



INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA
Universidade de Lisboa

U LISBOA | UNIVERSIDADE
DE LISBOA



Brigite Botequim

bbotequim@isa.ulisboa.pt

Ordenamento e Gestão Florestal

Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais

Outline:

| Aulas 6 Novembro – 18 Dezembro 2019

□ Planeamento da gestão do povoamento florestal, conservação e proteção

- A estruturação e o desenvolvimento dos processos de planeamento.
- Critérios de decisão
- Os problemas e os modelos de planeamento da gestão de povoamentos com composição pura e estrutura regular
- Os problemas e os modelos de planeamento da gestão de povoamentos com composição mista e com estrutura irregular

|Tópico 4 Aula #10

□ Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular

- O que é um povoamento irregular ?
- Vantagens e desvantagens de povoamentos irregulares
- Aspectos chave na gestão de povoamentos irregulares
- Selecionar uma distribuição de classe de diâmetro alvo
 - Exemplo. Modelo com 3 classes de diâmetro
 - Exemplo. Maturidade financeira
- O fator-Q, Parâmetros a e k
- Selecionar o ciclo de corte :
 - O valor da floresta para povoamentos irregulares

- ❑ **Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular**

Questões:

- A aproximação ao estado natural e a especificidade de ecossistemas mediterrânicos ou de montanha
- O caso da pequena propriedade
- Como gerir a unidade de gestão por forma a maximizar o seu valor (diversidade vs rendimento)?
- Qual a composição específica, existências, distribuição de diâmetros, rotação e período de transição?

Definição do problema:

- Definição de modelos de crescimento e simulação de alternativas de gestão
- Simulação ou otimização da gestão em situações específicas

❑ O que é um povoamento irregular?

- ❑ Povoamentos com idades irregulares têm, por definição, pelo menos três faixas etárias
 - Teoricamente, todas as faixas etárias (até um máximo) são representadas como povoamentos irregulares;
 - No entanto, na prática geralmente existem grupos identificáveis de árvores com a mesma idade;
 - considerado com idade irregular se houver pelo menos três faixas
 - Ainda assim, é útil pensar na posição ideal de diferentes idades como um modelo (simplificação do mundo real)

□ Gestão de povoamentos regulares vs Povoamentos irregulares

- ... pode ser visto como a mesma coisa, praticada em escalas diferentes
- Uma paisagem composta por povoamentos com idades iguais pode ser considerada irregular à escala da paisagem:
- À medida que as áreas se tornam mais pequenas, passamos de clareiras de corte raso (povoamento regulares) a selecção de grupos (**irregulares**) a selecção de árvores individuais (**irregular**).



☐ Gestão de povoamentos irregulares – Vantagens

- Imita padrões de perturbação de pequenas manchas, típicas de florestas naturais de sucessão tardia
- Estrutura vertical e horizontal diversificada
 - ✓ Árvores pequenas, médias e grandes fornecem copas de várias camadas (estrutura vertical)
 - ✓ Pequenas manchas de árvores de diferentes idades proporcionam diversidade horizontal - Ideal quando a mistura de espécies desejada inclui espécies de árvores tolerantes à sombra
- Algumas pessoas ficam ofendidas com um corte raso na totalidade da área
 - ✓ Com uma gestão irregular, apesar da posição nunca ser clara (social ou esteticamente benéfica)

☐ Gestão de povoamentos irregulares – Vantagens



- Fornecer cobertura contínua no povoamento, reduzindo problemas com erosão e escoamento excessivo após chuvas fortes
- Mais compatível com as restrições financeiras de muitos proprietários
 - ✓ fluxo de caixa mais frequentes
 - ✓ requisitos de investimento relativamente baixos
- Em teoria, poderia proporcionar mais crescimento do que a gestão de povoamentos regulares
 - ✓ Na prática, no entanto, as densidades necessárias para manter a regeneração adequada são relativamente baixas, de modo que as taxas de crescimento são tipicamente mais baixas com uma gestão irregular do que com gestão de povoamentos regulares

❑ Gestão de povoamentos irregulares – Desvantagens



- Geralmente não funciona bem quando são desejadas espécies intolerantes à sombra
- Algumas espécies de animais selvagens preferem ou requerem habitat fornecido por estandes de idade regular
- Uma gestão irregular é complexa e mais difícil de implementar
 - ✓ Informações mais detalhadas sobre o povoamento são necessárias
 - ✓ Modelos de crescimento e rendimento são menos prováveis de estar disponíveis

❑ Gestão de povoamentos irregulares – Desvantagens



Os cortes frequentes e mais “leves” necessários para gerir povoamentos irregulares criam alguns problemas:

- Como menos volume é removido por unidade de área, a média de distâncias de madeira transportada distâncias e custos de exploração será maior
- São necessários mais aceiros /estradas no interior do povoamento
- Mais área deve ser perturbada para obter uma determinada quantidade de madeira
- É difícil evitar alguns danos ao povoamento residual
- Entradas mais frequentes no povoamento aumentam o potencial de degradação do local durante o corte , como compactação e sulcos

