

# Caderno de exercícios

**StandsSIM.md e  
SUBER**

---

2023-09-11

---

**Modelos e Simuladores para  
Apoio à Gestão da Floresta**

Susana Barreiro e Margarida Tomé



---

# Caderno de Exercícios

## Modelos e Simuladores para Apoio à Gestão da Floresta

Após descarregar a plataforma SIMfLOR para o seu computador, resolva os seguintes exercícios, organizados por espécie utilizando os simuladores StandsSIM e SUBER.

Os exercícios que se seguem pretendem que o utilizador consiga gerar ficheiros de input recorrendo à interface, inclusive utilizando o GERADOR, bem como realizar simulações de crescimento e interpretar os seus resultados.

*“Assegure-se que extraiu a pasta SIMfLOR do ficheiro comprimido, que a guardou no seu PC numa pasta que não o ambiente de trabalho (desktop), num caminho que não contenha espaços ou acentos, que as definições regionais estão configuradas para Inglês (separador decimal é o ponto, e não a vírgula)”*

A resolução dos exercícios pressupõe que o utilizador tenha seguido os slides e lido o manual do simulador.

# 1. GERADOR de Alternativas de Gestão Florestal (FMAs)

## *Eucalyptus globulus*

1.1 Crie uma FMA para gerir uma plantação de eucalipto (puro regular) assumindo que se pretendem 3 rotações consecutivas, uma idade de corte nunca superior a 10 anos e as seguintes operações:

<b>Idade</b>	<b>Operação</b>	<b>Detalhes</b>
Plantação:		
1	Gradagem e ripagem com 1 dente	
1	Plantação	Compasso de 3x2
1	Adubação à plantação	
1	Retancha	10% da densidade inicial
2, 4, 6, 10	Gradagem com grade de discos	
2, 4	Fertilização mecânica com trator de rodas	
Talhada(s):		
3, 5	Fertilização mecânica com trator de rodas	
3	Seleção de varas	1.6 varas por touça

1.2 Crie uma FMA para gerir uma plantação de eucalipto (puro regular) assumindo que se pretendem 3 rotações consecutivas, uma idade de corte nunca superior a 14 anos e as seguintes operações:

<b>Idade</b>	<b>Operação</b>	<b>Detalhes</b>
Plantação:		
1	Gradagem e ripagem com 1 dente	
1	Plantação	Compasso de 3x2
1	Adubação à plantação	
1	Retancha	15% da densidade inicial
2, 4	Gradagem com grade de discos	
2, 4, 6	Fertilização mecânica com trator de rodas	
Talhada(s):		
3, 5	Fertilização mecânica com trator de rodas	
3, 5	Gradagem com grade de discos	
3	Seleção de varas	1.4 varas por touça

- 1.3 Teria de mudar alguma coisa no processo de criação das FMAs dos exercícios 1.1 e 1.2 para gerir as plantações de eucalipto considerando apenas 2 rotações? Justifique.
- 1.4 Poderia utilizar alguma das FMAs dos exercícios 1.1 e 1.2 para gerir uma plantação de eucalipto considerando uma idade de corte de 12 anos? Justifique referindo vantagens e inconvenientes em fazê-lo.
- 1.5 Poderia utilizar alguma das FMAs dos exercícios 1.1 e 1.2 se quisesse gerir o eucaliptal considerando plantações consecutivas (arrancando os cepos e replantando a cada nova plantação)? Justifique
- 1.6 Descreva como procederia se tivesse de gerar uma FMA semelhante à do exercício 1.1, mas que considerasse agora a operação de destruição dos cepos antes da plantação.
- 1.7 Admita que pretende gerir um eucaliptal para produção de madeira para serração com grandes dimensões. Proponha uma FMA considerando uma idade de corte de 40 anos.

