



**Avaliação económica de estratégias
alternativas de recuperação da floresta
após o fogo, considerando o custo inicial
e o das operações de limpeza associadas**

Pedro Madureira Vasconcelos Lopes

PARA APRECIÇÃO POR JÚRI

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Abílio Carlos Pereira Pacheco

Co-orientador: António Miguel da Fonseca Fernandes Gomes

19 de Julho 2021

Resumo

A falta de gestão de muitas áreas florestais é um dos problemas que mais contribui para o aumento do número de fogos e de área ardida em Portugal. Os espaços florestais muitas vezes possuem grandes áreas com excesso de vegetação "combustível", o que faz com que na ocorrência de um incêndio a área ardida seja potencialmente maior. A reflorestação pós-fogo pode ser vista como uma parte importante das medidas de prevenção. Nesta dissertação são analisadas estratégias baseadas em dois métodos de reflorestação pós-fogo, considerando os seus custos respetivos: restauro ativo (floresta plantada e floresta semeada) e restauro passivo (regeneração natural e regeneração natural conduzida).

Foram definidas estratégias de reflorestação pós-fogo baseadas nestes métodos de regeneração para duas espécies dominantes nos espaços florestais portugueses, o Eucalipto e o Pinheiro bravo. Estas estratégias foram analisadas do ponto de vista económico com base no desenvolvimento de um simulador de investimento (SiGef).

Com esse intuito, foram recolhidas informações acerca das operações florestais a utilizar em cada uma destas estratégias. Com esta informação desenvolveram-se planos de reflorestação pós-fogo para as espécies em causa. Através da utilização de modelos de crescimento de povoamentos florestais pré-existent (GLOBULUS 2.1 e PBravo) foi projetada a sua evolução, e destes resultados, foram retirados todos os valores para as variáveis devolvidas pelos modelos em causa.

Com esta análise avaliou-se a rentabilidade destas estratégias alternativas (seis) considerando-se ambas as espécies. Uma vez que há variações nas condições do solo e climáticas em diferentes regiões do nosso país, a avaliação realizada para esses locais mostra a melhor opção entre os métodos de reflorestação pós-fogo analisados em função do contexto regional. Foram também considerados diferentes cenários de investimento, nomeadamente público e privado, sendo assim obtida a melhor solução de acordo com cada situação. Este simulador de investimentos (SiGef) integra ainda um cenário de ocorrência de incêndio com o objetivo de avaliar o impacto na escolha da estratégia preferencial.

A análise dos resultados obtidos permite constatar que, quer se trate de um investimento público ou privado, as alternativas associadas ao Eucalipto dominam as alternativas associadas ao Pinheiro bravo. Também se constata que se um investidor puder escolher a região onde vai investir, deve sempre escolher regiões do litoral uma vez que o resultado operacional atualizado, obtido pela diferença entre proveitos e custos, é sempre superior, quando comparado com regiões do interior.

O simulador de investimentos desenvolvido (SiGef), além de permitir a avaliação económica entre alternativas e a escolha da estratégia ótima, permite efetuar uma análise de sensibilidade sobre o custo das operações associadas a cada estratégia, sendo assim também uma ferramenta útil para a identificação dos custos mais elevados como forma de potenciar inovação com vista à sua redução.

Abstract

Lack of control over the forest area is a major contributor to the increase of fires and burned area in Portugal. Forest zones often have extensive areas of "fuel"vegetation, which in case of fire leads to a potentially larger burned area. Post-fire reforestation is a fundamental part of prevention measures. In this dissertation strategies are analyzed based on two methods of post-fire reforestation considering their respective costs: active restoration (planted forest and sown forest) and passive restoration (natural regeneration and conducted natural regeneration).

Post-fire reforestation strategies were defined based on these regeneration methods for two different dominant species in portuguese forests, Eucalyptus and Pinus pinaster. These strategies were analized from an economic point of view through the development of an investment simulator (SiGef).

For this purpose, data about forest operations to use in each strategy was collected. With this data pos-fire reforestation plans were developed for the concerned species. Through the use of growth models of pre-existing forest stands (GLOBULUS 2.1 and PBravo) its evolution was projected, and from these results, all values for variables returned by the models were taken.

With this analysis the profitability of these alternative strategies (six) was evaluated, considering both species. Taking into account that there is variability in soil and weather conditions in different regions of our country, the evaluations shows the best options regarding the post-fire reforestation methods analysed according to regional context. There were also considered different investment scenarios, namely private and public, thus obtainig the best solution according to each situation. This investment simulator (SiGef) also integrates a fire occurence scenario that evaluates the impact of each prefrencial strategy.

Results' analysis allow us to see that, whether it is a public or private investment, the alternatives associated with Eucalyptus dominate the alternatives associated with Pinus pinaster. We also see that if an investor can choose the region to invest, he should choose coastal regions, since the updated operational result, obtained by the difference between profits and costs, is allways superior when compared with inland regions.

The investment simulator developed (SiGef), besides allowing the economic evaluation between alterantives and choice of better strategy, it also allows to carry out a sensitivity analysis on the cost of operations associated with each strategy, thus being a useful tool for the identification of higher costs as a way to leverage innovation with a view to its reduction.

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, estiveram presentes para me ajudar a ultrapassar este percurso académico que me trouxe até aqui.

Especialmente, gostaria de agradecer ao Professor Abílio Pereira Pacheco e ao Professor Miguel Gomes por toda a disponibilidade, ajuda e conhecimento que disponibilizaram e transmitiram ao longo do desenvolvimento de todo o projeto.

Também quero deixar o meu profundo agradecimento ao ICNF e em particular ao Engenheiro Rui Almeida, Comandante Nacional da Força de Sapadores Bombeiros Florestais, que teve um papel fulcral no desenvolvimento da dissertação, mostrando-se sempre disponível para o esclarecimento de dúvidas e dificuldades que foram encontradas.

Queria também agradecer ao INESC TEC e ao ForestWISE que proporcionaram as condições de trabalho e apoio necessárias para desenvolver este projeto. Queria ainda deixar o meu agradecimento à Margarida Tomé e José Calvão Borges da ISA devido ao esclarecimento de dúvidas importantes relacionadas com a utilização dos modelos de crescimento florestal. À Virgínia Maciel Rocha (ForestWISE), Raquel Onofre (ICNF) e Cristina Santos (ICNF) pela ajuda do levantamento e tratamento de dados relativos ao preço de venda da biomassa florestal. Queria ainda agradecer à Lúcia Bessa Costa (Caixa Geral de Depósitos) pela ajuda fornecida no que diz respeito a alguns aspetos financeiros subjacentes a esta dissertação. Finalmente, agradeço as valiosas e pertinentes sugestões efetuadas pelo Arguente, Professor Américo Mendes (Católica Porto Business School, Universidade Católica Portuguesa).

Quero agradecer também a todos os docentes, funcionários e pessoas ligadas à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto por construírem um ambiente familiar que me fez sentir em casa nestes anos de formação académica.

Também quero agradecer a todos os meus amigos que, de uma forma ou de outra, me ajudaram a ter um percurso académico memorável e bem sucedido.

À minha família, pela educação e valores que desde sempre me transmitiram, fazendo com que me tornasse na pessoa que sou hoje. Um especial obrigado aos meus familiares diretos que convivem comigo todos os dias e que me oferecem um apoio emocional incondicional.

Pedro Madureira Vasconcelos Lopes

“You don’t have to see the whole staircase, just take the first step”

Martin Luther King, Jr.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objetivo	2
1.3	Metodologia	3
1.4	Estrutura da Dissertação	3
2	Estado da floresta e estratégias de gestão florestal	4
2.1	A floresta em Portugal	4
2.2	A evolução e impacto do fogo na floresta Portuguesa	5
2.3	Prevenção e combate	8
2.4	Gestão da floresta e do fogo em Portugal	9
2.5	Estratégias de gestão florestal pós-fogo	13
2.5.1	Floresta plantada e floresta semeada	14
2.5.2	Regeneração natural e regeneração natural conduzida	15
2.6	Síntese	16
3	Avaliação económica de alternativas de gestão pós-fogo	18
3.1	Desenvolvimento do modelo	19
3.1.1	<i>Benchmark</i> de operações florestais a utilizar	19
3.1.2	Desenvolvimento das diferentes estratégias de recuperação pós-fogo	20
3.1.3	Modelos de povoamento florestal	21
3.2	Simulador de Investimentos de gestão florestal - SiGef	24
3.2.1	Parametrizações	26
3.2.2	Cálculo dos custos e proveitos para cada estratégia	27
3.2.3	Situação de Incêndio	28
3.3	Síntese	28
4	Resultados e discussão	30
4.1	Resultado operacional atualizado	30
4.2	Avaliação anual das diferentes estratégias	32
4.2.1	Avaliação da evolução do custo anual das estratégias alternativas	32
4.2.2	Avaliação da evolução anual do resultado operacional atualizado e <i>payback</i>	34
4.3	Impacto das operações no custo total das estratégias	36
4.4	Impacto de um incêndio florestal no investimento planeado	39
4.5	Subsidiiação e resiliência	43

5 Conclusão	46
5.1 Limitações	48
5.2 Trabalho futuro	48
Referências	50
Anexos	54
I Mapa da distribuição das áreas queimadas em Portugal	54
II Classificação das causas dos fogos rurais	55
III Matrizes com informação das operações florestais — CAO F	59
IV Matrizes com informação das operações florestais - Centro Pinus	67
V Legenda do simulador WebGlobulus	69
Apêndices	71
A Operações florestais divididas por estratégia	71
B SimFlor	74
B.1 Aspectos gerais	74
B.1.1 Menu Simuladores	75
B.1.2 Menu Gerador	75
B.1.3 Menu Ferramentas	76
B.2 WebGlobulus	78
B.3 WebPbravo	80
C Utilização do simulador de investimentos	84
C.1 Parâmetros	84
C.2 Planos	86
C.3 Resultados das projeções	88
C.4 Páginas de Cálculos	90
C.5 Sim-Incêndios	91
C.6 Resultados e Sumário	92
C.7 Utilização da interface	95
D Apresentação de resultados	96
D.1 Avaliação do Resultado operacional	96
D.2 Avaliação do impacto das operações no custo total	113
D.3 Diagramas Tornado	115
D.4 Avaliação anual do custo das estratégias.	120
D.5 Avaliação anual do resultado operacional	123
E Atualização dos valores de venda da madeira	127

Lista de Figuras

2.1	Número total de área ardida em Portugal desde 1980 a 2017 – Retirado de Beighley and Hyde (2018)	6
2.2	Comparação percentual da área florestal ardida nos diferentes períodos do ano – Retirado de Beighley and Hyde (2018)	7
2.3	Esquema da estratégia de gestão pós-fogo – Retirado de Moreira et al. (2010) . . .	11
2.4	5 Fases do combate ao fogo – Retirado de Moreira et al. (2010)	12
2.5	Comparação do aproveitamento das espécies de Freixo e Carvalho após 20-22 meses – Retirado de Moreira et al. (2010)	16
3.1	Evolução da área florestal ao longo dos anos por espécies. Retirado de Soares (2020) : fonte primária (ICNF, 2015)	19
3.2	Mapa com a distribuição das diferentes regiões de Portugal determinadas no simulador WebGlobubus. Retirado de (Tomé et al., 2001).	23
3.3	Simulador de investimentos – Página Parâmetros.	25
4.1	Custo por ano das operações florestais no Eucalipto – Estratégia 3. Investimento público.	33
4.2	Resultado operacional atualizado por ano para o Eucalipto - Estratégia 1 (Norte-Litoral). Investimento público.	34
4.3	Resultado operacional atualizado por ano para o Eucalipto - Estratégia 2 (Vale-do-Douro). Investimento público.	35
4.4	Resultado operacional atualizado por ano para o Eucalipto - Estratégia 3 (Sul-Interior). Investimento público.	35
4.5	Impacto do tipo de operação no custo final das estratégias do Eucalipto. Investimento público.	37
4.6	Impacto do tipo de operação no custo final das estratégias do Pinheiro bravo. Investimento público.	37
4.7	Análise de sensibilidade para o Pinheiro bravo - Plantação (Litoral). Investimento público.	38
4.8	Análise de sensibilidade para o Eucalipto - Estratégia 3. Investimento público. . .	39
4.9	Situação de incêndio no ano 30 - Resultado operacional atualizado para Eucalipto (Centro-litoral). Investimento público.	41
4.10	Ocorrência de incêndio por ano para Estratégia 1 região Norte-Litoral do Eucalipto - Resultado operacional atualizado.	41
4.11	Ocorrência de incêndio por ano para Estratégia 1 região Centro-Litoral do Eucalipto - Resultado operacional atualizado.	42
4.12	Ocorrência de incêndio por ano para Estratégia 3 região Sul-Litoral - Resultado operacional atualizado.	42

I.1	Áreas queimadas anualmente em Portugal Continental – Retirado de (Pereira et al., 2006).	54
B.1	Plataforma inicial do SimFlor.	75
B.2	Menu Simuladores do SimFlor.	76
B.3	Dados silvicultura - menu Gerador.	77
B.4	Dados Económicos - menu Gerador.	77
B.5	SimFlor - menu Ferramentas.	78
B.6	Interface do simulador WebGlobulus.	79
B.7	Interface do simulador WebGlobulus com simulação exemplo.	80
B.8	Interface do simulador WebPbravo.	81
B.9	Interface do simulador WebPbravo com simulação exemplo.	82
C.1	Simulador de investimentos - Página Parâmetros.	84
C.2	Simulador de investimentos - Página Resultados (ampliar para visualizar melhor).	93
C.3	Simulador de investimentos - Página Sumário (ampliar para visualizar melhor).	94
D.1	Resultado operacional — Norte-Litoral.	97
D.2	Resultado operacional — Norte/Centro-Litoral.	98
D.3	Resultado operacional — Centro-Litoral.	99
D.4	Resultado operacional — Sul-Litoral.	100
D.5	Resultado operacional — Norte/Centro-Interior.	101
D.6	Resultado operacional — Sul-Interior.	102
D.7	Resultado operacional — Vale-do-Douro.	103
D.8	Resultado operacional — Vale-do-Tejo.	104
D.9	Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Norte-Litoral.	105
D.10	Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Norte/Centro-Litoral.	106
D.11	Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Centro-Litoral.	107
D.12	Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Sul-Litoral.	108
D.13	Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Norte/Centro-Interior.	109
D.14	Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Sul-Interior.	110
D.15	Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Vale-do-Douro.	111
D.16	Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Vale-do-Tejo.	112
D.17	Impacto das operações no custo total das estratégias para ambas as espécies.	114
D.18	Diagrama tornado — Eucalipto Estratégia 1.	116
D.19	Diagrama tornado — Eucalipto Estratégia 2.	116
D.20	Diagrama tornado — Eucalipto Estratégia 3.	117
D.21	Diagrama tornado — Pinheiro bravo Plantação (Litoral).	117
D.22	Diagrama tornado — Pinheiro bravo Sementeira (Litoral).	117
D.23	Diagrama tornado — Pinheiro bravo Regeneração natural (Litoral).	118
D.24	Diagrama tornado — Pinheiro bravo Plantação (Interior).	118
D.25	Diagrama tornado — Pinheiro bravo Sementeira (Interior).	118
D.26	Diagrama tornado — Pinheiro bravo Regeneração natural (Interior).	119
D.27	Custo das estratégias do Eucalipto por ano.	121
D.28	Custo das estratégias do Pinheiro bravo por ano (Litoral).	121
D.29	Custo das estratégias do Pinheiro bravo por ano (Interior).	122
D.30	Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Norte-Litoral.	123
D.31	Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Norte/Centro-Litoral.	124
D.32	Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Centro-Litoral.	124

D.33 Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Sul-Litoral.	124
D.34 Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Norte/Centro-Interior. . .	125
D.35 Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Sul-Interior.	125
D.36 Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Vale-do-Douro.	125
D.37 Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Vale-do-Tejo.	126
D.38 Resultado operacional anual Pinheiro bravo Plantação — Litoral.	126
D.39 Resultado operacional anual Pinheiro bravo Plantação — Interior.	126

Lista de Tabelas

2.1	Comparação do número de incêndios (em cima) e área ardida (em baixo) com outros países da Europa – Retirado de Pereira et al. (2011)	5
2.2	Comparação acerca do número de hectares queimados por fogo	5
2.3	Comparação entre os custos (em milhões de euros) de supressão e prevenção ao longo de diferentes períodos – Adaptado de (Beighley and Hyde, 2018).	8
3.1	Estratégias desenvolvidas para o Eucalipto	21
3.2	Estratégias desenvolvidas para o Pinheiro bravo	21
3.3	Diferentes cenários de investimento.	26
4.1	Resultado operacional atualizado para cada estratégia	31
4.2	Viabilidade das estratégias de acordo com as regiões e os diferentes cenários de investimento	32
4.3	Custo, em percentagem, das operações efetuadas nos primeiros 15 anos de vida dos povoamentos para todas as estratégias em análise.	33
4.4	Comparação dos pesos das respetivas operações com maiores custos no custo total das estratégias	38
4.5	Resultado operacional atualizado com ocorrência de incêndio no ano 30 (em cima) e no ano 42 (em baixo) (ampliar para visualizar melhor).	40
4.6	Nível de subsídio requerido para o valor de venda de madeira de Pinheiro bravo (coluna "PL Pb") e nível de resiliência a possíveis variações no preço de venda da madeira de Eucalipto (coluna da "Pl Eu") – subsídio e resiliência por comparação com o valor usado na parametrização 20,45€ e 19,09€ respetivamente para o Pinheiro bravo e Eucalipto 3.2.1	44
II.1	Classificação hierárquica das causas dos fogos rurais (1) – Retirado de (Moreira et al., 2010)	56
II.2	Classificação hierárquica das causas dos fogos rurais (2) – Retirado de (Moreira et al., 2010).	57
II.3	Classificação hierárquica das causas dos fogos rurais (3) – Retirado de (Moreira et al., 2010).	58
III.1	Matriz Re-arborização 2015/2016 (1) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	60
III.2	Matriz Re-arborização 2015/2016 (2) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	60
III.3	Matriz Re-arborização 2015/2016 (3) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	61

III.4	Matriz Re-arborização 2015/2016 (4) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	61
III.5	Matriz Re-arborização 2015/2016 (5) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	62
III.6	Matriz Re-arborização 2015/2016 (6) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	62
III.7	Matriz Beneficiação 2015/2016 (1) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	62
III.8	Matriz Beneficiação 2015/2016 (2) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	63
III.9	Matriz Beneficiação 2015/2016 (3) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	63
III.10	Matriz Beneficiação 2015/2016 (4) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	64
III.11	Matriz Beneficiação 2015/2016 (5) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	64
III.12	Matriz Beneficiação 2015/2016 (6) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	65
III.13	Tabela da exploração florestal do Eucalipto – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	65
III.14	Tabela da exploração florestal do Pinheiro bravo – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).	66
IV.1	Tabela retirada do Pinus-press 11 – Retirado de (Centro Pinus, 2003).	68
IV.2	Tabela retirada do Pinus-press 12 – Retirado de (Centro Pinus, 2004).	68
V.1	Representação das variáveis de saída do simulador WebGlobulus.	70
A.1	Operações correspondentes a Sementeira (ampliar para visualizar melhor).	72
A.2	Operações correspondentes a Floresta plantada (ampliar para visualizar melhor).	72
A.3	Operações correspondentes a Regeneração natural(ampliar para visualizar melhor).	73
C.1	Página Parâmetros - Parâmetros Eucalipto.	85
C.2	Página Parâmetros - Parâmetros Pinheiro bravo.	86
C.3	Projeção para 12 anos das estratégias do Eucalipto. Página 'Planos Eu'.	87
C.4	Projeção para 48 anos das estratégias do Eucalipto. Página 'Planos Eu' (ampliar para visualizar melhor).	87
C.5	Projeção para 48 anos das estratégias do Pinheiro bravo. Página 'Planos Pb' (ampliar para visualizar melhor).	88
C.6	Exemplo da tabela com os resultados das simulações.	89
C.7	Exemplo da apresentação das tabelas dos custos da estratégias. Estratégia 1 do Eucalipto. Investimento público.	90
C.8	Exemplo da apresentação das tabelas dos proveitos das estratégias para o Eucalipto. Investimento público.	91
C.9	Simulador de investimentos - Página Sim-Eu (ampliar para visualizar melhor).	92
E.1	Atualização dos valores de venda da madeira para ambas as espécies (ampliar para visualizar melhor).	127

Abreviaturas e Símbolos

CAOF	Comissão de Acompanhamento das Operações Florestais
DEF	Departamento de Engenharia Florestal
DGRF	Direcção-Geral dos Recursos Florestais
FMA	Forest Management Alternative
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
IFN6	6.º Inventário Florestal Nacional
PDR	Programa de Desenvolvimento Rural
PIB	Produto interno bruto
PO SEUR	Programa Operacional - Sustentabilidade e eficiência no uso de recursos
CCVF	Centro Ciência Viva da Floresta
QCA	Quadro Comunitário de Apoio
SIMeF	Sistema Simplificado de Cotações de Mercado dos Produtos Florestais
UNAC	União da Floresta Mediterrânica
VAB	Valor acrescentado bruto
Simflor	Simulador de Florestas
SiGef	Simulador de investimentos de Gestão florestal
FSBF	Força de Sapadores Bombeiros Florestais
VAL	Valor Atualizado Líquido
TIR	Taxa Interna de Rentabilidade

Capítulo 1

Introdução

Portugal é um dos países da Europa que apresenta maior risco de ocorrência de incêndios florestais ([Beighley and Hyde, 2018](#)). Principalmente entre os meses de junho a outubro, na normalmente denominada época de incêndios, sente-se um alto impacto humano, ambiental e económico.