☐ Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular

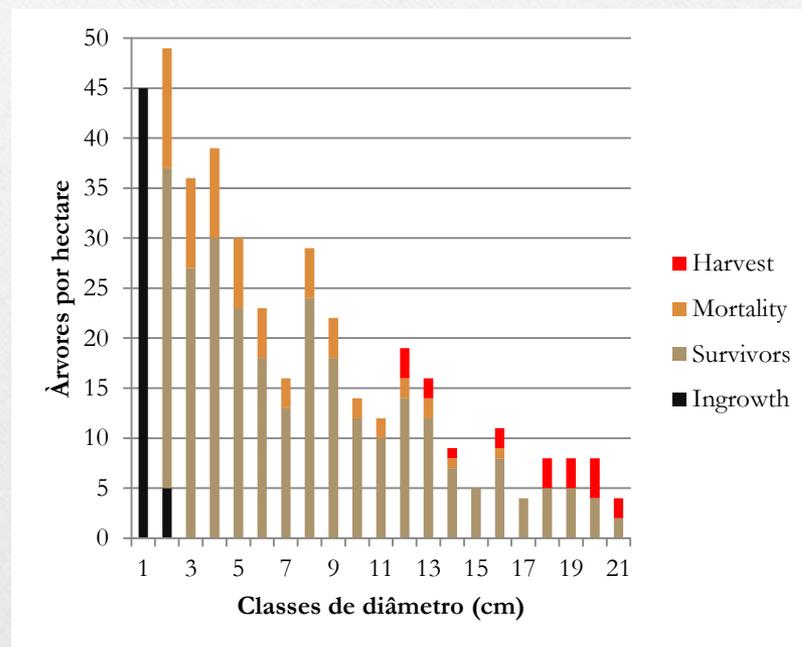
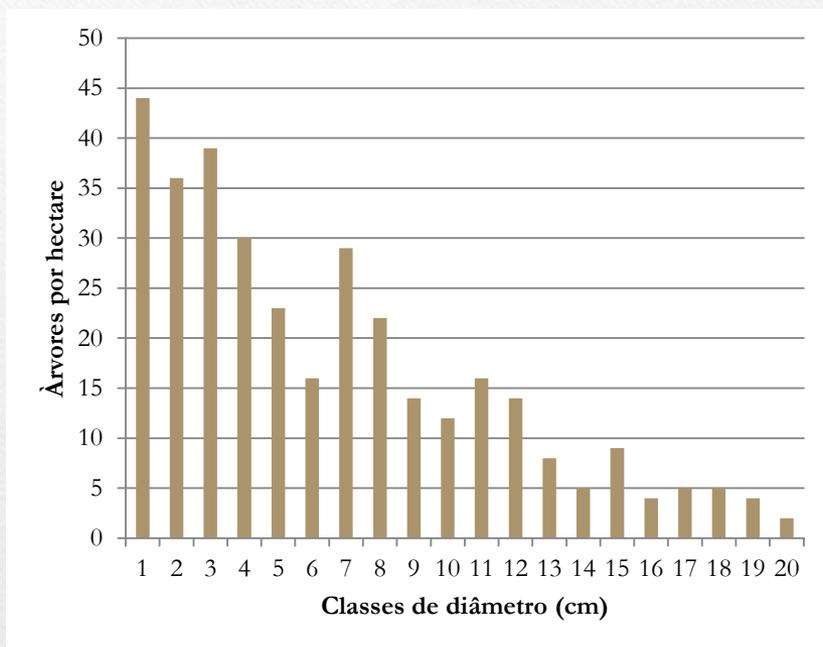
- Parâmetros chave na decisão de povoamentos irregulares

Os três parâmetros básicos de decisão na gestão de povoamentos irregulares que iremos considerar são:

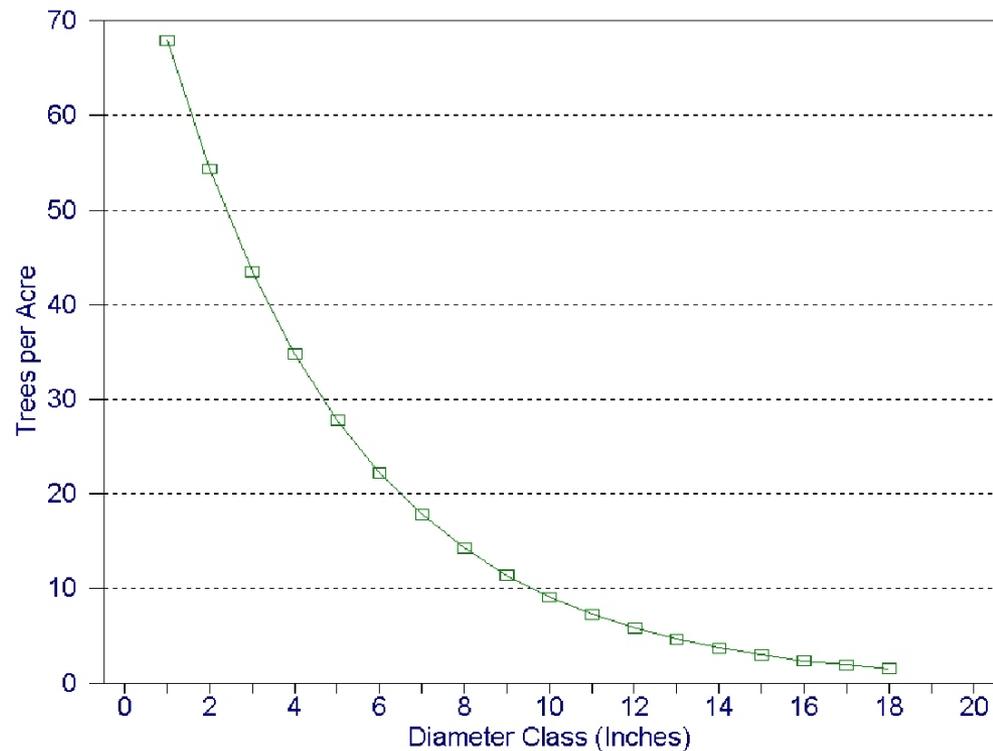
- A distribuição da classe de diâmetro – alvo
- O ciclo de corte
- As decisões individuais de corte de árvores
- *(Também se pode considerar o tamanho do patch (mancha) como um parâmetro de decisão)*