### ***Pinus pinaster***

- 1.8 Crie uma FMA para uma plantação de pinheiro-bravo considerando uma revolução de 50 anos e as seguintes operações:

<b>Idade</b>	<b>Operação</b>	<b>Detalhes</b>
1	Gradagem e ripagem com 1 dente	
1	Plantação	2500 árvores por ha
1	Adubação à plantação	
1	Retanchar	15% da densidade inicial
3, 7, 11, 17, 27, 37, 47	Gradagem com grade de discos	
6, 15	Poda/desramação	?
15, 20, 25, 30, 35, 40, 45	Desbaste pelo baixo	Fator de Wilson de 0.25

1.9 Crie uma FMA para uma plantação de pinheiro-bravo considerando uma revolução de 50 anos e as seguintes operações:

Idade	Operação	Detalhes
1	Gradagem e ripagem com 1 dente	
1	Plantação	2500 árvores por ha
1	Adubação à plantação	
1	Retanchar	15% da densidade inicial
3, 7, 11, 17, 27, 37, 47	Gradagem com grade de discos	
6, 15	Poda/desramação	?
15, 20, 25, 30, 35, 40, 45	Desbaste pelo baixo	Área basal residual de 25 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>

1.10 Crie uma FMA que lhe permita gerir por um período de 80 anos um povoamento irregular de pinheiro-bravo considerando as seguintes operações:

Frequência	Operação	Detalhes
Todos os 5 anos (a última tendo sido há 2anos)	Gradagem com grade de discos	
Todos os 5 anos (o último tendo sido há 2anos)	Desbaste seletivo	Área basal residual de 10 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>

1.11 Crie uma FMA que lhe permita gerir uma plantação de pinheiro-bravo em auto-desbaste por um período de 80 anos considerando as seguintes operações:

Idade	Operação	Detalhes
1	Gradagem e ripagem com 1 dente	
1	Plantação	2500 árvores por ha
1	Adubação à plantação	
1	Retanchar	15% da densidade inicial
3, 7, 11, 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77	Gradagem com grade de discos	
6, 15	Poda/desramação	?



## Quercus suber

1.12 Crie uma FMA para uma plantação de sobreiro considerando uma idade máxima de 100 anos e as seguintes operações (descortiçamentos a cada 8 anos):

Ano de simulação	Operação	Detalhes
1	Gradagem e ripagem com 1 dente	
1	Plantação	Compasso de 8x4
1	Colocação de protetores de plantas	
1	Retanchar	20% da densidade inicial
5	Poda de formação (manual)	50% das árvores
5	Adubação (manual)	
5, 15, 25	Gradagem com grade de discos	
36	Poda de formação (mista)	50% das árvores
36	Poda	?
36, 44, 52, 60, 68, 76, 84, 92, 100	Desbaste	50% de percentagem de coberto
36, 44, 52, 60, 68, 76, 84, 92, 100	Descortiçamento cortiça virgem	Coef descortiçamento 2.0
44, 52, 60, 68, 76, 84, 92, 100	Descortiçamento cortiça secundária e cortiça amadia	Coef descortiçamento 2.2 Coef descortiçamento 2.5 Silvicultura (1), diâmetro máximo (90 cm)

1.13 Crie uma FMA para uma plantação de sobreiro considerando uma idade máxima de 100 anos e as seguintes operações (descortiçamentos a cada 10 anos):

Ano de simulação	Operação	Detalhes
1	Gradagem e ripagem com 1 dente	
1	Plantação	Compasso de 8x4
1	Colocação de protetores de plantas	
1	Retanchar	20% da densidade inicial
5	Poda de formação (manual)	50% das árvores
5	Adubação (manual)	
5, 15, 25	Gradagem com grade de discos	
36	Poda de formação (mista)	50% das árvores
36	Poda	?
36, 46, 56, 66, 76, 86, 96	Desbaste	50% de percentagem de coberto

36, 46, 56, 66, 76, 86, 96	Descortiçamento cortiça virgem	Coef descortiçamento 2.0
46, 56, 66, 76, 86, 96	Descortiçamento cortiça secundeira e cortiça amadia	Coef descortiçamento 2.2 Coef descortiçamento 2.5 Silvicultura (1), diâmetro máximo (90 cm)

## 2. Simulações de crescimento com modelos do povoamento

### *Eucalyptus globulus*

2.1 **GLOBULUS**. Simulação de uma nova plantação para avaliar o volume cortado ao longo dos próximos 30 anos tendo em conta a seguinte informação (*horizonte de planeamento = 30*):

Local:	Coruche
Altitude:	14 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)
Índice de qualidade da estação:	15 m (idade padrão= 10 anos)
Compasso de plantação:	4 x 2.5

2.1.1 Crie uma FMA adequada e considere uma prescrição composta por: 1 plantação + 2 talhadas, com as 3 rotações cortadas aos 10 anos.