O elevado valor de áreas ardidas é, principalmente, causado pela intervenção humana, quer por ações voluntárias e intencionais (onde denotamos interesses sócio-económicos/patologias), quer por ações negligentes aquando do manuseamento de máquinas, mas também em resultado de queimas e queimadas efetuadas com deficiente supervisão ou medidas de precaução ([Nunes et al., 2014](#)). O clima mediterrânico de Portugal também influencia o desenvolvimento destes fogos. As temperaturas elevadas e a reduzida precipitação sentida no verão, são responsáveis pela drástica diminuição da humidade e verdura dos espaços florestais, o que permite que estes se tornem mais facilmente inflamáveis.

Quando falamos das causas pelas quais o nosso país apresenta um número tão elevado de área ardida, é preciso ter em consideração o impacto do contexto socioeconómico. Importantes áreas agrícolas têm vindo a ser progressivamente abandonadas e ocupadas por vegetação natural, dando origem a uma maior biomassa inflamável nestas zonas ([Freire et al., 2002](#)). Isto acontece, entre outros, devido à crescente urbanização da sociedade. Como consequência desta urbanização existe um despovoamento das zonas rurais, e derivado disso, um abandono das áreas agrícolas originando, nestes terrenos um aumento da vegetação selvagem que se torna “combustível” para possíveis ignições ([Beighley and Hyde, 2018](#)). Em Portugal a situação dos incêndios não é promissora, sendo urgente a implementação de medidas no combate ao fogo. É necessário ainda a alteração do foco deste combate, uma vez que na maioria dos casos o combate ao fogo só acontece depois deste já estar ativo, sendo pouca a atenção dada a medidas de prevenção. Então, a solução eficaz para este problema passa pelo foco na prevenção e não nas ações (reativas) de combate ([Freire et al., 2002](#)).<

1.1 Motivação

Os fogos florestais em Portugal, bem como a área total ardida, têm vindo a aumentar com o passar dos anos. Apesar de nos últimos anos, de 2018 e 2019, este valor ter sofrido uma grande descida, em média, estes valores encontram-se ainda muito acima do que seria esperado ([Pacheco et al., 2020](#)).

A nível ambiental, a floresta em Portugal tem um valor inestimável. Não só apresenta locais de elevada biodiversidade como também é o principal fator da descarbonização do ar que respiramos. Por se tratar de um tema que envolve não só questões ambientais como também sócio-económicas, também é de salientar a sua importância para a economia do nosso país. Apesar da urbanização notória em Portugal, a floresta ainda contribui para a comercialização com outros países, por exemplo através da exportação das suas matérias primas.

Uma vez que as causas da deterioração da floresta em Portugal com origem natural são bastante inferiores às com origem na influência humana, torna-se urgente a instrução e o alerta à população, pois este problema afeta todos os cidadãos direta ou indiretamente. Variadas estratégias de prevenção e combate têm vindo a ser discutidas e implementadas ao longo do tempo, contudo o resultado final parece continuar inalterado.

Algumas destas medidas passam pelo tratamento da vegetação florestal pós-fogo. Com o objetivo de controlar ao máximo o aparecimento de vegetação "combustível" nestas zonas, devem ser implementadas medidas de controlo da vegetação. Esta regeneração da vegetação pode ser feita naturalmente, ou artificialmente através da introdução de plantas e espécies no local ardido.

A motivação principal para a escolha de um tema relacionado com a floresta foi uma viagem ao longo da Estrada Nacional 2 (EN2) que realizei com a minha família no ano de 2018. Fiquei bastante sensibilizado para o tema quando a meio da viagem pude ver com os meus próprios olhos as consequências, principalmente ambientais, dos incêndios de Pedrogão Grande em 2017. É notória a diferença de paisagem entre o norte e centro de Portugal e a paisagem que vemos no sul interior, uma vez que a paleta de cores vivas que se via no norte do país difere completamente do rasto de destruição deixado por estes incêndios.

1.2 Objetivo

O objetivo desta dissertação é o desenvolvimento de um simulador de investimentos que compare diferentes estratégias de reflorestação baseados em dois métodos alternativos na recuperação da floresta pós-fogo. Estes dois métodos são então:

- Restauro passivo (regeneração natural e natural conduzida)
- Restauro ativo (floresta plantada e floresta semeada)

Numa instância final, será o objetivo principal a implementação destas estratégias de recuperação florestal em vários locais de Portugal, consoante as vantagens que trazem a nível económico.

Esta decisão de quais as estratégias a implementar nos diferentes locais vai ser baseada nos resultados obtidos no SiGef (simulador de investimentos desenvolvido).

1.3 Metodologia

O trabalho realizado está dividido em várias fases. Numa primeira instância foi feita uma recolha de dados relevantes acerca das operações florestais e os seus custos de acordo com o plano estratégico em que se enquadram.

Na fase seguinte foram desenvolvidas estratégias de reflorestação pós-fogo alternativas, considerando as operações correspondentes de: regeneração natural ou floresta plantada (e semeada). Ainda nesta fase foram utilizados modelos de simulação de crescimento de povoamentos florestais para projetar o desenvolvimento destas espécies consoante a estratégia e localização geográfica.

Posteriormente foi desenvolvido um simulador de investimentos que combina todos estes fatores e permite avaliar a melhor opção em face das diferentes alternativas exploradas, considerando as espécies de Eucalipto e Pinheiro bravo em Portugal.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em várias partes distintas.

Numa fase inicial foi realizada uma introdução ao tema, onde foi apresentada a motivação e objetivo desta dissertação. Posteriormente, no segundo capítulo, é abordado o estado da floresta em Portugal e as respetivas alternativas de gestão florestal. O terceiro capítulo especifica todas as fases de desenvolvimento do projeto, desde a recolha de todas as informações pertinentes relativas às operações florestais das estratégias, até ao desenvolvimento e explicação do simulador de investimentos realizado. Finalmente, no capítulo 4, é realizada uma análise dos resultados obtidos, bem como são retiradas as conclusões baseadas nestes mesmos resultados. No capítulo 5 extraem-se as conclusões desta dissertação e são propostas ideias para a continuação futura do trabalho realizado, que passam pela introdução de outras espécies presentes na floresta portuguesa e de novas estratégias relativas a essas espécies.

Capítulo 2

Estado da floresta e estratégias de gestão florestal

Neste capítulo é dada uma explicação e contextualização do estado da floresta em Portugal. Seguidamente são abordados problemas relativos aos incêndios, que são cada vez mais alarmantes no nosso país. Por fim, é ainda apresentado o estado da gestão florestal em Portugal e as estratégias de gestão pós-fogo utilizados no nosso país.

2.1 A floresta em Portugal

O espaço florestal engloba todos os ecossistemas constituídos por árvores, arbustos ou vegetação de qualquer tipo agrupados ao longo de uma determinada área. Em Portugal, a floresta ocupa cerca de 37% do território continental, o que corresponde a cerca de 3 300 000 ha ([Coelho, 2003](#)).

Para Portugal, o setor florestal é responsável por cerca de 13% do VAB industrial e 3% do PIB e VAB nacionais. Este setor gera receitas de mais de 10 mil milhões de euros anuais, representando ainda cerca de 10% das exportações realizadas. O setor florestal é ainda responsável pela criação de cerca de 100 mil empregos, direta ou indiretamente, o que mostra a importância deste setor para o desenvolvimento económico do país ([ICNF, nda](#); [Antena 2 Ciência, 2012](#)).

Quer a nível ecológico, quer a nível socioeconómico, cada vez mais é perceptível a importância que a floresta tem para o nosso país. A floresta é considerada um ecossistema essencial para a conservação da biodiversidade, uma vez que oferece diversos benefícios ambientais como por exemplo a manutenção da estabilidade de oxigénio na atmosfera, a produção de águas límpidas, proteção do solo contra a erosão, entre outros. Além dos benefícios para a biodiversidade a floresta também é uma fonte de fornecimento dos mais diversos materiais que se usa no dia a dia ([Almeida, 2020](#)).

Ao contrário do que acontece nos restantes países da Europa, em Portugal, grande parte destas áreas não é de domínio público. Apenas 1,2% é público sendo cerca de 5,4% baldios (área privada comunitária), e os restantes 93% área privada não comunitária ([Mendes et al., 2004](#); [Louro,](#)

2011). Parte desta área privada está associada a indústrias de celulose, sendo na sua maioria de proprietários individuais não agricultores (Coelho, 2003).

A dependência da gestão destes espaços de diferentes proprietários faz com que muitas vezes os terrenos estejam sob má gestão ou até mesmo ausência da mesma, aumentando assim o risco de propagação de um incêndio em caso de ignição. Na tabela 2.1 conseguimos ver a comparação destes aspetos entre Portugal e os restantes países da Europa mais afetados por fogos na estação quente, notando que o nosso país apresenta uma área ardida e quantidade de ignições por área assinalável.

Tabela 2.1: Comparação do número de incêndios (em cima) e área ardida (em baixo) com outros países da Europa – Retirado de Pereira et al. (2011)

		Number of Fires					
Period	Quantity	Portugal ^b	Spain	France	Italy	Greece ^c	Total
1980–1989	Average # fires per yr	7381	9515	4910	11 575	1264	34 645
1990–1999	Average # fires per yr	22 250	18 152	5538	11 164	1748	58 851
2000–2009	Average # fires per yr	24 949	18 337	4406	7259	1695	56 645
1980–2009	Average # fires per yr	18 194	15 335	4951	9999	1569	50 047
1980–2009	Total # fires	545 805	460 038	148 531	299 977	47 058	1 501 409
1980–2009	(Total # fires)/(country land area) (# of fires per 100 ha)	5.5	0.8	0.3	0.9	0.3	1.0
		Burnt area (ha)					
Period	Quantity	Portugal ^b	Spain	France	Italy	Greece ^c	Total
1980–1989	Average burnt area per yr	73 484	244 788	39 157	147 150	52 417	556 995
1990–1999	Average burnt area per yr	102 203	161 319	22 735	118 573	44 108	448 938
2000–2009	Average burnt area per yr	150 101	125 239	22 342	83 878	49 238	430 798
1980–2009	Average burnt area per yr	108 596	177 115	28 078	116 534	48 587	478 910
1980–2009	Total burnt area	3 257 886	5 313 457	842 332	3 496 005	1 457 624	14 367 304
1980–2009	(Total burnt area)/(country land area) (ha burnt per 100 ha)	36.6	10.6	1.5	11.9	11.3	9.2

Segundo os dados da tabela 2.1, é possível verificar que, desde 1980 a 2009, Portugal apresenta um número de fogos por 100 hectares de área cerca de 5 vezes maior do que nos restantes países em consideração (a soma do número de fogos por 100 ha dos restantes países é inferior ao valor apresentado por Portugal). Contudo, é possível verificar pela tabela 2.2 que o nosso país se encontra em segundo lugar quando é avaliado o número de ha ardidos por número de ignições.

Tabela 2.2: Comparação acerca do número de hectares queimados por fogo .

	Portugal	Espanha	França	Itália	Grécia
Nº de fogos por 100 ha	5.5	0.8	0.3	0.9	0.3
Ha queimados por 100 ha	36.6	10.6	1.5	11.9	11.3
Ha queimados por ignição	6.65	13.25	5.0	13.22	37.67

2.2 A evolução e impacto do fogo na floresta Portuguesa

Portugal tem um risco muito elevado de incêndios, sendo um dos países da Europa onde este problema tem vindo a piorar. Não só o número médio de ignições tem vindo a aumentar, como também a área média afetada tem vindo a crescer, como é possível concluir através da figura 2.1.

Desde 1980 até 2010 o número de ignições passou de 4000 para cerca de 35 000 ignições por ano. Também se verifica que a área ardida resultante destes incêndios aumentou para o dobro, crescendo de 73 000 para 150 000 ha por ano, correspondendo assim a cerca de 34 % da área total de Portugal Continental (Beighley and Hyde, 2018; Pereira et al., 2011). Na figura 2.1 conseguimos ver a evolução da área ardida, notando um aumento significativo ao longo do tempo. A separação desta figura no ano de 2000 mostra que, nos anos anteriores ao início do novo século, a variação da área ardida em Portugal notada nos anos com este valor mais elevado (1991,1995 e 1998) é bastante inferior aos picos de área ardida atingidos nos anos 2003, 2005 e 2017. Como é possível ver na figura 2.1, no ano de 2017 (ano em que sucederam os incêndios em Pedrogão Grande e no centro) o valor da área ardida atingiu o maior valor, que há registo, desde pelo menos há 30 anos.

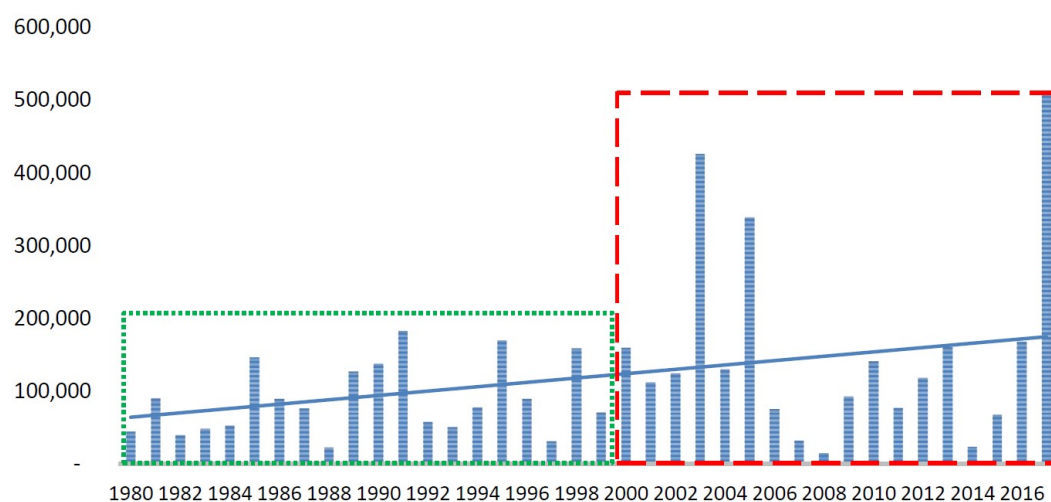


Figura 2.1: Número total de área ardida em Portugal desde 1980 a 2017 – Retirado de Beighley and Hyde (2018).

Uma vez que estes dados não têm valores mais atuais, através da análise do documento "Monitorização da campanha de supressão de fogos rurais de 2019" (Pacheco et al., 2020), verifica-se que esta tendência desceu nos anos de 2018 e 2019, reduzindo o valor da área ardida de cerca de 520 mil hectares em 2017 para cerca de 40 mil em 2018 e 33 mil em 2019. Nesta descida podemos verificar um padrão que mostra que depois de anos em que a área ardida pelos incêndios é maior, como em 2016 e 2017, os anos seguintes tendem a apresentar uma área ardida e número de incêndios bastante mais baixos. Por exemplo, também em 2003 em que houve uma área ardida bastante superior à média, é possível verificar este padrão pois no ano seguinte foi contabilizada uma descida de cerca de 400 mil ha no ano de 2003 para cerca de 100 mil ha no ano de 2004.

Estas ocorrências não estão distribuídas igualmente por todo o país, havendo regiões onde a incidência é bastante mais elevada, levando a pensar que será necessário traçar um plano a nível nacional que garanta o tratamento destas irregularidades. O DEF (Departamento de Engenharia Florestal) elaborou uma carta de cartografia destas áreas ardidas entre 1990 e 2004, onde podemos

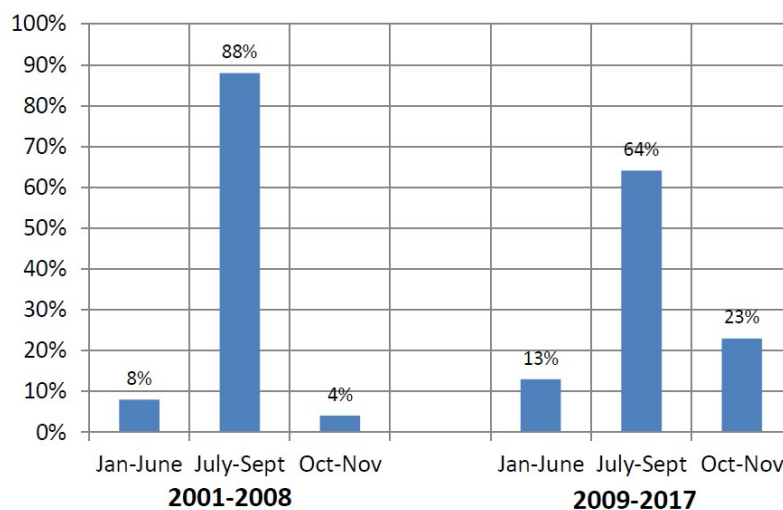


Figura 2.2: Comparação percentual da área florestal ardida nos diferentes períodos do ano – Retirado de [Beighley and Hyde \(2018\)](#).

notar uma maior área ardida e, consequentemente, maior número de incêndios, nas zonas a norte do Rio Tejo (anexo I) ([Pereira et al., 2006](#)).

Os investigadores apontam como causa para este aumento, uma combinação de fatores geo-económicos: (1) urbanização da população, o que leva a uma diminuição da utilização de áreas agrícolas e florestais (2) fragmentação das terras, existindo grandes áreas florestais divididas em pequenas secções com diferentes proprietários, o que desencoraja investimentos nestas zonas. Aliados a estes fatores, as alterações climáticas severas que se vêm a notar catapultam este número de incidências e a gravidade das mesmas. Apesar da maior incidência ser na altura do verão, onde a temperatura é elevada e o ar bastante seco, na figura 2.2 conseguimos ver que essa diferença tem tendência a diminuir, o que significa que as condições atmosféricas se têm vindo a agravar, sendo o resultado uma descaracterização climática que leva a que nas estações frias a temperatura seja bastante mais volátil, havendo assim um maior risco de incêndio ([Beighley and Hyde, 2018](#)).

Em consequência das alterações climáticas ocorridas nas últimas décadas, nota-se uma alteração nas espécies plantadas em Portugal. No início dos anos 80, a paisagem florestal era predominantemente constituída por Pinheiro. Posteriormente, com a maior incidência de incêndios, os pinhais tornaram-se pouco rentáveis economicamente devido ao elevado tempo de maturação desta espécie e houve uma diminuição da sua utilização, o que gerou uma alteração na paisagem. As espécies de Pinheiros foram substituídas principalmente por Eucaliptos (produção de papel) e Sobreiros (produção de cortiça), uma vez que para estas espécies a exportação das matérias primas que oferecem é mais rápida. É de salientar que espécies como o Eucalipto necessitam de muitos recursos devido à sua grande envergadura, indo buscar esses recursos ao que os rodeia e deixando assim tudo à sua volta seco, ou seja, mais facilmente “inflamável” ([Antena 2 Ciência, 2012](#)).

Tabela 2.3: Comparação entre os custos (em milhões de euros) de supressão e prevenção ao longo de diferentes períodos – Adaptado de (Beighley and Hyde, 2018).

Período	2000 - 2006	2007 - 2012	2013-2016
Custos de prevenção	24.0	23.6	25.0
Custos de supressão	65.9	69.5	78.1
Rácio entre supressão e prevenção	2.75	2.94	3.12

2.3 Prevenção e combate

Devido ao elevado crescimento no número de incêndios em Portugal, nas últimas décadas, foram realizados vários estudos por especialistas com o objetivo de verificar e melhorar as estratégias de combate e prevenção. Em Portugal, existe uma elevada preocupação com este assunto, e a ideia generalizada é que os fogos estão a ser combatidos e a floresta defendida, o que não acontece. O investimento feito em medidas de supressão de incêndios é o triplo do investimento em medidas de prevenção, como podemos ver na tabela 2.3 (Beighley and Hyde, 2018). Contudo estes custos estão subavaliados uma vez que não incluem os custos suportados por produtores florestais privados (proprietários não industriais e indústrias de pasta de papel). Além disso, no que se refere aos custos de prevenção suportados com financiamento público, nos últimos anos a situação mudou muito e hoje são da mesma ordem de grandeza dos custos do combate como podemos comprovar em AGIF (2020).

