

O que há de novo no Vision Development Module 2012?

Conheça os novos recursos de Visão 3D

Pawankumar Kamat
Group Manager, National Instruments

Agenda

- Visão estéreo binocular, visão 3D
 - Por que 3D?
 - Técnicas de estimação de profundidade
 - Visão estéreo binocular
 - Como usar o NI Stereo Vision
 - Demo
- Data Matrix grading
 - ISO 15415
 - AIM DPM

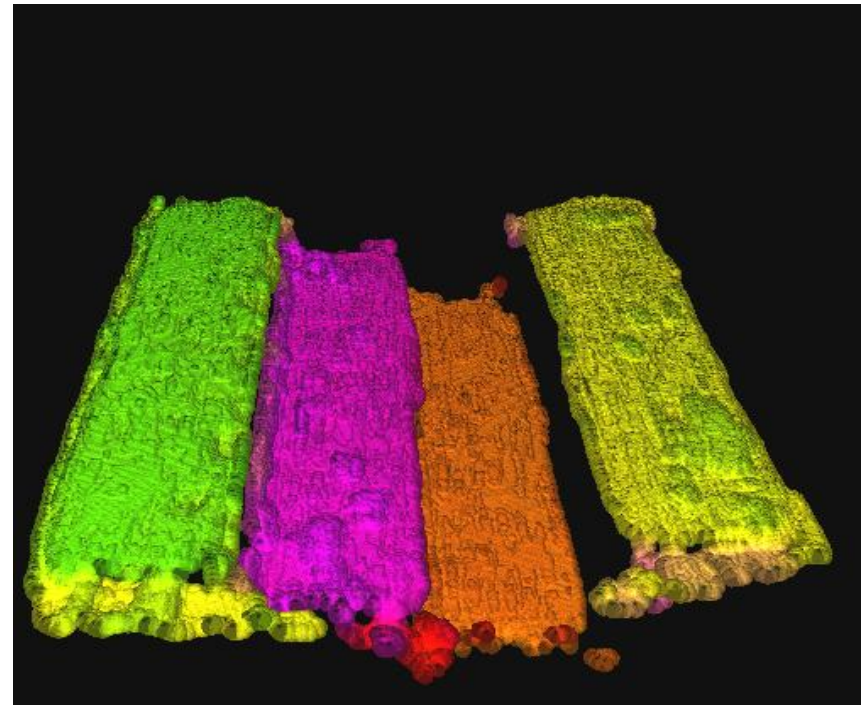
2D vs. 3D

O que está no topo?

2D



3D



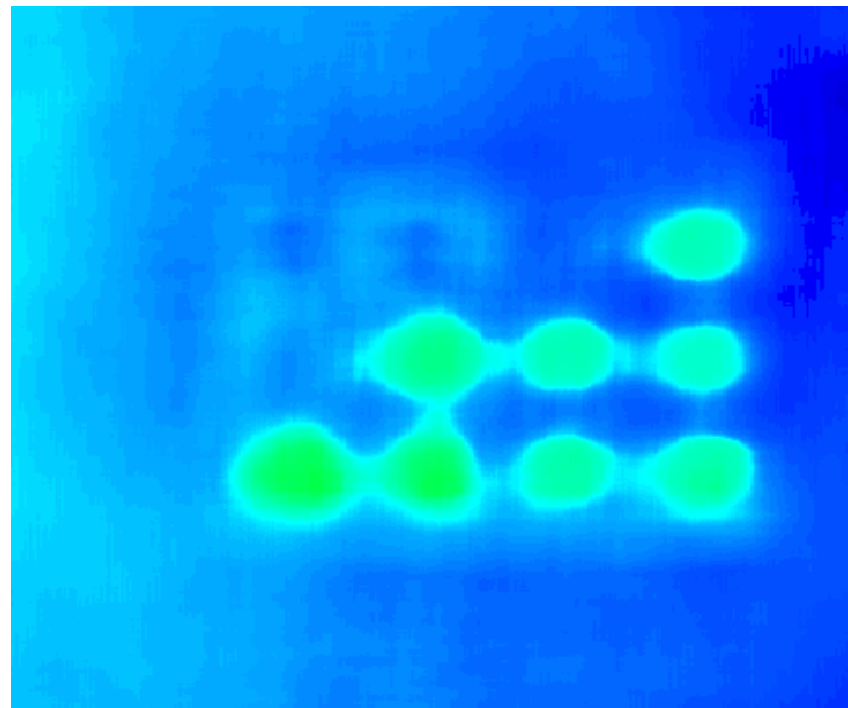
2D vs. 3D

**Podemos achar as pílulas
faltantes?**

2D



3D



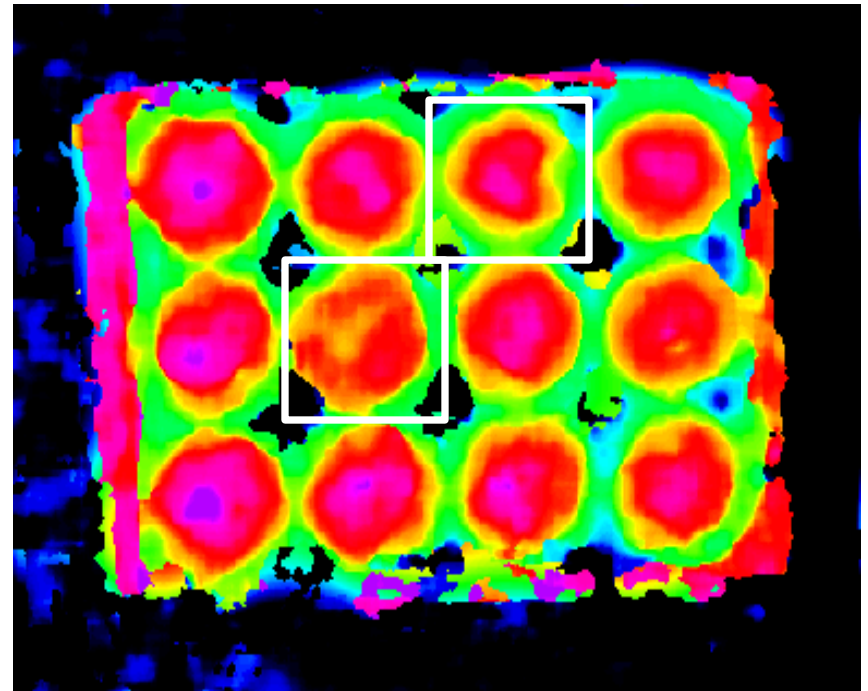
2D vs. 3D

Deformidade de objetos

2D



3D



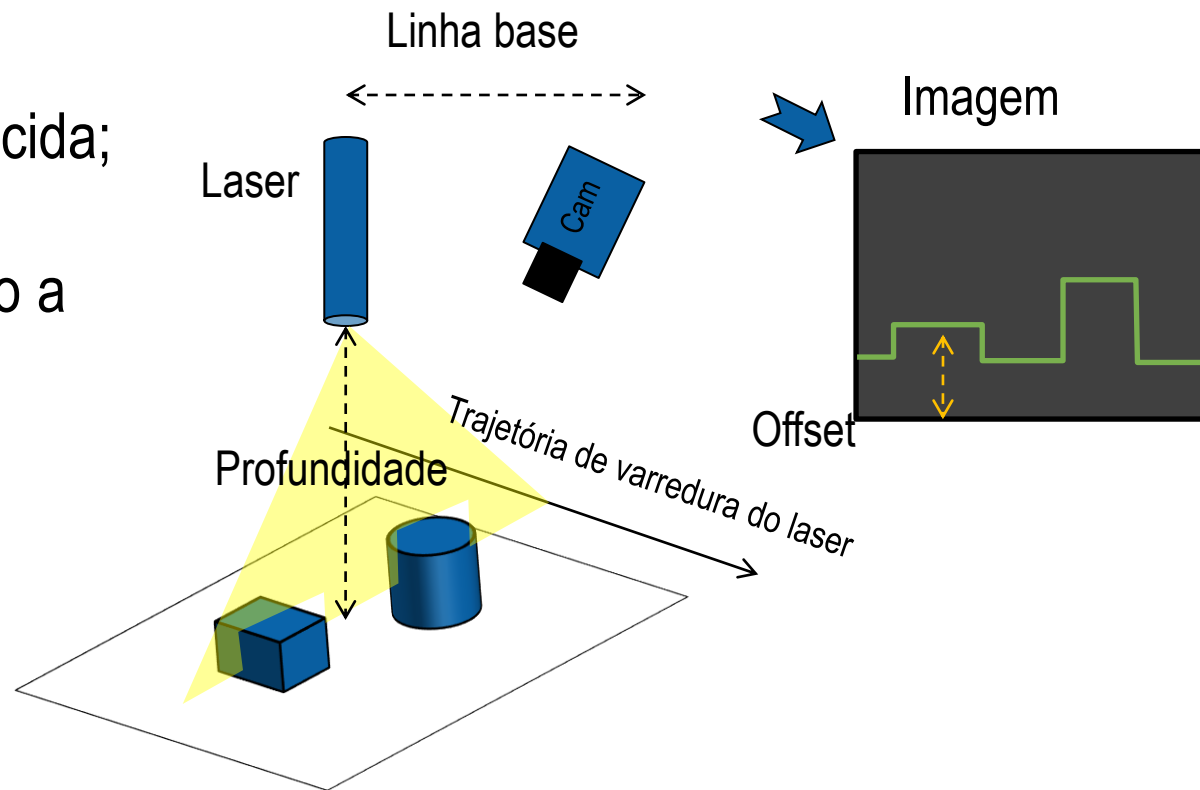
Técnicas de estimação de profundidade

- Triangulação por laser;
- Tempo-de-voo (time-of-flight)
- Luz estruturada
- Visão estéreo.

Triangulação por laser

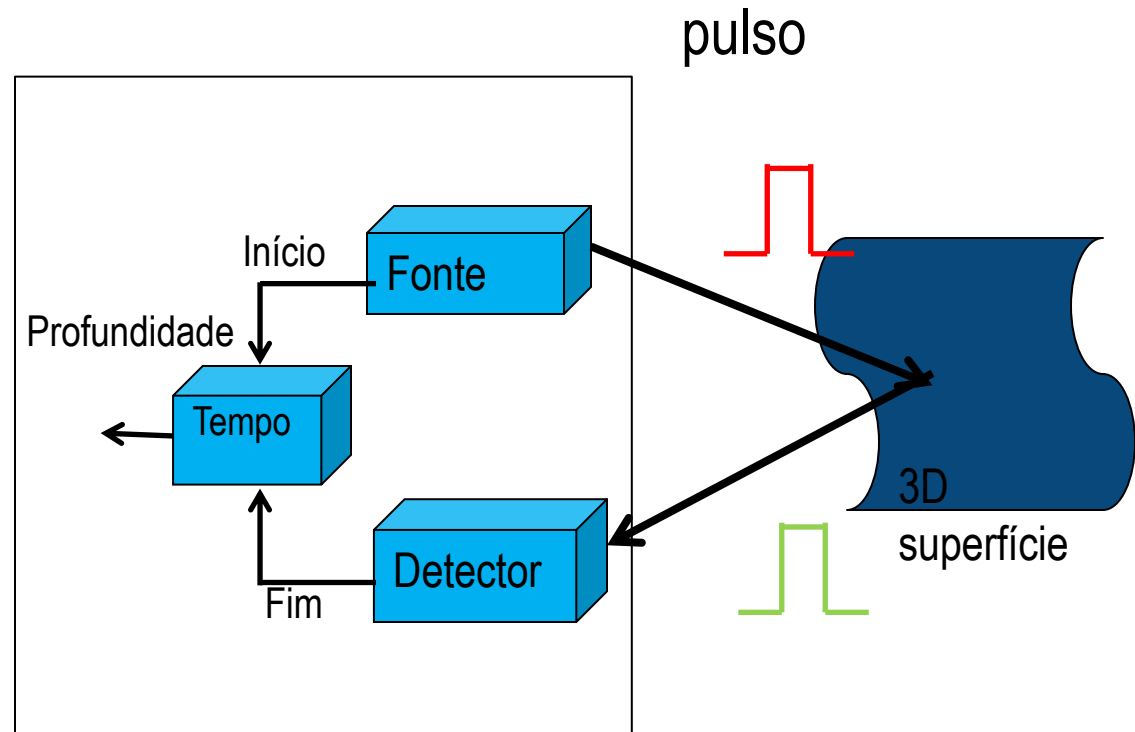
- Tecnologia bem estabelecida;
- Alta resolução;
- Normalmente relacionado a aplicações de movimento.

Existe soluções em LabVIEW baseadas em triangulação por laser em uso.