2.1.2 Crie uma FMA adequada e considere uma prescrição composta por 3 ciclos: 1 plantação + 2 talhadas, com a 1ª cortada aos 12 anos, as talhadas cortadas aos 9 anos.

2.1.3 Faça as simulações e compare os resultados indicando que opção lhe parece mais vantajosa.

2.2 **GLOBULUS**. Simulação de prescrições alternativas para uma nova plantação ao longo dos próximos 60 anos tendo em conta a seguinte informação (*horizonte de planeamento = 60*):

2.2.1 Para os dados do exercício 2.1, simule o crescimento ao longo do horizonte de 60 anos com uma prescrição que considere: 1 plantação + 5 talhadas com todas as rotações cortadas à idade dos 10 anos.

2.2.2 Para os dados do exercício 2.1, simule o crescimento ao longo do horizonte de 60 anos com uma prescrição que considere: 1 plantação + 3 talhadas + 1 plantação + 3 talhadas, com todas as rotações cortadas à idade dos 10 anos.

***“Note que terá de replantar ao fim de 30 anos pelo que terá de considerar a operação de destruição de cepos.”***

2.2.3 Explique como procedeu para realizar a simulação da situação descrita em 2.2.2 relativamente às FMAs usadas na prescrição em causa.

2.2.4 Qual das duas prescrições lhe parece mais vantajosa. Justifique.

2.3 **GLOBULUS**. Simulação de um povoamento existente 1 plantação + 3 talhadas com idades de corte de 10 anos em todas as rotações e as seguintes características (*horizonte de planeamento = 30*):

---

Local:	Coruche
Altitude:	14 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)
Idade:	7 anos
Altura dominante:	12 m
Número de árvores por ha:	980

---

2.3.1 Crie uma FMA adequada garantindo que escreve as operações até à idade de 10 anos (pode usar uma FMA que tenha gerado anteriormente).

2.3.2 Descreva detalhadamente a prescrição em termos de número de ciclos e idades de corte consideradas em cada ciclo, relacionando ambas com o horizonte de planeamento em causa e a idade do povoamento.

2.3.3 Indique o volume cortado e o volume cortado no final do período de 30 anos e compare-o com o obtido no exercício 2.1.1. Comente as diferenças.

***“Ao tentar fazer a simulação é possível que obtenha uma mensagem “terminated before the planning horizon – check prescriptions”, neste caso deve repensar a resposta dada em 2.3.2.”***



2.4 **GLOBULUS**. Simulação de um conjunto de tabelas de produção para índices de qualidade da estação de 15 m a 25 m (11 tabelas de produção), considerando 1 plantação + 2 talhadas com idades de corte de 10 anos e as seguintes características (*horizonte de planeamento = 30*):

Local:	Coruche
Altitude:	14 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)
Índice de qualidade da estação:	15 m a 25 m (idade padrão= 10 anos)
Compasso de plantação:	4 x 2.5

2.4.1 Use uma FMA que lhe pareça adequada e descreva como procedeu para gerar as 11 tabelas pedidas.

2.4.2 Haveria alguma outra forma para gerar as tabelas pedidas com recurso ao StandsSIM.md? Descreva-o e explique porque preferiu a abordagem descrita em 2.4.1.

