



Implementação de Modelos de Produção em PGF

Aplicação de um caso de estudo no Concelho de Ponte de Sôr

Diogo D'Andrade de Oliveira e Sousa

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais

Orientador: Professora Maria Margarida Branco de Brito Tavares Tomé

Co-orientador: Doutora Joana Amaral Paulo

Júri:

Presidente: Doutor José Guilherme Martins Dias Calvão Borges, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutora Maria Margarida Branco de Brito Tavares Tomé, Professora Catedrática do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor Pedro César Ochôa de Carvalho, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Lisboa, 2012

Agradecimentos

Instituições:

Ao Instituto Superior de Agronomia, por toda a formação académica que proporciona a jovens empenhados em obter um grau académico.

À APFC – Associação de Produtores Florestais do Concelho de Coruche e Limítrofes, pela disponibilização dos dados necessários à realização de um trabalho como este.

MOTIVE – Models for Adaptive Forest Management, also financed by EU (FP7-ENV-2008-1-226544).

Orientadores:

À Professora Margarida Tomé, pela sua dedicação aos jovens alunos.

À Joana Paulo, pelas horas dedicadas na orientação deste trabalho.

Família:

A toda a minha família, em particular Pai, Mãe e Irmã que sofreram juntamente comigo os nervos da elaboração de um trabalho de final de Mestrado.

Amigos:

A todos os meus amigos que de perto me acompanharam, em especial à Margarida Capelo, sempre presente no meu dia-a-dia.

Resumo

O presente trabalho pretende demonstrar a utilização de modelos de crescimento e produção na prática da gestão florestal, em particular na realização de um PGF - Plano de Gestão Florestal. Foi utilizado um modelo de crescimento e produção para montados de sobreiro em Portugal – o modelo SUBER v5.0 – para a simulação do desenvolvimento de dois povoamentos na região de Ponte de Sôr.

Utilizando dados de inventário florestal o modelo SUBER v5.0 permitiu simular a evolução do povoamento nos próximos 30 anos, de acordo com diversas alternativas de gestão, definidas de forma a avaliar o efeito de diferentes opções de gestão do mesmo. Os *outputs* produzidos incluem indicadores do povoamento, da produção de cortiça e lenho, indicadores económicos e do sequestro de carbono.

No final do trabalho fica demonstrada a importância dos modelos de crescimento e produção, como ferramentas para a gestão florestal sustentável das áreas de montado de sobreiro em Portugal, e pela informação adicional que permitem gerar e incorporar num Plano de Gestão Florestal.

Palavras-chave

Plano de Gestão Florestal, SUBER v5.0, Sobreiro, Ponte de Sôr

Abstract

The scope of the present work is to demonstrate the use of growth and yield models in forestry management practice, namely in the elaboration of a forestry management plan. The SUBER model, a growth and yield model for cork oak stands in Portugal was used to simulate the development of two cork oak stands in the area of Ponte de Sôr.

By using data collected from forest inventory, the model SUBER v5.0 allowed to simulate the evolution of the cork oak stands for the next 30 years, according to several management alternatives defined in order to evaluate the effect of different management options in each stand. The resulting outputs include sustainability indicators of cork oaks stands, wood and cork production, carbon sequestration and also economic indicators.

By the end of this work it is clearly demonstrated the importance of these growth and yield models as tools for sustainable forest management for areas of cork oak forests in Portugal, and for the additional information that they can generate and embed in a forestry management plan.

Key-words

Forest Management Plan, SUBER V5.0, Cork oak, Ponte de Sôr

Extended Abstract

Cork oak forest management is of great importance to Portugal, as cork represents over 20% of the Portuguese exports, the country holds approximately 34% of the world's cork production and it covers over than 715 000 hectares of the country territory. Cork oak stands managers are frequently confronted with management problems for which they have no systemized answer. The solutions they find come from family tradition or by applying the same *modus operandi* that their neighbours do. The search for solutions amongst scientific investigations is confronted with doubts from these experiments, which data is many times considered insufficient.

Forests are characterized by long life cycles, have varied structures and composition in space and time, and are conditioned by several factors that make them ecosystems in constant change. Therefore, the study of their evolution in a particular period of time becomes a complex exercise, however determinant for sustainable management (Shao e Reynolds 2006).

Growth and yield models, although mere simplifications of this reality, allow to simulate in time, and in some cases in space, some of the forest ecosystem components. A cork oak forest is characterized by long planning horizons, involving several variables that are subject to external variations, such as climate conditions or market prices. Growth and yield models allow the forest manager to analyze the consequences of different management decisions and alternatives, in a variety of processes from periodic tree growth to the species succession in the forest (Buongiorno e Gilless 2003; Shao e Reynolds 2006).

With the increase of complexity in relation to sustainable forest managing problems, an available set of tools has risen to support this activity. These tools help to achieve several objectives, such as the characterization of the areas to be managed, to the identification and definition of management goals, to understanding the relationship between variables, to planning the operations in time and space, and to build management plans. Therefore, forest simulation models are, together with other tools, fundamental in sustainable forest management.

The Forestry Management Plan is a tool of forest organization applicable to agricultural and forest properties, in which the human interventions are planned both in time and space. These plans' purpose is the sustainable production of goods and services grown in forest areas, which is determined by economic, social and ecological conditions.

The scope of the present work is to demonstrate the use of growth and yield models in forestry management practice, namely in the elaboration of a Forestry Management Plan. The SUBER v5.0 model, a growth and yield model for cork oak stands in Portugal, was used to simulate the development of two cork oak stands in the area of Ponte de Sôr.

By using data collected from forest inventory, the model SUBER v5.0 allowed to simulate the evolution of the cork oak stands for the next 30 years, according to several management alternatives defined in order to evaluate the effect of different management options in each stand. The resulting outputs include sustainability indicators of cork oaks stands, wood and cork production, carbon sequestration and also economic indicators.

By the end of this work it is clearly demonstrated the importance of these growth and yield models as tools for sustainable forest management for areas of cork oak forests in Portugal, and for the additional information that they can generate and embed in a forestry management plan.

Key-words

Forest Management Plan, SUBER V5.0, Cork oak, Ponte de Sôr

Índice

1. Introdução	11
2. Plano de Gestão Florestal	14
3. Modelo SUBER v5.0.....	23
4. Métodos	25
4.1 Opções sobre o modo de utilização dos dados de inventário florestal	25
4.2 Caso de estudo A	26
4.3 Caso de estudo B	27
5. Resultados	29
5.1 Adequação do modelo SUBER para povoamentos de idade e altura dominante desconhecida em locais com classes de qualidade baixas	29
5.2 Aplicação do modelo SUBER ao caso de estudo A	30
5.2.1 Simulação A1: Simulação padrão A	30
5.2.2 Simulação A2: Simulação acerto 2009	33
5.2.3 Simulação A3: Simulação acerto 2013	35
5.3 Aplicação do modelo SUBER ao caso de estudo B	38
5.3.1 Simulação B1: Simulação padrão B	38
5.3.2 Simulação B2: Simulação aumentos em 9 anos	40
5.3.3 Simulação B3: Simulação aumentos em 10 anos	43
6. Discussão.....	45
7. Conclusões	47
8. Referências bibliográficas	48

Índice de quadros

Quadro 1: Matriz de classificação do potencial produtivo	16
Quadro 2: Matriz de classificação do potencial produtivo	16
Quadro 3: Histórico de produção de cortiça 2001-2009.....	18
Quadro 4: Produtividade média estimada de cortiça	18
Quadro 5: Produção total de cortiça estimada	19
Quadro 6: Propostas de gestão no PGF	21
Quadro 7: Preços cortiça 2009	24
Quadro 8: Qualidade da cortiça em cada uma das herdades simuladas	26
Quadro 9: Resumo de operações simuladas.....	28
Quadro 10: VAL e RAE para a simulação A1	31
Quadro 11: Cronograma de escalonamento de produção de cortiça nas extrações previstas para o novénio 2009-2018	32
Quadro12: VAL e RAE para a simulação A2	34
Quadro 13: VAL e RAE para a simulação A3	36
Quadro 14: VAL e RAE simulação B1	39
Quadro 15: VAL e RAE simulação B2	42
Quadro 16: VAL e RAE simulação B3	44
Quadro 17: Comparação dos VAL e RAE das simulações A.....	45
Quadro 18: Comparação dos VAL e RAE das simulações B.....	46

Índice de Figuras e imagens

Figura 1: Parcelas de amostragem herdade B	15
Figura 2: Distribuição de diâmetros dos sobreiros amostrados na herdade A no ano de inventário.....	17
Figura 3: Distribuição de diâmetros dos sobreiros amostrados na herdade B no ano de inventário.....	17
Figura 4: Evolução do número de árvores por ha e da percentagem de coberto na Herdade A. Os resultados para a Herdade B são semelhantes	29
Figura 5: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade A na simulação A1.....	30
Figura 6: Distribuição de diâmetros para a simulação A1 ano 2009. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m).....	31
Figura 7: Distribuição de diâmetros para a simulação A1 ano 2036.	31
Figura 8: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade A na simulação A2.....	33
Figura 9: Distribuição de diâmetros para a simulação A2 ano 2009. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m).....	34
Figura 10: Distribuição de diâmetros para a simulação A2 ano 2036.	34
Figura 11: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade A na simulação A3.....	35
Figura 12: Distribuição de diâmetros para a simulação A3 ano 2013. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m).....	36
Figura 13: Distribuição de diâmetros para a simulação A3 ano 2031.	36
Figura 14: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade B na simulação B1.....	38
Figura 15: Distribuição de diâmetros para a simulação B1 ano 2016. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m).....	39
Figura 16: Distribuição de diâmetros para a simulação B1 ano 2034.	39
Figura 17: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade B na simulação B2.....	41
Figura 18: Distribuição de diâmetros para a simulação B2 ano 2016. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m).....	41
Figura 19: Distribuição de diâmetros para a simulação B2 ano 2034.	42

Figura 20: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade B na simulação B3.....	43
Figura 21: Distribuição de diâmetros para a simulação B3 ano 2017. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m).....	43
Figura 22: Distribuição de diâmetros para a simulação B3 ano 2037.	44

Lista de abreviaturas

APFC – Associação dos Produtores Florestais do Concelho de Coruche e
Limítrofes

PROF – Plano Regional de Ordenamento Florestal

PGF – Plano de Gestão Florestal

PMDFCI – Plano Municipal de Defesa Contra Incêndios

PDM – Plano Diretor Municipal

PAP – Perímetro à Altura do Peito

UGF – Unidade de Gestão Florestal

sIMfLOR – platform for Portuguese forest simulations

VAL – Valor Atual Líquido

RAE – Renda Anual Equivalente

CAOF – Comissão de Acompanhamento das Operações Florestais

1. Introdução

O tema da gestão dos sobreirais é importante em Portugal, dados o significado da cortiça no valor das exportações portuguesas (mais de 20%), o peso de Portugal na produção mundial (aproximadamente 34%) e a dimensão territorial (mais de 715 000 ha, dos quais 84% no Alentejo). (<http://www.apcor.pt/artigo/producao-cortica.htm> acedido em 2/10/2012).

Os gestores de sobreirais confrontam-se, por vezes, com questões para as quais não encontram respostas seguras nem tão pouco sistematizadas. As soluções que se adotam vêm da tradição familiar, ou por imitação do que outros fazem. A busca de soluções junto das entidades que fazem investigação científica defronta-se com as dúvidas destas em relação aos resultados de experiências que efetuaram e que consideram muito insuficientes. O método de escutar a “voz da sabedoria”, na pessoa dos responsáveis de campo mais velhos, não resolve, no caso dos sobreirais, esta busca de soluções porque o ciclo do sobreiral é muito mais longo do que o período de observação individual, não permitindo que as conclusões desta dita observação sobre a evolução do sobreiral, a par de técnicas de manejo diversas, incorpore os fatores «idade do arvoredo» e «regeneração da floresta» (Carvalho 2007).

As florestas são caracterizadas por ciclos de vida longos, estrutura e composição variada no espaço e no tempo, e estão sujeitas a um conjunto de fatores que as tornam um ecossistema em constante mudança. Como resultado, o estudo da sua evolução num determinado período de tempo é um exercício complexo mas determinante para o planeamento de uma gestão sustentável (Shao e Reynolds 2006).

Os modelos de crescimento e produção, embora simplificações desta realidade complexa, permitem a simulação no tempo, e em alguns casos no espaço, de algumas componentes do ecossistema florestal. Esta atividade florestal é caracterizada por um horizonte de planeamento longo, envolvendo diversas variáveis, e sujeita a várias externalidades, como condições climáticas e preços de mercado. Os modelos de crescimento e produção permitem ao gestor florestal ponderar as consequências de diferentes alternativas e estratégias de gestão, em processos que podem ir desde o crescimento periódico das árvores à sucessão de espécies na floresta (Buongiorno e Gillless 2003; Shao e Reynolds 2006).

Com o aumento da complexidade dos problemas relacionados com a gestão florestal sustentável, tem havido um aumento do conjunto de ferramentas disponíveis para o apoio a esta atividade. Estas auxiliam na concretização de diversos objetivos, que vão desde a caracterização das áreas geridas, à identificação e formulação dos objetivos de gestão, à compreensão da relação entre as variáveis, ao planeamento das operações no espaço e no tempo e à realização de planos de gestão. Os modelos de simulação da floresta, a par de

outras ferramentas, são por isso atualmente fundamentais na atividade da gestão florestal sustentável.