Contudo, este investimento não traduz os resultados esperados, uma vez que a média da área ardida continua a aumentar anualmente. Esta grande aposta no combate revela uma necessidade de reformular o foco destas estratégias.

Para saber onde investir, é necessário saber primeiro quais as principais causas que levam ao aparecimento destes incêndios. Em 2001, a DGRF (Direcção-Geral dos Recursos Florestais) classificou estas causas numa hierarquia estruturada de 3 níveis. O primeiro nível identifica as principais categorias das causas de incêndios. O segundo nível refere as atividades específicas de cada categoria. O terceiro nível divide ainda estas atividades, identificando comportamentos e atitudes específicos que somam no total de 70 causas distintas (ver anexo II) (Moreira et al., 2010).

Apesar dos estudos realizados, ainda não é fácil identificar com sucesso a causa dos fogos, uma vez que em grande parte das ocorrências a evidência física da causa do incêndio é destruída pelo próprio fogo (Pereira et al., 2006).

Apesar da elevada área ardida, este valor não se justifica pelo enorme número de ignições. Os fogos de pequena dimensão (que não chegam a atingir uma centena de hectares) representam 99% do número total de ignições e apenas um quarto da área ardida. Estes são também chamados de fogos periurbanos. O restante 1%, fogos que excedem os 100 ha, são responsáveis por três quartos da área ardida a nível nacional (fogos rurais), o que indicia que no caso dos incêndios de maior dimensão, as medidas utilizadas no seu combate perdem significativamente a sua eficácia (Fernandes, 2007).

Como mencionado no início do presente capítulo, é necessário alterar a estratégia para a resolução deste problema. A primeira linha de combate a qualquer fogo é o bombeiro. No nosso país tem vindo a diminuir o número de bombeiros voluntários, tendo ocorrido um decréscimo de 33% em apenas 11 anos. As principais causas para esta diminuição resultam da falta de interesse da população jovem e o envelhecimento dos bombeiros já existentes. O facto de ser um trabalho voluntário e fisicamente desgastante faz com que exista uma notória escassez de mão de obra. A formação adequada destes bombeiros também é um fator chave no combate aos incêndios. O foco principal do bombeiro está dirigido para os incêndios urbanos, principalmente devido ao impacto económico ser bastante superior se houver um incêndio nestas zonas citadinas.

Devido ao facto de muitas destas ignições serem de origem humana, torna-se necessário comunicar o risco à população. Por exemplo, os pastores tendem a fazer pequenos fogos sem qualquer tipo de supervisão (queimadas) as quais originam incêndios de grandes dimensões, quando quem as realiza perde o controlo da situação (Beighley and Hyde, 2018).

Nestas áreas rurais, os incêndios podem tomar proporções incontroláveis, muito devido às áreas extensas de vegetação contínua. Quando isto acontece, o efeito das condições climáticas muito severas faz com que sejam libertadas grandes quantidades de energia, passando a ser inútil a tentativa de extinção do fogo através da aplicação de água. Medidas, como por exemplo a remoção da vegetação combustível, são as mais indicadas. É necessário realizar um combate inteligente e eficaz, o que implica a especialização do combate. Investir na prevenção contribuirá para a eficácia do combate. Medidas de prevenção como a limpeza mais recorrente das matas, a previsão das condições meteorológicas, a verificação das condições do terreno e da vegetação presente, são algumas das medidas de prevenção que devem ser implementadas (Moreira et al., 2010).

2.4 Gestão da floresta e do fogo em Portugal

Dada a importância que os espaços florestais têm para a sociedade, existe uma necessidade crescente de manutenção e cuidado com a utilização dos mesmos. O fenómeno dos incêndios florestais continua a causar milhares de hectares por ano de área ardida. Devido à preocupação causada pelo aumento significativo destes valores, levanta-se a questão 'O que fazer com o espaço florestal ardido?' (Moreira et al., 2010).

Em Portugal, como referido anteriormente no capítulo 2.1, a proporção da área florestal que está a cargo do Estado é reduzida. Desta forma, torna-se difícil a implementação de planos florestais uma vez que a maior parte destes espaços é propriedade privada, o que dificulta a gestão silvícola da paisagem, e que esta siga de perto a evolução dos mercados de produtos florestais (ICNF, 2012). O investimento realizado nestas áreas florestais é principalmente focado num só mercado, havendo uma falta de exploração por parte dos investidores privados, em outras vertentes produtivas da floresta. A exploração florestal em Portugal está principalmente focada na produção de papel, havendo um crescimento no aproveitamento dos Eucaliptais para este fim. Esta exploração da pasta de papel tem vindo a ser cada vez mais importante para a economia do setor florestal e do país, uma vez que Portugal se tornou no 3º maior produtor de papel da Europa (CELPA, 2019).

Por outro lado, já existem atualmente várias empresas que estão a adotar um modelo florestal de exploração mais amplo, aproveitando todas as matérias primas que a floresta oferece. Estes modelos de aproveitamento têm ainda a vantagem de serem ambientalmente mais vantajosos. A gestão destas áreas fica assim a cargo de empresas que optimizam o seu investimento introduzindo novas técnicas de gestão florestal, tornando estes espaços mais sustentáveis (CELPA, 2019). Por exemplo, a biomassa constitui atualmente uma fonte importante de energia renovável, sendo esta responsável por metade do consumo total de energia renovável da União Europeia (Simões, 2014).

Verifica-se então uma necessidade de padronizar as operações de manutenção florestal tendo sempre em conta uma visão global da política e estratégias florestais que melhor definirão e concretizarão os objetivos e medidas de políticas públicas. Estas novas estratégias seguem um objetivo comum de manutenção florestal e, segundo o ICNF, a sua implementação tem de ter em consideração os seguintes aspetos (ICNF, ndb):

- *O reconhecimento de conjunto de práticas de intervenção nos espaços florestais que contribuam para: preservação do solo; retenção de carbono; acréscimos na capacidade das estações para a regularização do ciclo da água; conservação e promoção da biodiversidade; promoção e salvaguarda das paisagens naturais / rurais;*
- *A valoração dos acréscimos de apoios a praticar decorrentes da aplicação de tais boas práticas nas medidas a estabelecer para o próximo QCA (Quadro Comunitário de Apoio);*
- *A organização de um manual de boas práticas a adotar nas explorações florestais para cumprimentos dos objetivos anteriores.*

Antigamente eram escassas as políticas públicas com alvo na recuperação de áreas ardidas, contudo, com o passar do tempo, tem se imposto a necessidade de investimento neste setor.

Antigamente, as ações de recuperação baseavam-se apenas na cedência de plantas para povoamentos de zonas ardidas, sem qualquer tipo de informação acerca da viabilidade de crescimento da respetiva espécie. Posteriormente, o objetivo passou a ser a rearborização de povoamentos ardidos. Contudo, devido ao aumento da área ardida verificado no final do século XX estas ações de restauro passaram a priorizar a implementação de medidas de cariz socioeconómico. Após os graves incêndios que ocorreram em Portugal em 2003, deu-se uma alteração significativa nestas políticas, deixando o foco de ser apenas socioeconómico, passando a incluir também a sustentabilidade ambiental (Pinho, 2017). Atualmente, as medidas de recuperação têm em conta dois fatores: a capacidade de resposta dos ecossistemas afectados pelos incêndios e os objectivos de gestão definidos para a área ardida.

A capacidade de analisar a resposta dos ecossistemas é essencial para uma reflorestação bem sucedida, pelo que é necessário um grau de conhecimento científico elevado sobre o tipo de floresta e vegetação envolvente. Tradicionalmente, como retrata a figura 2.3, os objetivos de gestão destas áreas passariam por regulação hidrológica, fixação de dunas, melhoria da produtividade florestal e melhoria da economia das populações rurais. Com a alteração do clima e condições atmosféricas

em geral, foi necessário adicionar novos objetivos tais como o combate à desertificação, aumento da biodiversidade, fixação do carbono e mitigação das alterações climáticas (Moreira et al., 2010).

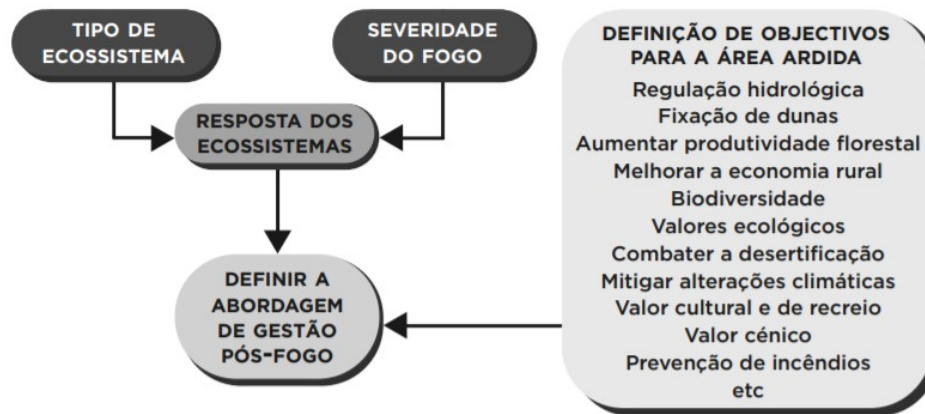


Figura 2.3: Esquema da estratégia de gestão pós-fogo – Retirado de Moreira et al. (2010).

Já anteriormente, após os incêndios de 2003 e 2004, fora definido que a intervenção deveria ter em conta as funções e modelos de silvicultura do respetivo espaço florestal, sendo que essa intervenção será baseada nos seguintes pontos (Pinho et al., 2006):

- *Avaliação do efeito do fogo nos ecossistemas;*
- *Avaliação da potencialidade das estações;*
- *Interação das condicionantes sócio-territoriais, incluindo planos municipais e florestais;*
- *Conhecimento da vontade e expectativas dos proprietários.*

Posteriormente, após à avaliação dos objetivos propostos para um determinado local, deverá proceder-se à projeção e implementação destes métodos de intervenção. No diagrama 2.4 vemos as diferentes fases de intervenção que devem ser consideradas, cada uma delas com o seu objetivo bem delineado e claro.

Numa primeira fase, é realizada uma identificação das áreas vulneráveis à ocorrência de incêndios. As entidades responsáveis por esta gestão devem possuir ferramentas que permitam cartografar e identificar a vulnerabilidade dessas áreas e ainda as zonas em que a intervenção será mais urgente. Esta avaliação deve ter em conta a vegetação, tipo de solo e declive da área, assim como valores em risco, por exemplo infra-estruturas, zonas de interesse cultural e a sensibilidade das áreas (Alloza and Vallejo, 2006).

Numa segunda fase, deve ser realizada uma avaliação do impacto observado. É de notar que o tamanho e consequências do incêndio apenas podem ser estudados depois deste mesmo ter terminado, ou seja, no período pós-fogo. Logo após o fim do incêndio deve realizar-se uma avaliação

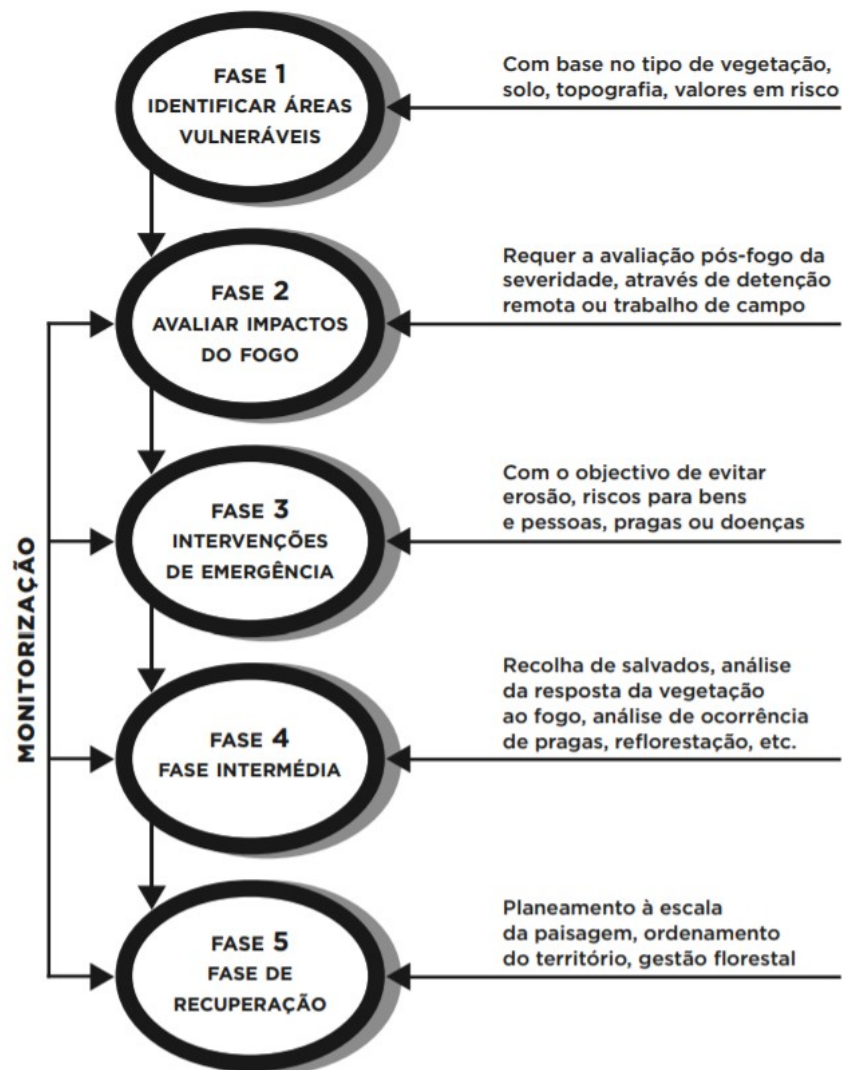


Figura 2.4: 5 Fases do combate ao fogo – Retirado de [Moreira et al. \(2010\)](#).

dos danos causados que, em conjunto com a fase anterior, permitirá definir as áreas onde é necessário intervir com mais urgência. Esta informação pode ser recolhida diretamente ou remotamente, ainda que a observação direta seja mais rápida e detalhada (Moreira et al., 2010).

A terceira fase tem como objetivo minimizar os impactos mais imediatos do fogo (intervenções de emergência), ou seja, prevenir os progressos da degradação, riscos sanitários, riscos para a segurança das pessoas e bens e impactos paisagísticos. Estas intervenções devem ser realizadas poucos meses após o incêndio, cumprindo objetivos de proteção da rede hidrográfica, infraestruturas e habitats (Moreira et al., 2010).

Posteriormente, na fase 4, a qual decorre nos dois anos seguintes, o objetivo deve ser a avaliação de danos e monitorização da reação dos ecossistemas e controlo das espécies existentes. No caso de se optar pela reflorestação devemos ter em conta o ecossistema e o grau de aridez climática. Dadas as características do território português não é possível realizar uma reflorestação apenas suportada em espécies arbóreas, sendo necessária a introdução de espécies arbustivas. No entanto, a introdução de espécies arbustivas, tendo em conta as condições climáticas existentes no país, favorecem o seu crescimento rápido e tal conduz a zonas de grande volume de vegetação, denominada "combustível florestal" (Moreira et al., 2010).

Na última fase deve proceder-se à avaliação das medidas implementadas na fase anterior, com ênfase nas relacionadas com alteração da paisagem e da vegetação. Deve ser verificado se o planeamento inicialmente apresentado de facto conduziu à redução de carga combustível e aumentou a resistência à propagação do fogo. Uma vez que é impossível antecipar com certeza o contexto ambiental futuro, é necessário acompanhar a avaliação destes locais de forma periódica, dado que também é importante desenvolver um conjunto de boas práticas, lições aprendidas, mesmo quando medidas bem intencionadas não se verificaram ser bem sucedidas. Quando isto acontece será necessário fazer uma retificação e uma reorientação do planeamento em função dos resultados obtidos com as ações inicialmente previstas, ou seja, é necessário adotar uma metodologia de gestão adaptativa que permita e facilite a reestruturação das medidas a implementar ao longo do tempo (Vallejo et al., 2009; Moreira et al., 2010).

2.5 Estratégias de gestão florestal pós-fogo

Nos dias de hoje, em face do conhecimento acumulado, uma ação de restauro florestal não se traduz necessariamente em reflorestação forçada de forma artificial. De facto existem 2 tipos de restauro florestal:

- Restauro ativo (floresta plantada e floresta semeada): onde o aproveitamento florestal é realizado através da introdução de espécies quer diretamente no local, isto é semeadas, quer desenvolvidas num local controlado e posteriormente plantadas;
- Restauro passivo (regeneração natural): que aproveita a vegetação existente como um impulsionador do desenvolvimento do local.

Em geral, se o ecossistema envolvido não atingiu um estado de degradação muito elevado, conjugado com o facto do objetivo do restauro ser o restabelecimento do ecossistema inicial, a regeneração natural torna-se uma solução bastante aceitável. Contudo, existem situações onde o nível de degradação é demasiado elevado e o ecossistema não consegue naturalmente regenerar com sucesso. Neste contexto, são necessárias ações de reflorestação que, por sua vez, ajudam ainda a evitar o progresso da degradação e do risco de desastres (Aronson et al., 1993).

2.5.1 Floresta plantada e floresta semeada

A regeneração artificial pode ser feita de duas formas: introdução direta da semente no solo (sementeira) ou através da criação de plantas em viveiro para posterior transporte e plantio.

A floresta plantada é a estratégia mais utilizada no pós-fogo (Moreira et al., 2010). Esta forma de restauro ativo que consiste na colocação de plantas no solo torna-se especialmente útil quando as espécies nativas locais não se conseguem desenvolver com a velocidade pretendida, ou mesmo de todo tal acontece principalmente nos solos que se encontram demasiado degradados e cujo potencial de regeneração natural é bastante diminuto.

No caso da floresta semeada a vantagem consiste num melhor aproveitamento das sementes a plantar. Pressupondo a preparação prévia do terreno esta garante às espécies introduzidas melhor qualidade das plantas e consequentemente recuperação da área ardida (Landis et al., 2010).

Apesar de existirem situações onde a regeneração artificial é bastante útil, esta estratégia tem algumas desvantagens: utilização de plantas provenientes de outras regiões menos adaptadas ao clima local; ajuda na disseminação de agentes patogénicos (contaminação através de fungos); e o risco que a introdução de plantas de outra região possa levar ao desaparecimento das locais. De notar que a maioria destes inconvenientes pode ser contrariada com a simples utilização de plantas e sementes da mesma região (Moreira et al., 2010).

Na verdade, apesar da importância desta estratégia, são poucos os dados científicos que permitem comparar as condições de arborização destas áreas com áreas não ardidas. Adicionalmente, fatores como a disponibilidade de nutrientes ou a influência da fauna nas plantas e sementes precisam de ser mais estudados, dado o seu impacto no desenvolvimento espetável. A seleção das espécies a introduzir é fulcral para o êxito da reflorestação pós-fogo, sendo assim necessário ter em consideração (Moreira et al., 2010):

- Tipo vegetação que ocupava o solo antes do fogo;
- Condições climáticas;
- Interesse do proprietário.

De salientar que a sementeira tem a vantagem de ser de fácil execução com um menor investimento associado uma vez que permitindo um bom desenvolvimento da planta apesar do crescimento inicial ser mais lento quando comparado com o crescimento em viveiro (Alves, 1982). A elevada quantidade de semente necessária por unidade de superfície, origina desperdício sendo

este a maior desvantagem desta alternativa (Hibberd, 1991). Deve ser tido em conta outros fatores tais como, humidade excessiva, gelo, secura, ação do gado e fauna selvagem são ameaças para este tipo de abordagem. De facto a germinação é mais utilizada em locais onde é difícil a instalação de espécies adultas, como por exemplo em zonas dunares ou zonas de elevada pedregosidade (Moreira et al., 2010). A sementeira é classificada como total, quando abrange toda a área a regenerar, ou como parcial, quando apenas é utilizada numa parte dessa área (Hibberd, 1991).

Em contrapartida, a introdução artificial de espécies via plantação pode ser realizada através da utilização dessas mesmas sementes em viveiro. As dificuldades e incertezas associadas à sementeira fazem com que a plantação em viveiro seja uma alternativa muito utilizada, uma vez que esta garante uma melhor seleção das árvores a plantar, melhor preparação do terreno e um maior aproveitamento das sementes, tornando os resultados obtidos mais previsíveis e rápidos (Landis et al., 2010; Moreira et al., 2010).