### 3. Simulações de crescimento com modelos da árvore individual

#### *Pinus pinaster*

3.1 **PINASTER**. Simulação de uma nova plantação (*horizonte de planeamento = 50*):

Local:	São Pedro de Moel
Altitude:	31 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)
Índice de qualidade da estação:	18 m (idade padrão = 50 anos)
Compasso de plantação:	2 x 2

3.1.1 Crie uma FMA que considere adequada que contenha os seguintes desbastes (alternativamente use a *FMA41\_Pb\_025\_REGular.csv*):

Idade	Operação	Detalhes
15, 25, 35, 45	Desbaste pelo baixo	Fator de Wilson de 0.25

3.1.2 Adapte a FMA anterior para que considere os seguintes desbastes (alternativamente use a *FMA41\_Pb\_G25\_REGular.csv*):

Idade	Operação	Detalhes
15, 25, 35, 45	Desbaste pelo baixo	Área basal residual de 25 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>

3.1.3 Faça as simulações e avalie o volume cortado total e por categorias de aproveitamento no corte final aos 50 anos e saído em desbastes indicando qual das FMAs lhe parece mais favorável se o objetivo for:

- maximizar o volume total cortado
- maximizar o volume saído para serração
- maximizar o stock de carbono
- maximizar o lucro do proprietário

3.1.4 Considera que o simulador foi fiel às instruções de gestão fornecidas nas FMAs? Justifique.

**3.2 PINASTER.** Repita a simulação da nova plantação do exercício 3.1 adiando a idade de corte para os 80 anos (*horizonte de planeamento = 80*) deixando o povoamento em auto-desbaste (não realizando desbastes). Pode importar a FMA *FMA41\_Pb\_SelfThin\_REGular.csv*. Como descreve o impacto das alterações impostas à gestão?

**3.3 PINASTER. PINASTER.** Simulação de um povoamento existente (puro regular) com as seguintes características:

Local:	São Pedro de Moel
Altitude:	31 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)
Estrutura/ idade:	Regular /15 anos
Altura dominante:	12 m
Número de árvores na parcela:	49 árvores
Área da parcela:	500 m <sup>2</sup>
Ficheiro da árvore:	<i>Pb_inv_t15_arv.csv</i>

3.3.1 Defina uma FMA adequada (ou use uma das sugeridas no exercício 3.1.1). e construa uma prescrição que lhe permita simular o povoamento para um horizonte de planeamento de 80 anos considerando uma idade e corte de 50 anos.

---

3.3.2 Quantas vezes corta o povoamento durante a simulação?

3.3.3 Por quantos anos teria de prolongar o horizonte de planeamento para garantir pelo menos mais um corte.

**3.4 PINASTER.** Simulação de um povoamento existente (puro irregular) com as seguintes características e sua conversão a puro regular:

---

Local:	Alcácer do Sal
Altitude:	100 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)
Estrutura/ idade:	Irregular
Número de árvores na parcela:	10 árvores
Área da parcela:	500 m <sup>2</sup>
Ficheiro da árvore:	<i>inv_Pb_Existente_arv_n10..csv</i>

---

3.4.1 Admita que pretende manter a gestão do povoamento irregular durante um período de 35 anos, mas que passados estes anos corta o povoamento e faz uma nova plantação que deverá ser cortada aos 35 anos.

a) Quantas FMAs necessita? Das FMAs disponíveis sugira a utilização de uma ou mais e justifique a escolha.

b) Quantos ciclos deverá ter a prescrição que lhe permite proceder a esta alteração na gestão? Descreva-os em termos de FMAs a utilizar em cada ciclo, NyFMA, rot e Tcut.

3.4.2 Faça a simulação e analise os resultados comprovando que se realizou a transição de um povoamento puro irregular para um puro regular ao fim dos primeiros 35 anos de gestão.

**3.5 PINASTER.** Simulação de um povoamento existente (puro regular) com as seguintes características e sua conversão a puro irregular:

---

Local:	São Pedro e Moel
Altitude:	31 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)
Estrutura/ idade:	Regular /15 anos

---

---

Número de árvores na parcela:	196 árvores
Área da parcela:	2000 m <sup>2</sup>
Ficheiro da árvore:	<i>inv_Pb_Existing_arv_n196_t15.csv</i>

---

3.5.1 Para garantir a transição devem promover-se nos primeiros anos de simulação desbastes intensos que abram clareiras. Sem nunca realizar um corte final, transitar de uma FMA regular para uma irregular em simultâneo com a realização de adensamentos que garantam o “aparecimento” de regeneração natural.