Os Planos de Gestão Florestal (PGF) são instrumentos de ordenamento florestal destinados a explorações agrícolas ou florestais, nos quais são planeadas, no tempo e no espaço, as intervenções de natureza cultural e/ou de exploração. Estes planos visam a produção sustentada dos bens ou serviços originados em espaços florestais, determinada por condições de natureza económica, social e ecológica (Decreto-Lei nº 205/99 de 9 de Junho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 16/2009).

A elaboração dos PGF deve conter os seguintes elementos:

(<http://www.florest.pt/index.php?s=servicos&id=&subid=21> acedido em 2/10/2012)

- a) Enquadramento administrativo da área de intervenção;
- b) Avaliação geral dos recursos da unidade de gestão florestal e evolução histórica do seu aproveitamento;
- c) Compartimentação da mata para efeitos de gestão (rede divisional ou compartimentação natural);
- d) Definição e delimitação das parcelas;
- e) Avaliação das áreas, descrição e caracterização das parcelas quanto à composição, à geomorfologia e natureza dos solos, sub-bosque e flora predominante;
- f) A composição, o regime cultural e modo de tratamento, a idade ou fase de desenvolvimento, a caracterização da ocupação da estação, a densidade, a lotação, o grau de coberto e a existência;
- g) Avaliação da qualidade do arvoredo (estado vegetativo e sanitário);
- h) Definição das operações silvícolas mínimas;
- i) Plano geral de exploração e planos de intervenção a médio prazo (no caso de utilização económica dos povoamentos florestais para produção lenhosa), contemplando:
 - A definição dos principais objetivos de exploração e sua justificação;
 - A seleção dos modelos de silvicultura, tipos de explorabilidade e métodos de regulação da produção.
- j) Plano de ação referente à defesa da floresta contra incêndios;
- k) Cartografia na escala de 1:10.000 ou mesmo na escala de 1:5.000, quando se justifique.

(Note-se que o termo parcela nas alíneas d) e e) é utilizado como sinónimo de povoamento)

O presente trabalho pretende aproximar a teoria da realidade, utilizando um modelo para a simulação do desenvolvimento e produção de montados de sobre – o modelo SUBER – e aplicando-o a um caso real baseado em dados de inventário de duas explorações associadas da APFC. O principal objetivo da tese é demonstrar a utilidade que este tipo de ferramentas – modelos de crescimento e produção – pode ter, como apoio à elaboração de planos de gestão. Por outro lado, aproveitou-se também para verificar o comportamento do modelo SUBER em situações diferentes daquelas para as quais foi desenvolvido. O modelo tem sido utilizado principalmente para simular povoamentos regulares, ou irregulares mas com altura dominante conhecida, em classes de qualidade boas a médias. Neste trabalho, fez-se a aplicação do modelo em classes de qualidade inferiores e em povoamentos de idade e altura dominante desconhecida.

2. Plano de Gestão Florestal

Os Planos de Gestão Florestal (PGF) são instrumentos de ordenamento florestal das explorações que regulam, no tempo e no espaço, as intervenções de natureza cultural e de exploração e visam a produção sustentada dos bens ou serviços originados em espaços florestais. São determinados por condições de natureza económica, social e ecológica, com subordinação aos Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF) da região onde se localizam os respetivos prédios e às prescrições constantes da legislação florestal.

Os Planos Regionais de Ordenamento Florestal do Ribatejo (PROF Ribatejo) e do Alto Alentejo (PROF Alto Alentejo) estabelecem a obrigatoriedade de PGF em explorações com mais 100 ha. O presente Plano de Gestão Florestal (PGF), facultado pela APFC, incide sobre 5 Herdades localizadas nas charnecas ribatejana e alentejana onde o objetivo principal da gestão é a produção de rendimentos de forma contínua e sustentável a partir da extração de cortiça, e lenho (Sobreiro, Pinheiro bravo e Pinheiro manso). Nestas herdades, as funcionalidades a favorecer são a produção, a silvopastorícia, caça e pesca em águas interiores, recreio e estética da paisagem.

O PGF em questão, aprovado em 2009 e com validade até 2014, abarca as operações para um horizonte de 30 anos. Das herdades analisadas foram escolhidas duas para este trabalho, doravante referidas como A e B, ambas estão abrangidas pelo PROF do Alto Alentejo, Sub-Região Homogénea da Charneca do Tejo e do Sado. O único produto que se vai considerar para este trabalho é a cortiça, e a principal razão que levou à escolha de somente estas duas herdades foi a quantidade de dados disponíveis recolhidos no inventário. São herdades que apresentam povoamentos puros, com uma pequena percentagem de pinheiros. Para a elaboração do plano consultaram-se os PROF do Ribatejo e Alentejo, o Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI) de Coruche, e os Planos Diretores Municipais (PDM) de Coruche, Ponte de Sôr e Mora.

As propriedades abrangidas por este PGF são geridas pela proprietária desde a década de 80. Desde então, foram realizados alguns investimentos no sentido de recuperar o potencial produtivo dos povoamentos e de aumentar a rentabilidade da exploração. As operações florestais mais significativas realizadas na área de montado foram as seguintes:

- 1985 a 1990 - realização de podas de formação
- Adubações com adubos fosfatados
- 2006 - Abandono da grade de discos e introdução do uso de corta matos para controlo da vegetação espontânea.

O principal objetivo do atual Plano de Gestão Florestal (PGF) é procurar garantir a sustentabilidade da floresta. Neste sentido torna-se necessário efetuar o levantamento da

situação florestal atual através de inventário florestal, por forma a sugerir um calendário para a realização das operações a realizar nos próximos 10 anos contemplados no PGF. A metodologia de inventário florestal consistiu na realização de uma amostragem sistemática através da sobreposição de uma grelha de amostragem. A área das parcelas de inventário foi de 1.000 m². No total foram medidas 40 parcelas na Herdade A e 10 parcelas na Herdade B (Figura 1).

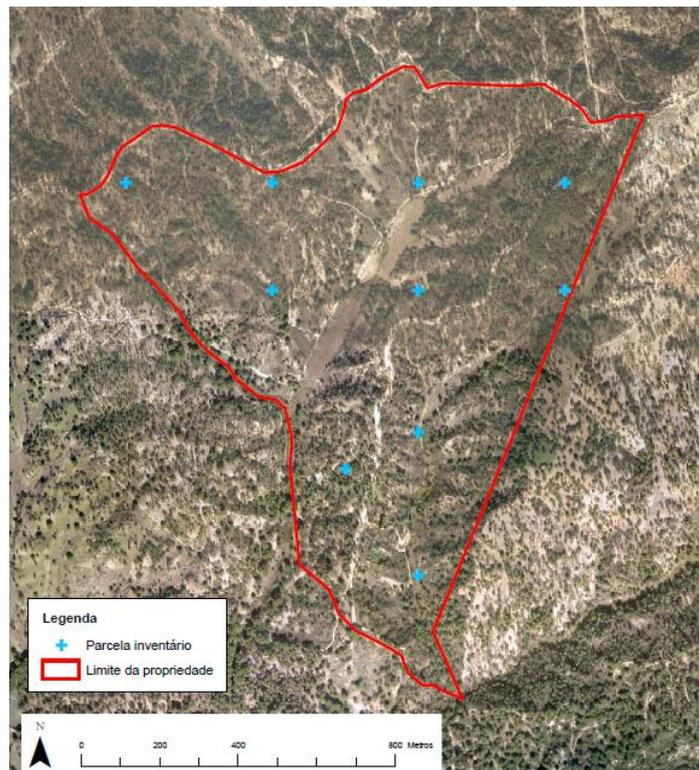


Figura 1: Parcelas de amostragem herdade B

Com base na informação recolhida e disponível no PGF podem descrever-se as Herdades que serão tratadas no presente trabalho:

Herdade A – Floresta composta por montado de sobro aberto nas zonas planas e com elevada densidade na zona de encosta. A norte da Ribeira de Maltim apresenta floresta dominada por montado de sobro misto com pinheiro manso. Verifica-se ainda a ocorrência, em dois locais junto à extrema Norte da propriedade, de várias pequenas manchas de pinheiro bravo adulto.

Herdade B – A floresta é composta por montado de sobro a norte, povoamentos mistos de sobreiro com pinheiro manso a sul, e por uma mancha de pinhal bravo puro, localizada junto à extrema nordeste.

O sobreiro é a espécie dominante em ambas as herdades, responsável pela funcionalidade “Produção”. O principal objetivo de produção é a cortiça potenciando este ecossistema ainda outras duas funcionalidades – a “Silvopastorícia e caça” e “Proteção” (PGF).

De acordo o Plano Regional de Ordenamento Florestal da região do Ribatejo (PROF Ribatejo) a avaliação do potencial produtivo atual para o sobreiro é caracterizado em função da área basal (m^2/ha) e da densidade (n^o árvores/ha), de acordo com a matriz de classificação (Quadro 1) (PGF). Os dados de inventário florestal permitem classificar o potencial produtivo da herdade A como estando dentro dos limites da referência, e o da herdade B como estando abaixo da referência (Quadro 2).

Densidade	Área Basal		
	<5	5 a 10	> 10
0 a 80	1	2	2
80 a 160	1	2	3
> 160	1	2	3

1 - Abaixo da referência; 2 - Referência; 3 - Acima da referência

Quadro 1: Matriz de classificação do potencial produtivo (fonte: APFC 2009)

Herdades	Densidade média Sobreiro (n^o arv/ha)	Área basal média Sobreiro (m^2/ha)	Classe de Potencial produtivo
A	60	6,7	2 – Referência
B	56	4,3	1 – Abaixo da referência

Quadro 2: Matriz de classificação do potencial produtivo (fonte: APFC 2009)

A representação gráfica da distribuição das árvores por classes de diâmetros (Figuras 1 e 2) ilustra a proporção relativamente à dimensão das árvores na área ocupada por montado de sobreiro puro ou misto em ambas as herdades.

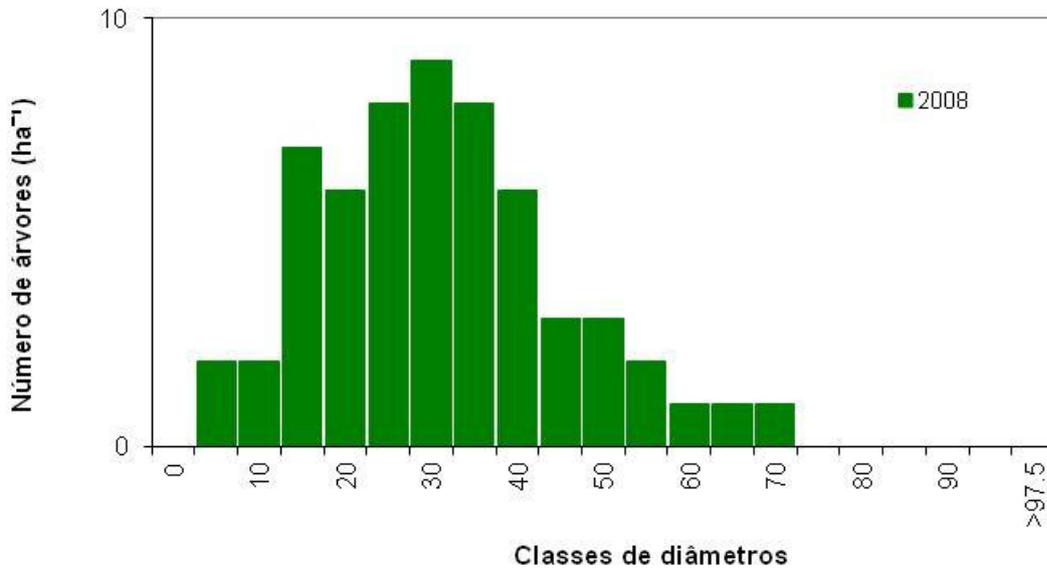


Figura 2: Distribuição de diâmetros dos sobreiros amostrados na herdade A no ano de inventário

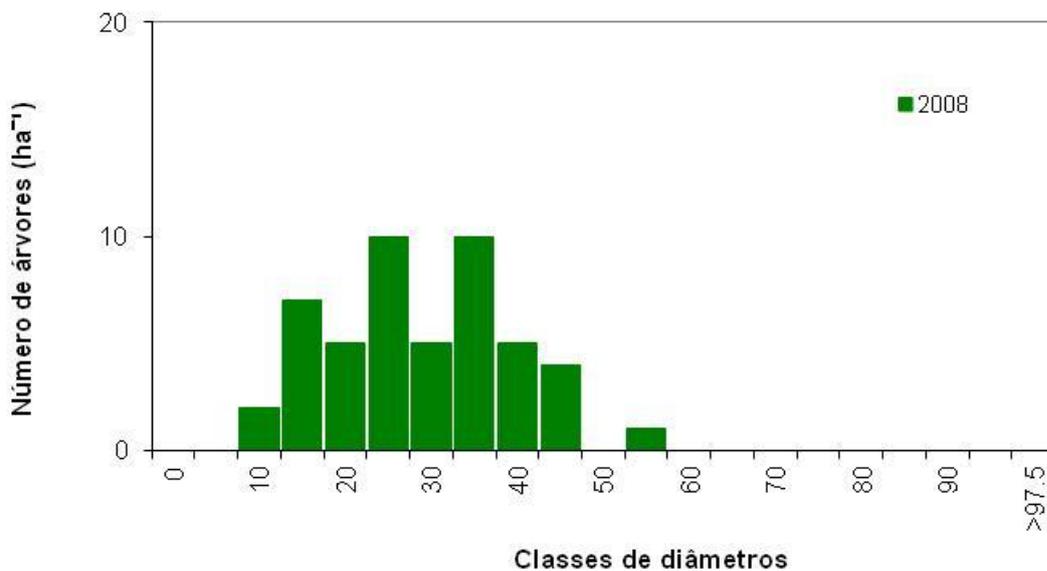


Figura 3: Distribuição de diâmetros dos sobreiros amostrados na herdade B no ano de inventário

Em ambas as herdades predominam os sobreiros na classe de plena produção (≥ 30 cm). A Herdade A tem menos de 50% dos sobreiros nas classes de diâmetro ≤ 20 cm, podendo estas não ser suficientes para substituir a longo prazo os sobreiros que vão morrendo. É também nesta herdade que a proporção de sobreiros em fim de vida é mais elevada. Em ambas as herdades a tiragem ocorre a pau batido por folhas de extração. O quadro 3 apresenta o histórico da produção de cortiça do último novénio. A produção média de cortiça

no novénio 2001-2010, estimada com base no histórico das produções foi de 80 @/ha na Herdade A e de 53 @/ha na Herdade B.