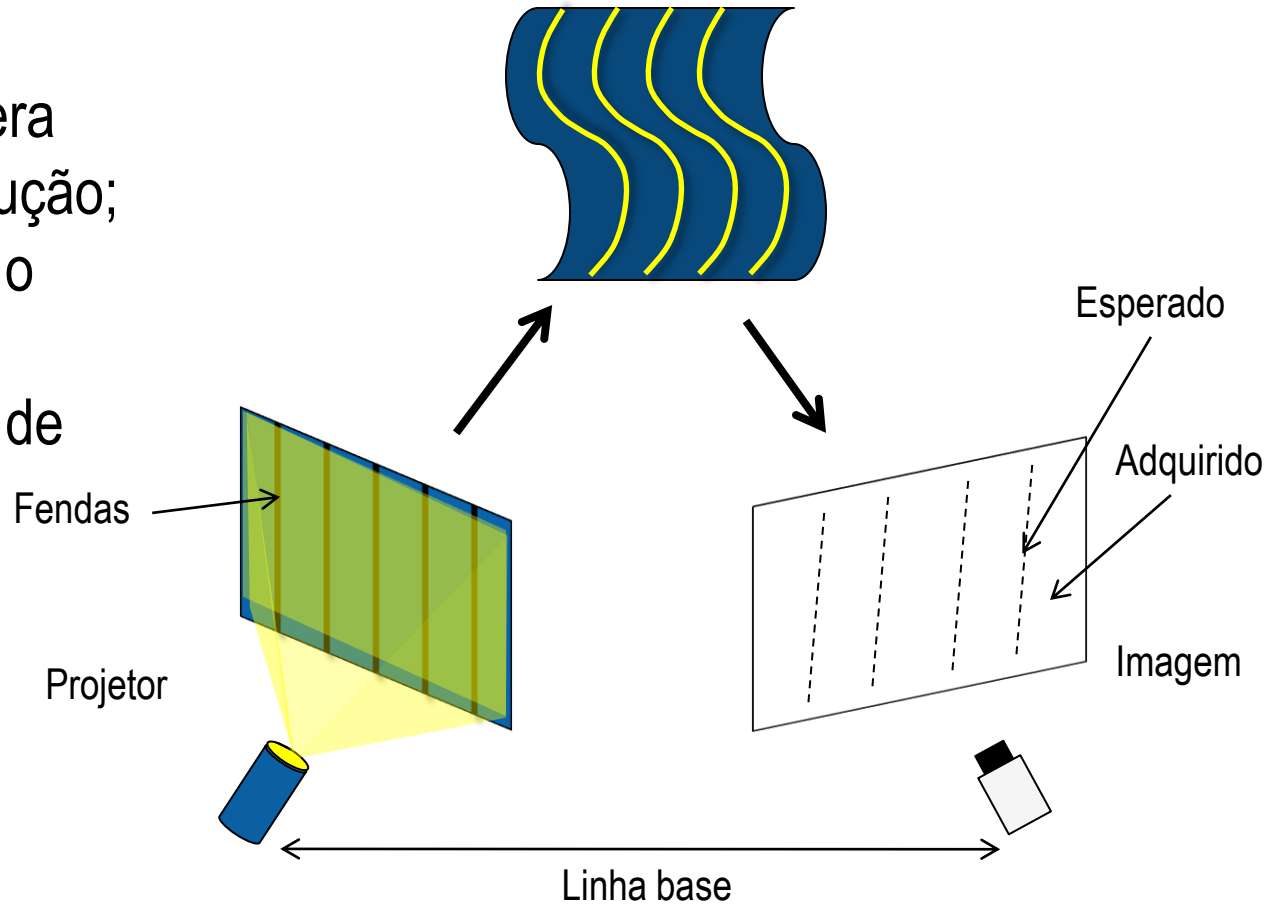
Tempo-de-voo

- Sistema de câmera único e compacto;
- Não é possível atingir a resolução da técnica de triangulação por laser
- Requer mecanismos de *trigger* muito eficientes;
- Popular na navegação robótica.



Luz estruturada

- Luz estruturada + Câmera
- Solução de baixa resolução;
- Se tornou popular com o Kinect™
- Popular em aplicações de jogos.



Visão binocular estéreo

Câmera da
esquerda



Objeto na
bancada de
teste



Câmera de
direita

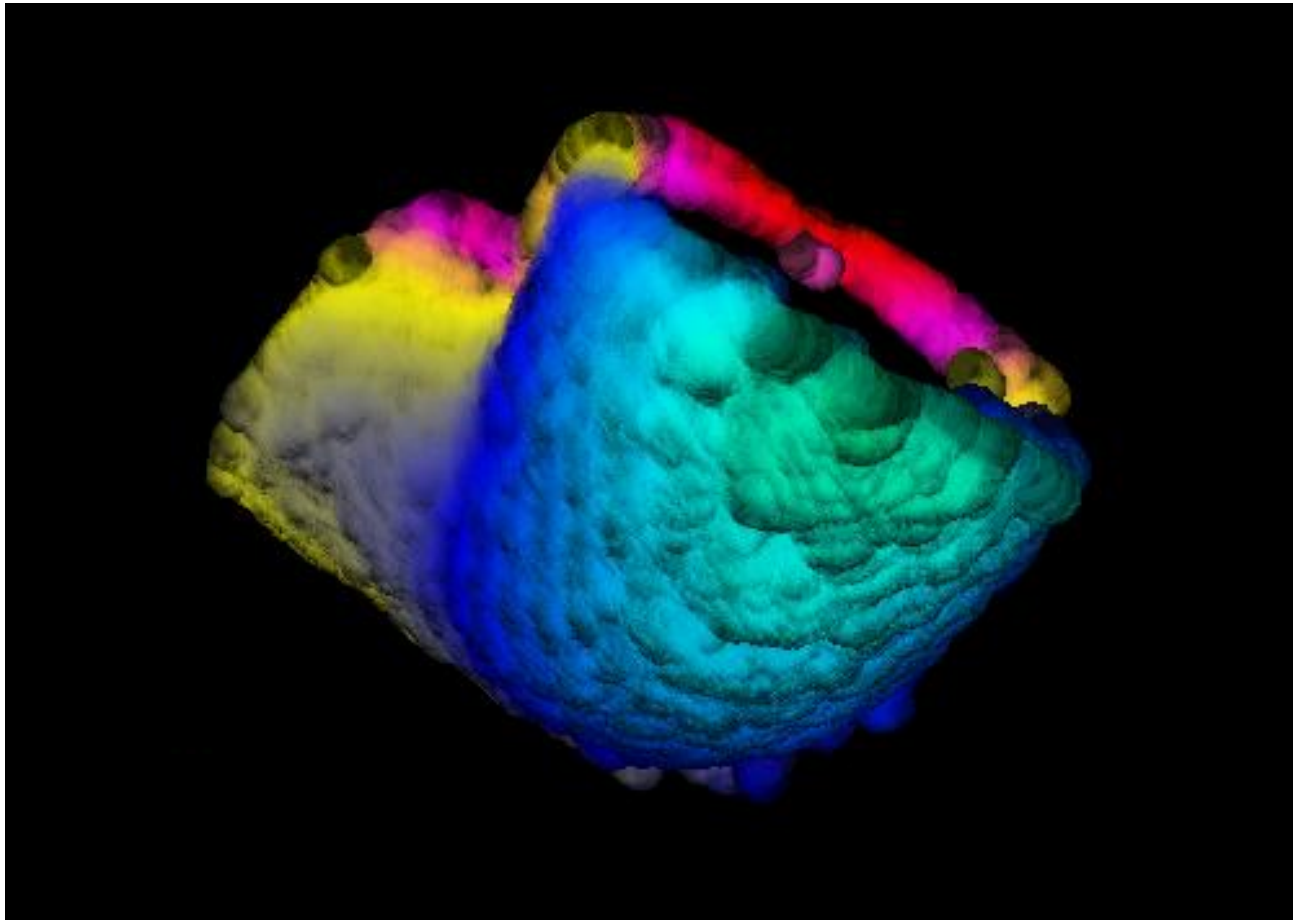


Imagem da câmera da esquerda



Imagem da câmera da direita

Visão binocular estéreo

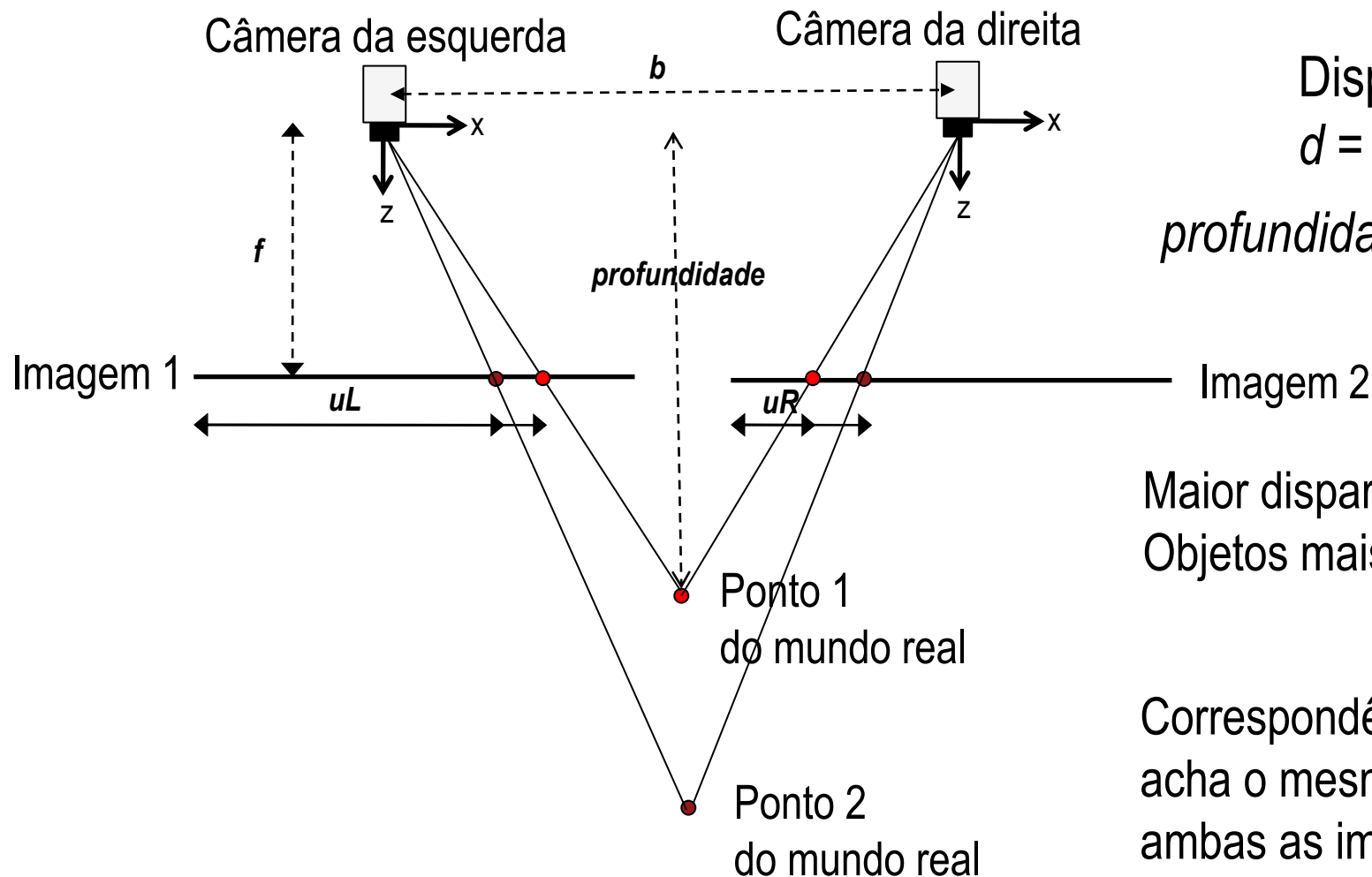


Nuvem de
pontos 3D

Motivação para usar visão binocular estéreo

- Passiva;
- A informação de textura é incorporada a imagem;
- Mais rápida comparada com a técnica de triangulação por laser;
- Maior campo de visão e maiores distâncias;
- Boa para captura de eventos (rastreamento);

