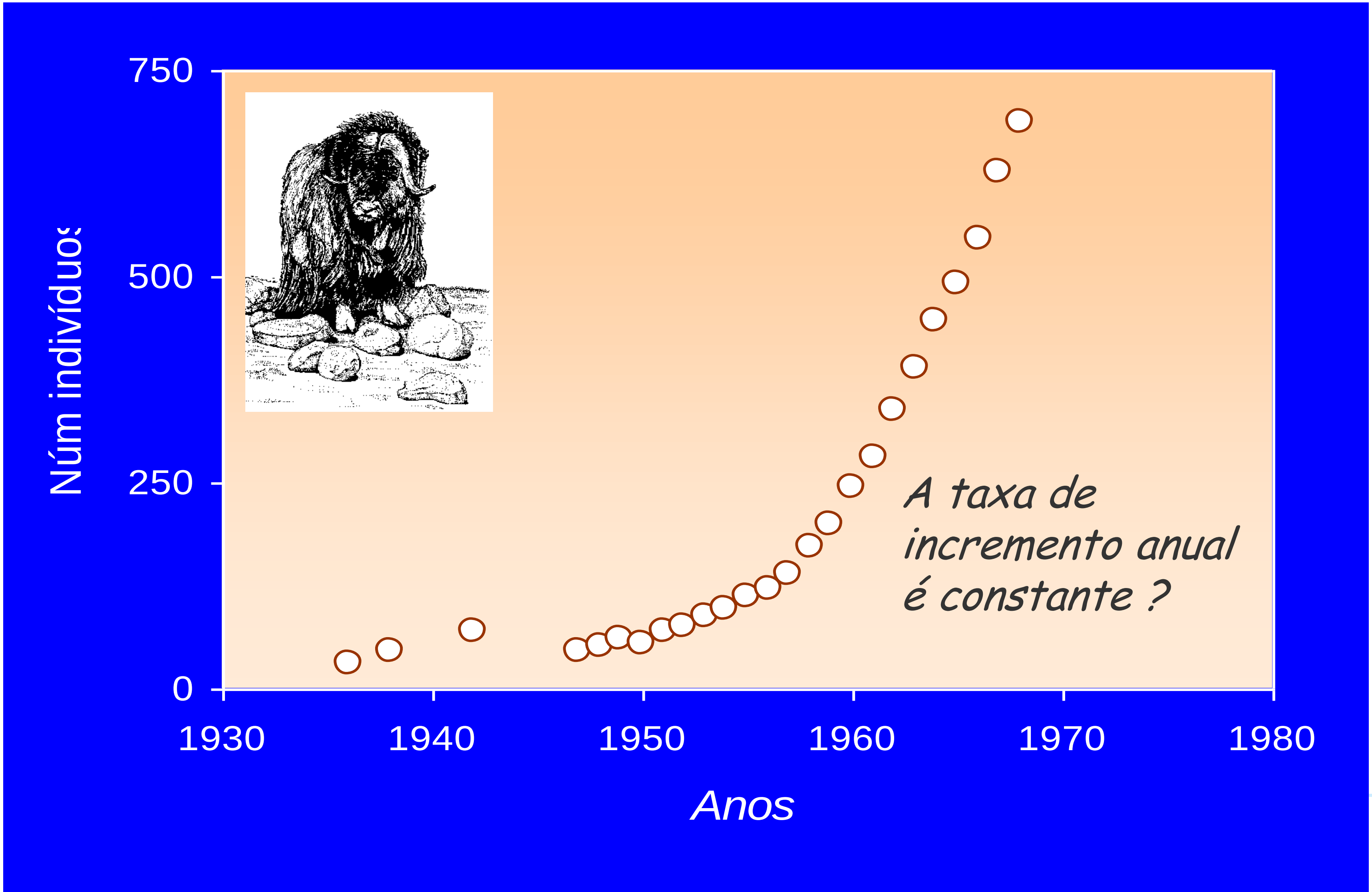
Variabilidade

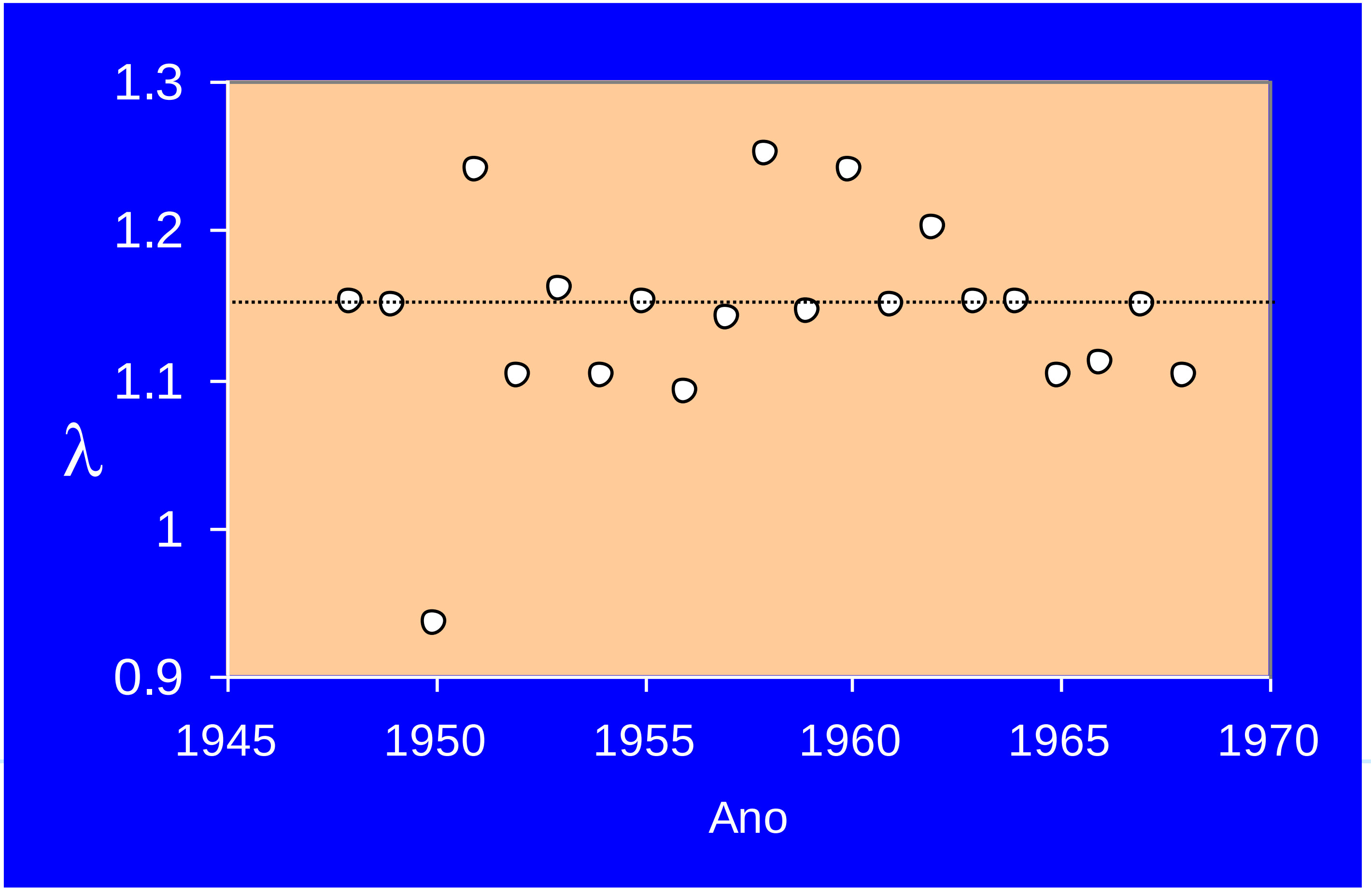
Módulo 3

O boi almiscarado revisitado



Variabilidade em λ

A taxa $\lambda = N_{t+1}/N_t$ variou todos os anos em torno do valor médio (a tracejado)



Pressupostos na projecção de N_t para N_{t+1}

1. Em $N_{t+1} = \lambda N_t$, podemos usar o valor médio de λ (⇨ variabilidade de λ não é demasiado alta)

Podemos negligenciar a variabilidade ambiental que afecta λ

2. A população é suficientemente grande para se poder ignorar a incerteza inerente aos processos de nascimento e morte.

Podemos negligenciar a estocasticidade demográfica

Estocasticidade Demográfica (ED)

O nascimento e morte de indivíduos tem características aleatórias.