Herdades	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 ¹
A	20.007		8.454	2.697	7.939					6.500	13.507
B								3.922			

Quadro 3: Histórico de produção de cortiça 2001-2009 (fonte: APFC 2009) (¹ – Diferença entre a produção de 2000 e a de 2009, visto esta última ter sido sub-dividida pelos 2 anos)

Com base no inventário florestal realizado, e aplicando modelos de predição do peso de cortiça, foi possível estimar a produtividade das várias folhas de extração no que respeita à produção de cortiça (Quadro 4).

Herdades	Extração	Produtividade média estimada (@/ha)	Intervalo de confiança	Erro (%)
A	2002	58,2	31,6-84,8	45,6
	2003	30,8	8,4-53,2	72,7
	2004	61,4	14,2-108,6	76,8
	2009	186,6	91,0-282,2	51,2
	2010	125,3	71,7-178,8	42,7
B	2007	53,2	24,1-82,4	29,1

Quadro 4: Produtividade média estimada de cortiça (fonte: APFC 2009)

De referir que os valores de produção estimados no PGF são indicativos e suscetíveis de ter algum erro associado, uma vez que foram obtidos com base em amostragens de intensidade baixo e que na estimação da produção de cortiça apenas foram utilizados modelos para estimar a produção de cortiça com 9 anos e não com outras idades.

Pela análise dos resultados verifica-se que a produção real de cortiça se encontra dentro do intervalo de confiança da produção estimada (Quadro 5).

Herdade	Extração	Produção total estimada (@)	Mínimo	Máximo	Histórico da produção (@)
A	2002	9022	4905	13138	8454
	2003	1774	484	3064	2697
	2004	5021	1163	8878	7939
	2009	15087	7358	22817	6500
	2010	8119	4649	11590	n/d
B	2007	5308	2403	8214	3922

Quadro 5: Produção total de cortiça estimada (fonte: APFC 2009)

Determinou-se o coeficiente de descortiçamento atual e máximo, das árvores já descortçadas, o qual foi comparado com o coeficiente de descortiçamento de acordo com a legislação vigente, pois permite avaliar as potencialidades de aumento das alturas de descortiçamento e conseqüentemente da produção de cortiça.

A avaliação efetuada revela que existe em ambas as Herdades uma reduzida percentagem de sobreiros descortçados acima do limite máximo (como indicado no PGF).

Ao contrário da herdade A, onde predominam os sobreiros descortçados dentro dos parâmetros legais, na herdade B a maior parte dos sobreiros encontram-se pouco explorados.

Para os produtores florestais o conhecimento do calibre da cortiça produzida por cada árvore é essencial para que se possam tomar opções sobre a altura de descortiçamento, podendo reduzir ou aumentar a altura consoante o sobreiro seja produtor de cortiça delgada ou grossa, desde que as árvores possuam o vigor vegetativo necessário à produção do calibre de cortiça pretendido, e que não se exceda a altura máxima permitida. Contudo, esta hipótese de que o calibre diminui ao longo do tronco não está comprovada experimentalmente.

Síntese de propostas de alteração à gestão atual descritas no PGF

Com base no inventário florestal realizado foi possível a identificação de alternativas de gestão para a componente florestal das herdades, as quais permitem resolver alguns dos pontos fracos no que diz respeito às características internas da exploração florestal com influência na sua produtividade, tais como o reduzido calibre da cortiça produzida, a dispersão da área florestal e uma distribuição etária do sobreiro concentrada nas classes mais velhas. De forma genérica a existência do PGF da exploração permitirá um melhor acompanhamento das operações por parte do gestor.

É assim disponibilizada uma ferramenta de gestão que poderá ser anualmente atualizada pelo gestor, adequando o cronograma e orçamento às necessidades da exploração e às variações dos preços de mercado dos produtos e operações, bem como possibilitando a articulação com os outros sectores da exploração, como a agricultura, pecuária e a caça.

Para além do planeamento temporal e espacial das diversas operações de condução, manutenção e exploração da componente florestal que têm vindo a ser realizadas na Unidade de Gestão Florestal (UGF), mas que agora se encontram sistematizadas num único documento, são apresentadas no Quadro 6 algumas das propostas de alteração à gestão atual.

Estas propostas foram planeadas de acordo com os objetivos de gestão anteriormente definidos, a médio e longo prazo, na área florestal, devendo ser adotadas as estratégias referidas para serem atingidos os objetivos correspondentes.

Revisões posteriores do PGF e do inventário florestal permitirão monitorizar, e, se necessário, reformular os objetivos de gestão e adaptar a exploração a futuras alterações.

Objetivos	Estratégias	Locais	Prazo
Aumento da taxa de Ocupação no Montado de Sobreiro	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proteção da regeneração natural ✓ Adensamento artificial de clareiras 	A	Curto e Médio
Promoção da Regeneração Natural	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Criação de folhas para promover a regeneração natural e artificial ✓ Marcação prévia da regeneração natural 	A	Curto
Diminuição da Produção de Cortiça Delgada	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recuo das alturas de descortiçamento em árvores produtoras de cortiça delgada ✓ Aumento artificial da fertilidade do solo 	A e B	Médio
Aumento da produção de cortiça	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desbóia dos sobreiros virgens com PAP > 70cm na próxima extração ✓ Aumento da taxa de ocupação com adensamentos de clareiras 	A	Médio

Quadro 6: Propostas de gestão no PGF (fonte: APFC 2009)

No PGF adotaram-se os modelos de Silvicultura SB1 (PROF Ribatejo) e SB4 (PROF Alto Alentejo) – POVOAMENTO PURO DE SOBREIRO

Está ainda prevista no PGF a realização manual de podas de formação nos sobreiros jovens por forma a dar às árvores uma configuração que favoreça a produção suberícola, promovendo um maior equilíbrio entre a parte aérea e a parte radicular.

Nas propriedades abrangidas por este PGF é utilizada uma nova técnica de realização das podas de formação. A inovadora técnica de poda consiste na remoção de ramos da parte superior da copa, obrigando o operador a olhar para a conformação do sobreiro, eliminando os ramos que vão competir com o desenvolvimento do tronco principal, propiciando assim condições para um fuste mais alto, e portanto para uma maior superfície geradora de cortiça.

Estas intervenções são realizadas quando os sobreiros atingem cerca de 2 m, e conduzirão necessariamente a uma 2ª intervenção posterior para remoção dos ramos da parte inferior da copa.

Como regras práticas assinalam-se:

- A execução dos cortes do topo para a base da copa;
- A supressão dos duplos cimos, ou seja árvores com dois ramos principais concorrentes;
- A remoção de ramos potencialmente concorrentes com o ramo principal, ou seja ramos com um ângulo de inserção muito apertado;
- Caso seja necessário, se a copa ainda for abundante, poderão ser removidos os ramos horizontais muito grossos;
- Na impossibilidade do corte total do ramo, este deverá ser limitado parcialmente e cortado no ano seguinte.

Está ainda planeado o abate de sobreiros decrépitos ou com feridas extensas, ou que apresentem sinais de pragas que acarretem a morte das árvores. Neste último caso o material lenhoso deverá ser queimado no local, de forma a destruir a praga e reduzir a contaminação a outras árvores.

3. Modelo SUBER v5.0

O modelo SUBER foi inicialmente desenvolvido no final da década de 90 e, desde aí, têm sido introduzidas diversas melhorias, nomeadamente:

- a. Um conjunto de equações para o crescimento das árvores na fase juvenil (Paulo et al. 2009)
- b. Um modelo para a predição do peso da cortiça quando esta apresenta uma idade diferente de 9 anos (Paulo e Tomé 2010);
- c. Um sistema para a predição do crescimento da cortiça (Almeida et al.2010);
- d. Um modelo para a predição da altura das árvores (Paulo et. Al. 2011);

As descrições das diversas versões do modelo podem ser encontradas em Tomé et al. (1999) e Tomé et al. (2001), apresentando o trabalho de Paulo (2011) a descrição da última versão.

É um modelo de crescimento e produção para árvore individual para o montado de sobro em Portugal, e está atualmente incorporado na plataforma SIMfLOR (Faias et al., 2012).

Este modelo permite, a partir de dados recolhidos em inventário florestal, simular a evolução de diversas variáveis de um povoamento de montado de sobro, da produção de cortiça virgem e amadia, e de outros produtos do montado de sobro (biomassa e carbono).

Para a utilização do modelo SUBER são necessários ficheiros de *input* que devem ser introduzidos em ficheiros Excel, nomeadamente:

- Ficheiro com dados referentes às variáveis dendrométricas recolhidas no inventário florestal
- Ficheiro com a definição do modelo de gestão florestal e sequência de operações para o horizonte de planeamento
- Ficheiro com dados económicos, e um ficheiro de receitas.

O ficheiro com dados económicos utilizado foi baseado nas tabelas de operações florestais definidas pelo CAOF (www.anefa.pt acedido pela última vez em 2/10/2012) e o ficheiro de receitas foi elaborado consoante os preços de cortiça de 2009 fornecidos pela APFC (Quadro 7). Estes preços foram descontados dos custos de transformação de pilha em fardo (5 €/@), e do custo de descortiçamento (3,5 €/@).

Calibres		Qualidade				
		Valor em Fardo - €/@				
		1ª a 3ª	4ª	5ª	6ª	Refugo
Delgadinha	6 a 8 linhas	11.75	0.70	0.70	0.70	0.70
Delgadinha	8 a 10 linhas	11.75	11.65	6.50	6.50	0.70
Delgada	10 a 12 linhas	11.75	11.65	6.50	6.50	0.70
Marca e Meia-marca	12 a 18 linhas	88.25	51.50	6.50	6.50	0.70
Grossa	> 18 linhas	88.25	51.50	6.50	6.50	0.70
Refugo e Bocados		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Aparas		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70

Quadro 7: preços cortiça 2009 (fonte: APFC 2009)

O modelo gera ficheiros de *output* com variáveis da árvore ao longo dos anos de simulação, com a distribuição de diâmetros por hectare de cada parcela de inventário e do povoamento, com variáveis do povoamento ao longo dos anos de simulação calculadas separadamente para cada uma das parcelas de inventário, e um ficheiro com variáveis do povoamento, calculadas como o valor médio das parcelas de inventário para cada ano de simulação.

Estes dados poderão ser consultados em gráficos ou quadros produzidos automaticamente num ficheiro Excel preparado para o efeito.

Em aplicações anteriores (p.e. Coelho et al. 2012), o modelo SUBER tem sido principalmente utilizado para a simulação de povoamentos jovens ou povoamentos adultos regulares de idade conhecida. Neste trabalho o modelo foi testado para um povoamento irregular (herdade A), e outro regular mas de idade desconhecida (herdade B). Em ambos os povoamentos os dados disponíveis do inventário florestal realizado pela APFC não contemplam a medição de alturas das árvores, logo a altura dominante não era conhecida.

4. Métodos

4.1 Opções sobre o modo de utilização dos dados de inventário florestal

O modelo permite que as simulações sejam feitas individualmente para cada parcela de inventário ou, em alternativa, considerando o agrupamento das mesmas. Na primeira alternativa cada uma das parcelas é identificada por um código distinto. É importante notar que neste caso a área de todas as parcelas tem de ser igual. Na outra situação limite o utilizador agrupa os dados de todas as parcelas de inventário, como se formassem uma única parcela representativa da estrutura do povoamento ou área de gestão. Neste caso será utilizado um único código de identificação da parcela, e a área associada será igual à soma das áreas de todas as parcelas agrupadas. Obviamente que a utilização de uma parcela única pressupõe que todas as parcelas são provenientes de um mesmo povoamento.

Os resultados ao nível do povoamento obtidos para cada uma destas opções são aproximadamente iguais. O utilizador deve organizar os dados de inventário da forma que melhor caracterizar a área a simular, e de forma a evitar a utilização de parcelas de pequena dimensão. Tal acontece pelo facto de as estimativas obtidas com a simulação de várias parcelas serem utilizadas para determinar os valores médios do povoamento, resultando num valor aproximado ao obtido pela simulação de uma única parcela que inclui os dados de todas as parcelas de inventário.

