

3. Modelos de ocorrência: uma espécie, uma estação



Resumo

1. Introdução

Motivações

Detecção imperfeita

Histórico de detecções

2. Modelo de uma estação e uma espécie

Parâmetros estimados

Premissas

Covariáveis

Outros modelos

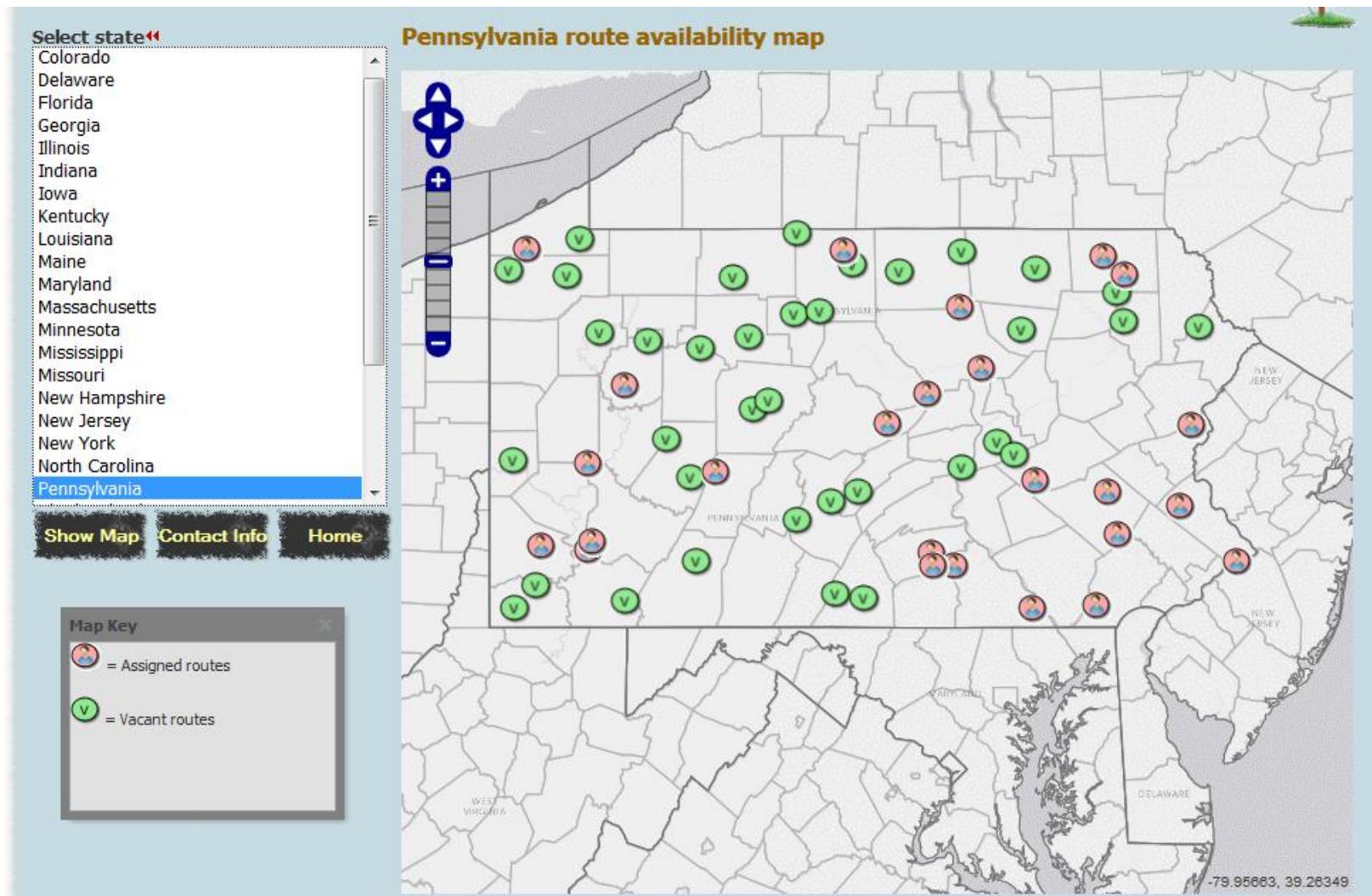
3. Desenho Amostral

1. Introdução

▶ Monitoramentos de larga escala

- North American Amphibian Monitoring Program
- North American Breeding Bird Survey

