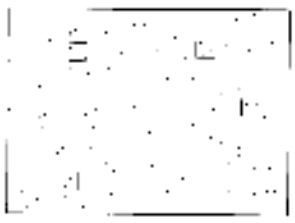
Amostragem por distância: transectos lineares

Katia Ferraz

Contexto

- Objetivo:
  - Estimar densidade ou abundância de uma determinada população



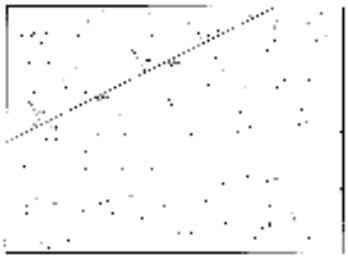
Densidade $\Rightarrow$ D = N/A

$$\widehat{D} = \frac{n}{a}$$

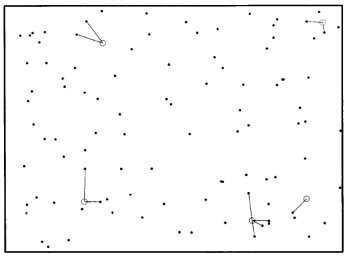
Estimativa de densidade a partir de uma amostra

Métodos

Line transect



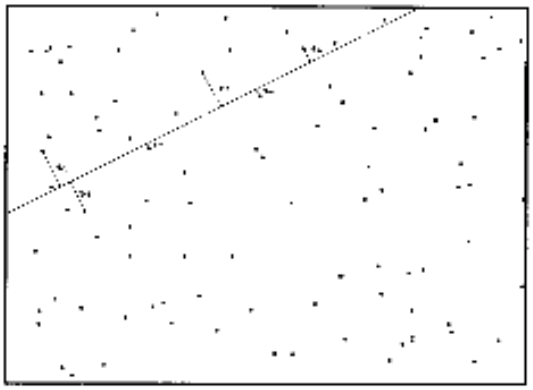
Point transect



Strip vs. line transects

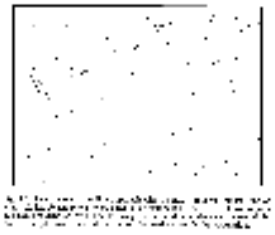
- Strip transect (idem para point counts)
  - Assume que todos os indivíduos são observados, independente da distância. Não há medições de distância.
- Line transect
  - Assume que uma estreita faixa ao redor do transecto é amostrada. A observações dos indivíduos a partir do transecto é dependente da distância entre os animais e o observador. Não assume que todos os objetos são identificados.

Line transects



(Buckland et al. 1993)

Observações do método



- Transecto disposto aleatoriamente
- A distância perpendicular do animal em relação à linha do transecto deve ser considerada
- Os indivíduos observados estão a uma certa distância da linha do transecto
- Muitos indivíduos não são observados
- Pode ser percorrido a pé, cavalo, helicóptero, veículo etc.

Importante

- Assume que apenas indivíduos próximos da linha do transecto são observados
- Observações dos indivíduos é dependente da distância entre estes e o observador (linha do transecto)
- Não assume que todos os indivíduos são observados.

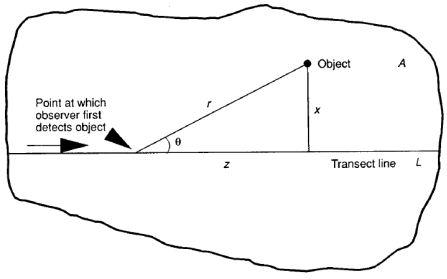
Métodos de Distância

- **Premissas:**
  - Animais na linha de contagem serão sempre detectados (probabilidade = 1)
  - A probabilidade de detecção de um objeto diminui de forma inversamente proporcional à distância de observação
  - Animais são registrados na posição inicial da observação e nunca contado duas vezes
  - As distâncias perpendiculares são medidas de modo exato (não há erros de medição)
  - Observações são independentes, não havendo efeito de uma sobre a outra

