

Transformada de Hough

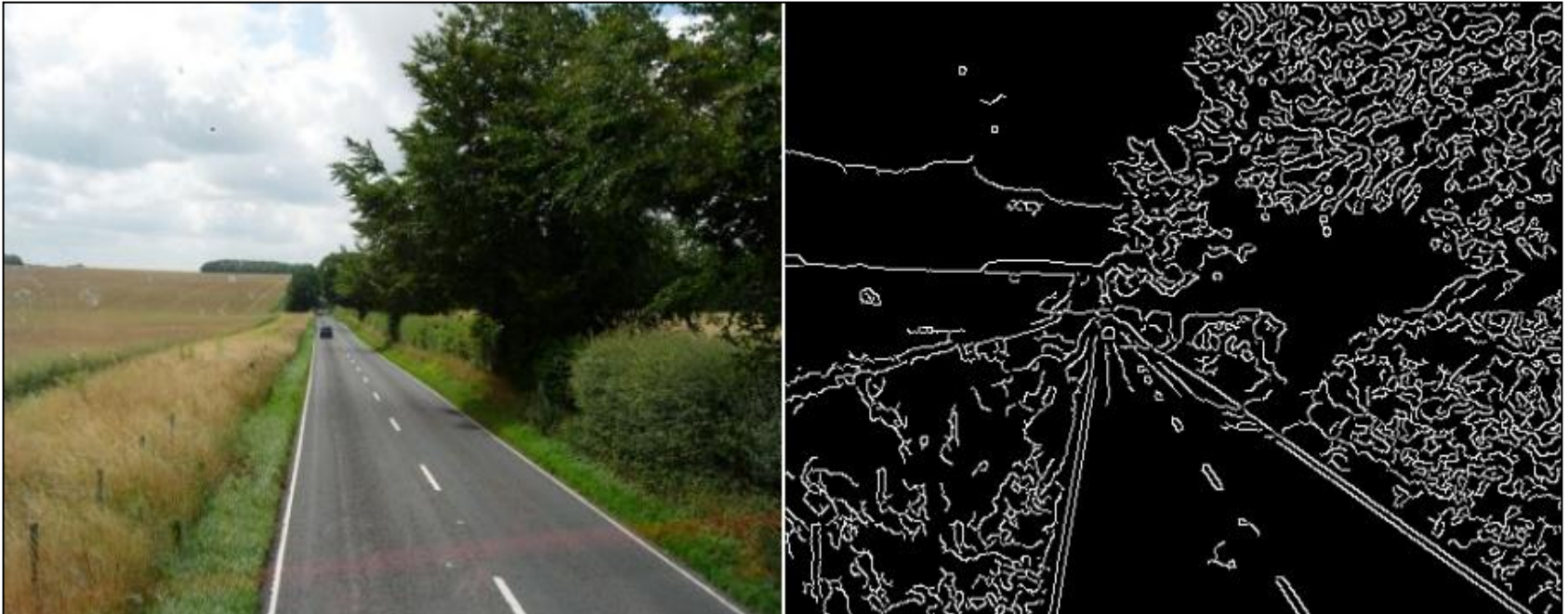
Bibliografia



Processamento digital de imagens, 3ª ed.

Rafael C. Gonzalez e Richard E. Woods

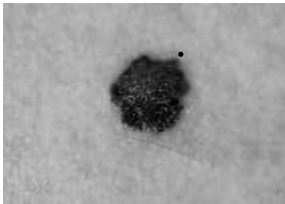
Até então ...



Como achar as linhas (contornos) da rodovia?
Ou pelo menos, diminuir a quantidade de bordas?

Contorno?

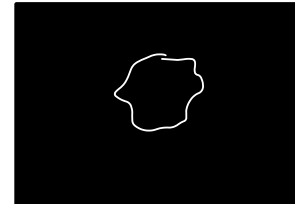
- Borda não é contorno
- As **Bordas** de uma imagem são um conjunto de regiões de fronteira, onde existem alta energia na transição de cores
- **Contorno** representa a forma de um objeto em uma imagem



Original

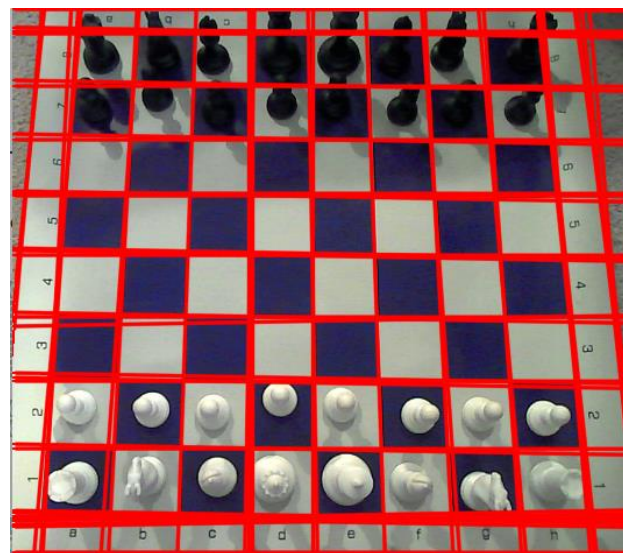
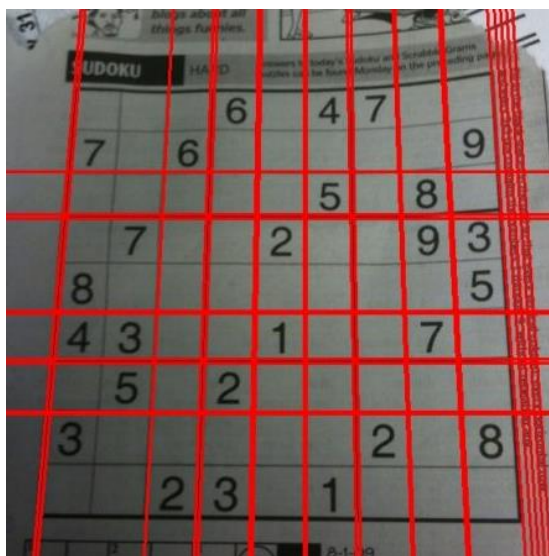