Monitoramentos de larga escala



Monitoramentos de larga escala

The screenshot shows the NAAMP Volunteer Website interface. At the top, there is a green header with the USGS logo and the text "Patuxent Wildlife Research Center North American Amphibian Monitoring Program". Below this is a section titled "NAAMP Volunteer Website" with a form containing four input fields: "Route Number", "Observer ID", "Survey Date" (with a subtext "(mm/dd/yyyy)"), and "Window Number" (a dropdown menu). There are two buttons: "Route & Quiz Info" and "Enter data". Below the form is a list of instructions: "To enter data: enter requested data into each box and click 'Enter data'" and "To view route and quiz information: enter Route Number and ObserverID and click 'Route & Quiz Info'". At the bottom, there is a footer with links for "Accessibility", "FOIA", "Privacy", "Policies and Notices", and "OMB NO. 1028-0078", along with the text "U.S. Department of Interior | U.S. Geological Survey | Patuxent Wildlife Research Center", the URL "http://www.pwrc.usgs.gov/naamp", "Website comments? Contact: Linda Weir", and "Last Modified: 09/28/2011".

USGS
Patuxent Wildlife Research Center
North American Amphibian Monitoring Program

NAAMP Volunteer Website

Route Number: <input type="text"/>	Observer ID: <input type="text"/>	<input type="button" value="Route & Quiz Info"/>
Survey Date: <input type="text"/> <small>(mm/dd/yyyy)</small>	Window Number: <input type="text"/>	<input type="button" value="Enter data"/>

- To enter data: enter requested data into each box and click 'Enter data'
- To view route and quiz information: enter Route Number and ObserverID and click 'Route & Quiz Info'

[Accessibility](#) | [FOIA](#) | [Privacy](#) | [Policies and Notices](#) | [OMB NO. 1028-0078](#)
[U.S. Department of Interior](#) | [U.S. Geological Survey](#) | [Patuxent Wildlife Research Center](#)
<http://www.pwrc.usgs.gov/naamp>, Website comments? Contact: [Linda Weir](#)
Last Modified: 09/28/2011

Monitoramentos de larga escala

Rã-touro americana

Lithobates catesbeianus

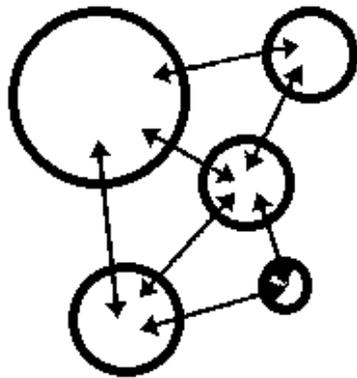


Relações entre espécies e habitats



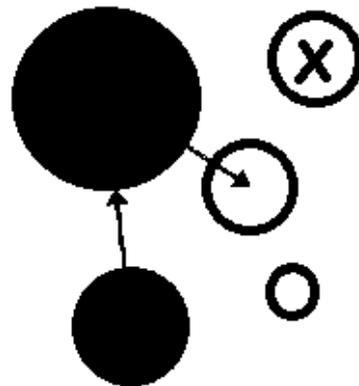
Meta-populações

População fragmentada



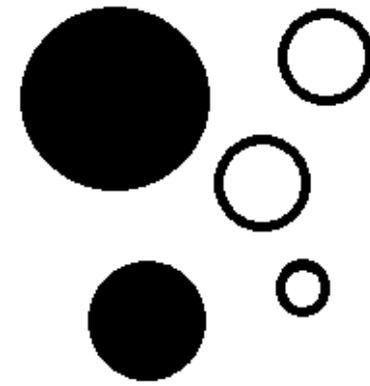
Todos os indivíduos visitam diversos fragmentos de habitat

