

7. Amostragem de distâncias

$$\hat{N} = \hat{D} \cdot A$$

Leonardo L. Wedekin

Curso Ecologia Populacional – USP 2011

Resumo

1. Princípios gerais

Estimando a abundância através da densidade
Probabilidade de detecção
Função de detecção

2. Premissas

3. Análise dos dados

Análise exploratória
Seleção do modelo

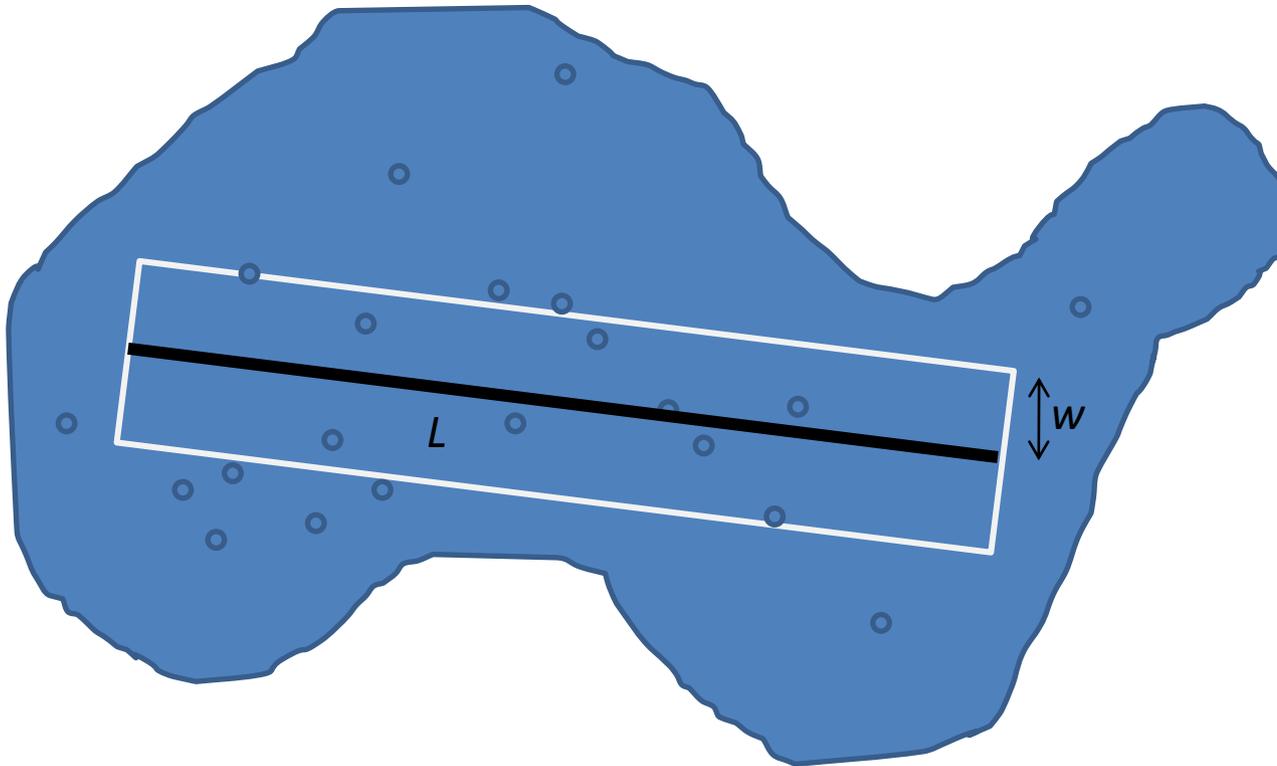
Estimativa de abundância

$$\hat{N} = \hat{D} \cdot A$$

Derivada da estimativa de densidade

Transecções em faixa

(Forbes, 1907)



L = tamanho da linha
 w = largura da faixa amostrada

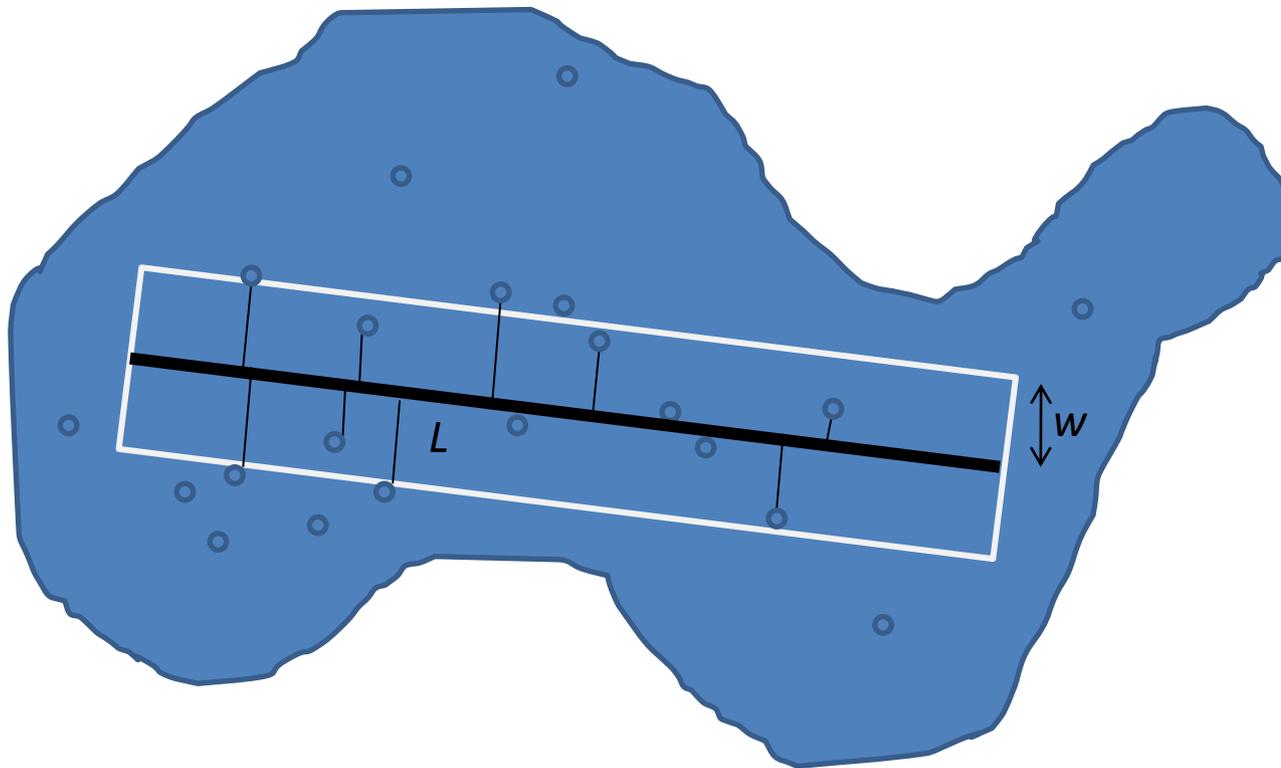
$$\hat{D} = \frac{n}{2wL}$$

Definição *a priori* de w , com premissa de que todos os animais dentro da faixa são detectados.

Transecções em faixa amostrando distâncias

(Leopold, 1933; Kelker, 1945)

.....



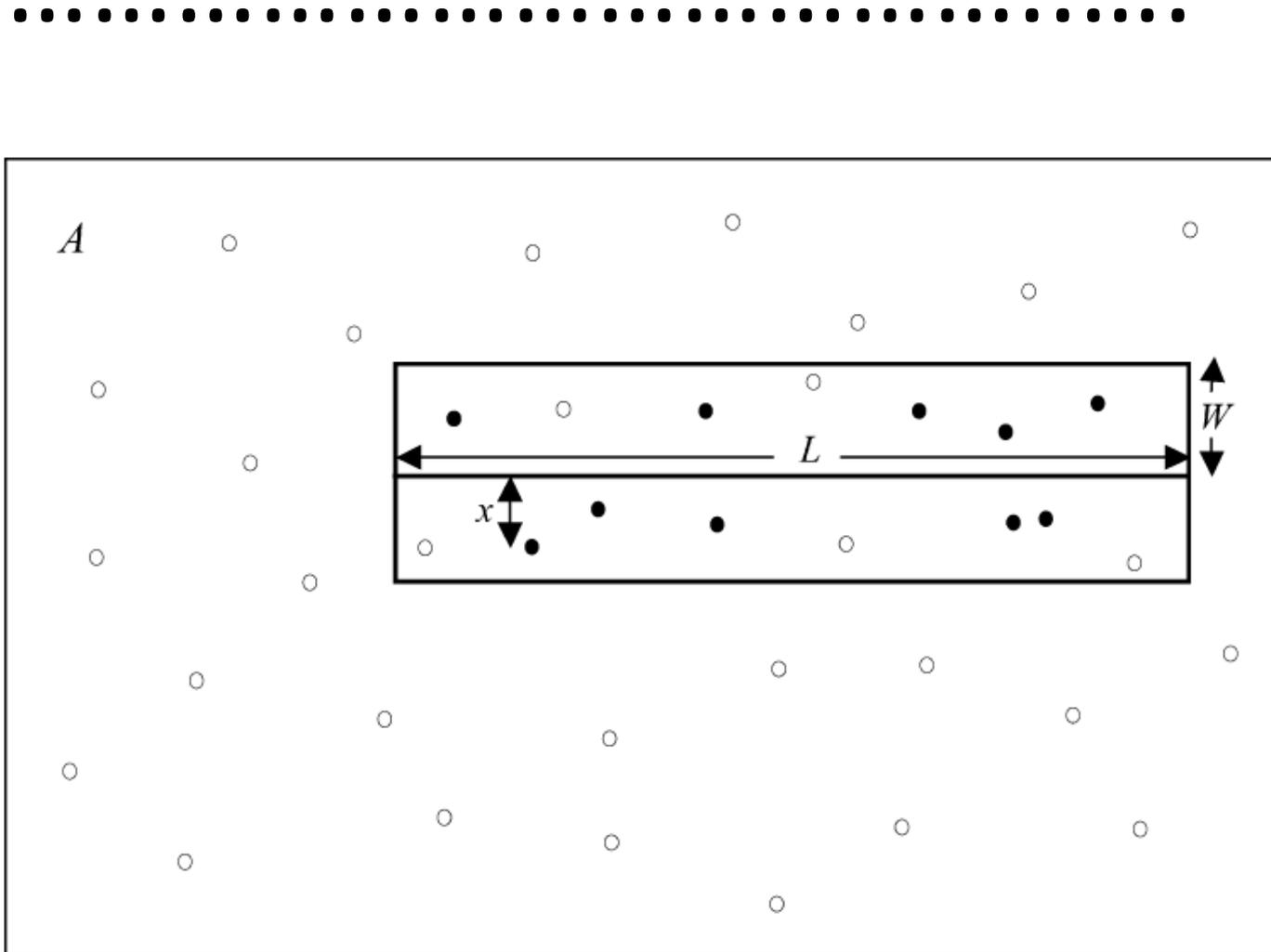
$$\hat{D} = \frac{n}{2wL}$$

Nenhuma observação é descartada > definição de w mais eficiente, definido subjetivamente considerando o histograma com as distâncias

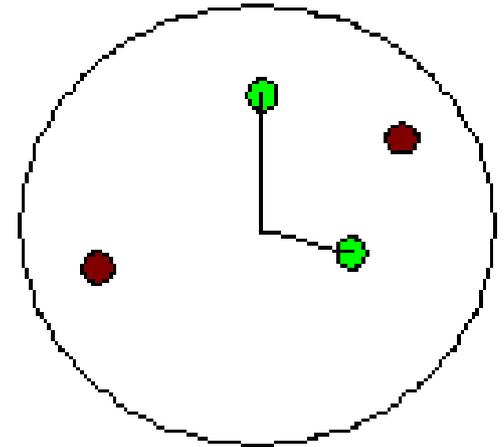
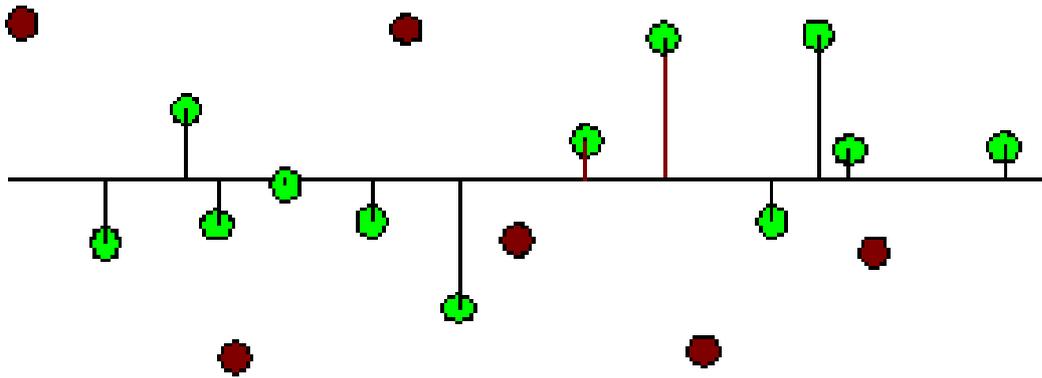
Distance sampling

Transecções lineares com amostragem de distâncias

(Eberhardt, 1968; Gates *et al.*, 1968)



Transecção em linha ou ponto



Conceito chave

.....

