

Módulo 3



Brigite Botequim

bbotequim@isa.ulisboa.pt

Ordenamento e Gestão Florestal

Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais

|Módulo 3 Aula #1

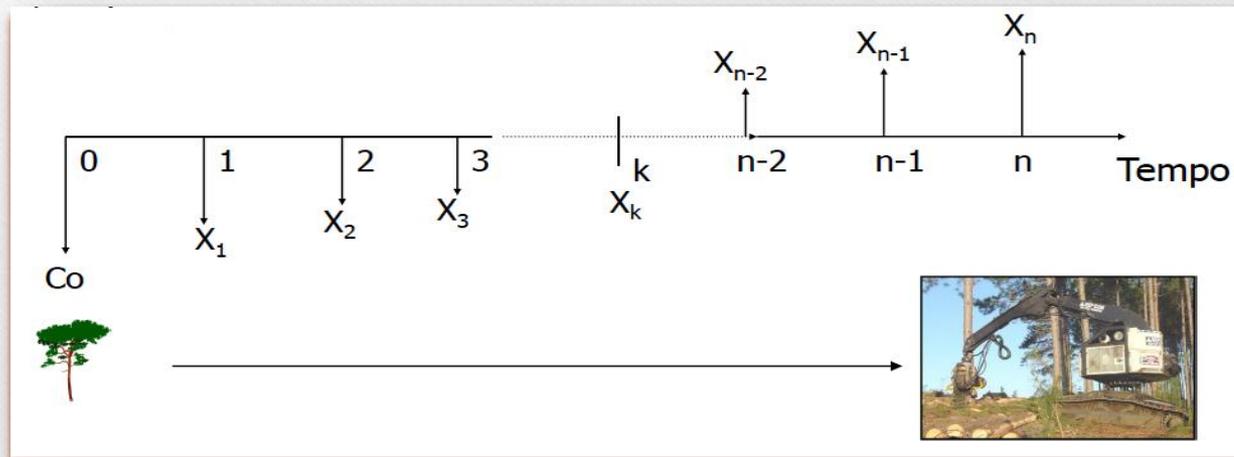
□ Planeamento da gestão de povoamentos regulares

- Critérios de avaliação de projetos (*revisão*)
- A importância do Valor Esperado da Terra / Valor do Solo (VET/VS) (*revisão*)
- A importância do Valor da Floresta (VF) (*revisão*)
- **Rotação Florestal ótima** – Diferentes perspectivas
- **A Rotação ótima económica**
- Efeitos na rotação ótima financeira e no VET devido a alterações em variáveis económicas : Custos de estabelecimento ,preços, taxas de desconto
- **A Rotação ótima biológica**
- IMA, ICA, IPA
- **Rotação económica versus rotação biológica** - exemplos
- Exercícios de aplicação – Problem set#’Módulo3_Aula#1

| Alocação de Capital

“Tempo é dinheiro” ...

- Plantar árvores ou investir dinheiro ...ambos crescem com o tempo!



- Investidores alocam os seus recursos monetários visando a maximização do valor dos bens de capital (recursos capazes de gerar bens de consumo e/ou serviços) à sua disposição.
 - De facto é óbvio que não é o mesmo receber ou pagar “x” agora ou daqui a 3 ou 5 anos!!!

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS



- Quanto esperar de retorno sobre os investimentos ?
- Quanto custa uma plantação de eucalipto? Pinheiro bravo?
- Quanto esperar em termos de crescimento?
- Quanto posso pedir pelo metro cúbico produzido de madeira?
- Considerando o Valor da terra , compensa plantar eucalipto? Pinheiro bravo? Sobreiro?

|CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS

- ❑ Como analisar o desempenho de um investimento em um projeto florestal?
 - É importante dispor de alternativas e de algum critério que classifique essas diferentes oportunidades de investimento existentes
 - Para analisar e classificar essas diferentes alternativas usam técnicas de matemática financeira para avaliar o retorno sobre o capital
 - Critérios de Avaliação de Projetos com Horizontes Regulares
 - Critérios de Avaliação de Projetos com Horizontes Irregulares

Critérios de Análise Financeira

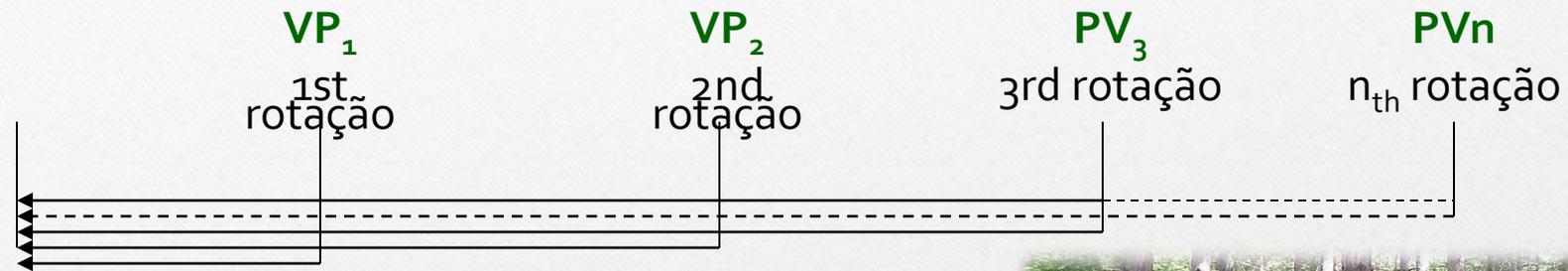
- 📦 Valor Presente , valor Futuro
- 📦 Valor Presente/atual Líquido (VPL ou VAL)
- 📦 Taxa Interna Retorno (TIR)
- 📦 Razão Benefício/ custo (B/C)
- 📦 Pagamento anual equivalente (PAE)
- 📦 Valor Esperado da Terra (VES) – Valor Expectável do Solo (SEV)



O Valor Esperado da Terra (VET)

| O Valor Esperado da Terra (VET)

□ Como analisar o desempenho de um investimento num projeto florestal?