Meta-população



A maioria dos indivíduos permanece em seu

População separada



Todos os indivíduos permanecem em seu habitat natal

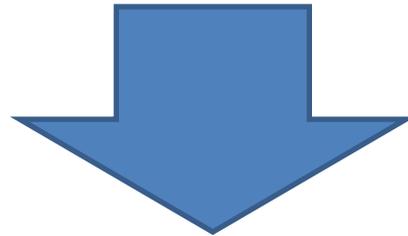
Contínuo de mobilidade relativo à estrutura dos fragmentos de habitat

Ocupação

Proporção/fração de sítios (ou unidades amostrais) de uma paisagem onde uma determinada espécie está presente

Meta-populações

Funções de incidência (Diamond, 1975; Hanski, 1992)

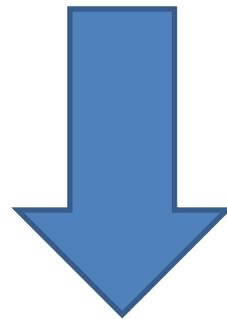


Probabilidade de ocupação de uma mancha em função de características da mancha (e.g., área)

Modelos de ocupação

Natureza dos dados

Presença ou ausência



Deteccção ou não deteccção

Ocupação

Proporção/fração de sítios (ou unidades amostrais) de uma paisagem onde uma determinada espécie está presente

Detecção imperfeita

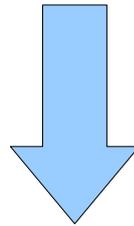
ou

probabilidade de detecção menor que 1

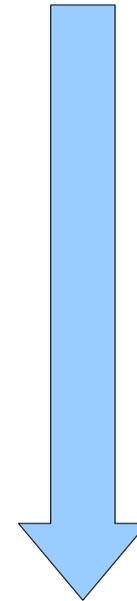
Probabilidade de detecção condicionada à
probabilidade da presença da espécie em um sítio

Amostragem

“ K ” visitas a “ s ” sítios em uma estação



Unidades amostrais



Período fechado

O que é um sítio?

- **Definição natural:** por exemplo lago, mancha de habitat, topo de morro;
- **Definição arbitrária:** bloco de 1 km², transecção de 1 km, ponto de escuta;



Evidências

- Registros visuais
- Rastros
- Vocalizações
- Fezes
- Ninhos
- Métodos passivos
- Armadilhas

Armadilha fotográfica



Modelo com uma estação

Parâmetros estimados (Mackenzie *et al.*, 2002):

Ψ = probabilidade da espécie estar presente em um sítio ou proporção de sítios ocupados

p = probabilidade de detecção

Histórico de detecções

0 – não detecção

1 – detecção

	Visit 1	Visit 2	Visit 3	Visit 4	Visit 5	Visit 6
Site 1	0	1	0	1	1	0
Site 2	0	1	0	0	1	1
Site 3	1	1	1	1	0	0
Site 4	1	1	1	1	1	1
Site 5	0	0	1	0	1	0
Site 6	0	0	1	0	1	1
Site 7	0	1	1	1	1	0
Site 8	1	1	0	0	0	1
Site 9	0	0	1	0	1	0
Site 10	1	1	0	1	1	0
Site 11	1	1	0	1	0	1
Site 12	0	1	1	1	1	0
Site 13	1	1	1	1	1	1
Site 14	1	0	1	0	0	1
Site 15	1	1	1	1	1	1
Site 16	1	1	0	0	1	1

Matriz de detecções

Histórico de detecções

101

Descrição verbal: espécie estava presente no sítio, foi detectada na primeira e terceira visita, e não foi detectada na segunda.

Descrição matemática:

$$\Pr(101) = \psi p_1 (1 - p_2) p_3$$

Obtendo as probabilidades

Histórico de detecções (i)	Históricos observados (X_i)	Probabilidade (P_i)
100	X_{100}	$\Psi p_1 (1 - p_2)(1 - p_3)$
010	X_{010}	$\Psi (1 - p_1) p_2 (1 - p_3)$
001	X_{001}	$\Psi (1 - p_1)(1 - p_2) p_3$
110	X_{110}	$\Psi p_1 p_2 (1 - p_3)$
101	X_{101}	$\Psi p_1 (1 - p_2) p_3$
011	X_{011}	$\Psi (1 - p_1) p_2 p_3$
111	X_{111}	$\Psi p_1 p_2 p_3$
000	X_{000}	$\Psi (1 - p_1)(1 - p_2)(1 - p_3)$
000	X_{000}	$1 - \Psi$