Uma proporção dos
objetos fica indetectada

\hat{P}

Estimamos então a
probabilidade de detecção.

Estimador de densidade



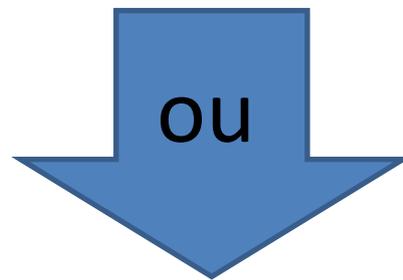
Temos então uma nova fórmula para estimar a densidade, corrigindo pela probabilidade de detecção:

$$\hat{D} = \frac{n}{2wL\hat{P}}$$

Conceito chave

.....

Quanto mais perto da linha de transecção, maior é a probabilidade de visualizar um animal ou grupo. Quanto mais longe, maior é a chance de não enxergá-lo.

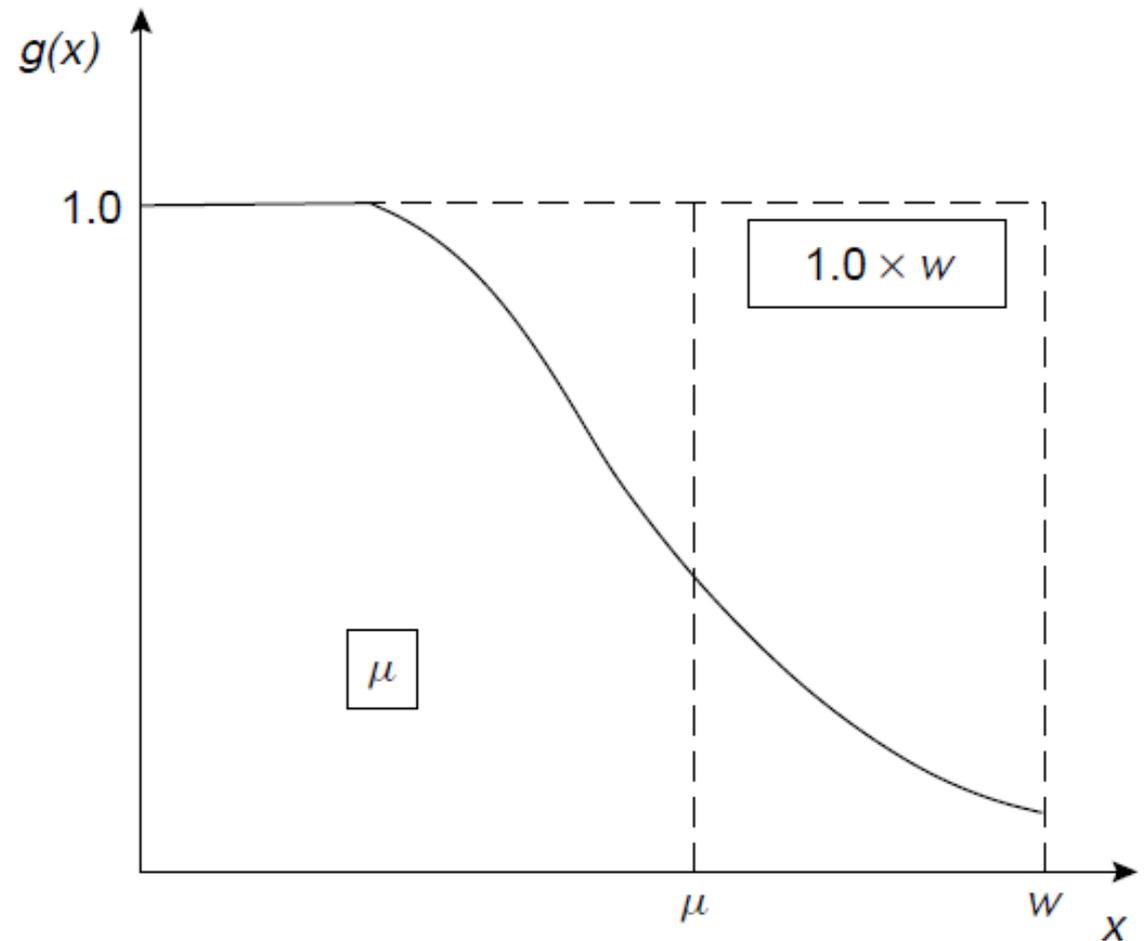


A probabilidade de detecção diminui com a distância.

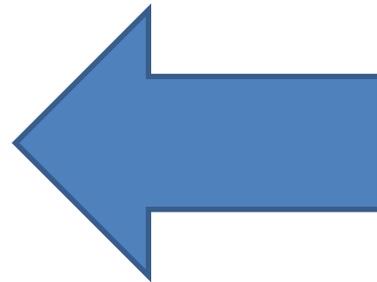
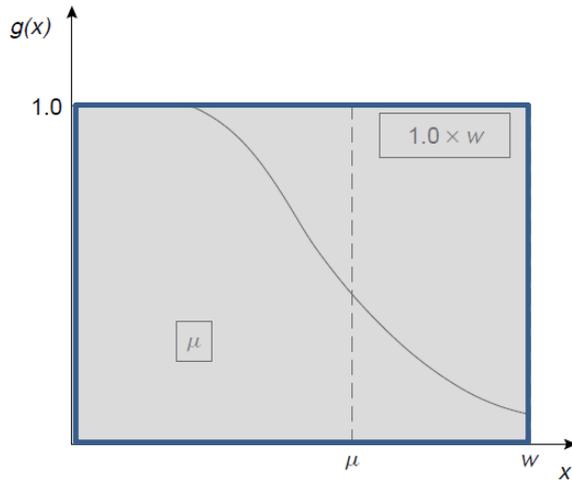
Probabilidade de detecção – $g(x)$

.....

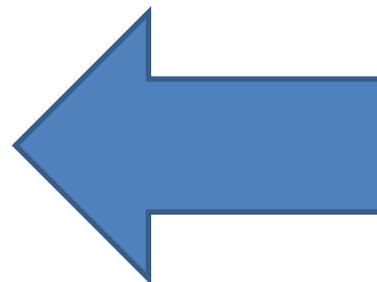
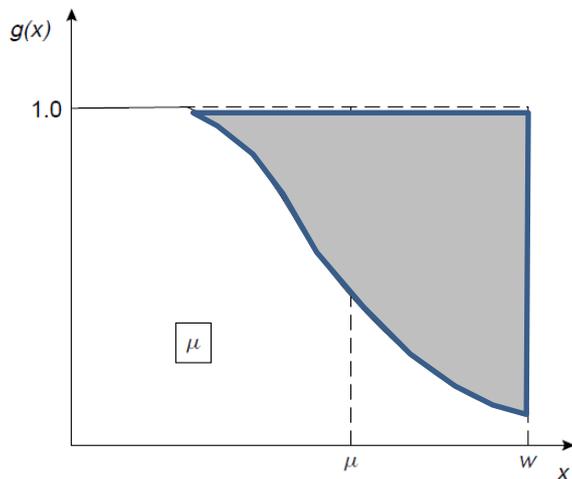
Uma **função de detecção** é ajustada às distâncias observadas