VP_0 de series
perpétuas

$$VP_1 = VP_2 = VP_3 = \dots \dots \dots VP_n$$

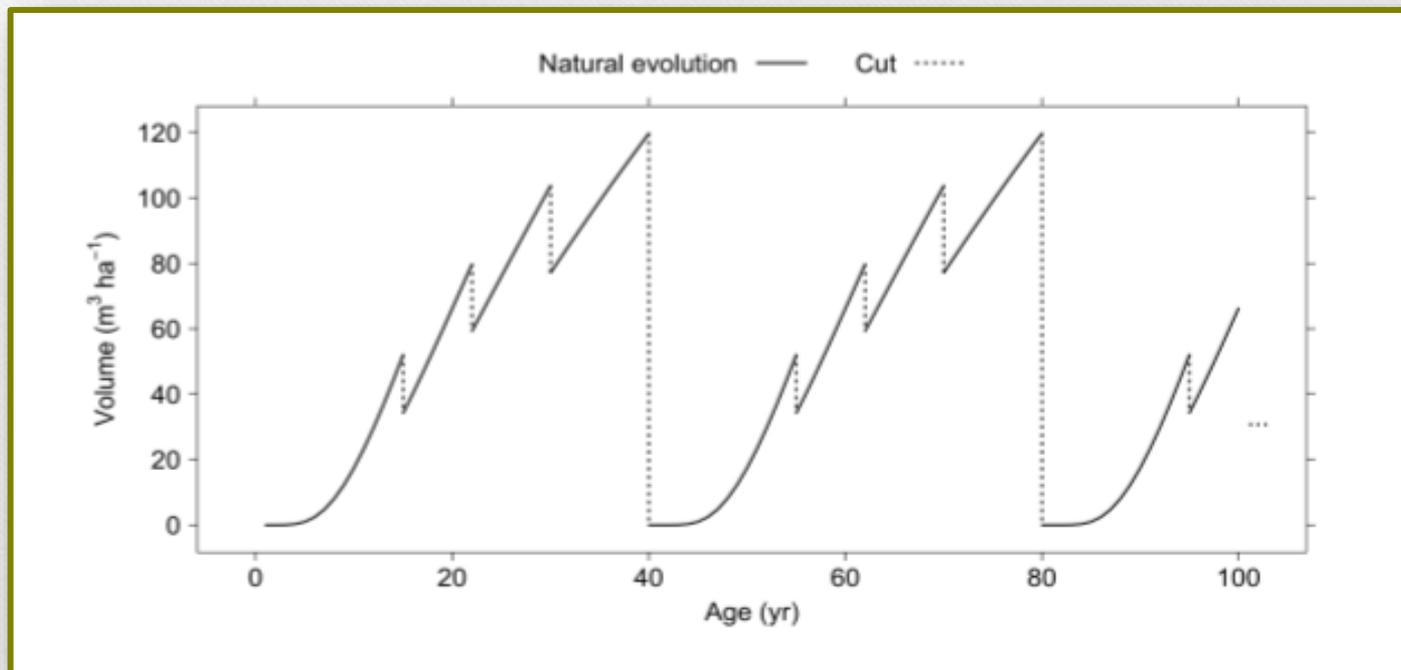


- Representemos através da linha de tempo uma série perpétua de ciclos florestais consecutivos, cada um com duração de “p” anos
- Por serem ciclos idênticos que se repetem indefinidamente obtemos uma série de receitas líquidas idênticas, periódicas e perpétuas.

O Valor Esperado da Terra (VET)

VALOR ESPERADO DA TERRA

- Necessário calcular a receita líquida final obtida em cada “X” anos = obtido a partir da **subtração de receitas e custos capitalizados até o momento final do projeto**



O Valor Esperado da Terra (VET)

□ Cálculo do Valor da Terra/Solo



- *O Fluxo de caixa (receita – custo)* deve ser capitalizado ou descapitalizado para um valor presente ou futuro representando todos os valores de uma única rotação
- Depois disso, a série infinita periódica (perpétua) é aplicada tendo em conta que o **VET** é o **valor presente** de uma série infinita de diversas rotações.

$$V_0 = \frac{p}{(1+i)^t} + \frac{p}{(1+i)^{2t}} + \frac{p}{(1+i)^{3t}} + \dots + \frac{p}{(1+i)^\infty}$$

O Valor Esperado da Terra (VET)

| VALOR ESPERADO DA TERRA (VET)

— Avaliar projetos com uma série de custos e receitas —

- Representa o **VAL** de um investimento num povoamento regular desde o momento da plantação, ao longo de uma série infinita de rotações do mesmo regime de gestão florestal

$$NFV = \sum_{n=0}^t Rn(1+i)^t - n - \sum_{n=0}^t Cn(1+i)^t - n \quad \Rightarrow \quad VET = \frac{NFV}{(1+i)^t - 1}$$

NFV = Receita líquida futura no final da primeira rotação (1ª corte final)

Rn = Receitas recebidas no ano n

Cn = custos referentes ao ano n

t = comprimento da revolução em anos

n = ano específico de uma receita ou custo

i = taxa de desconto real

□ Como obter a rotação económica?

□ Planeamento da gestão de povoamentos puros e regulares

- Considerar a viabilidade técnica e económica do projeto;
- Considerar a distribuição de custos e receitas ao longo do tempo;
- Pode levar ou não em conta a variação do capital no tempo: taxa de juros;
 - Métodos que não consideram a variação do capital no tempo :
Tempo de retorno do capital, razão Receita/custo
 - Métodos que consideram a variação do capital no tempo:
Valor atual Líquido (VAL),
taxa interna de retorno (TIR),
valor periódico equivalente (VPE)

Rotações Ótimas Florestais ?

- Rotação económica : é a rotação que maximiza os retornos do investimento nas atividades florestais , proporciona lucro máximo ao investidor



?

Máximo Lucro

VALOR ATUAL LIQUIDO (VAL)- EXEMPLO #1



- Um povoamento de pinheiro é suposto crescer mediante os valores da tabela:

Age	Yield (m ³ /ha)
30	2
50	6
70	15
90	40
110	70

- Custos de plantação = 100€/ha
- Desbaste comercial (PCT) aos 10 anos = 50€/ha
- Venda da madeira = 200€/(m³/ha)



- Qual a idade da rotação que maximiza o VAL ao longo de uma rotação com uma taxa de 4% ?

Definindo Rotações Ótimas Florestais

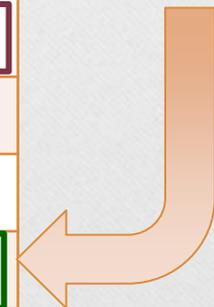
| Qual a idade da rotação que maximiza o VAL ao longo de uma rotação com uma taxa de 4% ?

❑ Para uma rotação de 30 anos tem-se:

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= -\frac{100}{(1+0.04)^0} - \frac{50}{(1+0.04)^{10}} + \frac{2*200}{(1+0.04)^{30}} = \\ &= -100 - 33.78 + 123.33 = -10.45 \end{aligned}$$

Rotação	Corte final (Valor)	VP do Corte final	VP dos custos		VAL
			Plantação	1º desbaste	
30	400	123.33	100	33.78	-10.45
50	1200	168.86	100	33.78	35.08
70	3000	192.65	100	33.78	58.57
90	8000	234.47	100	33.78	100.69
110	14000	187.26	100	33.78	53.48

A Rotação com 90 anos **MAXIMIZA** o VAL



| Rotação económica : VET – exemplo #2

- Considere uma área de terra para a qual queremos calcular a melhor estratégia para solo nu e cujo crescimento é definido pela curva de rendimento $Y(t)$. Os valores económicos apropriados para a situação são:
 - S = preço da madeira: 35€
 - P = custo de regeneração por hectare: 100€
 - i = taxa de juros: 4%
 - A = imposto anual por hectare e custo de administração: 1,5€
- Para uma determinada idade de rotação R , recorde-se que o **VET** pode ser calculado da seguinte forma:

$$VET = \frac{SY_{(t)} - P(1+i)^R}{(1+i)^R - 1} - \frac{A}{i} = \frac{35Y_{(t)} - 100(1.04)^R}{(1.04)^R - 1} - \frac{1.5}{0.04}$$

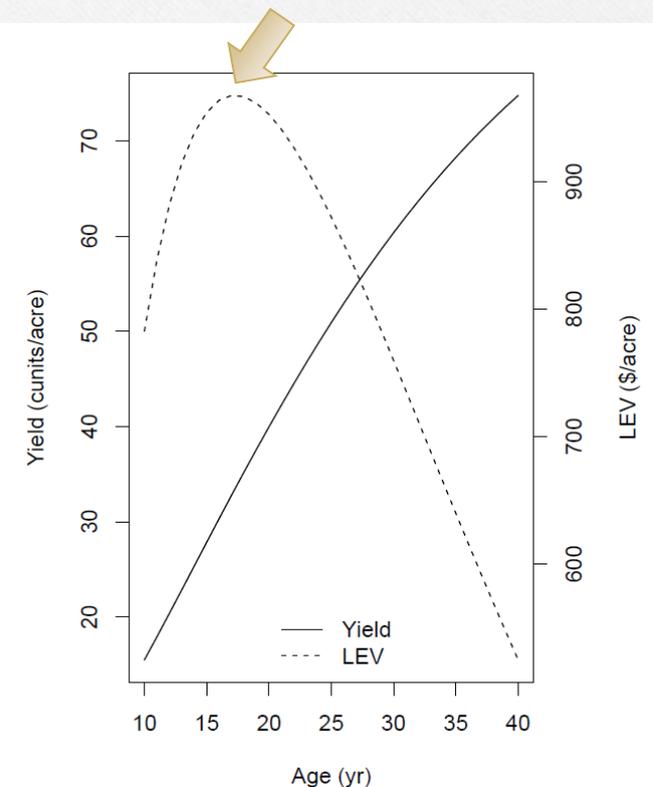
Definindo Rotações Ótimas Florestais

| Rotação ótima económica/financeira :

