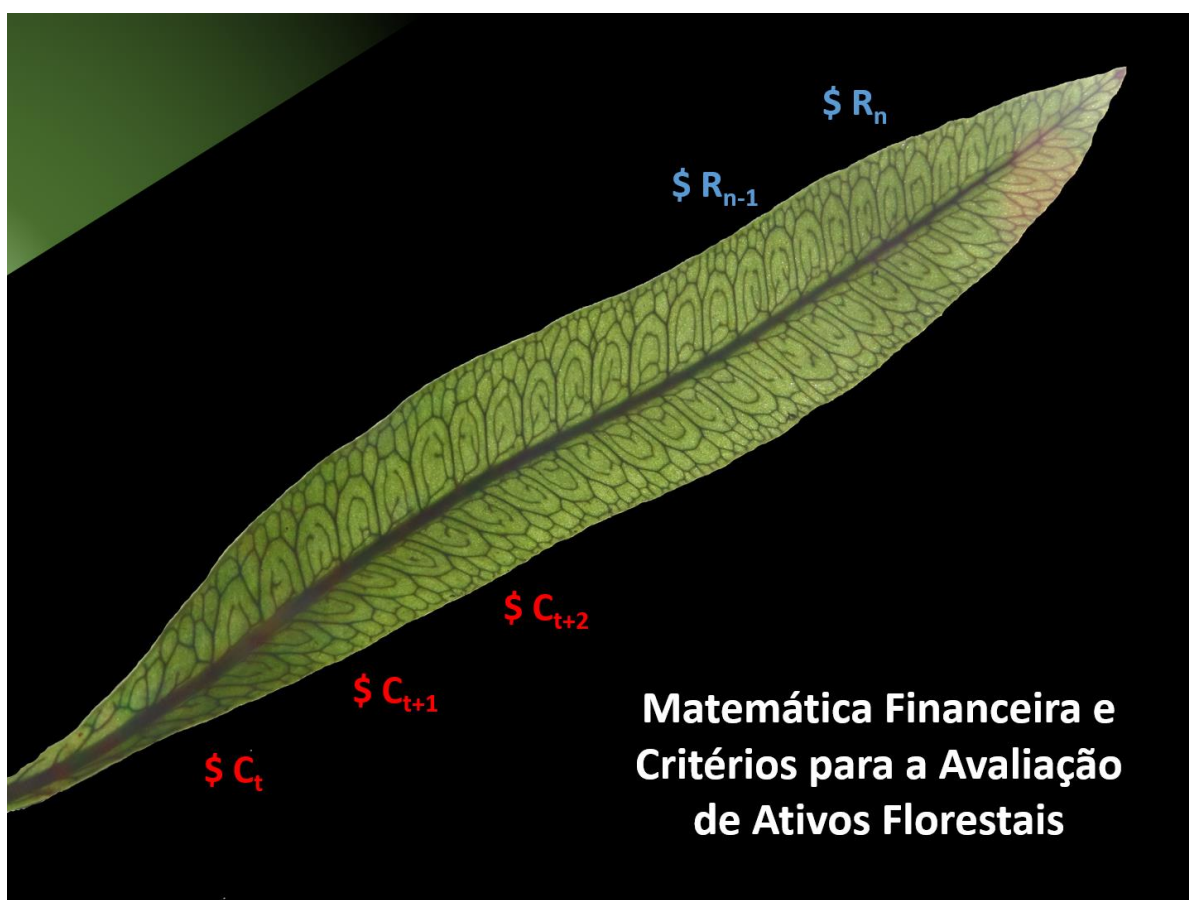




Programa de Atualização em  
Gestão Florestal



Luiz Carlos Estraviz Rodriguez  
Lucas do Nascimento Ferreira

## Caderno com resolução de exercícios

Documento anexo à apostila para uso no Programa de Atualização em Gestão Florestal (PAGeF). É proibida qualquer citação do todo ou parte deste material sem a prévia autorização do autor.

PIRACICABA  
São Paulo - Brasil  
Julho – 2015 (reedição)



## 1. Juros

### 2. Fórmulas Básicas de Juros

#### Fórmula de juros compostos

1. Você tem R\$1.000 que podem ser investidos a uma taxa de juros de 5,5% a.a. Qual será o valor desse capital daqui a 10 anos?

$$V_n = R\$1.000 \times (1 + 0,055)^{10}$$

$$V_n = R\$1.708,14$$

2. Se você empresta R\$300 por 6 anos a 10% de juros a.a., quanto você receberá se os juros forem acumulados anualmente? E semestralmente?

$$V_n(\text{anual}) = R\$300 \times (1 + 0,1)^6$$

$$V_n(\text{anual}) = R\$531,47$$

$$V_n(\text{semestral}) = R\$300 \times (1 + 0,1/2)^{6 \times 2}$$

$$V_n(\text{semestral}) = R\$538,76$$

3. Suponha um depósito de R\$50 numa caderneta de poupança por 4 anos, a 8% de juros a.a., acumulados anualmente. (a) Qual será o valor do capital e dos juros ao final dos 4 anos? (b) De quanto seria o montante se os juros fossem acumulados trimestralmente? (c) Explique a diferença entre os itens (a) e (b).

a)  $V_n = R\$50 \times (1 + 0,08)^4$

$$V_n = R\$68,02$$

b)  $V_n = R\$50 \times (1 + 0,08/4)^{4 \times 4}$

$$V_n = R\$68,64$$

- c) O pequeno valor a mais encontrado no segundo valor se deve ao acúmulo de juros sobre juros dentro do ano na razão de  $\frac{1}{4}$  da taxa anual de juros a cada capitalização.

#### Fórmula para o cálculo do valor descontado

4. A 8% de juros a.a., qual o valor presente de uma nota promissória de R\$1.000,00 resgatável em 6 anos se a taxa de juros for capitalizada anualmente? A cada 6 meses? A cada 3 meses?

a)

$$V_0 = \frac{R\$1.000}{(1 + 0,08)^6}$$

$$V_0 = R\$630,17$$

b)

$$V_0 = \frac{R\$1.000}{(1 + 0,08/2)^{6 \times 2}}$$

$$V_0 = R\$624,60$$

c)

$$V_0 = \frac{R\$1.000}{(1 + 0,08/4)^{6 \times 4}}$$

$$V_0 = R\$621,72$$

5. Suponha a existência de um arrendamento cujo pagamento, que será feito daqui à 3 anos, está orçado em R\$500,00. À uma taxa de juros anual de 6% a.a., qual o seu valor hoje?

$$V_0 = \frac{R\$500}{(1 + 0,06)^3}$$

$$V_0 = R\$419,81$$

6. Você possui uma plantação de *Pinus* que lhe renderá R\$8.000,00 após 5 anos. À 9% de juros a.a., você poderia vendê-la hoje por R\$6.000?

$$V_0 = \frac{R\$8.000}{(1 + 0,09)^5}$$

$$V_0 = R\$5.199,45$$

Resp.: Sim.