Função de detecção



Na realidade os animais estão lá

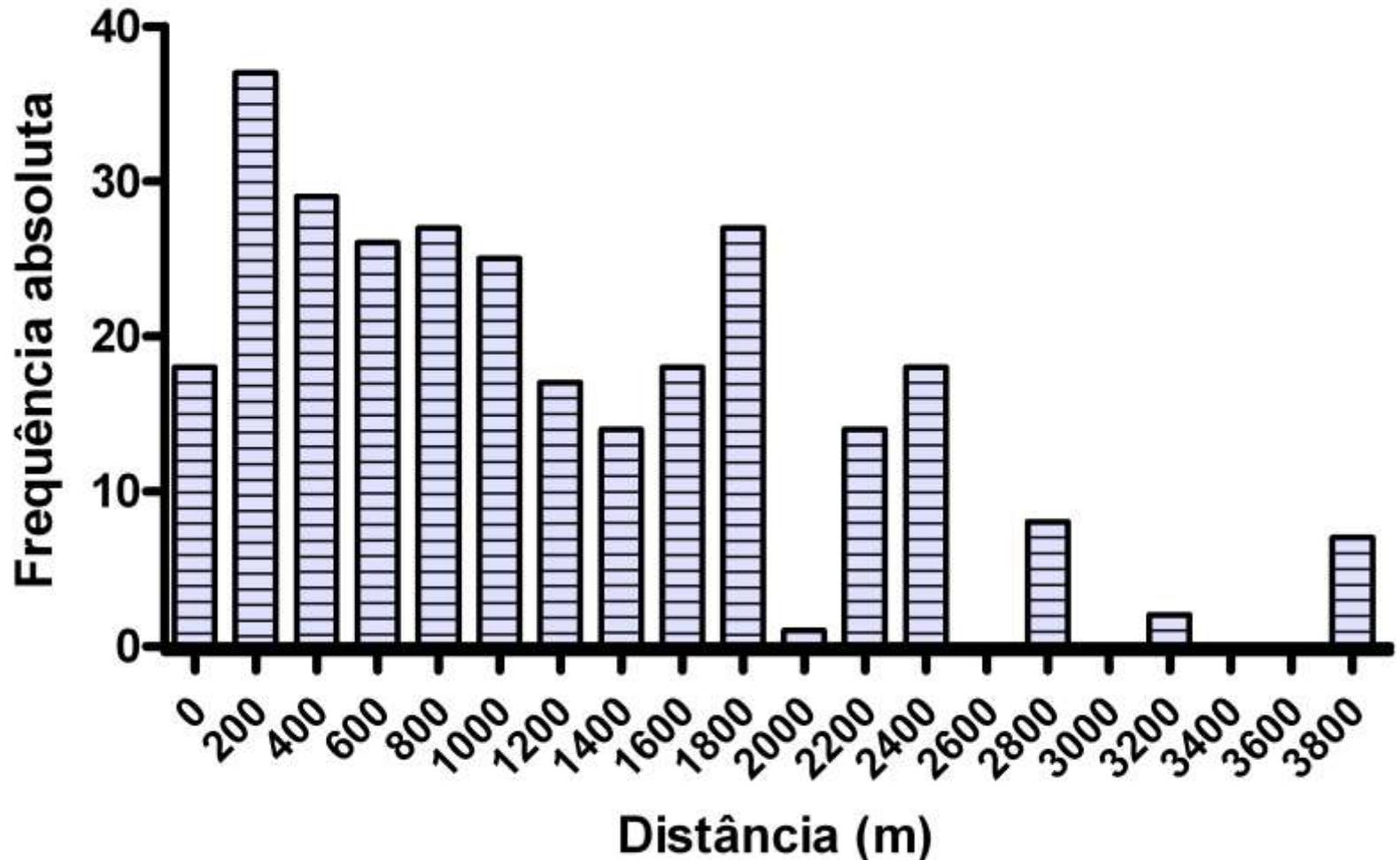


Nós que não estamos vendo eles

Função de detecção



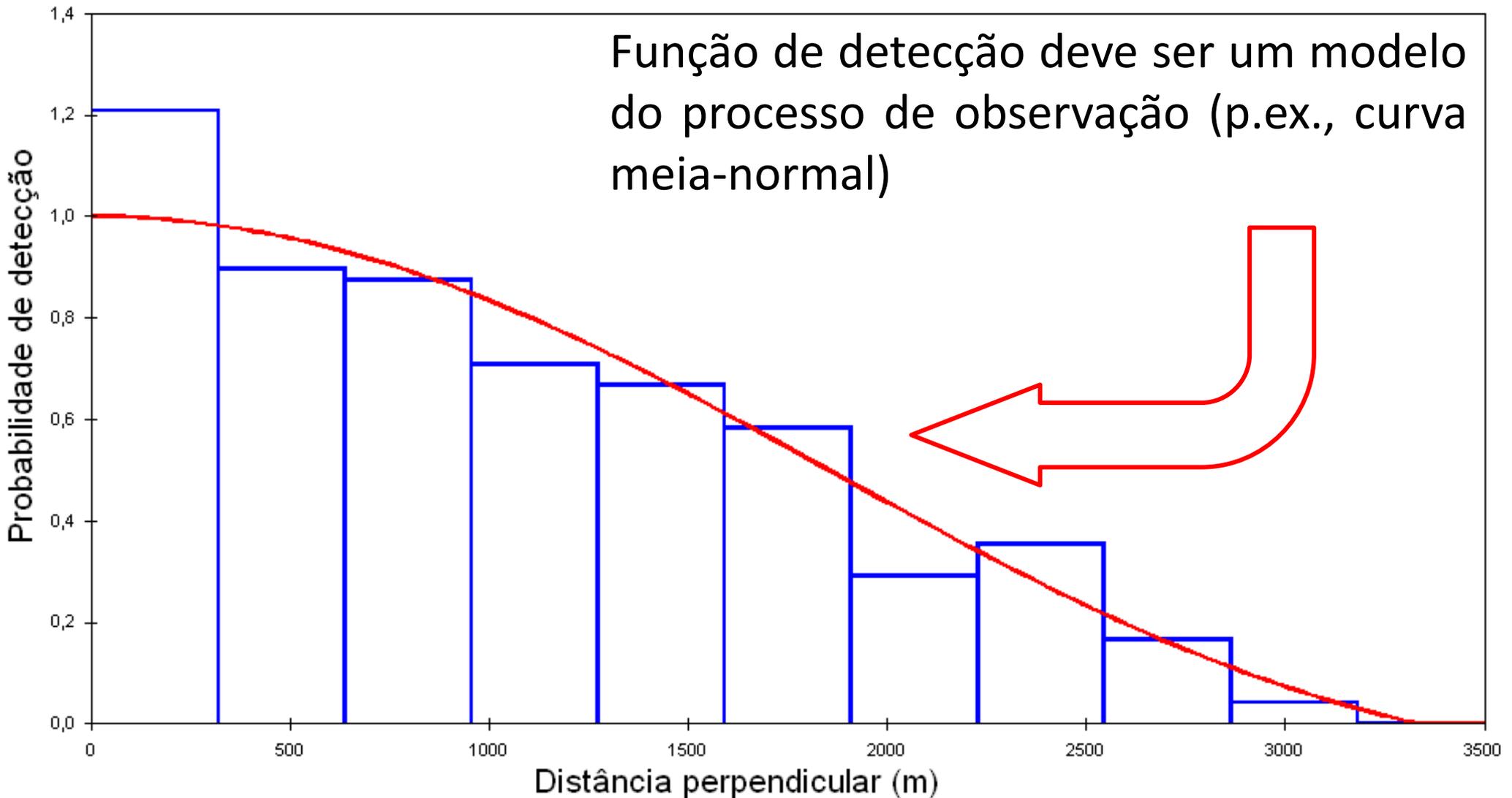
Histograma das distâncias perpendiculares



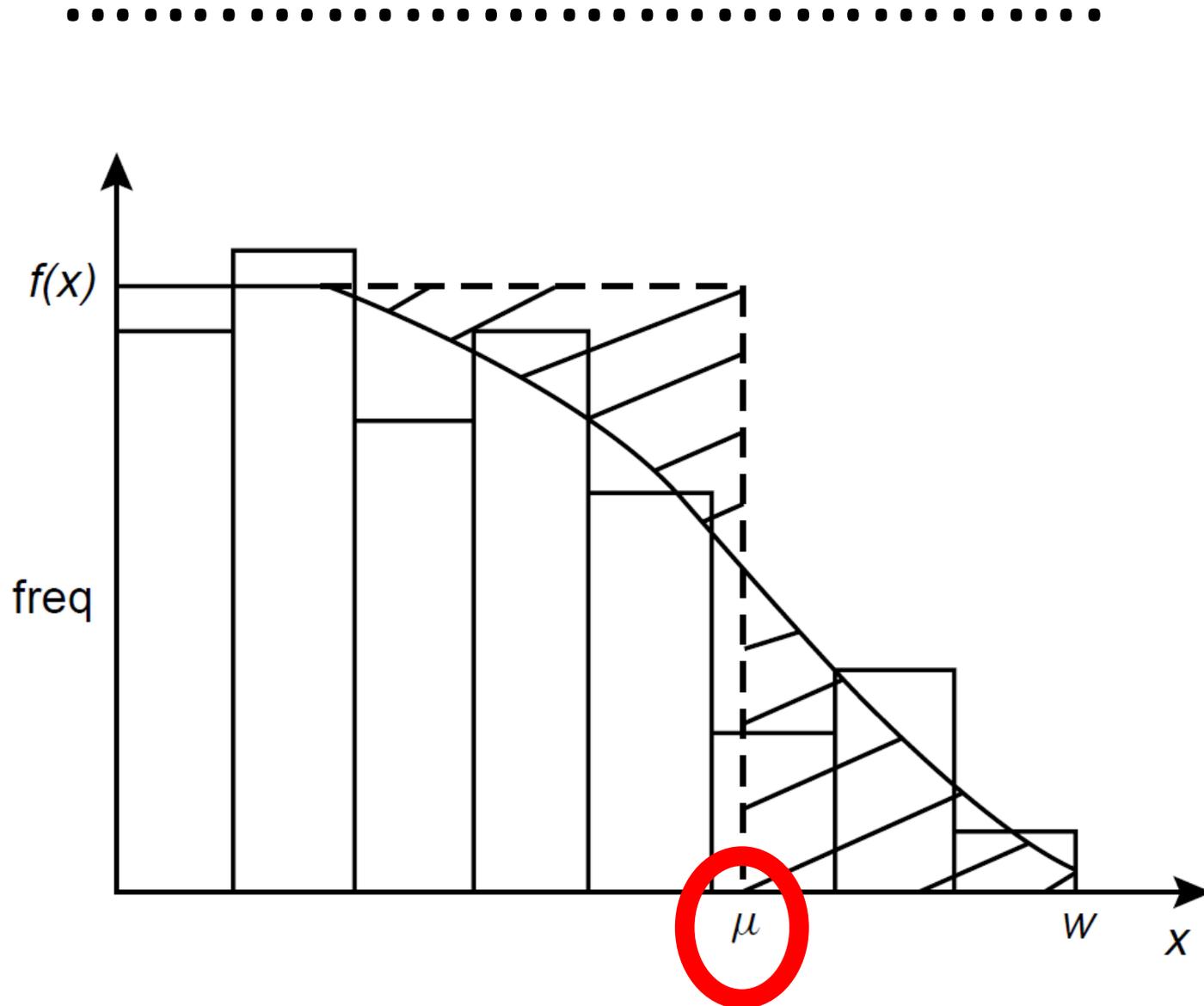
Função de detecção



Função de detecção deve ser um modelo do processo de observação (p.ex., curva meia-normal)



Estimando a largura efetivamente amostrada (μ)



Largura efetivamente amostrada



Distância na qual o número de objetos detectados além de μ é o mesmo que o número de objetos não detectados antes de μ ;

Estimador de densidade

.....

Então o estimador de densidade assume uma nova fórmula, considerando que na largura efetivamente amostrada teremos uma faixa **equivalente** à detecção de todos os animais:

$$\hat{D} = \frac{n}{2\hat{\mu}L}$$

Variância

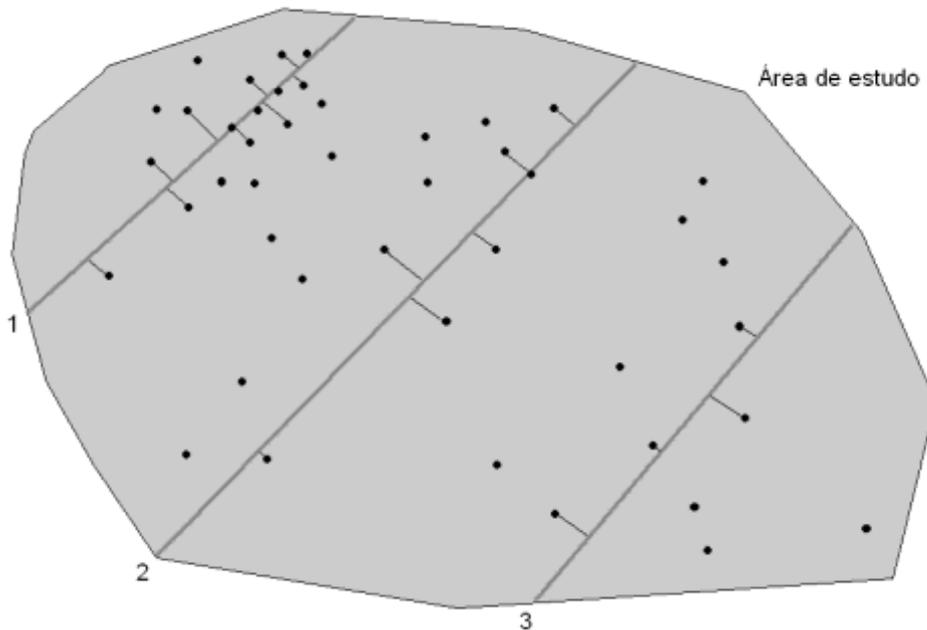
- Forma standard pelo método Delta (Seber, 1982):



Taxa de encontro
Função de detecção
Tamanho de grupo

* *Distance* fornece as contribuições relativas (%) de cada elemento da variação.

Parâmetros conhecidos



A = tamanho da área de estudo

k = número de linhas

l_i = comprimento da linha de transecção i

L = comprimento total das linhas / somatório de l_i

w = comprimento da área amostrada

Parâmetros estimados



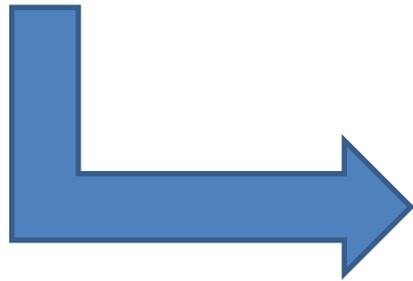
D = densidade

N = abundância

$f(0)$ = função de probabilidade de densidade das distâncias detectadas avaliadas na distância zero

$g(0)$ = probabilidade de detecção na linha de transecção

$E(s)$ = tamanho médio de grupo da população



$$\hat{D} = \frac{n E(s)}{2\hat{\mu}L}$$

Premissas

- 1) Os animais a uma distância zero da linha de transecção ou perto dela serão detectados; a função de detecção tem um “ombro”.

$$g(0) = 1$$

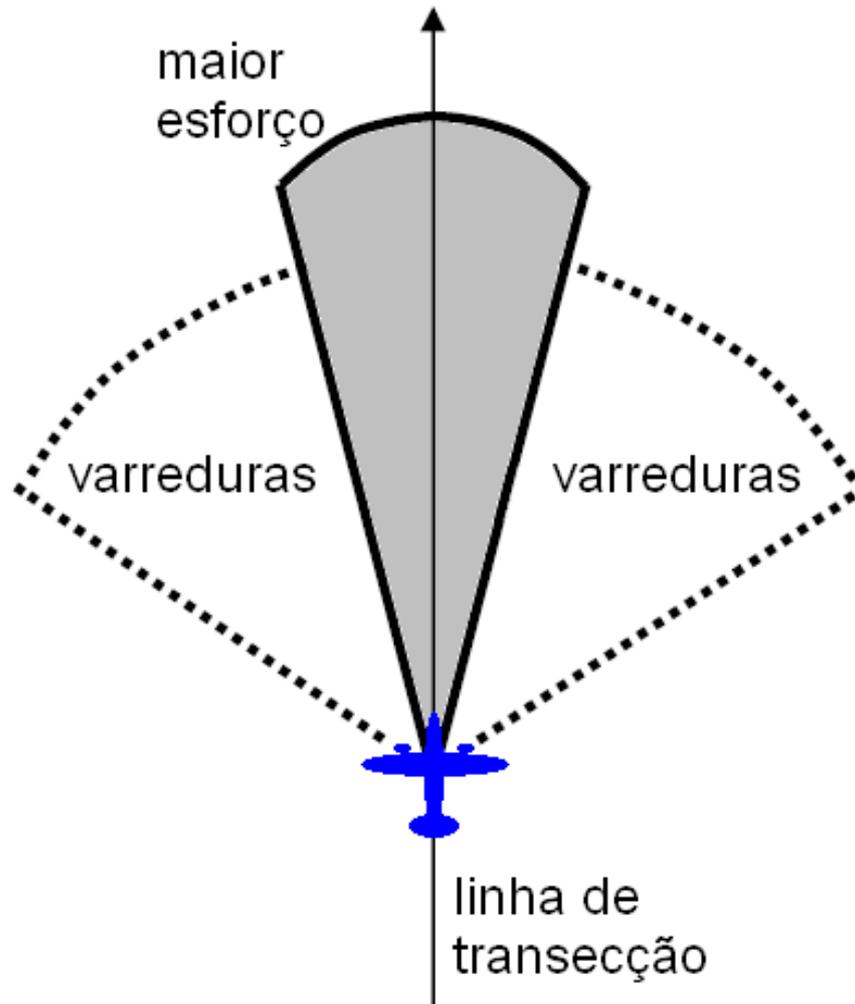
Esforço de observação



Olhar pra frente



Esforço de observação



Problema do $g(0) < 1$

.....