Não é possivel dizer exactamente quantos indivíduos vão nascer e morrer entre t e $t+1$.

Aleatoriedade inerente aos processos de nascimento e morte designa-se por:

Estocasticidade Demográfica

Quando é que tenho de me preocupar com a ED ?

Se a <u>população é muito pequena</u> ⇨ risco de extinção por razões aleatórias aumenta.

População pode-se extinguir mesmo se $\lambda > 1$!

Explos: Colonização
Populações nas margens da distribuição da espécie
Populações exploradas (caça e pesca)

Modelos determinísticos e estocásticos

Determinísticos

Usam parâmetros constantes (explo: λ constante)

Em geral, as mesmas condições iniciais conduzem ao mesmo resultado

$$(N_0, n) \longrightarrow (N_n)$$

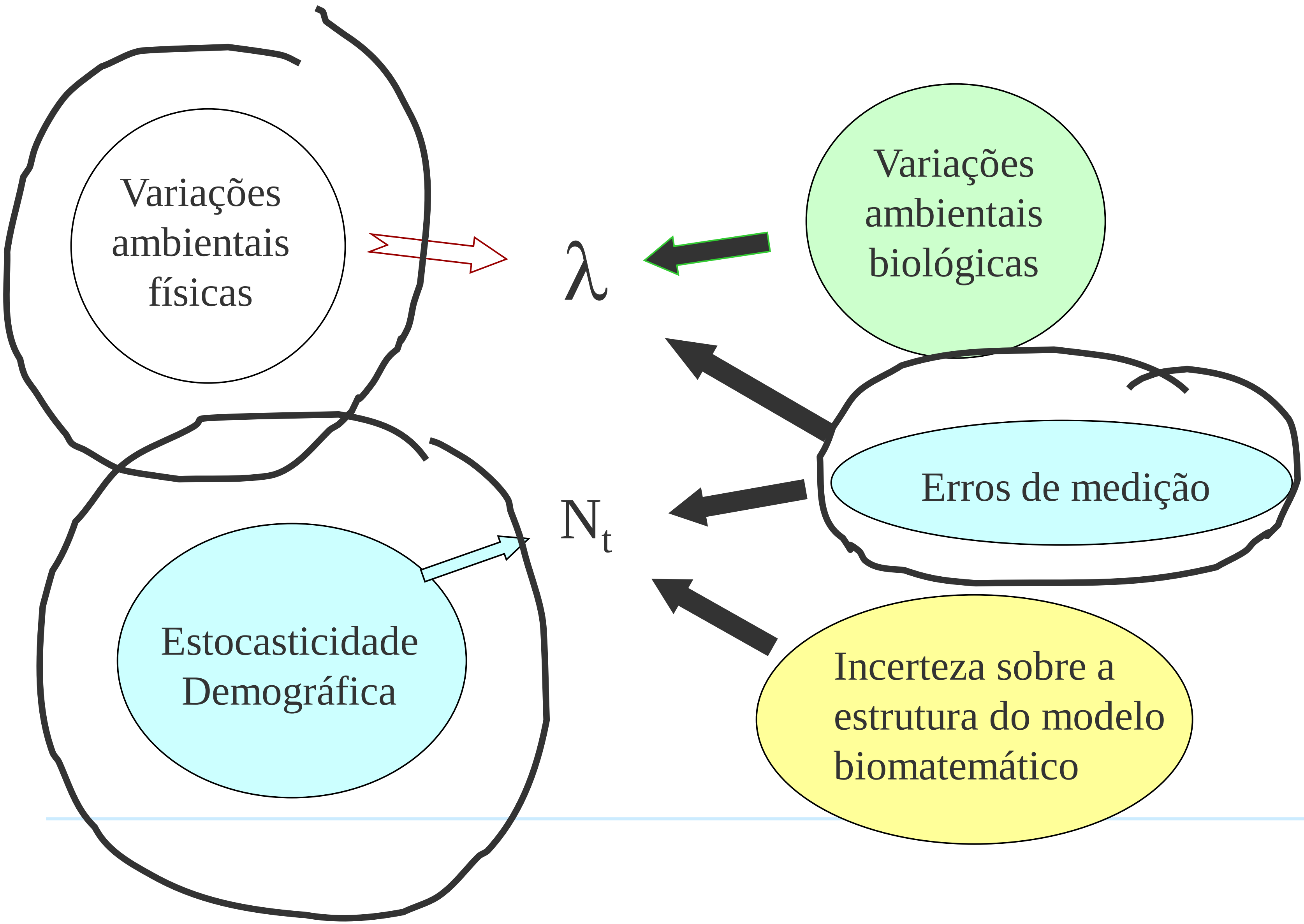
Estocásticos, aleatórios ou probabilísticos