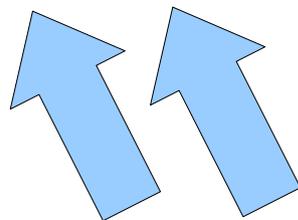
Função de verossimilhança

$$L(\Psi, p | \text{históricos de detecção}) = \prod_{i=1}^U \text{Pr}(\text{históricos de detecção})$$

Histórico de detecções incompleto

Permite que alguns sítios não tenham sido visitados em determinadas ocasiões

1 0 1 1 . 0 . 1 0



* Com perda de precisão.

Construção e seleção de modelos

TABLE 1. Relative difference in AIC (ΔAIC), AIC model weights (w_i), overall estimate of the fraction of sites occupied by each species ($\hat{\psi}$), and associated standard error ($SE(\hat{\psi})$).

Model, by species	ΔAIC	w_i	$\hat{\psi}$	$SE(\hat{\psi})$
American toad				
$\psi(\text{Habitat}) p(\text{Temperature})$	0.00	0.36	0.50	0.13
$\psi(\cdot) p(\text{Temperature})$	0.42	0.24	0.49	0.14
$\psi(\text{Habitat}) p(\cdot)$	0.49	0.22	0.49	0.12
$\psi(\cdot) p(\cdot)$	0.70	0.18	0.49	0.13
Spring peeper				
$\psi(\text{Habitat}) p(\text{Temperature})$	0.00	0.85	0.84	0.07
$\psi(\cdot) p(\text{Temperature})$	1.72	0.15	0.85	0.07
$\psi(\text{Habitat}) p(\cdot)$	40.49	0.00	0.84	0.07
$\psi(\cdot) p(\cdot)$	42.18	0.00	0.85	0.07

Mackenzie *et al.* (2002)

Premissas

1) Ψ não muda com o tempo ou mudanças são aleatórias

* Período fechado a extinções e colonizações é denominado de **estação de captura**