Visão binocular estéreo



Disparidade

$$d = uL - uR$$

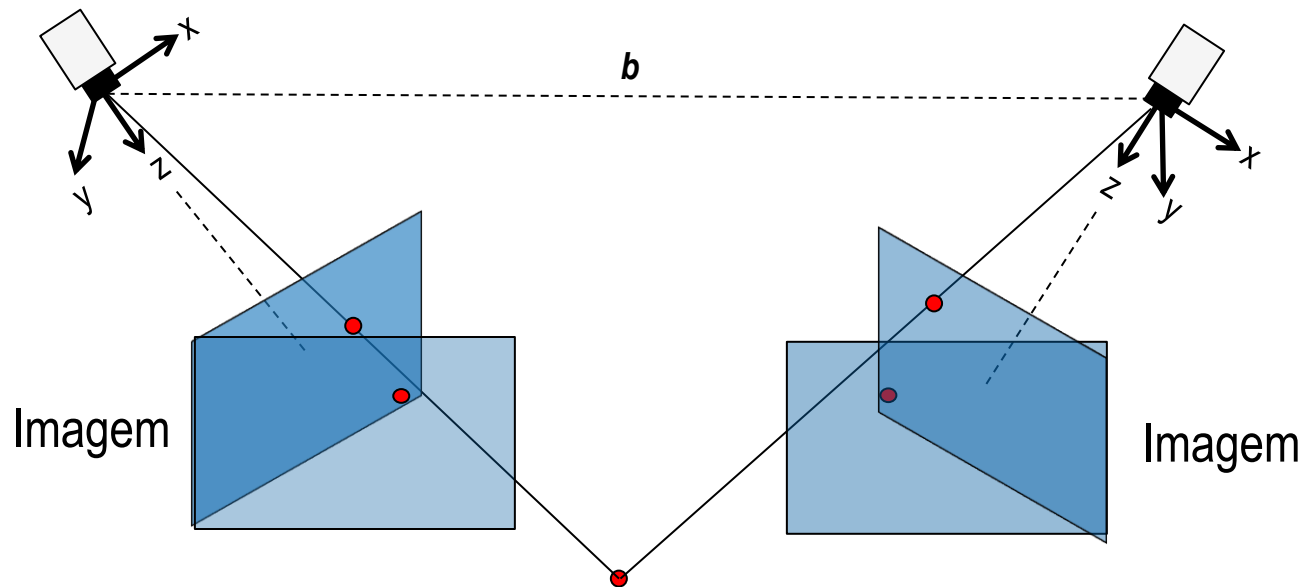
$$\text{profundidade} = f \cdot b / d$$

Maior disparidade =>
Objetos mais próximos

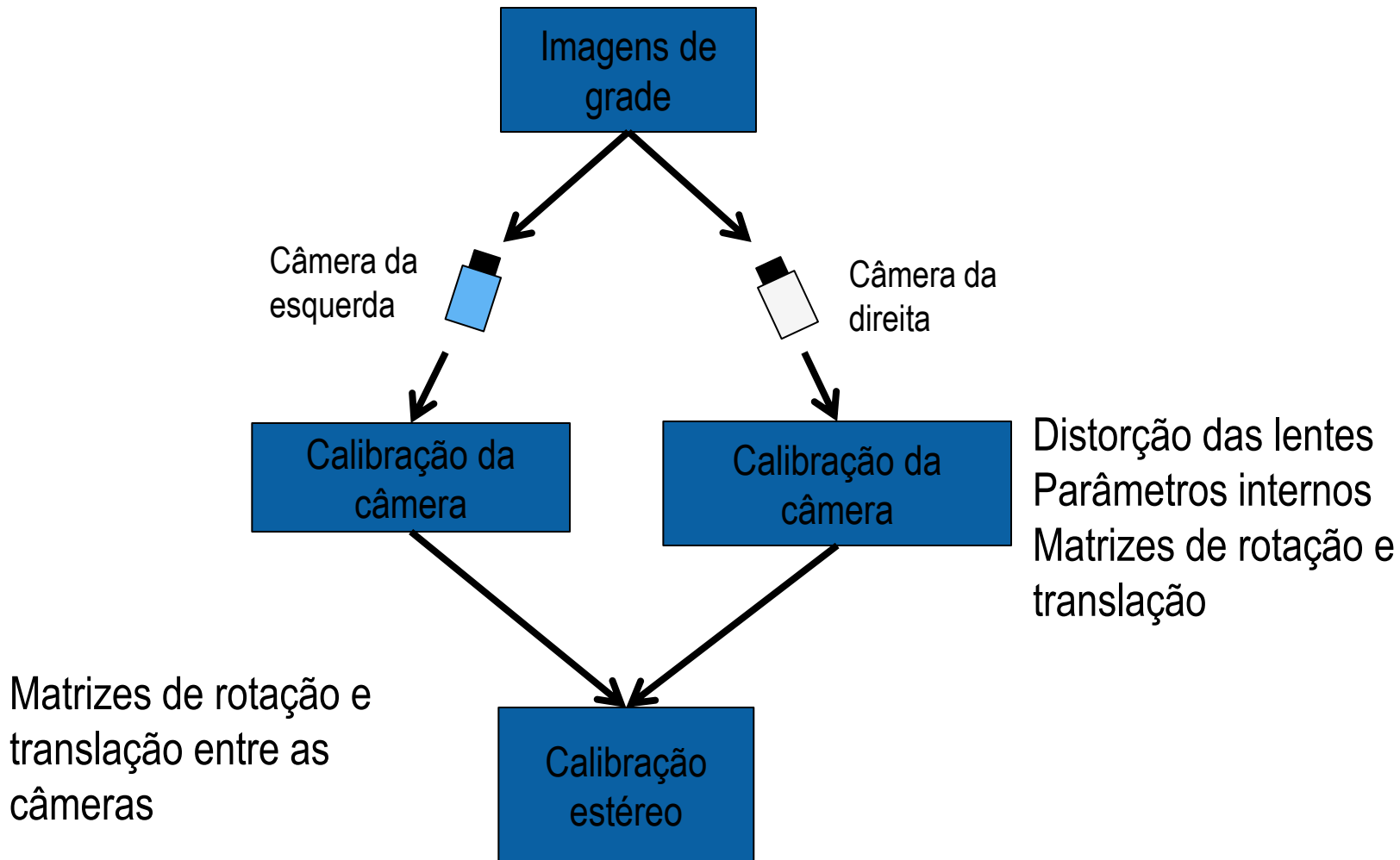
Correspondência Estéreo:
acha o mesmo ponto em
ambas as imagens

Visão binocular estéreo

- Porém, na prática as câmeras não estão alinhadas;
- As lentes das câmeras tem distorções;
- As imagens têm distorções.

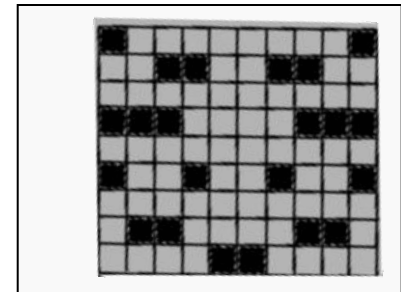
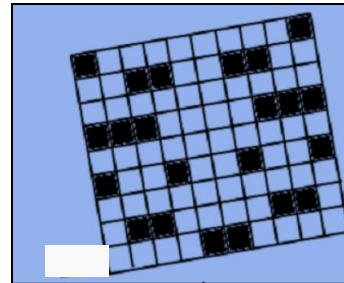
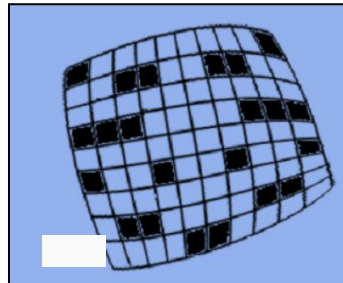
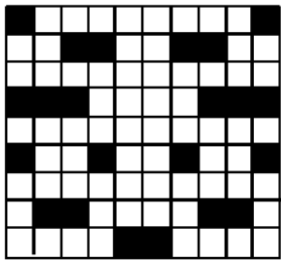


Visão binocular estéreo – Calibração



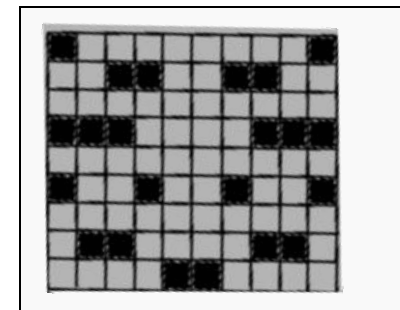
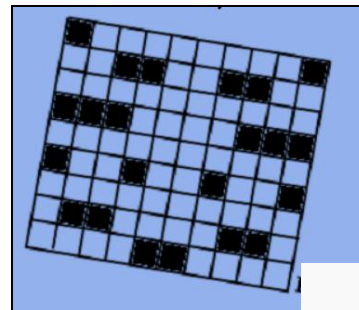
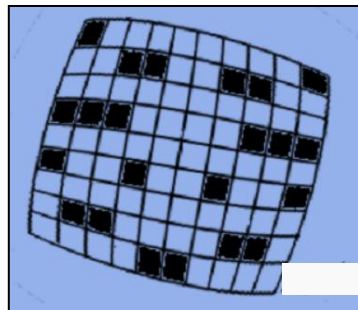
Visão binocular estéreo – Calibração

Câmera da
esquerda



Correção de
distorção

Retificação
estéreo



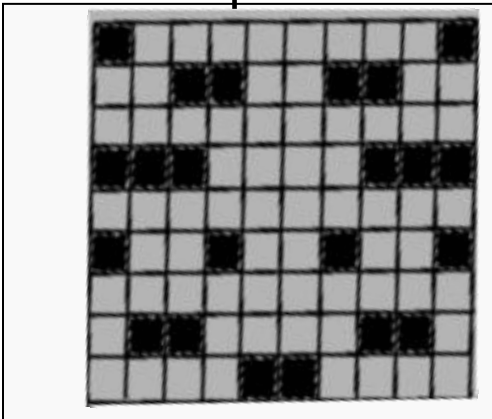
Câmera da
direita

Unidade
em teste

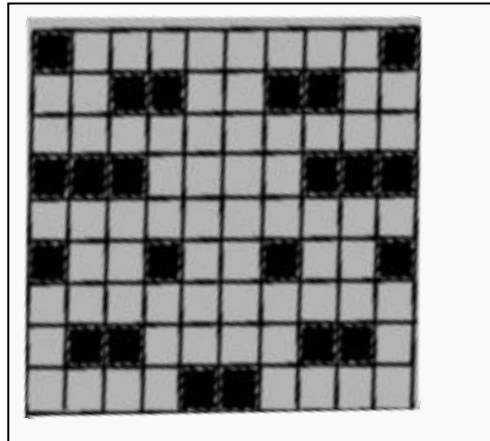
Correspondência de visão estéreo

A correspondência estéreo estabelece correlações entre as imagens retificadas da esquerda e da direita para produzir o mapa de divesparidade.