[FMA41\\_Pb\\_029\\_REG-IRREG\\_t65.csv](#)  
[FMA31\\_Pb\\_Gres\\_REG-IRREG\\_G3010.csv](#)

3.6 **PINASTER**. Simulação de um conjunto de tabelas de produção para índices de qualidade da estação de 15 m a 25 m (11 tabelas de produção), considerando o corte final aos 80 anos e as seguintes características (*horizonte de planeamento = 80*):

---

Local:	São Pedro e Moel
Altitude:	31 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)
Índice de qualidade da estação:	15 m a 25 m (idade padrão= 50 anos)
Compasso de plantação:	2 x 2

---

3.6.1 Use uma FMA que lhe pareça adequada e descreva como procedeu para gerar as 11 tabelas pedidas. Garanta que usa a mesma FMA para todas as tabelas

## ***Pinus pinea***

3.7 **PINEA.PT**. Simulação de um povoamento existente (puro regular) com as seguintes características:

---

Local:	Alcácer do Sal
Altitude:	100 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)
Estrutura/ idade:	Regular /10 anos
Número de árvores na parcela:	136 árvores

---

---

Área da parcela: 5000 m<sup>2</sup>  
Ficheiro da árvore: *inv\_Pm\_Reg\_arv.csv (id\_parcela =4)*

---

3.7.1 Crie uma FMA que considere os seguintes desbastes (sugestão: adapte a *FMA41\_Pm\_25\_REGular.csv*):

Idade	Operação	Detalhes
20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90	Desbaste pelo baixo	Área basal residual de 12 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>

3.7.2 Caso tenha optado por adaptar a FMA sugerida descreva como procedeu.

3.7.3 Se a periodicidade de desbaste fosse de 5 anos, em vez de 10, que colunas do ficheiro teria de editar.

3.7.4 Simule o crescimento para um horizonte de planeamento de 100 anos e explore os gráficos resultantes.

**3.8 PINEA.PT.** Simulação de um povoamento existente (puro regular) com as seguintes características:

---

Local: Évora  
Altitude: 275 m (se desconhecer a altitude pode usar o WebGlobulus)  
Estrutura/ idade: Regular /18 anos  
Número de árvores na parcela: 34 árvores  
Área da parcela: 2000 m<sup>2</sup>  
Ficheiro da árvore: *inv\_Pm\_arv\_n34.csv (id\_parcela =2)*

---

**3.8.1** Simule o crescimento para um horizonte de planeamento de 100 anos comparando duas alternativas de gestão distintas em termos de intensidade de desbaste:

Idade	Operação	Detalhes
20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90	Desbaste pelo baixo	Área basal residual de 15 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>

Idade	Operação	Detalhes
20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90	Desbaste pelo baixo	Área basal residual de 25 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>

Sugestão: utilize as FMAs *FMA41\_Pm\_15\_REGular.csv* e *FMA41\_Pm\_25\_REGular.csv*

3.8.2 De quantas prescrições necessita? Descreva-as em termos de número de ciclos, FMA utilizada, NyFMA, rot e Tcut

3.8.3 Compare o crescimento e a produção de pinha explorando os gráficos e tabelas. Qual das opções lhe parece mais vantajosa se o objetivo for:

- maximizar a produção de pinha?
- maximizar o volume de madeira

## **Quercus suber**

**3.9 SUBER.** Simulação de uma nova plantação (puro regular) com as seguintes características:

Local:	Chamusca
--------	----------

Ano de simulação	Operação	Detalhes
1	Ripagem com 1 dente	
1	Plantação	666 árv ha <sup>-1</sup>
5	Controlo de veg. espontânea na linha (mista)	
18	Gradagem com grade de discos	
18	Desbaste	50% de percentagem de coberto
18, 27, 36	Descortiçamento cortiça virgem	Coef descortiçamento 2.0
27, 36, 45, 54, 63, 72, 81, 90, 99	Descortiçamento cortiça secundária e cortiça amadia	Coef descortiçamento 2.5 Coef descortiçamento 3