Bordas



Contorno

Então, o que se deseja



Transformada de Hough

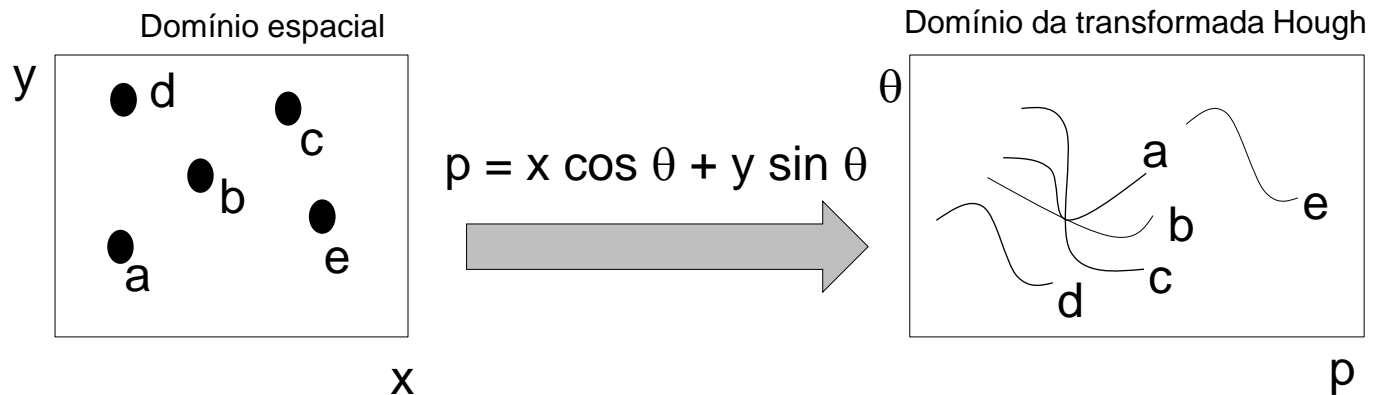
A transformada de Hough foi desenvolvida por Paul Hough em 1962 e patenteada pela IBM.

Originalmente, foi elaborada para detectar características analiticamente representáveis em imagens binarizadas, assim como **linhas, círculos e elipses**.

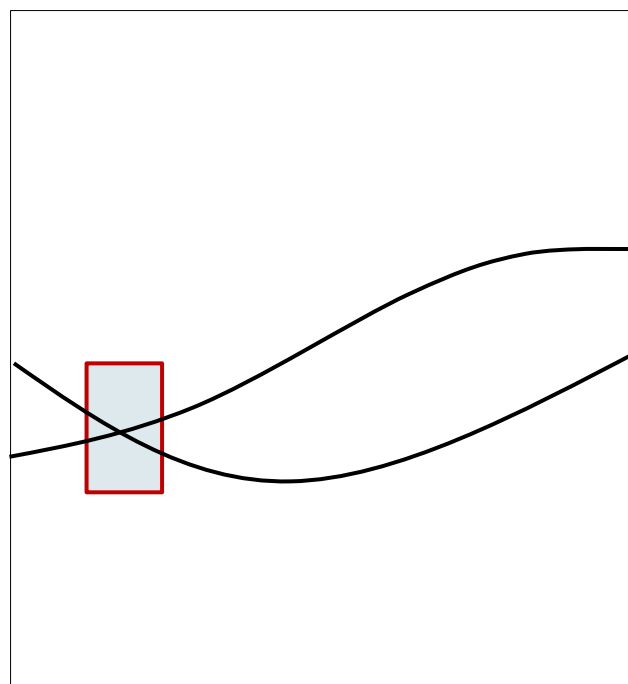
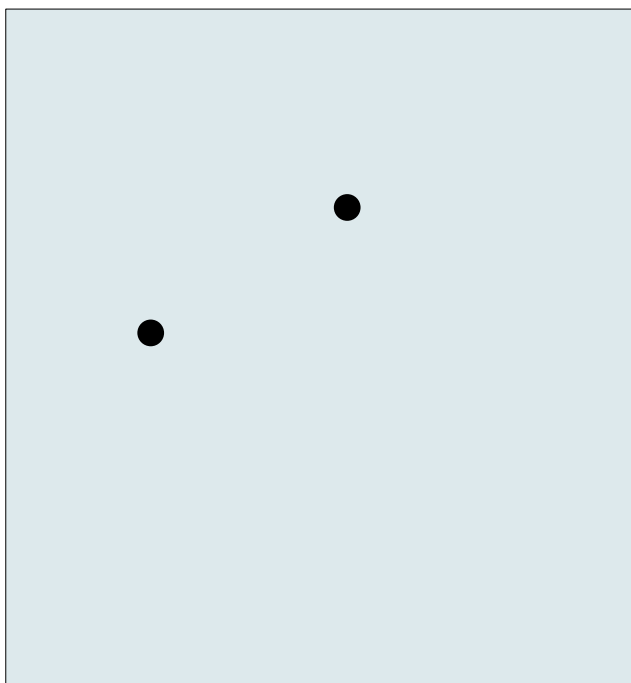
Na última década tornou-se uma ferramenta de uso comum nas áreas de processamento de imagens e visão computacional para o reconhecimento destas características.

Ideia

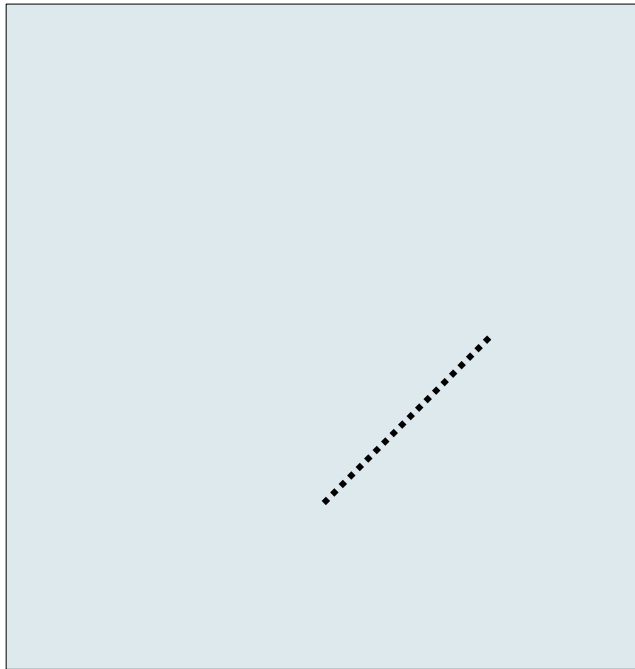
- A ideia é aplicar na imagem uma transformação tal que todos os pontos pertencentes a uma mesma **curva** sejam **mapeados** num único ponto de um novo espaço de parametrização da curva procurada.