Premissas

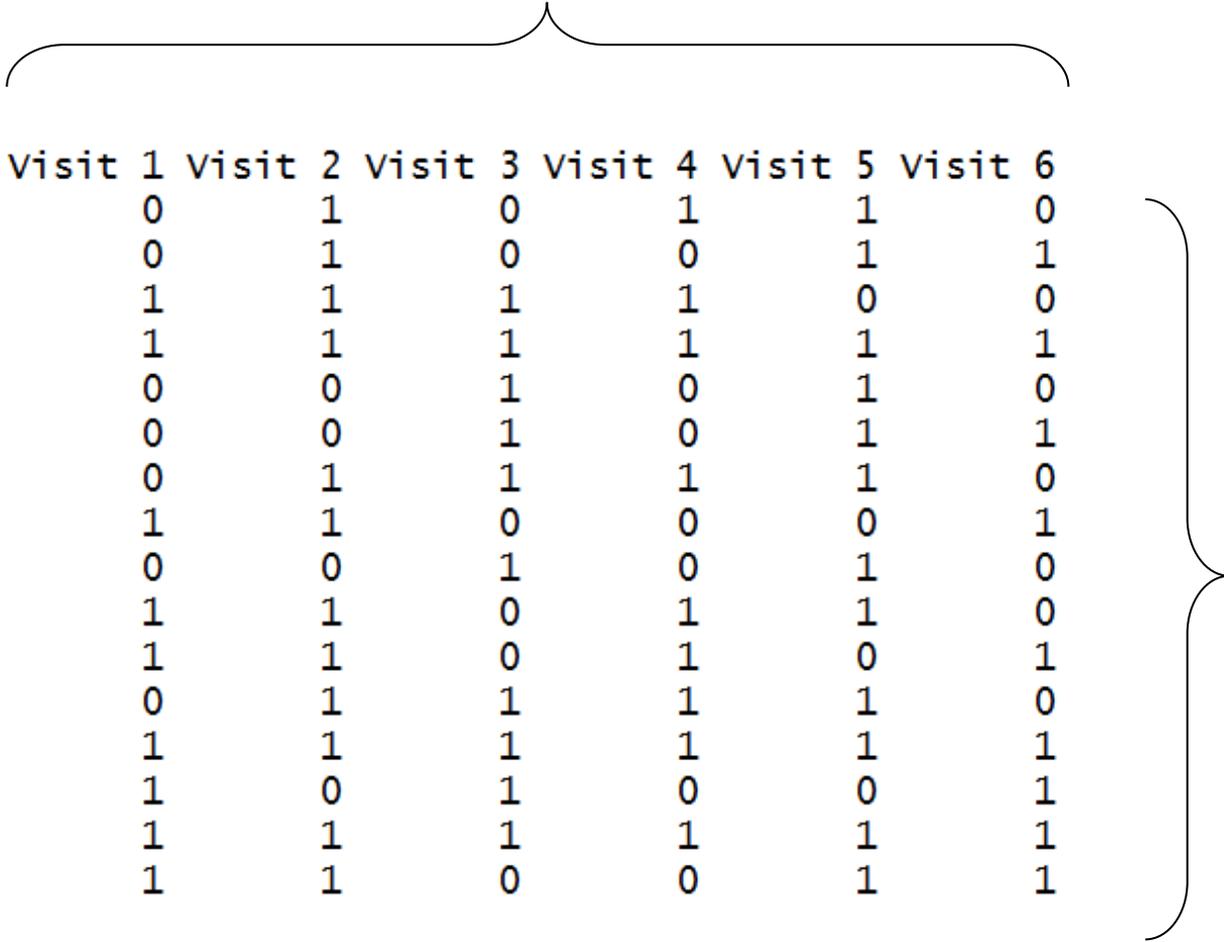
2) Detecções são independentes

3) Probabilidade de detecção de um animal é constante entre sítios (ausência de heterogenidade)

4) Espécie não é detectada erroneamente quando ausente

Covariáveis

TEMPO-ESPECÍFICAS EM p



	Visit 1	Visit 2	Visit 3	Visit 4	Visit 5	Visit 6
Site 1	0	1	0	1	1	0
Site 2	0	1	0	0	1	1
Site 3	1	1	1	1	0	0
Site 4	1	1	1	1	1	1
Site 5	0	0	1	0	1	0
Site 6	0	0	1	0	1	1
Site 7	0	1	1	1	1	0
Site 8	1	1	0	0	0	1
Site 9	0	0	1	0	1	0
Site 10	1	1	0	1	1	0
Site 11	1	1	0	1	0	1
Site 12	0	1	1	1	1	0
Site 13	1	1	1	1	1	1
Site 14	1	0	1	0	0	1
Site 15	1	1	1	1	1	1
Site 16	1	1	0	0	1	1

SÍTIO-ESPECÍFICAS EM p E ψ

Covariáveis

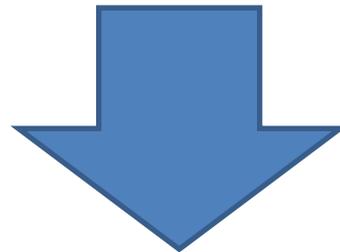
Exemplos de covariáveis:

- ▶ Habitat (elevação, tipo de habitat)
- ▶ Climáticas (temperatura, precipitação)
- ▶ Tamanho ou isolamento da mancha (*patch*)

Et cetera...

Covariáveis

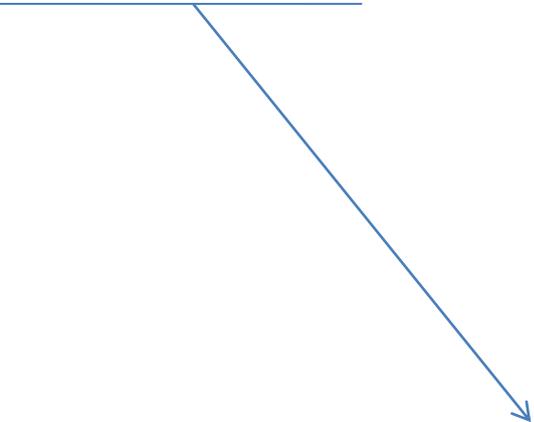
Covariáveis são incluídas no modelo através de uma função de ligação (como a *logit*) que restringe a variável resposta (probabilidade de ocupação ou detecção) entre 0 e 1.