Usam parâmetros que variam. em geral de acordo com uma distribuição de probabilidades pré-definida.

As mesmas condições iniciais não conduzem ao mesmo resultado

$(N_0, n) \longrightarrow (N'_n, N_n'', N_n''', ...)$ DISTRIBUIÇÃO DE RESULTADOS

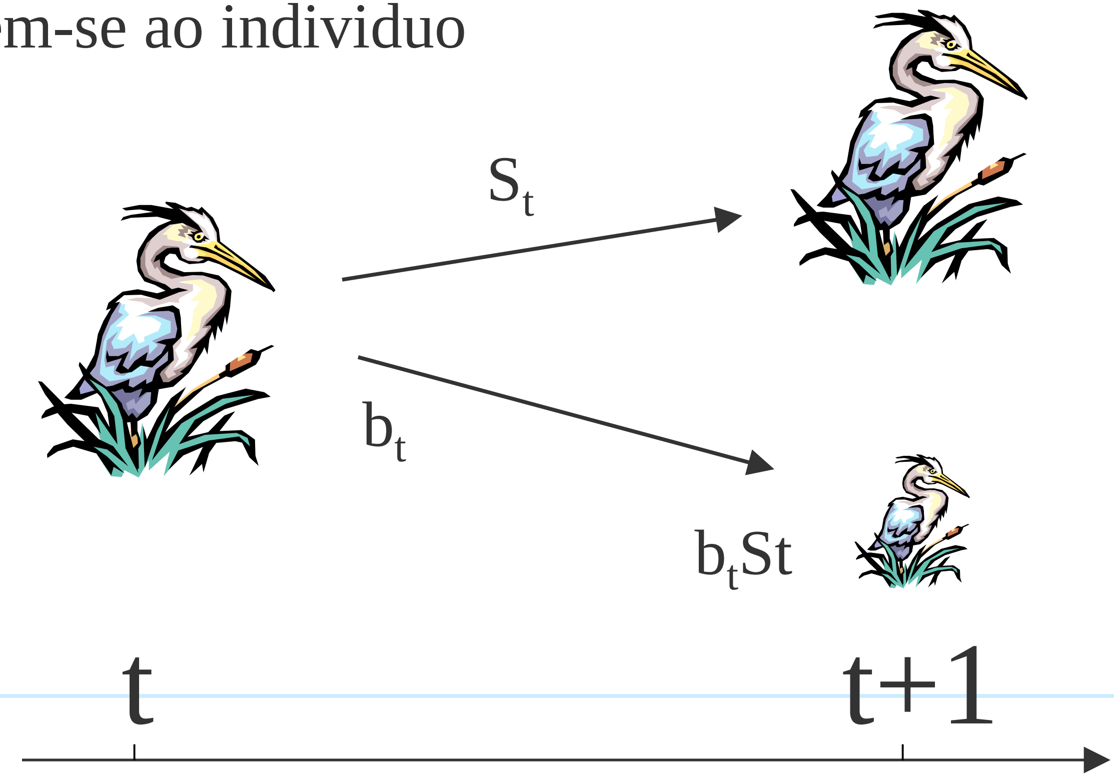
Fontes de incerteza sobre N_{t+1}



Probabilidades de sobreviver e numero descendentes por individuo entre t e t+1

$$\lambda = S_t\,(1+b_t)$$

Referem-se ao individuo



Parâmetros do boi almiscarado

$S_t = 0.921$ Probabilidade sobreviver entre t e t+1

$b_t = 0.246$ Probabilidade de ter 1 filho em t

