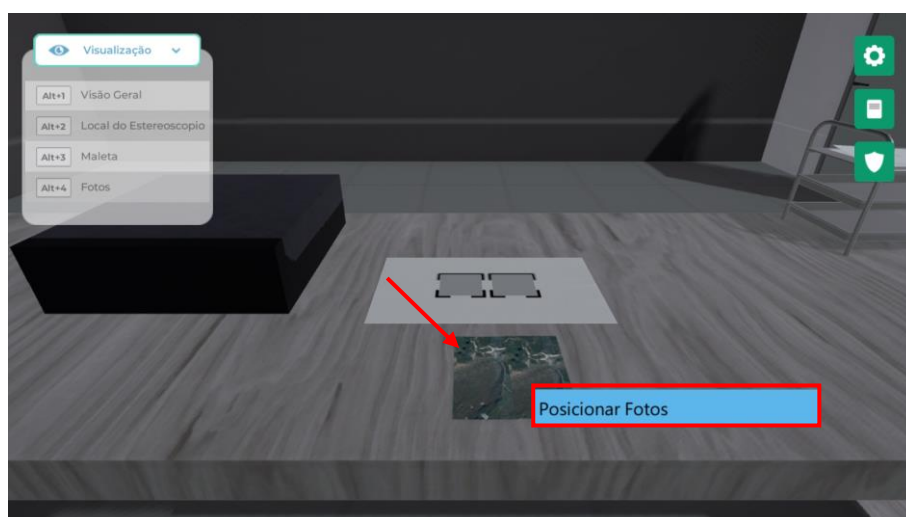
AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

1. De acordo com os seus conhecimentos e com o que foi observado, como foi possível haver a formação da imagem tridimensional?
2. Descreva os aspectos de relevo observados na imagem tridimensional formada.

TUTORIAL VIRTUALAB

1. PREPARANDO O EQUIPAMENTO

Posicione as fotografias no suporte de fotos clicando nelas com o botão direito do mouse e selecionando a opção “Posicionar Fotos”. coloque o cursor sobre as fotografias.

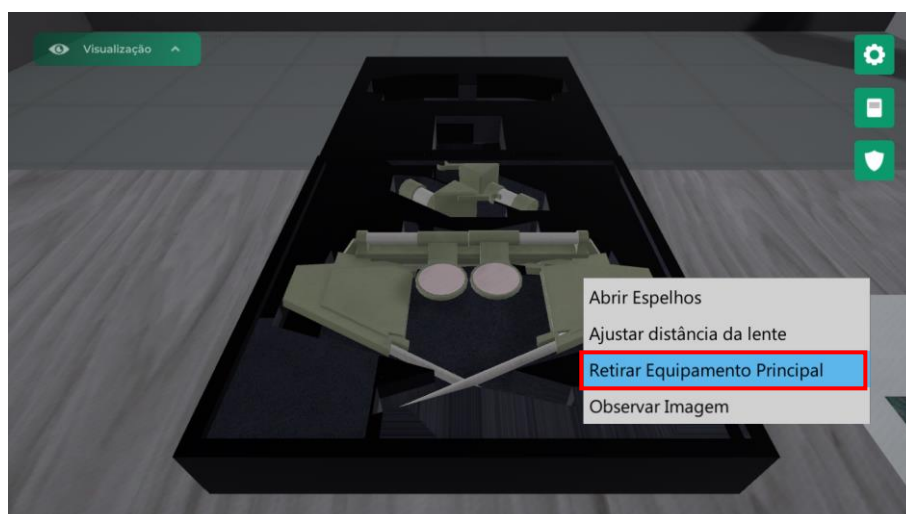


Visualize a maleta acessando a câmera “Maleta” no painel localizado no canto superior esquerdo da tela, ou utilize o atalho “Alt+3”.

Abra a maleta clicando nela com o botão direito do mouse e selecionando a opção “Abrir Maleta”.



Coloque o estereoscópio sobre a mesa clicando nele com o botão direito do mouse e selecionando a opção “Retirar Equipamento Principal”.



Visualize os espelhos do estereoscópio, “Alt+2”.

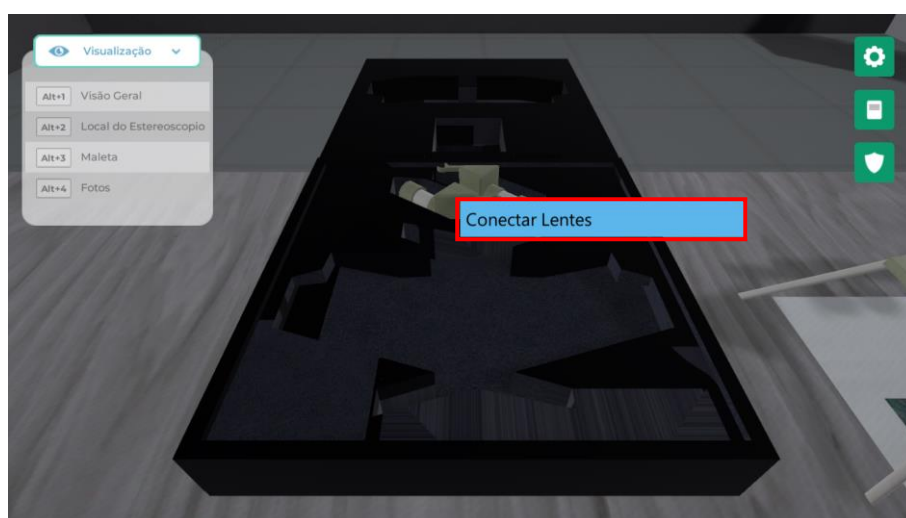
Abra os espelhos clicando neles com o botão direito do mouse e selecionando a opção
“Abrir Espelhos”