Quando as parcelas de inventário medidas têm uma área pequena, não tornando possível considerar que cada parcela é representativa da estrutura local do povoamento (como é o caso em muitos inventários florestais), deverá utilizar-se o método da parcela única obtida pelo agrupamento dos dados das parcelas. Esta opção é particularmente importante na gestão de povoamentos com estrutura irregular, pois doutro modo não é possível aplicar, de forma realista, o algoritmo de desbastes que tenta aproximar a distribuição de diâmetros do povoamento de uma distribuição em J invertido. Esta distribuição só é possível se considerarmos um número de árvores “razoável” e, conseqüentemente, uma área grande.

As simulações efetuadas para ambas as herdades foram feitas para um período de 30 anos, pois não só é esta uma das vantagens da utilização do modelo SUBER, o permitir prever as produções a longo prazo, como é um horizonte temporal referido no PGF, embora no documento que nos foi facultado pela APFC só sejam apresentadas as estimativas de produção do novénio seguinte à sua elaboração e referidas as parcelas a serem descortçadas nos novénios seguintes.

A alteração das alturas de descortiçamento poderá ter implicações ao nível do calibre futuro mas não na qualidade intrínseca da cortiça. Foram efetuadas amostragens de qualidade da cortiça para ambas as herdades conforme mostra o quadro 8.

Herdade	Ano Extração	Rolhável	Delgada	6ª	Refugo
A	2000	32%	38%	-	30%
	2002	65%	33%	-	2%
	2003	24%	60%	-	16%
	2004	72%	17%	-	11%
B	2007	23%	50%	1%	26%

Quadro 8: Qualidade da cortiça em cada uma das herdades simuladas (fonte: APFC 2009)

4.2 Caso de estudo A

A herdade A apresenta um povoamento de estrutura irregular, ou seja, com árvores de diversas idades embora a distribuição de diâmetros se afaste bastante da curva em J invertido característica dos povoamentos jardinados, com uma densidade média de sobreiro de 60 arv/ha e uma área basal média de 6,7 m²/ha (Quadro 2).

Para esta herdade foram consideradas três alternativas de gestão (A1, A2 e A3) para as quais, recorrendo aos dados disponibilizados, foram feitas simulações da evolução do povoamento num horizonte de 30 anos.

A simulação A1 teve como objetivo seguir o padrão de exploração existente na herdade A e é designada por Simulação padrão A. Para esta herdade eram previstas 5 tiragens em anos diferentes (2009, 2010, 2011, 2012, 2013) (Quadro 9) mas, devido à falta de dados recolhidos no inventário, foi necessário fazer-se uma adaptação terminando a simulação com apenas 4 tiragens (2009, 2011, 2012, 2013). O inventário florestal que dá apoio a este PGF foi elaborado em 2008 pelo que as estimativas de produção nele referidas são baseadas nas datas da extração anterior.

As simulações A2 – simulação acerto 2009 e A3 – simulação acerto 2013, pretendem diminuir o número de extrações na propriedade. Desta forma, na simulação A2, dado que a maioria das árvores tinha sido descortçada em 2000 (Quadro 3), acertaram-se as extrações no ano 2009. Isto fez com que todas as extrações com data prevista posterior a 2009 fossem adiadas para 2018 para que a partir daí ocorresse apenas uma tiragem de cortiça em toda a herdade. A simulação A3 pretende o mesmo resultado mas igualaram-se as

tiragens no ano 2013, ano da última tiragem do ciclo de 4 tiragens correspondente à extração de 2004.

No quadro 9 resumem-se as alternativas de gestão testadas na herdade A.

4.3 Caso de estudo B

A herdade B apresenta um povoamento de estrutura regular com uma densidade média de sobreiro de 56 arv/ha e uma área basal média de 4,3 m²/ha (Quadro 2).

Ao contrário da herdade A, esta herdade tem só uma tiragem de cortiça (Quadro 11). No entanto, no PGF é referido que os sobreiros se encontram pouco explorados (como indicado no PGF). Para este caso de estudo foram efetuadas 3 simulações: B1, B2 e B3.

A simulação B1, designada simulação padrão B, prevê o descortiçamento de 9 em 9 anos sem aumentos da altura de descortiçamento. É a simulação mais aproximada à prevista no PGF.

A simulação B2, designada simulação aumentos em 9 anos, mantém as tiragens de 9 em 9 anos mas contempla aumentos na altura de descortiçamento até ao nível legal, por forma a poder-se comparar com a simulação B1 e perceber quais as percas por não se utilizarem os coeficientes de descortiçamento legais.

A simulação B3, designada simulação aumentos em 10 anos, prevê aumentos na altura de descortiçamento mas as tiragens são efetuadas de 10 em 10 anos. No PGF é referido que 50% da cortiça desta herdade é delgada (Quadro 8), pelo que atrasar em um ano a tiragem poderá aumentar um pouco este calibre.

No quadro 9 pode ver-se um resumo das alternativas de gestão testadas na herdade B.

Herdade A	
Simulação padrão A (A1)	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidade de descortçamento de 9 anos - 4 tiragens em anos diferentes (2009, 2011, 2012, 2013) - Simulação com aumento das alturas de descortçamento - Adensamento com regeneração natural de 45 arv/ha - Limpeza de matos com corta-matos de martelos a cada 9 anos
Simulação acerto 2009 (A2)	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidade de descortçamento de 9 anos - Acerto dos anos de descortçamento registados no inventário florestal no ano 2009 - Simulação com aumento das alturas de descortçamento - Adensamento com regeneração natural de 45 arv/ha - Limpeza de matos com corta-matos de martelos a cada 9 anos coincidente com a extração
Simulação acerto 2013 (A3)	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidade de descortçamento de 9 anos - Acerto dos anos de descortçamento registados no inventário florestal no ano 2013 - Adensamento com regeneração natural de 45 arv/ha - Limpeza de matos com corta-matos de martelos a cada 9 anos coincidente com a extração
Herdade B	
Simulação padrão B (B1)	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidade de descortçamento de 9 anos a iniciar em 2016 - Simulação sem aumento das alturas de descortçamento - Adensamento com regeneração natural de 80 arv/ha - Duas limpezas de matos com corta-matos de facas ou correntes a cada 9 anos
Simulação aumentos em 9 anos (B2)	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidade de descortçamento de 9 anos a iniciar em 2016 - Simulação com aumento das alturas de descortçamento - Adensamento com regeneração natural de 80 arv/ha - Duas limpezas de matos com corta-matos de facas ou correntes a cada 9 anos
Simulação aumentos em 10 anos	<ul style="list-style-type: none"> Periodicidade de descortçamento de 10 anos a iniciar em 2017 - Simulação com aumento das alturas de descortçamento - Adensamento com regeneração natural de 80 arv/ha - Duas limpezas de matos com corta-matos de facas ou correntes a cada 10 anos

Quadro 9: Resumo de operações simuladas

5. Resultados

5.1 Adequação do modelo SUBER para povoamentos de idade e altura dominante desconhecida em locais com classes de qualidade baixas

Quando o modelo SUBER é aplicado a povoamentos regulares a idade é geralmente conhecida, assim como a altura dominante. Neste caso, o índice de qualidade da estação, se a idade não for conhecida, é estimado a partir de variáveis climáticas ou destas e do solo. Uma vez conhecido o índice de qualidade da estação e a altura dominante, é possível estimar a idade do povoamento, se regular. Quando a altura dominante não é conhecida, como era o caso nas Herdades A e B, o modelo SUBER estima a idade das árvores a partir do diâmetro à altura do peito. Foi este o método utilizado neste trabalho, uma vez que quer a idade, quer a altura dominante, eram ambas desconhecidas.

O índice de qualidade da estação estimado pelo SUBER para o concelho de Ponte de Sôr, quando não existe informação sobre o solo, foi de 14.6 m, valor que foi adotado para ambos os povoamentos. Não havendo informação sobre a idade e altura das árvores não foi possível utilizar valores diferentes para as duas herdades.

Ao realizar as simulações verificou-se que o modelo SUBER prevê alguma mortalidade nas projeções (Figura 4), a qual é, contudo, compensada com o ingresso da regeneração natural que foi inventariada. O povoamento tem inicialmente uma percentagem de coberto bastante baixa (16.6%) e termina, passados 30 anos, com 25.3%, pelo que não houve necessidade de realizar nenhum desbaste.

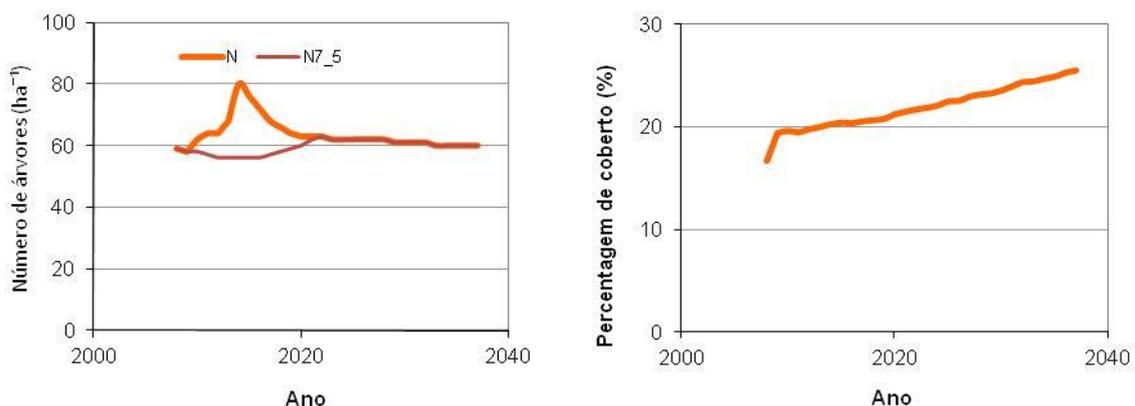


Figura 4: Evolução do número de árvores por ha e da percentagem de coberto na Herdade A. Os resultados para a Herdade B são semelhantes (N é o número de árvores por ha e N7_5 é o número de árvores por ha com $d > 7.5$ cm. Em ambas só se incluem as árvores nas fases juvenil e adulta (as de regeneração não são incluídas))

Para cada uma das simulações realizadas procedeu-se à análise dos gráficos referentes à evolução de algumas variáveis do povoamento e das estimativas da produção de cortiça.

De seguida descrevem-se os resultados das simulações, sendo discutidos posteriormente.

5.2 Aplicação do modelo SUBER ao caso de estudo A

As secções seguintes apresentam as simulações feitas para o Caso de estudo A.

5.2.1 Simulação A1: Simulação padrão A

Com a simulação A1 pretende-se reproduzir as tiragens conforme descritas no PGF. Na Figura 5 pode ver-se a previsão da produção de cortiça, e nos Figuras 5 e 6 as distribuições de diâmetros no início e final da simulação. O Valor Atual Líquido, com uma taxa de juro de 4%, para esta alternativa de gestão, bem como a correspondente Renda Anual Equivalente, encontram-se no quadro 10.

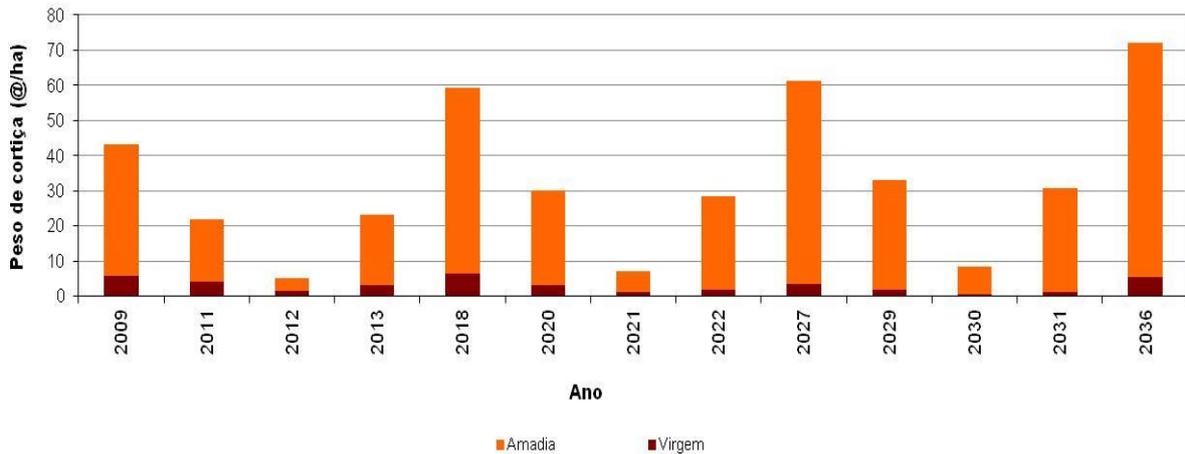


Figura 5: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade A na simulação A1