$b_t S_t = 0.227$ Probabilidade do filho estar vivo em t+1

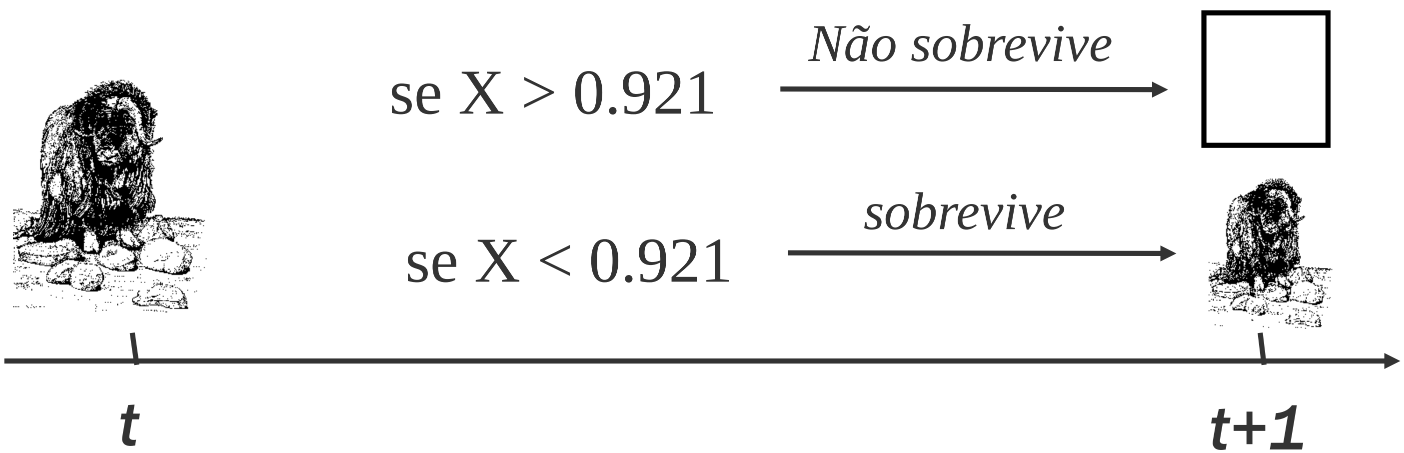
Nunivak Island

31 indivíduos

(1936)

Simulação de ED (sobrevivência)

X é um npa retirado duma distrib. uniforme

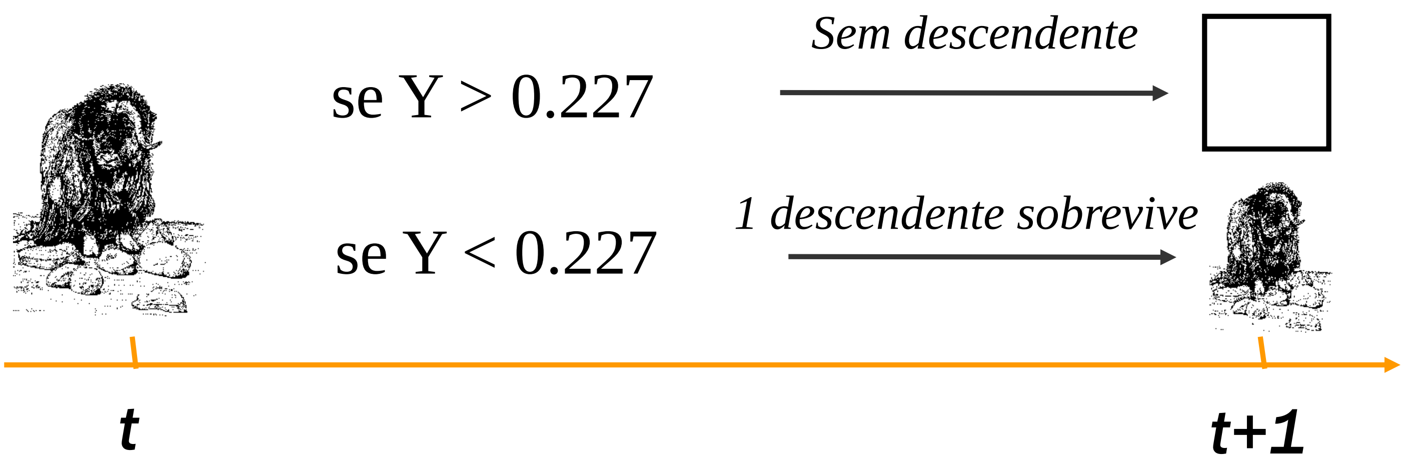


Repetir para os 31 animais

Simulação de ED (natalidade)

Repetir, simultâneamente, para os 31 animais:

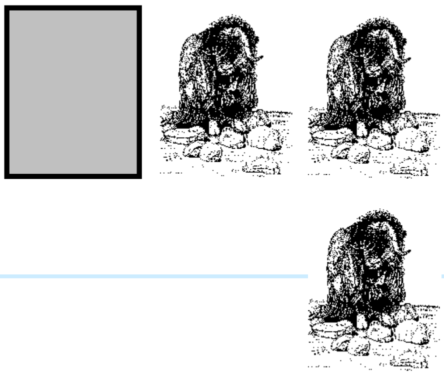
Y é um npa retirado duma distrib. uniforme



Repetições

Para 31 animais

Este animal deixa descendente ?
Sobrevive ?



Repetir 10, 100, 1000, ... vezes

Cada repetição origina um número diferente de indivíduos em t+1 !