Modelos Generalizados Lineares

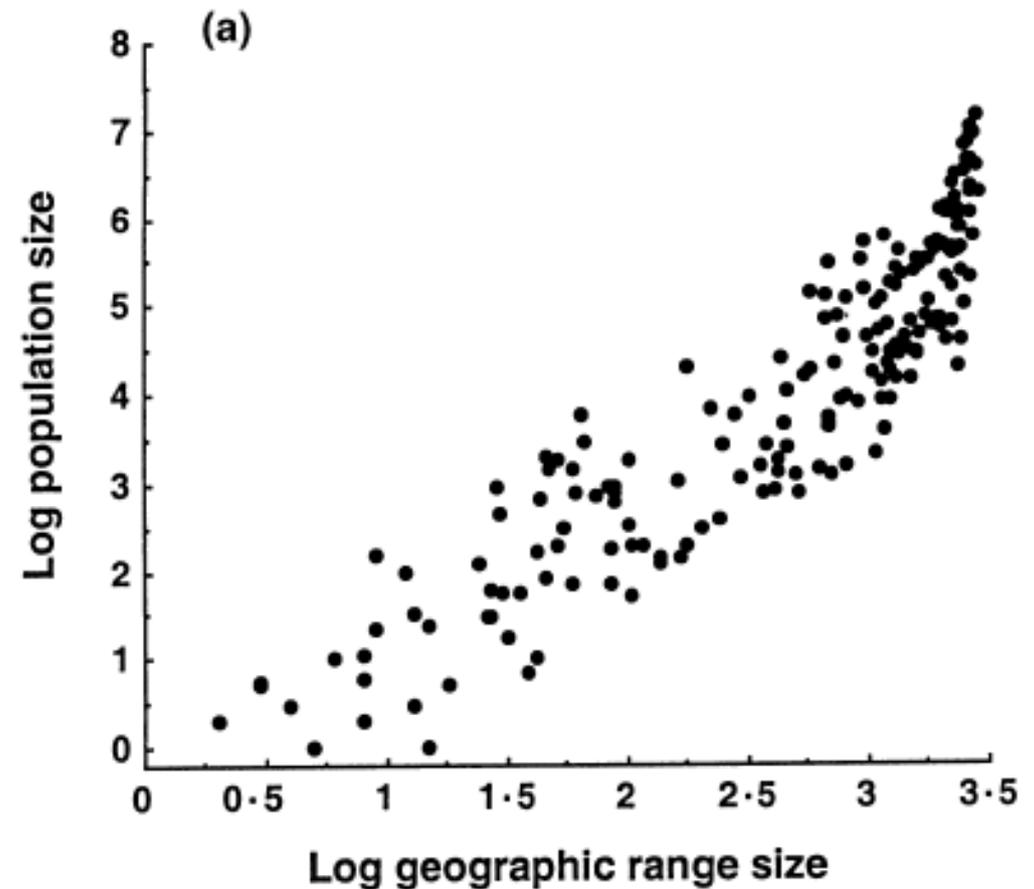
Covariáveis

$$\text{logit}(\varphi_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_U x_{iU}$$


$$\text{logit}(\varphi_i) = \ln \left(\frac{\varphi_i}{1 - \varphi_i} \right)$$

Relação entre abundância-ocupação

Quanto maior a abundância/densidade maior é a chance da espécie estar presente em um sítio (Gaston *et al.*, 2000)



Modelo de Royle & Nichols (2003)

$$p \sim N$$

Assume a proporcionalidade entre abundância e a detectabilidade, modelando esta fonte de heterogeneidade.