Esquerda



Direita



Imagens retificadas estéreo

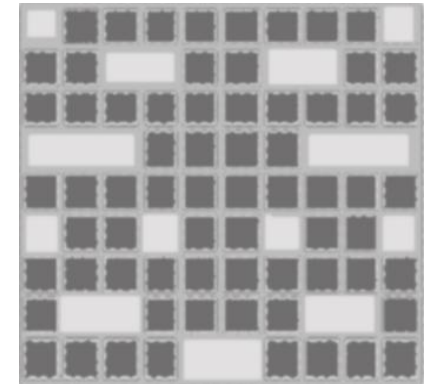


Imagem de disparidade

Técnicas para a obtenção da imagem de disparidade

Duas técnicas para a obtenção do mapa de disparidade

- Block matching
- Semi-global block matching

Block Matching

Antes da calibração estéreo – Não alinhada



Esquerda



Direita

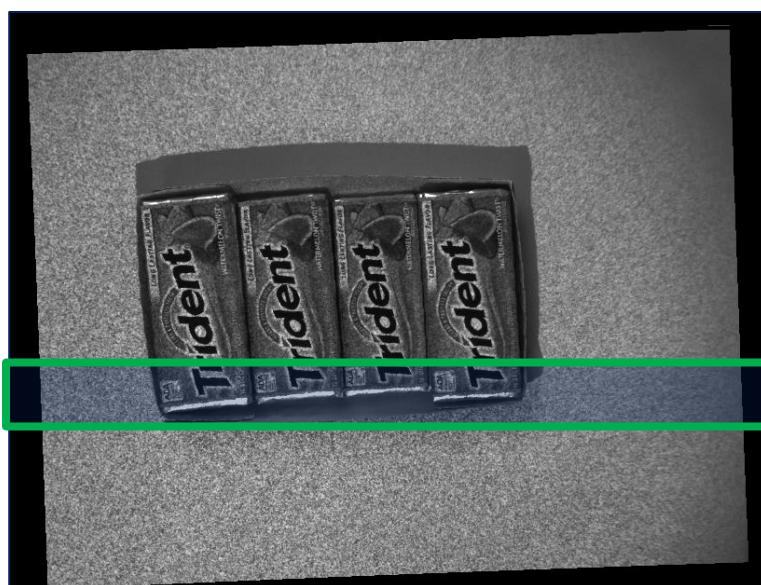
Block Matching



Após a calibração estéreo – Alinhada

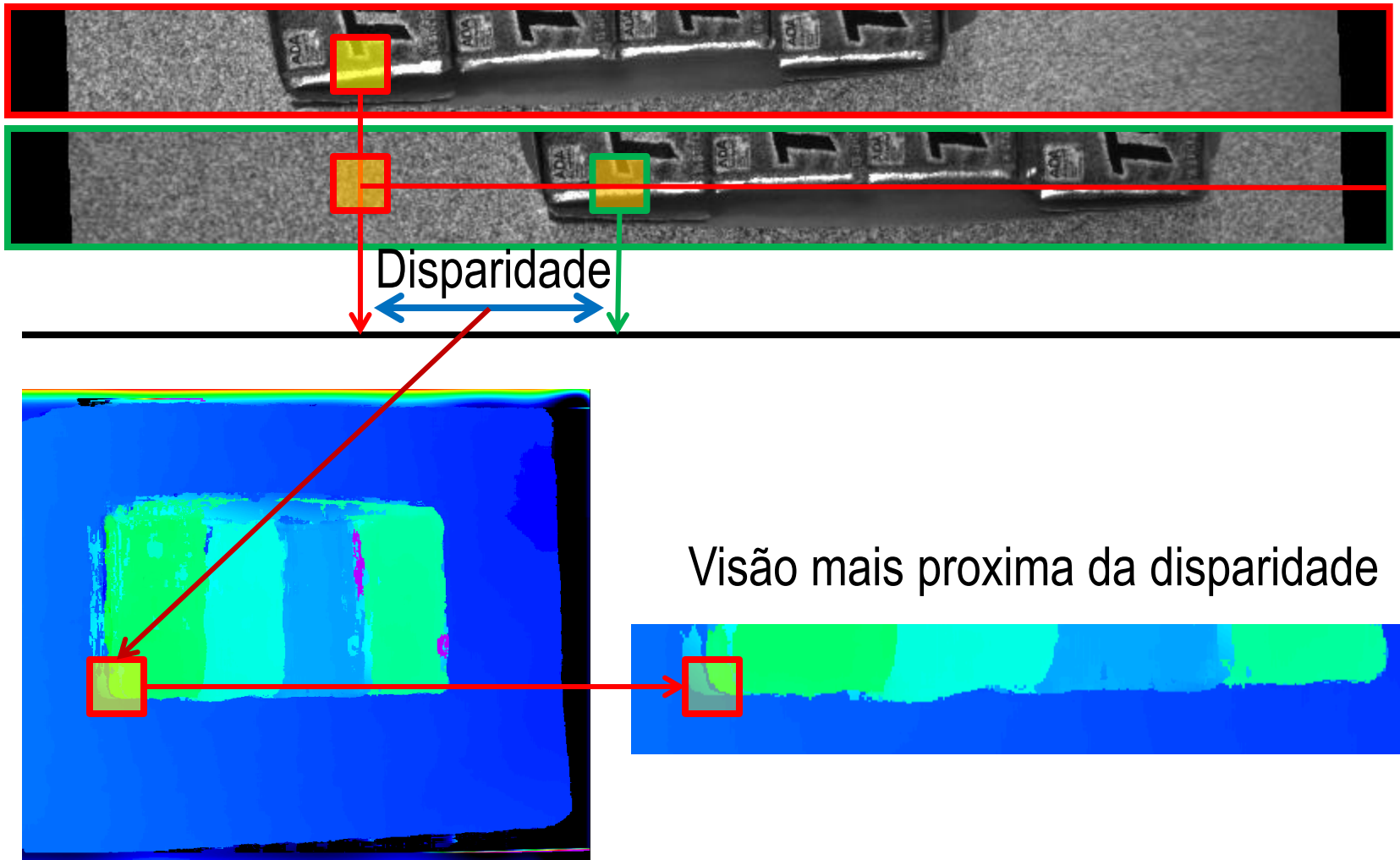


Esquerda

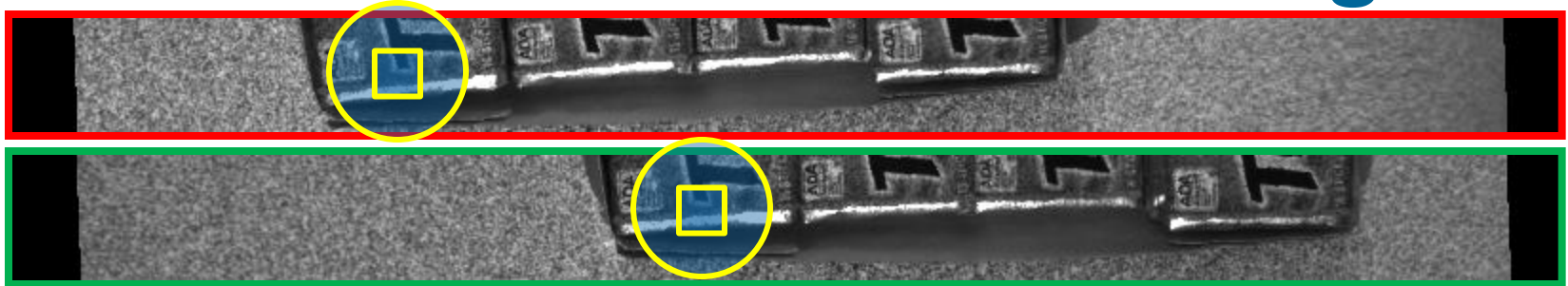


Direita

Block Matching



Semi Global Block Matching



1. A disparidade dos pixels vizinhos são usados;
2. O objetivo é minimizar a disparidade entre os pixels;
3. Para cada disparidade vizinha é atribuído um custo;
4. Achando o caminho com menor custo, melhores e mais suaves disparidades são alcançadas.

Imagem de profundidade

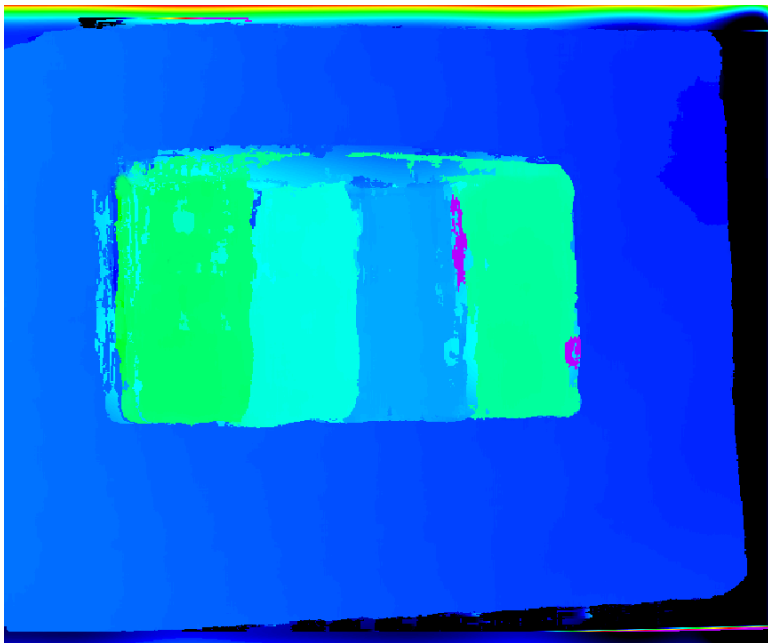
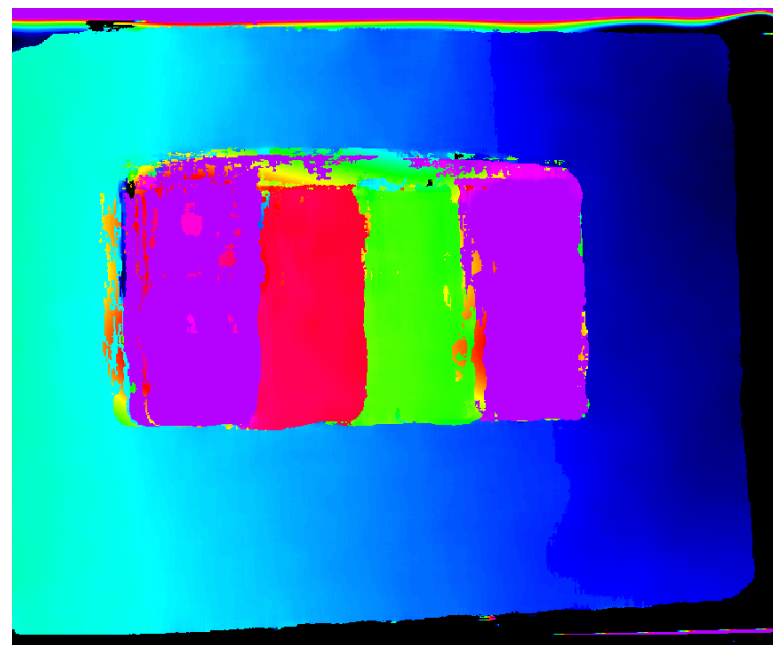