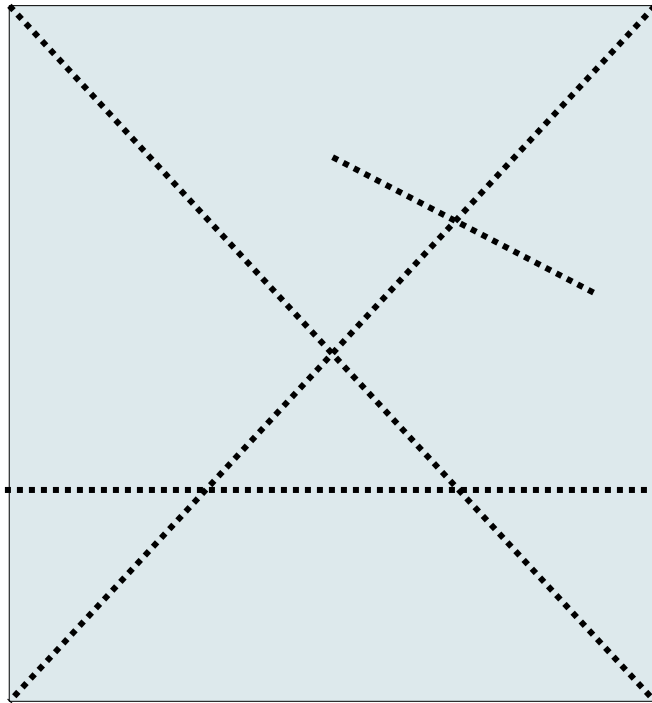
Matriz acumuladora



Matriz acumuladora



Matriz acumuladora



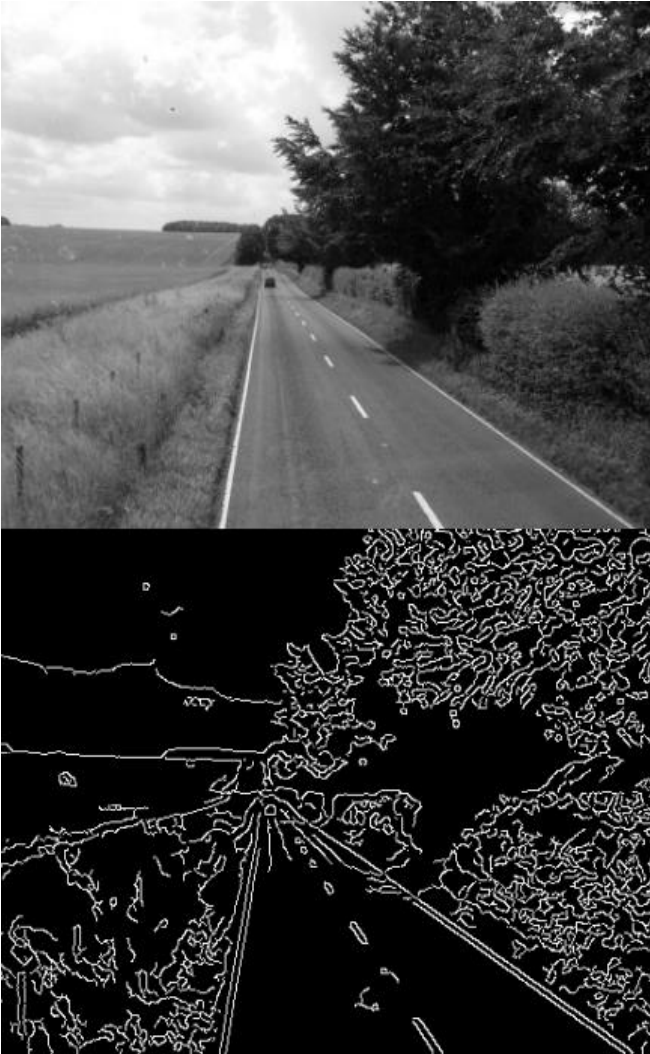
Suposição

- Suponha que uma determinada reta é desenhada na imagem
- Isso levará a um acúmulo de pontos no acumulador, pois cada ponto da reta “**vota**” no mesmo ponto do acumulador.
- Se procurarmos os pontos **máximo** local no acumulador, encontraremos as retas na imagem original.

Processo



Exemplo



Exemplo



Imagem original

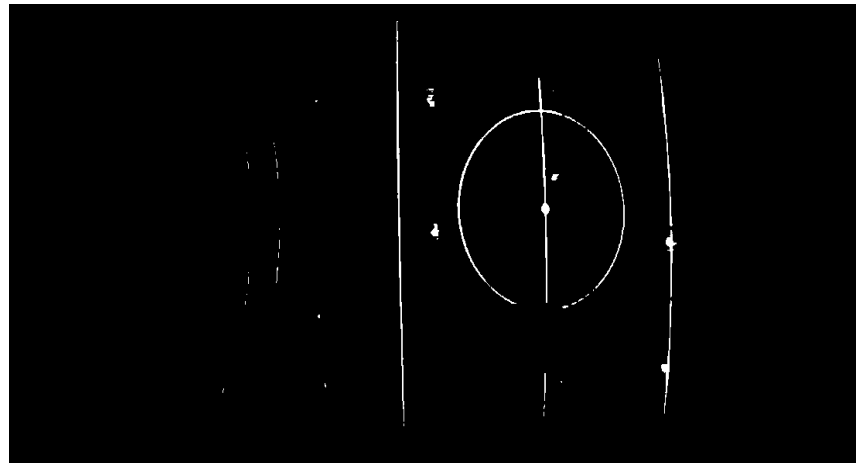


Imagem binarizada

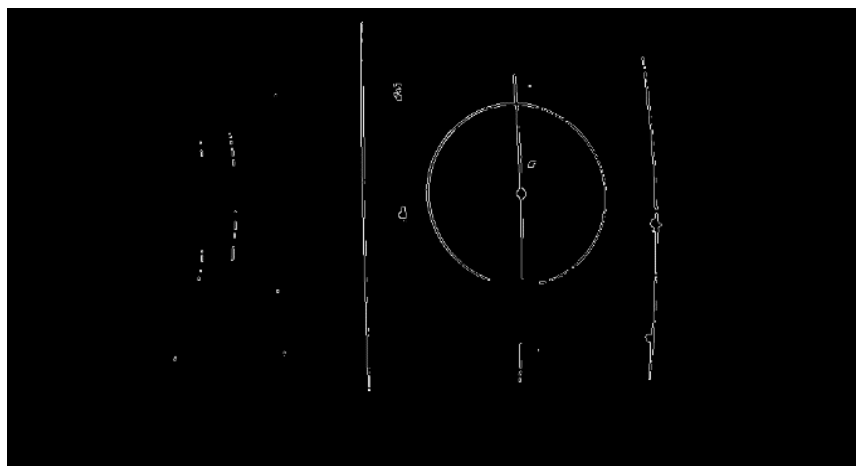
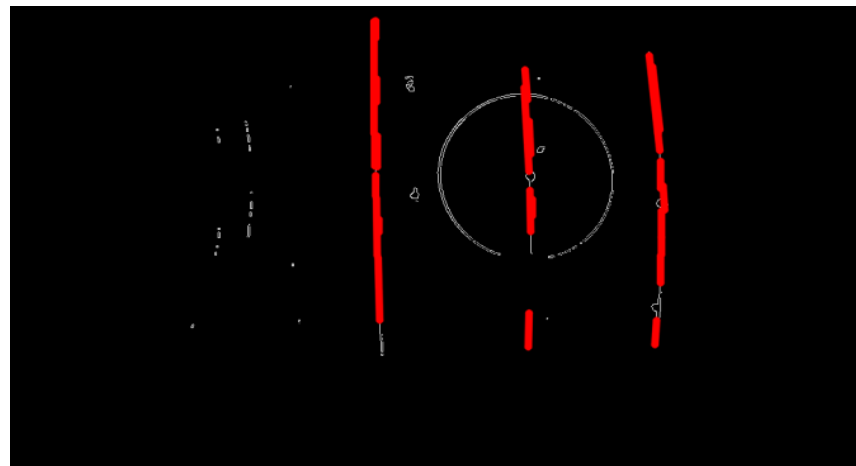