3. Desenho amostral

- ▶ Potenciais objetivos:
 - Selecionar uma amostra representativa extrapolável
 - Obter uma estimativa mais precisa possível dado uma intensidade amostral
 - Obter um determinado grau de precisão com o mínimo esforço

Desenho amostral

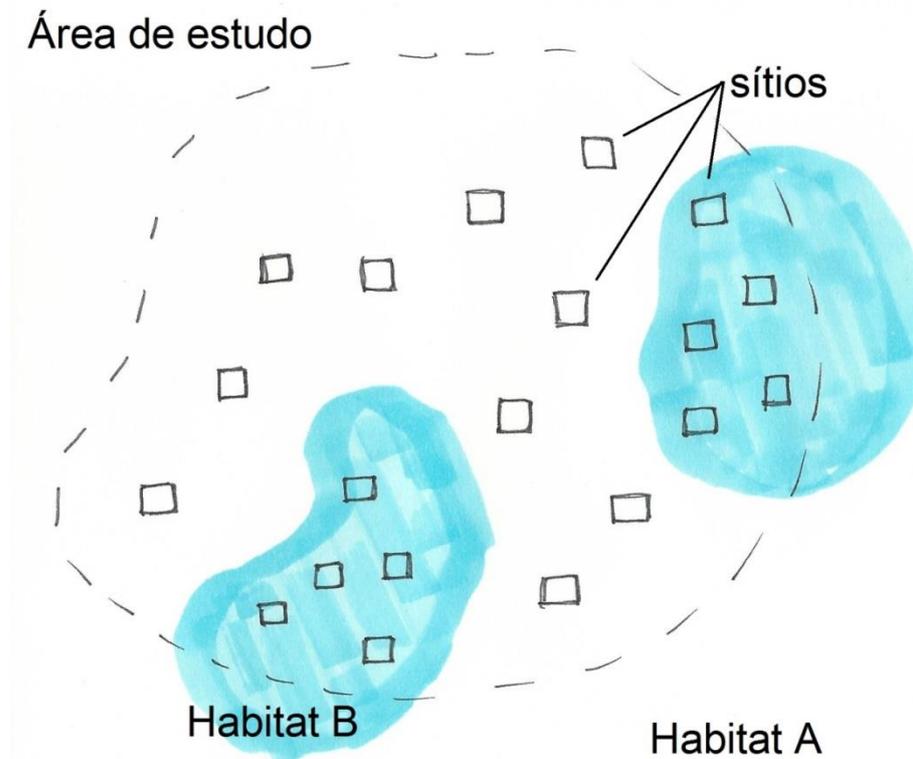
- Importância de estudo piloto para uma estimativa preliminar dos parâmetros de interesse
- Estes valores iniciais podem dar ideia se a detecção e a ocupação da espécie é alta ou baixa
- Valores podem ser usados em simulações para determinar o número de sítios e visitas

Desenho amostral

- Tipos de desenho amostral:
 - **Standard:** todos os sítios são amostrados um número vezes igual
 - **Dupla amostragem:** uma parcela dos sítios é amostrada k vezes e outra parcela é amostrada uma única vez
 - **Remoção:** sítios são amostrados até um máximo de k vezes, mas após a detecção da espécie em um sítio a amostragem deste cessa

Estratificação

Divisão da área de estudo por regiões ou habitats



Desenho amostral

Definição do:

- ▶ **Tamanho do sítio**
- ▶ **Localização dos sítios**
- ▶ **Estação de captura**
- ▶ **Intervalo entre visitas**

Depende de: **territorialidade, área de vida, movimentos, densidade, demografia...**

Desenho amostral

Como definir o período da estação?



Analogia com a velocidade do obturador de uma máquina fotográfica.

Desenho amostral

Como definir o tamanho do sítio?



Analogia com o zoom de uma máquina fotográfica.

Tamanho da amostra

Aumentando número de visitas e número de sítios amostrados, aumenta-se a precisão e acurácia do modelo

- ▶ Geralmente **2-3 visitas** é suficiente
- ▶ Ideal entre **5-10 visitas** ao sítio
- ▶ Mais visitas com ocupação alta ou detecção baixa

TABLE 6.1 Optimum Number of Surveys to Conduct at Each Site (K) for a Standard Design Where All Sites Are Surveyed an Equal Number of Times with No Consideration of Survey Costs, for Selected Values of Occupancy (ψ) and Detection Probabilities (p)

p	ψ								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1	14	15	16	17	18	20	23	26	34
0.2	7	7	8	8	9	10	11	13	16
0.3	5	5	5	5	6	6	7	8	10
0.4	3	4	4	4	4	5	5	6	7
0.5	3	3	3	3	3	3	4	4	5
0.6	2	2	2	2	3	3	3	3	4
0.7	2	2	2	2	2	2	2	3	3
0.8	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0.9	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Source: MacKenzie and Royle (2005).