### Taxa de juros e período de tempo

7. Um talhão de *Pinus* produzirá um retorno líquido de R\$1.250 ao final de uma rotação de 30 anos. Quanto um investidor poderá gastar no plantio para ver seu capital remunerado em 5% a.a.? E em 10% a.a.?

$$I = R\$1.250$$

$$V_n = V_0 \times (1 + i)^n$$

$$V_0 + R\$1.250 = V_0 \times (1 + 0,05)^{30}$$

$$V_0 = R\$376,29$$

$$V_0 + R\$1.250 = V_0 \times (1 + 0,1)^{30}$$

$$V_0 = R\$75,99$$

8. Suponha a existência de um talhão florestal com madeira para serraria avaliada em R\$475 quatro anos atrás. Hoje, o seu valor é de R\$646; qual a taxa anual de crescimento desse valor?

$$\frac{V_n}{V_0} = (1 + i)^n$$

$$\frac{R\$646}{R\$475} = (1 + i)^4$$

$$\sqrt[4]{1,36} = 1 + i$$

$$i = 7,99\%$$

9. Se temos um volume de madeira avaliada em R\$255/ha hoje e esperamos que em 10 anos o seu valor atinja R\$865/ha, qual é a taxa esperada anual de crescimento desse valor?

$$\frac{R\$865}{R\$255} = (1 + i)^{10}$$

$$i = 12,99\%$$

10. Um proprietário de serraria possui R\$30.000,00 numa conta bancária rendendo 9% a.a.. Quanto tempo ele terá que esperar para que essa quantia seja de R\$50.000 e possa então comprar uma peça para sua empresa?

$$\frac{R\$50.000}{R\$30.000} = (1 + 0,09)^n$$

$$1,6667 = 1,09^n$$

$$\log 1,6667 = n \times \log 1,09$$

$$\frac{0,2219}{0,0374} = n$$

$$n = 5,9 \text{ anos}$$

11. A 8% de juros trimestrais, quanto tempo teremos que esperar para que uma promissória de R\$200,00 dobre de valor?

$$\frac{72}{8} = 9 \text{ anos}$$

*Prova Real*

$$\frac{R\$400}{R\$200} = (1 + 0,08/4)^{n \times 4}$$

$$2 = 1,02^{4n}$$

$$\log 2 = 4n \times \log 1,02$$

$$4n = \log 2 / \log 1,02$$

$$n = 8,75 \text{ anos} \cong 9 \text{ anos}$$



### 3. Séries de Pagamentos

#### 3.1. Séries finitas

##### 3.1.1. Valor futuro de uma série anual finita

12. A 7% de juros a.a., qual é o valor acumulado de R\$1,50 cobrado como imposto territorial por ha depois de 15 anos ? 25 anos? 50 anos?

$$V_{n_{15}} = \frac{R\$1,5 \times [(1 + 0,07)^{15} - 1]}{0,07}$$

$$V_{n_{15}} = R\$37,69$$

$$V_{n_{25}} = \frac{R\$1,5 \times [(1 + 0,07)^{25} - 1]}{0,07}$$

$$V_{n_{25}} = R\$94,87$$

$$V_{n_{50}} = \frac{R\$1,5 \times [(1 + 0,07)^{50} - 1]}{0,07}$$

$$V_{n_{50}} = R\$609,79$$

13. Uma mina de cascalho é descoberta nas terras da Cia XYZ durante atividades de plantio. A Cia XYZ compra R\$10.000 de cascalho por ano no mercado comum para conservar suas estradas de acesso. Se a mina for explorada para substituir as compras, de quanto será a economia ao final de 5 anos, quando a mina estiver esgotada? Assuma 9% a.a. como custo do capital.

$$V_n = \frac{R\$10.000 \times [(1 + 0,09)^5 - 1]}{0,09}$$

$$V_n = R\$59.847,11$$

14. A poda de árvores de natal custa em média R\$60,00 por ha por ano do terceiro ao oitavo ano numa rotação de 8 anos. A 9,5% de juros a.a., qual o valor acumulado desses custos?

$$V_n = \frac{R\$60 \times [(1 + 0,095)^5 - 1]}{0,095}$$

$$V_n = R\$362,68/ha$$

##### 3.1.2. Valor presente de uma série anual finita

15. A 11,5% de juros a.a., qual o valor presente de R\$3,00 por ha de impostos territoriais a serem pagos durante 15 anos? 25 anos? 50 anos?

$$V_{0_{15}} = \frac{R\$3 \times [(1 + 0,115)^{15} - 1]}{0,115 \times (1 + 0,115)^{15}}$$

$$V_{0_{15}} = R\$20,99$$

$$V_{0_{25}} = \frac{R\$3 \times [(1 + 0,115)^{25} - 1]}{0,115 \times (1 + 0,115)^{25}}$$

$$V_{0_{25}} = R\$24,37$$

$$V_{0_{50}} = \frac{R\$3 \times [(1 + 0,115)^{50} - 1]}{0,115 \times (1 + 0,115)^{50}}$$

$$V_{0_{50}} = R\$25,97$$

16. Os custos anuais de proteção contra incêndios para um talhão de pinus são de R\$0,25 por ha. Se a rotação é de 80 anos e a taxa de juros é de 8% a.a., qual é o valor inicial dessa série de custos para uma rotação?

$$V_0 = \frac{R\$0,25 \times [(1 + 0,08)^{80} - 1]}{0,08 \times (1 + 0,08)^{80}}$$

$$V_0 = R\$3,12/ha$$

17. O pagamento de R\$1,00 pelo arrendamento para caça de 1 ha por ano numa área total de 3.000 ha totaliza \_\_\_\_\_ ao final de 25 anos, assumindo-se 9% de juros a.a. Esses pagamentos apresentam um valor presente de \_\_\_\_\_ .

$$V_0 = \frac{R\$1 \times [(1 + 0,09)^{25} - 1]}{0,09 \times (1 + 0,09)^{25}}$$

$$V_0 = R\$9,82/ha/25 \text{ anos}$$

$$V_0 = R\$29.467,74/25 \text{ anos}$$

18. Uma empresa madeireira tem a opção de arrendar 5.000 ha para pasto a R\$2,00 por ha por ano durante 5 anos ou aceitar um pagamento inicial único de R\$40.000. A 8% de juros a.a., qual a alternativa mais interessante?

$$V_0 = \frac{R\$2 \times [(1 + 0,08)^5 - 1]}{0,08 \times (1 + 0,08)^5}$$

$$V_0 = R\$7,96/ha/5 \text{ anos}$$

$$V_0 = R\$39.927,10/5 \text{ anos}$$

### 3.1.3. Valor futuro de uma série periódica finita

19. A 8,5% de juros a.a., 40 ha de árvores de natal produzem R\$2.000 de receitas líquidas por ha a cada 9 anos apresentando um valor futuro de \_\_\_\_\_ no final da 4ª rotação.

$$V_n = R\$2.000 \left[ \frac{(1 + 0,085)^{4 \times 9} - 1}{(1 + 0,085)^9 - 1} \right]$$

$$V_n = R\$32.950,72/ha$$

20. Um consultor florestal se defronta com um problema de compra de um caminhão. Pretende continuar com o seu caminhão atual por mais 3 anos, quando vendê-lo poderá obter um novo a um custo líquido de R\$5.000. Se trocar o caminhão pelo mesmo preço a cada 3 anos durante os próximos 30 anos, qual seria o valor futuro a 8% de juros a.a. logo após a última compra? Assuma que o último caminhão é comprado 3 anos antes do final do período.