Análise de Decisão estrutura irregular

- ☐ **Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular**
- Distribuição de classe de diâmetro - transição

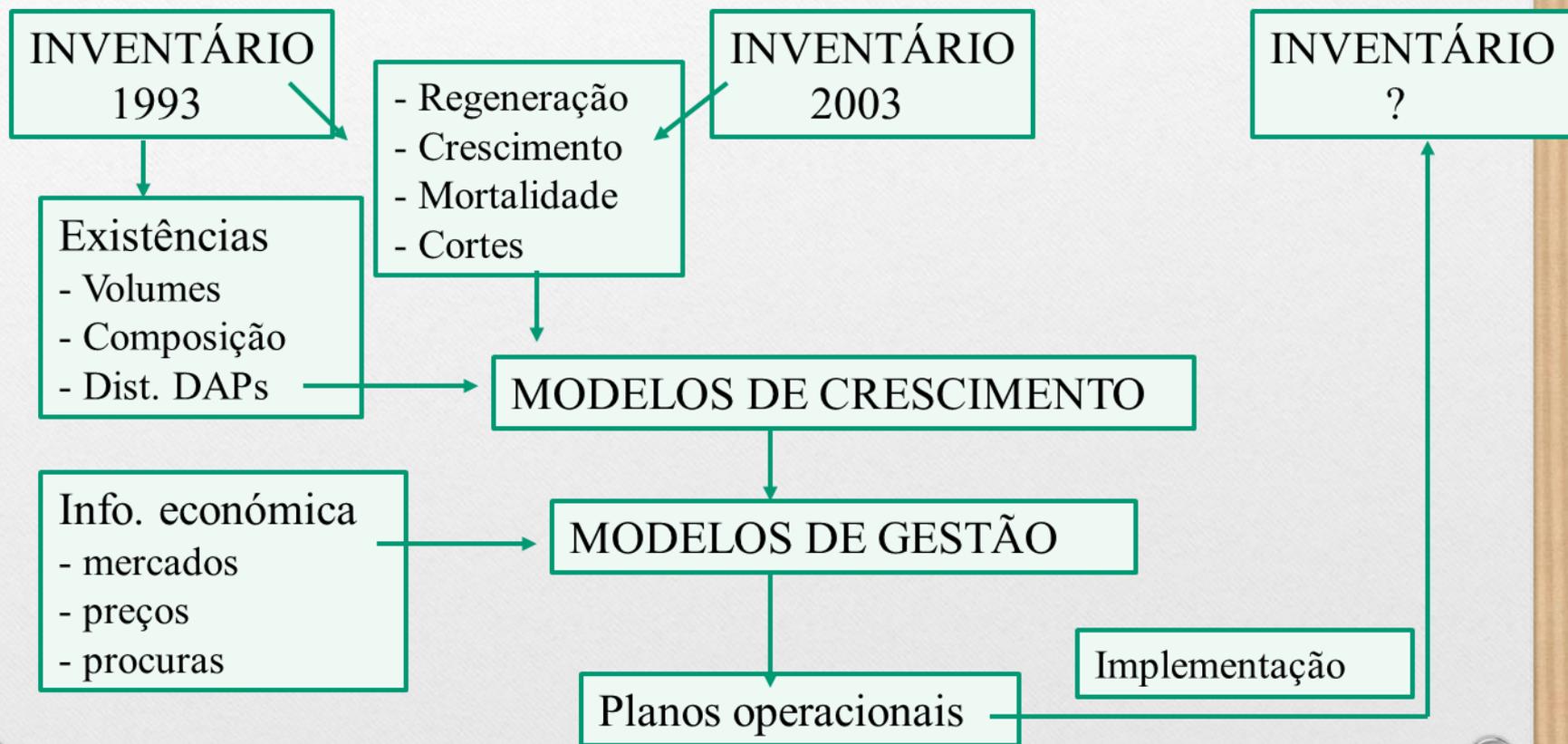


- **Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular**
- Uma Distribuição “ideal” para um povoamento irregular



Análise de Decisão estrutura irregular

- Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular



□ O Fator – Q



- Uma suposição “simplificadora” amplamente usada na gestão irregular é que o rácio entre o número de árvores em qualquer classe de diâmetro e o número de árvores na próxima classe de diâmetro deve ser constante
- Essa proporção é chamada de "**fator - Q**", em que Q significa "quociente"
- Se $n(d)$ é o número de árvores na classe de diâmetro d , então o **fator Q** pode ser expresso da seguinte forma:

$$Q = \frac{n(d)}{n(d+1)}$$

- ❑ A distribuição da classe de diâmetro exponencial negativo
- ❑ A **função exponencial negativa** é útil para modelar distribuições de classes de diâmetro com diferentes idades, pois possui a propriedade de que o fator Q é constante para todas as classes de diâmetro
- ❑ Uma função de distribuição de classe de **diâmetro exponencial negativo** pode ser escrita da seguinte forma:

$$n(d) = ke^{-ad}$$

- ❑ onde k e a são parâmetros e e é a base do logaritmo (no Excel, exp ())