2.5.2 Regeneração natural e regeneração natural conduzida

A estratégia de regeneração natural é um processo de recuperação que ocorre essencialmente sem intervenção humana, sendo que em alguns casos ainda assim é necessário realizar algumas ações de remoção de perturbações do local (Zahawi et al., 2014). Em Portugal, a floresta plantada é o método mais usado na recuperação florestal pós-fogo. No nosso país, apesar da pouca atenção dada à regeneração natural em muitos casos esta alternativa pode ser preferível de uma perspetiva ambiental e económica, tendo em conta os custos globais, isto é, o investimento associado a uma nova plantação pode ser bastante superior ao associado à estratégia de regeneração natural (Aronson et al., 2006).

Além dos custos económicos implicados, pode ser necessário ter em consideração outros fatores quando estamos a considerar a opção da reflorestação. Quando o principal objetivo é restabelecer a vegetação e o coberto na área ardida, a vantagem da regeneração natural é favorecer com maior rapidez a proteção do solo contra a erosão. Contudo, nem todas as espécies são propícias à regeneração natural. No caso de espécies de folhosas a maior parte dos indivíduos consegue facilmente regenerar por via vegetativa. Em contrapartida, se o local for habitado por espécies resinosas, o seu crescimento por via vegetativo não é espetável (Moreira et al., 2010; Catry et al., 2010). Outra desvantagem da regeneração natural é a distribuição irregular dos povoamentos resultantes, o que faz com que posteriormente seja mais difícil aplicar métodos e operações relacionados com a gestão de combustível (Almeida, 2020).

Na figura 2.5 conseguimos ver a comparação entre a sobrevivência das espécies do Freixo e Carvalho quando plantadas em 2003 (barras brancas), em 2004 (barras cinzentas) e o aproveitamento da regeneração natural (barras pretas). Como se pode verificar, a sobrevivência de árvores plantadas em comparação com a regeneração natural a partir das árvores pré existentes é inferior no período pós-fogo, principalmente no caso do Carvalho. Estes resultados sugerem que, principalmente para plantas arbóreas, o aproveitamento através da regeneração natural garante maiores taxas de sobrevivência (Moreira et al., 2010).

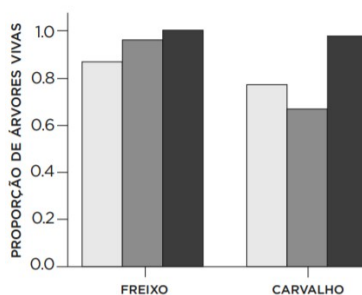


Figura 2.5: Comparação do aproveitamento das espécies de Freixo e Carvalho após 20-22 meses – Retirado de [Moreira et al. \(2010\)](#).

Na regeneração natural conduzida o objetivo base é favorecer o crescimento das espécies, garantindo tão rapidamente quanto possível árvores adultas com melhor resistência ao fogo, garantindo assim em geral, uma casca mais espessa e uma copa das árvores mais alta, fatores que aumentam essa resistência ([Ordóñez et al., 2005](#); [González et al., 2006](#); [Román-Cuesta et al., 2009](#)).

No caso do Pinheiro bravo, uma das espécies mais comuns em Portugal a regeneração natural é possível em áreas ardidas que anteriormente eram ocupadas por Pinhal adulto. No caso desta espécie, é necessário a realização de ações de gestão de combustível que ajudem a garantir uma maior resistência ao fogo ([Fernandes and Rigolot, 2007](#)). Neste contexto pode constatar-se que a opção pela Regeneração natural conduzida é a mais frequente. O género de intervenções necessárias resultam da decisão sobre a espécie cujo desenvolvimento se pretende favorecer, estando também dependentes do local afetado uma vez que este fator influencia o potencial de crescimento.

A decisão pela regeneração florestal além da área ardida precisa de ter em conta a área envolvente. Para garantir um crescimento com sucesso, a intervenção deve contemplar as zonas que as rodeiam. Estas operações devem ter dois objetivos: melhorar a conformação da planta de modo a favorecer o seu crescimento em altura e criar discontinuidades na vegetação "combustível" de modo a diminuir os danos causados por um possível incêndio futuro ([Moreira et al., 2010](#)).

2.6 Síntese

Neste capítulo constatamos a importância que a floresta tem para o nosso país em todas as vertentes, sociais e económicas. O espaço florestal é fundamental para o desenvolvimento do país, tendo contudo vindo a ser ameaçado pela crescente recorrência de incêndios.

Sendo um dos principais fatores que contribuem para o aumento da área ardida a má gestão atribuída aos espaços florestais, é necessário implementar políticas públicas que favoreçam a gestão desses espaços, garantindo tanto a viabilidade económica como também a diminuição do risco de incêndios futuros adotando as melhores práticas de restauro pós-fogo. Com este último objetivo foram analisadas as vantagens e desvantagens das várias alternativas de gestão, baseadas ou

na introdução artificial de indivíduos de uma determinada espécie ou na regeneração natural dos povoamentos já existentes.

Capítulo 3

Avaliação económica de alternativas de gestão pós-fogo

A floresta portuguesa tem vindo a sofrer alterações fruto da substituição de espécies. Nestas últimas décadas, tem ocorrido a substituição das áreas de Pinheiro bravo por, principalmente, Eucaliptais. Como é possível ver na figura 3.1, o inventário de 2010, revelou que o Pinheiro bravo tinha deixado de ser a espécie dominante em Portugal passando esse lugar a ser ocupado pelo Eucalipto. Esta substituição tem consequências ambientais uma vez que aos povoamentos de Pinheiro bravo são o maior reservatório de carbono da floresta nacional. Além disso, esta espécie é aquela com mais carbono armazenado por hectare ([Centro Pinus, 2020](#)).

O aumento dos incêndios que tem ocorrido nas últimas décadas é a causa principal desta alteração da paisagem. Dado que o Pinheiro bravo demora cerca de 50 anos a atingir a idade adulta (idade ideal para extração das matérias primas), este é afetado por uma maior incidência dos fogos, tornando as plantações de pinhais menos atrativas do ponto de vista financeiro, uma vez que muitas destas áreas estão a cuidados de proprietários privados cujo principal objetivo consiste na exploração económica ([Soares, 2020](#)).

A recompensa económica gerada pelos povoamentos de Pinheiro Bravo ocorre a longo prazo (e os custos associados nos primeiros anos) sendo assim mais afetados no caso de ciclos de fogo progressivamente mais curtos, tornando o investimento realizado pouco competitivo face a alternativas oferecidas por exemplo pelo Eucalipto cujo tempo de maturação bastante é inferior ([Calado, 2008](#)).

O caso do fundo de investimento Floresta Atlântica que atualmente se encontra em liquidação traduz a progressiva queda dos rendimentos proporcionados pelo Pinheiro Bravo. Nos últimos anos este fundo de investimento tem apresentado prejuízos recorrentes, o que fez com que em abril de 2020 se iniciasse o processo de liquidação ([Silveira, 2020](#)). Por comparação, no caso dos investimentos realizados pela indústria papelreira, nomeadamente pelas empresas associadas da CELPA, o rendimento obtido com o Eucalipto tem remunerado de forma suficiente os investidores neste setor, sendo que Portugal é, nos dias de hoje, um dos maiores exportadores de pasta de papel e cartão da Europa, mostrando assim a rentabilidade deste setor ([CELPA, 2019](#)).

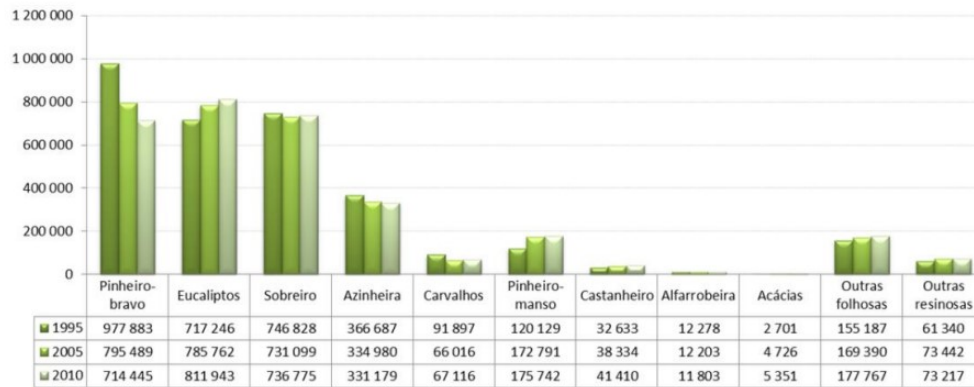


Figura 3.1: Evolução da área florestal ao longo dos anos por espécies. Retirado de Soares (2020): fonte primária (ICNF, 2015)

3.1 Desenvolvimento do modelo

Esta dissertação foca-se no desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão através da construção de um simulador de investimento que permite analisar estratégias alternativas de reflorestação para as duas espécies dominantes em Portugal: Pinheiro bravo e o Eucalipto. O SiGef (nome do simulador de investimentos desenvolvido) tem como objetivo facilitar a decisão sobre o investimento a realizar nos espaços florestais (públicos e privados) no pós-fogo. Ao longo do desenvolvimento desta dissertação, realizaram-se várias reuniões com o Engenheiro Rui Almeida, Comandante Nacional da Força de Sapadores Bombeiros Florestais (FSBF) do ICNF, que forneceu informação vital para o desenvolvimento deste trabalho.

As estratégias implementadas no simulador têm por base as diferentes alternativas de regeneração pós-fogo referidas no capítulo anterior, sendo elas I.Regeneração natural, II.Plantação, III.Sementeira; sendo a dissertação desenvolvida em quatro fases distintas:

- *Benchmark* de operações florestais e distribuição destas operações pelas estratégias;
- Criação e desenvolvimento dos planos a utilizar em cada estratégia;
- Utilização de simuladores de povoamentos florestais baseados em modelos pré existentes (;
- Desenvolvimento do simulador numa folha de cálculo (Microsoft Excel).

3.1.1 *Benchmark* de operações florestais a utilizar

Os planos a desenvolver baseiam-se em projeções que explicitam as operações a realizar em cada uma das estratégias alternativas de regeneração. Inicialmente, foi necessário realizar um levantamento de toda a informação relevante sobre as operações florestais em causa nomeadamente

os seus custos. Foi realizada uma pesquisa em várias bases de dados de diferentes entidades e projetos de gestão e manutenção florestal, entre as quais se destacam o ICNF, PDR2020 e PO SEUR. Além disso o simulador Simflor (Simulador de Florestas) forneceu alguns dos custos associados às operações que complementaram a pesquisa previamente realizada.

Nos anexos III e IV reúne-se a informação obtida nas principais fontes. Em cada caso foi retirada a informação relacionada com o preço máximo e mínimo da operação, o seu tipo (manual, mecânica ou mista) sendo ainda adicionadas informações relacionadas com o tipo de custo (se é custo inicial ou um custo de manutenção) e a periodicidade da sua realização. Posteriormente, estas operações foram associadas à estratégia correspondente. É possível consultar as tabelas relacionadas todas as estratégias no apêndice A.

O custo associado a cada operação, por ter origem em diferentes documentos e tal como está nos anexos referidos nesta secção (anexos III e IV), estavam em diferentes unidades. Para uma utilização coerente e para a realização dos cálculos, todos os valores foram padronizados para o seu equivalente em €/ha e €/unidade. Em alguns casos tal não foi possível não estando o valor preenchido nas tabelas do apêndice A. O custo considerado nos cálculos subsequentes foi o valor médio obtido com base nos valores máximos e mínimos encontrados.

3.1.2 Desenvolvimento das diferentes estratégias de recuperação pós-fogo

Na fase seguinte, foram escolhidas as diferentes estratégias de gestão pós-fogo com base nas operações associadas, recolhidas anteriormente¹. Estas estratégias contemplam diferentes cenários de crescimento dos povoamentos as quais têm por base a distribuição dessas operações florestais ao longo do tempo no caso do Eucalipto e do Pinheiro bravo. Uma vez que o tempo estimado de desenvolvimento do Pinheiro bravo é bastante superior ao do Eucalipto foi encontrada uma solução que permitisse comparar as duas espécies para um mesmo horizonte temporal. Deste modo, a projeção foi feita para 48 anos.

O rendimento em cada uma das estratégias consideradas foi contabilizado com base no aproveitamento e venda da madeira e da biomassa florestal produzida em cada caso. Para o Pinheiro bravo, estes 48 anos correspondem apenas a uma rotação (considerando uma rotação, o ciclo de vida da planta desde o início até ao corte), como tal o rendimento para esta espécie é contabilizado apenas uma vez. Tendo o Eucalipto um tempo de desenvolvimento de 10 a 13 anos, para obter um horizonte comparável entre ambas as espécies, foram consideradas 4 rotações de 12 anos, em que cada rotação tem um plano específico de regeneração pós-fogo associado. Neste caso, o aproveitamento da matéria prima florestal é periodicamente realizado no fim de cada rotação, sendo então o aproveitamento total a soma do montante obtido no fim de cada rotação.

Ainda no caso do Eucalipto, com 4 rotações de 12 anos, consideraram-se três alternativas distintas. Já no caso do Pinheiro bravo, o planeamento diz respeito apenas a um tipo de regeneração para todo o tempo de vida da espécie. Nas tabelas 3.1 e 3.2 é possível ver as estratégias utilizadas com ambas as espécies.

¹Este planeamento foi fornecido pelo Engenheiro Rui Almeida (ICNF).

Tabela 3.1: Estratégias desenvolvidas para o Eucalipto

Eucalipto	1ªrotação	2ªrotação	3ªrotação	4ªrotação
Estratégia 1	Plantação	Talhadia	Plantação	Talhadia
Estratégia 2	Plantação	Talhadia	Talhadia	Talhadia
Estratégia 3	Talhadia	Talhadia	Talhadia	Talhadia

Tabela 3.2: Estratégias desenvolvidas para o Pinheiro bravo

Pinheiro Bravo	Rotação única
Estratégia 1	Regeneração natural
Estratégia 2	Sementeira
Estratégia 3	Plantação

De salientar que para o Eucalipto, a opção de Sementeira não foi utilizada uma vez que é um método que não garante bons resultados com esta espécie. Na tabela C.3 em apêndice, é possível verificar o planeamento destas operações ao longo dos 12 anos de vida destes povoamentos nos 2 diferentes casos: Plantação e Talhadia. Para esta espécie, a Estratégia 1 retrata a situação "clássica" em que é realizada uma plantação, seguida de alhadia e corte de cepos, sendo este processo repetido uma segunda vez. A Estratégia 2 retrata uma situação em que passa a existir ausência de gestão a partir do fim da segunda rotação, isto é, após a plantação na primeira rotação seguida de Talhadia na segunda não existe corte dos cepos, sendo as duas seguintes Talhadia, considerando-se, ainda assim, corte dos cepos no último ano (48º) do investimento. Finalmente, a Estratégia 3 retrata uma situação de total abandono e ausência de gestão do local uma vez que todas as rotações são em Talhadia, e nunca é realizado o corte dos cepos. Este último caso pode ser adotado por proprietários cujos terrenos se encontram em zonas muito afetadas onde a reincidência de incêndios é elevada (por exemplo com ciclo de fogo de 6 anos).

Como é possível verificar na tabela C.3, na secção Plantação a operação de "Arranque" não aparece identificada no planeamento. Esta operação correspondente ao arranque dos cepos dos Eucaliptos, o que não acontece no fim de todas as rotações, sendo apenas necessário realizar no termo da segunda rotação, ocorrendo portanto nos anos 24 e 48.

Para o caso do Pinheiro bravo, sendo o planeamento das operações realizado apenas uma vez nos 48 anos considerados, para esta espécie são considerados os 3 métodos de regeneração possíveis, uma vez que o Pinheiro bravo garante um bom desenvolvimento para todas estas opções: Regeneração natural, Sementeira e Plantação. As operações necessárias podem ser consultadas na tabela C.4.

3.1.3 Modelos de povoamento florestal

Depois do desenvolvimento das estratégias a considerar, na terceira fase, foram utilizados simuladores pré-existentes com diferentes modelos. Os modelos utilizados nestes simuladores são de extrema importância no âmbito da gestão florestal uma vez que estas ferramentas permitem

realizar uma previsão da evolução de um povoamento face às opções gestão aplicadas. Os modelos utilizados foram encontrados na plataforma SimFlor desenvolvida pelo grupo ForChange, a saber:

- Modelo GLOBULUS 2.1: Modelo de crescimento de povoamentos de Eucalipto (implementado pelo simulador WebGlobulus);
- Modelo PBRAVO: Modelo de crescimento de povoamentos de Pinheiro bravo (implementado pelo simulador WebPbravo).

Estes modelos empíricos são determinísticos, o que significa que para cada simulação (com os mesmos valores de entrada), o resultado final (outputs) é sempre o mesmo. A utilização de cada um destes simuladores, bem como uma descrição geral da plataforma SimFlor encontra-se no apêndice B.

Todas as projeções foram realizadas para uma área de 1 hectare para cada uma das estratégias definidas na fase 2. Como tal foi necessário definir os valores de entrada a considerar em cada um dos simuladores correspondentes a cada uma das estratégias em análise.

Para o Eucalipto, o WebGlobulus recebe como inputs as seguintes variáveis: n° de anos a simular; índice de qualidade de estação; volume de topo; densidade da plantação. A distinção entre plantação e Talhadia foi realizada através da variável "Densidade de plantação" da seguinte forma:

- Plantação: 1250 plantas;
- Talhadia: número de plantas existentes no último ano da rotação anterior.

Para o caso da Estratégia 3, como a 1ª rotação é realizada em Talhadia, o número de plantas introduzido no simulador foi determinado através da projeção para a 1ª rotação de Plantação, seguida da realização da projeção para Talhadia na 2ª rotação. O número de plantas a utilizar foi escolhido como o valor correspondente ao 6º ano da 2ª rotação (assumimos que houve um incêndio neste ano). A simulação decorre para as 4 rotações em separado, ou seja, cada simulação corresponde a um horizonte de 12 anos (variável "n° de anos a simular" igual a 12).

O WebGlobulus tem a capacidade de distinguir a produtividade de diferentes zonas de Portugal, com correspondentes valores de saída à respetiva região. Na figura 3.2 é possível identificar as 8 regiões tal como estão assinaladas no mapa de Portugal. Esta divisão foi realizada agregando concelhos do país com regiões climaticamente semelhantes (Tomé et al., 2001).

As regiões são distinguidas através do valor da variável "Índice de Qualidade de Estação"—este índice corresponde à altura dominante (em metros) aos 10 anos de vida de um povoamento (Tomé et al., 2001). Como valores de entrada foram utilizados os valores médios associados a cada região tal como sugerido na parametrização pelo simulador que implementa o modelo GLOBULUS 2.1:

- 1NL - Norte-Litoral: 22 metros

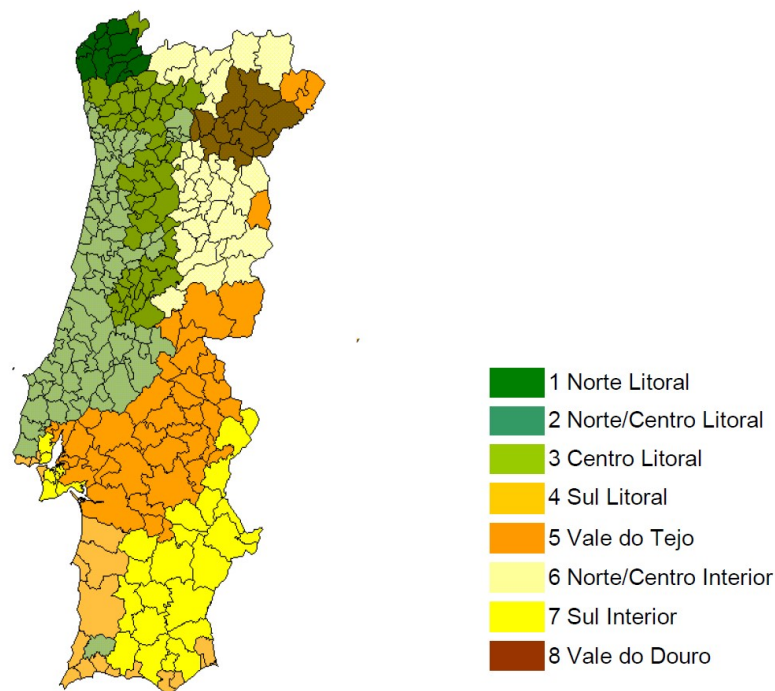


Figura 3.2: Mapa com a distribuição das diferentes regiões de Portugal determinadas no simulador WebGlobubus. Retirado de (Tomé et al., 2001).

- 2NC - Norte/Centro-Litoral: 20 metros
- 3CL - Centro-Litoral: 19 metros
- 4SL - Sul-Litoral: 18 metros
- 5VT - Vale do Tejo: 17 metros
- 6NI - Norte/Centro-Interior: 16 metros
- 7SI - Sul-Interior: 15 metros
- 8VD - Vale do Douro: 14 metros

O simulador requer ainda uma variável de entrada "Volume de topo" que corresponde ao valor do volume médio do topo das árvores do povoamento. Nas projeções realizadas foi utilizado o valor standard, $5 m^3$.