VET máximo

Age	Yield	MAI	CAI	NFV	NPV	LEV
...
13	22.84	1.76	2.50	608.09	365.21	914.32
14	25.34	1.81	2.50	686.39	396.37	938.10
15	27.84	1.86	2.48	764.26	424.37	954.20
16	30.32	1.90	2.46	841.30	449.18	963.71
17	32.79	1.93	2.43	917.15	470.84	967.56
18	35.22	1.96	2.39	991.51	489.44	966.56
19	37.61	1.98	2.35	1064.11	505.07	961.39
20	39.96	2.00	2.30	1134.74	517.88	952.66
21	42.26	2.01	2.25	1203.20	528.01	940.91
22	44.51	2.02	2.19	1269.35	535.61	926.59
23	46.70	2.03	2.13	1333.05	540.85	910.11
24	48.83	2.03	2.07	1394.20	543.91	891.83
25	50.91	2.04	2.01	1452.71	544.94	872.06
26	52.92	2.04	1.95	1508.52	544.11	851.08
27	54.87	2.03	1.89	1561.57	541.58	829.14
28	56.76	2.03	1.83	1611.83	537.51	806.44
...

Idade da Rotação Económica



| Rotação que maximiza o VET

- Chama-se rotação de Faustmann porque é com base na **fórmula do VET**, proposta pela primeira vez por *Martin Faustmann* em 1849
- É a rotação que os **economistas florestais mostraram ser a rotação ideal para florestas plantadas**, principalmente para a **exploração de povoamentos para madeira com fins lucrativos**
- A abordagem pode ser generalizada para aplicar a vários objetivos de gestão

Faustmann, M. (1849) On the determination of the value which forest land and immature stands pose for forestry. In: Gane, M. (ed.) Martin Faustmann and the evolution of discounted cash flow. Oxford: Oxford Institute, 54 p.



| O crescimento da Floresta – diversas medidas



-  Incremento corrente Annual (ICA)
-  (MAI ou IMA) Incremento Médio Anual
-  (PAI ou IPA) Incremento periódico anual
-  Taxas de Juro do crescimento (Percentagem)

| Incremento Anual

O **Incremento Anual** (ΔY_a) refere-se ao crescimento anual do povoamento por unidade de área a uma determinada idade.

- Diferença entre as dimensões de uma árvore ou uma floresta tomadas no fim (Y_a) e início (Y_{a-1}) do período de um ano de crescimento.

$$\Delta Y_a = Y_{a+1} - Y_a$$



| Crescimento de povoamentos...

❑ Não podemos cortar mais volume do que produzimos ...

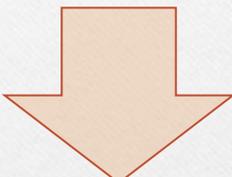
- O que é típico num povoamento regular :
 - ✓ Início do povoamento (plantação ou sementeira)
 - ✓ Uma série de tratamentos intermédios (controlo de vegetação, fertilização, desbaste)
 - ✓ Corte final
 - ✓ Início da segunda rotação

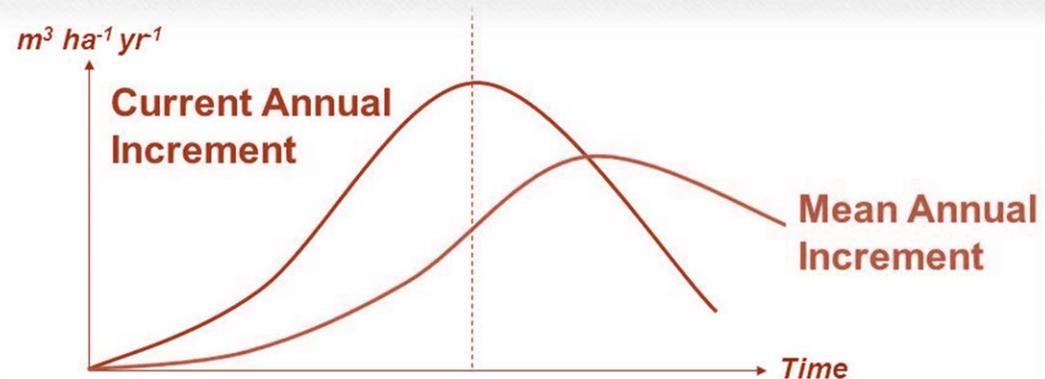
- A maioria das características dos povoamentos regulares está relacionada com a idade.
- Esta relação orienta as nossas decisões sobre quando tratar ou cortar o povoamento.



| Incremento Médio Anual (IMA_a)

- É quanto a floresta cresceu em média por ano até uma idade (a)
- Pode ser calculado ao nível da árvore ou do povoamento, basta dividir o crescimento por hectare a determinada idade pela idade (a):


$$IMA_a = \frac{Y_a}{a}$$



Um povoamento de pinheiro pode crescer em volume 2000 m³/ha durante 10 anos. Se pensarmos em **incremento anual**, vamos considerar que o crescimento do povoamento é 200 m³/ha por ano)

| Incremento Médio Anual (IMA_a)

Rotação Biológica



- Altera ao longo da vida da árvore e povoamento,
 - ✓ com taxas de crescimento lento inicialmente,
 - ✓ maiores taxas de crescimento na meia-idade de uma árvore ou povoamento,
 - ✓ taxas de crescimento decrescentes com idades mais avançadas.



Onde o **IMA** atinge o valor máximo é considerado **maturidade biológica**, é usado também como decisões para cortes finais (**rotação ótima biológica**).

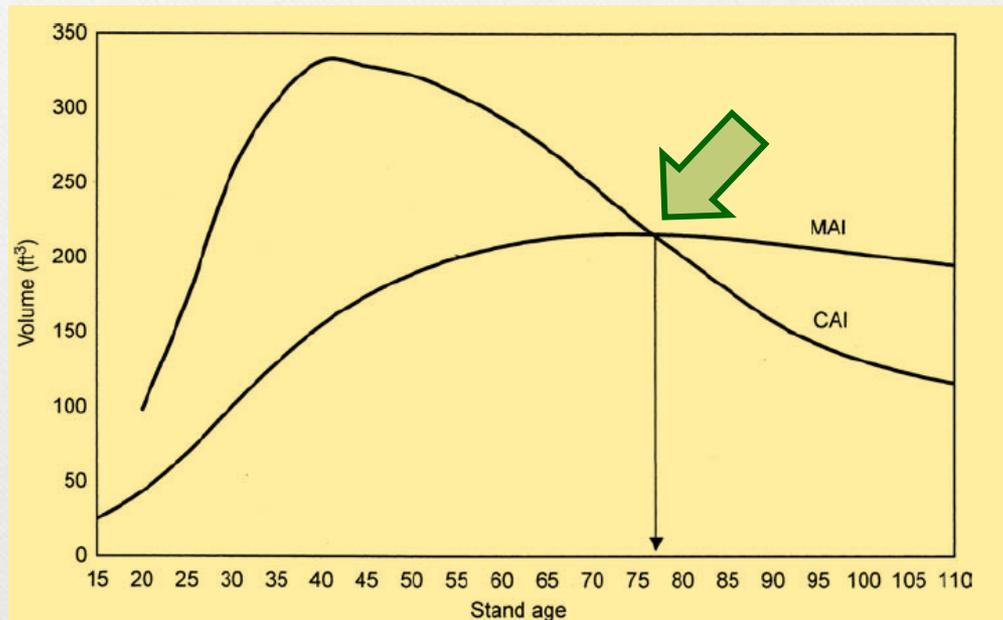
Gerir baseado nesta rotação maximiza o volume de produção de madeira em determinada área ao longo do tempo.