Animais que permanecem grande parte de seu tempo não disponíveis para o observador. Isto resulta num erro denominado **distorção por disponibilidade.**



Distorção por disponibilidade

.....

- Remediação no desenho amostral (p.ex., velocidade da plataforma de pesquisa);
- Correção pelo tempo de mergulho, determinando a proporção do tempo que, em média, os animais permanecem na superfície (p.ex., Barlow, 1988).



Distorção por percepção



- Diz respeito aos animais que estavam disponíveis mas não foram detectados pelo observador;
- Correção inclui experimentos com plataformas independentes de observação (que pode corrigir também distorção por disponibilidade).

Premissas



2) Os animais são detectados antes de responder à presença do observador,

ou

ausência de movimentos responsivos.

Bow-riding



Comportamento de natação na proa da embarcação por vários delfínídeos provoca maior detecção de animais próximos da linha de transecção e superestimativa na densidade.

Comportamento curioso



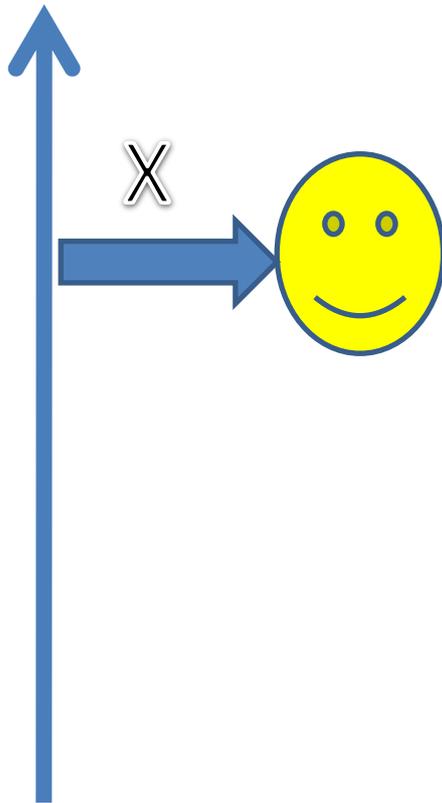
Baleia-minke-anã



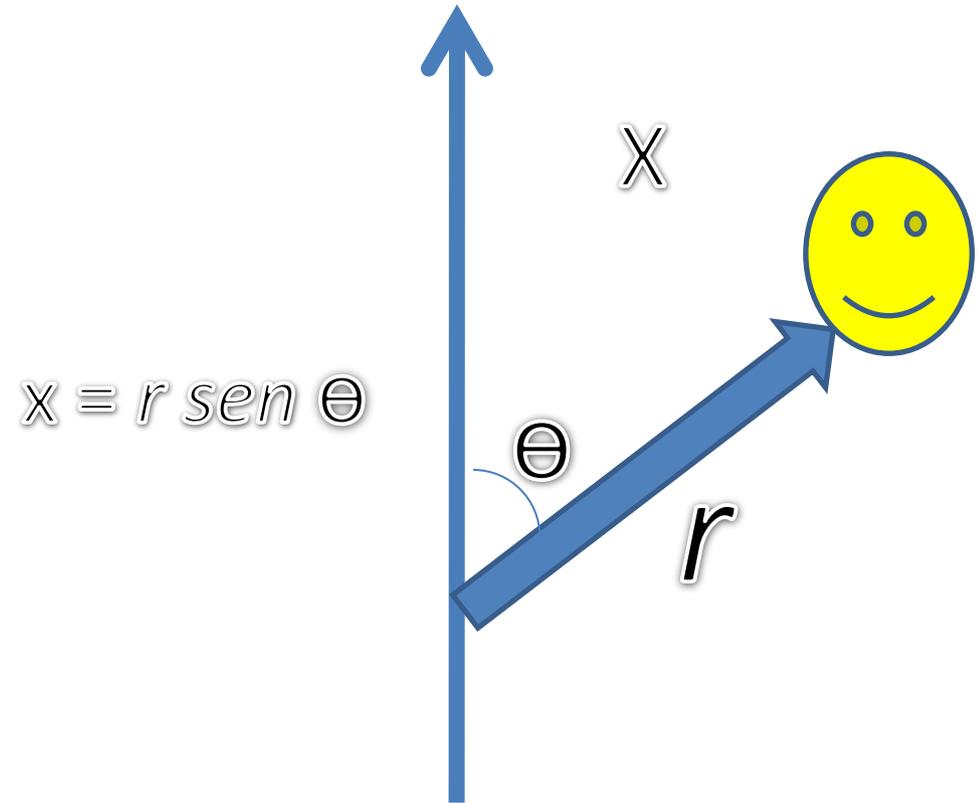
Premissas

.....

3) Distâncias são medidas precisa/corretamente.



Perpendicular



$$x = r \text{ sen } \theta$$

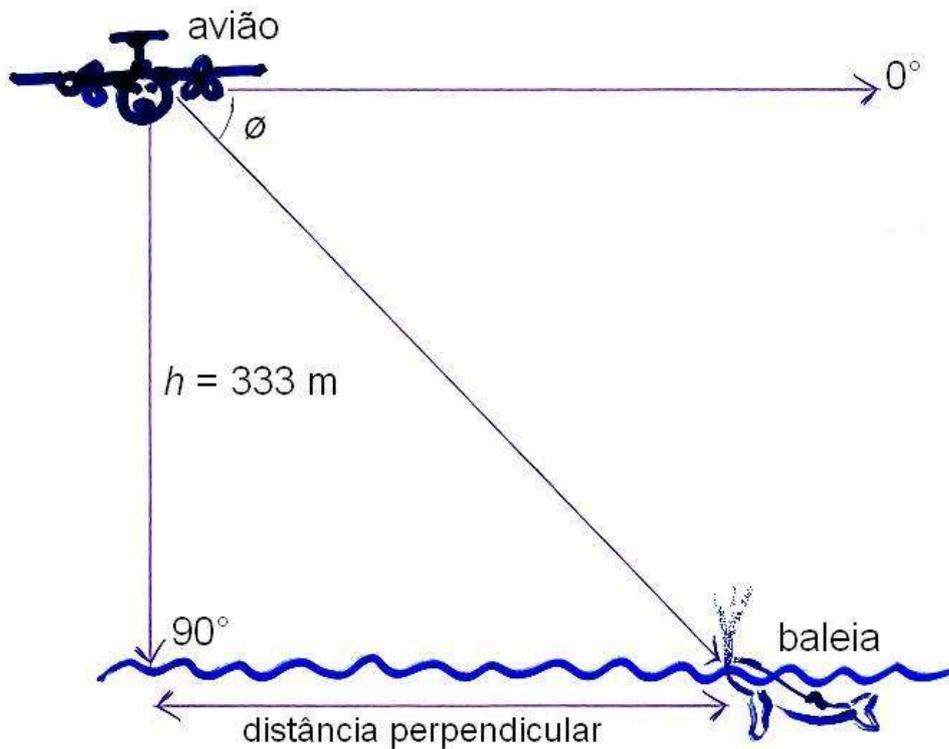
Radial

Mensuração das distâncias

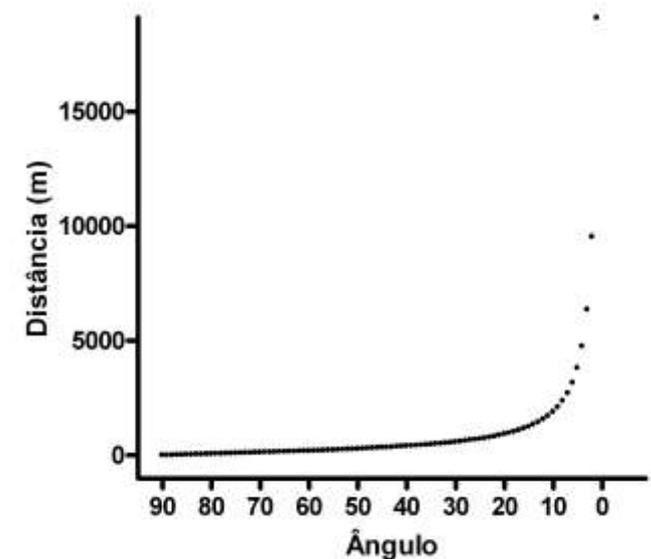
.....



Mensuração das distâncias



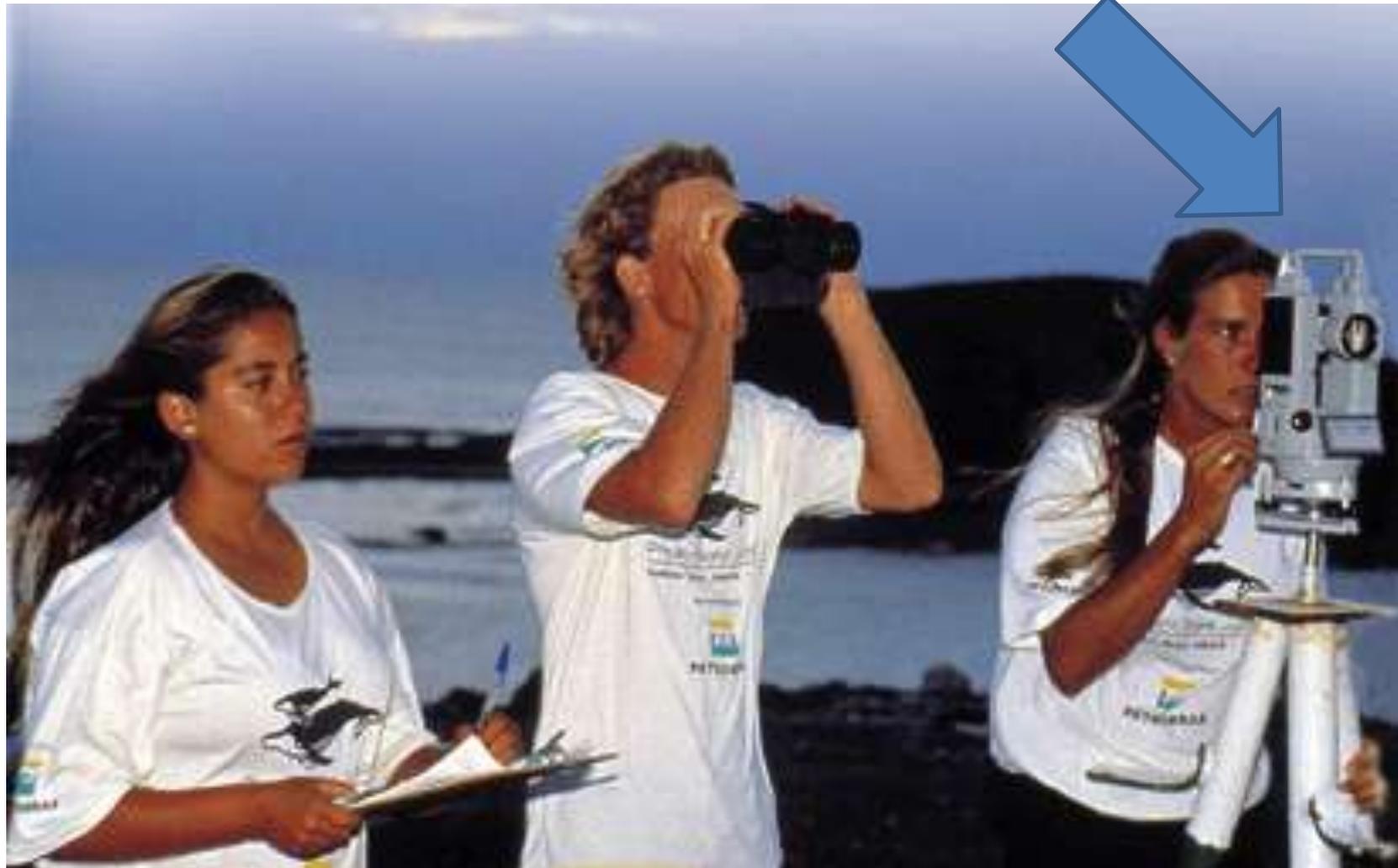
$$\text{Distância perpendicular (m)} = h \tan \phi$$



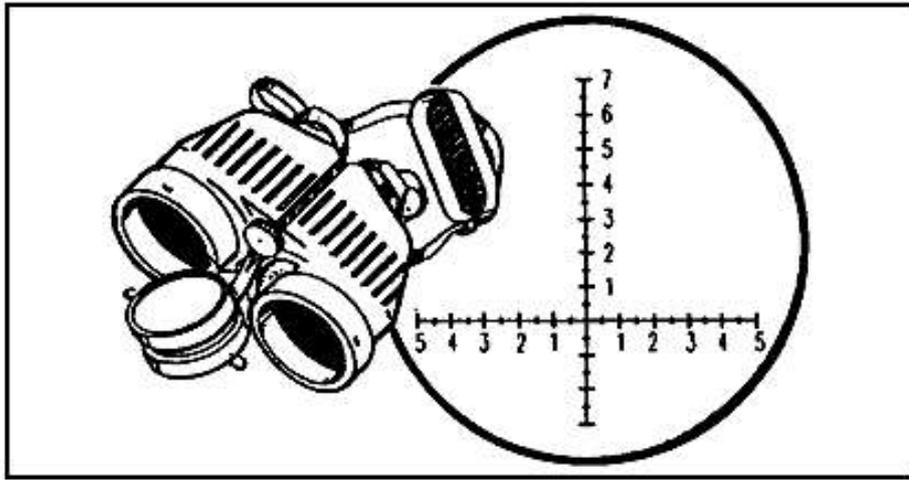
Mensuração das distâncias

.....

