

Transectos lineares com distâncias perpendiculares projectadas: a solução ou o início de um problema?

Introdução:

A teoria convencional da amostragem por transectos lineares (TL) foi derivada a partir do desenho amostral, onde os transectos são colocados de forma aleatória na área de estudo. Este método de amostragem baseia-se no pressuposto de que apenas é observada uma parte da região de estudo e que apenas são detectados parte dos animais na área amostrada. Para estimar a proporção média de animais observados é ajustada uma função às distâncias perpendiculares observadas, sendo conveniente definir uma distância de truncatura de forma a obter melhores ajustamentos. Esta distância de truncatura assume-se igual para ambos os lados do transecto, donde resulta que a área amostrada seja rectangular com o transecto posicionado no centro e longitudinalmente.

Estimadores convencionais da amostragem por TL:

Abundância na área amostrada (N_c)	Abundância (N)	Densidade(D)
$\hat{N}_c = \frac{n}{\hat{p}_a}$	$\hat{N} = \frac{\hat{N}_c}{\hat{p}_c} = \frac{n}{\hat{p}_c \hat{p}_a}$	$\hat{D} = \frac{\hat{N}}{A} = \frac{n}{a \hat{p}_a}$

n : número de animais detectados

w : distância de truncatura

$\phi(x) = P(\text{distância } x) = \frac{1}{w}$

$g(x) = P(\text{detectar} | \text{animal à distância } x)$

a : área amostrada

A : área da região de estudo

$p_c = \frac{a}{A}$: Proporção de área amostrada

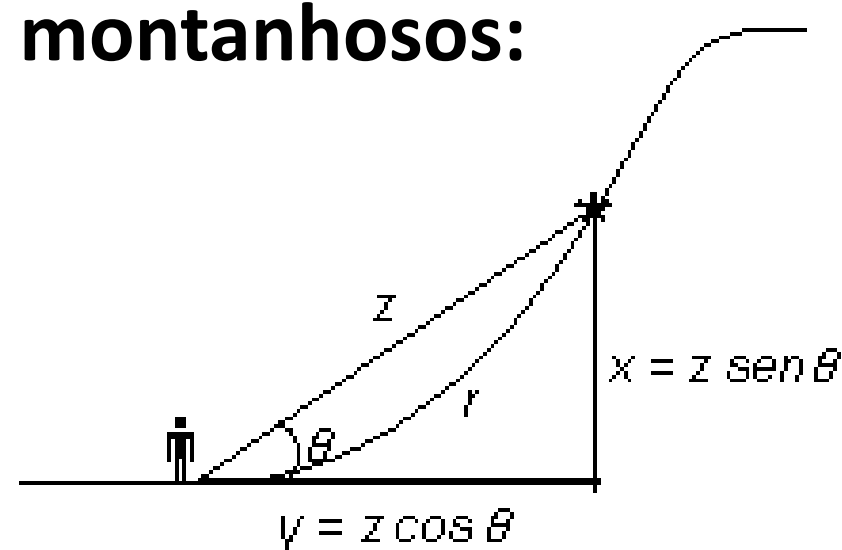
$P_a = \int_0^w g(x)\phi(x)dx$: Probabilidade de detecção

Distâncias em terrenos montanhosos:

z – Geodésica

r – Real

y - Perpendicular



Habitualmente, em montanha as detecções são realizadas com base nas distâncias geodésicas aos animais, a área do terreno corresponde à área projectada num plano e o comprimento do transecto é medido com recurso ao GPS, que projecta as distâncias no plano. Por consistência, Buckland *et al.* (2001) sugere a **projectção** de todas as distâncias no plano. Mas esta solução apresenta alguns **problemas** tais como:

- os transectos não têm todos a mesma largura;
- a distância perpendicular de truncatura não é igual para ambos os lados do transecto.