$$V_n = R\$5.000 \left[ \frac{(1 + 0,08)^{9 \times 3} - 1}{(1 + 0,08)^3 - 1} \right]$$

$$V_n = R\$134.534,82$$

21. Um viveirista planta uma variedade ornamental que fica pronta para ser vendida em 5 anos. A receita líquida por ha no fim desse período é de R\$700. A 8% de juros a.a., qual o valor futuro ao final de 25 anos para um ha?

$$V_n = R\$700 \left[ \frac{(1 + 0,08)^{5 \times 5} - 1}{(1 + 0,08)^5 - 1} \right]$$

$$V_n = R\$8.722,97/ha$$



### 3.1.4. Valor presente de uma série periódica finita

22. Um plantio de 40 hectares de árvores de natal resulta em uma receita líquida de R\$2.500 por ha ao fim de cada rotação de 8 anos. A juros de 10% a.a., qual é o valor presente de cinco rotações?

$$V_0 = \frac{R\$2.500[(1 + 0,1)^{5 \times 8} - 1]}{[(1 + 0,1)^8 - 1] \times (1 + 0,1)^{5 \times 8}}$$

$$V_0 = R\$2.137,80/ha$$

23. Um talhão florestal poderá receber desbastes a cada 5 anos e produzir madeira para serraria a um valor de R\$1.500. A juros de 9,5% a.a., qual o valor presente de uma seqüência de 10 desbastes?

$$V_0 = \frac{R\$1.500[(1 + 0,095)^{10 \times 5} - 1]}{[(1 + 0,095)^5 - 1] \times (1 + 0,095)^{10 \times 5}}$$

$$V_0 = R\$2.584,21$$

24. Qual o valor presente no Exercício 23, se mais 10 cortes fossem possíveis?

$$V_0 = \frac{R\$1.500[(1 + 0,095)^{20 \times 5} - 1]}{[(1 + 0,095)^5 - 1] \times (1 + 0,095)^{20 \times 5}}$$

$$V_0 = R\$2.611,86$$

## 3.2. Séries Perpétuas

### 3.2.1. Valor presente de uma série anual perpétua

25. Qual o valor de um *bem de capital* capaz de produzir R\$ 60 por ano, considerando uma taxa de 8% a.a.?

$$V_0 = \frac{60}{0,08} \Rightarrow V_0 = R\$750$$

26. Espera-se a cobrança de uma *pena* baseada em uma multa perpétua de R\$ 2 por hectare por ano. Qual o valor dessa *pena* se considerada uma taxa de 6% a.a.?

$$V_0 = \frac{2}{0,06} \Rightarrow V_0 = R\$33,33$$

### 3.2.2. Valor presente de uma série periódica perpétua

27. Qual o valor de um talhão florestal de 80 ha que produz R\$600/ha de receita líquida a cada 25 anos, se considerados juros de 7% a.a.?

$$V_0 = \frac{R\$600}{[(1 + 0,07)^{25} - 1]}$$

$$V_0 = R\$135,52/ha \times 80ha \Rightarrow V_0 = R\$10.841,50/ha$$

28. Quanto você pagaria por um hectare de terra cuja melhor alternativa de uso é produzir árvores de natal em rotações de 9 anos, com uma receita líquida na época de corte de R\$2.500/ha e um custo de oportunidade do seu capital de 9,5% a.a.?

$$V_0 = \frac{R\$2.500}{[(1 + 0,095)^9 - 1]}$$

$$V_0 = R\$1.979,07/ha$$

29. Quanto valeria o mesmo hectare de árvores de natal no Exercício 28 se o projeto fosse avaliado imediatamente antes de um corte?

$$R\$2.500/ha + R\$1979,07/ha = R\$4.479,07/ha$$

30. Qual o valor de um talhão florestal de 40 hectares que resulta numa receita líquida de \$300/ha a cada 30 anos e que está prestes para ser explorado? Use uma taxa de 4,5% a.a.

$$V_0 = R\$300 + \frac{R\$300}{[(1 + 0,045)^{30} - 1]}$$

$$V_0 = R\$409,28/ha \times 40ha \Rightarrow V_0 = R\$16.371,08$$

31. Aos 4 anos, qual o valor presente do projeto descrito no Exercício 28?

$$V_0 = \frac{R\$2.500 \times (1 + 0,095)^4}{(1 + 0,095)^9 - 1}$$

$$V_0 = R\$2.845,23$$

32. Um talhão florestal de 100 ha com 50 anos de idade deve produzir uma receita líquida de R\$1.450 quando atingir o seu ciclo final de 60 anos, e assim continuar indefinidamente. Qual o valor presente desse projeto a uma taxa de 7% a.a.?

$$V_0 = \frac{R\$1.450 \times (1 + 0,07)^{50}}{(1 + 0,07)^{60} - 1}$$

$$V_0 = R\$750,05$$

### 3.3. Fundo de Acumulação de Capital

33. Um equipamento no valor de R\$25.000 precisa ser repostado em 6 anos, quando o atual terá que ser abandonado. Calcule o valor anual de reposição para uma taxa de 6% a.a..

$$a = \frac{R\$25.000 \times 0,06}{(1 + 0,06)^6 - 1}$$

$$a = R\$3.584,07/ano$$

34. Se você planejasse trocar o seu carro atual que vale R\$8.000 por um de valor semelhante daqui a 5 anos, considerando depósitos em uma conta remunerada que paga 6% a.a., qual seria o valor anual de reposição necessário? Considere um valor de revenda do seu carro velho de R\$1.000.

$$a = \frac{R\$7.000 \times 0,06}{(1 + 0,06)^5 - 1}$$

$$a = R\$1.241,77/ano$$

35. Refaça o exercício 34 considerando prestações mensais e juros mensais.

$$a = \frac{R\$7.000 \times 0,06}{(1 + 0,06/12)^{6 \times 12} - 1}$$

$$a = R\$1.203,96/mês$$

### 3.4. Fórmula de Cálculo da Prestação de um Financiamento

36. Suponha que uma pá carregadeira no valor de R\$ 30.000 foi financiada a uma taxa de 12% a.a.. Qual seria o valor da prestação para quitar este financiamento em 5 anos? E se os pagamentos fossem mensais?

$$a_{anual} = \frac{R\$30.000 \times 0,12 \times (1 + 0,12)^5}{(1 + 0,12)^5 - 1}$$

$$a_{anual} = R\$8.322,29/ano$$

$$a_{mensal} = \frac{R\$30.000 \times 0,12 \times (1 + 0,12/12)^{5 \times 12}}{(1 + 0,12/12)^{5 \times 12} - 1}$$

$$a_{mensal} = R\$8.008,00/mês$$

37. Considere pagamentos anuais para o caso de um empréstimo de R\$35.000 pagáveis em 20 anos a uma taxa de 8% a.a., e calcule o valor da prestação.

$$a = \frac{R\$35.000 \times 0,08 \times (1 + 0,08)^{20}}{(1 + 0,08)^{20} - 1}$$

$$a = R\$3.564,82/ano$$

38. Se você tivesse emprestado R\$4.500, qual seria o valor da prestação mensal se a taxa fosse de 12% a.a. e o empréstimo pudesse ser amortizado em dois anos e meio?