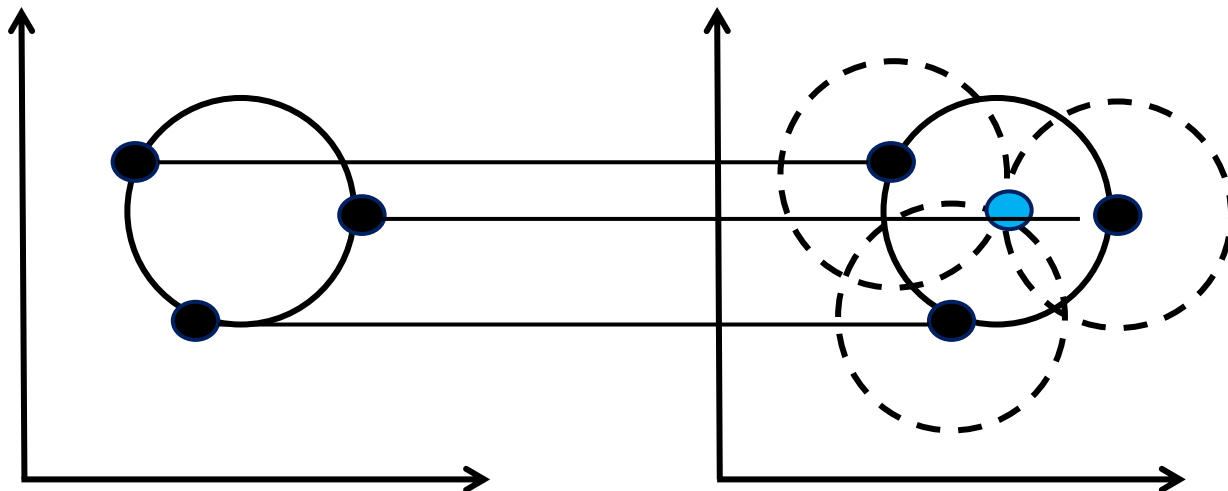
Imagem com as bordas detectadas



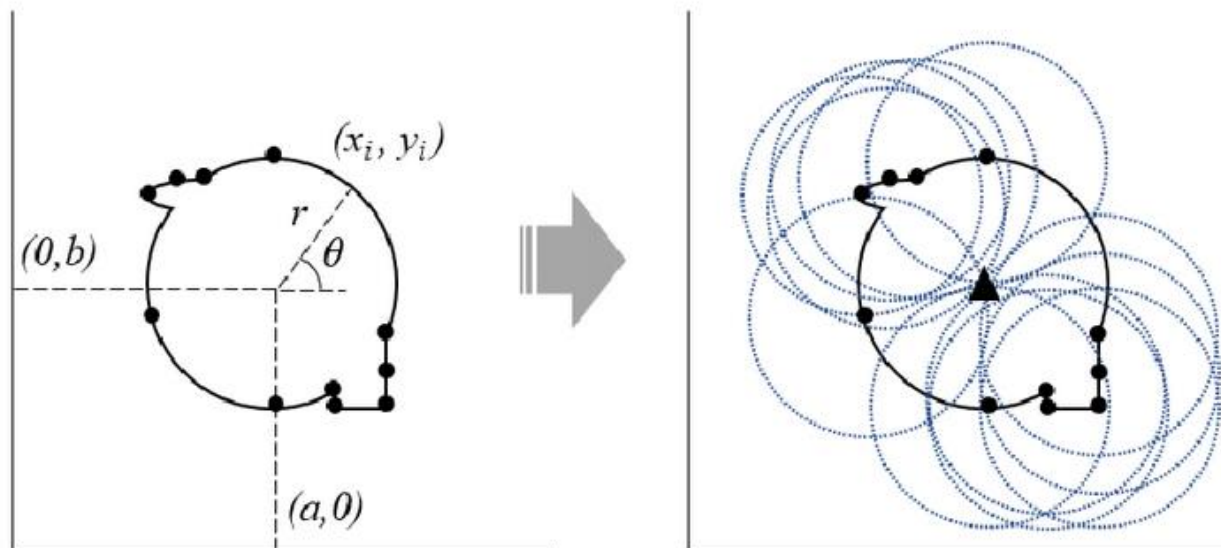
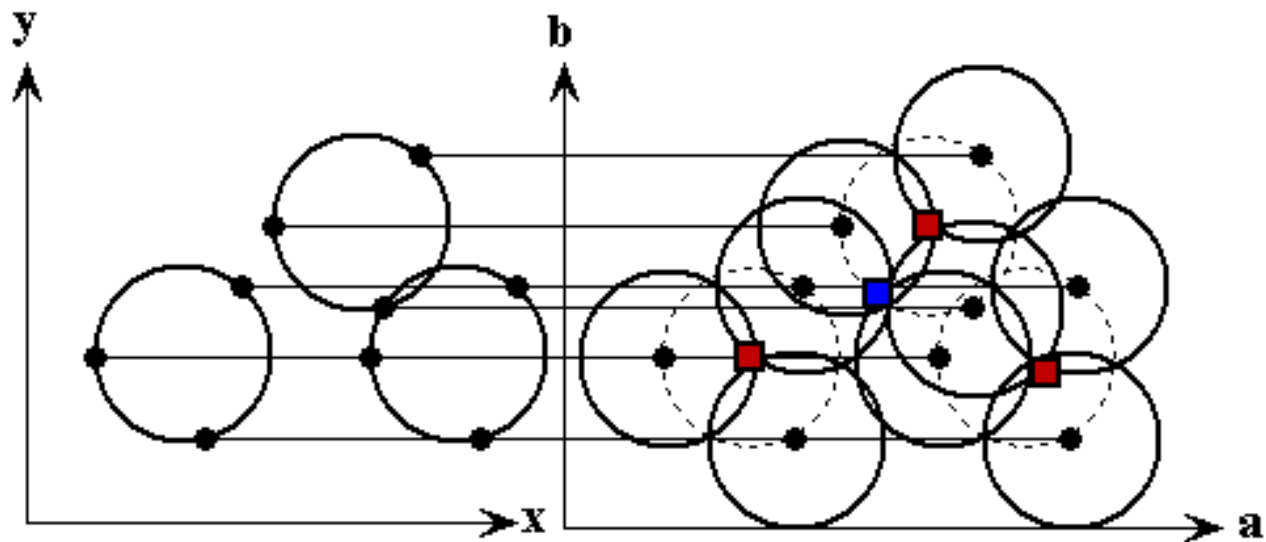
Linhas detectadas