Teodolito



Mensuração das distâncias



Binóculo reticulado



 h

Mensuração das distâncias

.....

Laser range finder



Olhometro



Outras premissas



- Independência entre detecções;
- O mesmo objeto não pode ser detectado em mais de uma linha.

Fases da análise



1. Análise exploratória
2. Seleção do modelo
3. Análise final e inferência

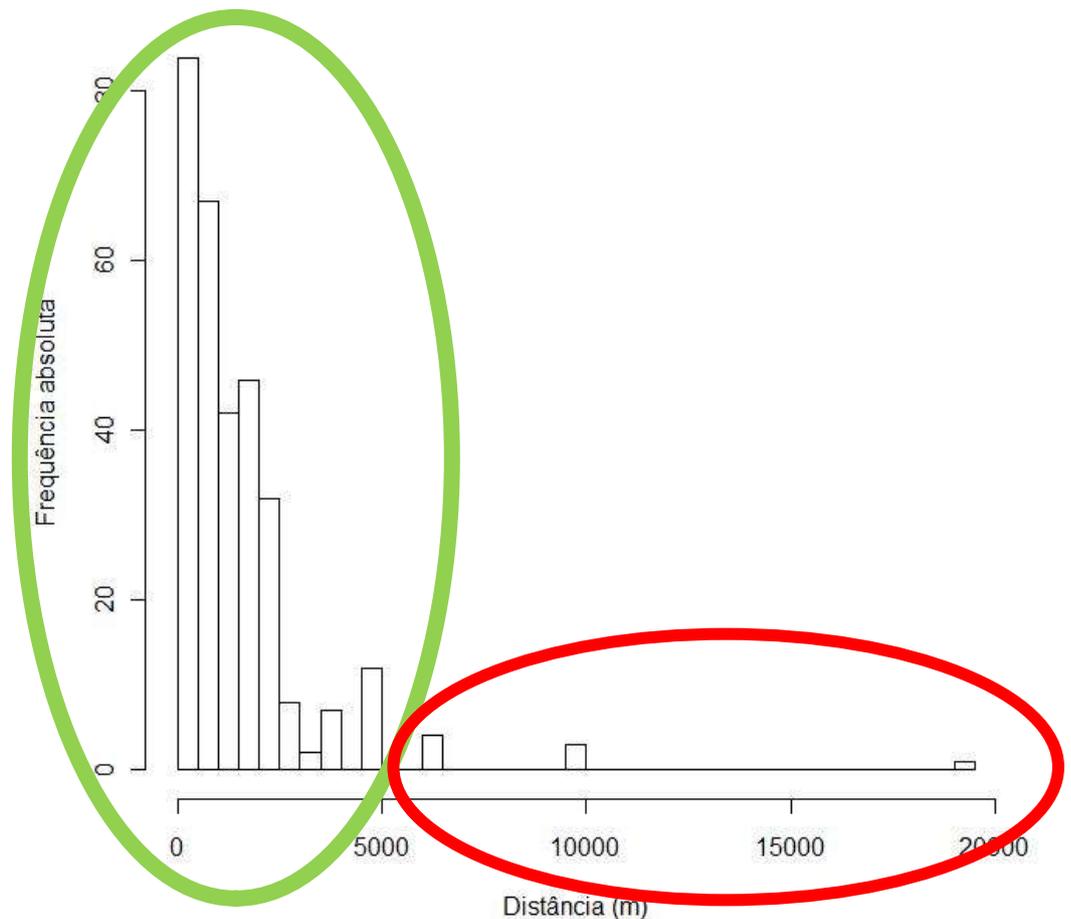
1. Análise exploratória

.....

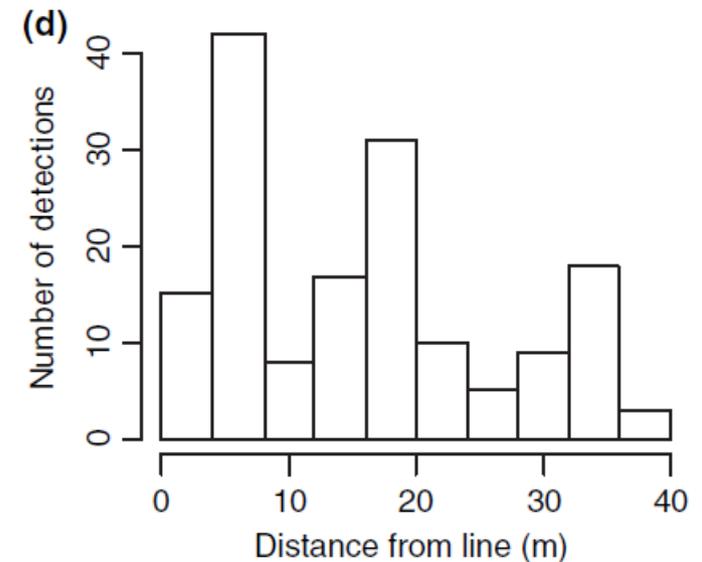
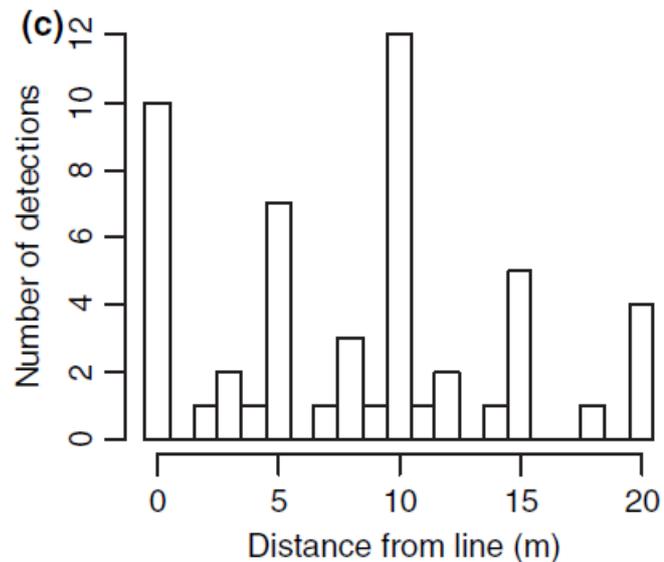
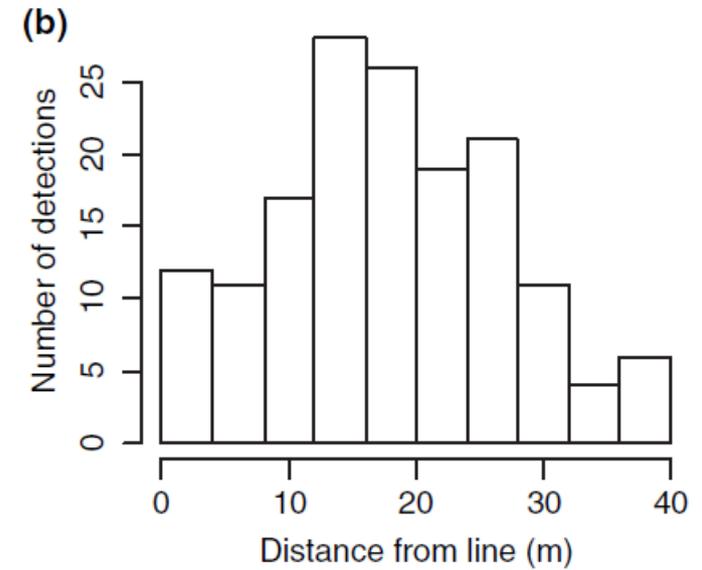
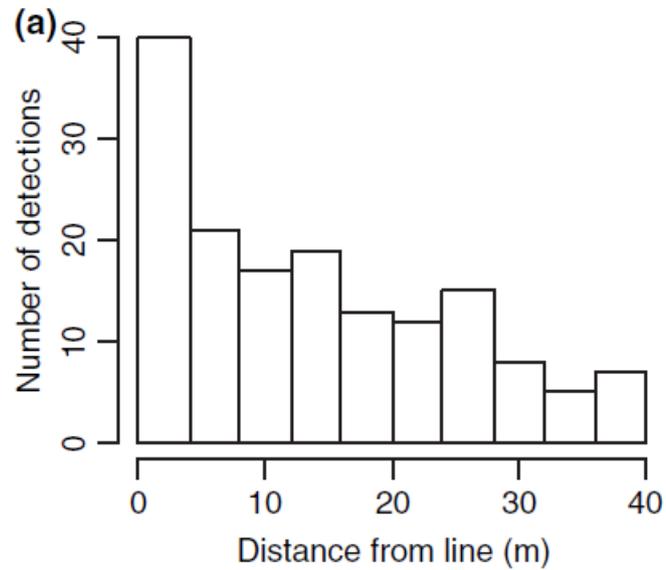
Plotar histograma com as distâncias (deve ser feito ainda durante a fase de coleta dos dados)

Distâncias mais importantes são as próximas da linha.

10-20 classes geralmente é adequado



Dados “problemáticos”



Dados “problemáticos”



Problemas que podem ser detectados pela inspeção visual do histograma:

- Picos;
- Decréscimo acentuado/abrupto da detecção;
- Arredondamento das distâncias;
- Movimentos responsivos (atração/afastamento);
- Erros grosseiros;
- Outliers.

2. Seleção do modelo

.....

A priori, geralmente $w = \infty$

Então, w corresponde à maior distância observada.

Truncamento

.....

Truncamento à direita:

> eliminar os dados a partir de determinada distância.