$$a = \frac{R\$4.500 \times 0,12 \times (1 + 0,12/12)^{2,5 \times 12}}{(1 + 0,12/12)^{2,5 \times 12} - 1}$$

$$a = R\$2.092,40/mês$$

39. Uma quantia de R\$11.700 foi emprestada para compra de um lote de lenha em 15 pagamentos mensais. Supondo juros de 2,5 % ao mês, qual o valor da prestação?

$$a = \frac{R\$11.700 \times 0,025 \times (1 + 0,025)^{15}}{(1 + 0,025)^{15} - 1}$$

$$a = R\$944,97/mês$$



### 3.5. Planilha de Amortização

40. Suponha que R\$18.000 são emprestados para a compra de um equipamento. Construa um programa de amortização assumindo 5 pagamentos mensais iguais a uma taxa de 12 % ao mês.

| Pagamento | Juros (R\$) | Principal (R\$) | Saldo devedor (R\$) |
|-----------|-------------|-----------------|---------------------|
| 1         | 2.160,00    | 2.833,38        | 15.166,62           |
| 2         | 1.819,99    | 3.173,38        | 11.993,24           |
| 3         | 1.439,19    | 3.554,19        | 8.439,06            |
| 4         | 1.012,69    | 3.980,69        | 4.458,37            |
| 5         | 535,00      | 4.458,37        | 0,00                |

### 3.6 Taxas de Juros Efetiva versus Nominal

41. Se juros forem cobrados a uma taxa de 1% ao mês, calcule as taxas efetivas e nominais anuais.

Taxa nominal anual  $\Rightarrow 1\% \text{ mês} \times 12 \text{ meses} = 12\%$

Taxa efetiva anual  $\Rightarrow i' = (1 + 0,12/12)^{12} - 1 \Rightarrow i' = 12,68\%$

42. A taxa nominal é de 10% a.a. Qual a taxa efetiva anual se os juros forem acumulados trimestralmente?

$$i' = \left(1 + \frac{0,1}{4}\right)^4 - 1$$

$$i' = 10,38\%$$

### 3.7. Capitalização contínua com taxas instantâneas

43. Para taxas nominais de 10% e 20% a.a., quais as respectivas taxas efetivas anuais se os juros forem acumulados instantaneamente?

$$r' = e^{0,1} - 1$$

$$r' = 10,52\%$$

$$r' = e^{0,2} - 1$$

$$r' = 22,14\%$$

### 3.8. Relação entre inflação e juros reais

44. Um determinado investimento florestal rendeu 21% a.a. A inflação no mesmo período foi de 17,3% a.a.. Qual foi a taxa real de retorno?

$$r = \frac{0,21 - 0,173}{1 + 0,173}$$

$$r = 3,15\% \text{ a. a.}$$

45. Uma caderneta de poupança que paga correção monetária mais 0,5% ao mês recebeu como aplicação o produto da venda de um talhão florestal para lenha. A variação no índice de inflação do mês foi de 2% e o preço por estéreo de lenha aumentou de R\$ 12,00 para R\$ 12,35 nesse mesmo período. Foi um bom negócio ter vendido a madeira?

$$r = \frac{0,029 - 0,02}{1 + 0,02}$$

$$r = 0,8\% \text{ mês}$$

Resp.: Sim, pois a taxa de juros para venda da madeira rendeu mais que a taxa de juros da caderneta.

46. Um produtor florestal, no mês de abril de 1999, fez os seus cálculos para negociar a venda de suas árvores para uma empresa produtora de celulose. O preço exigido pelo produtor para começar a negociação tomou como referência o valor recebido pelo seu vizinho um ano antes, corrigido pela variação do INPC no período, mais uma taxa de juros reais de 4% a.a. Qual foi o preço exigido pelo produtor, sabendo-se que o valor recebido pelo vizinho em abril de 1998 foi de R\$ 9,15/st? Qual foi a *taxa real* efetivamente recebida pelo produtor, sabendo-se que ele fechou o contrato de venda a R\$ 9,80/st?

$$V_n = 9,15/st \times (1 + 0,04)$$

$$V_n = 9,52/st$$

$$9,8 = 9,52 \times (1 + r)$$

$$r = 0,0294 = 2,94\%$$



49. Verifique, usando a planilha MatFin.xls, se o valor de \$RLF e o VET do exemplo XXIII resultam igual a R\$348,42/ha e R\$162,93/ha, respectivamente.

Resp.: Sim, o valor da receita líquida futura (RLF, ou ainda Valor Futuro Líquido - VLF) e do Valor Esperado da Terra (VET), para o problema do exemplo XXIII, considerando uma taxa de 10% a.a. resultam iguais a R\$348,42/ha e R\$162,93/ha, respectivamente, como pode ser observado na primeira planilha da resposta do exercício 47.

50. Analise o exemplo apresentado na planilha **04.MatPin.xlsx**.

Resp.:

| JUROS          |  | Quadro 1                                  |       |  |  |  |       | Quadro 3                    |         |
|----------------|--|-------------------------------------------|-------|--|--|--|-------|-----------------------------|---------|
| 8,00%          |  | PRODUTIVIDADES (m <sup>3</sup> /ha)       |       |  |  |  |       | PREÇOS (\$/m <sup>3</sup> ) |         |
|                |  | DESBASTES (Idades)                        |       |  |  |  |       | C. Raso                     |         |
| Anos >         |  | 12                                        | 19    |  |  |  | 25    | Fábrica                     | 60,00   |
| Fábrica ---->  |  | 10                                        | 10    |  |  |  | 50    | Serra                       | 180,00  |
| Serra ----->   |  |                                           | 20    |  |  |  | 90    | Faqueado                    | 300,00  |
| Faqueado ----> |  |                                           |       |  |  |  | 290   |                             |         |
| VET            |  | Quadro 2                                  |       |  |  |  |       | Quadro 4                    |         |
| 6938,0         |  | CUSTOS DE EXPLORAÇÃO (\$/m <sup>3</sup> ) |       |  |  |  |       | CUSTOS ANUAIS               |         |
|                |  | DESBASTES (Idades)                        |       |  |  |  |       | Tipo (\$/ha)                |         |
| Anos >         |  | 12                                        | 19    |  |  |  | 25    | Plantio                     | 4000,00 |
| Marcação ----> |  | 10,00                                     | 10,00 |  |  |  | 0,00  | 1                           | 1000,00 |
| Corte ----->   |  | 25,00                                     | 25,00 |  |  |  | 30,00 | 2                           | 500,00  |
| Arraste ---->  |  | 20,00                                     | 20,00 |  |  |  | 19,00 | 3                           | 500,00  |
|                |  |                                           |       |  |  |  |       | 4                           | 100,00  |
|                |  |                                           |       |  |  |  |       | 5                           | 100,00  |
|                |  |                                           |       |  |  |  |       | 6                           | 100,00  |
|                |  |                                           |       |  |  |  |       | 7                           | 100,00  |
|                |  |                                           |       |  |  |  |       | Outras                      | 100,00  |

O exercício calcula o Valor Esperado da Terra (VET) para o manejo de um povoamento de Pinus que recebe dois desbastes, um aos 12 anos e outro aos 19 anos de idade, e um corte raso aos 25 anos de idade. Os custos são apresentados em dois grupos, *Anuais por hectare* (custo de implantação de \$4.000; 1ª manutenção de \$1.000; 2ª e 3ª de \$500 e demais de \$100; e de *Exploração por m<sup>3</sup>* (para marcação, corte e arraste até a pilha estimados em \$10, \$25, e \$20, respectivamente, nos casos da madeira obtida nos desbastes; e \$0, \$30 e \$19, respectivamente, para a madeira colhida no corte raso). As toras produzidas foram classificadas de acordo com a dimensão, para efeito de pagamento: (i) toras finas para processamento na fábrica com menor valor (\$ 60,00); (ii) toras de dimensões médias para serraria com valor intermediário (\$ 180,00); e (iii) toras mais grossas para a máquina de laminação que apresentam maior valor ((\$ 300,00). Os volumes esperados em cada desbaste e no corte raso de cada produto também foram apresentados. No primeiro desbaste é colhida apenas madeira para fábrica, e a produção estimada é de 10 m<sup>3</sup>/ha. No segundo desbaste colhe-se madeira para fábrica e serraria, com produção estimada em 10 e 20 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente. E no corte raso colhe-se madeira para fábrica, serraria e laminação, com produção estimada em 50, 90 e 290 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente. Foi usada uma taxa de juros de 8% a.a. e, para esse caso, o VET resultou igual a \$6.938,00.