Rotação óptima Biológica

| Interceção do *IMA* com o *ICA*



- A idade onde o *IMA* (*MAI*) é máximo é conhecida como o Culminar do incremento médio anual (*CMAI*)

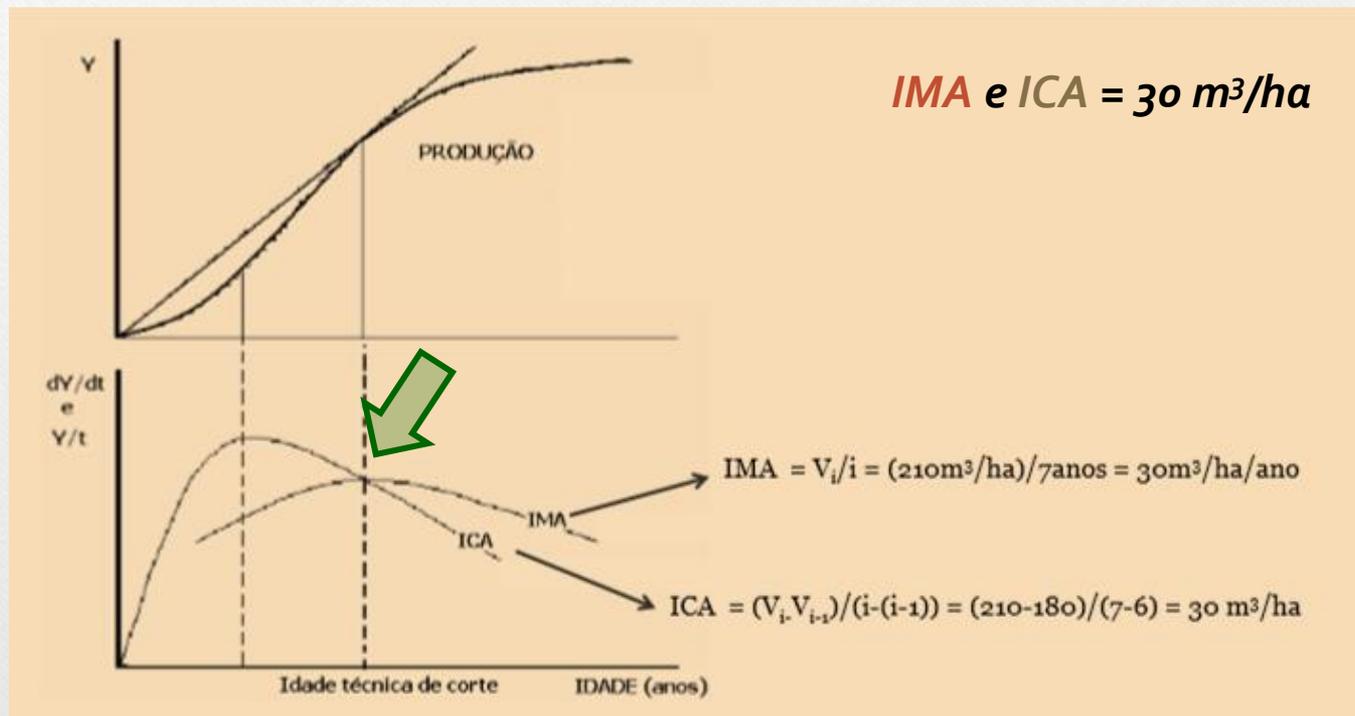


Idade da rotação biológica para este povoamento regular = 75 anos

Definindo Rotações Ótimas Florestais

□ Rotação de máxima produtividade volumétrica

Refere-se a rotação que produz o maior volume anual de madeira. Idade em que o **Incremento médio anual (IMA)** é máximo e igual ao **Incremento corrente anual (ICA)**.

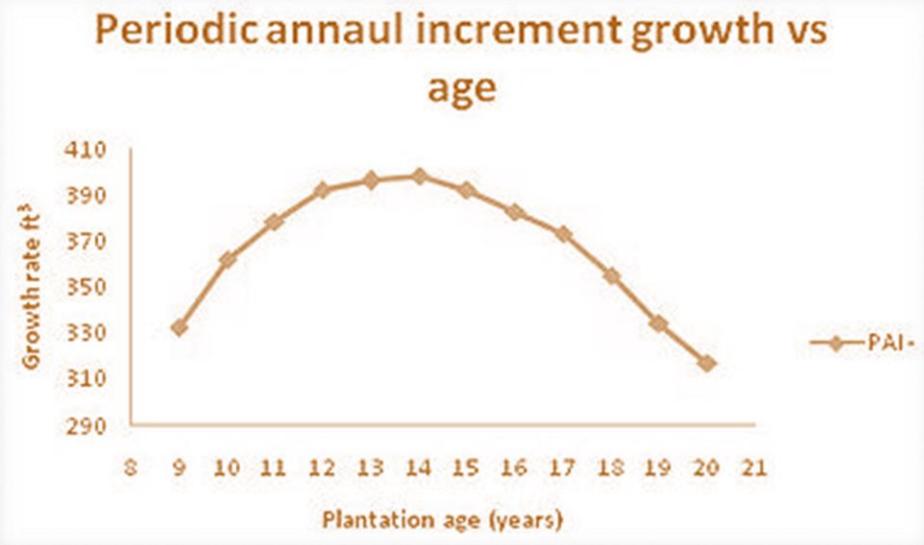


Incremento periódico anual (IPA)

- (IPA_{a_1, a_2}) é calculada normalmente para florestas naturais, onde a avaliação do crescimento ocorre em períodos superiores a um ano (a).
- O período pode ser : um ano, cinco anos, uma década ou mais tempo.

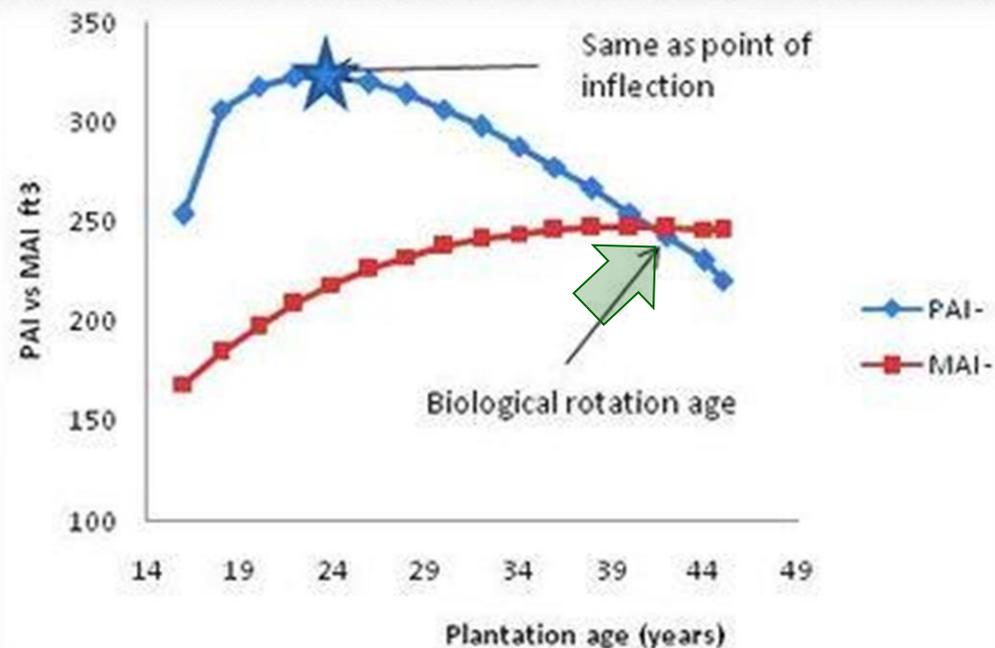
$$IPA_{a_1, a_2} = \frac{Y_{a_2} - Y_{a_1}}{a_2 - a_1}$$

- Y_{a_2} , volume no final do período
- Y_{a_1} , volume no início do período
- idades a_1 até a_2



Rotação óptima Biológica

- Graficamente, o ponto onde a curva do IPA (ou curva do ICA, expresso ao nível do ano) e a curva do IMA se interceptam