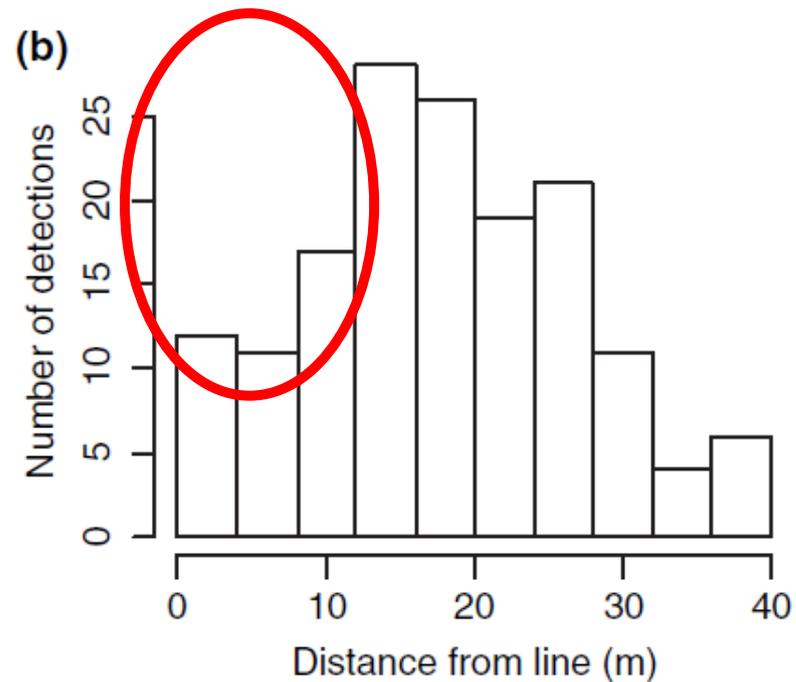
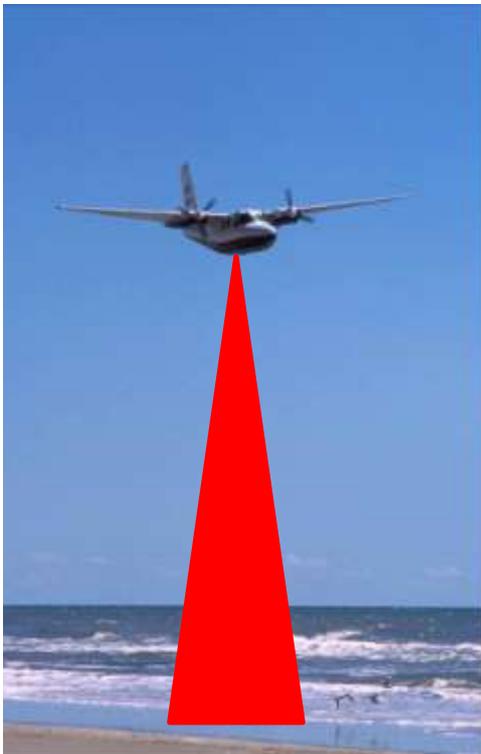
{ 5 – 10% da maiores distâncias
 $g(w) \sim 0.15$

Truncamento



Truncamento à esquerda:

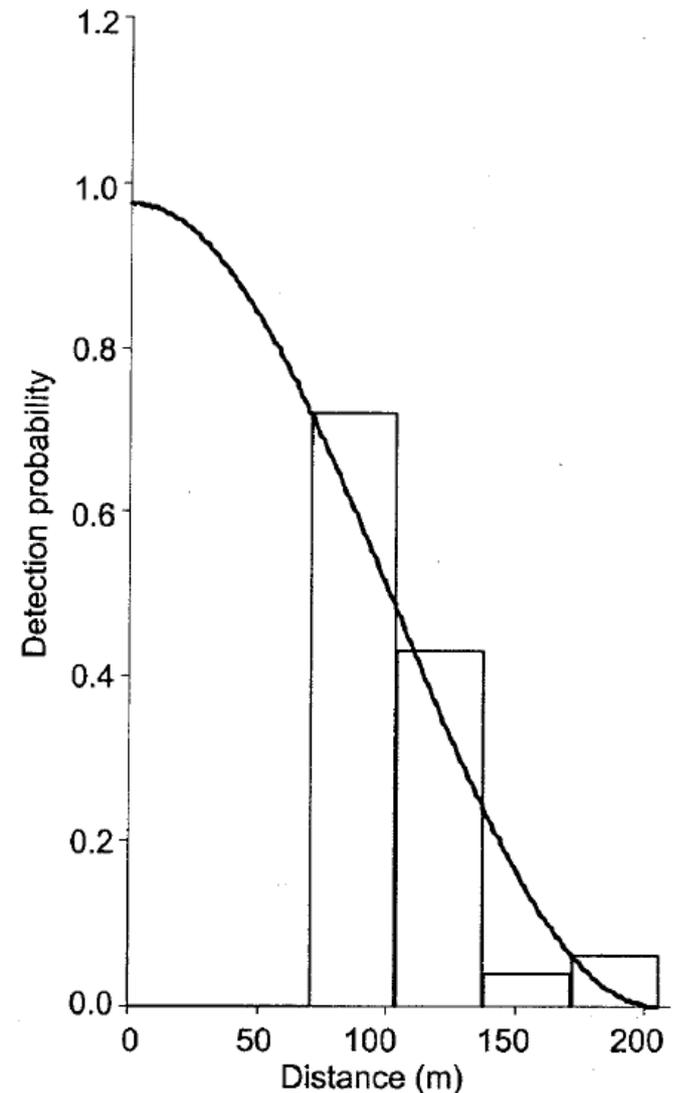
> eliminar os dados antes de determinada distância.



Truncamento



Sobrevisões para estimativa de densidade de toninhas



Secchi *et al.*, 2001

Agrupados ou não-agrupados?

.....

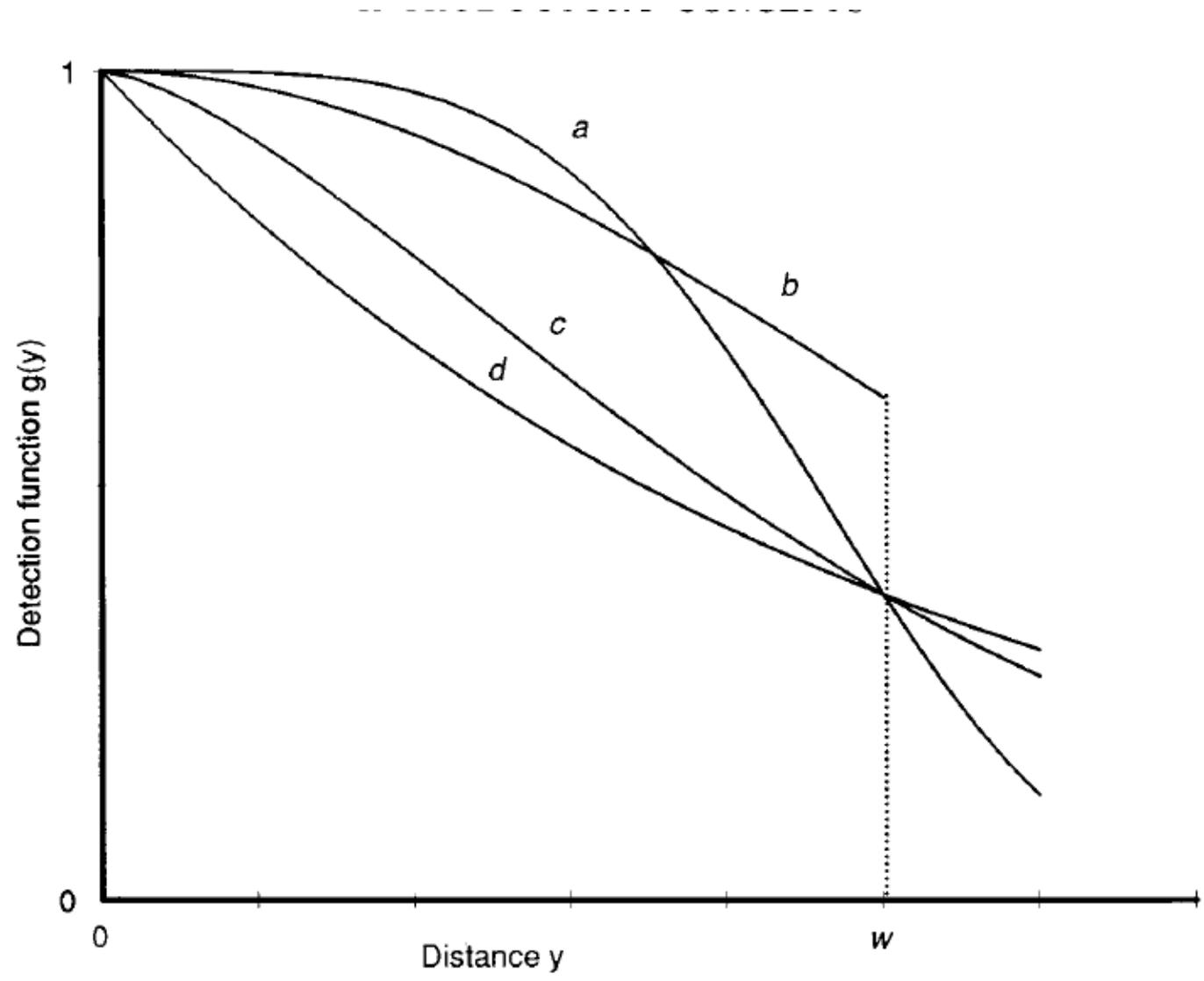
- **Não-agrupados:** opção padrão do programa *Distance*. Idealmente coletar as distâncias precisas e não agrupadas;
- **Agrupados:** opção para problemas de arredondamento, imprecisão das medidas de distância perpendicular;
 - > Faixas iguais de distância, faixas desiguais crescentes (em intervalos de ângulos iguais ou outro intervalo definido)

Propriedades de boas funções de detecção - $g(x)$

.....

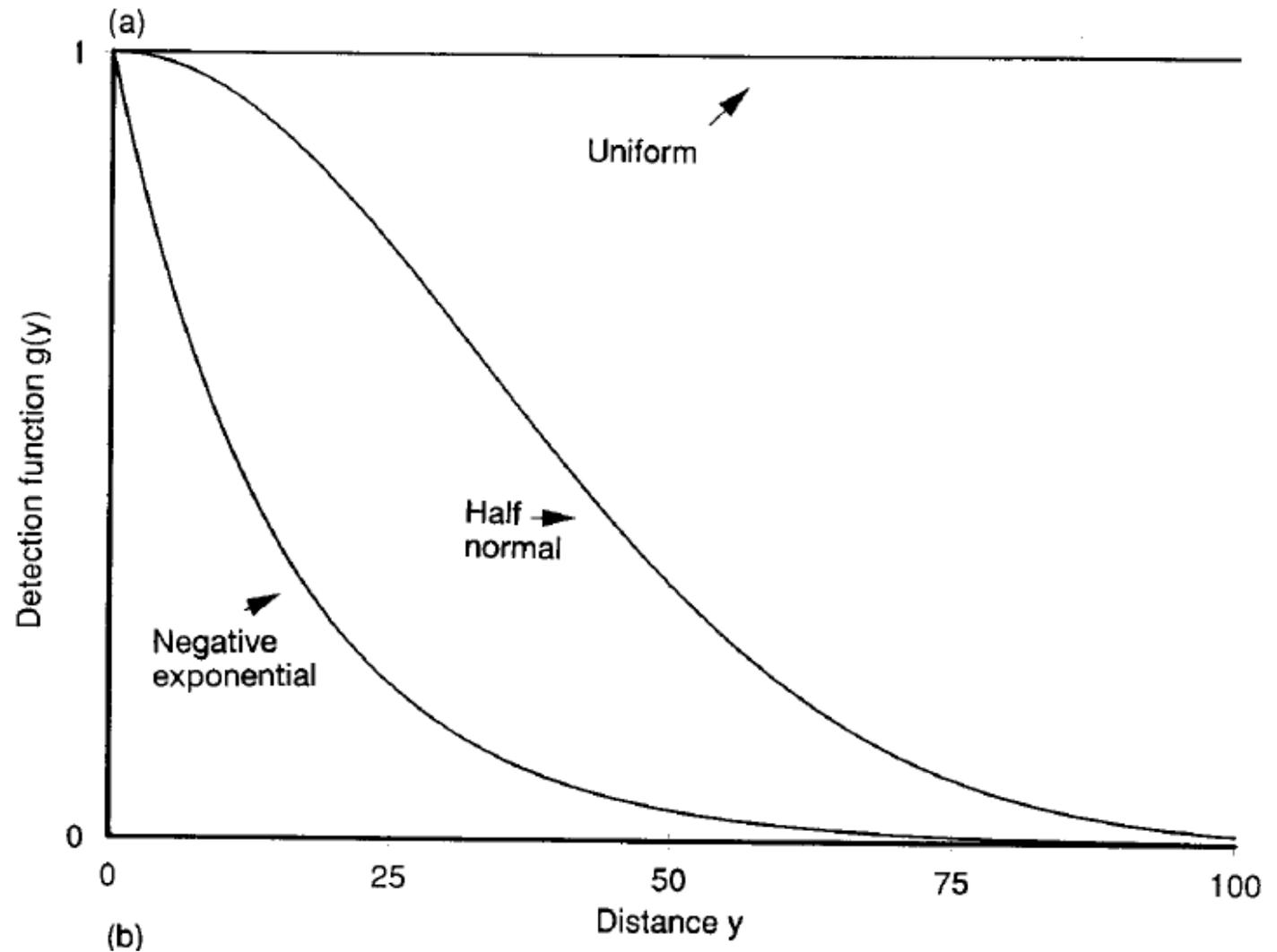
- **Robustez:** flexível a diferentes formas de funções de detecção – geralmente mais de um parâmetro;
- **Forma:** decresce com a distância da linha de detecção, tem um “ombro” amplo;
- **Eficiência:** precisão;
- **Bom ajuste aos dados:** testes de verificação