Para círculos

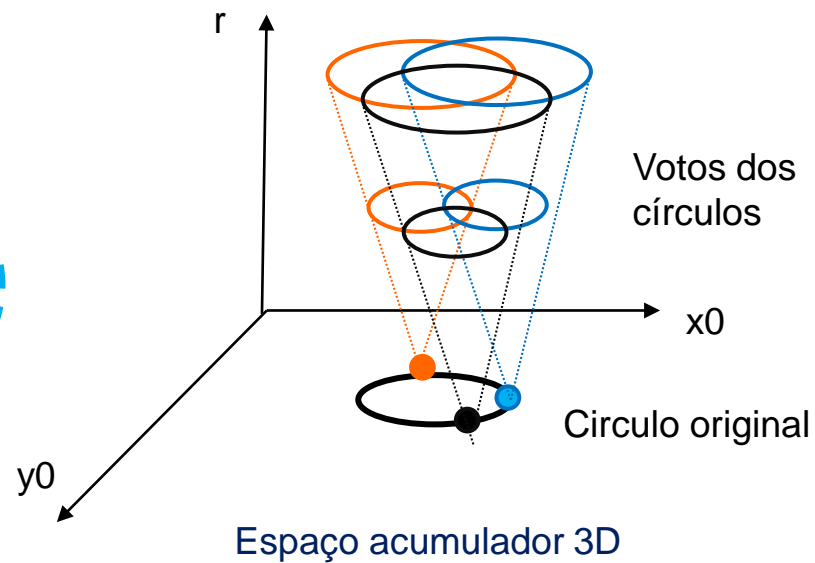
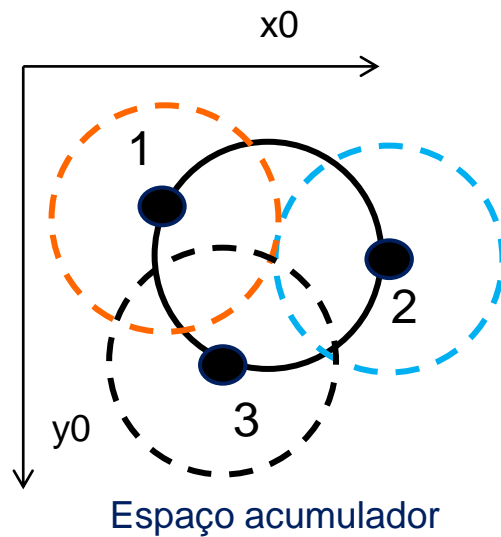
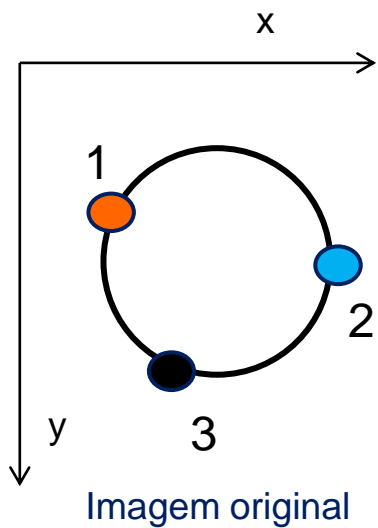
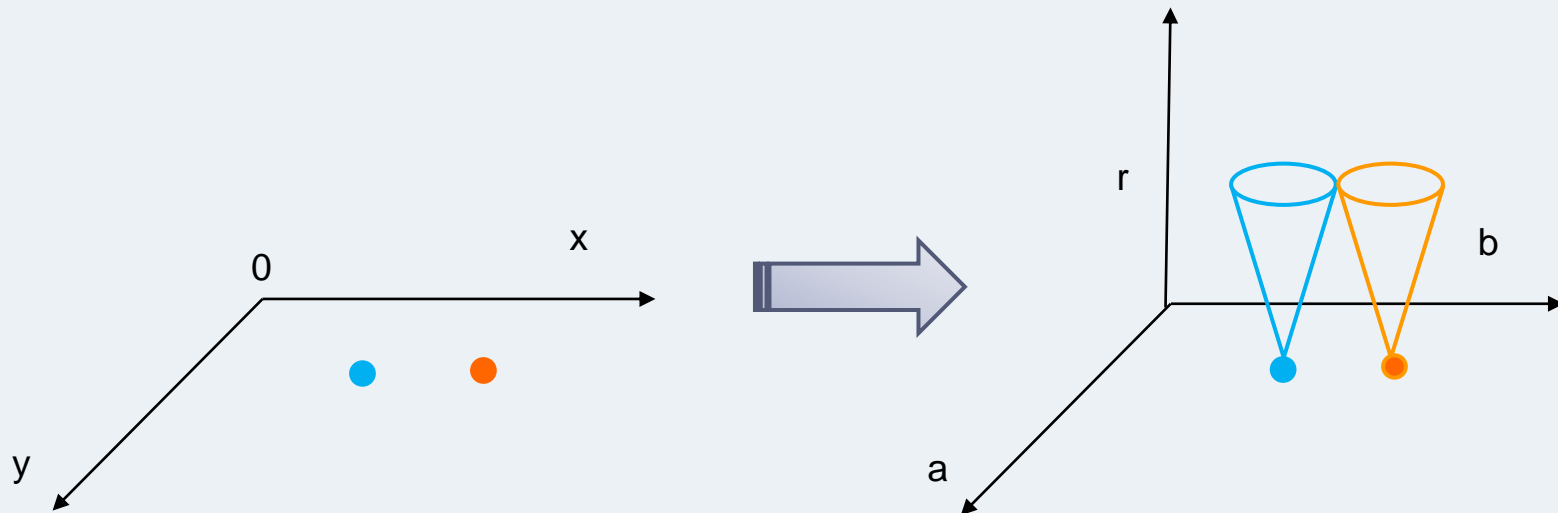
- Muda a equação e os parâmetros a serem estimados:
- Equação: $r^2 = (x-a)^2 + (y-b)^2$
- Parâmetros: r , a e b (a e b são o centro do círculo e r o raio)