Propriedades da função exponencial negativa

- Prova de que a função exponencial negativa tem um fator Q constante:
- Primeiro, vamos aplicar a função exponencial na definição de Q:

$$Q = \frac{n(d)}{n(d+1)} = \frac{ke^{-ad}}{ke^{-a(d+1)}}$$

- Agora vamos pensar que $e^{a+b} = e^a e^b$

$$Q = \frac{n(d)}{n(d+1)} = \frac{ke^{-ad}}{ke^{-a(d+1)}} = \frac{e^{-ad}}{e^{-a(d)} e^{-a(1)}} = \frac{1}{e^{-a}} = e^a$$

- Como o fator Q determina a inclinação da função exponencial negativa e o parâmetro a está diretamente relacionado a Q, **a** é como a inclinação da função.

□ Propriedades da função exponencial negativa

- Acabamos de ver que a é como a inclinação (declive) da função exponencial negativa

$$a = \ln(Q)$$

- O parâmetro k é a intercetação da função exponencial negativa

$$n(0) = ke^{-a0} = ke^0 = k$$

❑ Selecionar um classe de distribuição de diâmetro alvo

- ❑ A especificação de uma distribuição de classe de diâmetro alvo com a **função exponencial negativa** requer que se especifiquem os valores de três parâmetros: **a** , **k** , d_{max} (o diâmetro máximo)

- ❑ Como se pode decidir que valores desses três parâmetros são melhores para determinado povoamento?

□ Selecionar k , Q e d_{max}

- 1) Primeiro identifique o diâmetro máximo, d_{max} ;
- 2) Em seguida, selecione um **fator Q** - que implica um valor específico para o **parâmetro α** ;
- 3) Finalmente, o **valor k** deve ser selecionado para garantir que a densidade do povoamento seja consistente com a obtenção de um nível apropriado de regeneração.

❑ 1. Identificar o diâmetro máximo

Selecionar o diâmetro máximo é essencialmente o mesmo que escolher uma idade de rotação

➤ Maturidade financeira (William Duerr)

- A ideia de que a taxa na qual o valor de uma árvore aumenta deve ser pelo menos igual à taxa de retorno alternativa (ARR) é chamada de princípio da maturidade financeira
- Determine a taxa de retorno alternativa (ou seja, o ARR)
- Calcular o valor atual do preço da árvore
- Estimar o valor do preço da árvore no próximo momento em que a árvore poder ser cortada
- Comparar a taxa de aumento do valor no intervalo entre esse corte e o próximo corte possível com a ARR

➤ A árvore está financeiramente madura quando a taxa projetada de aumento de valor é menor que a taxa de retorno alternativa

1. Primeiro identifique o diâmetro máximo

Exemplo#1. Considere uma árvore cujo o preço agora (SV_0) seja 80€. Estimamos que o valor do preço da árvore após 8 anos (SV_8) seja de 110€. Se o ARR é de 4%, a árvore está financeiramente madura?

$$r_{sv} = \left(\sqrt[n]{\frac{SV_n}{SV_0}} \right) - 1 = \left(\sqrt[8]{\frac{110}{80}} \right) - 1$$
$$= 0.04061 = 4.061\% > 4\%$$

- **Conclusão:** como a taxa anual de aumento de valor (4,06%) é superior à taxa de retorno alternativa (4%), **a árvore ainda não está financeiramente “madura”**, portanto devemos mantê-la.

2. Selecionar um Fator Q

- O *fator Q* determina a inclinação da distribuição da classe de diâmetro
- Quais são as implicações de escolher valores diferentes de Q (quando os outros parâmetros são mantidos constantes)?
- À medida que o fator Q diminui, o número de árvores pequenas diminui e o número de árvores grandes aumenta
- À medida que o fator Q aumenta, o número de árvores pequenas aumenta e o número de árvores grandes diminui

➤ Portanto, economicamente, o melhor valor de Q é o menor (o mais próximo possível de 1)

➤ As restrições silviculturais poderão limitar o valor mais baixo do *fator Q*

3. Seleccionar o parâmetro K

- O **parâmetro k** é como a intercetação da distribuição da classe de diâmetro
- Aumentar k enquanto mantém todo o resto constante aumenta o número de árvores em todas as classes de diâmetro
- Portanto, para determinados valores de Q e d_{max} , o aumento de k aumenta a área basal do povoamento