Funções de detecção

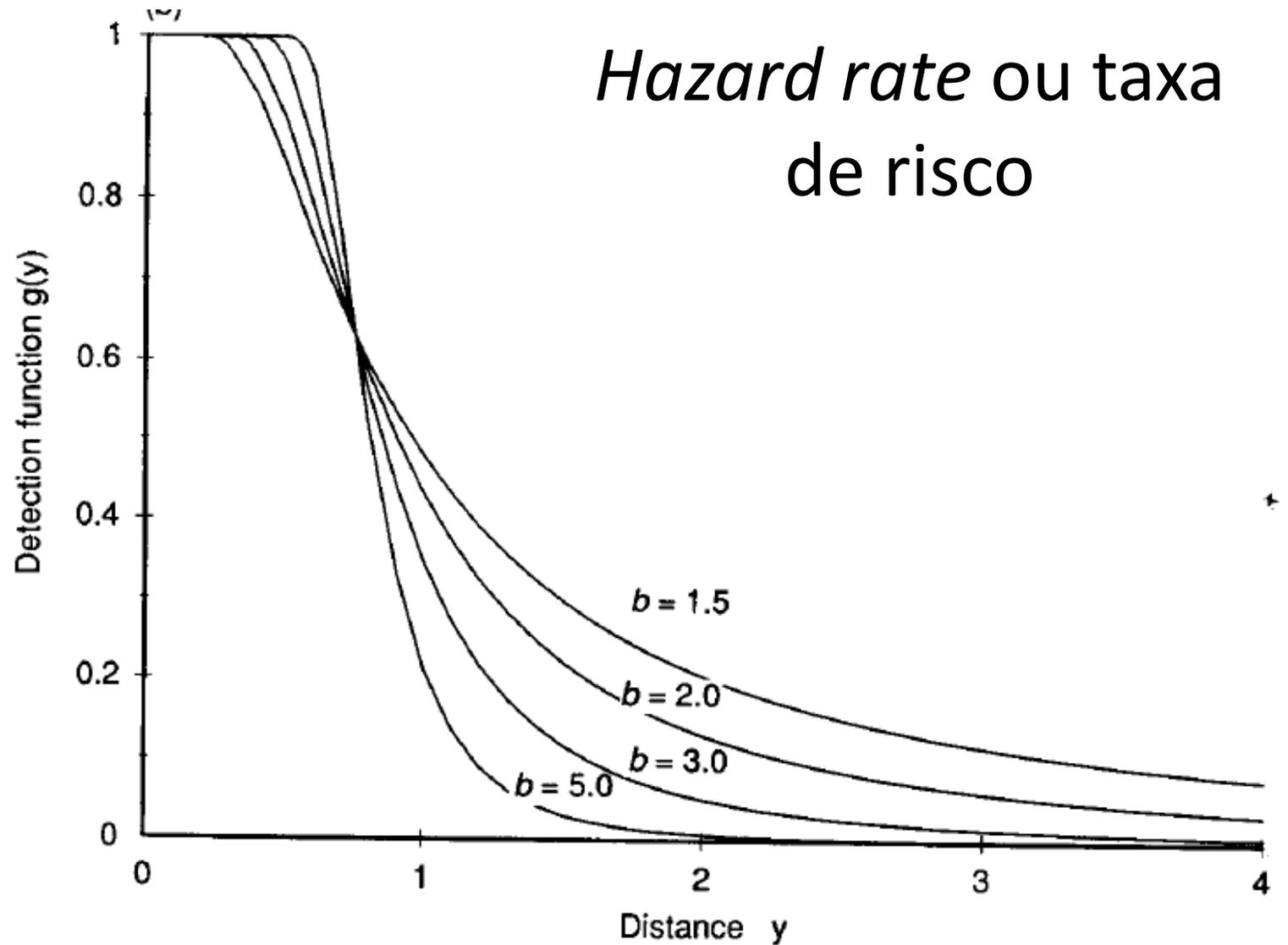


Funções de detecção

.....



Funções de detecção



Funções de detecção

.....

**Função de
detecção**



**Expansão de
série**

Uniforme	Cosseno
Uniforme	Polinomial simples
Meia-normal	Cosseno
Meia-normal	Polinomial hermite
Taxa de risco	Cosseno
Taxa de risco	Polinomial simples

Qual o melhor modelo?

.....

AIC (Akaike Information Criterion)

- Somente modelos com mesmo filtro podem ser comparados pelo AIC (truncagem, agrupamento).

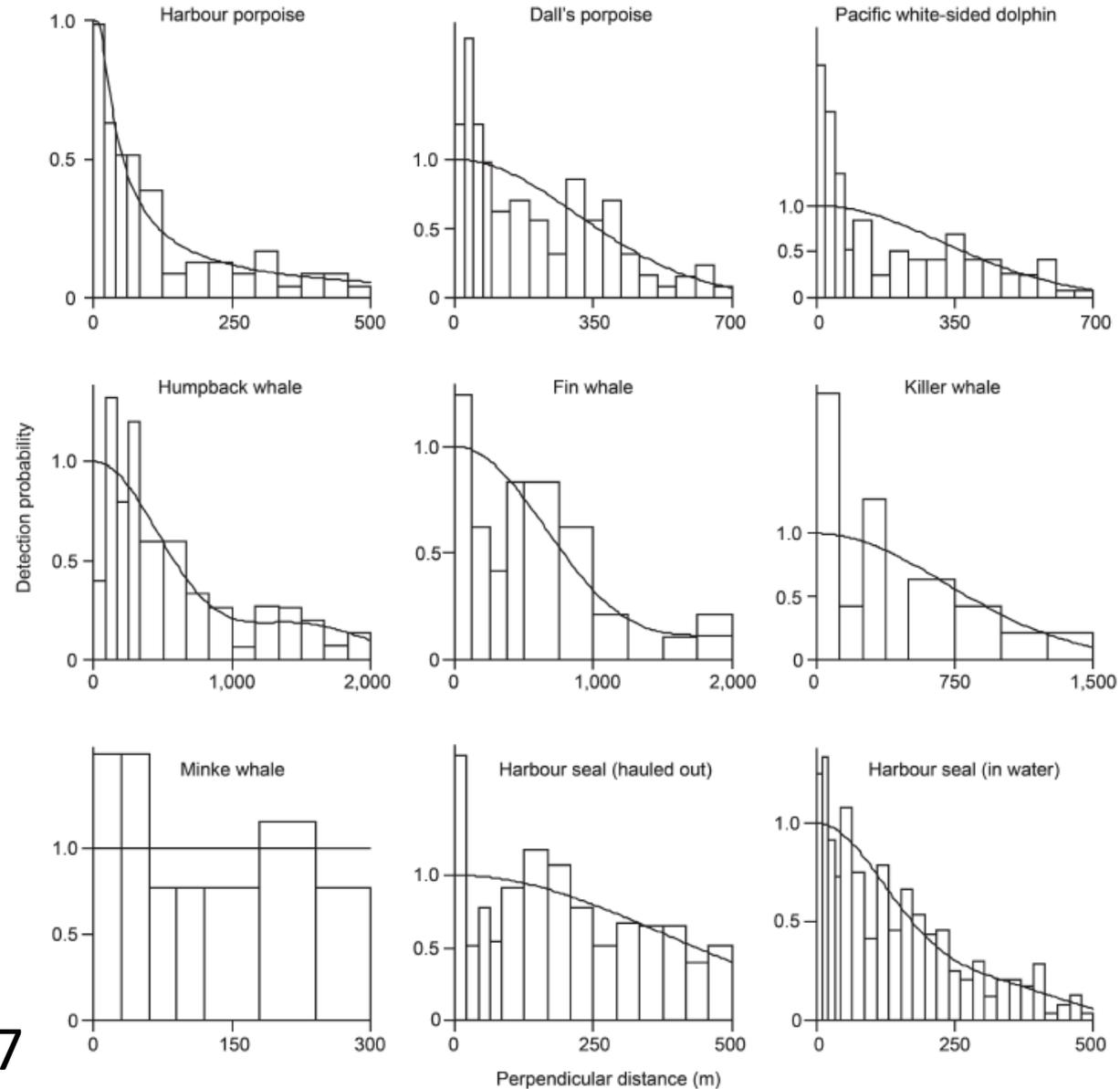
Testes para ajuste da função



- GOF (Goodness of fit)
- q-q plot
- Cramer-von-misses
- Kolmogorov-Smirnov

Somente dados
não agrupados

Funções de detecção



3. Análise final e inferência



- Seleção final do modelo
- Outputs
- Apresentação dos resultados

3. Análise final e inferência



Nenhum modelo estatístico
substitui uma boa pergunta,
desenho amostral e coleta!!!!

Desenho amostral



Assegurar premissas, máxima precisão,
mínima distorção e mínimo custo.

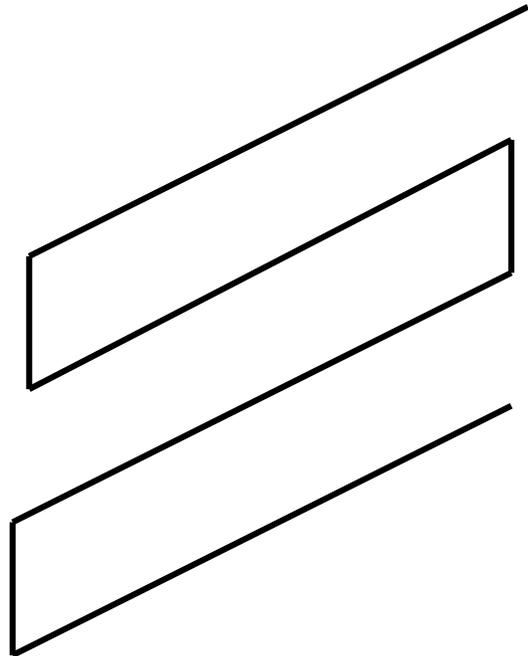
Tamanho da amostra
60 - 80 detecções

Desenho das linhas de transecção

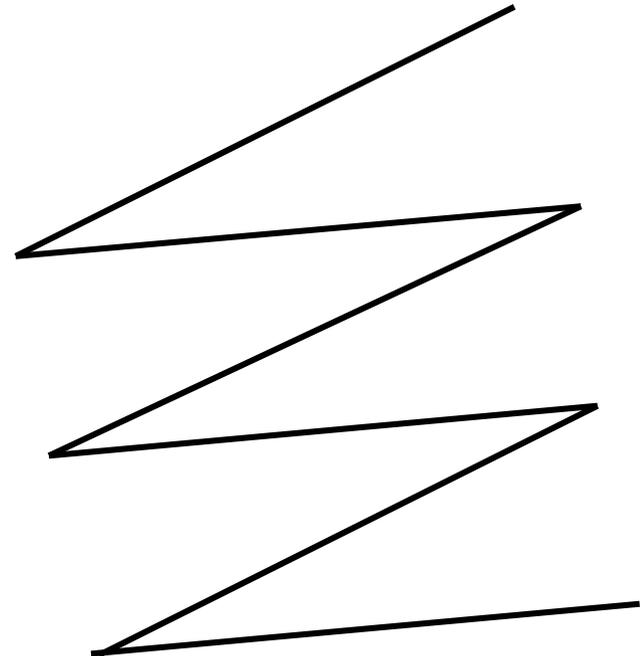


- Replicação ($k > 20$);
- Evitar critérios subjetivos;
- Igual probabilidade de cobertura para toda a área de estudo;
- Estratificação;
- Geometria.

Desenho das linhas de transecção



Paralelo



Zig-zag

Desenho das linhas de transecção



VARIÁVEIS:

- Sistemático (qual início?) ou aleatória (com ou sem reposição?);
- Espaçamento das linhas paralelas, ângulo do zig-zag;
- Comprimento das linhas;
- Orientação (reflexo, gradientes de habitat e densidade).