2. POSICIONANDO AS LENTES E FOTOGRAFIAS

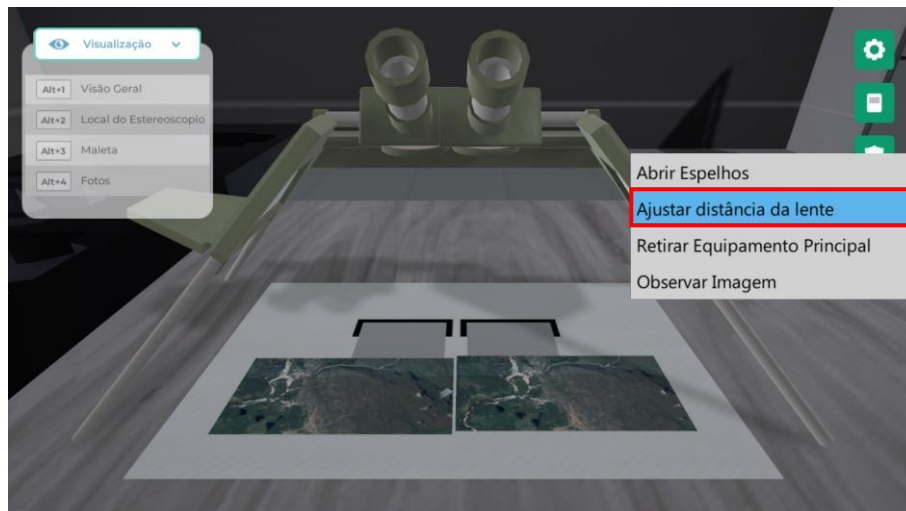
Visualize a maleta, “Alt+3”.

Coloque as lentes no estereoscópio clicando nelas com o botão direito do mouse e selecionando a opção “Conectar lentes”.

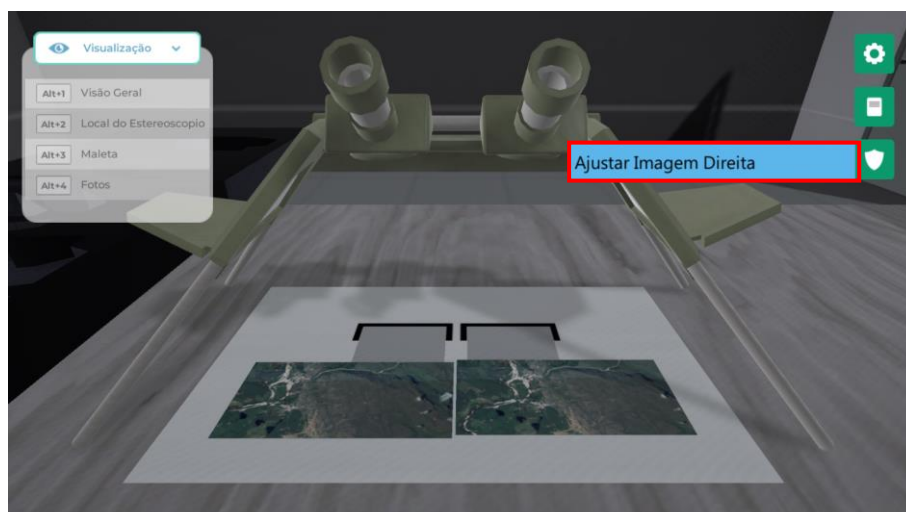


Volte a visualização para “Local do Estereoscópio”, “Alt+2”.

Ajuste a distância das lentes clicando no suporte com o botão direito do mouse e selecionando a opção “Ajustar Distância de Lente”



Ajuste o posicionamento das fotografias no suporte clicando com o botão direito do mouse nas lentes e selecione a opção “Ajustar Imagem Direita”.



Posicione a imagem nas marcações através das setas do menu “Posicionar Foto” e, quando a foto estiver alinhada, clique no “X”. Repita o processo para a imagem esquerda.



3. AVALIANDO OS RESULTADOS

Siga para a seção “Avaliação dos Resultados” deste roteiro e responda de acordo com o que foi observado nos experimentos e com seus conhecimentos.