3. Selecionar o parâmetro K

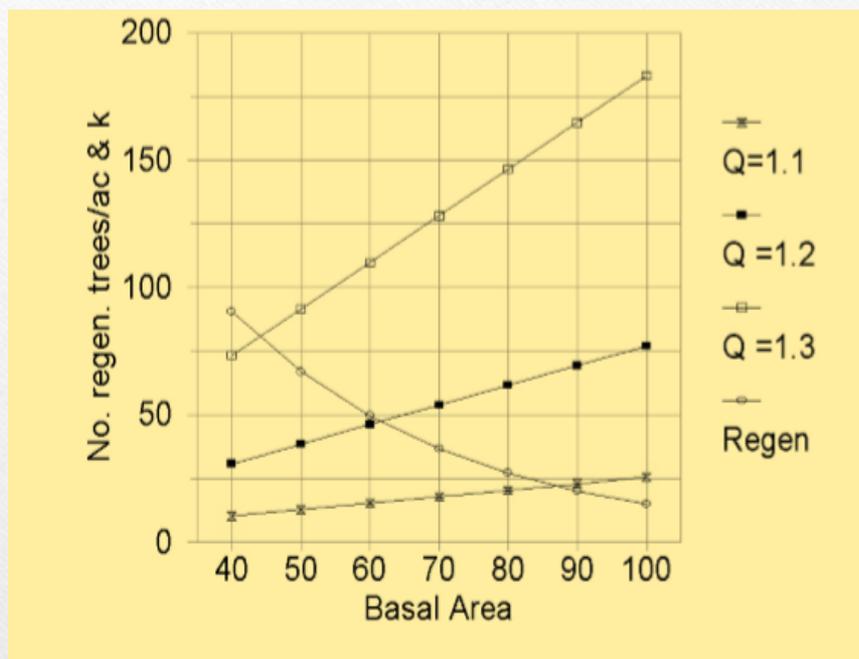
- A quantidade ou taxa de regeneração deve ser suficiente para sustentar a distribuição da classe de diâmetro alvo
- Suponha que a quantidade / taxa de regeneração seja uma função da área basal do povoamento
- Esse relacionamento é positivo ou negativo?
- Como é que a área basal do povoamento varia com diferentes valores de k (mantendo d_{\max} e Q constante)?
 - Aumentar k aumenta a área basal
- Haverá apenas uma pequena faixa de valores possíveis de k para cada valor de Q para o qual a regeneração será sustentável;
 - k é selecionado para fornecer uma área basal específica que resultará na quantidade / taxa desejada de regeneração

□ Selecionar k , Q e d_{\max}

- Selecionar o diâmetro máximo é essencialmente o mesmo que escolher uma idade de rotação;
- O *fator* Q é determinado em grande parte por restrições silviculturais;
- Haverá apenas uma pequena faixa de valores possíveis de k para cada *valor de* Q para o qual a regeneração será sustentável;
- k é selecionado para fornecer uma área basal específica que resultará na quantidade / taxa desejada de regeneração

Análise de Decisão estrutura irregular

Valores de k correspondentes a *diferentes áreas basais* e diferentes *fatores Q* e níveis de regeneração por área basal do povoamento

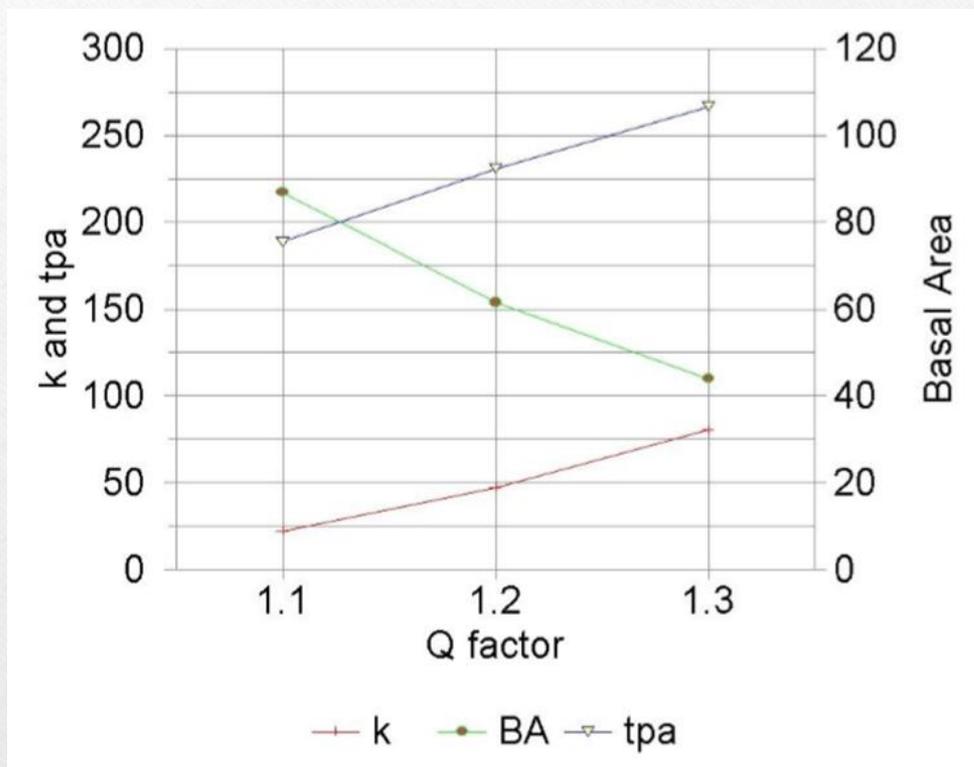


- Em suma: existe apenas uma pequena faixa de valores possíveis de k para cada valor de Q para o qual a regeneração será sustentável.

- com um fator Q de 1,2 e k definido como 48, a área basal (AB) do povoamento será de 62 m²/ha. Nesta área basal, a regeneração é aproximadamente igual a 48 árvores por hectare - apenas a quantidade necessária para um valor de k de 48 árvores/ha;
- Se k fosse definido como 39, a AB do povoamento seria de apenas 50 m²/ha, e a regeneração seria excessiva, em 67 árvores/ha;
- Por outro lado, se k estivesse definido como 54, a BA seria de 70 m²/ha e a regeneração seria inadequada a 37 árvores/ha

Análise de Decisão estrutura irregular

Valores de k correspondentes a diferentes áreas basais e diferentes fatores Q e níveis de regeneração por área basal do povoamento



- à medida que o *fator Q aumenta*, a *área basal diminui* e o número de **árvores aumenta**.