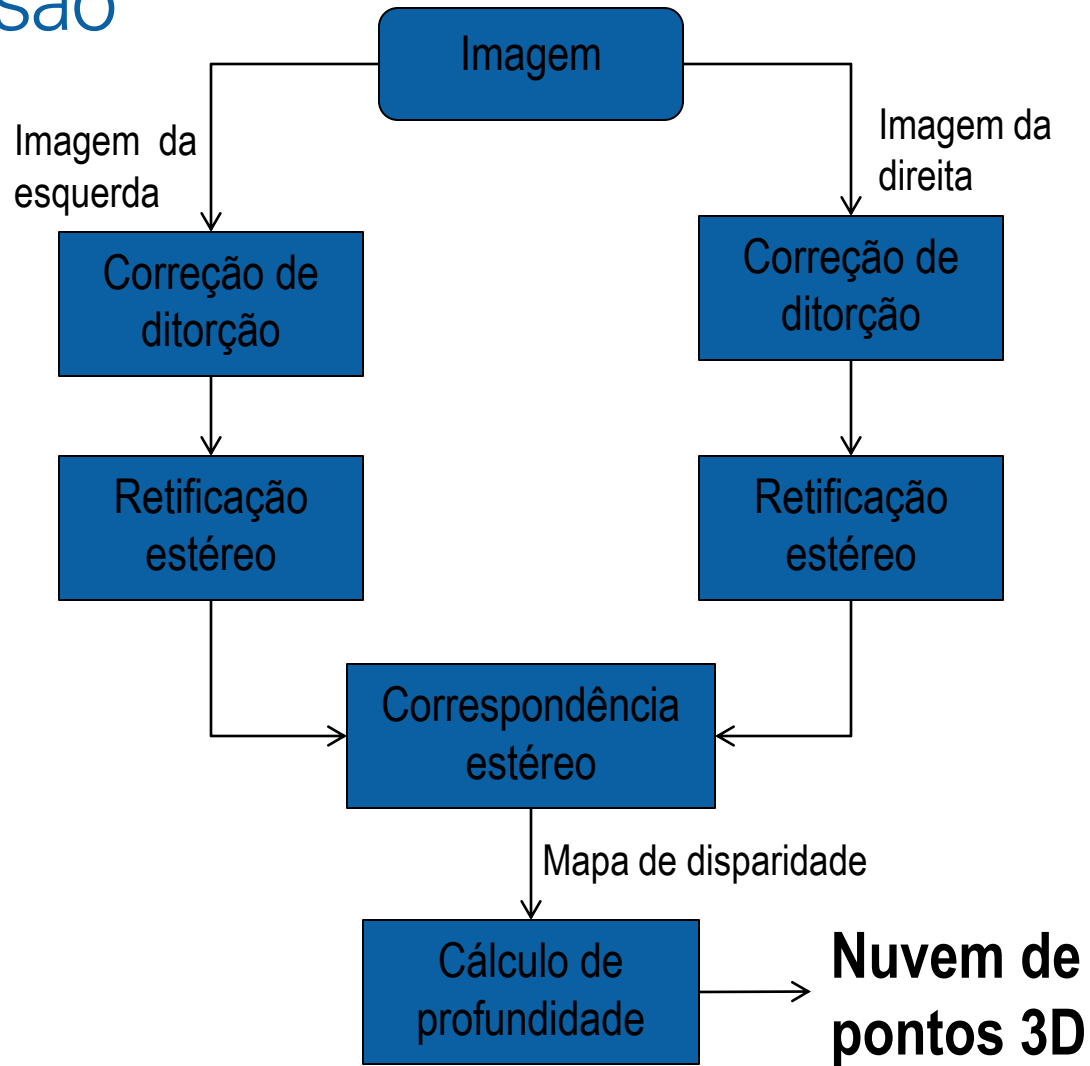
Imagem com disparidade

$$\text{Profundidade} = f \cdot b/d$$



Imagens de profundidade

Revisão



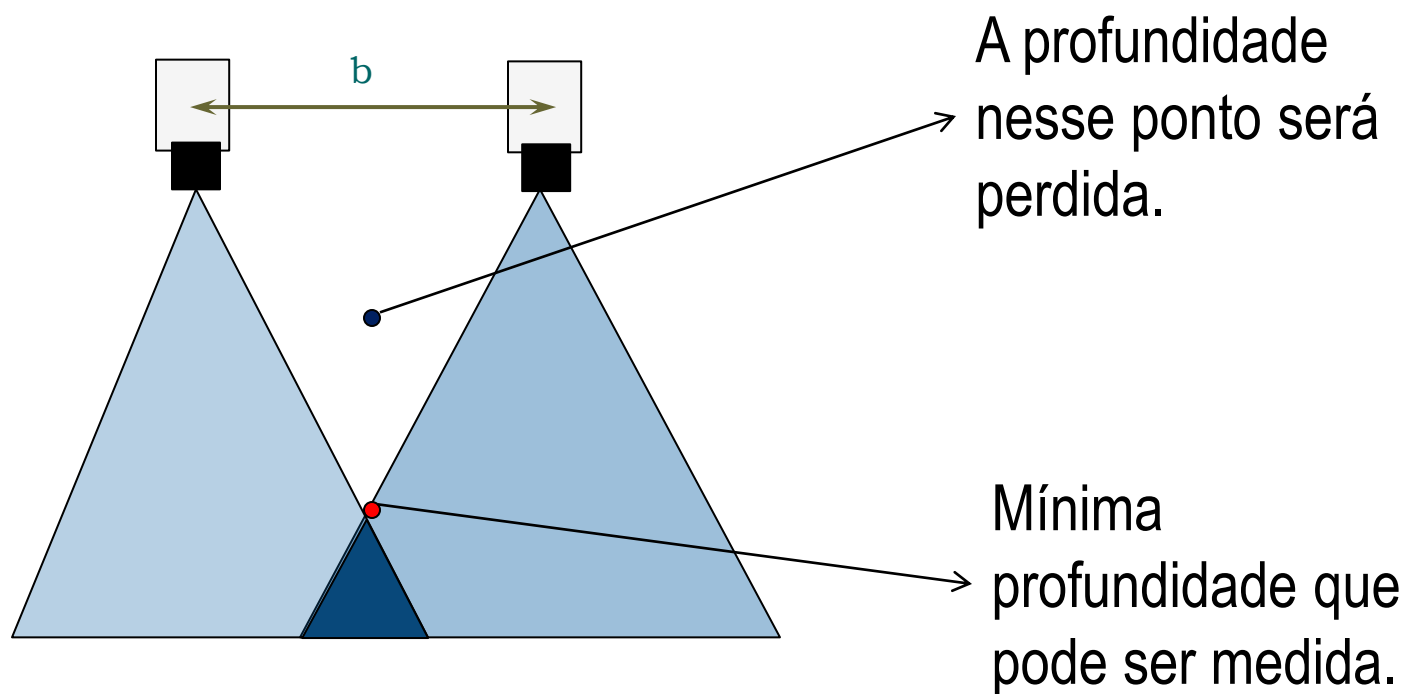
Demo

Como usar o NI Stereo Vision

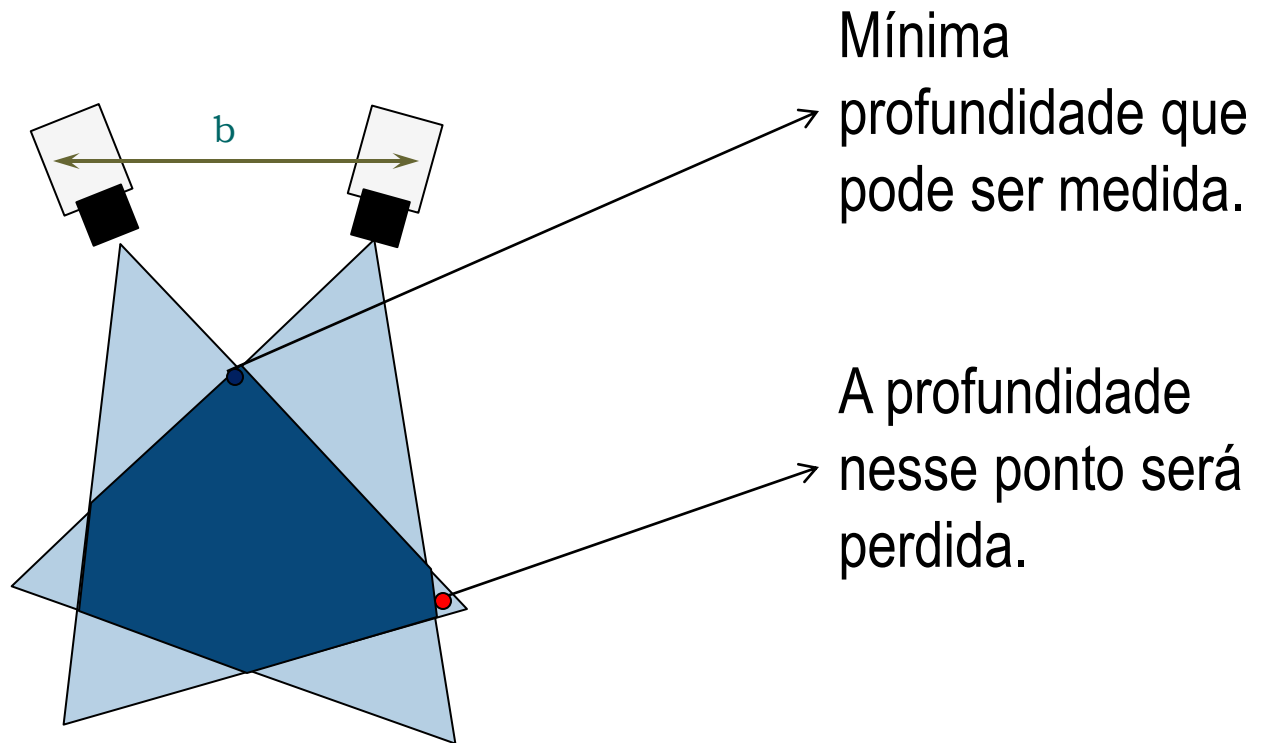
NI Vision Stereo Setup

- Configuração física;
 - Profundidade;
 - Precisão;
- Configuração de software;
 - Obtenção do mapa de disparidade;
 - Como usar pontuação de imagens;
 - Mapa de erro.

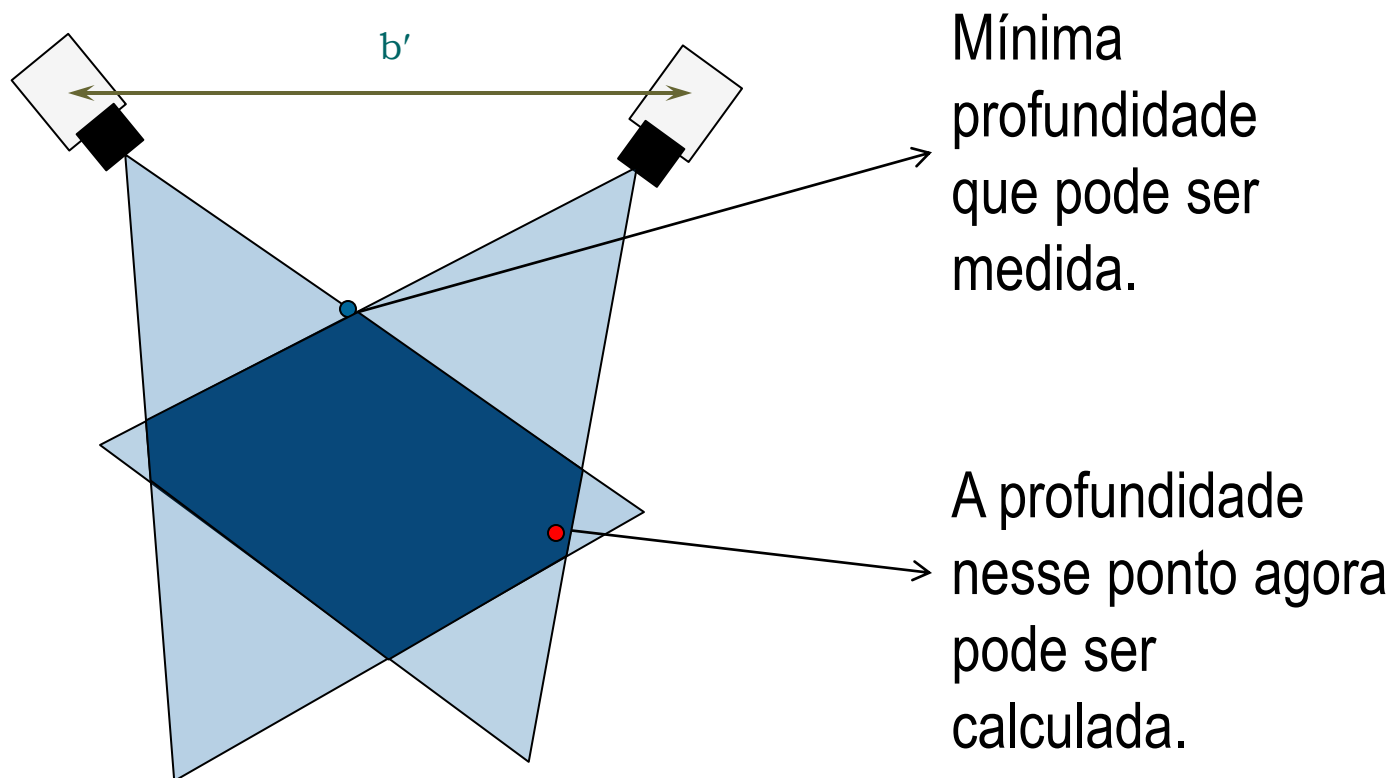
Paradoxo da configuração binocular estéreo



Paradoxo da configuração binocular estéreo



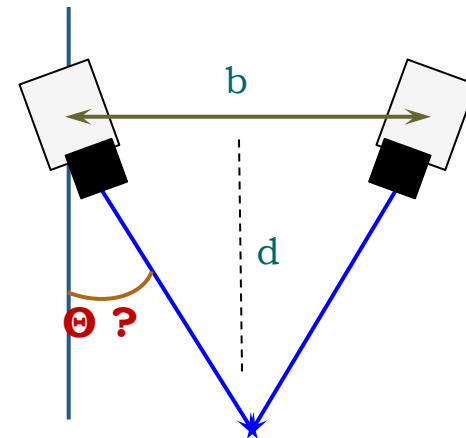
Paradoxo da configuração binocular estéreo



Configuração física

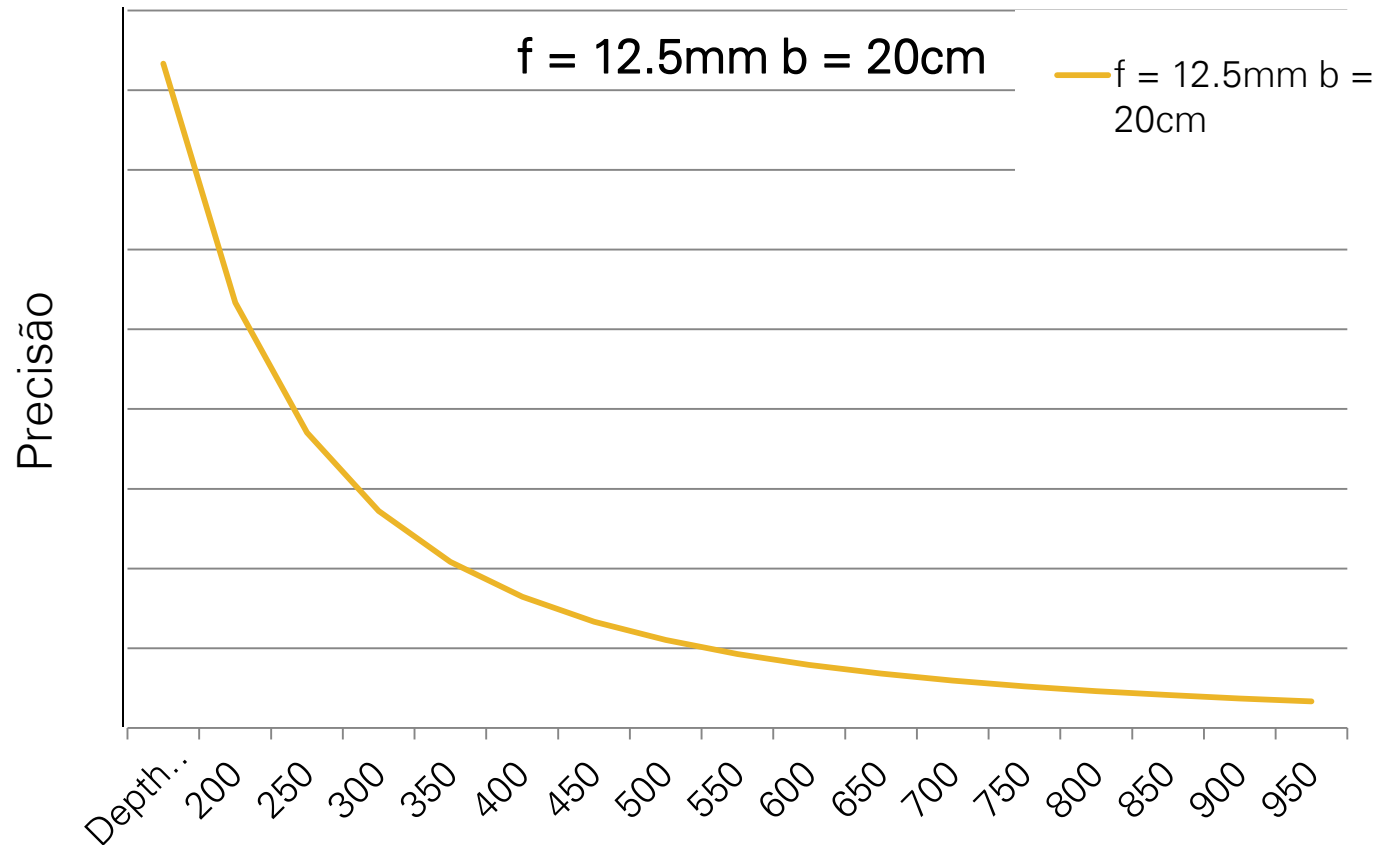
Configurando a inclinação da câmera.

Essencial para medir a **mínima profundidade desejada**



Para uma linha de base conhecida (b) entre a câmera e a mínima profundidade desejada (d), a inclinação da câmera (Θ) pode ser calculada.