Se usada a planilha **02.MatFin.xlsm**, o mesmo resultado poderia ser obtido se a planilha fosse preenchida da seguinte forma:



| Taxa = 8,00%                 |           | n = 26           |          | Valor Presente Líquido                   |            |                        |          |           |                         |
|------------------------------|-----------|------------------|----------|------------------------------------------|------------|------------------------|----------|-----------|-------------------------|
| Macros: Limpa dados (Ctrl-L) |           | Exemplo (Ctrl-E) |          | Cálculo para intervalo de taxas (Ctrl-R) |            |                        |          |           |                         |
| Custos                       |           |                  | Receitas |                                          |            | Valor Presente Líquido |          |           |                         |
| Ano                          | Valor     | Σ                | 9480,20  | 70118,89                                 | Valor      | Σ                      | 15480,15 | 114496,65 | Valor Futuro Líquido    |
|                              |           |                  | Ano 0    | Ano n                                    |            |                        | Ano 0    | Ano n     | VFL=                    |
| 0                            | -         |                  | 0,00     | 0,00                                     |            |                        | 0,00     | 0,00      | VPL= 5999,95            |
| 1                            | 4.000,00  |                  | 3703,70  | 27393,90                                 |            |                        | 0,00     | 0,00      | Valor Futuro Líquido    |
| 2                            | 1.000,00  |                  | 857,34   | 6341,18                                  |            |                        | 0,00     | 0,00      | VFL= 44377,75           |
| 3                            | 500,00    |                  | 396,92   | 2935,73                                  |            |                        | 0,00     | 0,00      | Razão Benefício/Custo   |
| 4                            | 500,00    |                  | 367,51   | 2718,27                                  |            |                        | 0,00     | 0,00      | B/C= 1,63               |
| 5                            | 100,00    |                  | 68,06    | 503,38                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      | Valor Esperado da Terra |
| 6                            | 100,00    |                  | 63,02    | 466,10                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      | VET= 6937,98            |
| 7                            | 100,00    |                  | 58,35    | 431,57                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      | VPL Anualizado          |
| 8                            | 100,00    |                  | 54,03    | 399,60                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      | VPLA= 555,04            |
| 9                            | 100,00    |                  | 50,02    | 370,00                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      | TIR (Excel)             |
| 10                           | 100,00    |                  | 46,32    | 342,59                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      | TIR= 11,27%             |
| 11                           | 100,00    |                  | 42,89    | 317,22                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 12                           | 100,00    |                  | 39,71    | 293,72                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 13                           | 650,00    |                  | 239,00   | 1767,76                                  | 600,00     |                        | 220,62   | 1631,77   |                         |
| 14                           | 100,00    |                  | 34,05    | 251,82                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 15                           | 100,00    |                  | 31,52    | 233,16                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 16                           | 100,00    |                  | 29,19    | 215,89                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 17                           | 100,00    |                  | 27,03    | 199,90                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 18                           | 100,00    |                  | 25,02    | 185,09                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 19                           | 100,00    |                  | 23,17    | 171,38                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 20                           | 1.750,00  |                  | 375,46   | 2777,03                                  | 4.200,00   |                        | 901,10   | 6664,87   |                         |
| 21                           | 100,00    |                  | 19,87    | 146,93                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 22                           | 100,00    |                  | 18,39    | 136,05                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 23                           | 100,00    |                  | 17,03    | 125,97                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 24                           | 100,00    |                  | 15,77    | 116,64                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 25                           | 100,00    |                  | 14,60    | 108,00                                   |            |                        | 0,00     | 0,00      |                         |
| 26                           | 21.170,00 |                  | 2862,22  | 21170,00                                 | 106.200,00 |                        | 14358,43 | 106200,00 |                         |

É importante destacar a premissa usada pelo analista que criou a planilha *04.MatPin.xlsx*, de que a implantação do povoamento leva 24 meses para ocorrer, i.e., a liberação da área para plantio leva 12 meses e depois são necessários mais 12 meses para o efetivo plantio. Veja como essa premissa foi tratada na MatFin.



### PARTE III - APLICAÇÕES FLORESTAIS

51. Até quanto pagar por uma desrama em um povoamento florestal que, devido a esse tratamento, deverá ter o valor de sua produção aumentado em R\$ 23/m<sup>3</sup>. Considere que a produção será obtida em um horizonte de seis anos, na base média de 295 m<sup>3</sup>/ha, e que a taxa mínima de retorno exigida pelo tomador de decisões é de 8%.

Resp.: O problema procura o valor máximo que deveria ser gasto hoje para compensar o ganho gerado pela desrama. Esse ganho, estimado em 6.785,00 (23\*295) leva seis anos para ser obtido, e o tomador de decisões exige que ao gastar com a desrama o retorno mínimo sobre esse investimento seja de 8% a.a. Portanto, trata-se de um problema bastante simples de resolver, pois envolve apenas o uso da fórmula básica para cálculo de um valor presente. Graficamente, o problema pode ser representado da seguinte forma:

|               |                     |                                              |   |   |   |   |
|---------------|---------------------|----------------------------------------------|---|---|---|---|
| Taxa: 8% a.a. | =                   | 6.785,00                                     |   |   |   |   |
|               | Receita =           | \$23/m <sup>3</sup> * 295 m <sup>3</sup> /ha |   |   |   |   |
| 0             | 1                   | 2                                            | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ?             |                     |                                              |   |   |   |   |
| =             | 6.785,00/(1+0,08)^6 |                                              |   |   |   |   |
| =             | <b>4.275,70</b>     |                                              |   |   |   |   |

Concluimos que o custo da desrama deve ser de no máximo R\$ 4.275,70 para que o retorno seja de no mínimo 8% a.a.