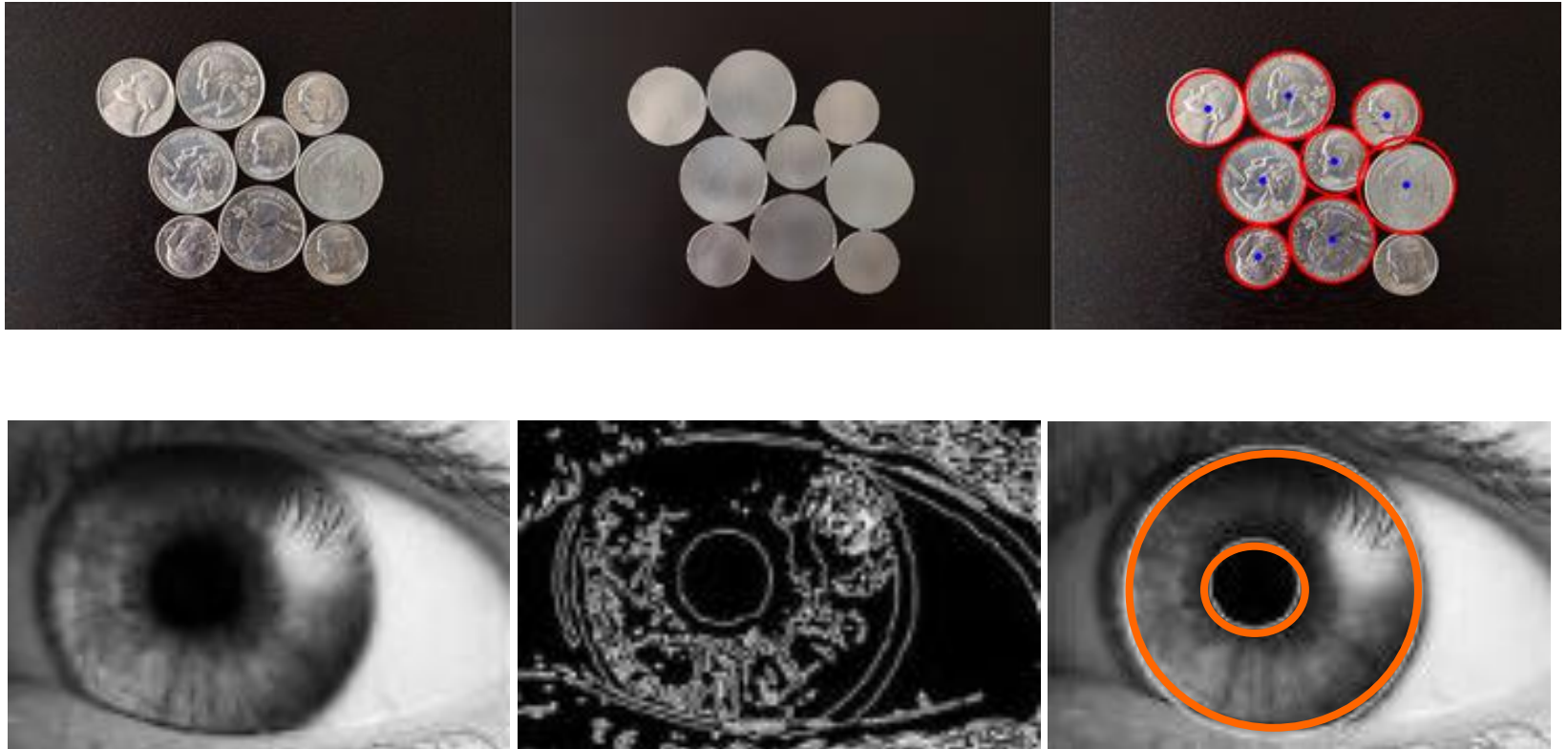
Para círculos



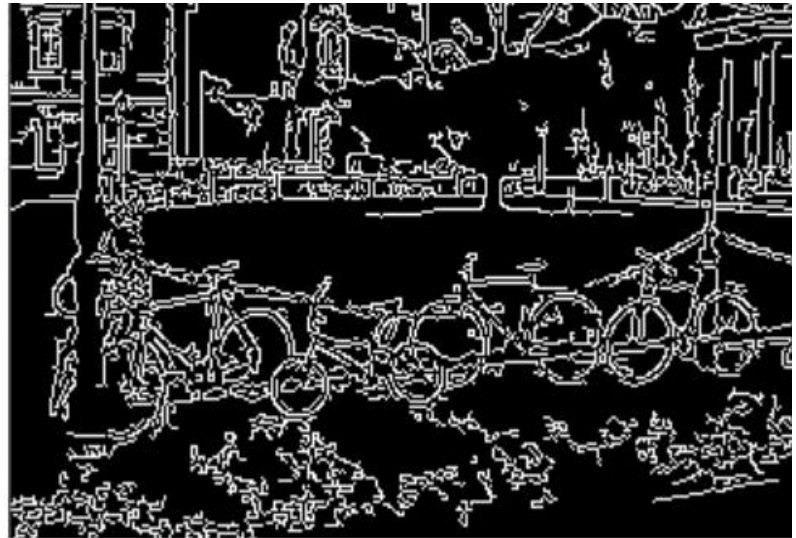
Para círculos



Exemplo



Exemplo



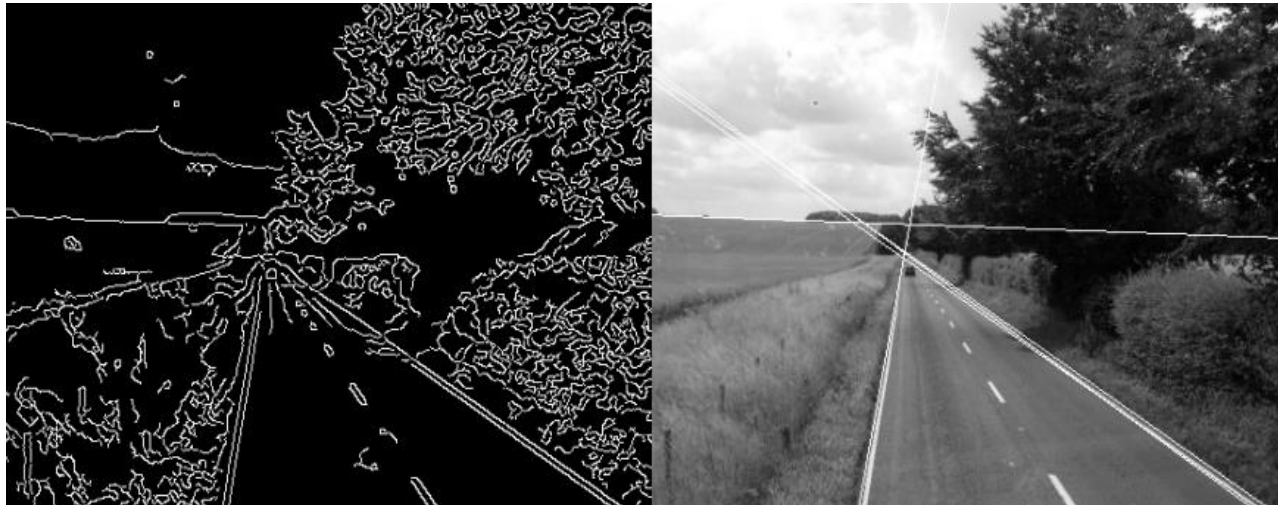
Ok, mas como definir linhas que não tendem ao infinito?

