

## As features (características)

Não há uma definição exata para *features*

Caracterização da informação visual presente em uma imagem quanto a algum aspecto

*Features* comuns em visão:

*Edges* (bordas)

Linhas/círculos e outras formas

*Corners* (cantos/pontos de interesse)

*Blobs*

As *features* podem ser usadas para as mais diversas tarefas

## Exemplo: registro de imagens

A partir de que informações o registro pode ser realizado?



# Features

## Uso das features:

Parte das aplicações trabalham com features em duas etapas:

Detecção e descrição das features

Correspondência (matching) entre features de imagens distintas



Features registradas



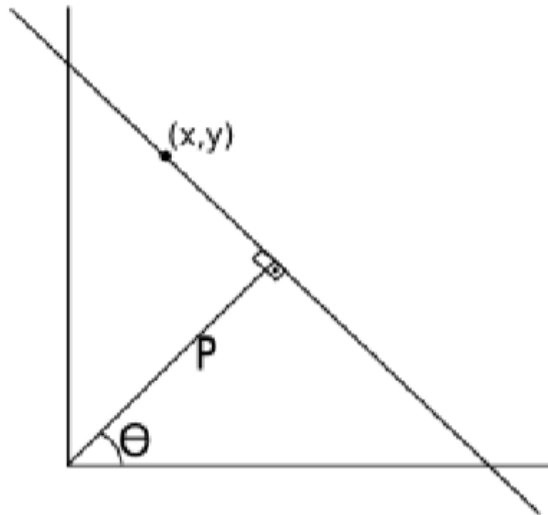
Correspondência das features

## Definição

Transforma uma imagem para um domínio onde é possível detectar formas geométricas básicas: retas, circunferências, etc.

## Transformada Hough para Retas

Equação ponto-distância-ângulo da reta



$$x \cos(\theta) + y \sin(\theta) - \rho = 0$$

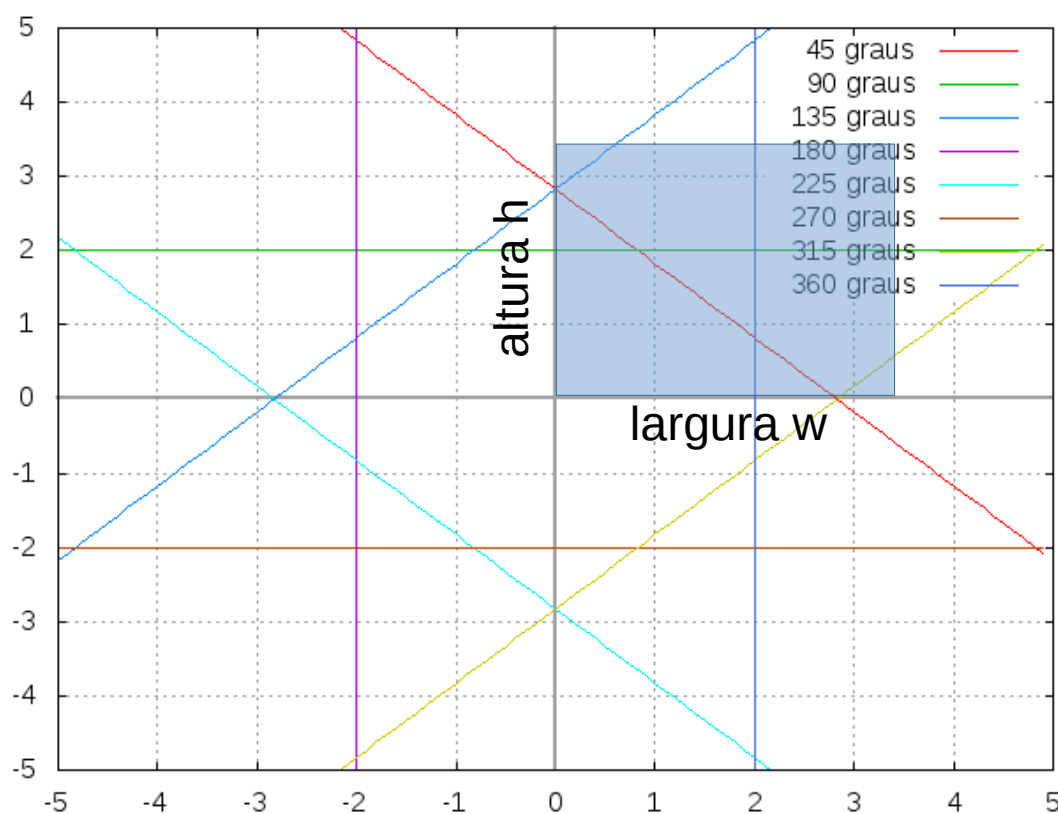
$$x \sin(\theta) + y \cos(\theta) - 2\rho \sin(\theta) \cos(\theta) = 0$$

# Transformada Hough

## Transformada Hough para Retas

Qual o domínio de  $\rho$  e  $\Theta$ ?