52. Analise o exemplo apresentado na planilha MatPmb.xls

Resp: A planilha analisa o caso de plantios de eucaliptos explorados aos seis anos de idade e permite determinar, um ano antes da colheita, se a brotação deve ou não ser conduzida (ou seja, se o plantio deve ou não ser reformado logo após o próximo corte). Basicamente, procura-se determinar a produção mínima que deve ser alcançada seis anos depois, e que justifica a decisão de não reformar o povoamento atual. O problema envolve a análise de dois fluxos de caixa que podem ser expressos graficamente da seguinte forma:

|                                                        |                        |                                                                                 |    |    |    |                        |                     |
|--------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|------------------------|---------------------|
| <b>Reformar logo após a colheita da floresta atual</b> |                        |                                                                                 |    |    |    |                        |                     |
|                                                        | (p-e) * V <sub>1</sub> |                                                                                 |    |    |    |                        |                     |
| 0                                                      | 1                      | Nova Floresta representada por uma série infinita de ciclos florstais idênticos |    |    |    |                        |                     |
| m                                                      | mc                     |                                                                                 |    |    |    |                        |                     |
| <b>Conduzir a brotação</b>                             |                        |                                                                                 |    |    |    |                        |                     |
|                                                        | (p-e) * V <sub>1</sub> |                                                                                 |    |    |    | (p-e) * V <sub>2</sub> |                     |
| 0                                                      | 1                      | 2                                                                               | 3  | 4  | 5  | 6                      | 7 Nova Floresta ... |
| m                                                      | mc                     | m1                                                                              | m2 | m3 | m4 | m5                     | mc                  |

onde  $p$  expressa o preço da madeira,  $e$  é o custo de exploração,  $m_t$  são custos de manutenção,  $V_1$  e  $V_2$  representam a produção do plantio atual e da brotação, respectivamente. Representado dessa forma, é possível determinar o valor de  $V_2$  que torna os valores presentes dos dois fluxos de caixa iguais. Ou seja, é possível determinar o valor de  $V_2$  que torna o tomador de decisões indiferente entre reformar ou conduzir a brotação. Consequentemente, temos assim um piso mínimo para a produção da brotação que, se não alcançado, torna o segundo fluxo de caixa menos atraente e, portanto, a condução da brotação menos interessante que a reforma. A esse valor damos o nome de *Produtividade mínima da brotação* (Pmb). Portanto, se a expectativa de produção para brotação for estimada em níveis inferiores a esse valor, a reforma deveria ser recomendada. No exemplo, temos que a floresta deveria ser reformada se a produção da brotação não puder alcançar o nível de 187,02 m<sup>3</sup>/ha.

53. Analise o exemplo apresentado na planilha MatCmb.xls

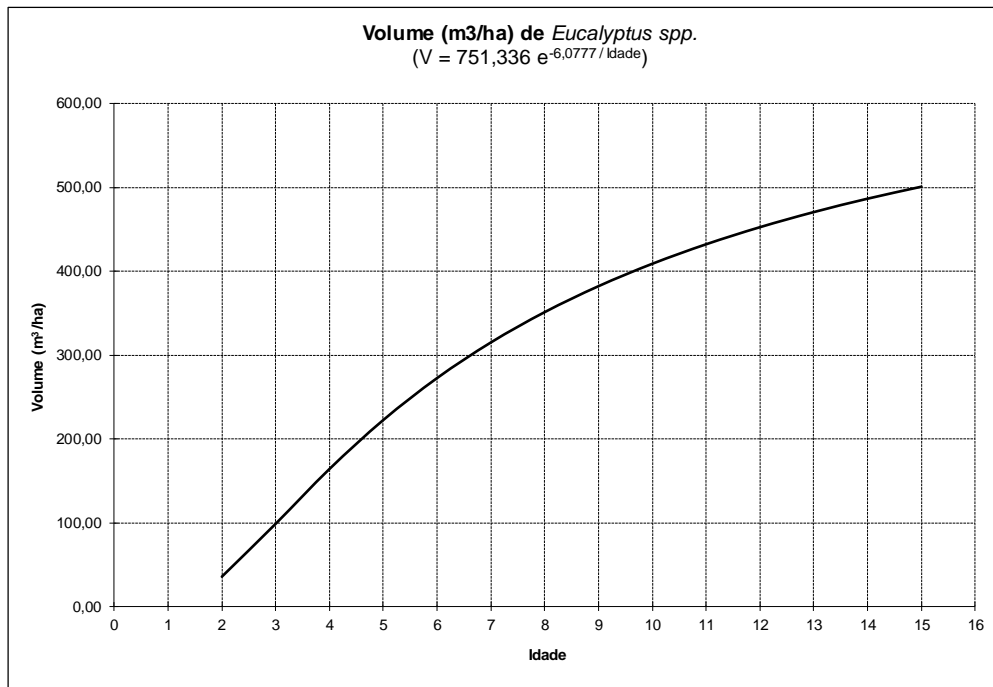
Resp: A planilha analisa o fluxo de custos de plantios de eucaliptos que estão há um ano do momento da colheita. Ou seja, procura-se determinar, um ano antes da colheita, o valor máximo que poderá ser gasto durante a exploração das árvores cultivadas a partir da brotação e que justifica essa estratégia de manejo ao invés da reforma. Basicamente, procura-se determinar a produção mínima que deve ser alcançada com a brotação, que justifica a decisão de não reformar o povoamento atual. O problema envolve a análise de dois fluxos de caixa que podem ser expressos graficamente da seguinte forma:

| Reformar logo após a colheita da floresta atual |   |                                                                                 |    |    |    |    |                     |
|-------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|---------------------|
| 0                                               | 1 | Nova Floresta representada por uma série infinita de ciclos florstais idênticos |    |    |    |    |                     |
| m                                               | e |                                                                                 |    |    |    |    |                     |
| Conduzir a brotação                             |   |                                                                                 |    |    |    |    |                     |
| 0                                               | 1 | 2                                                                               | 3  | 4  | 5  | 6  | 7 Nova Floresta ... |
| m                                               | e | m1                                                                              | m2 | m3 | m4 | m5 | e*                  |

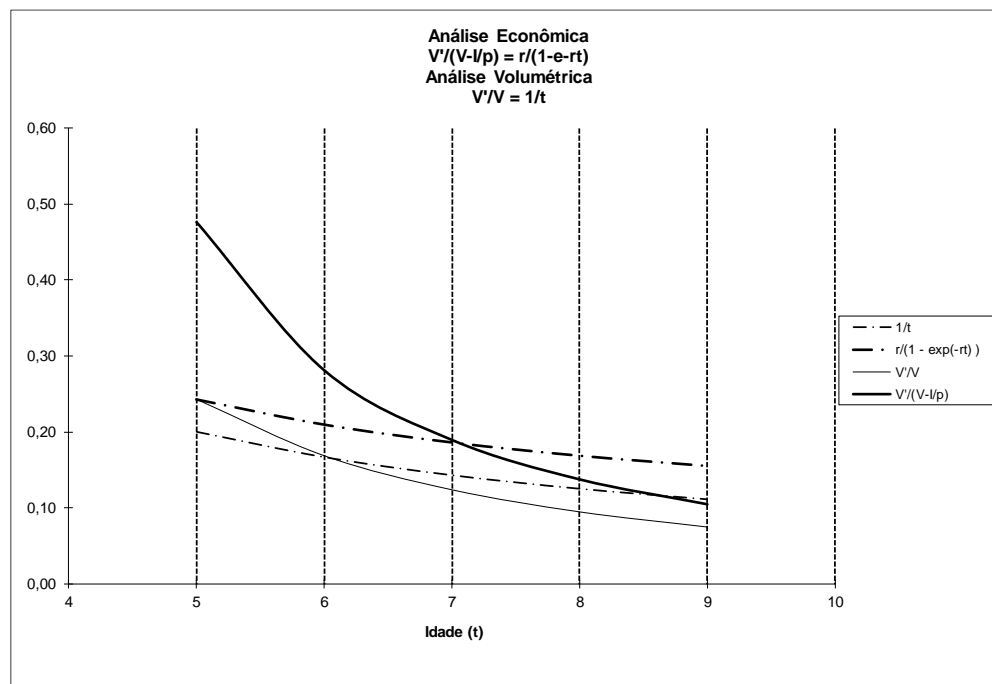
onde  $e$  expressa o custo de exploração da floresta atual,  $e^*$  é o custo de exploração da brotação, e  $m_t$  são custos de manutenção. Representado dessa forma, é possível determinar o valor de  $e^*$  que torna os valores presentes dos dois fluxos de caixa iguais. Ou seja, é possível determinar o valor de  $e^*$  que torna o tomador de decisões indiferente entre reformar ou conduzir a brotação. Consequentemente, temos assim um máximo que pode ser gasto quando da exploração da brotação que, se superado, torna o segundo fluxo de caixa menos atraente e, portanto, a condução da brotação menos interessante que a reforma. A esse valor damos o nome de *Custo máximo da brotação (Cmb)*. Portanto, se a expectativa de custo para exploração da brotação for estimada em níveis superiores a esse valor, a reforma deveria ser recomendada ao invés da condução da brotação. No exemplo, temos que a floresta deveria ser reformada se o custo de explorar a brotação superar o nível de \$ 702,60 /ha.