Princípios

- Contar todos os indivíduos observados ao longo de uma linha ou trilha
- Estimar a distância perpendicular do indivíduo em relação a trilha
- Encontrar um modelo ou **Função de Detecção** que melhor descreva o comportamento das distâncias observadas
- Usar a função para estimar a proporção de animais que não foram detectadas no censo
- Estimar a densidade da população de interesse

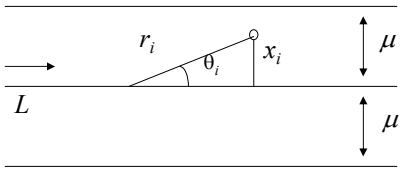
Uma população de objetos com um gradiente de densidade é amostrado com linhas paralelas em direção ao gradiente. Neste caso, existem $k = 6$ linhas de comprimento l_1, l_2,...l_6, e $\Sigma\, l_i = L$.



A área de tamanho A é amostrada por um único transecto de comprimento L. As distâncias de detecção r devem ser estimadas no campo assim como os ângulos de detecção θ, a fim de permitir as análises das distâncias perpendiculares x, calculadas como $x = r * \sin(\theta)$. A distância do objeto em relação ao observador paralelo ao transecto no momento da detecção é $z = r * \cos(\theta)$

(Buckland et al. 1993)

Notação



a - área amostrada

K - número de transectos

l - comprimento da linha

L - comprimento total percorrido ($\Sigma\ l_i$)

x_i - Distância perpendicular

r_i - Distância de detecção

θ_i - Ângulo de detecção

n - Número de animais detectados

D - Densidade animal

w - Truncation distance (distância a partir da qual os animais não são mais detectados)

μ - Meia largura efetiva da trilha (distância limite da trilha de onde os animais são detectados)

Estimativa de Densidade

Cálculo da área amostrada onde os animais foram detectados

$$a = 2wl$$

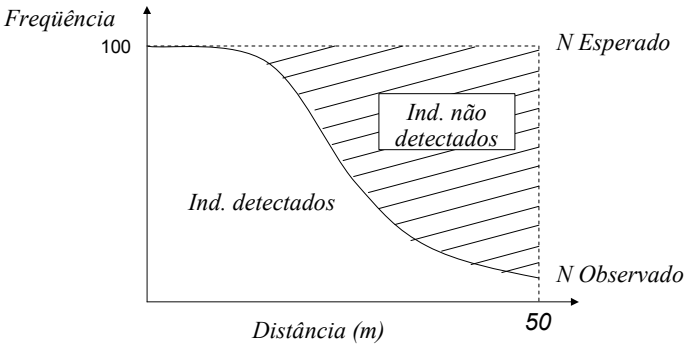
Densidade estimada

$$\hat{D} = \frac{n}{2wl\hat{P}_a}$$

$P\hat{}_a$ = probabilidade de um animal escolhido aleatoriamente na área ser detectado

Função de Detecção

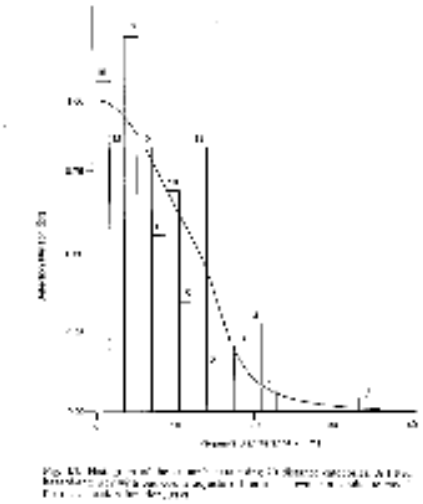
(Função de detecção é um fator de correção)



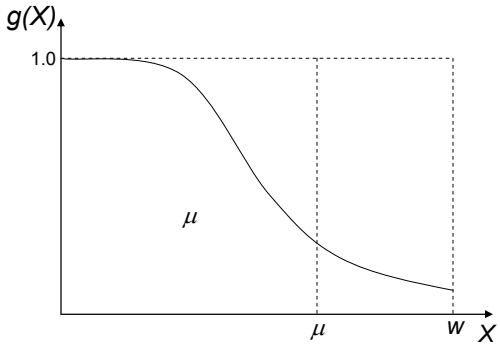
Probabilidade de detecção diminui a medida que a distância em relação à linha diminui