Pré Teste

- 1) Fotogrametria significa medições executadas por meio de fotografias, sendo definida como a técnica e a arte de extrair de fotografias métricas adquiridas por sensores, além de forma, feições, dimensões e posição de objetos em 3D.

Como é feita a reconstrução do espaço tridimensional?

- A) Por observação com estereoscópio.
- B) A partir de imagens bidimensionais que conformam o espaço-imagem, para reconstruir o espaço-objeto.
- C) Utilizando padrões de ondas eletromagnéticas.

- 2) A estereoscopia é um termo muito relacionado com a fotogrametria, já que favorece a visualização de fotografias aéreas.

Quais os termos que indicam capacidade e métodos e que tendem a confundir-se?

- A) Visão estereoscópica – estereoscopia.
- B) Estereoscopia – estereoscópio.
- C) Estereoscópio – visão estereoscópica.

- 3) Os olhos são o sensor óptico dos seres humanos. Tudo que é captado pelos olhos passa por uma fusão no cérebro, gerando a percepção de distância e profundidade das imagens.

O que é necessário para ter a natural capacidade de profundidade?

- A) Nada, apenas olhar para os objetos.
- B) Com apenas um olho, pode-se perceber a profundidade.
- C) Ter visão binocular, considerada a visão típica.

- 4) Na fotografia aérea, um sistema de referência (por exemplo, um rio ou uma estrada) pode ser considerado como um objeto com paralaxe, devido a sua observação de duas posições diferentes. O deslocamento aparente na posição de um corpo ou objeto em relação ao ponto ou sistema de referência causado pela alteração na posição de observação é chamado de paralaxe.

Qual é a importância desse processo em um levantamento aerofotogramétrico?

- A) É a base para a visualização estereoscópica tridimensional e a criação de mapas topográficos.
- B) Permite criar um fotoíndice.
- C) Calcular a percentagem de distorção da fotografia.

- 5) Para conseguir a percepção tridimensional no estereoscópio, é importante seguir uma série de passos para garantir a interpretação dos elementos nas fotografias aéreas.

Qual é a ordem adequada para visualizar em três dimensões?

- A) Ajustar a distância entre as lentes do aparelho. / Colocar o estereoscópio na mesa. / Desenhar as feições encontradas no par estereoscópico. / Ajustar as imagens.
- B) Selecionar o par estereoscópico de fotografias aéreas. / Localizar o ponto principal ou centro das fotografias que formam o par estereoscópico. / Ajustar a distância entre as lentes do aparelho. / Ajustar as imagens até encontrar o alinhamento perfeito.
- C) Colocar o estereoscópio na mesa. / Abrir e fechar os olhos suavemente. / Ajustar a distância entre as lentes do aparelho. / Ajustar as imagens.



Experimento

Acesse o laboratório:

Conteúdo interativo disponível na plataforma de ensino!



Pós Teste

- 1) Durante o voo, as fotografias aéreas são tiradas em intervalos de tempo iguais, de modo a permitir que todos os alvos fotografados no terreno apareçam pelo menos duas vezes em duas fotografias aéreas consecutivas.

Como são chamadas essas cenas adquiridas para uma mesma área, fotografada pelo menos duas vezes?

- A) Linha de voo;
- B) Par estereoscópico;
- C) Fotoíndice.

- 2) A estereoscopia é uma técnica altamente relacionada com a fotogrametria, uma vez que favorece a visualização das fotografias aéreas.

Qual é o método mais utilizado para sua aplicação?

- A) Mantendo as linhas de visão paralelas sem auxílio de um estereoscópio;
- B) Cruzando a visão e revertendo a ordem das imagens estereoscópicas;
- C) Mantendo as linhas de visão paralelas com o auxílio de um estereoscópio.

- 3) A distância interpupilar é importante para ajustar a separação entre os centros das lentes do estereoscópio.

Como essa distância é calculada?

- A) Colocando a pessoa a 1 m de distância e medindo a separação dos olhos;
- B) Colocando uma régua na testa e medindo a separação dos olhos;
- C) Medindo, com uma régua, a distância entre o meio da pupila direita e o meio da pupila esquerda.

4)

Em toda fotografia aérea, é possível estabelecer a localização do ponto principal e do ponto principal conjugado.

Qual é a utilidade de identificar esses pontos em um par estereoscópico?

- A)** Identificar a área de 60% de sobreposição e a representação da linha de voo;
 - B)** Conhecer onde a distorção da fotografia é menor;
 - C)** Determinar a escala das fotografias aéreas.
- 5) Os estereoscópios são instrumentos de visualização para analisar pares estereoscópicos.**

Qual dos estereoscópios é o mais utilizado e por quê?

- A)** O estereoscópio de bolso, por seu baixo custo e capacidade de ajuste de acordo com a distância interpupilar;
- B)** O estereoscópio de espelho, porque tem opções de aumento e facilidade de transporte;
- C)** O estereoscópio de espelho, porque é o mais popular entre os intérpretes de imagens.