54. Explore a planilha **08.MatRot.xlsx** e procure situações onde a rotação economicamente ótima é mais longa do que a rotação volumetricamente ótima.

Resp.: A planilha oferece um ambiente para estudar taxas de juros, custos de implantação e preços da madeira que resultam em idades de corte economicamente ótimas (que maximizam VET) superiores à idade volumetricamente ótima (idade que maximiza IMA). A análise pressupõe que o plantio cresce de acordo com o modelo Schumacher log de volume inverso da idade ( $V = \alpha e^{-\beta(1/t)}$ ). Simplifica-se também o fluxo de caixa, considerando que o único custo envolvido é o custo de implantação ( $I$ ), que a floresta cresce de acordo com o referido modelo, onde  $\alpha = 751,336$  e  $\beta = -6,0777$ , e que a madeira é vendida a um preço  $p$ . A curva de crescimento pode ser graficamente apresentada da seguinte forma:



Seguindo esse exemplo e, se considerados, por exemplo, uma taxa de juros 8% a.a.; um custo de implantação de R\$ 6.000,00 e um preço de venda da madeira de R\$ 55,00; vemos que a recomendação econômica, observada no das curvas mais grossas, sugere idade de colheita um ano mais velha (7 anos) que a idade ótima do ponto de vista volumétrico (6 anos), observada no cruzamento das curvas mais finas.



55. Explore a planilha **10.MatSit.xlsm** e analise as diferenças entre sítios que resultam na seleção de distintos ciclos florestais economicamente ótimos.

Resp.: Essa planilha permite explorar o efeito das curvas de crescimento da primeira e segunda rotação na determinação do regime de talhadia simples economicamente ótimo. São considerados regimes envolvendo apenas duas rotações (a brotação é conduzida uma única vez, após a qual assume-se que o plantio é reformado e volta a crescer de forma idêntica ao ciclo anterior). É possível avaliar os resultados para seis sítios que apresentam curvas de crescimento diferentes. As diferentes curvas de crescimento são conhecidas a partir do uso de diferentes valores para os coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\theta$  de um mesmo modelo:  $[\beta(1-e^{-\alpha t})]^\theta$ . Dessa forma, dependendo do sítio escolhido, a primeira e segunda rotação acabam tendo suas curvas conhecidas, pois a planilha automaticamente copia para o local correto o valor desses coeficientes. O fluxo de caixa deste exercício considera um custo de implantação de \$6.000; primeira e segunda manutenções da primeira rotação de \$1.500 e \$800, respectivamente, com as demais iguais a \$200 até um custo de \$800 no primeiro corte; seguidas das duas primeiras manutenções da segunda rotação iguais a \$800 e \$1.000, com as demais iguais a \$200. O interessante é que a planilha permite determinar o ciclo ótimo para um número bastante grande de possibilidades (cenários). De fato, podemos definir quinze diferentes preços (\$61 a \$75, por exemplo) e quinze taxas (6% a 20%, por exemplo). Para cada combinação, a planilha determina qual o regime de talhadia de dois cortes (com idades variando entre 5 e 12 anos, para a primeira e segunda rotação, respectivamente). Assim sendo, essa planilha acaba fazendo uma série enorme de cálculos de forma muito eficiente e gerando resultados muito interessantes. De fato, são analisados 64 regimes possíveis (combinações de 8 idades possíveis em cada rotação) para cada um dos 225 cenários (15 preços possíveis para cada 15 taxa de juros considerada). O regime escolhido para cada cenário, é aquele que apresenta maior VET (fórmula de Faustmann). As figuras abaixo apresentam apenas dois exemplos, dentre os inúmeros estudos possíveis.