IPA versus IMA

Idade rotação óptima
para um povoamento
regular

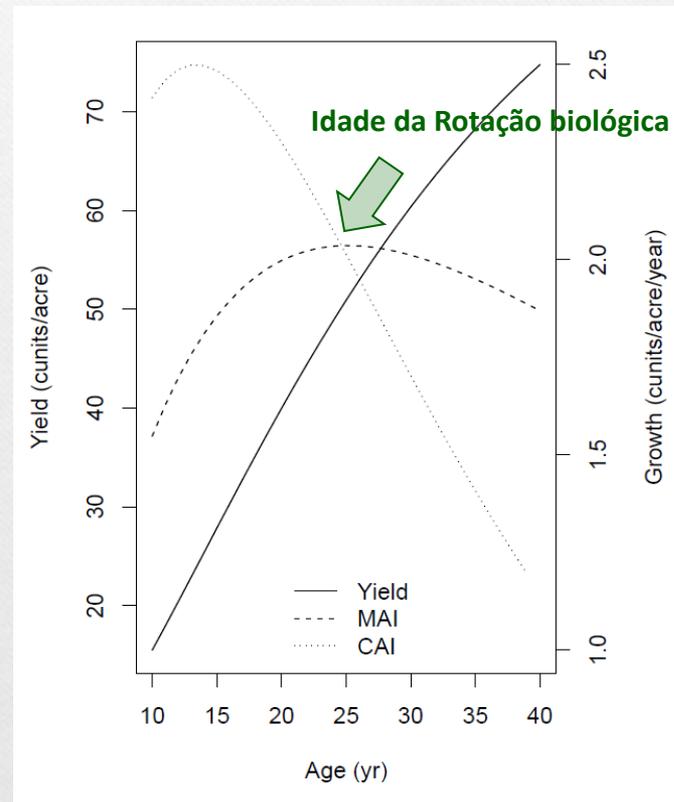


Rotação óptima Biológica

ICA versus IMA

- Graficamente, o ponto onde a curva do ICA e a curva do IMA se interceptam

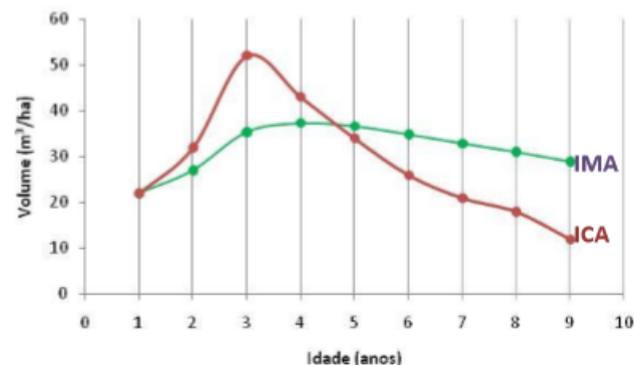
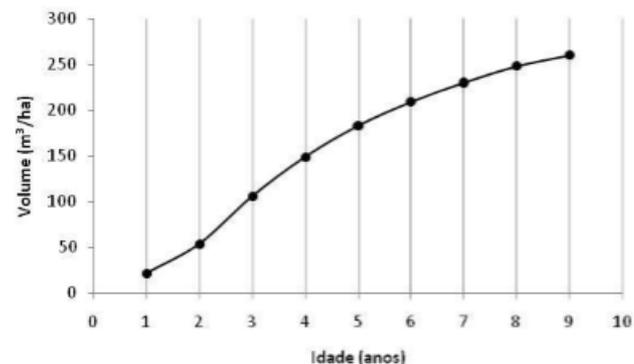
Age	Yield	MAI	CAI
10	15.48	1.55	2.42
11	17.90	1.63	2.46
12	20.36	1.70	2.49
13	22.84	1.76	2.50
14	25.34	1.81	2.50
15	27.84	1.86	2.48
16	30.32	1.90	2.46
17	32.79	1.93	2.43
18	35.22	1.96	2.39
19	37.61	1.98	2.35
20	39.96	2.00	2.30
21	42.26	2.01	2.25
22	44.51	2.02	2.19
23	46.70	2.03	2.13
24	48.83	2.03	2.07
25	50.91	2.04	2.01
26	52.92	2.04	1.95
27	54.87	2.03	1.89
28	56.76	2.03	1.83
...



Rotação óptima Biológica

Ano	PFT (m ³ /ha)	PFMe (IMA) (m ³ /ha/ano)	PFMa (ICA) (m ³ /ha/ano)
0	-	-	-
1	22	22,00	22
2	54	27,00	32
3	106	35,33	52
4	149	37,25	43
5	183	36,60	34
6	209	24,03	26
7	230	32,06	21
8	248	31,00	18
9	260	28,89	12

Rotação Biológica



| Taxas de Juro do crescimento

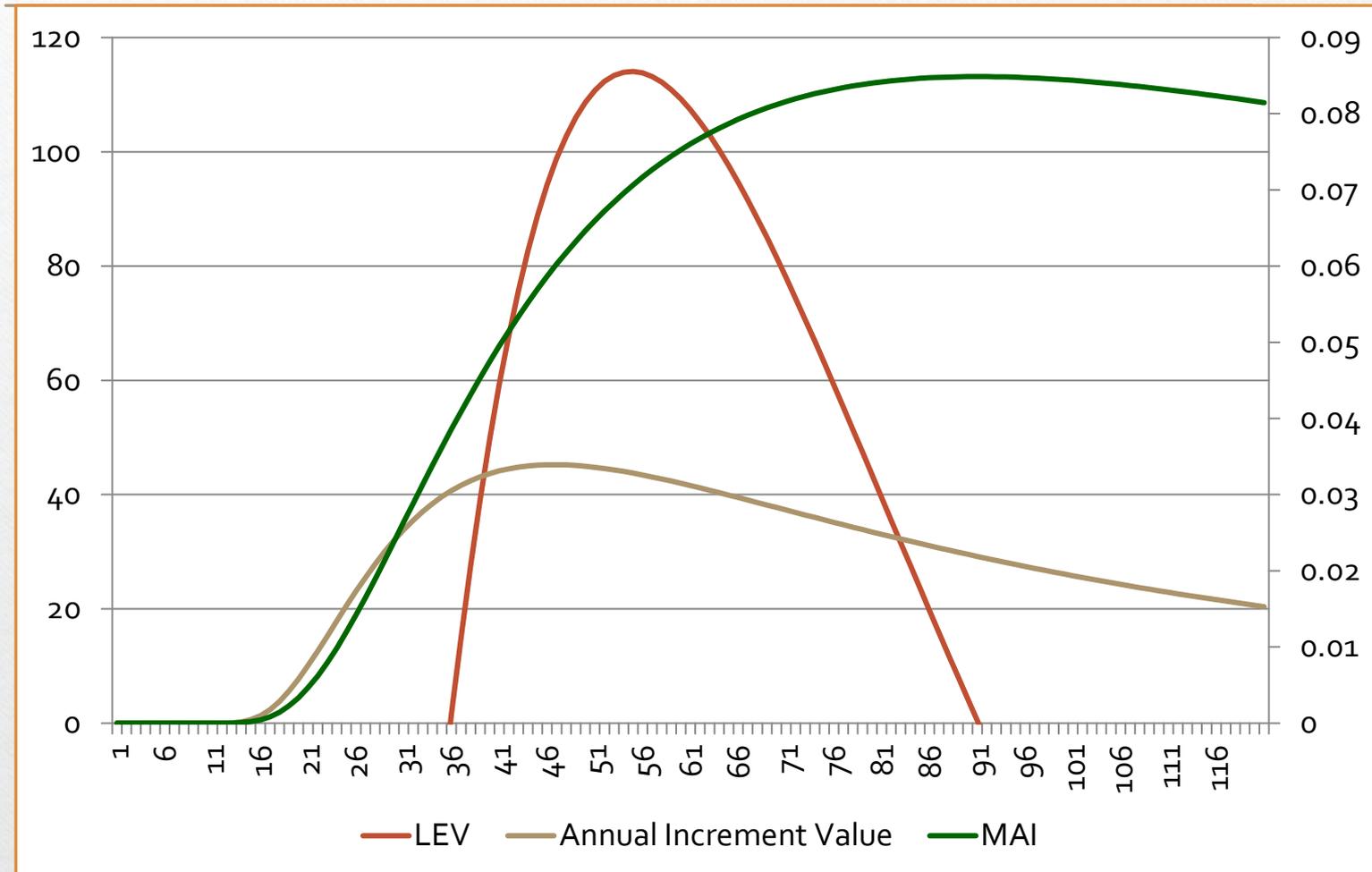
- ❑ A taxa de Juro composta ($r^y_{a1, a2}$) de crescimento para o crescimento de madeira dá-nos a taxa média de crescimento do volume composto entre as idades a_1 e a_2 .
 - A taxa de Juro composta do crescimento para a madeira de um povoamento entre as idades a_1 e a_2 é calculada da seguinte forma:

(Porcentagem)

$$r^y_{a1, a2} = \left[\sqrt[a_2 - a_1]{\frac{Y_{a_2}}{Y_{a_1}}} \right] - 1$$

- Y_{a_2} , volume no final de um período
 - Y_{a_1} , volume no início do período
 - idade a_1 até a_2
- ✓ A taxa de crescimento diminui drasticamente à medida que o povoamento envelhece.

Rotação Biológica *versus* rotação ótima económica



Múltiplas perspectivas para uma rotação óptima florestal



Quando um povoamento atinge...

Óptima Biológica /Técnica

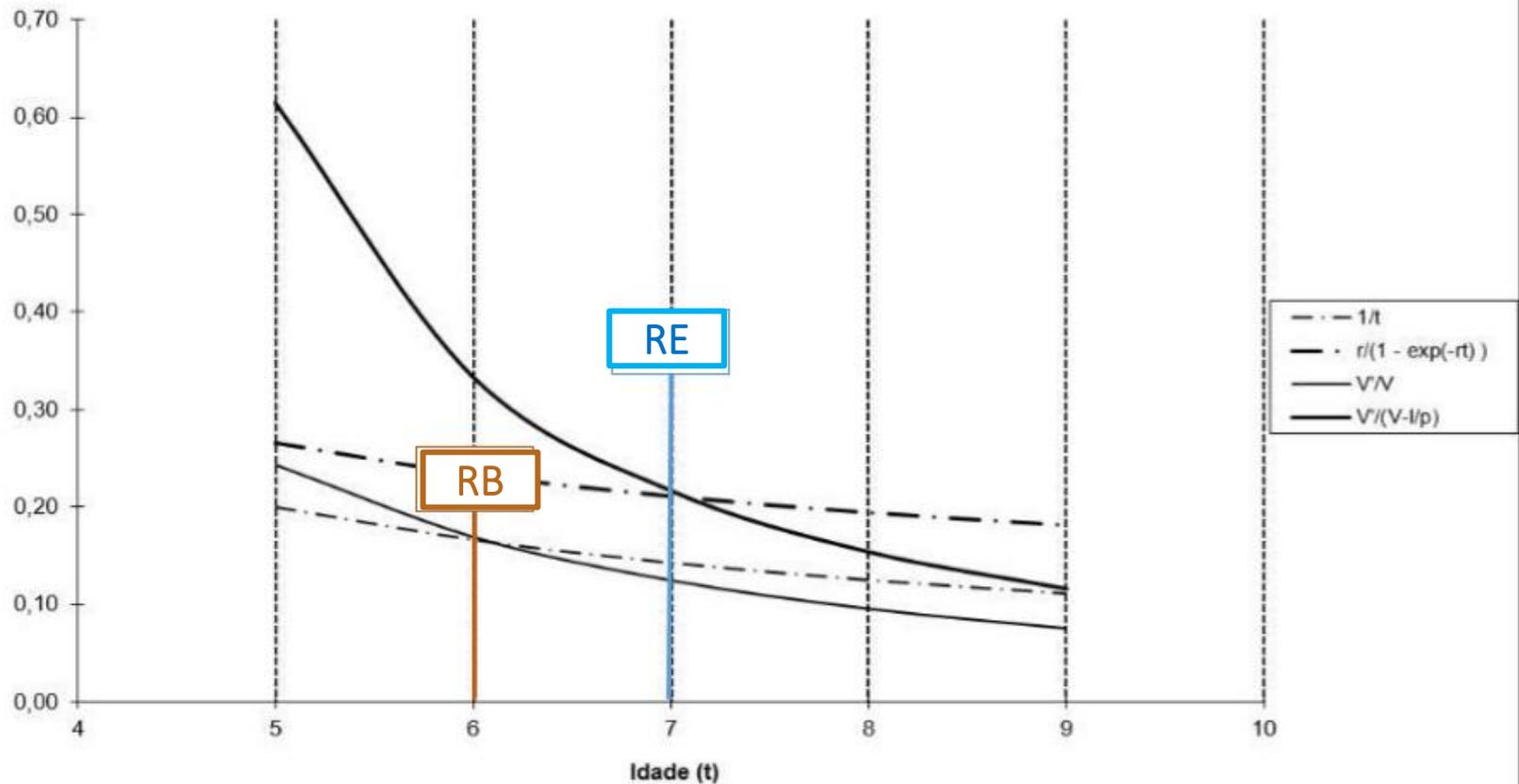
- Máxima produção
- Crescimento anual máximo
- Idade correspondente ao rendimento Incremento médio annual máximo

Óptima económica /Financeira

- A rotação que maximiza o **VET** /**VAL**
- Maturidade Financeira = Corte em idade que maximiza o **valor atual líquido (VAL)**.
Valor de crescimento do povoamento = taxa de juros (capital custo de oportunidade)
- Considerando o **valor da terra (VET)** = Corte em idade que maximiza o valor presente líquido, valor considerando um horizonte de planeamento que se estende em perpetuidade (inclui o custo da oportunidade do capital da terra e da plantação)

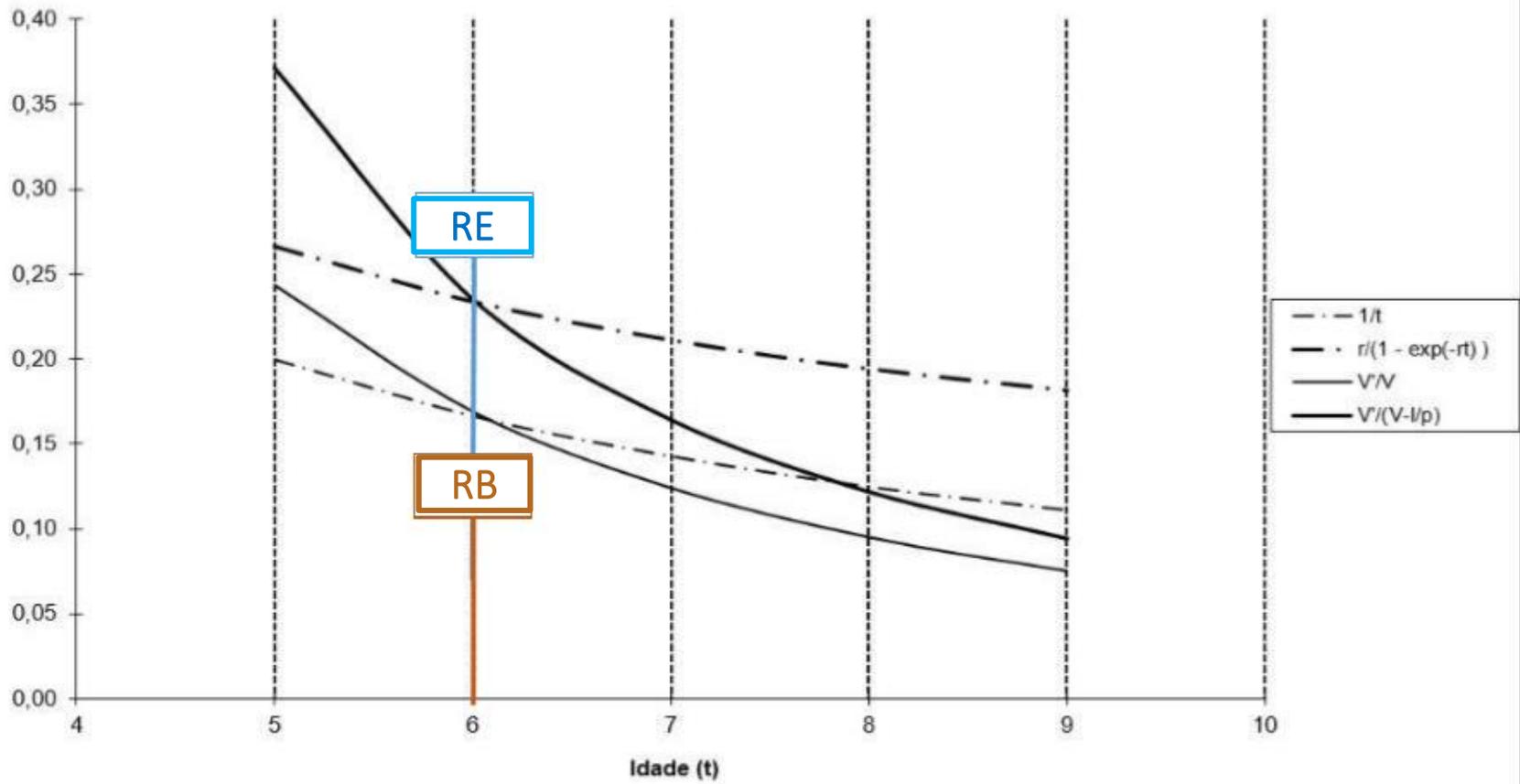
Perspetivas para uma rotação ótima florestal