3.9.1 Simule o crescimento considerando um horizonte de planeamento de 100 anos



**3.10 SUBER.** Simulação de um povoamento existente (puro regular) com as seguintes características:

Local:	Chamusa
Estrutura/ idade:	Regular
Variáveis medidas:	d, ct, h, hs, hdv, nbru1, ano de descortiçamento, tipo de cortiça (virgem, secundeira ou amadia)
Área da parcela:	2827,43 m <sup>2</sup>
Ficheiro da árvore:	<i>inv_Sb_Chamusca_arv.xlsx</i>

3.10.1 Simule o crescimento para um horizonte de planeamento de 100 anos recorrendo à FMA criada no exercício 3.9

**3.11 SUBER.** Simulação de uma nova plantação (puro regular) com as seguintes características:

Local:	Mora
Índice de qualidade da estação:	Médio para a região

Ano de simulação	Operação	Detalhes
1	Plantação	Compass 8x4
1	Retanchar	20% da densidade inicial
1, 5, 9, 13	Controlo de veg. espontânea na linha (mista)	
4, 8, 12	Poda de formação	80%, 30%, 10%, 10% árv,
10, 15, <b>td</b>	Desbaste	35% de percentagem de coberto
<b>td</b> [19;40]	Descortiçamento cortiça virgem	Coef descortiçamento 2.0
Td = td+9	Descortiçamento cortiça secundeira e cortiça amadia	Coef descortiçamento 2.5 Coef descortiçamento 3

3.11.1 Crie uma primeira FMA com base na informação fornecida, mas assumindo que não se realiza descortiçamento

3.11.2 Simule o crescimento para um período de 100 anos analisando os resultados de modo a encontrar o ano de simulação para o qual o dug se aproxima de 17 cm (corresponde ao ano a que se devem iniciar o descortiçamento – td)

3.11.3 Uma vez conhecida a idade do primeiro descortiçamento, adapte a FMA criada no ponto 3.11.1 (ou use a FMA FMA\_Sb\_YieldTable\_CC35\_R9.csv) e adapte-a de modo a criar FMAs com diferentes intervalos de descortiçamento

- a) A partir de  $t_d$  com periodicidade de 8, 9, 10, 11 e 12
- b) Qual a periodicidade que lhe permite maximizar o peso de cortiça ao longo do horizonte de planeamento

**3.12 SUBER.** Simulação de um povoamento existente (puro regular) com as seguintes características:

Local:	Coruche, Herdade da Bolota
Idade:	10 anos
Área da parcela:	2000 m <sup>2</sup>
Ficheiro da árvore:	<i>inv_Sb_HBolota_t10_arv.csv</i>

Ano de simulação	Operação	Detalhes
5, 9, 13, 17, 21,25,...	Controlo de veg. espontânea na linha (mista) e aplicação de adubo manual	
8, 12, $t_d$	Poda de formação	30%, 10%, 10% árv,
10, 15, $t_d$	Desbaste	35% de percentagem de coberto
$t_d$ [19;40]	Descortiçamento cortiça virgem	Coef descortiçamento 2.0
$T_d = t_d+9$	Descortiçamento cortiça secundeira e cortiça amadia	Coef descortiçamento 2.5 Coef descortiçamento 3

3.12.1 Crie uma primeira FMA com base na informação fornecida, mas assumindo que não se realiza descortiçamento

3.12.2 Simule o crescimento para um período de 100 anos analisando os resultados de modo a encontrar o ano de simulação para o qual o dug se aproxima de 17 cm (corresponde ao ano a que se devem iniciar o descortiçamento –  $t_d$ )

3.12.3 Uma vez conhecida a idade do primeiro descortiçamento, adapte a FMA criada no ponto 3.12.1 (ou use a FMA FMA\_Sb\_Existing\_CC35\_R9.csv) e adapte-a de modo a criar FMAs com diferentes intervalos de descortiçamento

- c) A partir de  $t_d$  com periodicidade de 8, 9, 10, 11 e 12
- d) Qual a periodicidade que lhe permite maximizar o peso de cortiça ao longo do horizonte de planeamento