Estratificação

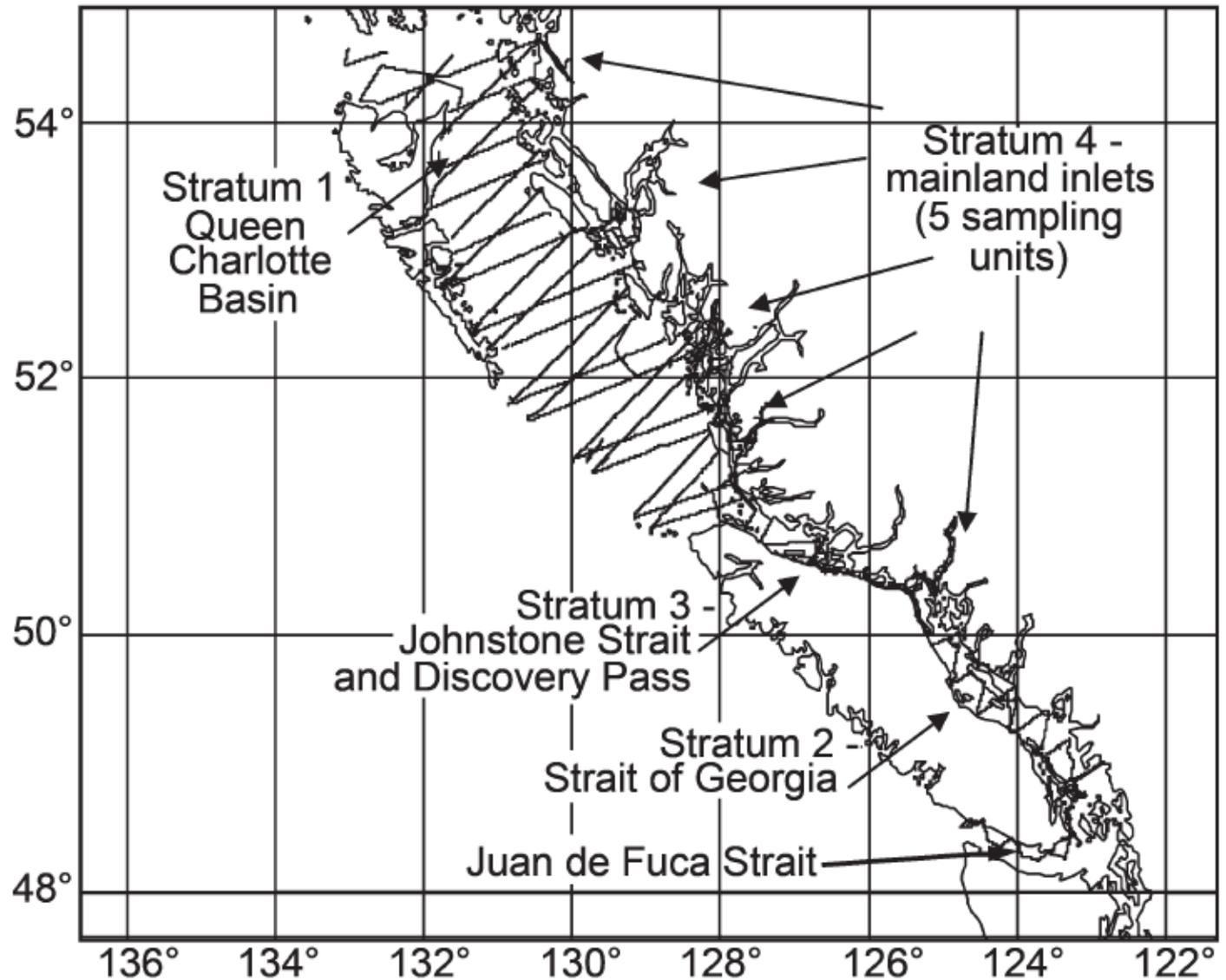


> Divisão em estratos / blocos amostrais

QUANDO ESTRATIFICAR?

- Habitats diferentes;
- Densidades diferentes;
- Áreas específicas de manejo.

Estratificação



Processo de observação

.....

Esforço de procura e eficiência da detecção deve decrescer com a distância da linha de transecção de forma a garantir que as detecções próximas da linha sejam otimizadas e a probabilidade de detecção decresça suavemente com a distância da linha (“ombro”).

Treinamento dos observadores

- Como observar?

“É preferível detectar poucos animais próximos da linha de transecção do que detectar muitos animais longe” (Buckland *et al.*, 2001).



Outras variáveis



- Número de observadores;
- Rodízio de observadores (descanso);
- Equipamentos óticos (binóculos ou olho-nu);
- Velocidade da embarcação, altura do avião;
- Aproximação dos grupos: *passing / passing and closing*.

A detecção de um animal depende de...

(Koopman, 1980)

.....

Brilho, contraste, tamanho e forma,
comportamento, mobilidade relativa e distância
do observador.



Covariáveis



Amostragem de distâncias convencional

X

Amostragem de distâncias com múltiplas
covariáveis

- Taxa com que a detecção decresce em função da distância pode variar em função de alguma covariável;

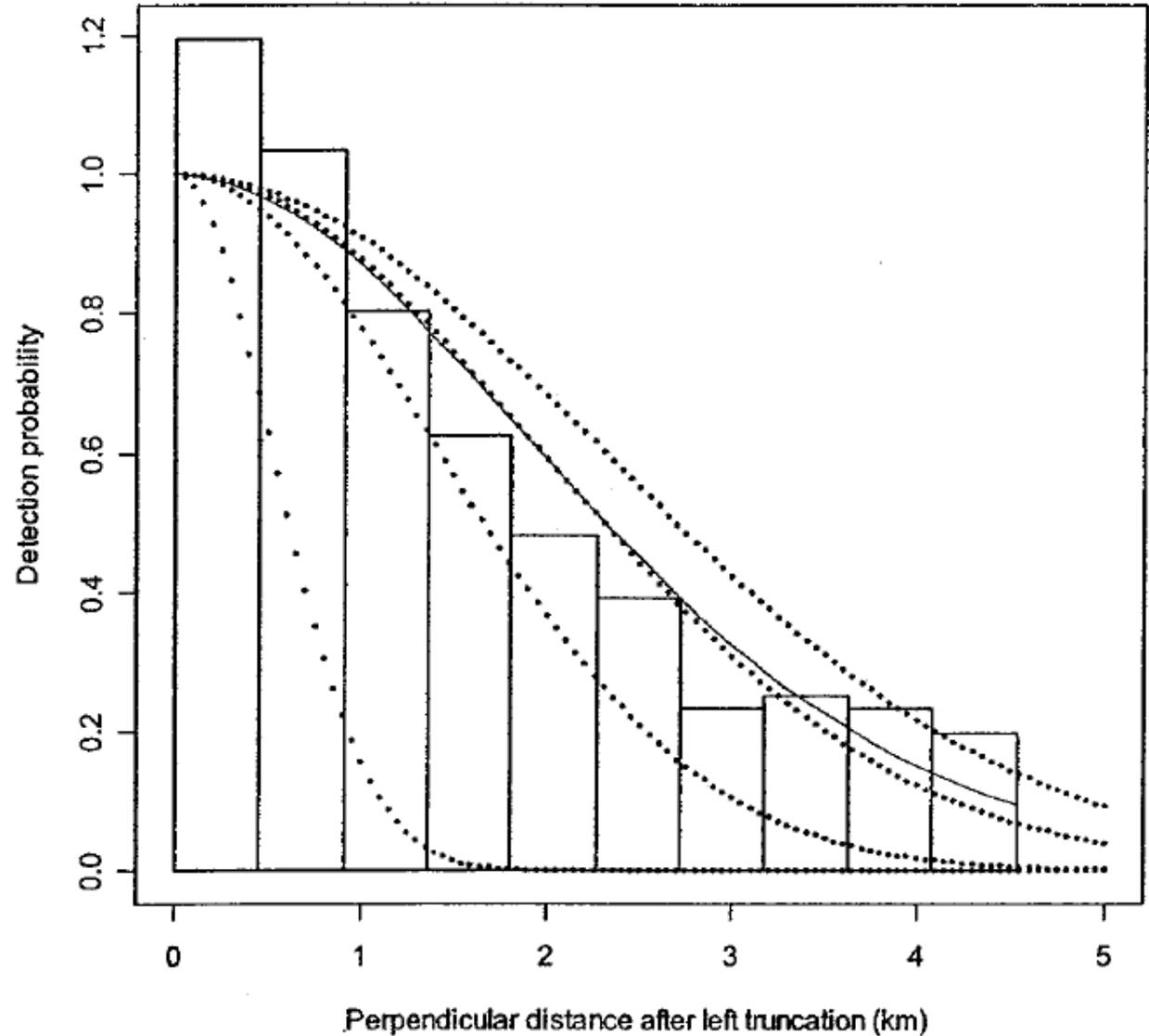
Covariáveis

- Reflexo do sol;
- Cobertura do céu;
- Estado do mar – escala Beaufort;
- Tamanho da ondulação;
- Direção e intensidade do vento;
- Evento/pista da detecção (*cue*);
- Observador;
- Profundidade;
- Etc...

Covariáveis



Uma função de
detecção para
cada observador



Programa Distance

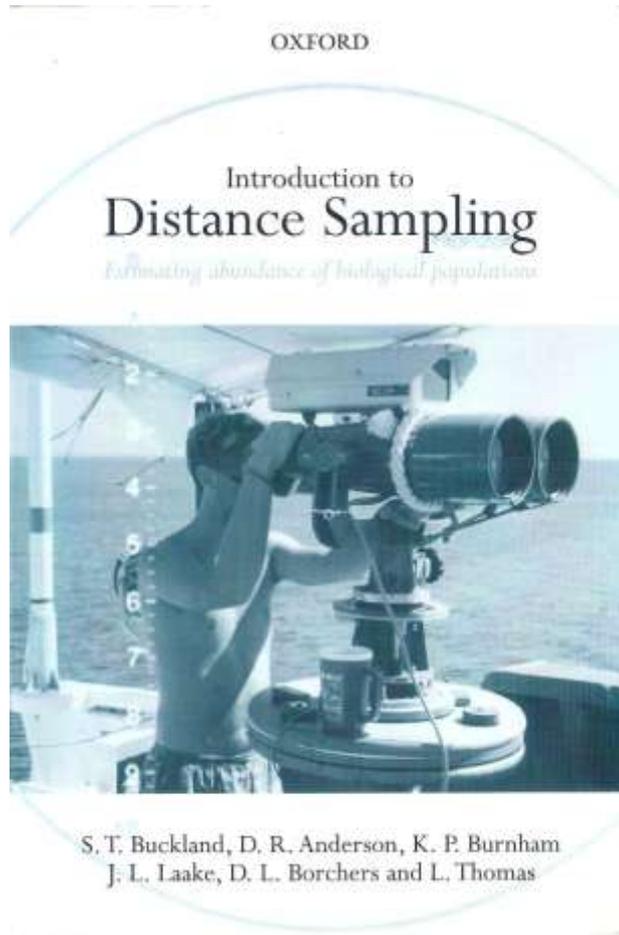


<http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>

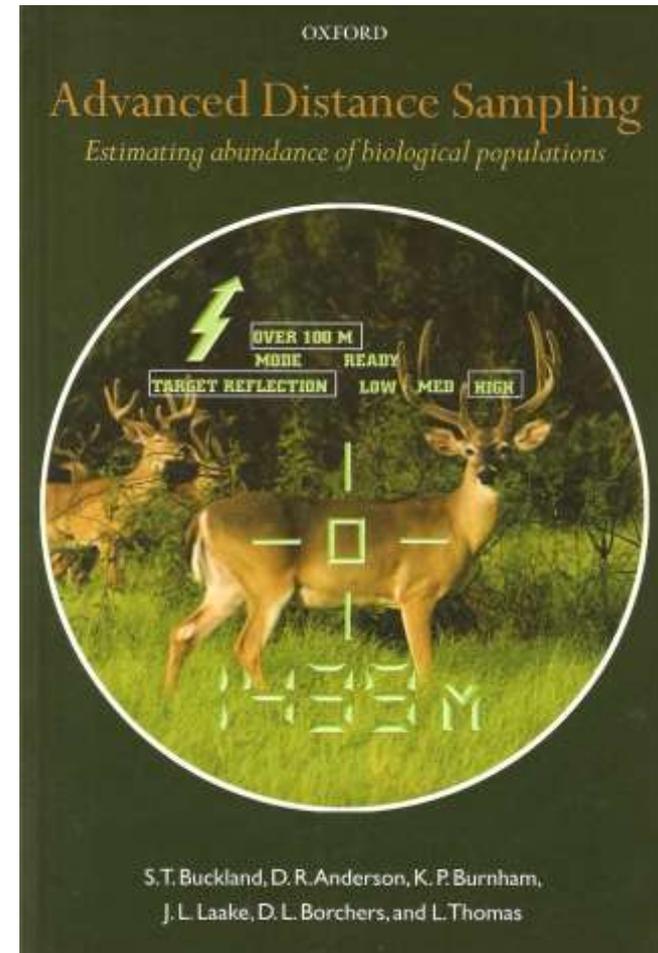


Referências principais

.....



Buckland *et al.*, 2001



Buckland *et al.*, 2004