Modelação da probabilidade de detecção com a junção de distribuições uniformes:

Sejam $Y_1, \dots, Y_k$ v. a. independentes tais que $Y_i \cap U[0, w_i]$, $i = 1, \dots, k$, com $w_1 < \dots < w_k$. Seja $Y = Y_i$ se $Y_i \in [w_{i-1}, w_i]$, com $w_0 = 0$, então

$$P(w_{i-1} \leq Y \leq w_i) = \frac{a_i}{\sum_{j=1}^k a_j}, \quad i = 1, \dots, k$$

$$\phi(y) = \frac{1}{(w_i - w_{i-1}) \sum_{j=1}^k a_j}, \quad w_{i-1} \leq y \leq w_i, \quad i = 1, \dots, k$$

onde:

$$a_i = \begin{cases} 1 & \text{se } i = 1 \\ 1 - \frac{1}{C} \sum_{j=1}^i \frac{\alpha_j}{w_j} & \text{se } i = 2, \dots, k \end{cases}$$

$$C = \sum_{i=1}^k \frac{\alpha_i}{w_i}, \quad 0 < \alpha_i < 1 \text{ e } \sum_{i=1}^k \alpha_i = 1$$

$$P(w_{i-1} \leq Y \leq w_i) = \int_{w_{i-1}}^{w_i} \phi(y) dy$$

Estimadores propostos:

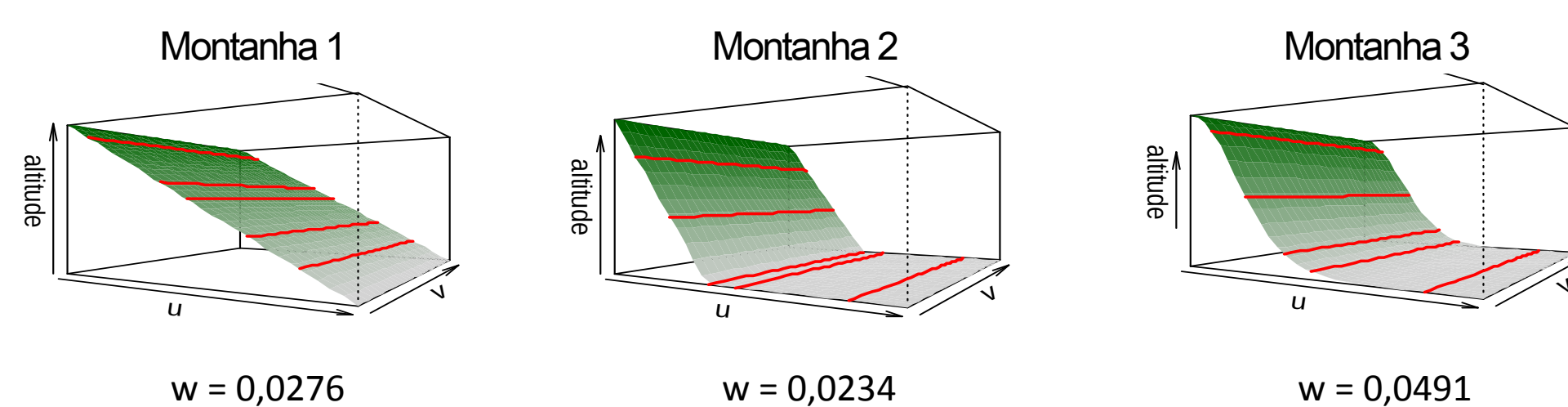
Encarar cada TL como a junção de dois TL (um para cada lado do transecto), obtendo-se duas distâncias de truncatura w_1 e w_2 . Com K transectos lineares obter-se-ão k distâncias de truncatura, w_i , distintas.