No caso do Eucalipto é necessário realizar, no total, 64 simulações. Uma vez que estes modelos são determinísticos, para a Estratégia 1 apenas é necessário realizar 2 simulações: uma para Plantação e outra para Talhadia, pois a 3ª e 4ª rotações são iguais às duas primeiras. Seguindo este raciocínio, para o caso da Estratégia 2 apenas são necessárias adicionar 2 simulações uma vez que as 2 primeiras rotações são iguais às 2 rotações iniciais da Estratégia 1.

Para o caso do Pinheiro bravo foi utilizado o simulador WebPbravo. Uma vez que a parametrização deste simulador tem várias opções (como é possível verificar no apêndice B)², foram parametrizadas as seguintes variáveis de entrada:

- Calcular volumes COM casca;
- Classe de Qualidade (20 para o litoral e 16 para o interior);
- Característica do Povoamento: Não desbastado;
- Árvores plantadas.

A distinção entre o tipo de estratégia a utilizar, tal como para o caso do Eucalipto, é feita através do número de árvores plantadas por hectare da seguinte forma:

- Regeneração natural: 4500 plantas;
- Sementeira: 2500 plantas;
- Plantação: 1250 plantas.

Como o WebPbravo apenas distingue 2 regiões diferentes no país: Interior e Litoral, parametrizou-se a diferença de crescimento associada a cada uma delas. Essa parametrização inicial é feita atribuindo à variável "Classe de Qualidade" 20 para simulações realizadas para zonas de litoral e de 16 para o interior.

Uma vez que o número de regiões consideradas pelo simulador do Pinheiro bravo (2) e do Eucalipto (8) são distintas, a solução encontrada para comparar as estratégias foi obtida do seguinte modo: I. Estratégias na zona Litoral do Pinheiro bravo são comparadas com as regiões Norte-Litoral, Norte/Centro-Litoral, Centro-Litoral e Sul-Litoral para o Eucalipto (1NL, 2NC, 3CL e 4SL); II. Estratégias desenvolvidas na região Interior para o Pinheiro bravo são comparadas com as regiões do Vale-do-Tejo, Norte/Centro-Interior, Sul-Interior e Vale-do-Douro do Eucalipto (5VT, 6NI, 7SI, 8VD).

Finalmente, dado que o simulador do Pinheiro bravo não permite projetar de uma só vez a evolução do povoamento para todos os anos pretendidos, tal implicou a necessidade de correr a simulação para todos os anos do horizonte de planeamento, isto é, realizando 1 simulação por ano, é então necessário efetuar 288 simulações (48 anos x 3 estratégias x 2 regiões = 288).

3.2 Simulador de Investimentos de gestão florestal - SiGef

Com o objetivo de avaliar a rentabilidade dos cenários definidos na secção anterior foi desenvolvida uma folha de cálculo em Microsoft Excel onde é possível comparar para as regiões do país considerando a rentabilidade económica de cada um destes cenários. A rentabilidade é obtida a

²Com base em informação fornecida pelo Engenheiro Rui Almeida (ICNF).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Parâmetros comuns							
2	Taxa de inflação	2,0%						
3	Taxa de retorno de investimento	3,7%						
4	Preço médio da biomassa florestal	30,00	€/m³					
5	Área:	1	ha					
6	Switch para contabilização da biomassa	1						
7								
8	Parâmetros Eucalipto							
9	Nº a introduzir:	1250	plantas					
10	Preço médio da madeira	19,09	€/m³					
11	Resultado operacional Global	1						
12	EU - Plantação							
13	Operações	€/ha	€/uni	€/km	Cálculo do custo final	Observações		
14	Plantação de resinosas e folhosas em contentor		0,29	€/uni	* Nº de plantas existentes no respetivo ano	Utilizar nº de plantas a introduzir		
15	Retanchar de resinosas e folhosas em contentor		0,29	€/uni	* Nº de plantas existentes no respetivo ano	Utilizar nº de plantas a introduzir		
16	Aplicação manual de adubo		0,1	€/uni	* Nº de plantas existentes no respetivo ano	Utilizar nº de plantas a introduzir		
17	Limpeza de mato com grade de discos	294,53		€/ha	* Nº de hectares			
18	Gradagem de vegetação espontânea pouco desenvolvida	118,68		€/ha	* Nº de hectares			
19	Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm (*)	462,6		€/ha	* Nº de hectares			
20	Aplicação de adubo em linha, em profundidade - tractor de rodas	38,62		€/ha	* Nº de hectares			
21	Arranque	900		€/ha	* Nº de hectares			
22								
23	EU - Talhadia							
24								
25								
26	Parâmetros Pinheiro Bravo							
27	Estratégia	Nº a introduzir						
28								
29	Plantação	1250	plantas					
30	Sementeira	2500	plantas					
31	Regeneração Natural	4500	plantas					
32	Preço médio da madeira	20,45	€/m³					
33								
34	PB - Plantação							
35								
36	PB - Sementeira							
37								
38	PB - Regeneração Natural							
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								
86								
87								
88								
89								
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98								
99								
100								

Figura 3.3: Simulador de investimentos – Página Parâmetros.

partir do custo de cada uma das estratégias subtraído aos proveitos obtidos das mesmas. O objetivo é escolher a estratégia mais rentável de acordo com o contexto: localização do povoamento; tipo de aproveitamento feito; ocorrência não de incêndios; operações implicadas; custos e proveitos associados.

Na figura 3.3 encontra-se a primeira página do simulador. No rodapé é possível identificar o número de páginas contidas neste simulador (livro) – as quais estão organizadas de acordo com o objetivo e finalidade de cada uma.

A realização desta folha de cálculo foi feita de forma automatizada. Isto é, com a possibilidade de realizar alterações ou substituições em vários parâmetros, desde o tipo de operações a realizar até ao momento no tempo em que são realizadas ao longo dos 48 anos de simulação, além de outras parametrizações à frente escritas. Apesar de toda esta flexibilidade, a estrutura do simulador não pode ser alterada, ou seja, não é possível alterar o número de operações florestais em cada estratégia.

O planeamento das operações florestais ao longo dos 48 anos está especificado nas páginas "Planos Eu" e "Planos Pb" para o Eucalipto e Pinheiro bravo respetivamente — doravante sempre referidos com Eu e Pb. Também todas as tabelas com os parâmetros obtidos com recurso ao SimFlor (modelo GLOUBULUS 2.1 e modelo Pbravo) estão guardadas nas páginas "Sim-Eu" e "Sim-Pb".

No SiGef³ existe uma página com a representação gráfica de todos os resultados obtidos neste projeto servindo como um *dashboard* onde se agregam os resultados obtidos. Foi ainda desenvolvida uma nova página onde estão especificamente os resultados principais encontrados e onde é

³O SiGef está disponível para [download](http://www.tiny.cc/SiGef) assim como um pequeno manual de instruções em: www.tiny.cc/SiGef.

	Taxa de inflação	Taxa de retorno do investimento
Cenário zero-zero	0%	0%
Investimento público	2%	3,7%
Investimento privado	2%	5,98%

Tabela 3.3: Diferentes cenários de investimento.

possível comparar as estratégias entre si de acordo com a região-alvo de aplicação.

3.2.1 Parametrizações

Os parâmetros utilizados pelo simulador incluem todas as informações necessárias ao cálculo dos custos e proveitos associados com cada uma das estratégias. Numa primeira página (página "Parâmetros" do simulador) são especificados os parâmetros relacionados com: I.Preço de venda da madeira das diferentes espécies; II.Preço de venda da biomassa florestal; III.Taxa de inflação; IV.Taxa de retorno do investimento; V.Preço do custo das operações florestais.

O valor do preço da venda de madeira para as duas espécies foi obtido recorrendo à média dos valores disponíveis no SIMeF ([ICNF, ndc](#)). A forma como este cálculo foi feito está explicada no apêndice [E](#) considerando a parametrização de preço para o Pinheiro Bravo e Eucalipto, respetivamente, 20,45€ e 19,09€ (valor de venda médio ponderado pela quantidade pretendida).

O valor de venda de biomassa florestal utilizado foi encontrado em [Pinto et al. \(2013\)](#) e é o mesmo valor para ambas as espécies, uma vez que a biomassa que integra a contabilização dos proveitos tem a sua origem nos ramos e galhos que se formam à superfície.

Uma vez que o planeamento é feito para um horizonte de longo prazo (48 anos) é necessário ter em consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo e a taxa de inflação esperada. Para comparação de resultados é necessário atualizar os valores obtidos para os correspondentes 'valores atuais', considerando uma taxa de retorno de investimento, também parametrizada nesta página. Como critério de decisão foi utilizado o VAL ⁴ (Valor Atualizado Líquido) uma vez que este mostra o valor exato criado pelo projeto de investimento. Em alternativa poderia ser utilizada a TIR (Taxa Interna de Rentabilidade), que avalia a taxa máxima a que o investidor pode remunerar os capitais investidos ([João et al., 2007](#)). Foi escolhido o VAL em detrimento da TIR, uma vez que esta última é uma percentagem, não permitindo, como o VAL, avaliar em termos absolutos a remuneração obtida pelo investidor.

Os valores utilizados para estas taxas diferem entre três diferentes cenários de investimento analisados, tal como explicado a seguir ([??](#)).

No caso da taxa de inflação, o valor utilizado foi 2% , o que corresponde ao objetivo do Banco Central Europeu para os próximos anos ([BCE, 2021](#)).

Para a taxa de retorno do investimento, num cenário de investimento público o valor utilizado foi o encontrado em [Fiscalidade.PT \(2018\)](#) o qual corresponde ao valor da taxa de crescimento

⁴Quando o valor do investimento é inferior ao valor atual de todos os cash-flows (obtidos ao longo da duração do projeto), o VAL é positivo – o que significa que o projeto apresenta uma rentabilidade positiva.

associada a projetos inter-geracionais. Para o período entre 2007 e 2050, o valor proposto é de 1,7%, pelo que consideramos a taxa de retorno do investimento 3,7% (1,7% + taxa de inflação).

No caso de um investimento privado, o valor utilizado teve origem no conteúdo disponível no website do Professor [Damodaran \(2013\)](#), onde é possível constatar que a taxa de custo de capital para produtos florestais é de 3,98% para a Europa. Em resultado, neste cenário, foi utilizada a taxa de retorno do investimento de 5,98%.

Nesta página existe ainda um parâmetro apenas aplicável ao caso do Eucalipto, sendo ela um interruptor que serve para ativar ou desativar a avaliação do resultado operacional anual para estratégias desta espécie. Quando esta variável é 1 é possível observar, nos respetivos gráficos, o resultado operacional considerando os 48 anos de vida da simulação. Quando é 0 os mesmos gráficos mostram o resultado operacional por rotação e não na totalidade do horizonte de planeamento. Existe ainda um outro interruptor que permite contabilizar ou não o valor de venda da biomassa florestal. Este interruptor é utilizado para a situação de ocorrência de um incêndio onde a venda de biomassa florestal não pode ser contabilizada dado que o incêndio a tornou inutilizável.

3.2.2 Cálculo dos custos e proveitos para cada estratégia

A parametrização dos custos e proveitos de cada estratégia estão determinados nas páginas "Cálculos-Eu" e "Cálculos-Pb".

No caso do Eucalipto, no WebGlobulus, foi possível notar que o número de árvores existente em cada ano não varia quando se altera a região a simular. Consequentemente não é necessário calcular os custos em cada uma das regiões uma vez que a única variável utilizada é o número de árvores existentes ano a ano. Para o Pinheiro bravo, a aplicação do modelo WebPbravo conduz a um número de árvores distinto para cada uma das duas regiões (litoral ou interior).

No cálculo dos proveitos é feita a distinção entre os proveitos com origem na madeira e com origem na biomassa. Esta separação permite avaliar qual deles gera o maior rendimento e possibilita a escolha futura consoante o aproveitamento pretendido no local.

Para o Eucalipto, os proveitos com origem na madeira são calculados a partir valor do preço da madeira (por m^3) parametrizado na página dos "Parâmetros". O valor do volume de madeira (por m^3) encontrado na tabela dos resultados gerados pelo WebGlobulus, da seguinte forma:

$$Vm = PrecoMedioMadeira * (Volumetotalsemcasca + Volumedacasca) \quad (3.1)$$

Da mesma forma, para o caso da biomassa, o valor dos proveitos é calculado por:

$$Vb = PrecoMedioBiomassa * Biomassaacimadosolo \quad (3.2)$$

Para o caso do Pinheiro bravo, os proveitos originados na venda de madeira são calculados de forma similar:

$$Vm = PrecoMedioMadeira * VolumeRolaria \quad (3.3)$$

Para o caso da biomassa, o cálculo é feito segundo a seguinte equação:

$$Vb = PrecoMedioBiomassa * (VolumeTotal - VolumeRolaria) \quad (3.4)$$

3.2.3 Situação de Incêndio

Uma vez que foi realizada a simulação para um horizonte bastante longo, existe sempre uma incerteza acerca da viabilidade de crescimento do povoamento. Dado que todo o espaço florestal se encontra sujeito a agentes externos que, ao longo do seu crescimento, podem originar perturbações graves como por exemplo a ocorrência de um incêndio. Foram estudados dois cenários de simulação com o objetivo de avaliar o prejuízo causado por este desastre.

Na página "Sim-Incêndios" reúne os valores gerados por uma intervenção causada por um incêndio no ano 30 e a resultante de um incêndio no ano 42 (respetivamente a meio da terceira e quarta rotações).

O cálculo dos custos das operações é efetuado de forma idêntica à descrita anteriormente, apenas sofrendo uma interrupção das operações no ano em que se sucede o incêndio (são incluídas as operações realizadas neste ano). Os proveitos considerados em qualquer das estratégias são os obtidos apenas através da venda da madeira, uma vez que em caso de incêndio se considera que a biomassa florestal destes povoamentos desaparece. O valor apresentado do resultado operacional final deve ser visto como um majorante do valor real, uma vez que não é contabilizada a desvalorização associada ao preço de venda da madeira ardida, podendo inclusive este valor chegar a ser 0 se a passagem do incêndio tornar a madeira inutilizável.

O resultado operacional das estratégias no caso de incêndio é apresentado na página "Resultados". De salientar que é possível simular um incêndio em qualquer ano (não apenas no ano 30 e no ano 42): para tal, na página "Parâmetros" é possível utilizar o interruptor que ativa (1) ou desativa (0) o preço de venda da biomassa no cálculo dos proveitos. O resultado desta simulação pode ser consultado no gráfico que mostra o resultado operacional anual (página "Resultados")

3.3 Síntese

Neste capítulo descrevemos os aspetos críticos considerados no desenvolvimento deste projeto, cujo objetivo final se traduz no desenvolvimento de um simulador de investimentos para várias estratégias de gestão florestal (SiGef). Estas estratégias de gestão florestal foram concebidas com base nos métodos de reflorestação pós-fogo descritos no capítulo anterior (secção 2.4), tendo sido analisadas de forma alternativa as duas espécies dominantes em Portugal: Pinheiro bravo e Eucalipto.

Foram recolhidas todas as informações necessárias para a parametrização das operações florestais em cada uma das estratégias e foram utilizados os resultados da simulação destes povoamentos com recurso aos modelos de simulação de povoamentos florestais disponíveis na plataforma Sim-Flor.

Uma vez reunidas todas estas condições foi então desenvolvido o SiGef. Implementado o simulador foram então desenhados os cenários para as duas espécies consideradas, com o objetivo de determinar qual a melhor estratégia a utilizar tendo em conta a região do país mas também o cenário de investimento (público ou privado). O SiGef inclui ainda uma página que permite simular a ocorrência de um incêndio para dois anos do horizonte temporal considerado (48 anos), sendo o ano escolhido especificado no início da folha.

Capítulo 4

Resultados e discussão

Os resultados apresentados neste capítulo seguem uma organização *top-down*, começando por isso pela análise dos resultados operacionais obtidos em todas as situações. Posteriormente são feitas análises mais específicas no que diz respeito aos custos das operações florestais das respectivas estratégias e a sua evolução ao longo dos anos. Será ainda avaliado o impacto de ocorrência de um incêndio e a consequência que tem no resultado operacional e consequentemente sobre a melhor opção de investimento (melhor estratégia). Os resultados apresentados estão com os valores atualizados para o ano 0, para uma melhor percepção do rendimento real associado a cada estratégia. Ao longo da discussão dos resultados são apresentados os gráficos obtidos no SiGef. Estes resultados seguem a perspectiva do investimento público e contemplam um exemplo para cada tipo de avaliação, sendo possível ver no apêndice D as restantes situações para este tipo de investimento.

4.1 Resultado operacional atualizado

O principal objetivo deste estudo é avaliar a melhor opção de investimento considerando as estratégias propostas e de acordo com a localização alvo. Esta avaliação é feita para todos os cenários de investimento e todos os resultados obtidos em cada uma das estratégias estão agregados na tabela 4.1. Nas células desta tabela quanto mais escuro for o preenchimento, maior será o rendimento esperado (e consequentemente a melhor opção).

Para análise destes resultados foi acrescentado adicionalmente às Estratégias 1 e 2 do Eucalipto (marcadas pelo asterisco) um cenário em que não é efetuada a operação do arranque dos cepos no final do período considerado (48anos) , uma vez que esta opção pode ser adotada pelos proprietários como uma forma de reduzir os custos. Contudo estes 2 cenários adicionais serão analisados à parte dos resultados obtidos para os 3 cenários principais.

Para todas as estratégias é possível verificar que nas regiões no litoral o rendimento das operações é bastante superior quando comparado a qualquer região no interior.

Num cenário em que a taxa de inflação e de retorno de investimento são nulas (Cenário Zero-zero), a melhor opção em sete das oito regiões consideradas é a Estratégia 3 do Eucalipto, sendo esta apenas ultrapassada pela Estratégia 2 (Eucalipto) na região Norte-Litoral. Para este cenário, se

Tabela 4.1: Resultado operacional atualizado para cada estratégia

	Região	Eucalipto-E2*	Eucalipto-E1*	Eucalipto-E1	Eucalipto-E2	Eucalipto-E3	Pinheiro bravo-PL	Pinheiro bravo-Sem	Pinheiro bravo-RN
Zero-Zero	Norte litoral	24 269	24 815	23 015	23 369	23 237	4 529	8 908	8 144
	Norte/Centro litoral	17 872	18 225	16 425	16 972	17 109	4 529	8 908	8 144
	Centro litoral	15 560	15 852	14 052	14 660	14 885	4 529	8 908	8 144
	Sul litoral	10 229	10 290	8 490	9 329	9 875	4 529	8 908	8 144
	Vale do Tejo	8 043	8 038	6 238	7 143	7 769	851	2 279	-1 402
	Norte/Centro Interior	5 387	5 299	3 499	4 487	5 239	851	2 279	-1 402
	Sul interior	4 608	4 470	2 670	3 708	4 534	851	2 279	-1 402
Público (2% 3,7%)	Vale do Douro	2 824	2 633	833	1 924	2 826	851	2 279	-1 402
	Norte litoral	14 526	14 678	13 666	14 119	14 122	494	2 377	-428
	Norte/Centro litoral	10 504	10 560	9 547	10 097	10 273	494	2 377	-428
	Centro litoral	9 051	9 076	8 064	8 644	8 876	494	2 377	-428
	Sul litoral	5 689	5 596	4 584	5 282	5 719	494	2 377	-428
	Vale do Tejo	4 314	4 189	3 176	3 907	4 396	-1 172	-628	-4 752
	Norte/Centro Interior	2 644	2 476	1 464	2 237	2 807	-1 172	-628	-4 752
Privado (2% 7,1%)	Sul interior	2 150	1 957	945	1 743	2 360	-1 172	-628	-4 752
	Vale do Douro	1 028	808	-204	621	1 287	-1 172	-628	-4 752
	Norte litoral	5 764	5 715	5 349	5 678	5 930	-1 847	-1 431	-4 837
	Norte/Centro litoral	3 911	3 836	3 470	3 825	4 160	-1 847	-1 431	-4 837
	Centro litoral	3 242	3 159	2 793	3 156	3 517	-1 847	-1 431	-4 837
	Sul litoral	1 684	1 569	1 203	1 598	2 057	-1 847	-1 431	-4 837
	Vale do Tejo	1 051	926	561	964	1 449	-2 202	-2 074	-5 763
	Norte/Centro Interior	281	145	-220	195	718	-2 202	-2 074	-5 763
	Sul interior	50	-93	-458	-37	509	-2 202	-2 074	-5 763
	Vale do Douro	-467	-617	-983	-553	15	-2 202	-2 074	-5 763

o investidor quiser optar pelo Pinheiro bravo a melhor estratégia será a da Sementeira. Neste caso, a estratégia de Regeneração natural (Pinheiro bravo) em regiões do interior torna-se impraticável uma vez que os resultados operacionais são negativos.