Precisão da profundidade



Mapa típico de disparidade

Perda de medição
de disparidade

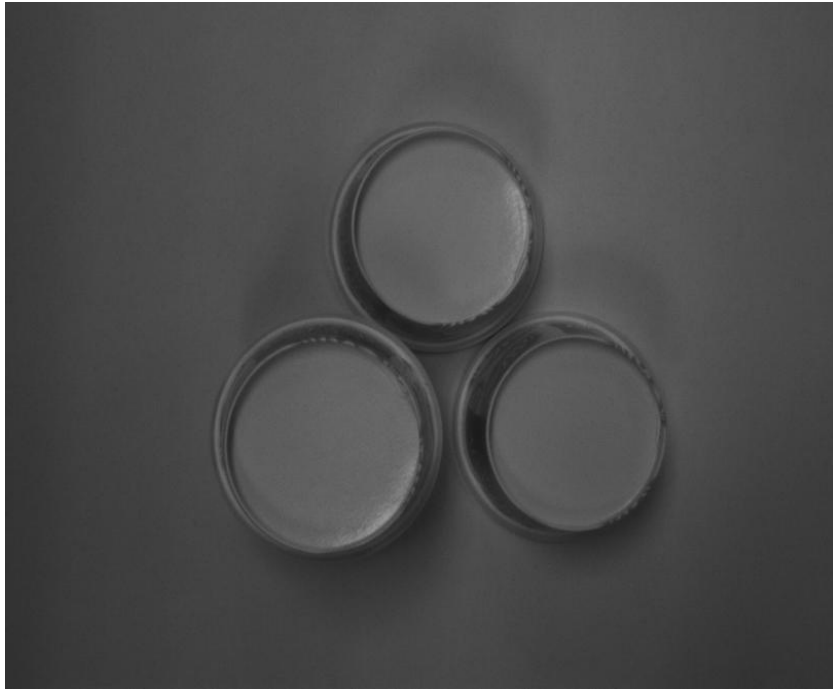
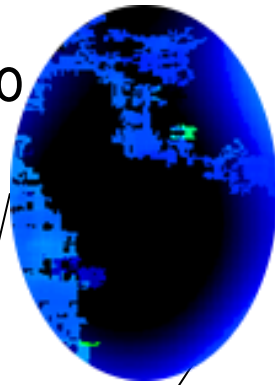


Imagem inspecionada

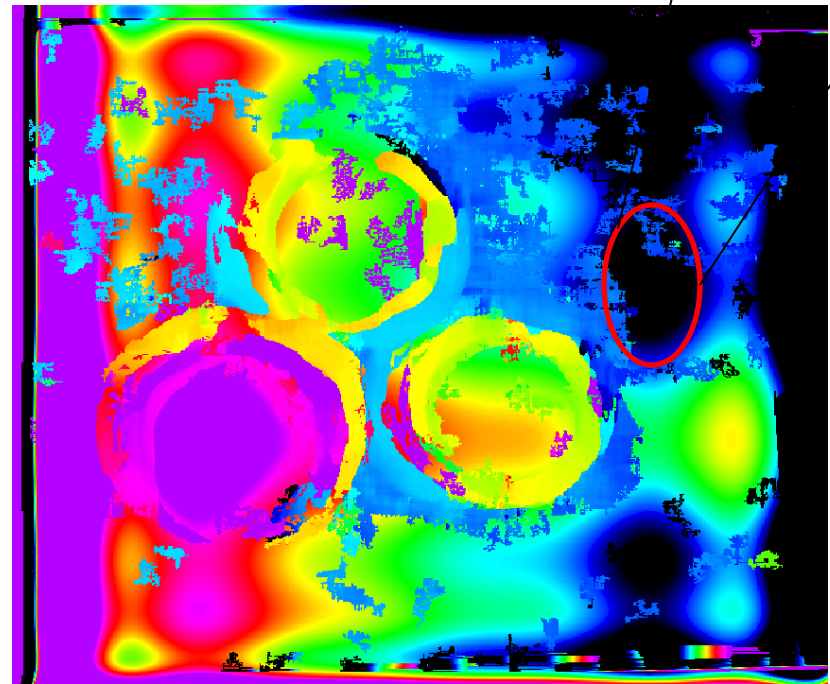
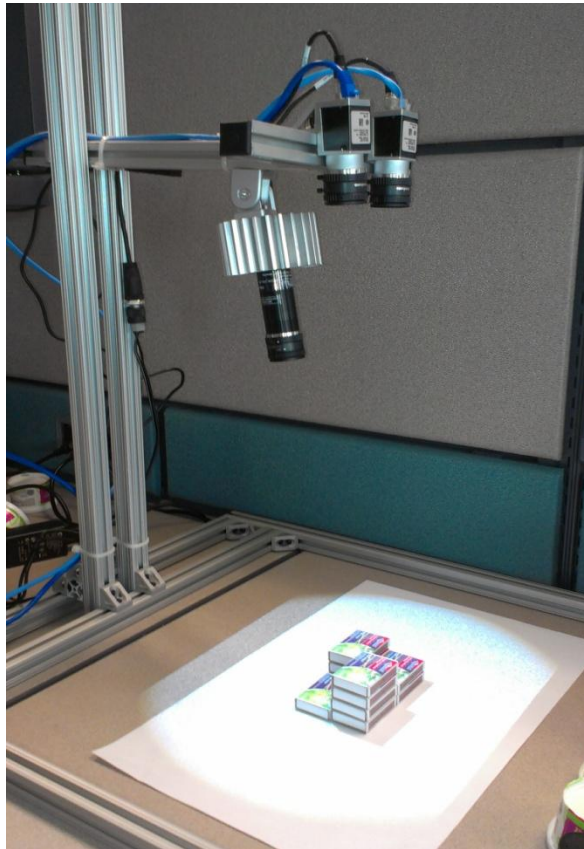


Imagem de profundidade

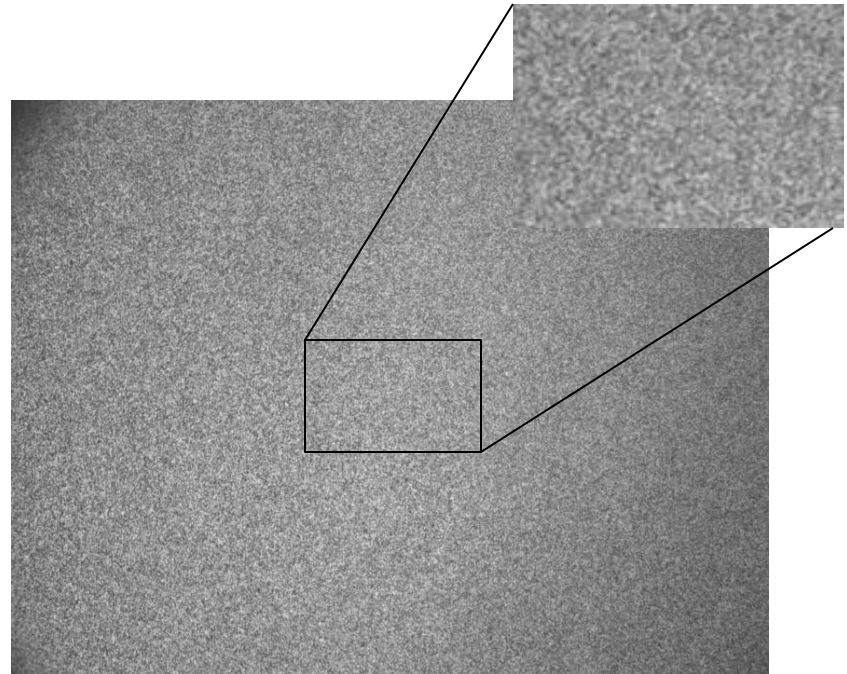
Projektor padrão

- O mapa de disparidade ajuda na precisão da medida de profundidade;
- O truque para obter mapa de disparidade para uma superfície é cobrir a máxima área visível durante a captura da imagem.
- O uso de projektor padrão ajuda

Projeto padrão



Projeto padrão ajuda a a
obter o mapa de disparidade



Um exemplo típico para projetor
padrão

Projeto padrão

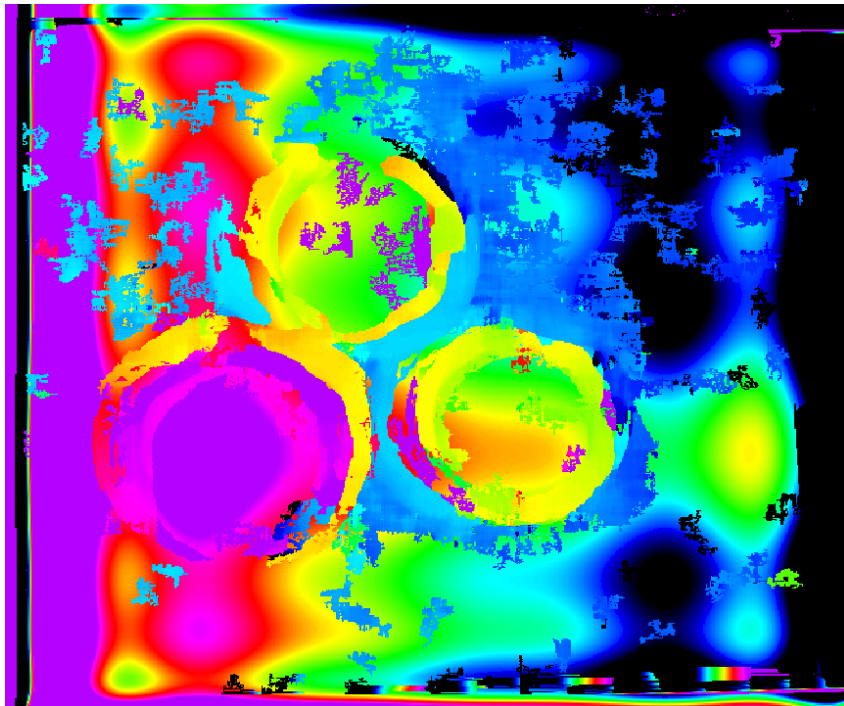


Imagem em profundidade
sem projetor padrão

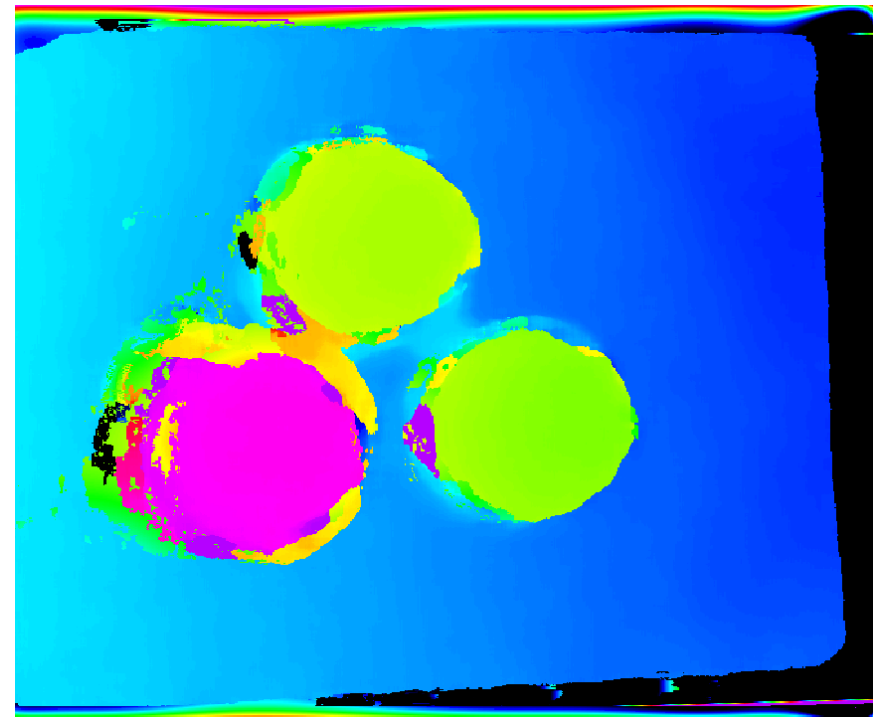


Imagem em profundidade
sem projetor padrão

Pontuação da imagem

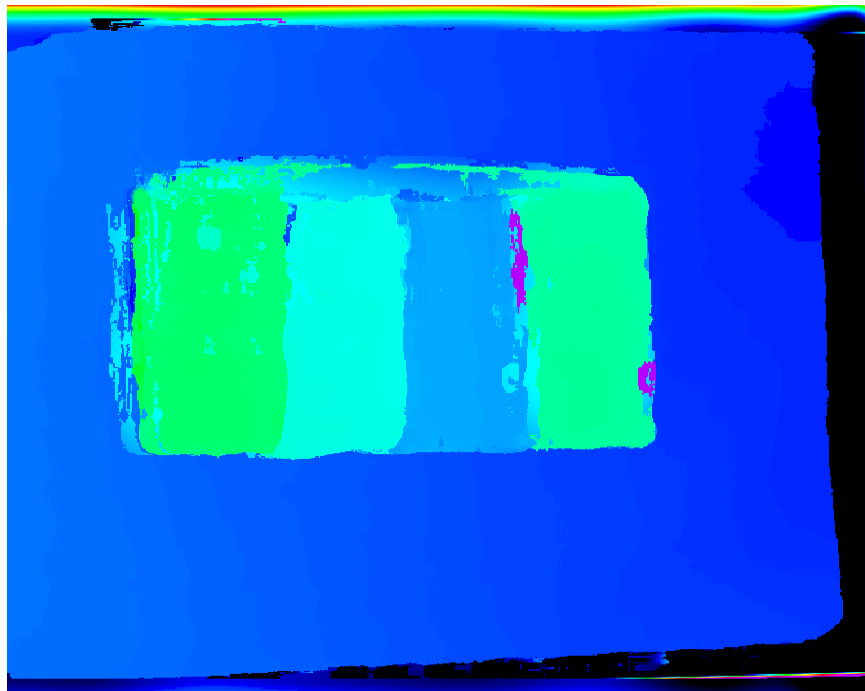
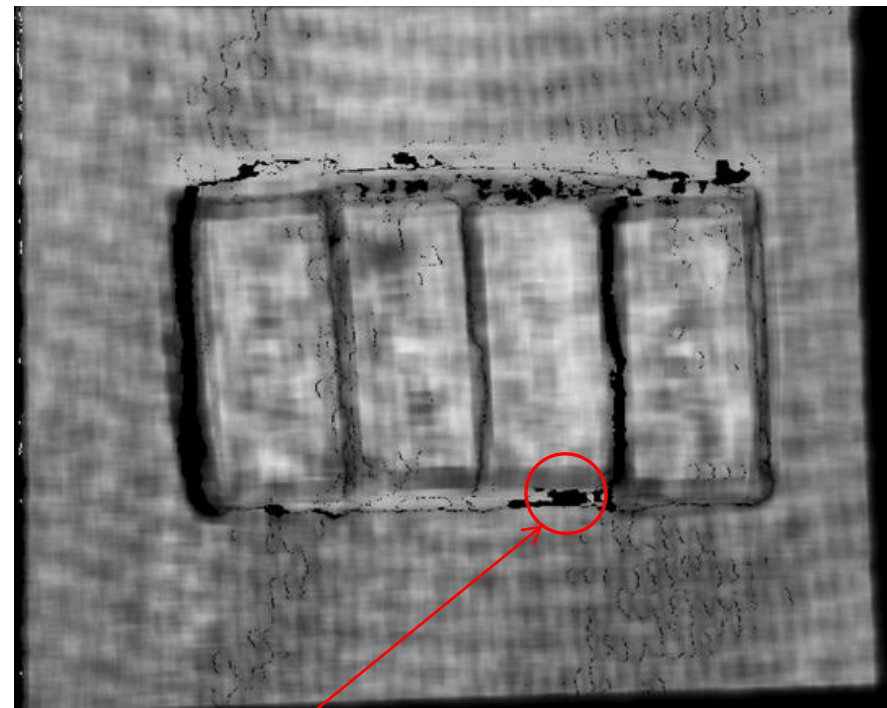