- Esse problema é chamado de **fitting line**
- Porque você precisa ajustar linhas ao modelo?



Problemas para fitting

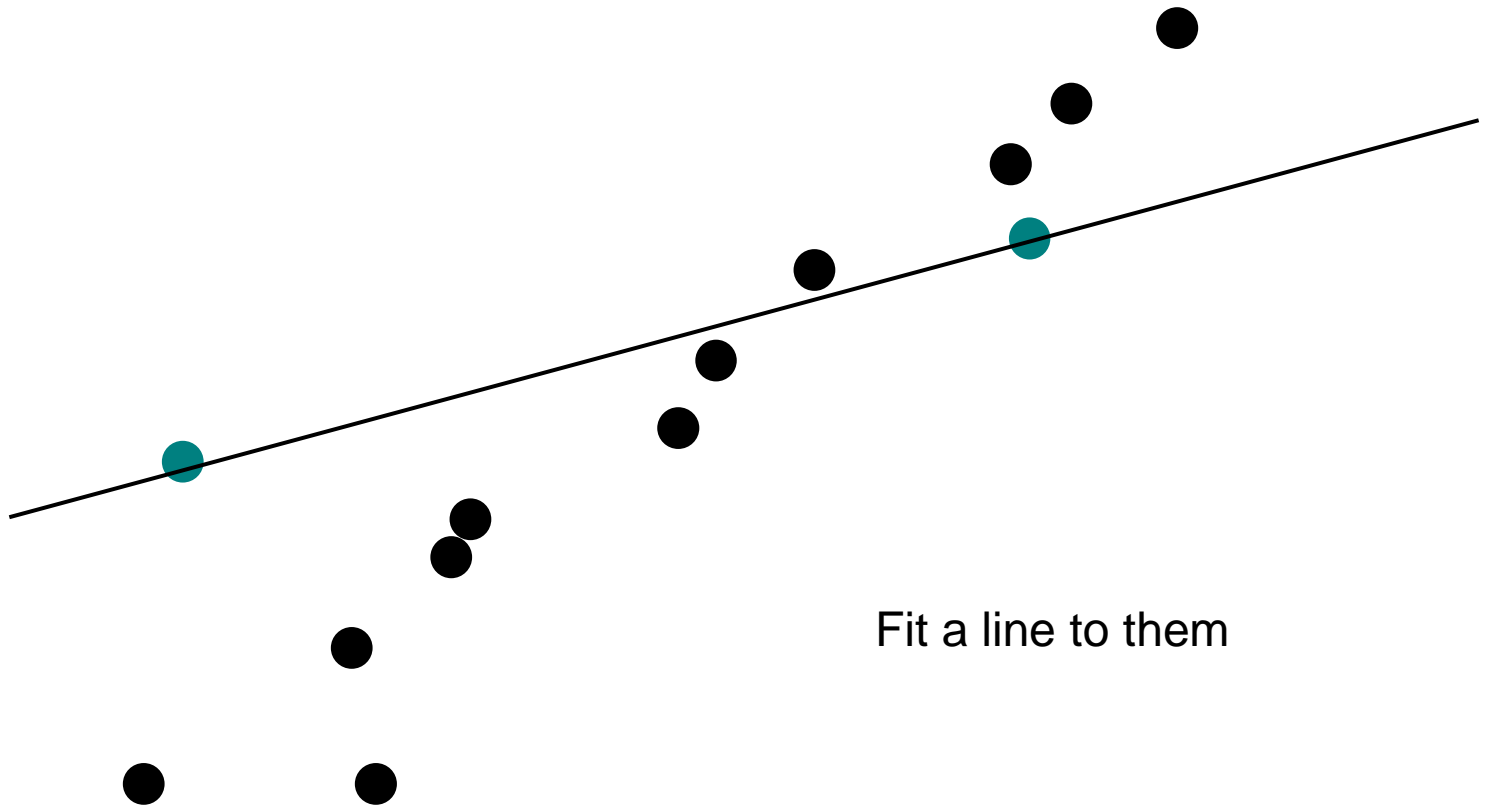
- Quais pontos ficam em uma determinada linha, porque?
- Apenas algumas partes da linha podem ter sido detectadas...
- Ruídos...