☐ Seleção de árvores individuais ?

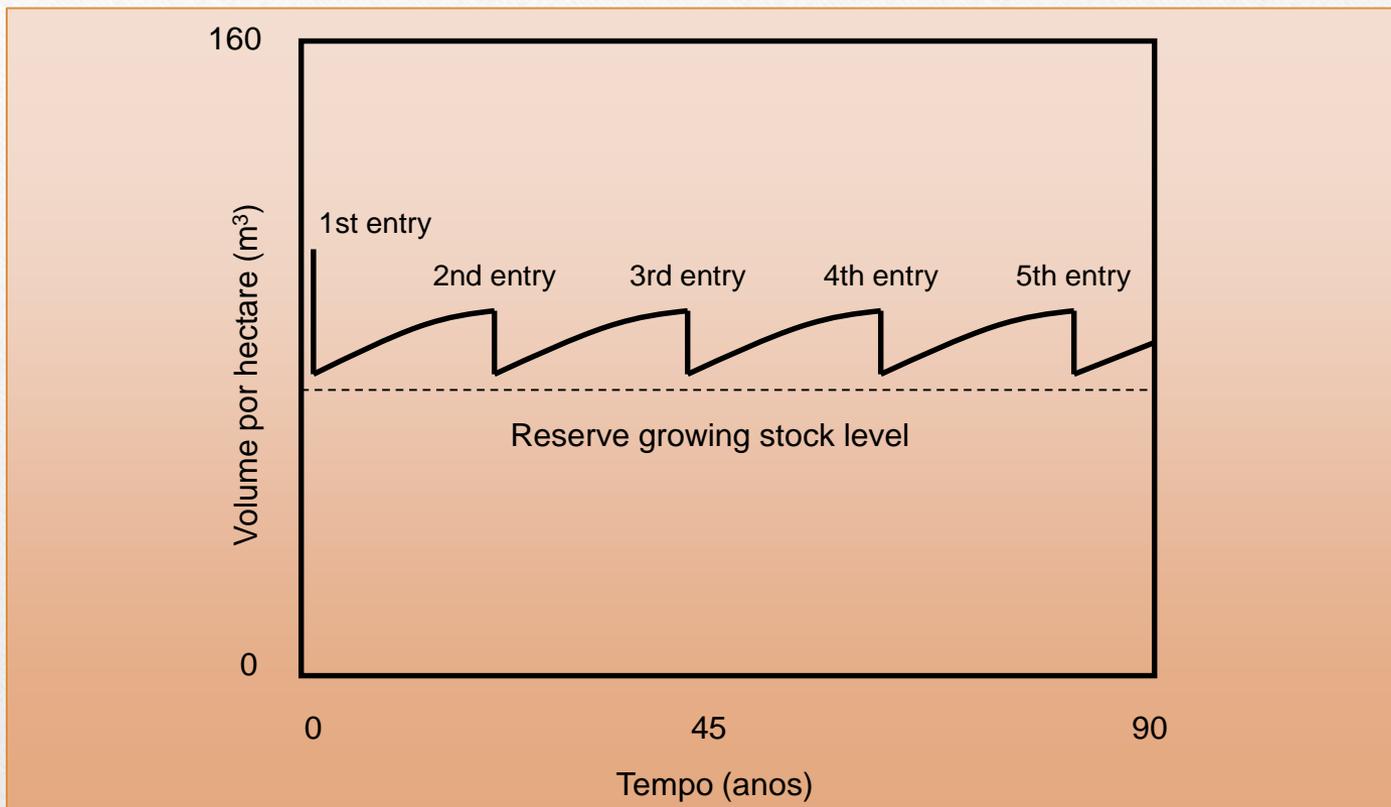
- **Mantenha as árvores com maior potencial para aumentar :**
 - ✓ espécies desejáveis,
 - ✓ árvores com copas saudáveis e sem defeitos

- **Selecione para corte:**
 - ✓ espécies indesejáveis,
 - ✓ árvores com doenças ou danos causados por insetos,
 - ✓ árvores que nunca serão madeira de alta qualidade
 - ✓ árvores com defeitos, cicatrizes de incêndio, etc.

- **considerações de espaçamento:**
 - ✓ quando duas árvores saudáveis e vigorosas competem claramente, uma deve ser retirada

 - ✓ criando "patches de regeneração"

Selecção do ciclo de corte e da AB residual



☐ Seleção do ciclo de corte e da AB residual

Para calcular a área basal residual ideal e o ciclo de corte, calcule a versão de povoamentos irregulares do valor da floresta para uma variedade de áreas basais e ciclos de corte

$$ForVal = NetRev_I + \frac{NetRev_{cc}}{(1+r)^t - 1} + \frac{A}{r}$$

- $NetRev_I$ = receita líquida do corte inicial,
- $NetRev_{cc}$ = receita líquida do corte no final de cada ciclo de corte,
- A = receita líquida anual (negativa para custos),
- t = o ciclo de corte,
- r = taxa de juros real

□ Valor da Floresta povoamentos irregulares

Exemplo#2. Um proprietário na Associação Florestal onde é técnico possui um povoamento de 200 hectares de idade irregular e precisa **determinar o melhor ciclo de corte e a área basal residual** do povoamento.