Tanto no caso do investimento público, como no do investimento privado, a Estratégia 3 para o Eucalipto é sempre a melhor opção para todas as regiões.

Para um cenário de investimento público, a estratégia de Regeneração natural do Pinheiro bravo é descartada uma vez que em todas as regiões esta conduz a um rendimento negativo. Para regiões do interior também todas as estratégias relacionadas com o Pinheiro bravo têm rendimentos negativos. De assinalar que na região Vale-do-Douro a Estratégia 1 do Eucalipto também não é viável dado apresentar também um resultado operacional atualizado negativo.

No caso de um investimento privado os resultados (tabela 4.1) permitem concluir que, para todas as regiões, todas as estratégias do Pinheiro bravo alternativas não viáveis dado que conduzem sem exceção a um resultado operacional negativo. No caso do Eucalipto, a Estratégia 1 também não é viável nas regiões Sul-Interior e Vale-do-Douro, sendo que nesta última a estratégia 2 também tem um rendimento negativo.

As correspondentes estratégias para o Eucalipto sem o arranque final dos cepos, é possível verificar que a exclusão desta operação torna estas estratégias mais rentáveis. Por exemplo, no cenário zero-zero (taxa de inflação e de retorno de investimento nula), a Estratégia 1 (23 015€) do Eucalipto é uma opção pior que a Estratégia 2 (23 369€) no Norte-Litoral e igualmente pior que a sementeira do Pinheiro bravo no Sul-Litoral (Pb Sementeira - 8908€ > Estratégia 1 - 8490€). No entanto se estas opções forem avaliadas sem o arranque de cepos é possível verificar a posição se inverter. No primeiro caso 24 815€ (Estratégia 1*) é melhor do que 24 269€ (Estratégia 2*), e também 10 290€ (Estratégia 1*) e 10 229€ (Estratégia 2*) são valores melhores do que 8908€ (Pinheiro bravo Sementeira). De assinalar que as Estratégias 1* e 2* são sempre melhores que as correspondentes nos cenários em que é realizada a operação de remoção dos cepos. Isto pode

Tabela 4.2: Viabilidade das estratégias de acordo com as regiões e os diferentes cenários de investimento

	Região	Eucalipto-E2*	Eucalipto-E1*	Eucalipto-E1	Eucalipto-E2	Eucalipto-E3	Pinheiro bravo-PL	Pinheiro bravo-Sem	Pinheiro bravo-RN
Zero-Zero	Norte litoral	24 269	24 815	1	1	1	1	1	1
	Norte/Centro litoral	17 872	18 225	1	1	1	1	1	1
	Centro litoral	15 560	15 852	1	1	1	1	1	1
	Sul litoral	10 229	10 290	1	1	1	1	1	1
	Vale do Tejo	8 043	8 038	1	1	1	1	1	0
	Norte/Centro Interior	5 387	5 299	1	1	1	1	1	0
	Sul interior	4 608	4 470	1	1	1	1	1	0
Público (2% 3,7%)	Vale do Douro	2 824	2 633	1	1	1	1	1	0
	Norte litoral	14 526	14 678	1	1	1	1	1	0
	Norte/Centro litoral	10 504	10 560	1	1	1	1	1	0
	Centro litoral	9 051	9 076	1	1	1	1	1	0
	Sul litoral	5 689	5 596	1	1	1	1	1	0
	Vale do Tejo	4 314	4 189	1	1	1	0	0	0
	Norte/Centro Interior	2 644	2 476	1	1	1	0	0	0
Privado (2% 7,1%)	Sul interior	2 150	1 957	1	1	1	0	0	0
	Vale do Douro	1 028	808	0	1	1	0	0	0
	Norte litoral	5 764	5 715	1	1	1	0	0	0
	Norte/Centro litoral	3 911	3 836	1	1	1	0	0	0
	Centro litoral	3 242	3 159	1	1	1	0	0	0
	Sul litoral	1 684	1 569	1	1	1	0	0	0
	Vale do Tejo	1 051	926	1	1	1	0	0	0
	Norte/Centro Interior	281	145	0	1	1	0	0	0
	Sul interior	50	-93	0	0	1	0	0	0
	Vale do Douro	-467	-617	0	0	1	0	0	0

explicar que, se o investidor não levar em conta o valor do dinheiro no tempo opte por não realizar esta operação quando por algum motivo optou pelas Estratégias 1 e 2 (operação de remoção de cepos de Eucalipto).

Para mais facilmente avaliar os resultados tendo em consideração que qualquer opção com um rendimento positivo é uma opção viável foi desenvolvida a tabela 4.2 que salienta esses casos: o preenchimento a verde e a vermelho corresponde à viabilidade ou inviabilidade da opção. Como é possível verificar nesta tabela, para um cenário de investimento privado, o número de opções não viáveis é bastante superior ao caso do investimento público. De facto, para o investimento privado as opções viáveis representam cerca de 44% das alternativas subindo este valor aumenta para cerca de 64% no caso do investimento público e para cerca de 92% para no cenário zero-zero (taxas de inflação e retorno de investimento nulas).

4.2 Avaliação anual das diferentes estratégias

Nesta secção avaliamos as estratégias anualmente, analisando quais os anos com mais impacto no custo total das operações, e seguidamente a evolução do resultado operacional atualizado ao longo dos anos. Além disso calculamos os anos necessários até atingir o *payback* atualizado em cada uma das estratégia.

4.2.1 Avaliação da evolução do custo anual das estratégias alternativas

Através da análise de gráficos de barras similares ao da figura 4.1 (exemplo para a Estratégia 3 do Eucalipto) é possível concluir que a maioria dos custos operacionais está concentrada nos primeiros anos qualquer dos cenário. O apêndice D.4, reúne os gráficos correspondentes a esta análise para as restantes estratégias.

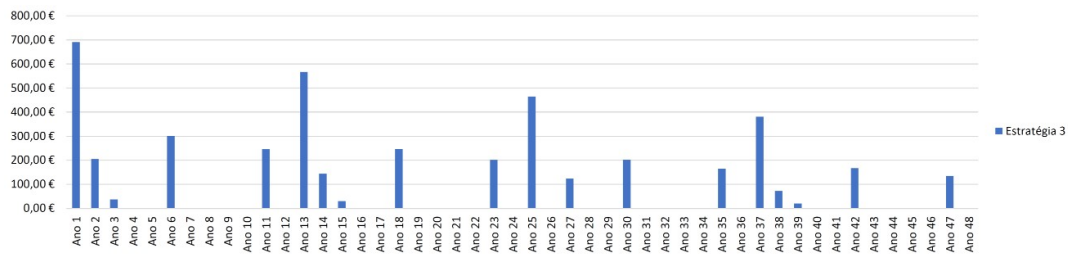


Figura 4.1: Custo por ano das operações florestais no Eucalipto – Estratégia 3. Investimento público.

No caso do Eucalipto, em qualquer das estratégias, o maior custo operacional ocorre logo no primeiro ano de vida do povoamento. No caso do Pinheiro bravo é possível concluir que os anos 1 e 15 são os anos com mais impacto no custo total das estratégias alternativas. Para as estratégias de Plantação e de Sementeira, tal como para o Eucalipto, o primeiro ano do povoamento é o que tem mais custos. Para esta espécie, no caso da estratégia da Regeneração natural, o ano que apresenta maiores custos operacionais é o ano 15. Apesar do número de operações realizadas neste ano não ser maior quando comparado ao ano 1 (3 operações realizadas no ano 15 e 4 no ano 1), as operações de limpeza realizadas neste ano são mais dispendiosas fazendo com que o ano 15 seja o ano que apresenta mais custos operacionais.

A tabela 4.3 permite confirmar que grande parte dos custos operacionais se concentram nos primeiros 15 anos em qualquer das opções. No caso do investimento público este valor é aproximadamente 50% para todas as estratégias referentes ao Eucalipto, sendo no caso do investimento privado sempre superior a 58%. No caso do Pinheiro bravo verifica-se que o custo nos primeiros 15 anos é bastante superior, oscilando entre 80 e 90% dos custos totais, sendo que no caso de um investimento privado estes valores aumentam substancialmente para mais de 58% e 91% respetivamente.

Se o objetivo for diminuir os custos totais em qualquer das estratégias, a análise deve focar-se na redução do número de operações nos primeiros anos do povoamento e no seu custo individual (por exemplo recorrendo à mecanização ou mesmo automatização) sendo que eventualmente também se pode avaliar se o decréscimo do intervalo de tempo entre as operações de limpeza as

Tabela 4.3: Custo, em percentagem, das operações efetuadas nos primeiros 15 anos de vida dos povoamentos para todas as estratégias em análise.

		Cenário zero-zero	Investimento público	Investimento privado
Eucalipto	E1	34%	44%	58%
	E2	41%	53%	67%
	E3	40%	50%	62%
Pinheiro bravo	PI	86%	90%	94%
	Sem	75%	81%	88%
	Rn	81%	86%	91%

podem tornar globalmente menos dispendiosas.

4.2.2 Avaliação da evolução anual do resultado operacional atualizado e *payback*

Com o objectivo de analisar a evolução dos resultados operacionais ao longo do tempo os resultados foram organizados de forma a que fosse possível avaliar como evolui esse valor e quando é atingido o *payback* actualizado. Foram organizados em gráficos. Encontraram-se 3 padrões distintos, os quais são apresentados nas figuras 4.2, 4.3 e 4.4.

No caso do padrão visível na figura 4.2, é possível identificar uma zona de resultados operacionais negativos logo no início do investimento, evoluindo depois para valores positivos e assim se mantendo até ao fim do horizonte temporal considerado (48 anos). No caso do padrão apresentado na figura 4.4, existe mais do que uma zona de valores negativos, sendo este género de padrões caracterizado pelo número de "bossas" (depressões no gráfico). Neste caso, como é possível verificar na figura 4.4, que existe uma bossa do ano 9 e ano 12, sendo que a partir daí os valores são sempre positivos sem mais nenhuma área negativa. Por fim, no caso do padrão identificado na figura 4.3 este caracteriza-se pelo valor do resultado operacional atualizado nunca chegar a ser positivo. De igual modo no apêndice D.5 podemos ver os gráficos representantes das restantes estratégias. As conclusões da análise destes resultados são explanadas nos próximos parágrafos.



Figura 4.2: Resultado operacional atualizado por ano para o Eucalipto - Estratégia 1 (Norte-Litoral). Investimento público.

No caso de um investimento público, para a Estratégia 1 e 2 do Eucalipto, cinco das oito regiões (desde o Norte-Litoral até à região do Vale-do-Tejo) seguem o padrão similar ao observado em 4.2. Para ambas as estratégias, este valor torna-se positivo entre o ano 5 (Norte-Litoral) e ano 8 (Vale-do-Tejo). É de esperar que estas 2 estratégias sejam idênticas nos primeiros 24 anos uma vez que as duas primeiras rotações são iguais para ambas. Para as regiões Norte-Interior, Sul-Interior e Vale-do-Douro o *payback* atualizado é atingido, mas em anos seguintes o resultado operacional atualizado volta a ser negativo (padrão idêntico ao da figura 4.4).

Para o caso da Estratégia 3, sete das oito regiões consideradas seguem o padrão da figura 4.2, ocorrendo o *payback* atualizado entre o ano 4 (Norte-Litoral) e o ano 8 (Sul-Interior). A região Vale-do-Douro tem um padrão similar ao da figura 4.4.

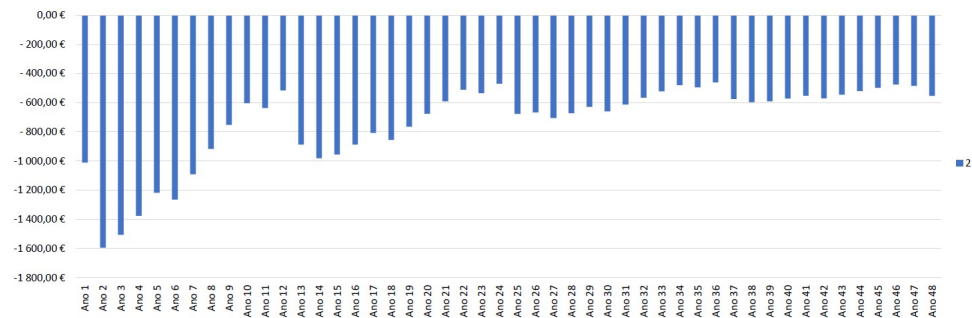


Figura 4.3: Resultado operacional atualizado por ano para o Eucalypto - Estratégia 2 (Vale-do-Douro). Investimento público.

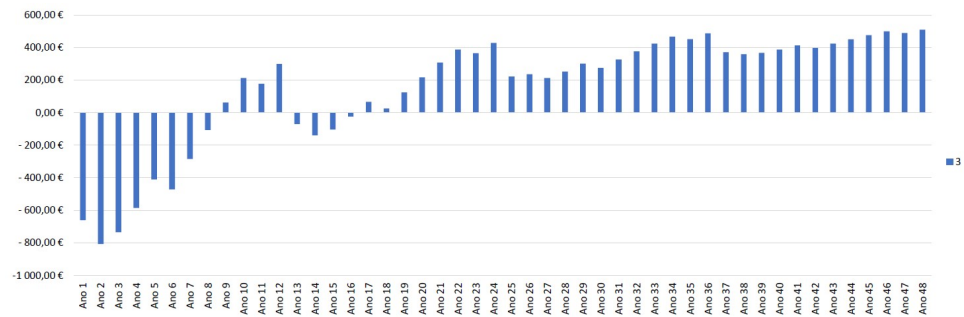


Figura 4.4: Resultado operacional atualizado por ano para o Eucalypto - Estratégia 3 (Sul-Interior). Investimento público.

Para o Pinheiro bravo (ainda considerando o investimento público), a mesma análise permite concluir que em nenhuma das estratégias o *payback* atualizado é atingido em regiões no Interior (padrão idêntico ao da figura 4.3). Para a região do Litoral o *payback* atualizado é atingido na Sementeira e na Plantação, nos anos 20 e 26 respetivamente (padrão idêntico ao da figura 4.2). Para estas estratégias é possível ainda concluir que o resultado operacional atualizado é superior nos anos 40 a 42 ao resultado operacional final. Estes resultados sugerem que seria preferível antecipar o fim do ciclo, concluindo o investimento antecipadamente dado o maior valor da matéria prima florestal (podemos ver a situação para a Plantação no gráfico D.38).

Avaliando do ponto de vista do investimento privado é possível concluir que, para a Estratégia 1 e 2 do Eucalipto, o padrão encontrado em 4 das 8 regiões é similar ao da figura 4.2. O ano em que é atingido o *payback* atualizado evolui em ambas as estratégias desde o ano 5 até ao ano 8 (desde a região Norte-Litoral até à região Sul-Litoral).

Para a Estratégia 3, o *payback* atualizado evolui desde o ano 4 (região Norte-Litoral) até ao ano 8 (região Norte/Centro-Interior) (padrão da figura 4.2). Nas restantes regiões o padrão apresentado é similar ao da figura 4.4 ("bossas").

Ainda no caso do investimento privado, no Pinheiro bravo, é possível concluir que em nenhum ano de nenhuma estratégia na região Interior chega a ser atingido o *payback* atualizado (padrão da figura 4.3). Para as regiões do Litoral, o resultado operacional atualizado é igualmente negativo em todos os anos para a Plantação e Regeneração natural, sendo que a exceção é a estratégia da Sementeira onde o resultado operacional atualizado é positivo mas apenas entre o ano 28 e o ano 34. Do ponto de vista do investimento privado nenhuma das estratégias do Pinheiro bravo é viável na região Interior e no caso do Litoral apenas a Sementeira mas apenas se o horizonte de investimento for inferior a 34 anos. As figuras análogas para o caso do investimento privado estão no apêndice D.1.

4.3 Impacto das operações no custo total das estratégias

Nesta secção avaliamos o impacto global das operações florestais associadas às diferentes estratégias consideradas para cada uma das espécies. Os gráficos na figura 4.5 e 4.6 tornam fácil perceber qual a operação com maior impacto sobre o custo total de cada uma das estratégias. É possível ver os gráficos análogos para todas as estratégias no apêndice D.2.

A análise destes resultados permite concluir, no caso do Eucalipto, seja investimento público ou privado, para todas as estratégias a operação que tem maior custo é a operação de "Limpeza de mato com grades de discos". No caso do Pinheiro bravo a operação "Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas, medianamente desenvolvidos" é a operação que tem maiores custos. Isto significa que a melhoria de tecnologias associadas a estas operações ou a otimização dos processos associados às mesmas são objetivos prioritários a considerar com vista à redução do custo total em cada uma das estratégias. A tabela 4.4 facilita a identificação do peso de cada uma destas operações no custo total (cenário zero-zero, investimento público ou privado). No caso do Pinheiro bravo esta análise foi feita separadamente para cada estratégia, comparando

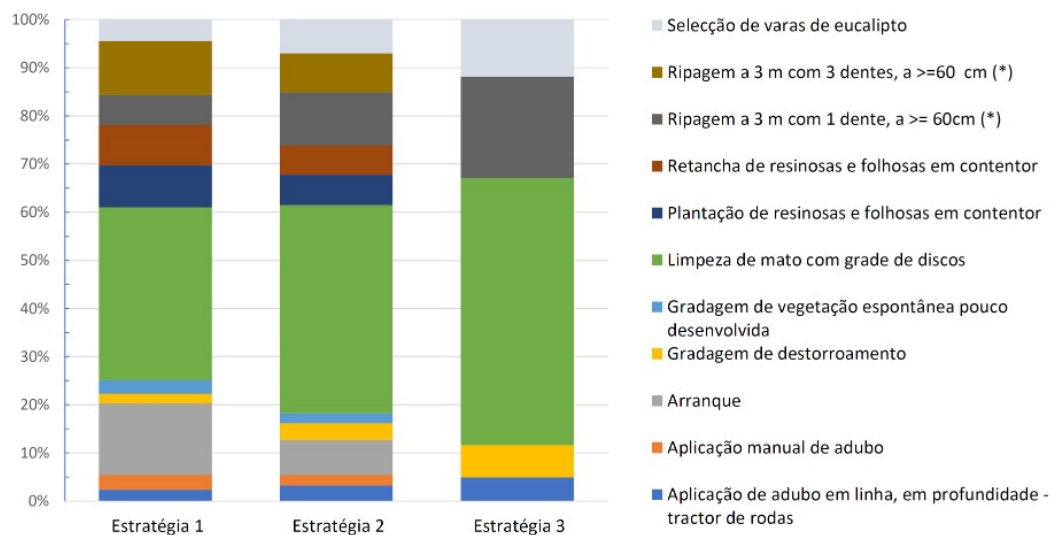


Figura 4.5: Impacto do tipo de operação no custo final das estratégias do Eucalipto. Investimento público.

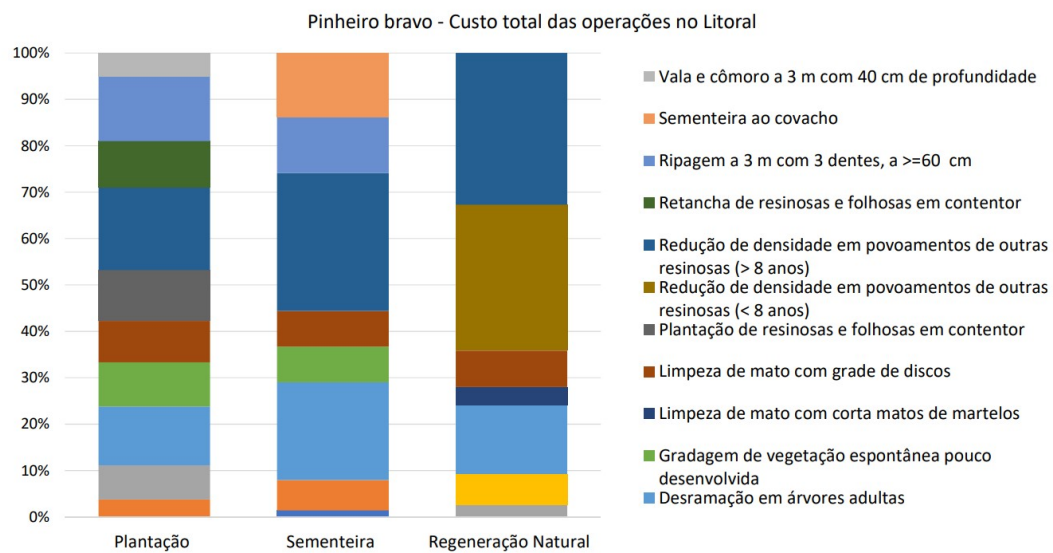


Figura 4.6: Impacto do tipo de operação no custo final das estratégias do Pinheiro bravo. Investimento público.