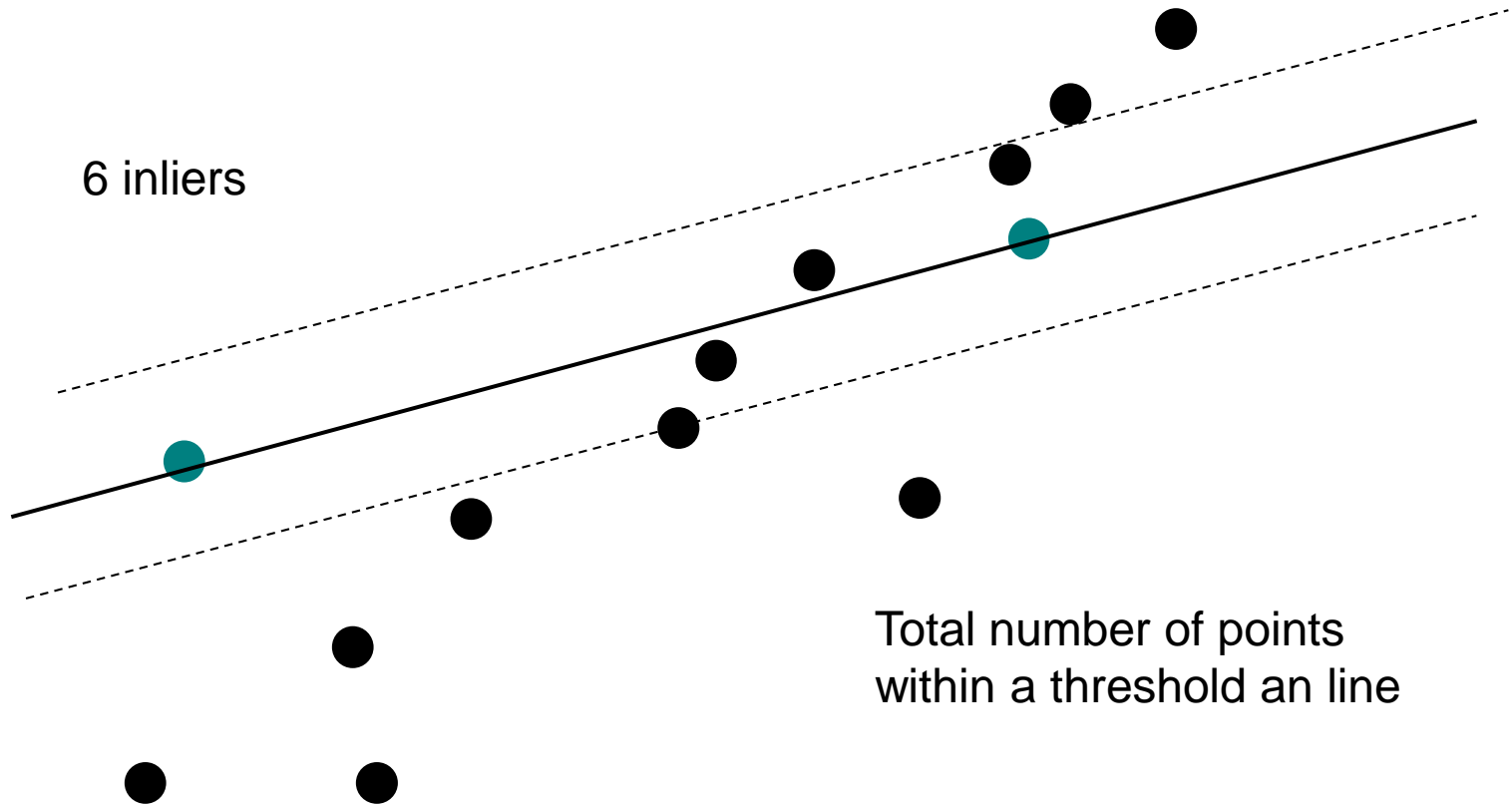
Uma opção: RANSAC

- Random Sample Consensus
- Outra técnica baseada em voto
- Funcionamento
 - Ajusta uma linha a opção que maximize inliers e remova outliers

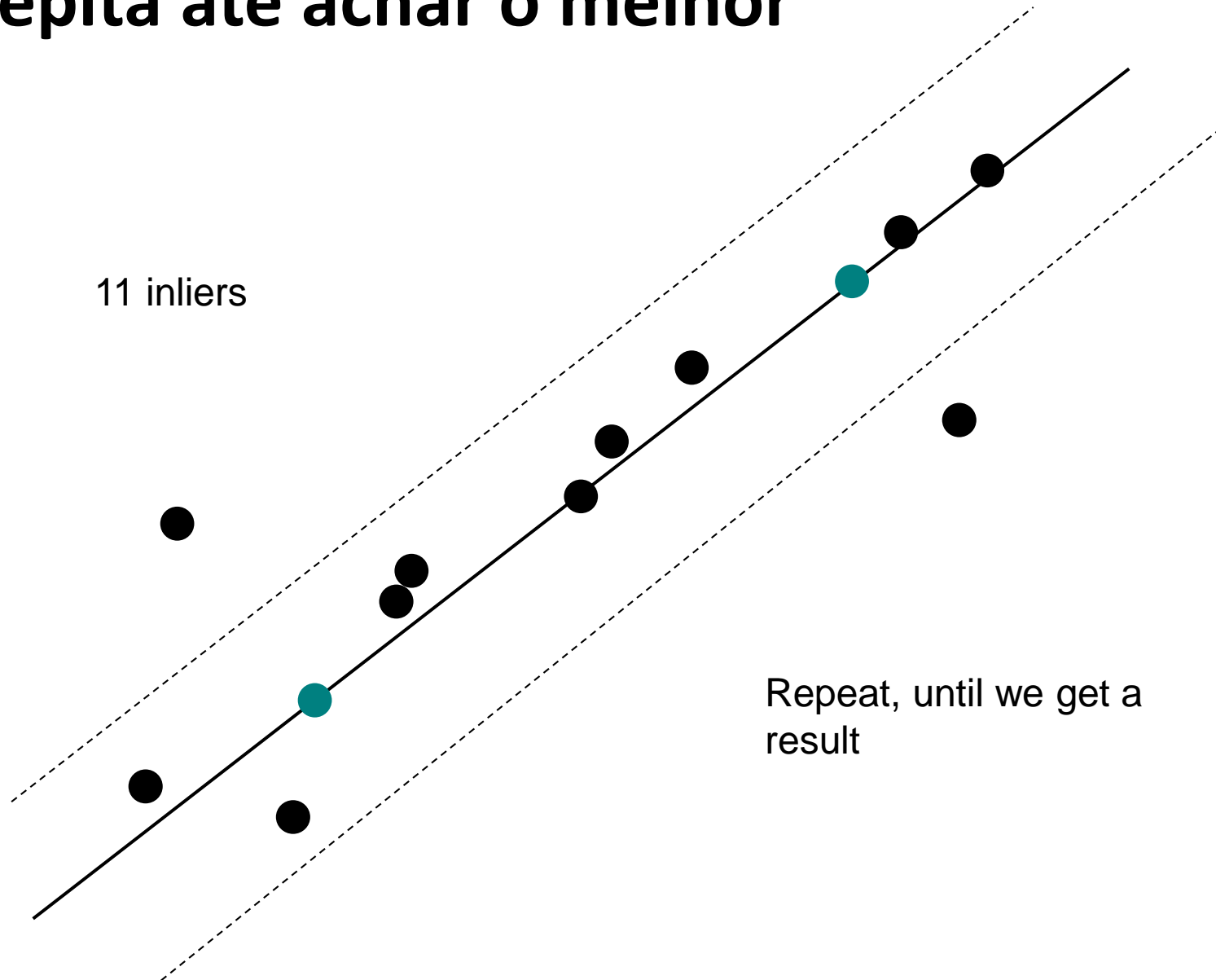
**O processo: peque dois pontos
quaisquer**



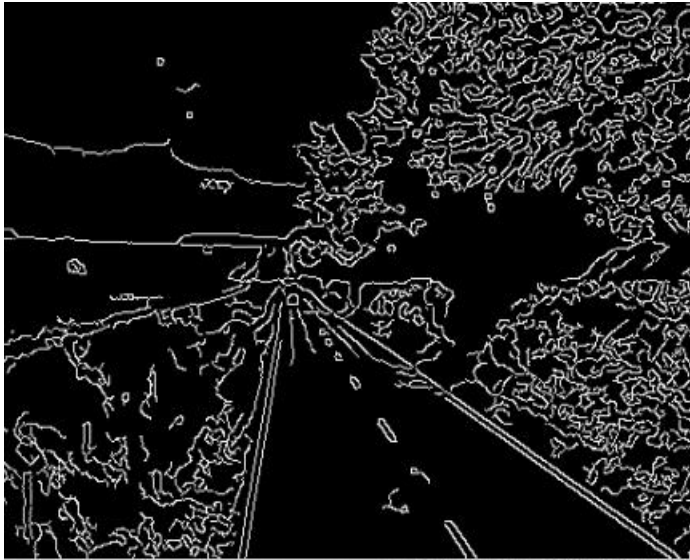
Conte os inliers



Repita até achar o melhor



Um exemplo



Outro exemplo