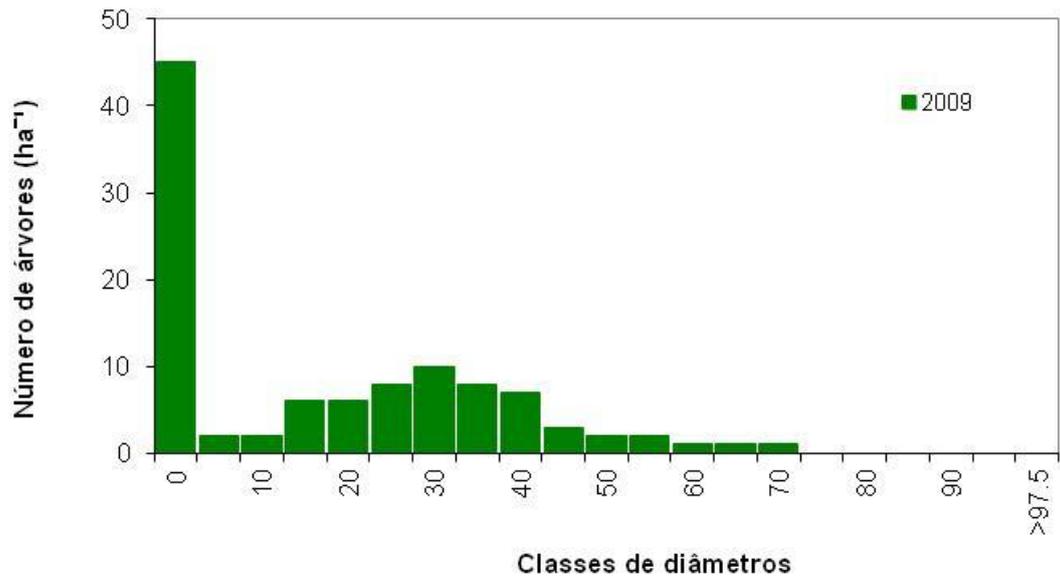


Figura 6: Distribuição de diâmetros para a simulação A1 ano 2009. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m)

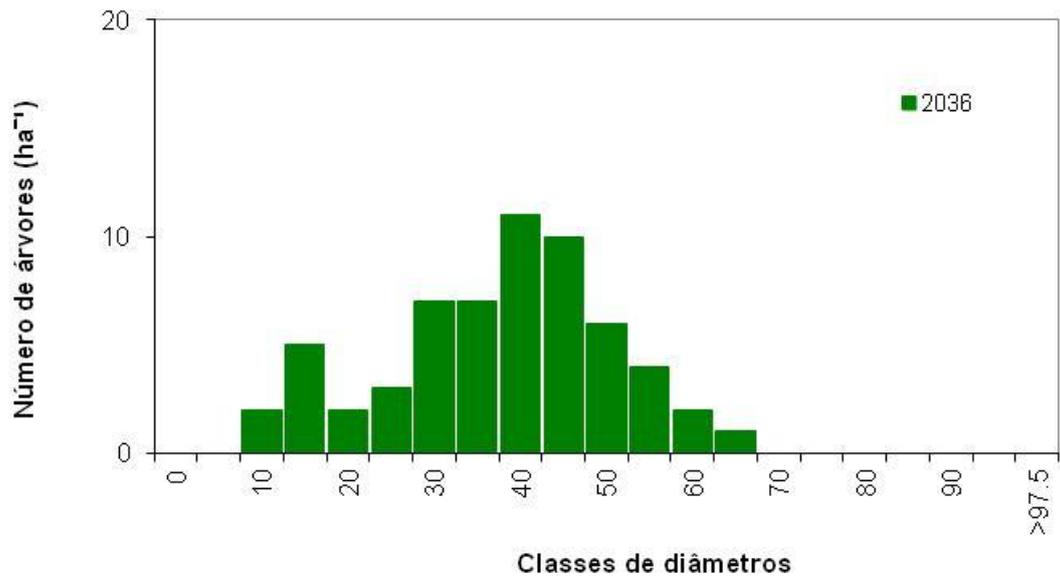


Figura 7: Distribuição de diâmetros para a simulação A1 ano 2036.

A1	
VAL	4602.97 €
RAE	299.43 €

Quadro 10: VAL e RAE para a simulação A1

As diversas tiragens de cortiça praticadas nesta herdade fazem com que ocorram anos com produções consideravelmente superiores a outros. Comparámos os dados de produção de cortiça apresentados no PGF para 2009, reproduzidos no quadro 3, com as produções estimadas pelo modelo SUBER. No inventário, a falta de informação sobre o ano de descortiçamento, em muitas das árvores amostradas, levou a alguns ajustes e suposições baseadas na análise de diâmetros dessas árvores e do número da parcela amostrada onde elas se encontravam. Esta metodologia não levou com certeza à informação mais correta pois dentro de cada parcela amostrada, muitas vezes, encontravam-se árvores com anos de descortiçamento diferentes. Como nem todos esses anos foram anotados na base de dados, houve a necessidade de resolver o problema desta forma.

Para esta simulação esta situação complicou um pouco o tratamento dos dados. Optou-se por, uma vez que no PGF havia a indicação de uma grande quantidade de cortiça ter sido extraída no ano 2000, assumir que as árvores amostradas que não apresentavam ano de descortiçamento teriam sido descortizadas em 2000. Na herdade A a produção real de cortiça apresentada no PGF para o novénio 2001-2010, calculada pela divisão entre a produção total durante 9 anos e a área das folhas respetivas, é de 80 @/ha (peso seco ao ar). A produção estimada pelo modelo SUBER para os novénios 2011-2019, 2020-2028 e 2029-2037 foi de 94, 117 e 135 @/ha (peso seco), respetivamente. Se assumirmos um acréscimo de produção entre os novénios 2001-2010 e 2011-2019 idêntico ao verificado entre 2011-2019 e 2020-2018, a estimativa do modelo SUBER para o novénio 2001-2010 é de 76 @/ha de peso seco, a que correspondem 82 @/ha de peso seco ao ar, bastante próximo do valor do histórico de produções.

	2009	2010 ¹	2011	2012	2013	2016	2018
Herdade	A	A	A	A	A	B	A
Quantidade PGF (@)	6500	8119	8454	2697	7939	3922	6500
Idade (anos)	9	10	9	9	9	9	9

Quadro 11: Cronograma de escalonamento de produção de cortiça nas extrações previstas para o novénio 2009-2018 (fonte: APFC 2009) (¹ – esta previsão é feita com base no inventário, a estimativa com base no histórico seria de 13.507 @)

A previsão da produção de cortiça, no PGF, é baseada na produtividade média estimada e no histórico de produção (Quadros 5 e 11). Pela análise dos resultados, verifica-se que a

produção real de cortiça se encontra dentro do intervalo de confiança da produção estimada, embora a percentagem do erro seja elevada (Quadro 4). Sendo o PGF elaborado em 2009, a previsão de produção de cortiça para o novénio seguinte não deveria ser igual à produção apresentada no histórico (Quadro 5 e 11), dificultando, assim, um pouco a análise dos resultados do modelo SUBER e a comparação com o descrito no PGF.

Os modelos de crescimento e produção, como o SUBER, são modelos que dependem da qualidade dos dados recolhidos em inventário, não são modelos que deem espaço à sensibilidade humana para analisar a situação. Esta simulação foi prova disso, uma vez que, para o uso do modelo SUBER, havia défice de alguns dados, nomeadamente do ano de descortiçamento e da altura dominante

Segundo os dados de inventário estão identificadas cerca de 45 arv/ha de regeneração natural (como indicado no PGF). Estas árvores, bem patentes na Figura 6, integram-se, ao longo dos 30 anos, no restante povoamento (Figura 7), prevendo-se que tenham um impacto significativo na produção futura do montado. (Figura 7)

Esta opção de gestão simulada no caso A1 apresenta um Valor Atual Líquido e uma Renda Anual Equivalente de 4602.97 € e 299.43€, respetivamente (Quadro 10).

5.2.2 Simulação A2: Simulação acerto 2009

Perante a situação verificada na simulação A1 decidiu-se simular uma alternativa de gestão que agrupou as extrações de cortiça em anos certos. Surge assim a simulação A2 que, como referido anteriormente, acertou as extrações de cortiça no ano 2009. Na Figura 8 pode ver-se a previsão da produção de cortiça e nos Figuras 8 e 9 as distribuições de diâmetros no início e final da simulação. O Valor Atual Líquido para esta alternativa de gestão, bem como a correspondente Renda Anual Equivalente, são de 4409.65 €, e 286.85 € (Quadro 12), respetivamente, inferiores à alternativa A1.

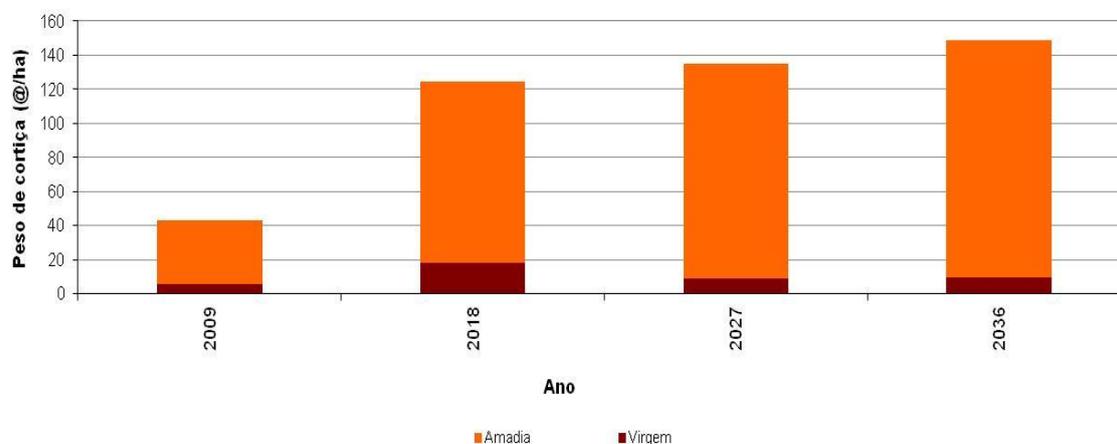


Figura 8: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade A na simulação A2

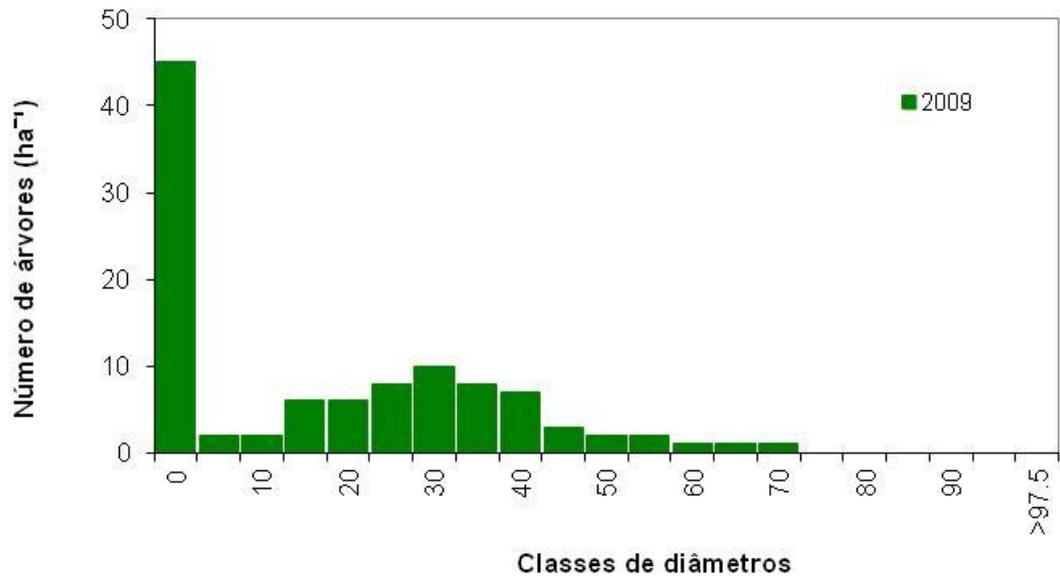


Figura 9: Distribuição de diâmetros para a simulação A2 ano 2009. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m)

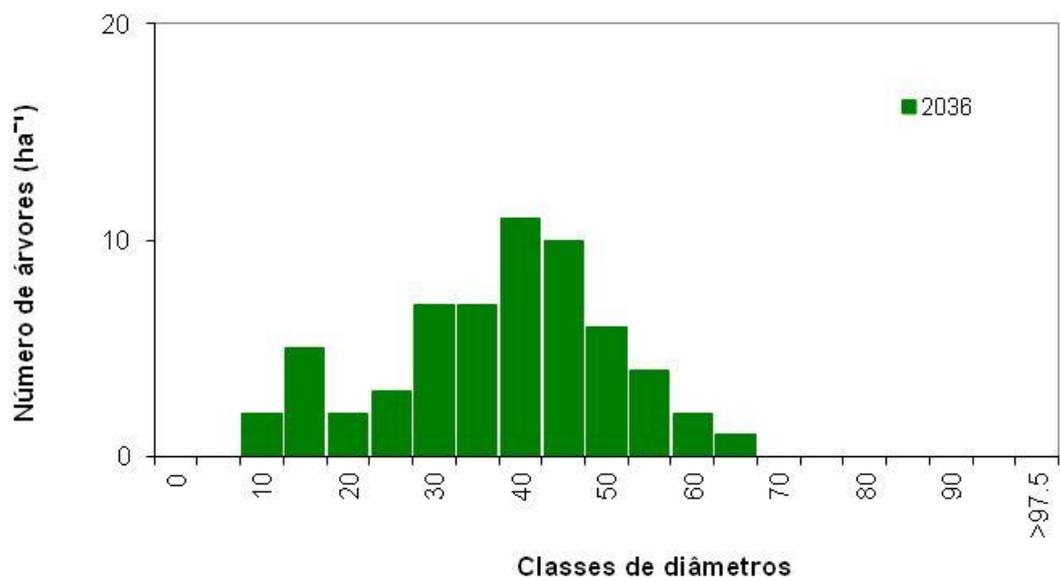


Figura 10: Distribuição de diâmetros para a simulação A2 ano 2036.