Tabela 4.4: Comparação dos pesos das respectivas operações com maiores custos no custo total das estratégias

		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Operação
Eucalipto	E1	36%	36%	35%	Limpeza de mato com grade de discos
	E2	44%	44%	41%	Limpeza de mato com grade de discos
	E3	57%	55%	53%	Limpeza de mato com grade de discos
Pinheiro bravo	Pl	23%	18%	16%	Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (> 8 anos) - Cenário 1 e 2 Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm - Cenário 3
	Sem	46%	30%	23%	Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (> 8 anos)
					Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (> 8 anos) - Cenário 1 e 2
	Rn	37%	33%	35%	Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (< 8 anos) - Cenário 3

a diferença entre o custo das operações no interior e no litoral, apesar da diferença entre estes custos ser insignificante perante os custos totais das operações – a figura 4.6 mostra os custos do Pinheiro bravo no Litoral (a comparação por estratégia entre Litoral e Interior pode ser consultada no apêndice D.2).

Foi ainda feita uma análise de sensibilidade baseada em gráficos tornado, como a exemplo das figuras 4.7 e 4.8, que fornecem informação sobre quais as operações que mais afetam os custos totais nas respectivas estratégias quando estes sofrem uma variação de mais ou menos 20% do custo parametrizado. As conclusões desta análise vão naturalmente de encontro às conclusões anteriores sobre o peso do custo das respectivas operações florestais. Sendo de notar que há essencialmente situações em que há custos que claramente se distinguem, como há situações com custos com valores muito próximos. Os restantes diagramas tornado para as diferentes alternativas existentes no caso do investimento público estão no apêndice D.3.

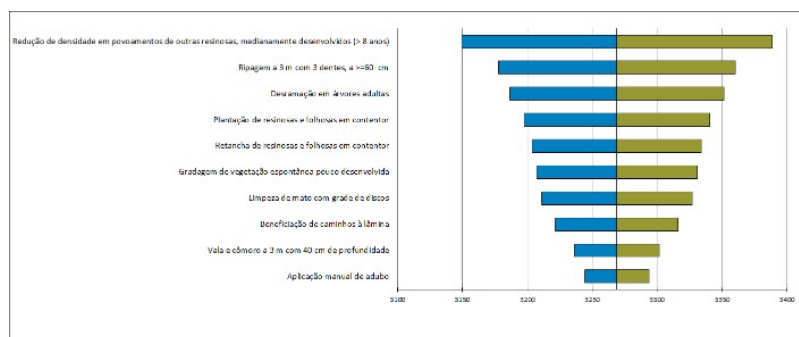


Figura 4.7: Análise de sensibilidade para o Pinheiro bravo - Plantação (Litoral). Investimento público.

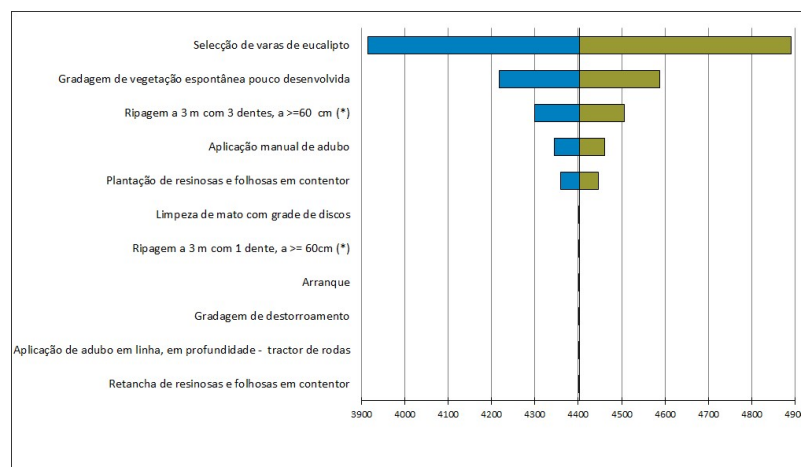


Figura 4.8: Análise de sensibilidade para o Eucalipto - Estratégia 3. Investimento público.

4.4 Impacto de um incêndio florestal no investimento planejado

No caso de ocorrência de incêndio no horizonte de 48 anos considerado foi avaliado o impacto no resultado operacional atualizado em cada uma das estratégias. Para isso foram simuladas as consequências de um incêndio no ano 30 ou um incêndio no ano 42. O SiGef foi no entanto preparado para avaliar o impacto da ocorrência de um incêndio em qualquer ano. Para tal é necessário colocar o interruptor da variável "contabilização da biomassa" com o valor 0 (já detalhado no capítulo 3, subsecção 3.2.3). Nos casos em que os proveitos retirados através da venda de biomassa têm uma contribuição maior para o proveito total o resultado operacional atualizado da operação é mais afetado.

Com este objetivo foram desenvolvidos gráficos, tais como o que vemos na figura 4.9, verificando-se assim o impacto que a passagem do fogo tem em cada um desses anos (30 ou 42) na escolha da estratégia ótima.

Foram também analisados os resultados operacionais atualizados ano a ano, tal como já tinha sido feito e foi descrito na secção 4.1 deste capítulo, ao longo dos 48 anos do planeamento nunca ocorre um incêndio. A título de exemplo, nas figuras 4.10, 4.11 e 4.12 podem observar-se os mesmos padrões antes destacados (I. *payback* passa de um resultado negativo a positivo e mantém-se; II. Ocorrência de bossas negativas; III. Sempre negativo), os quais também se repetem nesta avaliação.

Tal como foi realizado para um situação sem incêndio na secção 4.1 deste capítulo, na tabela 4.5 podemos analisar os resultados operacionais para cada uma das diferentes estratégias e em cada um dos anos escolhidos (30 e 42).

Através da análise desta tabela é possível constatar que em qualquer dos cenários de investimento e em todas as regiões, a Estratégia 3 do Eucalipto é a alternativa ótima em caso da ocorrência de um fogo nos dois anos considerados. Através da comparação com a tabela dos resultados operacionais atualizados numa situação sem fogo, é possível constatar que a ocorrência de um fogo

Tabela 4.5: Resultado operacional atualizado com ocorrência de incêndio no ano 30 (em cima) e no ano 42 (em baixo) (ampliar para visualizar melhor).

Ocorrência de Incêndio	Ano 30					
Região	Eucalipto-E1	Eucalipto-E2	Eucalipto-E3	Pinheiro bravo-PL	Pinheiro bravo-Sem	Pinheiro bravo-RN
Norte litoral	3116	4629	4833	-2648	-2591	-7742
Norte/Centro litoral	1041	2587	2885	-2648	-2591	-7742
Centro litoral	275	1838	2166	-2648	-2591	-7742
Sul litoral	-1343	235	669	-2648	-2591	-7742
Vale do Tejo	-2063	-470	-5	-2732	-2768	-8020
Norte/Centro Interior	-2909	-1302	-793	-2732	-2768	-8020
Sul interior	-3182	-1569	-1032	-2732	-2768	-8020
Vale do Douro	-3758	-2134	-1574	-2732	-2768	-8020
Norte litoral	1867	2886	3224	-2603	-2551	-7160
Norte/Centro litoral	373	1412	1818	-2603	-2551	-7160
Centro litoral	-177	873	1300	-2603	-2551	-7160
Sul litoral	-1360	-301	204	-2603	-2551	-7160
Vale do Tejo	-1878	-810	-282	-2654	-2661	-7333
Norte/Centro Interior	-2489	-1413	-853	-2654	-2661	-7333
Sul interior	-2687	-1607	-1027	-2654	-2661	-7333
Vale do Douro	-3102	-2016	-1419	-2654	-2661	-7333
Norte litoral	404	874	1359	-2410	-2305	-5980
Norte/Centro litoral	-415	62	585	-2410	-2305	-5980
Centro litoral	-716	-234	301	-2410	-2305	-5980
Sul litoral	-1381	-896	-317	-2410	-2305	-5980
Vale do Tejo	-1665	-1176	-584	-2429	-2348	-6050
Norte/Centro Interior	-2002	-1510	-901	-2429	-2348	-6050
Sul interior	-2112	-1619	-998	-2429	-2348	-6050
Vale do Douro	-2340	-1844	-1215	-2429	-2348	-6050
	Ano 42					
	Eucalipto-E1	Eucalipto-E2	Eucalipto-E3	Pinheiro bravo-PL	Pinheiro bravo-Sem	Pinheiro bravo-RN
Norte litoral	5716	6934	6959	-2976	-3328	-8980
Norte/Centro litoral	2815	4113	4261	-2976	-3328	-8980
Centro litoral	1751	3078	3271	-2976	-3328	-8980
Sul litoral	-587	822	1152	-2976	-3328	-8980
Vale do Tejo	-1589	-152	220	-3082	-3410	-9123
Norte/Centro Interior	-2779	-1309	-881	-3082	-3410	-9123
Sul interior	-3164	-1675	-1210	-3082	-3410	-9123
Vale do Douro	-3972	-2458	-1962	-3082	-3410	-9123
Norte litoral	3153	4025	4274	-2867	-3101	-8080
Norte/Centro litoral	1248	2163	2494	-2867	-3101	-8080
Centro litoral	551	1481	1841	-2867	-3101	-8080
Sul litoral	-1008	-34	420	-2867	-3101	-8080
Vale do Tejo	-1666	-676	-194	-2920	-3147	-8157
Norte/Centro Interior	-2450	-1443	-925	-2920	-3147	-8157
Sul interior	-2705	-1688	-1144	-2920	-3147	-8157
Vale do Douro	-3236	-2206	-1642	-2920	-3147	-8157
Norte litoral	712	1146	1609	-2545	-2569	-6420
Norte/Centro litoral	-208	238	743	-2545	-2569	-6420
Centro litoral	-544	-92	425	-2545	-2569	-6420
Sul litoral	-1314	-849	-283	-2545	-2569	-6420
Vale do Tejo	-1631	-1162	-582	-2559	-2584	-6446
Norte/Centro Interior	-2013	-1538	-940	-2559	-2584	-6446
Sul interior	-2137	-1660	-1048	-2559	-2584	-6446
Vale do Douro	-2394	-1913	-1292	-2559	-2584	-6446

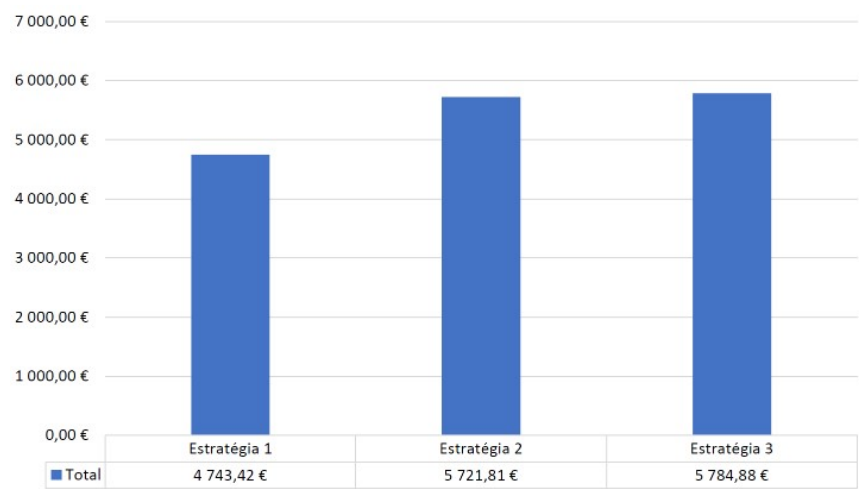


Figura 4.9: Situação de incêndio no ano 30 - Resultado operacional atualizado para Eucalipto (Centro-litoral). Investimento público.

num destes dois anos apenas altera o resultado da opção ótima no caso da região Norte-Litoral no cenário Zero-Zero (planeamento do investimento em que a taxa de inflação e a taxa de retorno do investimento são nulos). Apenas neste caso a ocorrência de um incêndio faz com que a Estratégia 3 do Eucalipto se torne uma melhor opção do que a anteriormente encontrada para esta região (Estratégia 2). Nas restantes regiões e cenários de investimento, a ocorrência de incêndio nestes dois anos apenas reduz o valor do resultado operacional atualizado.

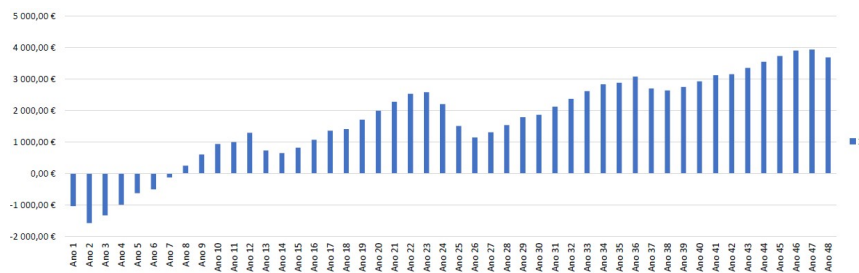


Figura 4.10: Ocorrência de incêndio por ano para Estratégia 1 região Norte-Litoral do Eucalipto - Resultado operacional atualizado.

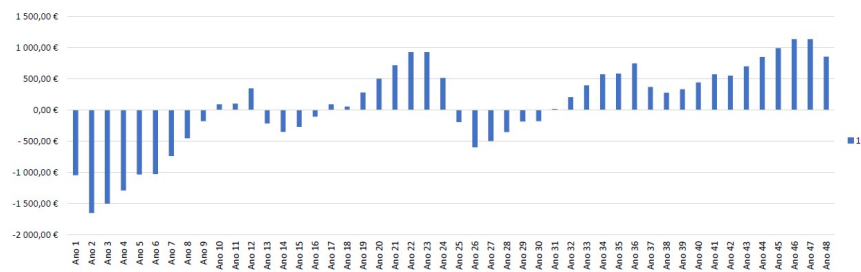


Figura 4.11: Ocorrência de incêndio por ano para Estratégia 1 região Centro-Litoral do Eucalipto - Resultado operacional atualizado.

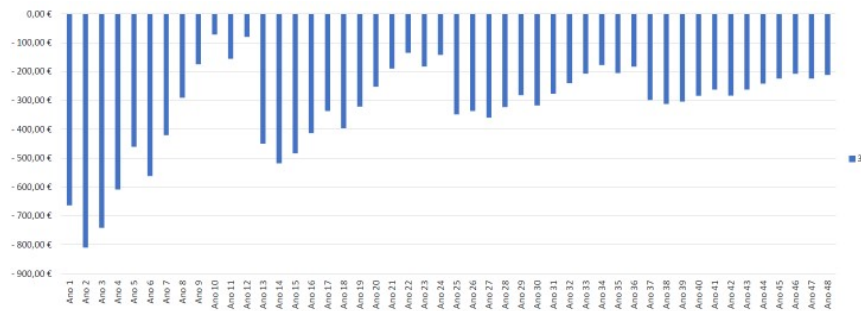


Figura 4.12: Ocorrência de incêndio por ano para Estratégia 3 região Sul-Litoral - Resultado operacional atualizado.

4.5 Subsidição e resiliência

Nesta secção analisa-se as alterações que seriam necessárias no preço de venda da madeira para que o resultado ótimo entre espécies fosse alterado. Em Portugal foram introduzidas políticas públicas de subsidição, as quais se traduzem num pagamento por unidade de energia de origem renovável produzida, efetuada pelo Governo (direta ou indiretamente) afetando os consumidores.

O custo de implementação desta política pública (substituição de energia de origem fóssil por energia renovável) pode atingir valores de investimento que podem chegar a 2,2 mil milhões de euros tal como aconteceu em 2018 (Prado, 2019). A implementação destas políticas pressupõe a criação de incentivos à produção de energias renováveis através de um estímulo adicional por Mwh aplicado acima do valor do preço normal da energia de origem não renovável. Para contextualizar, em 2010, a compensação destes pagamentos era cerca de 8 vezes superior ao preço de mercado por MWh. Este valor tem vindo a decrescer, atingindo mesmo assim quase o dobro do custo de mercado em 2020. As vantagens ambientais em resultado da implementação desta política pública resultam por outro lado num aumento de despesa suportado pelos contribuintes (direta ou indiretamente), resultando num aumento da conta energética mensal de todos os utilizadores de energia elétrica (Andrade, 2010).

Por analogia, poderia ser desenvolvida uma política pública idêntica para o setor florestal. A tabela 4.6 mostra, para o caso do Pinheiro bravo, qual o nível de subsidição que tem de ser utilizado para que a melhor opção estratégia com Pinheiro bravo seja equiparável em termos de rentabilidade à pior estratégia do Eucalipto; ou seja, quanto é que o valor de venda da madeira de Pinheiro bravo tem que subir (coluna "Preço limite", PL Pb) para que seja tão rentável quanto a pior estratégia para o Eucalipto. Por outro lado, em relação ao Eucalipto o raciocínio é inverso, sendo que a comparação foi feita no sentido de verificar quanto é que o preço de venda da madeira de Eucalipto pode descer até que a pior estratégia desta espécie, seja equiparável à melhor estratégia do Pinheiro bravo, ou seja, avaliar a resiliência do preço de venda da madeira de Eucalipto a descidas do seu valor de mercado (coluna preço limite, PL Eu).

Esta análise foi efetuada recorrendo à função *Go-Seek* do Microsoft Excel. Para a coluna subsidição do Pinheiro bravo, os valores com fundo vermelho assinalam um nível subsidição superior em 10 vezes (situação exagerada) o preço atual de venda da madeira parametrizado para todas as análises anteriores, 20,45€. Os valores com fundo a verde destacam as situações menos dispendiosas em que a subsidição precisaria seria inferior a três vezes o valor atual. Além deste caso, com fundo branco, estão os valores até ao nível seguinte (x10). Em ambos os casos tratam-se de cenários realistas quando comparados com os valores de compensação praticados em Portugal para estimular o desenvolvimento das energias renováveis.

No caso do Eucalipto, o valor até ao qual o preço de venda da madeira poderá descer sem que a pior estratégia desta espécie deixe de ser melhor do que todas outras alternativas com Pinheiro bravo está demonstrado na coluna "Resiliência" em percentagem (por exemplo na primeira linha Zero-zero/Norte-Litoral, o preço limite é 3,01€. Isto significa que pode descer até 16% do preço usado na parametrização). Os valores com verde destacam uma possibilidade de baixa de preço até

Tabela 4.6: Nível de subsídio requerido para o valor de venda de madeira de Pinheiro bravo (coluna "PL Pb") e nível de resiliência a possíveis variações no preço de venda da madeira de Eucalipto (coluna da "Pl Eu") – subsídio e resiliência por comparação com o valor usado na parametrização 20,45€ e 19,09€ respectivamente para o Pinheiro bravo e Eucalipto 3.2.1.

	Região	PL Pb (€/m³)	Nível de subsídio		PL Eu (€/m³)	Resiliência
			Pinheiro bravo		Eucalipto	
Inv. Zero-Zero (0% 0%)	Norte litoral	327,93	16,04		3,01	16%
	Norte/Centro litoral	184,30	9,01		8,40	44%
	Centro litoral	132,59	6,48		11,05	58%
	Sul litoral	11,35	0,55		19,94	104%
	Vale do Tejo	113,21	5,54		9,91	52%
	Norte/Centro Interior	49,03	2,40		15,69	82%
	Sul interior	29,62	1,45		17,92	94%
	Vale do Douro	-13,42	-0,66		24,14	126%
Inv. Público (2% 3,7%)	Norte litoral	564,46	27,60		-1,48	-8%
	Norte/Centro litoral	365,99	17,90		2,79	15%
	Centro litoral	294,50	14,40		4,90	26%
	Sul litoral	126,82	6,20		11,91	62%
	Vale do Tejo	217,47	10,63		5,00	26%
	Norte/Centro Interior	128,79	6,30		9,77	51%
	Sul interior	101,90	4,98		11,59	61%
	Vale do Douro	42,40	2,07		16,73	88%
Inv. Privado (2% 7,1%)	Norte litoral	1 557,59	76,17		-7,94	-42%
	Norte/Centro litoral	1 131,65	55,34		-5,27	-28%
	Centro litoral	978,10	47,83		-3,97	-21%
	Sul litoral	617,67	30,20		0,35	2%
	Vale do Tejo	662,53	32,40		-2,24	-12%
	Norte/Centro Interior	472,19	23,09		1,05	5%
	Sul interior	414,22	20,26		2,26	12%
	Vale do Douro	286,45	14,01		5,79	30%
PL = preço limite						
			Nível de resistência (máximo)		0,2 (baixar x5, até 1/5)	
Valor máximo (situações aceitáveis)			3		Nível de resistência (mínimo)	
Valor mínimo (situações exageradas)			10		0,5 (baixar até metade, x2)	
Preço atual da madeira			20,45		1	
					Preço atual da madeira	
					19,09	

20% do valor parametrizado (5x), sendo estas as regiões mais resistentes ao decréscimo do preço atual de venda da madeira do Eucalipto. Os valores com fundo vermelho destacam as combinações (regiões e origem do investimento) onde uma menor variação do preço de venda da madeira do Eucalipto tem mais impacto sobre a ordem de escolha das melhores estratégias, nomeadamente equiparando-se ao Pinheiro bravo). Os valores que se encontram nas colunas "PI Pb" e "PI Eu" com letra a vermelho e fundo cinzento identificam as situações que na prática são impossíveis (preço de venda da madeira negativo).