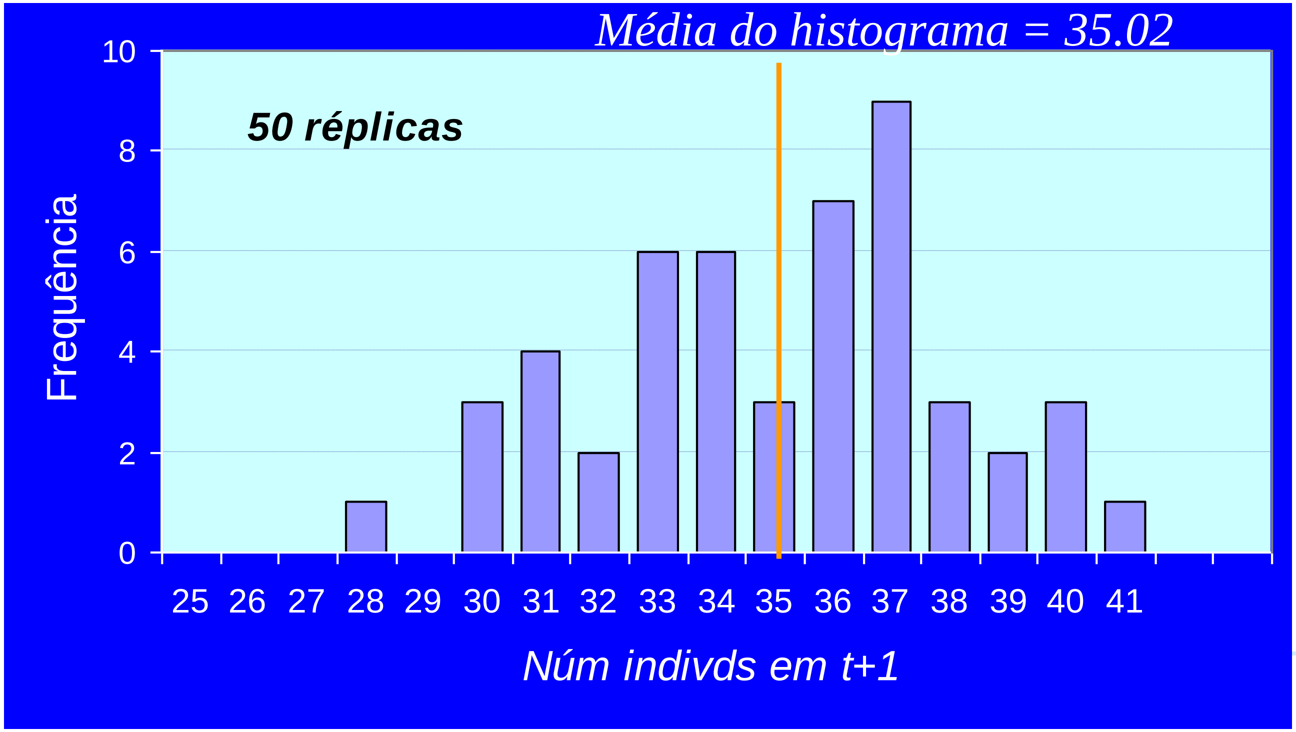
Simulações: N_t=31, 50 réplicas

Modelo determinístico:

$N_t = 31$

$N_{t+1} = \lambda N_t = (1.148 \times 31) = 35.6$

Modelo estocástico



Questões a que o modelo estocástico responde

Por exemplo:

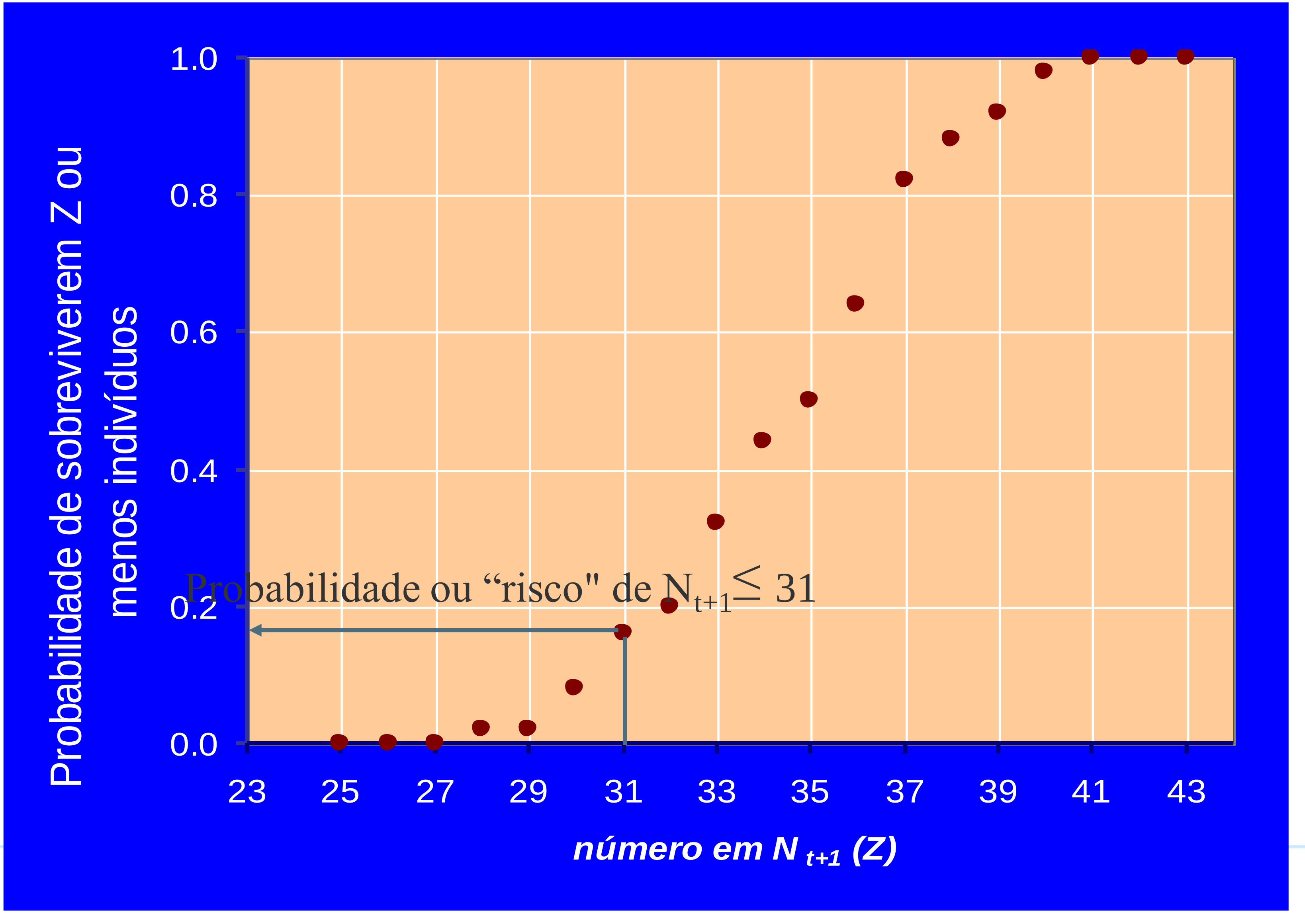
Probabilidade de $N_{t+1} \leq$ 31 indivíduos ?

Probabilidade de a população crescer 10% ou mais ?

Probabilidade de extinção ?

Etc.