A2	
VAL	4409.65€
RAE	286.85€

Quadro12: VAL e RAE para a simulação A2

Tal como referido anteriormente, a simulação A2 acerta as extrações de cortiça no ano 2009, o que faz com que todas as extrações com data prevista posterior sejam adiadas para a extração de 2018. Desta maneira, em 2018 passa a haver extração de cortiça com 8, 9, 14, 15 e 16 anos, para a partir daí passar a haver uma única extração a cada 9 anos.

Esta opção parece lógica pois passa a haver um maior volume de cortiça a ser tirada a cada ano de extração, assim como uma diminuição de pressão sobre o montado no que diz respeito a atividade de pessoas e máquinas. Esta diminuição de pressão sobre o montado poderá potencialmente beneficiar a regeneração natural, pois será menos pisada nestes processos (tendência indicada na Figura 8).

Este agrupar de extrações com cortiças de idades avançadas justifica o aumento verificado na figura na extração do ano de 2018.

As 45 arv/ha identificadas como regeneração, tal como já verificado para a alternativa A1 parecem trazer uma maior estabilização ao povoamento no longo prazo (Figuras 8 e 9). Esta simulação, contudo, apresenta um Valor Atual Líquido e uma Renda Anual Equivalente inferiores à alternativa A1 (Quadro 10).

5.2.3 Simulação A3: Simulação acerto 2013

Com a simulação A3 pretende-se estudar outra alternativa de gestão à situação verificada na simulação A1, simulando desta vez o acerto das extrações de cortiça no ano 2013. A produção de cortiça para esta simulação pode ser vista na Figura 11, nos Figuras 11 e 12 as respetivas distribuições de diâmetros e no quadro 13 o Valor Atual Líquido e a Renda Anual Equivalente.

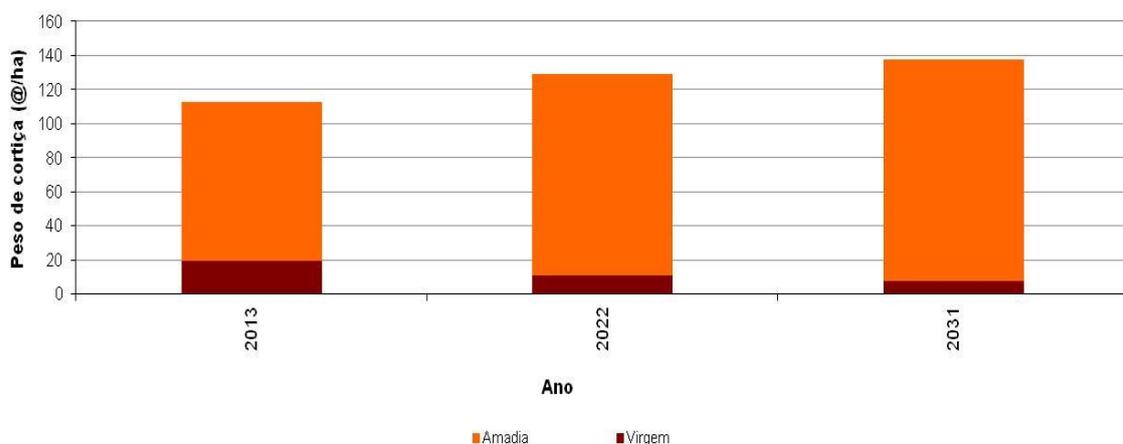


Figura 11: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade A na simulação A3

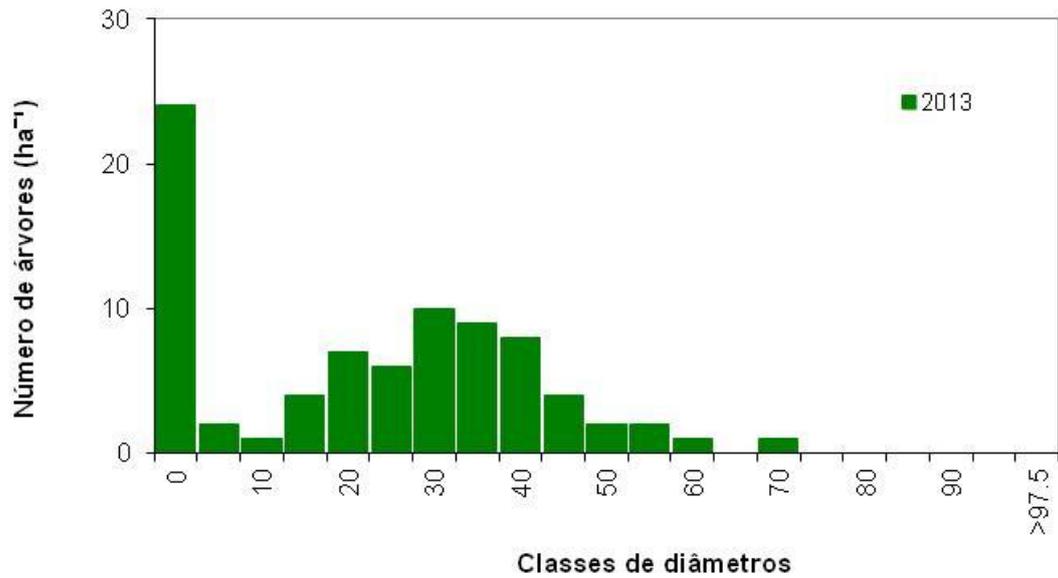


Figura 12: Distribuição de diâmetros para a simulação A3 ano 2013. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m)

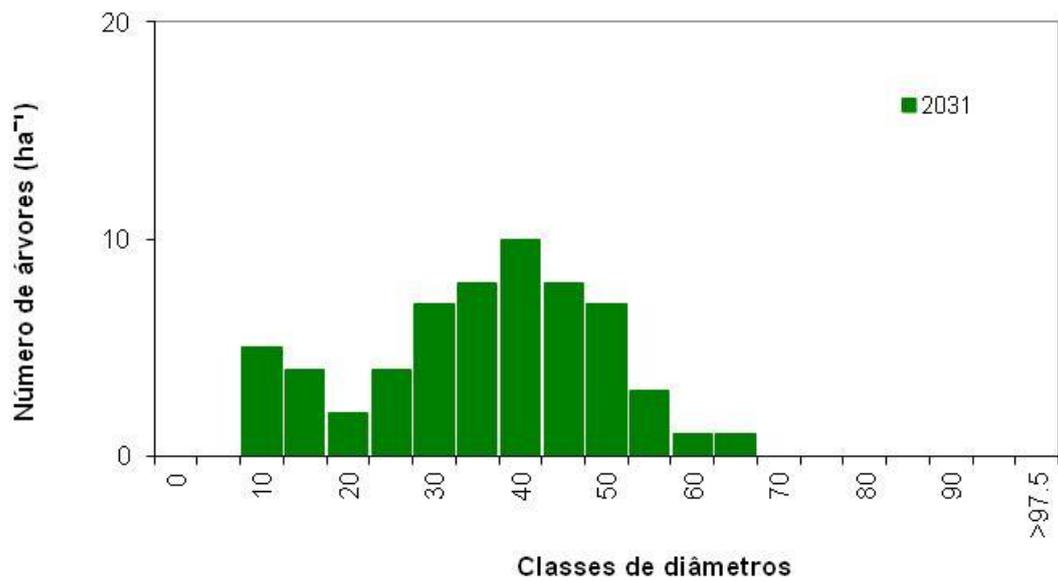


Figura 13: Distribuição de diâmetros para a simulação A3 ano 2031.

A3	
VAL	4282.32€
RAE	278.57€

Quadro 13: VAL e RAE para a simulação A3

Na simulação A3 aplica-se o mesmo princípio da simulação A2 mas acertam-se as extrações no último ano de extração do novénio na herdade, ou seja, simulam-se todas as extrações em 2013. Assim, nesse ano passaria a haver uma única extração de cortiças com idades de 9, 10, 11 e 13 anos. Na data em que o PGF foi elaborado já não seria possível tomar esta decisão, uma vez que a época de extração de cortiça já tinha passado, mas, para questões de comparação e avaliação da evolução deste povoamento específico, esta parece ser uma aproximação relevante.

Este agrupar de extrações implicaria uma maior quantidade de cortiça extraída em 2013, como mostra o Figura da produção (Figura 11). Ocorreria um aumento na produção nos últimos novénios levando a crer que, não só a regeneração terá o seu contributo, como a simplificação na quantidade de tiragens poderá ter alguma influência (Figuras 11 e 12).

Para esta simulação o Valor Atual Líquido e a Renda Anual Equivalente são inferiores aos obtidos com as alternativas A1 e A2 (Quadro 13).

5.3 Aplicação do modelo SUBER ao caso de estudo B

As secções seguintes apresentam as simulações feitas para o Caso de estudo B.

5.3.1 Simulação B1: Simulação padrão B

A simulação B1 prevê a tiragem de cortiça de 9 em 9 anos sem aumentos da altura de descortiçamento, sendo a simulação mais aproximada à prevista no PGF. A produção de cortiça desta simulação está representada na Figura 14, as distribuições dos diâmetros no início e final da simulação poderão ser consultados nos Figuras 14 e 15 e os respectivos Valor Atual Líquido e Renda Anual Equivalente estão apresentados no Quadro 14.

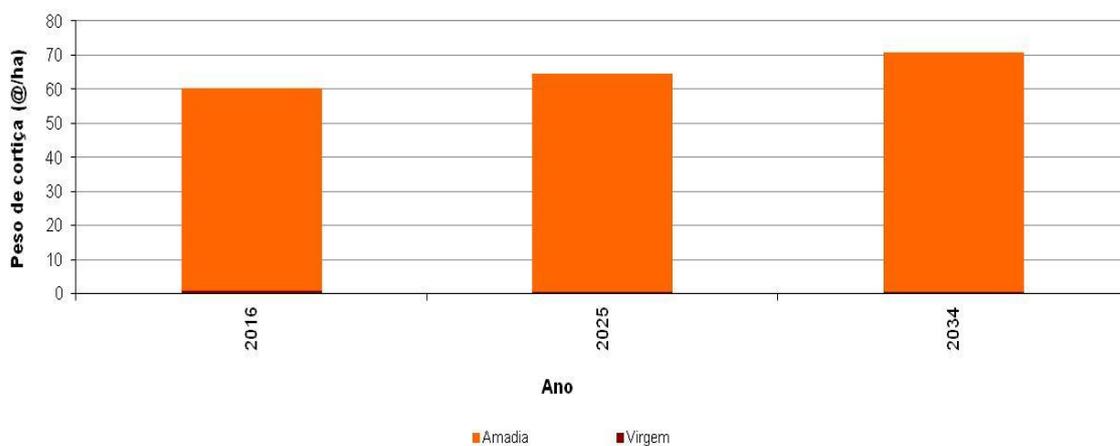


Figura 14: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade B na simulação B1

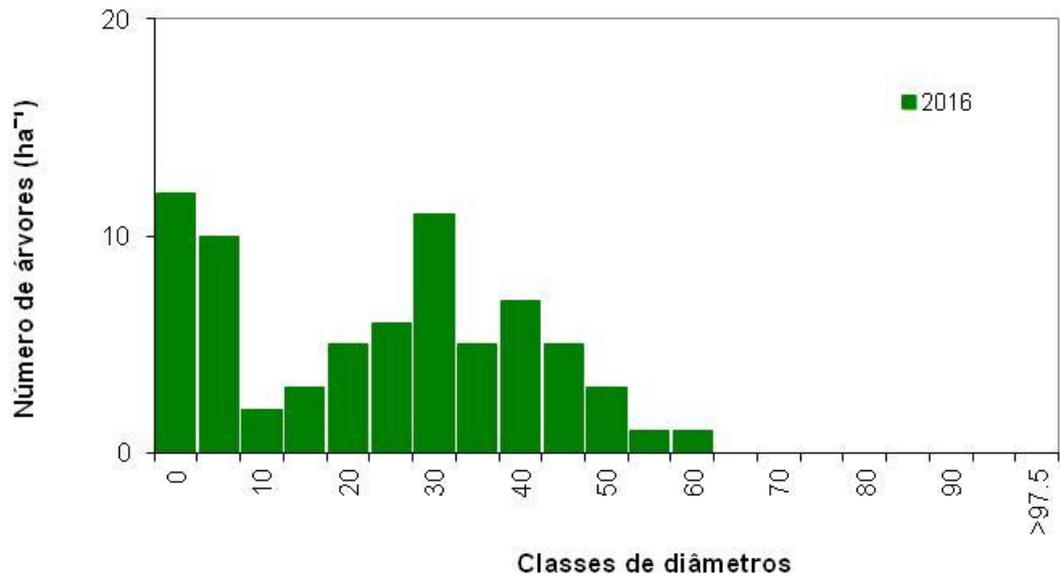


Figura 15: Distribuição de diâmetros para a simulação B1 ano 2016. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m)

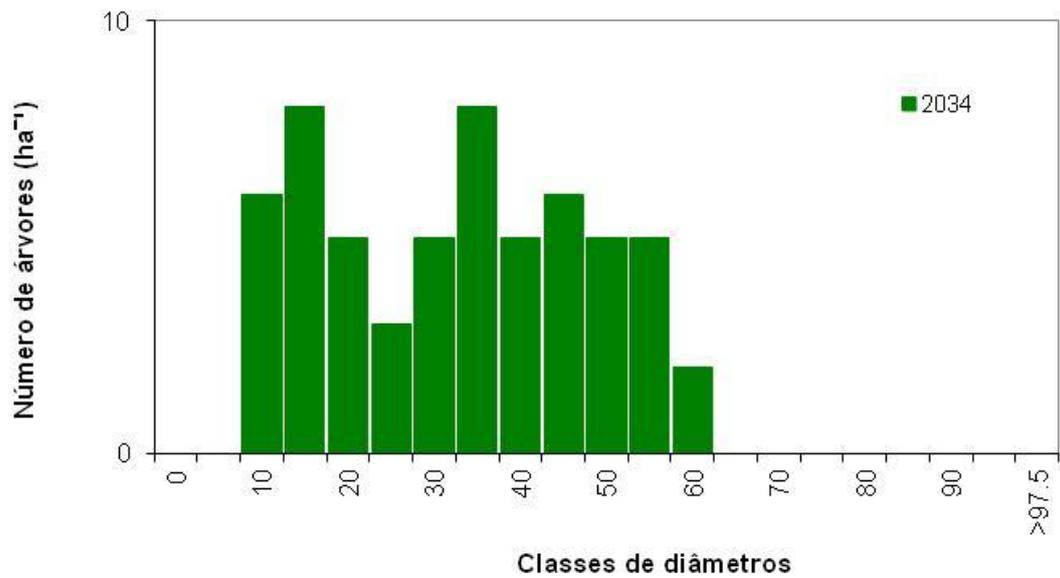


Figura 16: Distribuição de diâmetros para a simulação B1 ano 2034.