- Neste momento, está a considerar três níveis residuais de área basal: 50, 60 e 70 m² e três ciclos de corte: 5, 10 e 15 anos. O volume de cortes futuros, no entanto, dependerá do ciclo de corte e da área basal residual após cada corte, conforme mostrado na tabela. O preço para todos os cortes é de 220€ / m³. Existem custos fixos para a preparação da venda, permissão e movimentação de equipamentos de corte para o local, totalizando 2.000€ (para todo o povoamento) cada vez que uma corte é realizado. Usando uma taxa real de 4%, **calcule o Valor da floresta** (por ha) para **cada ciclo de corte e combinação de área basal residual**. Suponha que os impostos sobre a propriedade sejam de 5€/ha/ano.

☐ Valor da Floresta povoamentos irregulares

- **Exemplo#2.** Determinar o melhor ciclo de corte e a área basal residual de um povoamento irregular

| Area basal Residual | Volume cortado inicial (m ³ por hectare) | Volume cortado Futuro (m ³ por hectare) | | |
|---------------------|---|--|----------------|---------------|
| | | 5-anos ciclo | 10- anos ciclo | 15-anos ciclo |
| 50 | 1.98 | 0.88 | 2.42 | 3.00 |
| 60 | 1.76 | 1.10 | 2.53 | 3.10 |
| 70 | 1.21 | 1.30 | 2.64 | 3.63 |

□ Valor da Floresta povoamentos irregulares

- **Exemplo#2.** Agora, conecte esses valores à equação de valor de floresta de gestão desigual

$$NetRev_I = 220\text{€}/\text{m}^3 \times 1.98 \text{ m}^3/\text{ha} - 10\text{€}/\text{ha} = 425.60\text{€}/\text{ha}$$

$$NetRev_{cc} = 220\text{€}/\text{m}^3 \times 0.88 \text{ m}^3/\text{ha} - 10\text{€}/\text{ha} = 183.60 \text{ €}/\text{ha}$$

- No passo seguinte, associar esses valores à equação de valor da floresta de gestão de povoamentos irregulares:

$$\begin{aligned} ForVal_{BA=50,cc=5} &= \$425.60 + \frac{\$183.60}{(1.04)^5 - 1} - \frac{5}{0.04} \\ &= \$1,148.04 \end{aligned}$$

☐ Valor da Floresta povoamentos irregulares

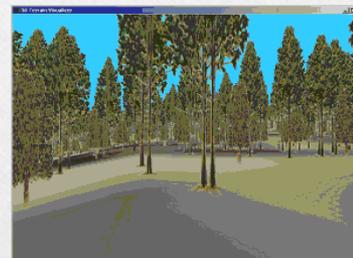
- Determinar o melhor ciclo de corte e a área basal residual de um povoamento irregular

| Area basal Residual | Valor da Floresta (por ha) | | |
|---------------------|----------------------------|----------------|---------------|
| | 5-anos ciclo | 10- anos ciclo | 15-anos ciclo |
| 50 | 1,148.00€ | 1,388.40€ | 1,112.10€ |
| 60 | 1,323.00€ | 1,390.40€ | 1,091.20€ |
| 70 | 1,405.10€ | 1,319.80€ | 1,115.80€ |

☐ Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular

Solução do problema:

- Análise financeira
- Programação linear
- Simulação
- Outros



- As decisões de gestão ao nível da unidade de gestão são elementos importantes na gestão florestal e no caso dos povoamentos com composição mista e/ou estrutura irregular, podem **contribuir para a diversidade à respectiva escala espacial e oferecer benefícios ambientais críticos** (e.g. protecção contra erosão, qualificação de habitat)

☐ Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular

- Forma geral de um modelo de crescimento para povoamento com estrutura irregular e composição mista:

$$Y_{t+1} = G(Y_t) + I_t$$

com

Y_t - vector em que cada valor na coluna corresponde ao no. de árvores/ha de uma espécie e dimensão específicas no momento t

G - uma matriz cujos elementos representam a probabilidade de que uma árvore de uma espécie e de um dimensão específicas no momento t esteja viva e com a mesma dimensão no momento $t+1$ ou que esteja viva mas numa classe de dimensão superior.

I_t - mede a regeneração, o número de árvores de uma espécie que entra na classe de dimensão mais pequena entre t e $t+1$. Referido ao ha

- **Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular**

Exemplo#3. Modelo com 3 classes de diâmetro

$$y_{1,t+1} = a_1 y_{1,t} + I_t$$

$$y_{2,t+1} = b_1 y_{1,t} + a_2 y_{2,t}$$

$$y_{3,t+1} = b_2 y_{2,t} + a_3 y_{3,t}$$

com

a_i - fracção de árvores vivas na classe i em t , que permanecem vivas e na mesma classe em $t+1$

b_i - fracção de árvores vivas na classe i em t , que permanecem vivas mas estão na classe $i+1$ em $t+1$

$1 - a_i - b_i$ - fracção de árvores vivas na classe i em t que estão mortas em $t+1$