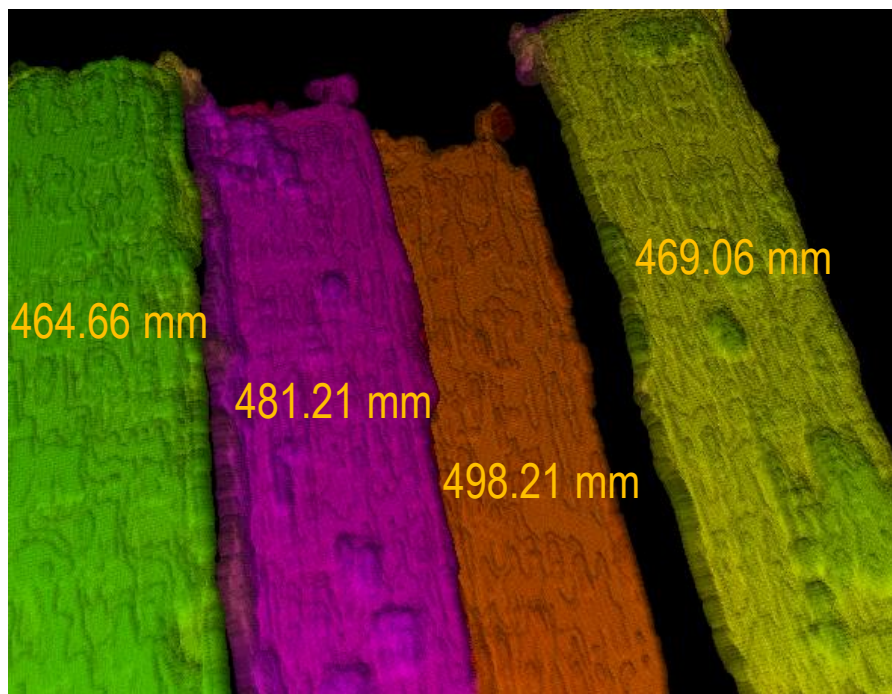
Imagem de
disparidade



Pontuação da imagem

Valor de pontuação muito
baixo

Imagem de erro



Nuvem de pontos 3D

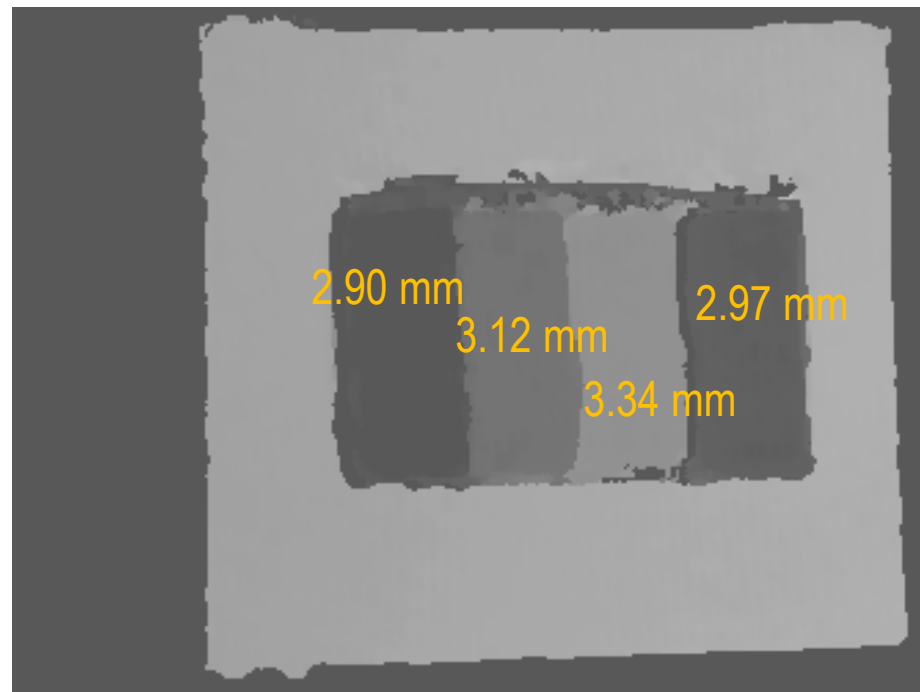


Imagem de erro

Resumo

- A visão 3D nos ajuda a melhorar nossa gama de possibilidades de medidas para objeto em teste;
- Visão binocular estéreo da NI
 - Fornece uma forma de obter o 3D de um objeto em teste;
 - **Imagens de profundidade e imagens de disparidade** com imagens de erro e pontuação de imagens podem ser usadas para medições 3D
 - Podemos usar muito do que já se tem em medições 2D para as imagens 3D
- **Nuvens de pontos 3D** podem ainda ser usado em aplicações de terceiro para visualizar e fazer medições 3D;
- A visão binocular estéreo da NI tem sido integrada com as bibliotecas de medições 3D da Imaging labs.

Classificação do Data Matrix

ISO 15415

AIM DPM

Motivação

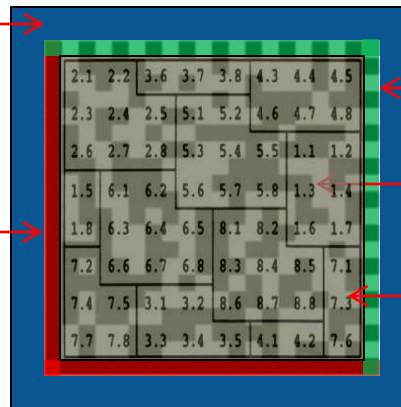
- Classificação ajuda em:
 - Conformidade da medição;
 - Detecção da causa da degradação da Data Matrix de um nó;
 - Fornecer feedback para a impressora / estação de marcação na qualidade;
 - Alcança a conformidade de contrato;
 - Rastreabilidade de partes na cadeia de fornecimento.

Data Matrix – Visão global

- O 2D matrix barcode consiste de células pretas e claras arranjadas em padrões quadrados ou retangulares com dados codificados;
- Os dados podem ser textos ou valores numéricos.

Zona clara (margem de silêncio)

Padrão de localização



Clock padrão

Célula de dados

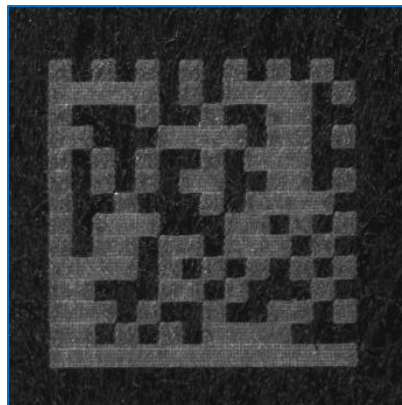
Palavra código

Data Matrix – Visão global

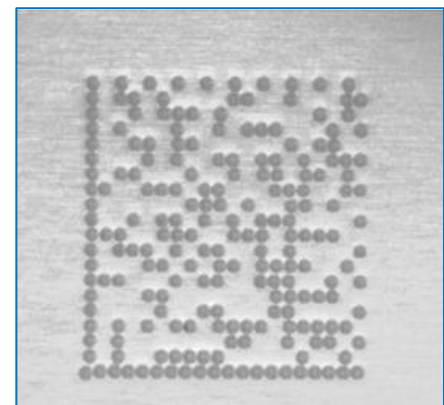
- O Data Matrix pode ser impresso diretamente em peças ou em papel para rastreabilidade na cadeia de fornecimento.



Impressão



Gravação a laser



Impressão por pontos

Leitura vs. verificação de Data Matrix



Legível /
Nota F

Nó 1



Nó 2



Nó 3



Não legível

Cadeia de fornecimento *ou linha de produção*

- O código ser legível, não significa que sua qualidade é boa.
- É importante rastrear a qualidade do código através de toda a cadeia de fornecimento de modo que ele possa manter a legibilidade até atingir a outra extremidade da cadeia

Faixas de notas para os parâmetros

- A maioria dos cálculos de parâmetros retorna um valor que é convertido em uma nota;
- 15415 e DPM especifica diferentes faixas de notas para cada parâmetro;
- Por exemplo: Faixas de notas do contraste da célula.
 - A (4.0) se o contraste da célula for ≥ 0.3
 - B (3.0) se o contraste da célula for ≥ 0.25
 - C (2.0) se o contraste da célula for ≥ 0.20
 - D (1.0) se o contraste da célula for ≥ 0.15
 - F (0.0) se o contraste da célula for < 0.15

ISO 15415 : 2004

- Decodificação da nota;
- Contraste do símbolo;
- Não uniformidade axial;
- Não uniformidade da grade;
- Correção de erro não usada;
- Modulação;
- Dano do padrão corrigido.

Nota A é dada se o código é legível

ISO 15415 : 2004

- Decodificação da nota;
- Contraste de símbolo;
- Não uniformidade axial;
 - Não uniformidade da grade;
 - Correção de erro não usada;
 - Modulação;
- Dano do padrão corrigido.



} R max (média de 10% dos pixels mais claros)

$$SC = R_{max} - R_{min}$$

} R min (média de 10% dos pixels mais escuros)

A nota determina se as regiões escuras ou claras são suficientemente distintas.

ISO 15415 : 2004

- Decodificação da nota;
- Contraste de símbolo;
- **Não uniformidade axial;**
- Não uniformidade da grade;
- Correção de erro não usada;
- Modulação;
- Dano do padrão corrigido.



Teste para desigualdade na escala do eixo X ou Y do código

ISO 15415 : 2004

- Decodificação da nota;
- Contraste de símbolo;
- **Não uniformidade axial;**
- Não uniformidade da grade;
- Correção de erro não usada;
- Modulação;
- Dano do padrão corrigido.



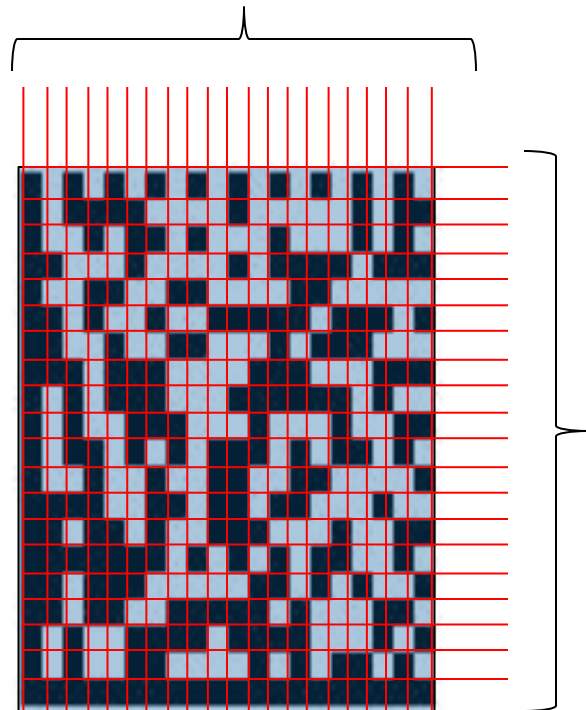
Nota mais baixa (F)

Teste para desigualdade na escala do eixo X ou Y do código

ISO 15415 : 2004

- Decodificação da nota;
- Contraste de símbolo;
- **Não uniformidade axial;**
- Não uniformidade da grade;
- Correção de erro não usada;
- Modulação;
- Dano do padrão corrigido.

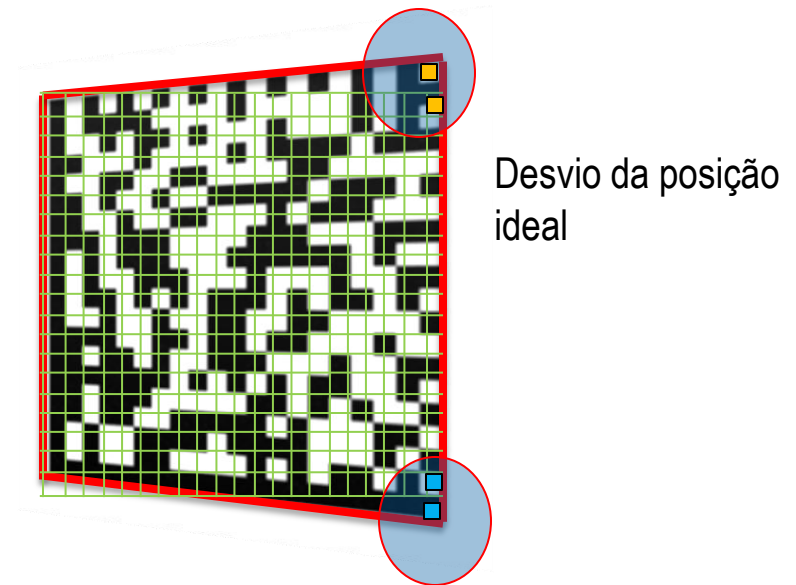
Espaçamento médio de X



Espaçamento
médio de Y

ISO 15415 : 2004

- Decodificação da nota;
- Contraste de símbolo;
- Não uniformidade axial;
- **Não uniformidade da grade;**
- Correção de erro não usada;
- Modulação;
- Dano do padrão fcorrigido.