Curva de risco de t para t+1



"Risco"

Risco = <u>Probabilidade</u> (em geral de um acontecimento adverso) ocorrer num intervalo de <u>tempo</u>

Ex^{plos}:

A população descer abaixo de x indivíduos nos proximos 3 anos

Uma praga ultrapassar a densidade Y antes de 2010

A população extinguir-se em 100 anos

Simulação de ED (natalidade)

Repetir, simultâneamente, para os 31 animais:

X é o número de filhos por indivíduo em (t, t+1)
b é o número <u>médio</u> de filhos por indivíduo em (t, t+1)
P(X =K) Distr Poisson(b)

X é obtido gerando n.p.a's de Poisson(b)
X = 0, 1, 2, 3, ...
(Há algoritmos próprios para isto)

E se S_t e b_t também variam ?

Até aqui: S_t e b_t constantes

Na realidade:

FACTORES AMBIENTAIS $\xrightarrow{\text{afectam}}$ S_t, b_t e, portanto, λ

A variação ambiental torna λ função de t

Recorde-se que $N_{t+1}=N_t\ \lambda$

Admitamos que λ pode variar em cada *(t, t+1)*, então:

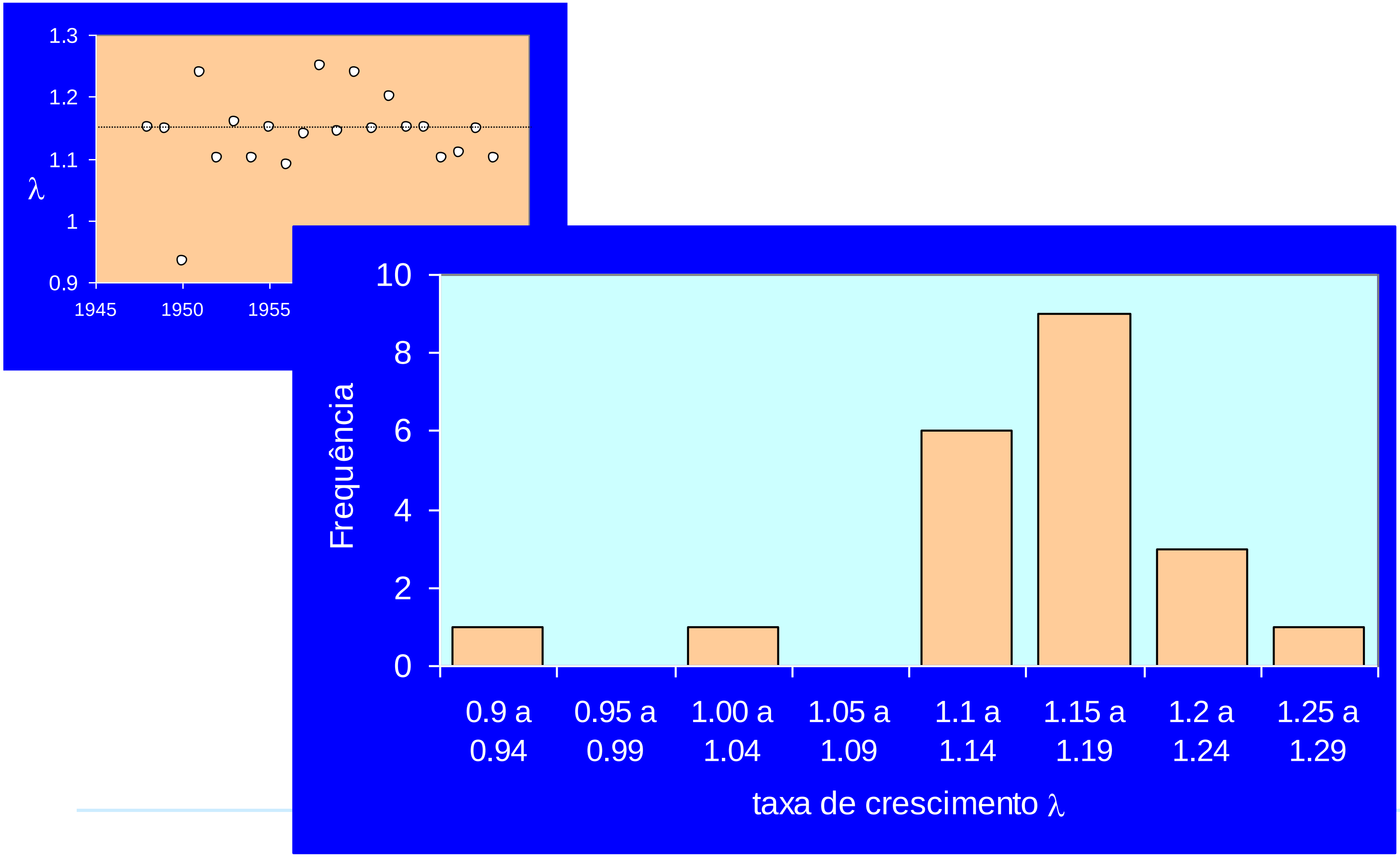
$$N_{t+1}=N_t\ \lambda_t$$

λ passa a ser função de t

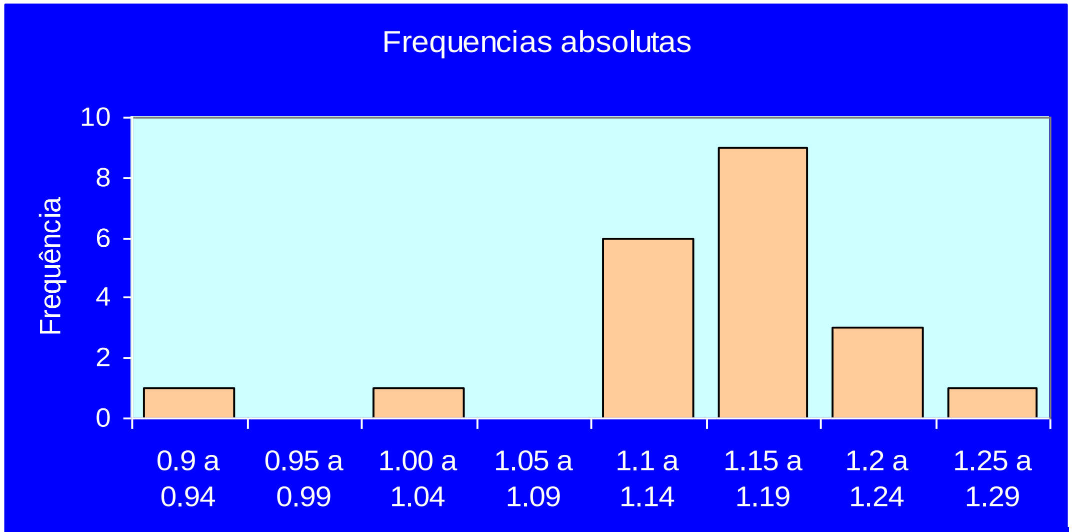
Como atribuir valores a λ_t em cada intervalo *(t, t+1)*?