Quais são os limites para  $\rho$  e  $\Theta$ ?



# Transformada Hough

## Transformada Hough para retas: algoritmo

Ideia:

Cada **reta** receberá **votos**

Representação:

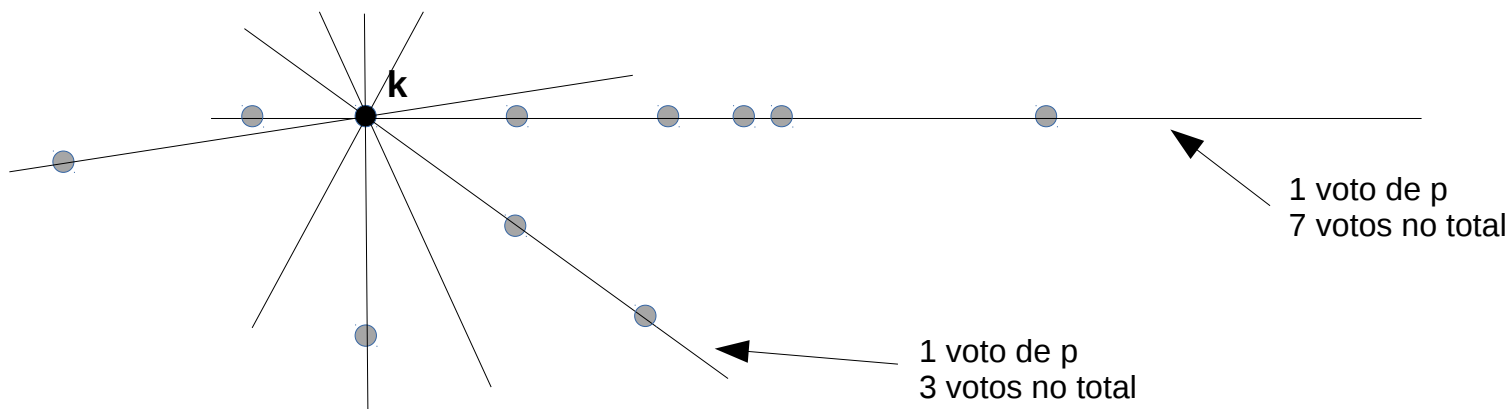
Matriz  $M$  para representar o **espaço de retas**  $(\rho, \Theta)$

Defina duas funções  $f, g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{N}$  para indexar cada reta na matrix:  $M[f(\rho)][g(\Theta)]$

Funcionamento:

Um pixel  $k$  que pode pertencer a uma reta (borda!) fornece **um voto** para **toda reta** possível que passa por esse pixel (varie  $\Theta$  e calcule  $\rho$ ).