Probabilidade de detecção (P_a)	Abundância na área amostrada (N_c)	Densidade (D)
$\tilde{P}_a = \sum_{i=1}^k \int_{w_{i-1}}^{w_i} g(y)\phi(y)dy$ $= \sum_{i=1}^k \frac{1}{(w_i - w_{i-1}) \sum_{j=1}^k a_j} \int_{w_{i-1}}^{w_i} g(y)dy$	$\tilde{N}_c = \frac{n}{\tilde{P}_a}$	$\tilde{D} = \frac{n}{a \tilde{P}_a}$, com $a = \sum_{i=1}^k w_i L$

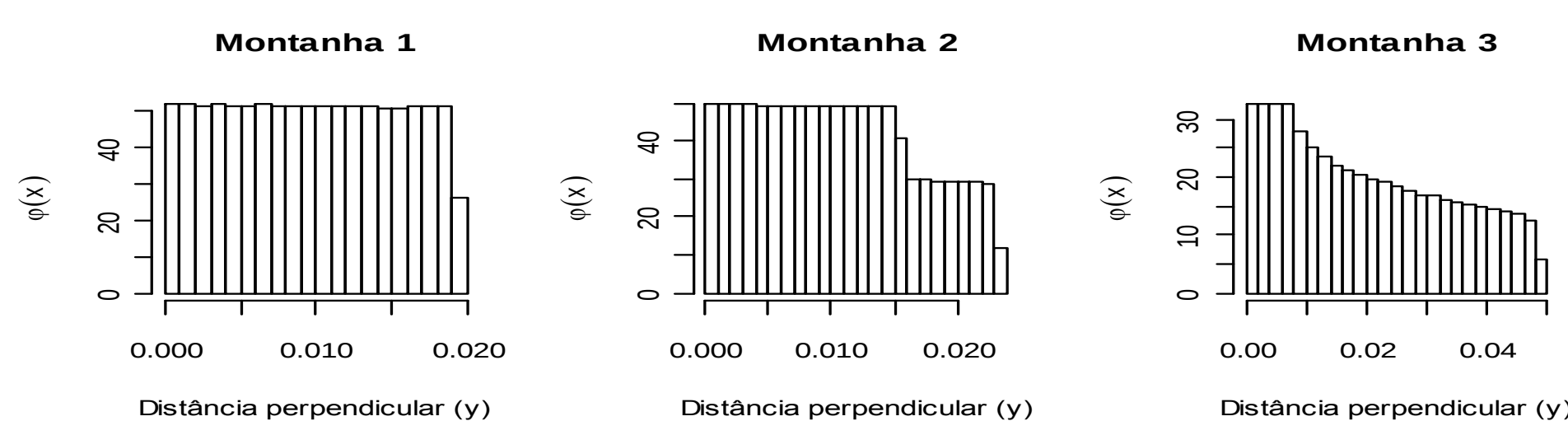
Simulação:

População homogénea fixa de dimensão 510. Posicionamento aleatório de 5 TL ($K = 5$, $k = 1, 2, \dots, 10$) em cada uma das 10000 simulações. Detecções baseadas nas distâncias geodésicas.

Tipos de cenários estudados:



Não uniformidade das distâncias perpendiculares projectadas em terrenos montanhosos:



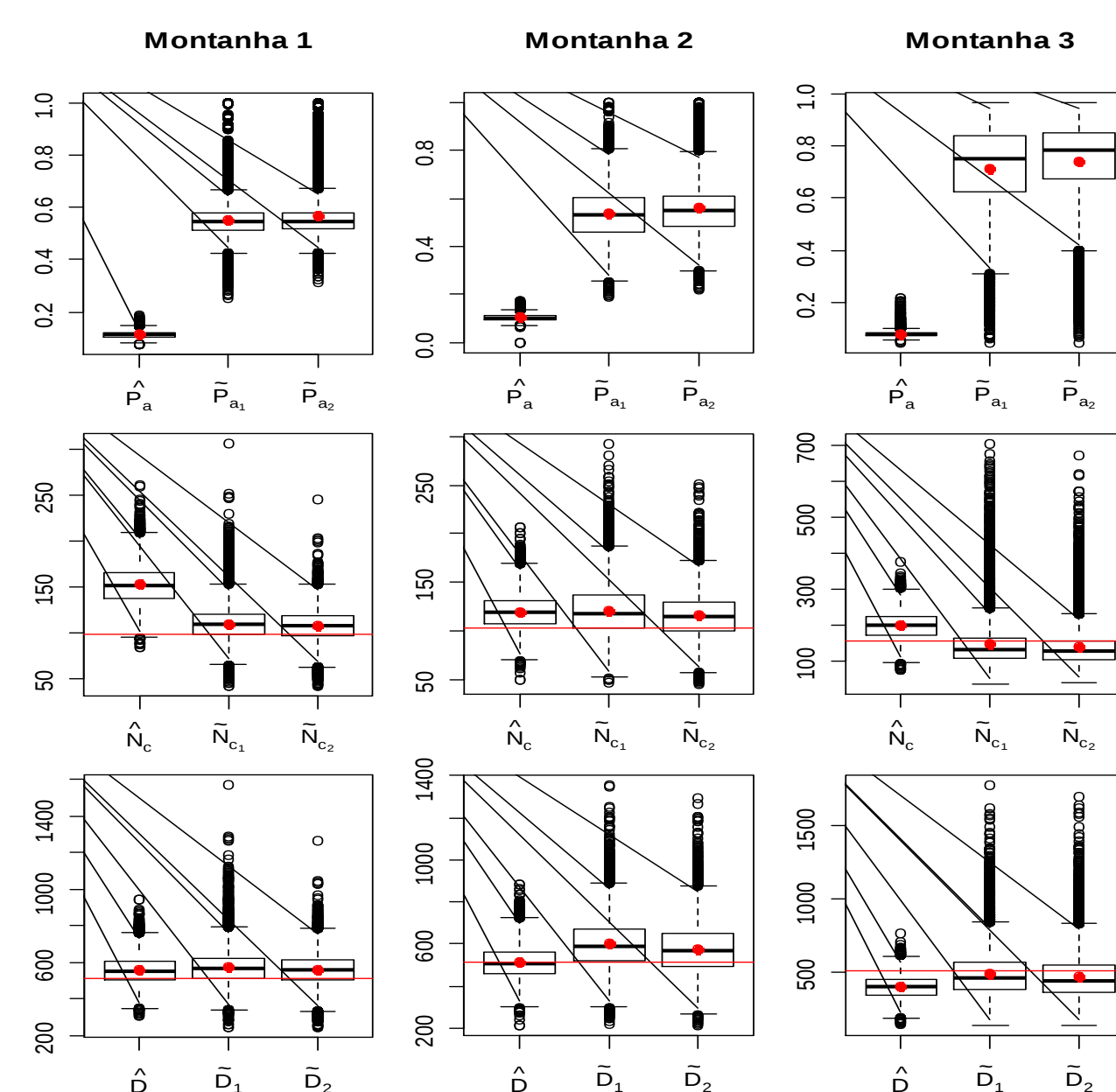
Resultados:

$$\alpha_i = \frac{1}{k}, \quad i = 1, \dots, k$$

$$\rightarrow \tilde{P}_{a_1}, \tilde{N}_{c_1} \text{ e } \tilde{D}_1$$

$$\alpha_i = \text{Frequência relativa de } w_i, \quad i = 1, \dots, k$$

$$\rightarrow \tilde{P}_{a_2}, \tilde{N}_{c_2} \text{ e } \tilde{D}_2$$



Conclusões:

Os estimadores propostos:

- Aumentam significativamente a probabilidade de detecção, e têm variância superior à do estimador convencional;
- Dão estimativas da abundância na área coberta menos enviesadas do que o estimador convencional e geralmente com menor variância;
- Na montanha 3, são menos enviesados, mas com maior variabilidade, e na montanha 2 dão resultados menos precisos que o estimador convencional.

Referência bibliográfica: Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L., Borchers, D. L. e Thomas, L. (2001). *Introduction to distance sampling*. Oxford University Press, New York.