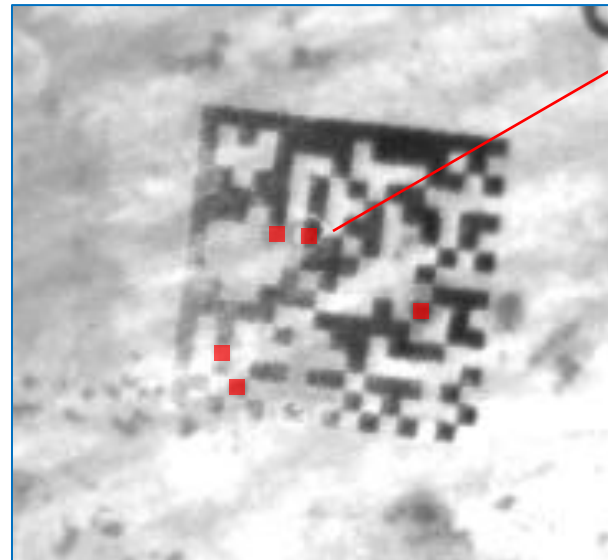


Medida do maior desvio do centro da grade da posição teórica

ISO 15415 : 2004

Medidas de quanto a margem de segurança de leitura está degradada devido ao dano na superfície

- Decodificação da nota;
- Contraste de símbolo;
- Não uniformidade axial;
- Não uniformidade da grade;
- **Correção de erro não usada;**
- Modulação;
- Dano do padrão corrigido.



■ Células com erro corrigido

ISO 15415 : 2004

- Decodificação da nota;
- Contraste de símbolo;
- Não uniformidade axial;
- Não uniformidade da grade;
- Correção de erro não usada;
- **Modulação;**
- Dano do padrão corrigido.



Medida da uniformidade da refletância dos módulos claros e escuros nos barcode 2D.

• Seleção da menor nota

$$\text{Modulação} = 2 \cdot (\text{abs}(R - GT)) / SC$$

R é a refletância do módulo mais próxima ao threshold do código, GT é o threshold global e SC é o Symbol Contrast

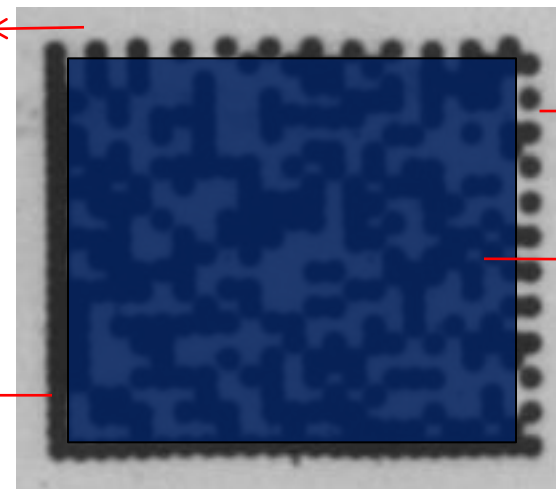
ISO 15415 : 2004

- Decodificação da nota;
- Contraste de símbolo;
- Não uniformidade axial;
- Não uniformidade da grade;
- Correção de erro não usada;
- Modulação;
- Dano do padrão corrigido.

Medida dos danos no **padrão de localização, finder pattern, Zona clara (margem de silêncio), padrão de clock**

Zona clara
(margem de
silêncio)

Padrão de
localização

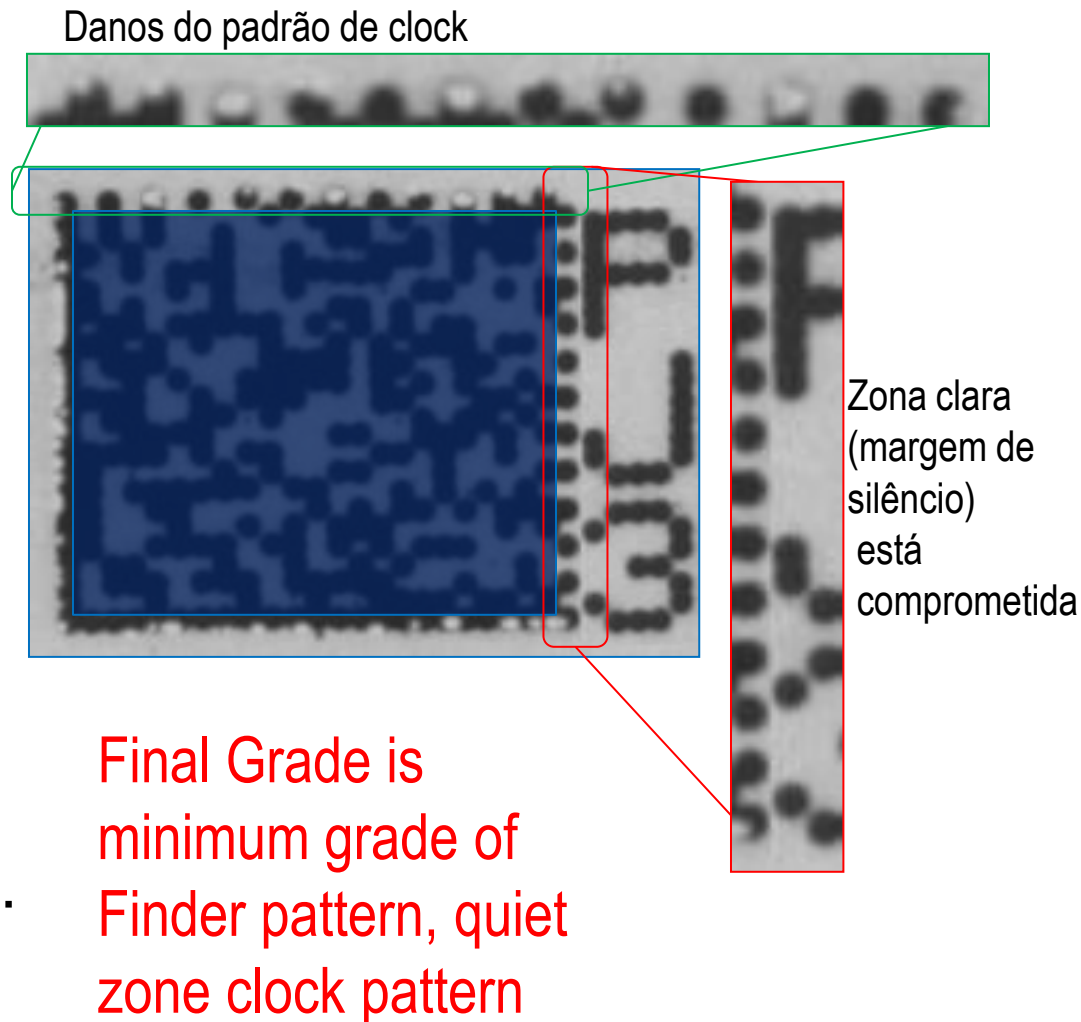


Padrão de
clock

Células de
dados

ISO 15415 : 2004

- Decodificação da nota;
- Contraste de símbolo;
- Não uniformidade axial;
- Não uniformidade da grade;
- Correção de erro não usada;
- Modulação;
- Dano do padrão corrigido.



ISO 15415 : 2004

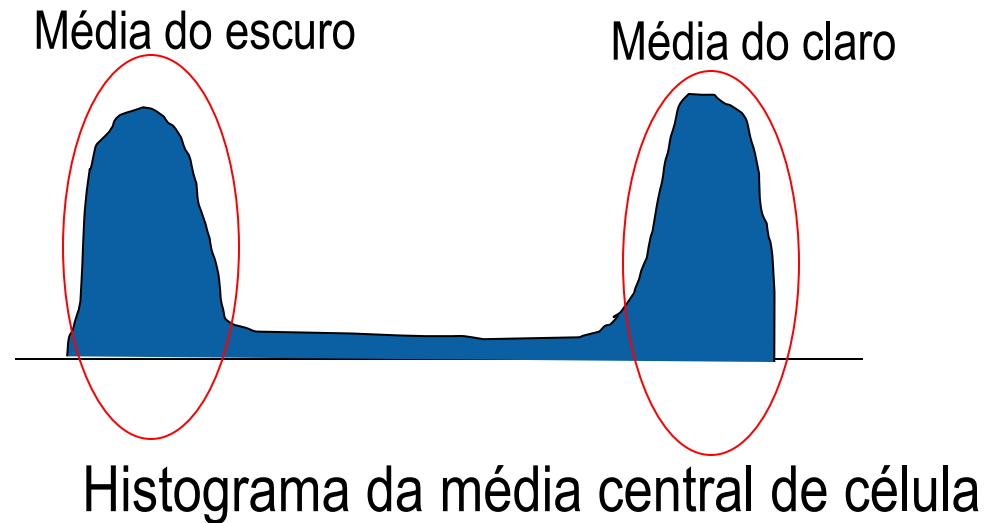
- Escaneamento das notas
 - Mínima nota de todos os parâmetros
- Nota final/ global
 - Tire 5 fotos, com cada imagem rotacionada a 72 graus e calcule a média das notas para as 5 imagens

AIM : DPM

- DPM: Direct Part Marking
- Abrange todos os parâmetros do 15415, mas com algumas modificações;
- **Diferentes métodos de pré-processos** para a aplicação de abertura sintética;
- Novo parâmetro chamado **refletância mínima**;
- Método Symbol contrast é mudado para **contraste da célula** e os **patamares de notas** são mudados
- Modulação é mudada para **modulação de células** com diferentes métodos de cálculo;
- Diferentes especificações de iluminação.

AIM : DPM

- Contraste da célula ;
- Modulação de célula;
- Mínima refletância.



Contraste de célula =
 $\text{média do claro} - \text{média do escuro} / \text{média do claro}$

AIM : DPM

- Contraste da célula;
- Modulação de célula;
- Mínima refletância.



Measure of the uniformity of reflectance of the dark and light modules in a 2D barcode

- Calcula a nota da modulação para cada código
- Seleciona a mínima nota.

Se $(R < T2)$ então $CM = (T2 - R)/(T2 - MD)$

$CM = (R - T2)/(ML - T2)$

R é a refletância da célula

$T2$ é o threshold

MD é a média das células escuras

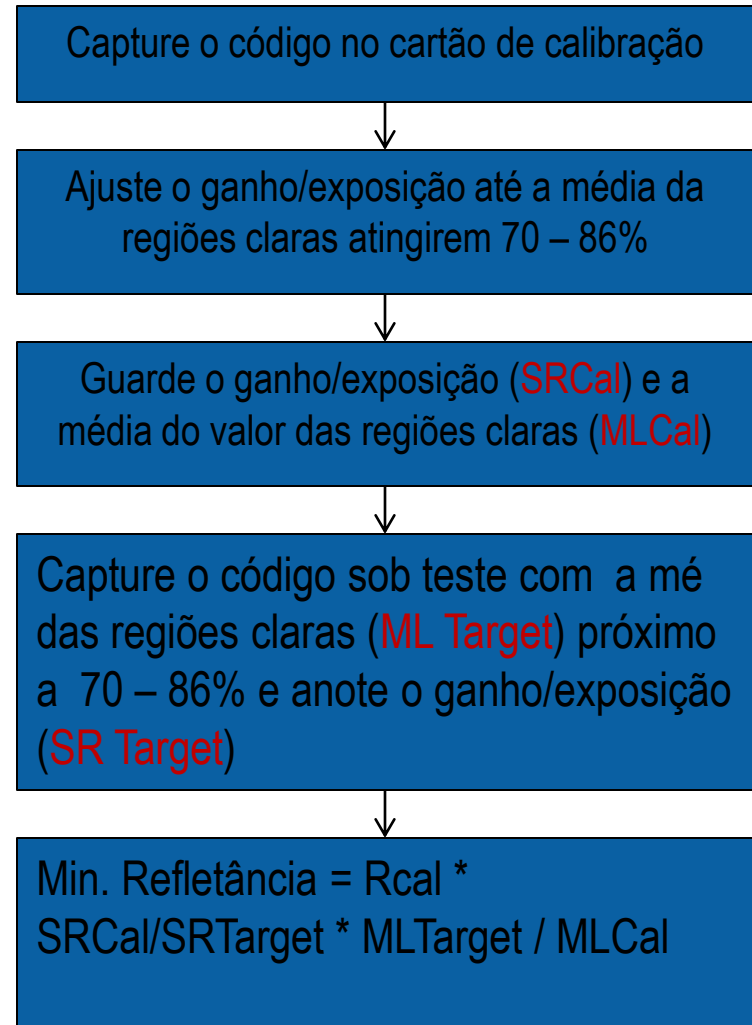
ML é a média das células claras

AIM : DPM

- Contraste da célula ;
 - Modulação de célula;
 - Mínima refletância.
- Mede o valor da refletância do símbolo sob teste;
 - Requer cartões de calibração da **national institute of standards and technology (NIST)**;
 - Valor médio de luz e valores do sistema (Ganho/Exposição) para o cartão de calibração precisam ser calculados

AIM : DPM

- Contraste da célula ;
- Modulação de célula;
- Mínima refletância.



Rcal = fornecido com o cartão

Vision 2012 Summary

- Visão estéreo binocular;
- Suporte de classificação Data Matrix: padrões ISO 15415 e AIM DPM