B1	
VAL	1505.01€
RAE	97.90€

Quadro 14: VAL e RAE simulação B1

A herdade B apresenta um povoamento regular e uma única tiragem de cortiça a cada 9 anos, tendo sido a última tiragem em 2007 (Quadro 3). A produção de cortiça em 2016 corresponde a 59 @/ha em peso seco, valor que corresponde a 64 @/ha em peso seco ar ar. Se descontarmos o acréscimo de produção verificado nos novénios seguintes, obtemos uma produção de 55 @/ha, em peso seco, a que correspondem 59 @/ha de peso seco ao ar. Este valor é muito próximo do valor registado para a produção em 2007 (53. @/ha como se pode ver no Quadro 4).

A grande vantagem desta simulação é o facto de se poder avaliar o povoamento num horizonte temporal mais extenso. Sendo um povoamento regular, e apresentando esta herdade uma predominância de sobreiros na classe de diâmetros em plena produção (como mostra o Figura 15), se não se der atenção à regeneração natural ou proceder a adensamentos de clareiras, a tendência esperada será a perda de densidade de sobreiros.

A herdade apresenta, contudo, uma elevada regeneração natural (80 arv/ha), sendo de notar que a longo prazo esta regeneração pode ser suficiente para manter os níveis de produção. A capacidade de prever o impacto da regeneração na produção futura de cortiça é uma das vantagens de utilizar o modelo SUBER, embora, neste caso particular, fosse necessário aumentar o horizonte de planeamento para que o impacto da regeneração natural na produção de cortiça se começasse a sentir. De qualquer modo, a percentagem de coberto no final dos 30 anos é ainda bastante baixa (21%). Como se pode verificar no Quadro 14, o Valor Atual Líquido e a Renda Anual Equivalente nesta simulação são bastante baixos, se comparados com os da Herdade A. Note-se contudo que a Herdade B tem a primeira produção apenas em 2016, tendo este facto um grande impacto no VAL.

5.3.2 Simulação B2: Simulação aumentos em 9 anos

A simulação B2 é em tudo semelhante à anterior exceto no facto de se ter levado em conta o aumento das alturas de descortiçamento até ao nível legal, uma vez que nesta herdade os sobreiros se encontravam explorados abaixo deste nível (como indicado no PGF). O Figura 17 diz respeito à produção de cortiça para esta simulação, os Figuras 17 e 18 mostram as distribuições de diâmetros no início e final da simulação e o quadro 15 mostra o Valor Atual Líquido e a Renda Anual Equivalente.

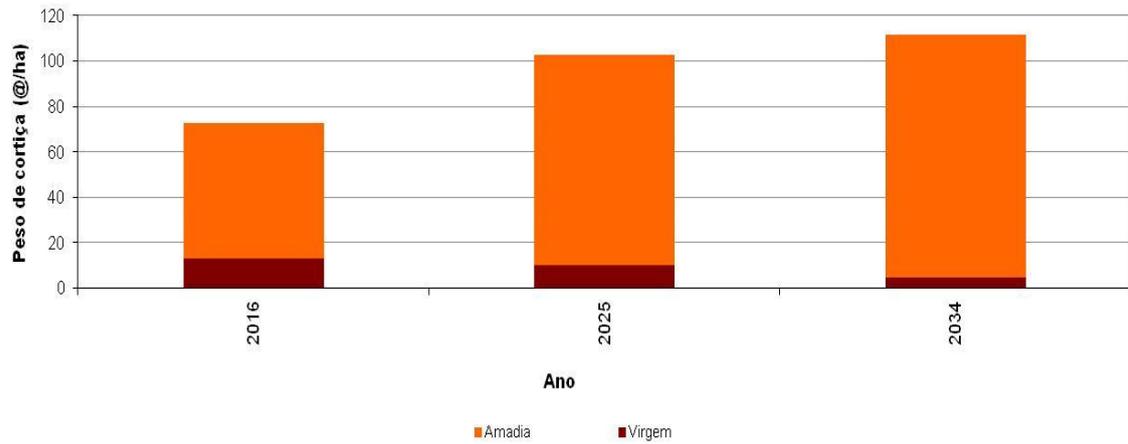


Figura 17: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade B na simulação B2

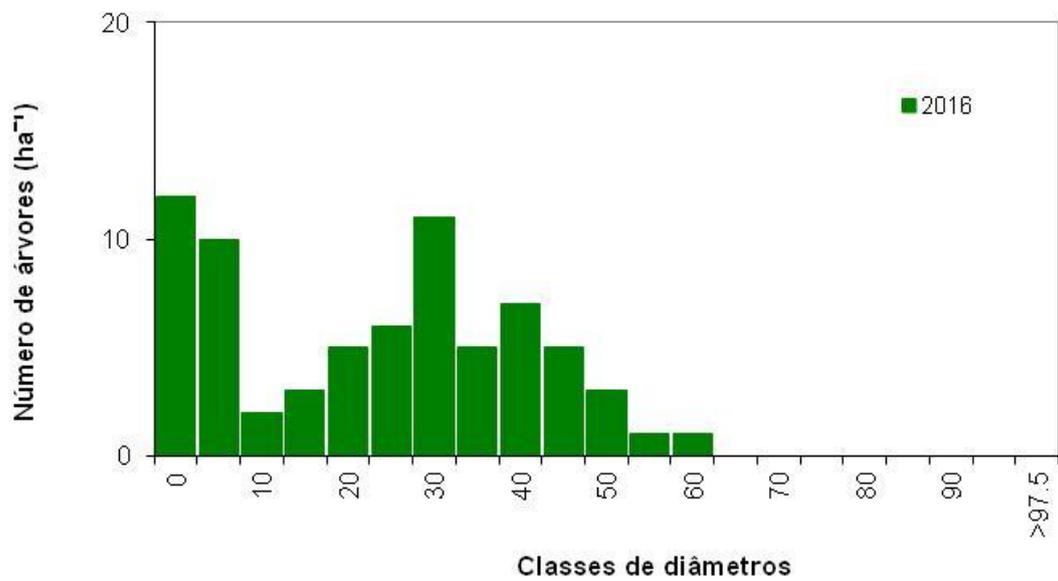


Figura 18: Distribuição de diâmetros para a simulação B2 ano 2016. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m)

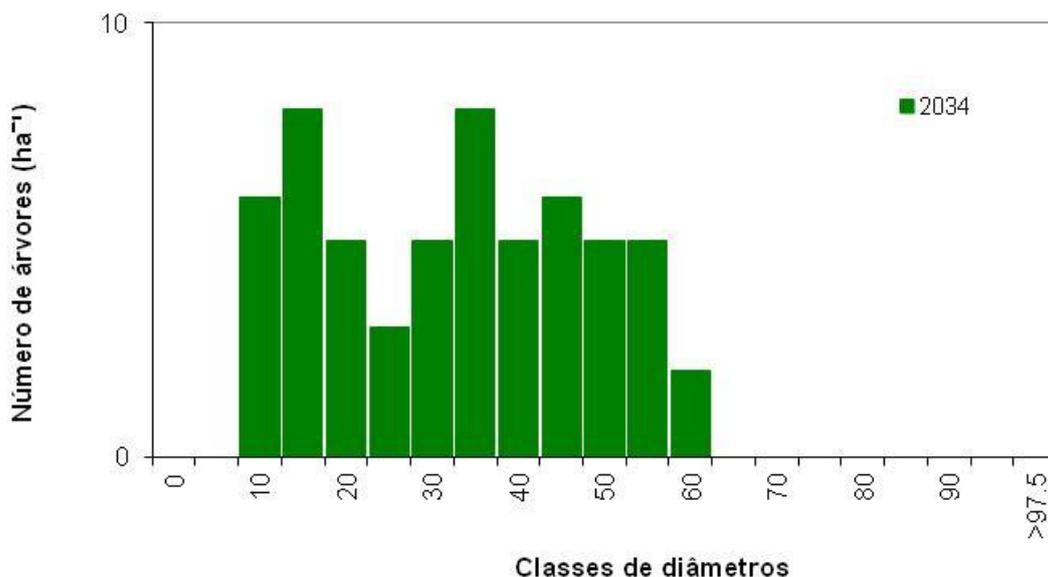


Figura 19: Distribuição de diâmetros para a simulação B2 ano 2034.

B2	
VAL	1989.76€
RAE	129.44€

Quadro 15: VAL e RAE simulação B2

A curto prazo é de notar uma melhoria na produção com ganhos bastante significativos no segundo novénio, aproximando-se os indicadores económicos dos valores obtidos na Herdade A. A ação de aumentar o descortiçamento para alturas legais poderá representar, na terceira tiragem, um ganho na ordem dos 57.8% em relação à simulação anterior, onde estes aumentos não foram equacionados. A existência de uma elevada regeneração natural é notória na evolução da distribuição de diâmetros, prevendo-se que venham a ter um impacto significativo quando as árvores atingirem dimensão para serem descortiçadas.

Ainda que inferiores aos obtidos para a Herdade A, os valores do Valor Atual Líquido e da Renda Anual Equivalente são bastante mais satisfatórios se considerados em comparação com os da alternativa de gestão B1 (Quadro 15).

5.3.3 Simulação B3: Simulação aumentos em 10 anos

Com a simulação B3 tenta-se perceber se haverá ganhos em se tirar a cortiça com 10 anos em vez de 9. Esta é uma questão muito debatida hoje em dia entre a comunidade produtora de cortiça e para a qual ainda não há uma resposta concreta. Os resultados obtidos com esta simulação apresentam-se nos Figuras 19, 20 e 21, e o quadro 16 diz respeito ao Valor Atual Líquido e Renda Anual Equivalente.

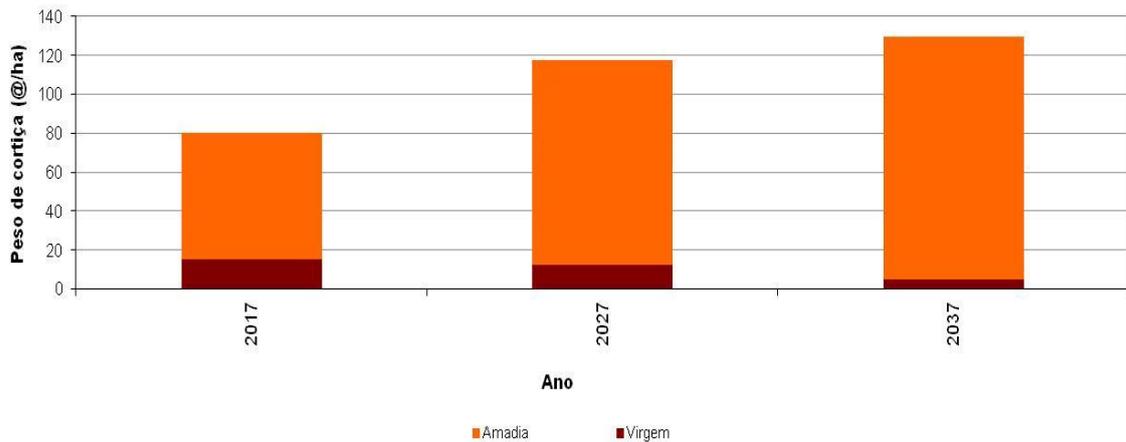


Figura 20: Produção de cortiça (@/ha) nas extrações realizadas na herdade B na simulação B3