$P\hat{}_a$ = probabilidade de detecção

Função de Detecção



Função de detecção



Fator de correção passa a ser:

$$\hat{P}a = \frac{\int_0^w \hat{g}(x)dx}{w}$$

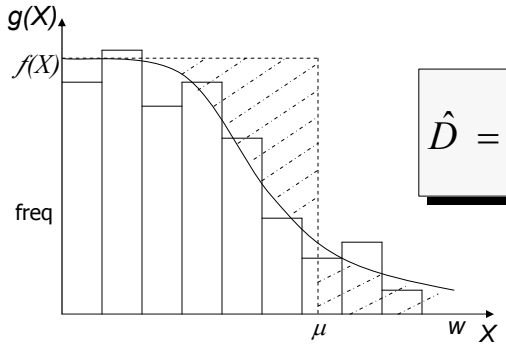
Para a estimativa $P\hat{}_a$, define-se a função de detecção $g(x)$ = probabilidade de um animal à distância x da trilha ser detectado $0 \leq x \leq \mathrm{w}$

g(0) = 1

Densidade estimada

$$\hat{D} = \frac{n}{a\hat{P}_a} = \frac{n}{2wL\hat{\mu}/w} = \frac{n}{2\hat{\mu}L}$$

Para estimar a área μ sob a função de detecção ***g(X)*** observa-se a função de probabilidade de densidade **pdf *f(X)*,** que é a integral da função de detecção $g(X)$ em uma escala de 0 a 1: $f(0) = 1/\mu$, então:



$$\hat{D} = \frac{n}{2\,\hat{\mu} L} = \frac{n\,\hat{\int}(0)}{2\,L}$$

Variância

$$\widehat{\mathrm{var}}(\hat{D}) = \hat{D}^2 \left[\frac{\widehat{\mathrm{var}}(n)}{n^2} + \frac{\widehat{\mathrm{var}}[\hat{f}(0)]}{[\hat{f}(0)]^2} \right]$$

Programa Distance

- Programa Distance
  - http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/
- Distance sampling
  - http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance.book/dist_encyc_env.pdf
- Material de referência
  - http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance.book/

Recomendações

- Regra 4 x 4: 4 trilhas de 4 km cada (mínimo)
- Distribuir trilhas aleatoriamente à distribuição dos animais
- Não utilizar trilhas utilizadas para outros fins (influência de variáveis externas)
- Padronizar horário e freqüência de observação
- Velocidade de 1.000m/h
- Horário: 06h00 às 10h00 e das 14h00 às 18h00
- Esforço amostral: 80 km percorridos por transecto (mínimo)

Recomendações

- Número mínimo de detecções recomendável: 40 por espécie!
- Analisar dados individualmente para cada espécie
- Não agrupar dados em classes de distância (usar dados contínuos)
- Encontrar a Função de Detecção que melhor se ajuste às distâncias perpendiculares observadas para uma determinada espécie
- No programa Distance testar todos os modelos para as funções de detecção

Recomendações

- O melhor modelo é aquele com o menor AIC (*Aikaike's Information Criterion*)
- Selecionar o melhor modelo e testá-lo com diferentes filtros
- Observar o modelo com maior valor de GOF (*Goodness of fit*): indica melhor ajuste da função e, conseqüentemente um resultado de densidade mais preciso

Bibliografia

- BOOKHOUT, T.A. (Ed.). 1996. Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats. 5ª ed. The Wildlife Society, Bethesda.
- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake. 1993. DISTANCE Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Chapman & Hall, London.
- CAUGHLEY, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. John Wiley, Chichester.
- KREBS, C.J. 1999. Ecological Methodology. 2ª Ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park, Califórnia.
- WILLIAMS, B.K., J.D. NICHOLS, M.J. CONROY. 2002. Analysis of Management o Animal Populations. Academic Press, San Diego.