Taxa de Juros:	12%
Custo de Implantação:	7000,00
Preço da madeira:	52,00



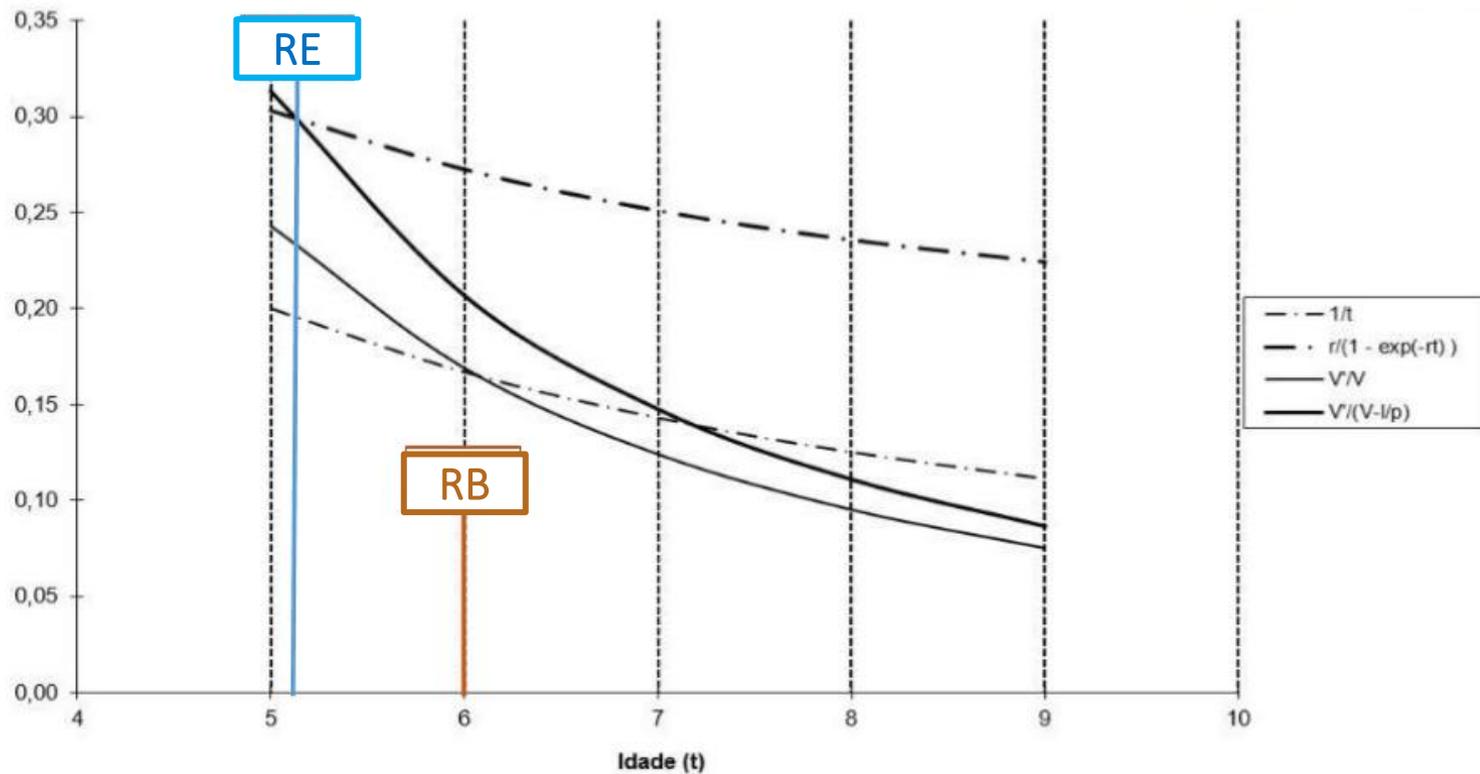
Perspetivas para uma rotação ótima florestal

Taxa de Juros:	12%
Custo de Implantação:	4000,00
Preço da madeira:	52,00



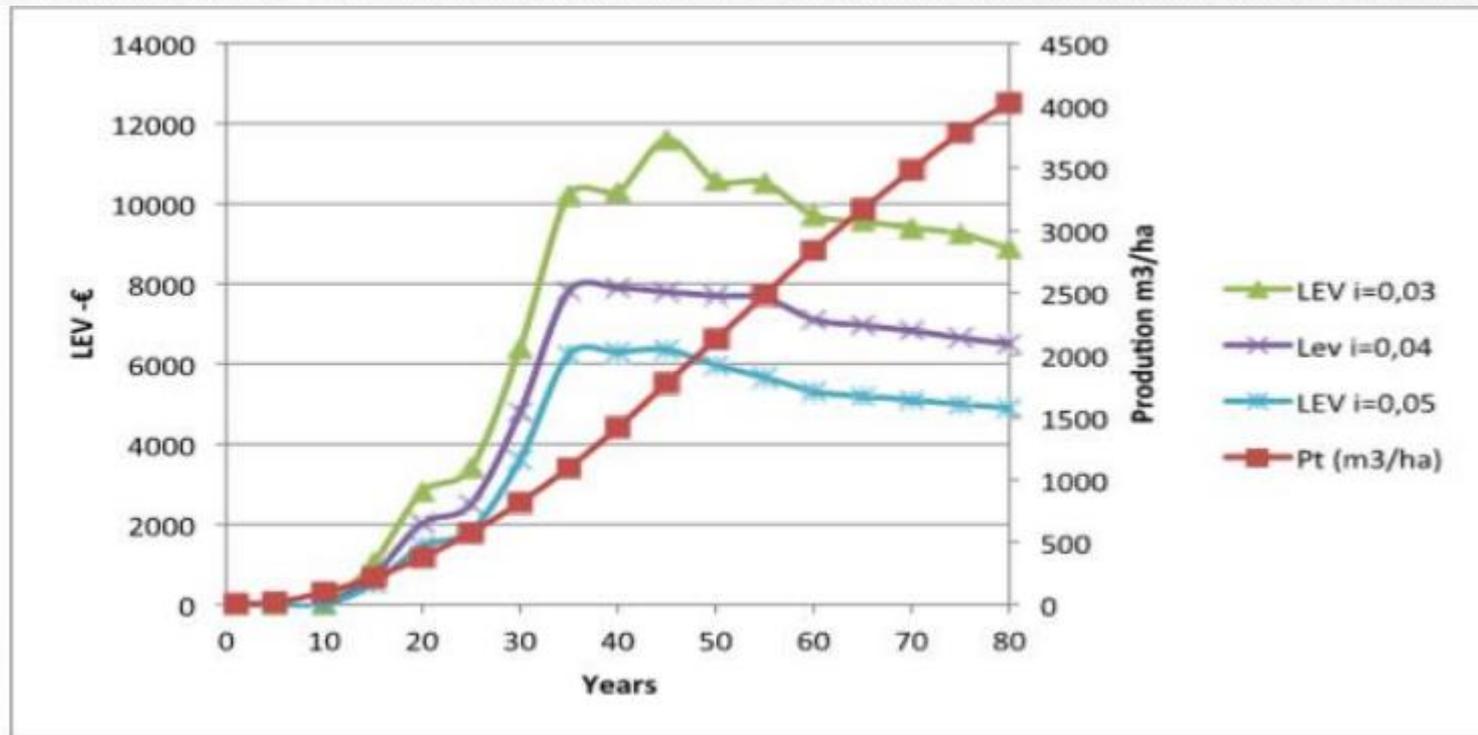
Perspetivas para uma rotação ótima florestal