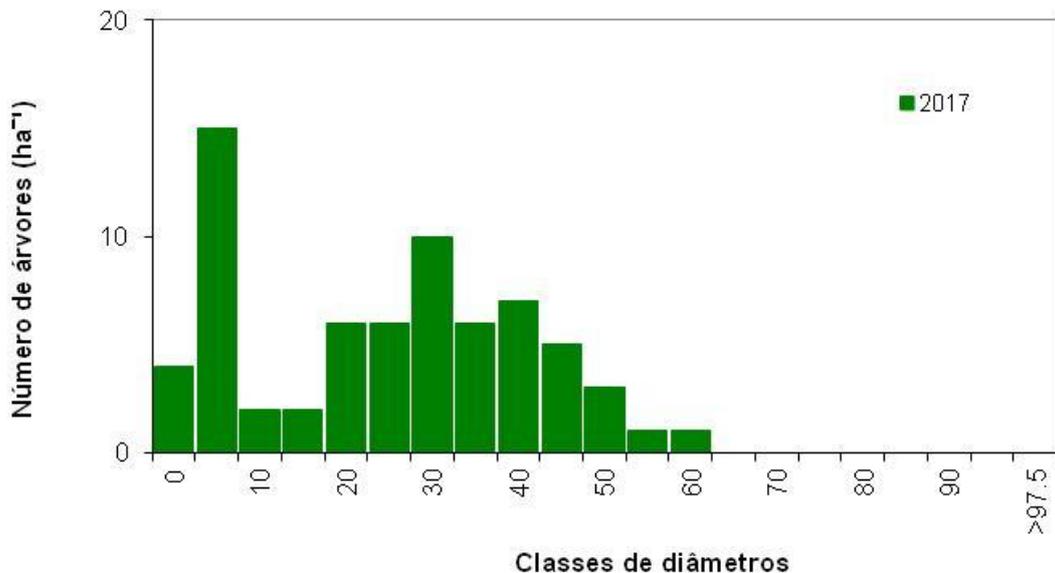


Figura 21: Distribuição de diâmetros para a simulação B3 ano 2017. A classe 0 corresponde à regeneração (árvores com altura < 3 m)

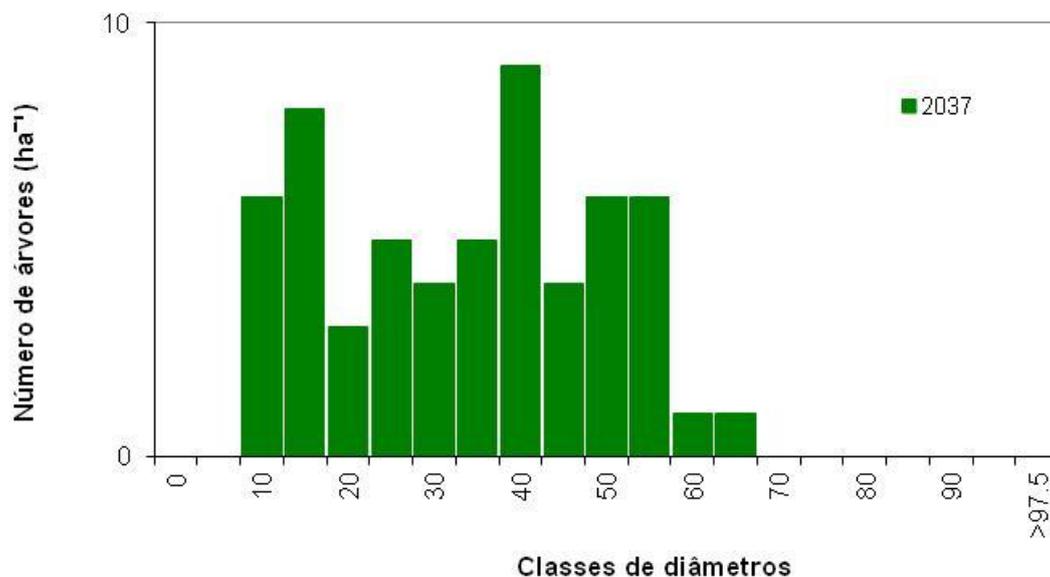


Figura 22: Distribuição de diâmetros para a simulação B3 ano 2037.

B3	
VAL	2042.75€
RAE	132.88€

Quadro 16: VAL e RAE simulação B3

Tal como em B2, para a simulação B3 foi contemplado o aumento da altura de descortiçamento até ao nível legal, mas as extrações passaram a ocorrer de 10 em 10 anos em vez de 9 em 9.

As simulações B2 e B3 levam a valores de VAL e RAE bastante Próximos, embora superiores para a extração de cortiça de 10 em 10 anos. Este aumento deve-se ao crescimento da cortiça durante mais um ano, mas também devido a um possível aumento do preço da cortiça nos casos em que o crescimento de mais um ano tenha levado a uma mudança da classe de calibre para classes de calibre mais valorizadas pela indústria. Convém contudo chamar a atenção que a comparação cobre um horizonte de planeamento de 30 anos, não tendo sido considerado o valor do VAL à perpetuidade, o que levaria certamente a valores mais semelhantes mas não tão corretos.

6. Discussão

Os modelos de crescimento e produção são uma ferramenta essencial como suporte à preparação de planos de gestão. Pensamos que este facto ficou amplamente demonstrado nesta tese, na qual foram comparadas, para cada povoamento, três alternativas de gestão. Assim, em vez de propor uma alternativa de gestão apenas com base no conhecimento empírico do técnico com a responsabilidade de desenvolver o PGF, o proprietário tem a possibilidade de, em conjunto com o técnico encarregue de fazer o PGF, analisar as diversas opções testadas, as respetivas vantagens e desvantagens e tomar decisões bem informadas.

A simulação A1 (simulação padrão A) aparenta não ter uma lógica nas extrações, já que ocorrem tiragens em anos diferentes, com produções altas nuns anos e baixas noutros. Na perspetiva do proprietário apenas possuir uma propriedade este cenário poderia fazer sentido, uma vez que haveria uma entrada de capital em anos diferentes, ainda que menor do que se fosse toda conjunta. Comparando os VAL e RAE das simulações A2 e A3, a simulação A1 é a mais atraente (Quadro 17). No entanto, olhando de uma perspetiva mais global, as conclusões poderão ser diferentes. Analisando o PGF este documento é aplicado a 5 propriedades todas pertencentes à mesma proprietária. Das 5 apenas esta, a A (Quadro 3), apresenta extrações fracionadas por anos, ocorrendo em todas as outras apenas uma extração por novénio. Esta situação não parece vantajosa, pois é preferível coordenar as propriedades para que ocorram tiragens em cada uma em anos diferentes das outras, do que ter uma propriedade com tantas tiragens mais pequenas. No entanto o modelo SUBER não consegue incorporar esta informação, apenas consegue tratar uma propriedade de cada vez e não o panorama geral, pelo que o VAL e RAE não contemplam esta variável.

	A1	A2	A3
VAL	4602.97€	4409.65€	4282.32€
RAE	299.43€	286.85€	278.57€

Quadro 17: Comparação dos VAL e RAE das simulações A

Para a simulação A1 também é previsível que, com tanta atividade humana e mecânica, ocorra pisoteio de regeneração e compactação do solo, podendo diminuir a capacidade de regeneração do povoamento, facto que poderá ajudar a explicar que, a longo prazo, a mortalidade aumente.

Os resultados das simulações para a herdade B podem também ajudar o proprietário a tomar a decisão sobre a melhor alternativa de gestão a aplicar. As alternativas B2 e B3, considerando o aumento dos coeficientes de descortiçamento para os valores legais, são bastante superiores à alternativa B1 (Quadro 18).

	B1	B2	B3
VAL	1505.01€	1989.76€	2042.75€
RAE	97.90€	129.44€	132.88€

Quadro 18: Comparação dos VAL e RAE das simulações B

Convém salientar que o modelo SUBER não entra em linha de conta com possíveis efeitos que a subida dos coeficientes de descortiçamento possa ter no calibre da cortiça, pelo que os valores dos indicadores económicos correspondentes às alternativas B2 e B3 podem estar ligeiramente sobrestimados. No entanto, à parte do erro possivelmente introduzido pelas limitações do modelo SUBER, tanto a análise da ordem de grandeza do VAL e RAE como a análise da produção de cortiça na simulação B2, em comparação com a simulação B1, levam a concluir que não ter em conta as alturas de descortiçamento legais provoca uma perda de produção e consequente diminuição do retorno económico. Entre descortiar aos 9 anos ou aos 10, a diferença dos valores das extrações resultantes das simulações B2 e B3 não é muito grande (Figuras 16 e 19). Já pela comparação dos VAL e RAE destas duas simulações (como mostra o quadro 18), a extração com intervalos de 10 anos é mais atrativa, embora seja de ter em conta, como já mencionado no ponto anterior, que a comparação não foi feita com base no VAL à perpetuidade.

Este povoamento apresenta valores de regeneração natural bastante elevados (80 arv/ha), pelo que, quando as árvores em regeneração atingirem a dimensão para serem descortçadas, se prevê um acréscimo na produção.

7. Conclusões

O objetivo deste trabalho é perceber se a aplicação de um modelo de crescimento e produção como o modelo SUBER poderá trazer uma mais-valia nas decisões dos produtores florestais, mais-valia esta que ficou bem patente.

Muito mais se poderia estudar neste assunto, uma vez que as possibilidades de simulação deste modelo em termos de alternativas de gestão são muito mais extensas do que as que aqui se utilizaram.

Para este trabalho a natureza dos dados de inventário florestal fornecidos não facilitou a elaboração das simulações, apresentando problemas frequentes como a pequena dimensão das parcelas ou incongruências entre valores de variáveis de uma mesma árvore. Note-se que não foram dados recolhidos a pensar no uso do modelo SUBER, mas antes no recurso a equações para determinação da produção de cortiça num único instante no tempo. Com uma melhoria na forma de recolha dos dados de inventário florestal no momento da elaboração do Plano de Gestão Florestal, e com a ajuda da plataforma *user friendly* onde o modelo SUBER está presentemente implementado – SIMFLOR – o uso deste modelo fica muito simplificado e acessível a um universo de utilizadores mais abrangente.

A versão do modelo utilizada neste trabalho apresenta ainda alguns desajustes para lidar com a variedade de situações que se verificam nos povoamentos. Por exemplo, o possível efeito do aumento do coeficiente de descortiçamento no calibre da cortiça não é tido em conta pelo modelo SUBER e poderá levar a uma sobreavaliação do impacto desta decisão.

Apesar das suas limitações, o uso de um modelo como o SUBER é vantajoso por várias razões. Um tomador de decisão poderá aperceber-se da evolução do povoamento em horizontes temporais muito superiores ao comumente praticados atualmente nos PGF. Tem acesso a uma série de informação que poderá ser utilizada para incorporar uma análise económica aprofundada, assim como poderá ponderar ajustes nas operações de condução dos povoamentos. Um outro aspeto que importa salientar é a possibilidade que o modelo dá ao utilizador de analisar o impacto que a regeneração terá a longo prazo na produção de cortiça. Por outro lado, a informação gerada pelo modelo não só diz respeito ao presente, à semelhança do PGF estudado, mas à evolução, no futuro, de determinadas variáveis para as quais as equações utilizadas no PGF não dão resposta. Com os atuais requisitos do Protocolo de Quioto, dados como a evolução do sequestro de carbono poderá ser importante a ter em conta.

Desta forma se conclui que a aplicação de um modelo de crescimento e produção como o SUBER, permite alargar o conhecimento sobre diversas variáveis importantes para a tomada de decisão sobre o PGF a seguir, e facilitar a sua elaboração.

8. Referências bibliográficas

- Almeida, A. Tomé, J., Tomé, M., 2010. Development of a system to predict the evolution of individual tree mature cork caliber over time. *Forest Ecology and Management* 260(8): 1303-1314.
- APFC. 2009. Plano de gestão florestal. Herdades de Cavaleiros, Onzenas, Val da Cal, Asseisseira e Água Doce. Coruche.
- Buongiorno, J., Gilles, J. K. 2003. *Decision Methods for Forest Resource Management*, Academic Press. San Diego, CA. 439 pp.
- Carvalho, J. M. 2007. Princípios da Gestão de Sobreirais – As boas práticas, a sustentabilidade e a exploração. Principia, Estoril, pág. 13
- Coelho, M. B., Paulo, J. A., Palma, J., Tomé, M., 2012. Contribution of cork oak plantations installed after 1990 in Portugal to the Kyoto commitments and to the landowners economy. *Forest Policy and Economics* 17:59-68.
- Faias, S. Palma, S., Barreiro, S., Paulo, J. A., Tomé, M. 2012. sIMfLOR – platform for the Portuguese forest simulators. *Forest Systems*. Em publicação.
- Paulo, J. A. 2011. Desenvolvimento de um sistema para apoio à gestão sustentável de montados de sobreiro. Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal, 188 pp. <http://hdl.handle.net/10400.5/3850>
- Paulo, J. A., Tomé, J. and Tomé, M., 2011. Nonlinear fixed and random generalized height-diameter models for Portuguese cork oak stands. *Annals of Forest Science* 68(2): 295-309.
- Paulo, J. A., Tomé, M., 2010. Predicting mature cork biomass with t years of growth based in one measurement taken at any other age. *Forest Ecology and Management* 259: 1993-2005.
- Paulo, J., Tomé, M. Tomé, J., 2009. An individual tree growth model for juvenile cork oak stands in Portugal. *Silva Lusitana* 17(1): 27-38.
- Tomé, M., Coelho, M. B., Almeida, A., Lopes, F., 2001. O modelo SUBER. Estrutura e equações utilizadas. Relatórios técnico-científicos do GIMREF nº 2/2001. Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal.
- Shao, G., Reynolds K. 2006. *Computer applications in sustainable forest management. Including perspectives on collaboration and integration. Series: Managing Forest Ecosystems. Volume 11.* Springer. The Netherlands. 276 pp.

Tomé, M., Coelho, M. B., Pereira, H. & Lopes, F., 1999. A management oriented growth and yield model for cork oak stands in Portugal. In: A. Amaro & M. Tomé (Eds), *Empirical and Process-Based Models for Forest Tree and Stand Growth Simulation*, Edições Salamandra, Novas Tecnologias, Lisboa, Portugal, pp. 271-289.