☐ Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular

Exemplo#3. Fração de árvores que permanecem na mesma classe de dap, crescem para a classe seguinte ou que morrem num período de 5 anos

| Classe de dap | Fracção que permanece | Fracção que cresce | Fracção que morre |
|---------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| (i) | ai | bi | 1 - ai - bi |
| 1 | 0.80 | 0.04 | 0.16 |
| 2 | 0.90 | 0.02 | 0.08 |
| 3 | 0.90 | 0.00 | 0.10 |

$$\text{Regeneração } I_t = 40 - 0.9AB_t + 0.3 N_t$$

☐ Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular

Exemplo#3. Modelo com 3 classes de diâmetro

$$N_t = y_{1,t} + y_{2,t} + y_{3,t}$$

$$AB_t = 0.20y_{1,t} + 0.66y_{2,t} + 1.40y_{3,t}$$

Logo

$$I_t = 40 + 0.12y_{1,t} - 0.29y_{2,t} - 0.96y_{3,t}$$

E a expressão final do modelo de crescimento é:

$$y_{1,t+1} = 0.92y_{1,t} - 0.29y_{2,t} - 0.96y_{3,t} + 40$$

$$y_{2,t+1} = 0.04y_{1,t} + 0.90y_{2,t}$$

$$y_{3,t+1} = 0.02y_{2,t} + 0.90y_{3,t}$$



☐ Análise de decisão em povoamentos florestais com composição mista e/ou estrutura irregular

Exemplo#3. Modelo com 3 classes de diâmetro

A formulação matricial do modelo

$$Y_{t+1} = G(Y_t) + I_t$$

$$\text{Com } B = \begin{bmatrix} 0.92 & -0.29 & -0.96 \\ 0.04 & 0.90 & 0 \\ 0 & 0.02 & 0.90 \end{bmatrix}$$

$$I_t = \begin{bmatrix} 40 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$Y_t = \begin{bmatrix} y_{1,t} \\ y_{2,t} \\ y_{3,t} \end{bmatrix}$$

$$\text{Se } Y_0 = \begin{bmatrix} 420 \\ 117 \\ 7 \end{bmatrix}$$

$$\text{Então } Y_1 = \begin{bmatrix} 0.92 & -0.29 & -0.96 \\ 0.04 & 0.90 & 0 \\ 0 & 0.02 & 0.90 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 420 \\ 117 \\ 7 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 40 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 385.8 \\ 122.1 \\ 8.6 \end{bmatrix}$$

□ Simulação de alternativas de gestão

$$Y_{t+1} = G(Y_t - H_t) + I_t$$

com

H_t - vector com no. de árvores removidas de cada espécie e classe de dimensão por unidade de área, no momento t

I_t - como antes; tenderá a crescer com o no. de árvores removidas

- Regras de corte (e.g. fração de árvores vivas em cada espécie e classe de dap, povoamento residual ideal, diâmetro limite,...)

□ Aplicação. Simulação de alternativas de gestão

| Regra de corte | VA | Diversidade (espécies) | Diversidade (dimensões) |
|-----------------------------------|------|------------------------|-------------------------|
| 1. Apenas árvores mortas | -281 | 95 | 103 |
| 2. Tradicional | 2679 | 96 | 102 |
| 3. Limite 1 de dap | 2144 | 96 | 103 |
| 4. Limite 2 de dap (inferior a 1) | 5763 | 97 | 96 |
| 5. Preservação de uma espécie | 2290 | 94 | 103 |

- VA em 10 anos
- Rotação de 10 anos
- Diversidade - média de índices de Shannon medidos de 5 em 5 anos

□ Outros modelos de gestão ...

$Max D(Y_t)$ - Indicador de diversidade no povoamento (e.g. Shannon)

$Y_{t+1} = G(Y_t - H_t) + I_t$ - Modelo de crescimento considerando os cortes

$Y_{t+1} = Y_t$ - Condição de estabilidade (crescimento = produção ou corte)

$Max VA = vH_t(1+i)^T / [(1+i)^T - 1] - vY_t$ - T: rotação; v: vector de preços

$Y_{t+1} = G(Y_t - H_t) + I_t$ - Modelo de crescimento considerando os cortes

$Y_{t+1} = Y_t$ - Condição de estabilidade (crescimento = produção ou corte)

- Se modelos forem lineares poderá utilizar-se a PL e o Simplex como método de solução; caso contrário haverá que recorrer a programação não linear ou a simulação
- Em geral, será mais interessante definir modelo para procurar uma solução de compromisso entre diversidade e VA e fazer análise de custos de oportunidade

❑ Material e exercícios preparados com base na bibliografia:

- Bettinger, P, K Boston, J. Siry, and D. Grebner (2009). Forest management and planning. San Diego, CA.
- Borges, J. G., L. Diaz-Balteiro, M. E. McDill, and L. C. Rodriguez (2014). The Management of Industrial Forest Plantations. Ed. by J. G. Borges, L. Diaz-Balteiro, M. E. McDill, and L. C. Rodriguez. Vol. 33. Managing Forest Ecosystems. Dordrecht: Springer, p. 543.
- Buongiorno, J. and J. K. Gilles (2003). Decision methods for forest resource management. Academic Press, p. 439.
- Clutter, J., J. Fortson, L. Pienaar, G. Brister, and R. Bailey (1983). Timber management: a quantitative approach. Colorado: Wiley & Sons, p. 333.
- Davis, L. S., K. N. Johnson, P. S. Bettinger, and T. E. Howard (2001). Forest management. New York: McGraw-Hill, p. 804.

Atendimento

Envie um email para bbotequim@isa.ulisboa.pt
com sugestões de horários/dias

O meu gabinete fica no **Forchange 0.12**, DRAT (CEF).