Taxa de Juros:	18%
Custo de Implantação:	4000,00
Preço da madeira:	80,00



Rotação óptima Florestal

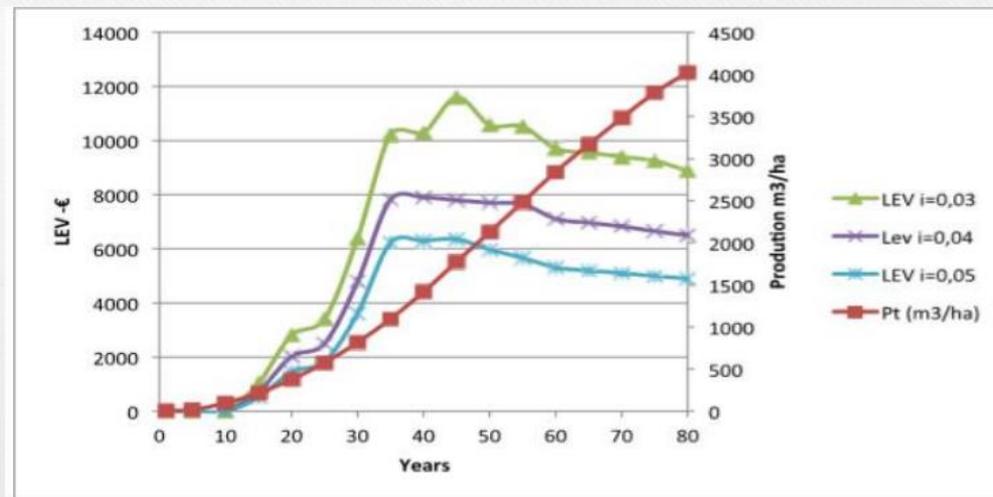
☐ Múltiplas perspectivas para uma rotação óptima florestal



Pt: Produção acumulada em m³/ha do povoamento ao longo dos anos baseado num modelo de incremento médio anual (IMA); i = taxa real de desconto; LEV = Valor Esperado da Terra

❑ Múltiplas perspectivas para uma rotação óptima florestal

- Qual a melhor alternativa de corte para este povoamento sabendo que a perspectiva do proprietário é maximizar o retorno financeiro?



- Como é que um aumento na taxa de juros afeta o VET (LEV) e a rotação ótima financeira?

Responda com base nos valores das taxas reais apresentadas no gráfico.

❑ Múltiplas perspectivas para uma rotação óptima florestal

✓ **Rotação Biológica** > **rotação maturidade financeira** > **rotação VET**

- ✓ Quanto maior a taxa de juros → menor a rotação
- ✓ Maior o custo de oportunidade → menor a rotação



Leitura recomendada:

Deacon, Robert T. 1984. "The Simple Analytics of Forest Economics" in R.T. Deacon and M.B. Johnson (eds.). *Forestlands, Public and Private*. Ballinger Publishing Co.

Povoamentos puros e regulares – VET vs VF (revisão)

❑ VALOR ESPERADO DA TERRA (VET)

- Bom método para estimar o valor do solo nú, usado essencialmente para produzir madeira.
- Bom método para avaliar alternativas de regimes de gestão ao longo de uma rotação completa.

❑ VALOR DA FLORESTA (FV)

- Útil para calcular o valor da terra + o valor da madeira
- Útil para avaliar alternativas de gestão quando já existe um povoamento.



Definição do Valor da Floresta

- É o valor presente, por unidade de área florestal, dos custos e receitas projetados, com ou sem a existência de um povoamento com madeira, no qual uma série infinita de idênticas futuras rotações de povoamentos regulares estarão a crescer.
- Inclui o valor das árvores e o valor da terra
- Ao contrário do VET, o Valor da Floresta pode ser usado em povoamentos irregulares sofrendo alguns ajustes



□ FORMULA

$$\text{Valor Floresta} = \frac{\sum_{p=1}^n P_p Y_{p,T_0}^C - C_h^C}{(1+r)^{T_0}} + \frac{A[(1+r)^{T_0} - 1]}{r(1+r)^{T_0}} + \frac{LEV}{(1+r)^{T_0}}$$

T_0 = o momento no tempo em que o povoamento atual deve ser cortado,

Y_{Cp}, T_0 = o rendimento esperado do produto p da posição atual no momento T_0 ,

ChC = o custo de venda da madeira do atual povoamento

- ❖ Se um povoamento for cortado agora (ou seja, se $T_0 = 0$), a fórmula acima simplifica para:

$$\text{Valor Floresta} = \sum_{p=1}^n P_p Y_{p,0}^C - C_h + LEV$$

Exercício de aplicação :

Um proprietário florestal possui um povoamento de 60 hectares de pinheiro sylvestris de 25 anos. Assuma que a tabela de rendimentos e os dados económicos do Problema 3 (ExerciciosMod3_Aula1) também se aplicam a este povoamento.

Suponha que o povoamento será cortado aos 30 anos e replantado com pinheiro. Futuros povoamentos também serão geridos em rotações de 30 anos.



Exemplo 2

Idade (anos)	Volume (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/ano)	VET (€/ha)
25	24.72		
30	34.05	1.13	91.58
35	42.42	1.21	91.25
40	49.96	1.24	70.17
45	56.79	1.26	40.08

- Custo do estabelecimento = 180€ / ha
- O desbaste pré-comercial aos 18 anos custa = 75€ / ha
- A madeira de *Pinus* é vendido por 30€ / m³
- A taxa de retorno alternativa real é de 4%
- Os impostos anuais sobre a propriedade são de 2€ /ha

$$LEV = \frac{FV_{R_1}}{[(1+r)^R - 1]} = \frac{205.44}{[(1.04)^{30} - 1]} = 91.58$$



Exemplo 2 .

Qual é o valor da floresta por hectare (madeira e terra)?

$$ForVal = \frac{P_p Y_{p, T_0}^I}{(1+r)^{T_0}} + \frac{A[(1+r)^{T_0}-1]}{r(1+r)^{T_0}} + \frac{LEV}{(1+r)^{T_0}}$$

$$ForVal = \frac{30 \times 34.05}{(1.04)^5} + \frac{-2[(1.04)^5 - 1]}{0.04(1.04)^5} + \frac{91.58}{(1.04)^5} =$$

$$Forval = 905,97\text{€}$$



Exemplo 2 .

Qual é o valor das árvores nesta floresta (excluindo o valor da terra)?

O valor das árvores é o valor da floresta menos o VET

$$814,39€ = 905,97 - 91,58$$



❑ 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. Gilless (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 Gabinete fica no **Forchange 0.12**, DRAT (CEF).