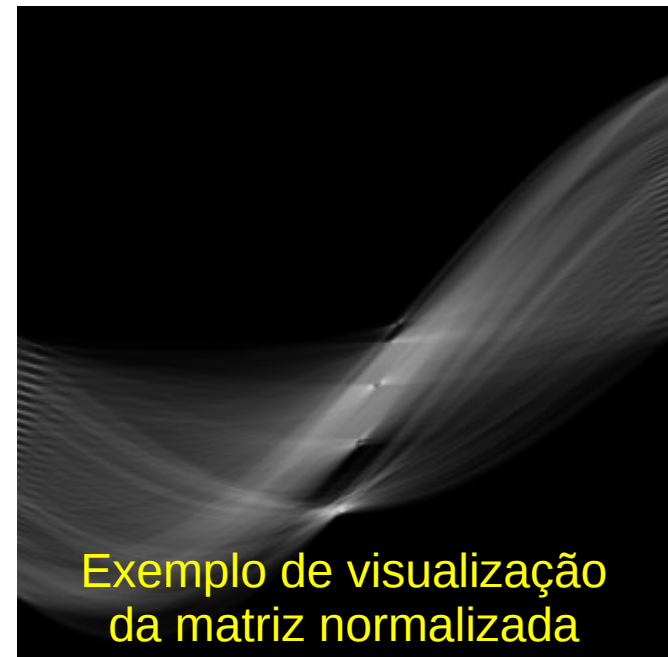
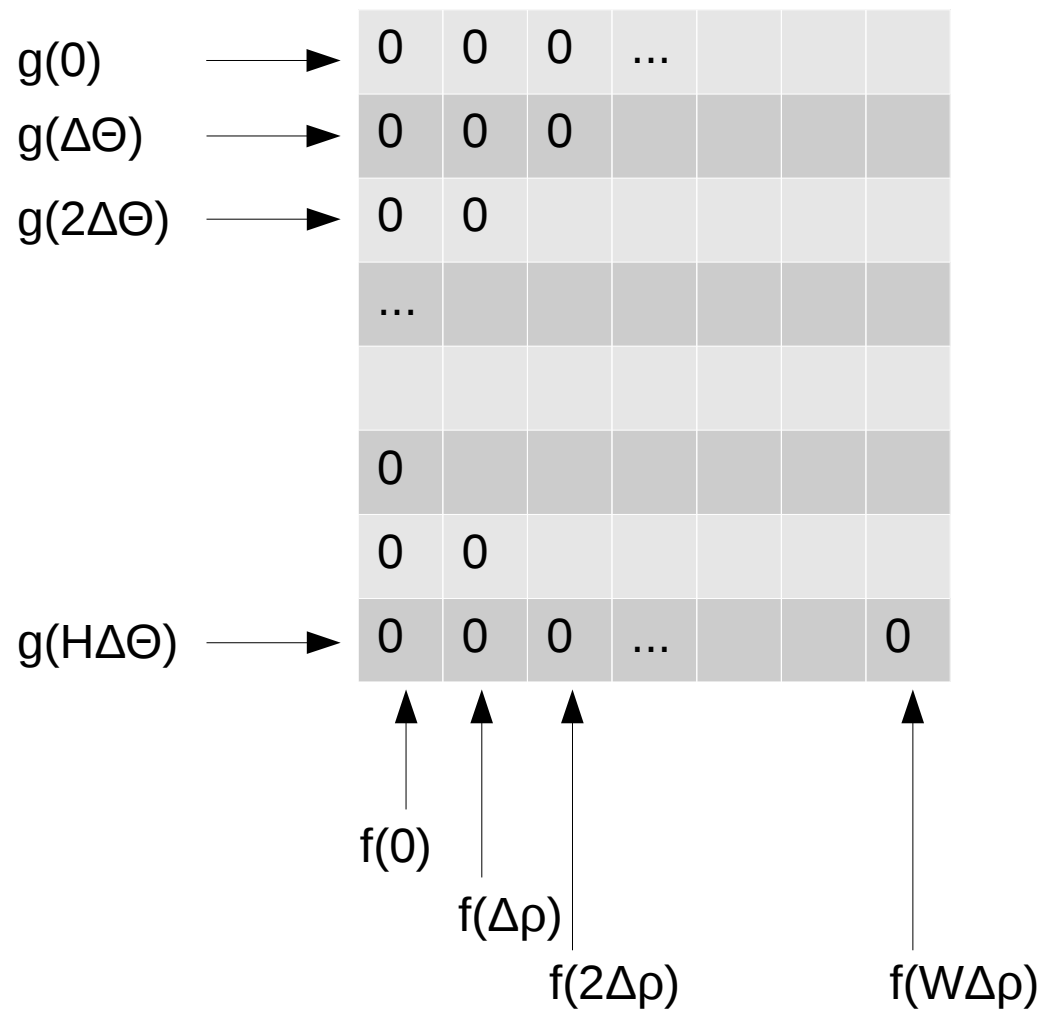
Um **critério** classifica uma reta como **existente na imagem** com base na votação



# Transformada Hough

## Transformada Hough para retas

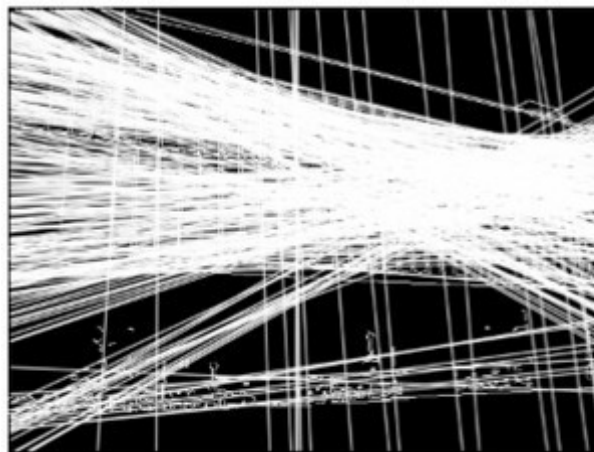
Matriz de votação:





## Transformada Hough para retas

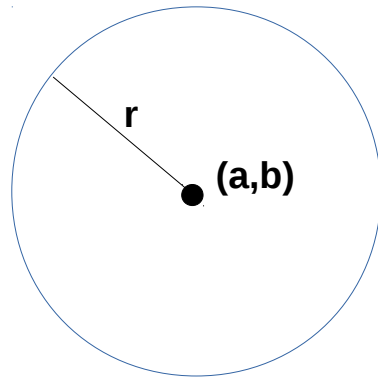
Escolha cuidadosamente os parâmetros para alcançar resultados satisfatórios



## Transformada Hough para Círculos (Circunferência)

Equação centro-raio da circunferência

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$$

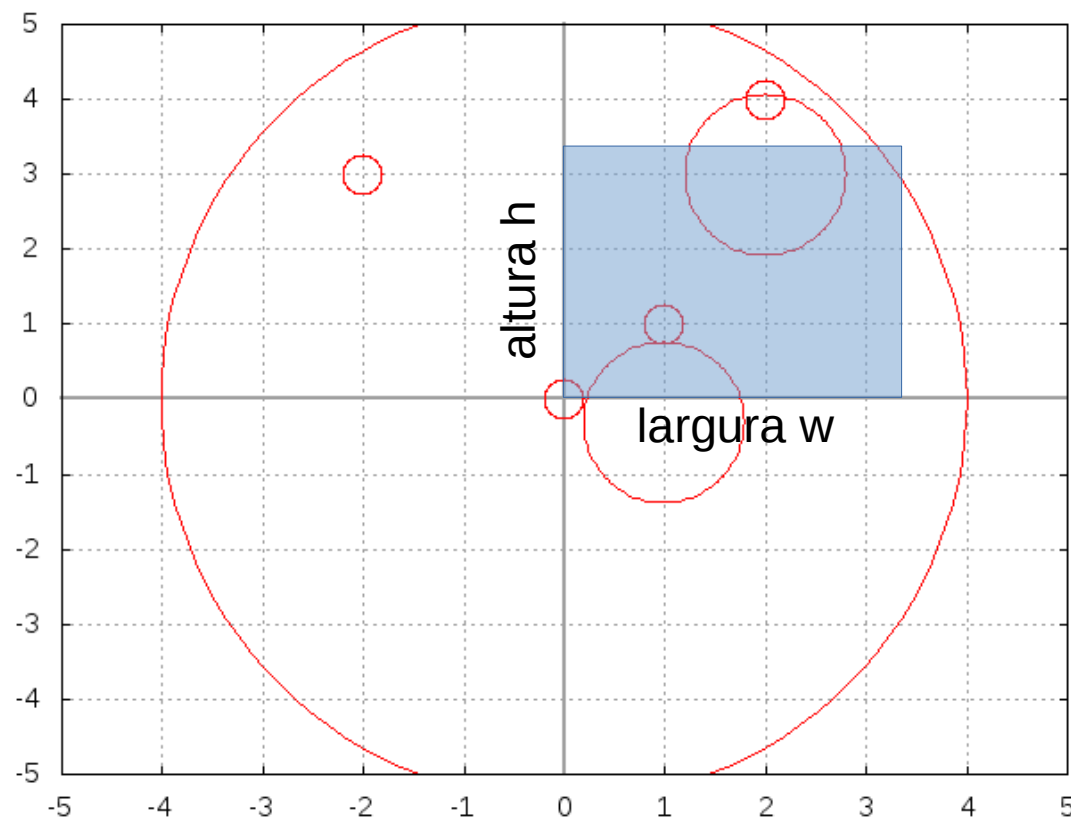


# Transformada Hough

## Transformada Hough para Circunferência

Qual o domínio de **a**, **b** e **r**?

Quais são os limites de **a**, **b** e **r**?



# Transformada Hough

## Transformada Hough para Circunferência: algoritmo

Ideia:

Cada **circunferência** receberá **votos**

Representação:

Matriz  $M$  para representar o **espaço de circunferências**  $(a, b, r)$

Defina três funções  $f, g, h: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{N}$  p/indexar cada circ. na matrix:  $M[f(a)][g(b)][h(r)]$

Funcionamento:

Um pixel  $k$  que pode pertencer a uma circunferência (borda!) fornece **um voto** para **toda circunferência** possível que passa por esse pixel.

Um **critério** classifica um círculo como **existente na imagem** com base na votação