Tamanho da amostra

Mais sítios ou mais visitas?



Tamanho da amostra

Espécies raras:

mais sítios, menos visitas

Espécies comuns:

menos sítios, mais visitas

Desenho amostral

Heterogeneidade deve ser reduzida no desenho amostral ou incorporada na modelagem

(*e.g.*, abundância, habitat, observadores, período relativo de amostragem dos sítios)

Programas

- ▶ **MARK**
- ▶ **PRESENCE e GENPRES**
- ▶ **R (pacote unmarked)**

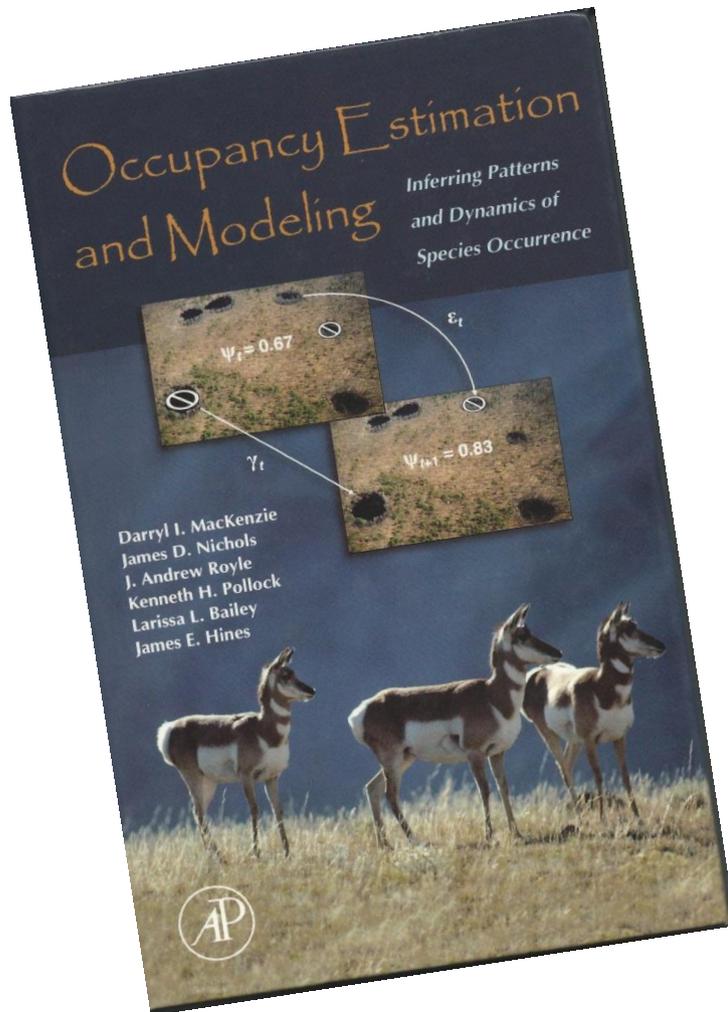
Leituras adicionais

Ecology, 83(8), 2002, pp. 2248–2255
© 2002 by the Ecological Society of America

ESTIMATING SITE OCCUPANCY RATES WHEN DETECTION PROBABILITIES ARE LESS THAN ONE

DARRYL I. MACKENZIE,^{1,5} JAMES D. NICHOLS,² GIDEON B. LACHMAN,^{2,6} SAM DROEGE,² J. ANDREW ROYLE,³
AND CATHERINE A. LANGTIMM⁴

Leituras adicionais



Mackenzie *et al.* (2005). **Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and dynamics of Species Occurrence.** Academic Press, Amsterdam.

Capítulos 1 a 6.