| Seleção de ciclos "ótimos" de acordo com o maior VET para venda da madeira em pé |         |      |     |             |     |     |         |           |     |      |     |           |         |     | Coeficientes do Modelo |             |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------|------|-----|-------------|-----|-----|---------|-----------|-----|------|-----|-----------|---------|-----|------------------------|-------------|-----------|
| Estrato 2 - E. grandis - Site 34                                                 |         |      |     |             |     |     |         |           |     |      |     |           |         |     |                        |             |           |
| Fluxo de Custos (R\$/ha):                                                        |         |      |     |             |     |     |         |           |     |      |     |           |         |     |                        |             |           |
| Anos:                                                                            | Reforma |      |     | Manutenções |     |     |         | Pré-corte |     |      |     | Pré-corte |         |     |                        | 1a. Rotação |           |
|                                                                                  | 0       | 1    | 2   | 3           | ... | ... | Corte 1 | t+1       | t+2 | t+3  | ... | ...       | Corte 2 | ... | ...                    | $\beta=$    | $\alpha=$ |
|                                                                                  | 6000    | 1500 | 800 | 200         |     |     | 200     | 800       | 800 | 1000 | 200 |           | 200     |     |                        | 10,850      | 0,240     |
|                                                                                  |         |      |     |             |     |     |         |           |     |      |     |           |         |     |                        | $\theta=$   | 2,810     |
| Ciclos ótimos (duração em anos da 1a. e 2a. Rotações)                            |         |      |     |             |     |     |         |           |     |      |     |           |         |     | 2a. Rotação            |             |           |
| Preços de venda da madeira em pé (R\$/st)                                        |         |      |     |             |     |     |         |           |     |      |     |           |         |     | $\beta=$               |             |           |
|                                                                                  | 61      | 62   | 63  | 64          | 65  | 66  | 67      | 68        | 69  | 70   | 71  | 72        | 73      | 74  | 75                     | $\alpha=$   | 0,260     |
| 6%                                                                               | 7       | 7    | 7   | 7           | 7   | 7   | 7       | 7         | 7   | 7    | 7   | 7         | 7       | 7   | 7                      | $\theta=$   | 2,460     |
|                                                                                  | 6       | 6    | 6   | 6           | 6   | 6   | 6       | 6         | 6   | 6    | 6   | 6         | 6       | 6   | 6                      | Limpa Dados |           |
| 7%                                                                               | 7       | 7    | 7   | 7           | 7   | 7   | 7       | 7         | 7   | 7    | 7   | 7         | 7       | 7   | 7                      | Modelos     |           |
|                                                                                  | 6       | 6    | 6   | 6           | 6   | 6   | 6       | 6         | 6   | 6    | 6   | 6         | 6       | 6   | 6                      | 1-G32       | 2-G34     |
| 8%                                                                               | 7       | 7    | 7   | 7           | 7   | 7   | 7       | 7         | 7   | 7    | 7   | 7         | 7       | 7   | 7                      | 3-G3C       | 4-S24     |
|                                                                                  | 6       | 6    | 6   | 6           | 6   | 6   | 6       | 6         | 6   | 6    | 6   | 6         | 6       | 6   | 6                      | 5-S30       | 6-G28     |
| 9%                                                                               | 7       | 7    | 7   | 7           | 7   | 7   | 7       | 7         | 7   | 7    | 7   | 7         | 7       | 7   | 7                      |             |           |
|                                                                                  | 6       | 6    | 6   | 6           | 6   | 6   | 6       | 6         | 6   | 6    | 6   | 6         | 6       | 6   | 6                      |             |           |
| 10%                                                                              | 7       | 7    | 7   | 7           | 7   | 7   | 7       | 7         | 7   | 7    | 7   | 7         | 7       | 7   | 7                      |             |           |
|                                                                                  | 6       | 6    | 6   | 6           | 6   | 6   | 6       | 6         | 6   | 6    | 6   | 6         | 6       | 6   | 6                      |             |           |
| 11%                                                                              | 7       | 7    | 7   | 7           | 7   | 7   | 7       | 7         | 7   | 7    | 7   | 7         | 7       | 7   | 7                      |             |           |
|                                                                                  | 6       | 6    | 6   | 6           | 6   | 6   | 6       | 6         | 6   | 6    | 6   | 6         | 6       | 6   | 6                      |             |           |
| 12%                                                                              | 6       | 6    | 6   | 6           | 6   | 6   | 6       | 6         | 6   | 6    | 6   | 6         | 6       | 6   | 6                      |             |           |
|                                                                                  | 6       | 6    | 6   | 6           | 6   | 6   | 6       | 6         | 6   | 6    | 6   | 6         | 6       | 6   | 6                      |             |           |

A primeira figura mostra os resultados para o estrato florestal 2, com curvas de crescimento do sítio 34, mais produtivo. A figura mostra apenas as sete primeiras taxas (6% a 12%), mas percebe-se a tendência do ciclo economicamente ótimo ficar mais curso conforme preço e taxa de juros aumentam de um cenário para outro. Por exemplo, para investidores interessados em taxas de retorno de 12%

a.a. que consigam vender a madeira a \$70, o ciclo economicamente ótimo, segundo a fórmula do VET, recomendaria uma primeira e segunda rotação de seis anos; ao passo que investidores satisfeitos com 6% de retorno que vendessem a madeira a \$61, otimizariam o resultado econômico se usassem um ciclo ligeiramente mais longo, 7 anos na primeira rotação e seis anos na segunda rotação.

| Seleção de ciclos "ótimos" de acordo com o maior VET para venda da madeira em pé |      |             |     |     |     |           |     |     |      |           |         |    |    | Coeficientes do Modelo |           |           |        |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|------|-----------|---------|----|----|------------------------|-----------|-----------|--------|
| Estrato 4 - E. saligna - Site 24                                                 |      |             |     |     |     |           |     |     |      |           |         |    |    |                        |           |           |        |
| Fluxo de Custos (R\$/ha):                                                        |      |             |     |     |     |           |     |     |      |           |         |    |    |                        |           |           |        |
| Reforma                                                                          |      | Manutenções |     |     |     | Pré-corte |     |     |      | Pré-corte |         |    |    | 1a. Rotação            |           |           |        |
| Anos:                                                                            | 0    | 1           | 2   | 3   | ... | Corte 1   | t+1 | t+2 | t+3  | ...       | Corte 2 |    |    | $\beta=$               | $\alpha=$ |           |        |
|                                                                                  | 6000 | 1500        | 800 | 200 |     | 200       | 800 | 800 | 1000 |           | 200     |    |    | $\theta=$              | 2,200     |           |        |
| Ciclos ótimos (duração em anos da 1a. e 2a. Rotações)                            |      |             |     |     |     |           |     |     |      |           |         |    |    | 2a. Rotação            |           |           |        |
| Preços de venda da madeira em pé (R\$/st)                                        |      |             |     |     |     |           |     |     |      |           |         |    |    | $\beta=$               | $\alpha=$ |           |        |
|                                                                                  | 61   | 62          | 63  | 64  | 65  | 66        | 67  | 68  | 69   | 70        | 71      | 72 | 73 | 74                     | 75        | $\theta=$ |        |
| 6%                                                                               | 9    | 9           | 9   | 9   | 9   | 9         | 9   | 9   | 9    | 9         | 9       | 8  | 8  | 8                      | 8         |           | 15,130 |
|                                                                                  | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 8  | 8                      | 8         |           | 0,200  |
| 7%                                                                               | 9    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 8  | 8                      | 8         |           | 2,160  |
|                                                                                  | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 8  | 8                      | 8         |           |        |
| 8%                                                                               | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 8  | 8                      | 8         |           |        |
|                                                                                  | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 8  | 8                      | 8         |           |        |
| 9%                                                                               | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 8  | 8                      | 8         |           |        |
|                                                                                  | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 8  | 8                      | 8         |           |        |
| 10%                                                                              | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 8  | 8                      | 7         |           |        |
|                                                                                  | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 8  | 8                      | 8         |           |        |
| 11%                                                                              | 8    | 8           | 8   | 8   | 7   | 7         | 7   | 7   | 7    | 7         | 7       | 7  | 7  | 7                      | 7         |           |        |
|                                                                                  | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 8       | 8  | 7  | 7                      | 7         |           |        |
| 12%                                                                              | 7    | 7           | 7   | 7   | 7   | 7         | 7   | 7   | 7    | 7         | 7       | 7  | 7  | 7                      | 7         |           |        |
|                                                                                  | 8    | 8           | 8   | 8   | 8   | 8         | 8   | 8   | 8    | 8         | 7       | 7  | 7  | 7                      | 7         |           |        |

Para a analisarmos o efeito de curvas de crescimento em um sítio mais pobre, a segunda figura mostra os resultados para o Estrato 4, com curvas de crescimento do sítio 24. Nesse caso, investidores interessados em taxas de retorno de 12% a.a. e condições de vender a madeira a \$70, teriam como ciclo economicamente ótimo aquele que tem primeira rotação com sete anos e a segunda com oito anos; enquanto investidores satisfeitos com 6% de retorno e preço de venda da madeira de \$61, teriam que usar ciclos mais longos, nove anos na primeira rotação e oito anos na segunda rotação.

### Agradecimento

Agradeço ao Eng. Ftal. Lucas Ferreira que voluntariamente se ofereceu para a revisão da apostila e resolução de todos os exercícios propostos.

*Muito obrigado!*

*Luiz Carlos Estraviz Rodriguez*

*Julho de 2015*