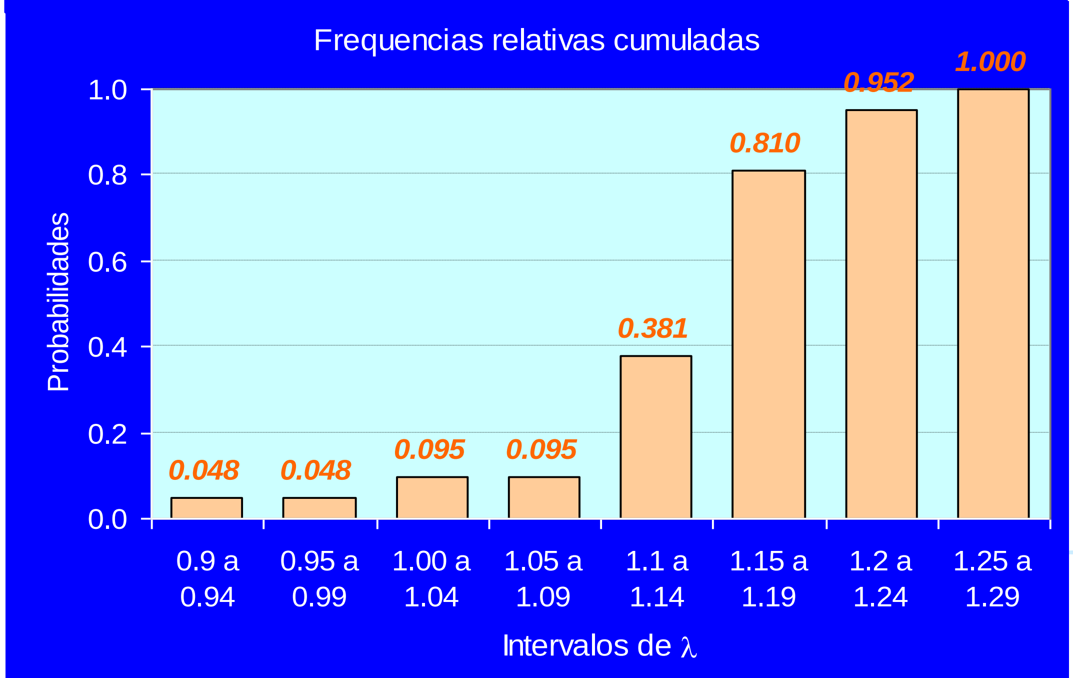
Distribuição de frequências de λ

A taxa $\lambda = N_{t+1}/N_t$ variou todos os anos



Atribuiçao de valores a λ_t

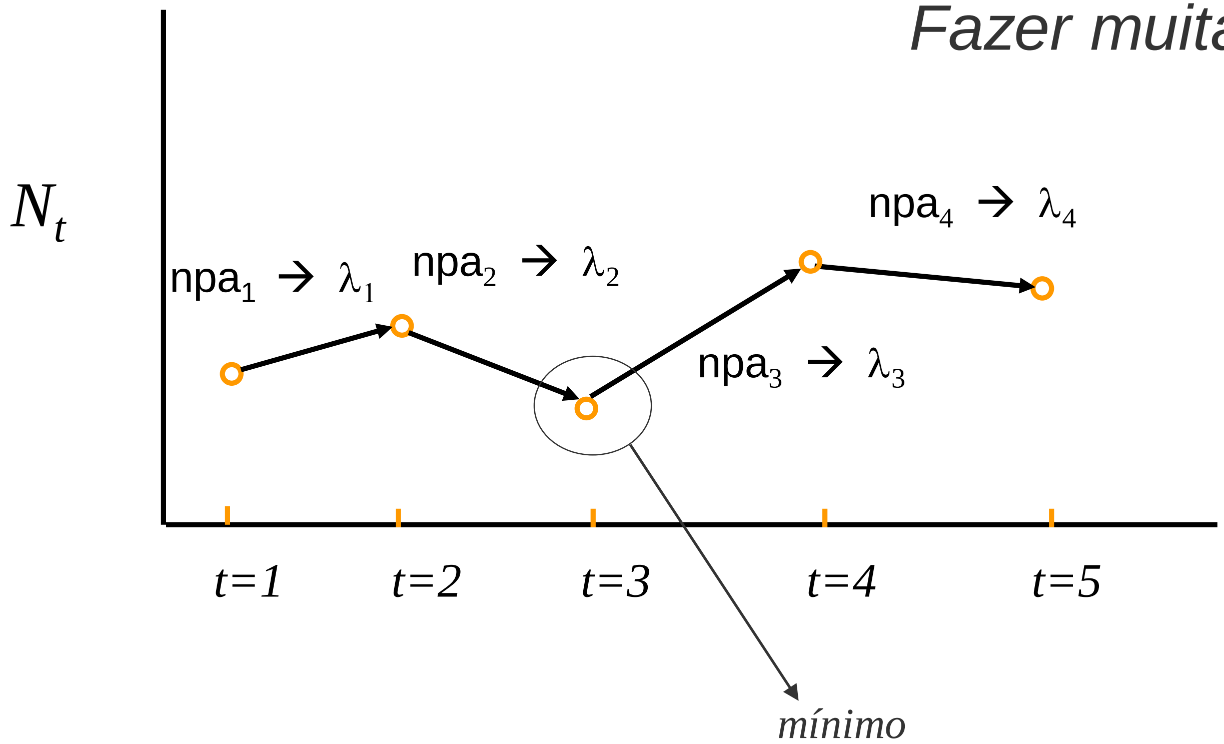




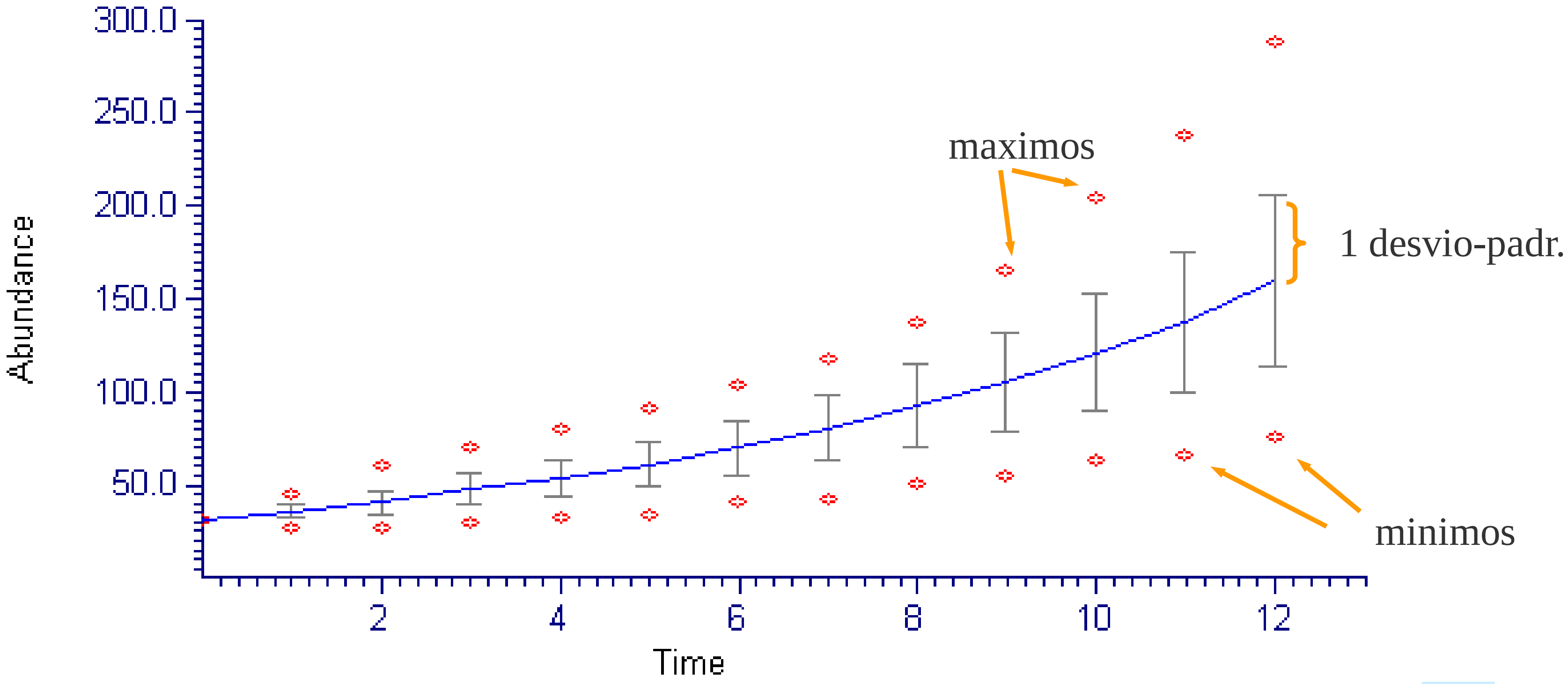
npa	λ_t
0.00 a 0.048	0.9 a 0.99
0.049 a 0.095	1.00 a 1.09
0.096 a 0.381	1.1 a 1.14
0.382 a 0.810	1.15 a 1.19
0.811 a 0.952	1.2 a 1.24
0.953 a 1.00	1.25 a 1.29

Simulação dos próximos anos: uma réplica

Fazer muitas réplicas !



Projecções estocasticas da população



Curvas de risco a prazo

N minimo *Nos proximos 10 anos*	**Frequências absolutas**	**Frequências Relativas**	**Cumuladas**
15	0	0.00	0.00
16	0	0.00	0.00
17	2	0.00	0.00
18	3	0.00	0.01
19	11	0.01	0.02
20	8	0.01	0.02
21	15	0.02	0.04
22	16	0.02	0.06
23	35	0.04	0.09
24	61	0.06	0.15
25	84	0.08	0.24
26	111	0.11	0.35
27	136	0.14	0.48
28	159	0.16	0.64
29	152	0.15	0.79
30	71	0.07	0.86
31	44	0.04	0.91
32	40	0.04	0.95
33	26	0.03	0.97
34	17	0.02	0.99
35	6	0.01	1.00
36	3	0.00	1.00
37	0	0.00	1.00
	1000	1.00	

Curvas de risco a prazo

N minimo *Nos proximos 10 anos*	**Frequências absolutas**	**Frequências Relativas**	**Cumuladas**
15	0	0.00	0.00
16	0	0.00	0.00
17	2	0.00	0.00
18	3	0.00	0.01
19	11		
20	8		
21	15		
22	16		
23	35		
24	61		
25	84		
26	111		
27	136		
28	159		
29	152		
30	71		
31	44		
32	40		
33	26		
34	17		
35	6		
36	3		
37	0		
	1000