Por exemplo para a zona Norte-Litoral num cenário de investimento privado constata-se que o preço do Eucalipto pode tomar qualquer valor que a pior estratégia associada a esta espécie, será sempre melhor do que qualquer das estratégias analisadas para o Pinheiro bravo, uma vez que -6,19€ por m^3 é um valor inferior a 0.

Através da análise destes resultados (tabela 4.6) verifica-se que, no investimento público, apenas na região do Vale-do-Douro é que o nível de subsidição para o Pinheiro bravo é inferior a 3 vezes sendo ainda inferior a 8 no Sul-Litoral, Norte/Centro-Interior. Já no caso do investimento privado, para todas as regiões exceto o Vale-do-Douro (8,7x), em qualquer estratégia, o nível de subsidição teria que ser bastante superior ao atual valor de mercado para que estas estratégias se tornassem pelo menos tão rentáveis quanto rentáveis a estratégia menos rentável do Eucalipto.

Para o caso do Eucalipto, do ponto de vista do investimento público, as regiões onde existe menor resiliência a alterações de preço de venda da madeira são as regiões Vale-do-Douro (decrécimo até cerca de metade do preço de mercado atual) e Sul-Interior (25% ou um quarto do valor de mercado atual). De notar que neste caso, em metade das regiões tal nunca é possível (variação percentual negativa).

Estes resultados permitem avaliar os custos implicados no desenvolvimento de uma política publica que incentivasse a espécie atualmente com menor rentabilidade reproduzindo, neste caso o Pinheiro bravo, de forma análoga à que foi implementada (com resultados positivos) para o estímulo da aposta na produção de energia com origem em fontes renováveis.

Capítulo 5

Conclusão

O [SiGef](#), simulador de investimentos desenvolvido, é uma ferramenta que informa qual a melhor estratégia do ponto de vista económico a utilizar na reflorestação pós-fogo. Esta ferramenta permite avaliar qual a estratégia mais rentável de acordo com a região do país, sendo também útil na resolução de um dos problemas existentes – a deficiente gestão dos espaços florestais, sendo também útil para a definição de novas políticas públicas dirigidas à alteração da paisagem no pós-fogo. O SiGef permite comparar alternativas de investimento dirigidas às duas espécies predominantes em Portugal, cada uma com três abordagens distintas e do ponto de vista do investimento público e privado. Sendo a taxa de inflação e a taxa de retorno do investimento parametrizáveis, as análises efetuadas tiveram por base uma taxa de inflação de 2% em ambos os casos e uma taxa de retorno do investimento de 3,7 e 5,98% respetivamente para o investimento público e para o investimento privado. Além disso existe ainda uma terceira alternativa de teste em que ambas as taxas tomam o valor 0. Foi assim possível analisar os resultados em todos os cenários com valores atuais, tanto no investimento privado como público, e avaliar o período do *payback* atualizado.

Através da análise dos resultados obtidos concluiu-se que, de uma forma geral (investimento público e privado), as estratégias associadas à utilização do Eucalipto são mais aliciantes do ponto de vista financeiro, tanto de um ponto de vista de um investimento público como de um investimento privado. A Estratégia 3 do Eucalipto (Talhadia/sem gestão ativa) é geralmente a opção ótima, com o resultado operacional atualizado mais elevado. Em contrapartida, as estratégias de Regeneração natural do Pinheiro bravo é a opção menos viável entre as seis analisadas, muitas vezes com rendimento negativo e quase sempre inferior a qualquer uma das estratégias associadas ao Eucalipto. Além disso é de destacar que no caso de um investimento privado as outras duas estratégias (Plantação e Sementeira) associadas ao Pinheiro bravo têm também um resultado operacional atualizado sempre negativo tornando-se opções inviáveis do ponto de vista financeiro. Em alguns casos as Estratégias E1 (Plantação-Talhadia-Plantação-Talhadia) e E2 (Plantação-3*Talhadia) conseguem ter uma rentabilidade que se aproxima da Estratégia 3, chegando mesmo a ultrapassá-la no caso do investimento público, se não forem efetuadas as operações de arranques de cepos – cenário avaliado nas estratégias E1* (sem corte de cepos) e E2* (sem corte de cepos) respetivamente. Também é possível concluir-se que as regiões do Litoral é onde se obtém os resultados

operacionais mais elevados, uma informação útil caso o investidor possa escolher a localização do seu investimento.

A análise efetuada inclui ainda uma avaliação do custo por ano das operações florestais. Através desta avaliação foi possível constatar, em ambas as espécies, que o custo total das operações florestais se concentra nos primeiros 15 anos de vida dos povoamentos.

A avaliação sobre a operação com mais impacto no custo total de cada estratégia, permite concluir que, em ambas as espécies, são relacionadas com a gestão dos combustíveis. Se no caso do Eucalipto a operação com maior peso é a "Limpeza de mato com grade de discos", no caso do Pinheiro bravo é a "Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas".

Finalmente, foi avaliado o impacto que a ocorrência de um incêndio nos ano 30 ou no ano 42 tem na escolha da opção ótima entre as alternativas existentes (seis estratégias em diferentes regiões). Os resultados mostram que a ocorrência de um incêndio apenas reduz o resultado operacional atualizado final sem alterar a estratégia ótima em todas regiões, e independentemente do tipo de investimento ser público ou privado – resultados coerentes com o facto dos custos (investimento) estarem concentrados nos primeiros 15 anos como mencionado acima.

Embora a estratégia ótima, sem grande variação e em todos os cenários, aponte na mesma direção: opção pelo Eucalipto como espécie preferencial, às vezes sem arranque de cepos, é de salientar que estes resultados mostram que existe uma racionalidade económica em algumas tendências observadas na (não) gestão dos espaços florestais. Nomeadamente, estão em consonância (i) com a substituição do Pinho bravo pelo Eucalipto ocorrida nas últimas décadas, como a espécie dominante em Portugal; e (ii) com a prática, muitas vezes observada, de sucessivas rotações de Eucalipto sem corte de cepos, opção ainda mais racional em zonas com um ciclo de fogo curto.

De salientar que a (racionalidade económica da) estratégia ótima resulta diretamente dos custos das operações envolvidas (investimento necessário) e dos proveitos resultantes da venda da madeira e da biomassa. Se os custos podem ser reduzidos por estímulo à inovação, os proveitos podem crescer com o aumento do valor de mercado da madeira (da espécie em causa) e da biomassa (independentemente da espécie).

A análise efetuada na secção 4.3 mostra como o SiGeF pode ser utilizado como um instrumento de apoio a formulação de políticas públicas que visem melhorar a atratividade de uma espécie em detrimento de outra numa determinada região (no nosso caso, privilegiar o Pinheiro bravo em desfavor do Eucalipto), com recurso ao estímulo através de subsídios, em acréscimo aos valores de mercado correntes da madeira (analisado) e da biomassa. Outras alternativas – não consideradas neste trabalho – podem incluir, (i) incentivos à investigação em genética (crescimento mais rápido) e (ii) à utilização de outros benefícios (por exemplo, produção de resina), (iii) subsídios diretos à plantação, (iv) devolução aos proprietários do diferencial relacionado com a maior capacidade de absorção de Carbono e a (v) remuneração dos serviços ao ecossistema.

Por outro lado, para os investidores privados, o SiGeF pode ser utilizado para avaliar o grau de segurança implícito na estratégia ótima, isto é, a resiliência da opção escolhida (análise de sensibilidade) ao decréscimo do valor da madeira assumido na parametrização (ilustrado na Tabela 4.6, para o Eucalipto).

O SiGef é assim uma ferramenta de apoio à decisão que pode ser útil (i) para a escolha da estratégia pós-fogo a eleger, (ii) para o planeamento detalhado das operações – quebra de custos e incentivo à inovação e (iii) para a formulação de políticas públicas que visem a transformação da paisagem.

5.1 Limitações

O simulador desenvolvido tem algumas limitações. Por exemplo, a ausência de espécies importantes para a floresta portuguesa, tais como a Azinheira, o Sobreiro e o Carvalho, é talvez a principal. Também no caso da simulação com ocorrência de um incêndio, a correção do valor de venda da madeira devia ter em consideração de deterioração sendo possível definir um preço inferior ao preço de mercado defendido nas parametrizações. Deve notar-se que para uma utilização prática devem ser atualizados os custos das operações uma vez que os que se encontram pré preenchidos, são os mais recentes possíveis, estão desatualizados. Apesar das operações na folha de planeamento poderem ser alteradas em qualquer momento do tempo de forma automatizada, no entanto não é possível criar novas operações o que pode ser problemático com o aparecimento de novas tecnologias no futuro. Também no caso do custo da madeira vendida, embora tenham sido utilizados valores recentes com base no SiMEF, do ponto de vista de uma organização privada e previsível que os valores a parametrizar sejam distintos.

5.2 Trabalho futuro

As limitações existentes conduzem de forma natural aos trabalhos futuros. Seria interessante automatizar a página de planeamento de forma a que fosse possível introduzir novas operações e respetivos parâmetros de forma a que a introdução de novas operações (e respetivos parâmetros) tivesse um impacto automatizado nas formulas de cálculo dos custos dado que com o passar do tempo é expectável que apareçam novas tecnologias a considerar (se se tratar meramente de uma substituição de operações isso já é possível atualmente desde que os parâmetros implicados não sejam superiores aos utilizados na operação substituída). Também para alargar o âmbito de aplicação do SiGef seria importante desenvolver simulação de forma a incluir estratégias associadas a outras espécies, como por exemplo Azinheiras, Sobreiros e Carvalhos (uma vez que o recurso a estas tem vindo a crescer em Portugal).

Seria também interessante tornar possível a introdução de um valor de venda de madeira ardida de acordo com o seu nível de deterioração. Tal podia ser feito acrescentando um parâmetro para o preço da madeira ardida, ou na página respetiva colocar um parâmetro em percentagem que permitisse reflectir o decréscimo desse valor (por exemplo 80%, significando que nos cálculos seria usado o valor de mercado existente multiplicado por esta percentagem).

O SiGef pode ainda ser melhorado, incluindo, nomeadamente a possibilidade de considerar rendimentos com origem (i) na produção de resina, (ii) em subsídios diretos à plantação, (iii) no valor monetário do diferencial relacionado com a maior ou menor capacidade de absorção de

Carbono (pelo menos, do ponto de vista público) e na eventual (iv) remuneração dos serviços do ecossistema.

Referências

- AGIF (2020). Sistema de gestão integrada de fogos rurais, relatório de atividades 2020. Technical report, Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais.
- Alloza, J. and R. Vallejo (2006). Restoration of burned areas in forest management plans. In *Desertification in the Mediterranean Region. A Security Issue*, pp. 475–488. Springer.
- Almeida, R. (2020). Gestão e defesa da floresta. ICNF [Apresentação interna].
- Alves, A. (1982). *Técnicas de Produção Florestal*. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- Andrade, V. (2010). "Renováveis vão custar €1029 milhões". Caderno de Economia do Expresso, 11/12/2010. <https://expresso.pt/economia/renovaveis-vao-custar-83641029-milhoes=f620981>.
- Antena 2 Ciência (2012). "Incêndios – a natureza da criatura com que estamos a lidar. antena 2 ciência ouviu o investigador José Miguel Cardoso Pereira, do departamento de engenharia florestal, do instituto superior de agronomia". Antena 2 Ciência, 10/9/2012. <https://www.rtp.pt/play/p783/e84323/antena2-ciencia>.
- Aronson, J., A. Clewell, J. Blignaut, and S. Milton (2006). Ecological restoration: A new frontier for nature conservation and economics. *Journal for Nature Conservation* 14(3-4), 135–139.
- Aronson, J., C. Floret, E. Le Floch, C. Ovalle, and R. Pontanier (1993). Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. i. a view from the south. *Restoration ecology* 1(1), 8–17.
- BCE (2021). *The Monetary Policy of the ECB*. European Central Bank.
- Beighley, M. and A. Hyde (2018). Portugal wildfire management in a new era assessing fire risks, resources and reforms. Technical report, Instituto Superior de Agronomia.
- Calado, N. (2008). Floresta e biodiversidade: a perspectiva dos produtores florestais [apresentação em conferência]. Silvicultura próxima da Natureza | Centro de Congressos do Estoril | 24 junho. <https://fogos.icnf.pt/download/Curso%20Icnf/Gest%C3%A3oFlorestal/DocInteressantes/produtoresflorestais.pdf> (Acesso em 03/02/2021).
- CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais (2016). Matriz de rearboreização – 2015/2016. CAOF. <https://www.dgadr.gov.pt/mecanizacao/caof>.
- Catry, F., F. Rego, F. Moreira, P. Fernandes, and J. Pausas (2010). Post-fire tree mortality in mixed forests of central Portugal. *Forest Ecology and Management* 260(7), 1184–1192.

- CELPA (2019). Boletim estatístico – indústria papelreira portuguesa 2019. CELPA. http://www.celpa.pt/wp-content/uploads/2020/11/BE_2019_WEB.pdf.
- Centro Pinus (2003). Boletim informativo trimestral (11). Centro Pinus. https://centropinus.org/files/2018/04/pinus_press11.pdf. (Acesso em 09/12/2020).
- Centro Pinus (2004). Boletim informativo trimestral (12). Centro Pinus. https://centropinus.org/files/2018/04/pinus_press12.pdf. (Acesso em 09/12/2020).
- Centro Pinus (2020). A fileira do pinho em 2019 – indicadores da fileira do pinho. <http://centropinus.org/files/2020/08/INDICADORES-CENTRO-PINUS-2020-1.pdf>. (Accessed on 03/10/2021).
- Coelho, I. S. (2003). Propriedade da terra e política florestal em Portugal. *Silva Lusitana* 11(2), 185–199.
- Damodaran, A. (2013). "Cost of capital by sector". http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/wacc.htmhttp://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html#discrate. (Acesso em 19/02/2021).
- Faias, S., J. Palma, S. Barreiro, and M. Tomé (2012). Resource communication. simflor-platform for portuguese forest simulators. *Forest Systems* 21(3), 543–548.
- Fernandes, P. (2007). Entender porque arde tanto a floresta em Portugal. In J. Silva (Ed.), *Árvores e Florestas de Portugal, Vol. 8 Proteger a floresta: Incêndios, pragas e doenças*. Público & Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento.
- Fernandes, P. and E. Rigolot (2007). The fire ecology and management of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Ecology and Management* 241(1-3), 1–13.
- Fiscalidade.PT (2018). Taxa de desconto. <https://fiscalidade.pt/2018/01/07/taxa-de-desconto/>. (Acesso em 25/02/2021).
- Freire, S., H. Carrão, and M. Caetano (2002). Produção de cartografia de risco de incêndio florestal com recurso a imagens de satélite e dados auxiliares [apresentação em conferência]. ESIG – VII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica. Instituto Geográfico Português, Lisboa.
- González, J., M. Palahí, A. Trasobares, and T. Pukkala (2006). A fire probability model for forest stands in Catalonia (north-east Spain). *Annals of Forest Science* 63(2), 169–176.
- Hibberd, B. (1991). *Forestry Commission Handbook 6: Forestry Practice*. HMSO.
- ICNF (2012). Estratégia para a gestão das matas nacionais. ICNF. <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/matas-nacionais/estrategia-para-a-gestao-das-matas-nacionais>. (Acesso em 12/11/2020).
- ICNF (2015). 6.º inventário florestal nacional. Technical report, ICNF.
- ICNF (n.d.a). Importância económica das florestas. ICNF. <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/fileiras/econ>. (Acesso em 12/11/2020).
- ICNF (n.d.b). Serviços do ecossistema em espaços florestais: apresentação de resultados e discussão interna. ICNF. <http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ei/unccd-PT/event/seef/seef>. (Acesso em 12/11/2020).

- ICNF (n.d.c). Sistema simplificado de cotações de mercado dos produtos florestais. ICNF. <https://simef.icnf.pt/pages/ESTATISTICAS.aspx>. (Acesso em 01/12/2020).
- João, R., V. Viegas, and S. Rebelo (2007). Métodos de avaliação da decisão de investimento. *Dos Algarves* (16), 40–47.
- Landis, T., D. Steinfeld, and R. Dumroese (2010). Native plant containers for restoration projects. *Native Plants Journal* 11(3), 341–348.
- Louro, G. (2011). *A Economia da Floresta e do Sector Florestal em Portugal*. Academia das Ciências. Lisboa.
- Mendes, A., D. Feliciano, M. Tavares, and R. Dias (2004, 11). The portuguese forests. country level report delivered to the effe project, evaluating financing of forestry in europe.
- Moreira, F., F. Catry, J. Silva, and F. Rego (2010). *Ecologia do fogo e gestão de áreas ardidas*. ISAPress, Lisboa.
- Nunes, A., L. Lourenço, S. Fernandes, and A. Castro (2014). Principais causas dos incêndios florestais em portugal: variação espacial no período 2001/12. *Territorium* 21, 135–146.
- Ordóñez, J., J. Retana, and J. Espelta (2005). Effects of tree size, crown damage, and tree location on post-fire survival and cone production of pinus nigra trees. *Forest Ecology and Management* 206(1-3), 109–117.
- Pacheco, A., N. Guiomar, P. Abreu, and J. Rodrigues (2020). Monitorização 2019 – campanha de incêndios rurais de 2019. Technical report, INESC TEC, Universidade de Évora.
- Pereira, J., J. Carreiras, J. Silva, and M. Vasconcelos (2006). Alguns conceitos básicos sobre os fogos rurais em portugal. In *Incêndios florestais em Portugal: caracterização, impactes e prevenção*, pp. 133–161. ISAPress, Lisboa.
- Pereira, M., B. Malamud, R. Trigo, and P. Alves (2011). The history and characteristics of the 1980–2005 portuguese rural fire database. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11(12), 3343–3358.
- Pinho, J. (2017). 100 anos de políticas de recuperação de áreas ardidas. 8º Congresso Florestal Nacional, Viana do Castelo.
- Pinho, J., G. Louro, and S. Paulo (2006, 1). Recuperação das Áreas ardidas em portugal e a gestão do fogo: a experiência da equipa de reflorestação (2004-2005). In *Incêndios Florestais em Portugal Caracterização, Impactes e Prevenção*, pp. 467–494. ISAPress, Lisboa.
- Pinto, T., J. Lousada, G. Louro, H. Machado, and L. Nunes (2013). Recolha de biomassa florestal: Avaliação dos custos e tempos de trabalho. *Silva Lusitana* 21(Especial), 163–176.
- Prado, M. (2019). Renováveis: fatura para as famílias em 2020 será a mais baixa em 9 anos. Caderno de Economia do Expresso. <https://expresso.pt/economia/2019-12-20-Renovaveis-fatura-para-as-familias-em-2020-sera-a-mais-baixa-em-9->
- Román-Cuesta, R., M. Gracia, and J. Retana (2009). Factors influencing the formation of unburned forest islands within the perimeter of a large forest fire. *Forest Ecology and Management* 258(2), 71–80.

- Silveira, T. (2020). "Fundo imobiliário floresta atlântica está em liquidação". Público, 8/10/2020. <https://www.publico.pt/2020/10/08/sociedade/noticia/fundo-imobiliario-floresta-atlantica-liquidacao-1934414>.
- Simões, M. (2014). *Plano de negócios: gestão florestal de pinhais*. Ph. D. thesis, Instituto Superior de Economia e Gestão.
- Soares, J. (2020). O pinheiro bravo em Portugal: de rei a parente pobre [apresentação em conferência]. Conferência Floresta e Território: Riscos, Economia e Desafios Centro Ciência Viva da Floresta Proença-a-Nova.
- Tomé, M., J. Paulo, S. Faias, and J. Palma (2013). A plataforma simflor: facilitador da utilização de modelos de crescimento da floresta para apoio à gestão florestal. *Revista ANEFA* 20(3), 17–20.
- Tomé, M., J. Paulo, S. Faias, and J. Palma (2014). O modelo SUBER na plataforma SIMFLOR para apoio à gestão florestal [apresentação em conferência]. Ciclo de Sessões: O montado e a cortiça. Da investigação à aplicação, ISA-CEF.
- Tomé, M., F. Ribeiro, and P. Soares (2001). O modelo globulus 2.1. Technical Report 1, Relatórios técnico-científicos do GIMREF.
- Vallejo, R., I. Serrasolses, J. Alloza, M. Baeza, C. Bladé, E. Chirino, B. Duguy, D. Fuentes, J. Pausas, and A. Valdecantos (2009). Long-term restoration strategies and techniques. In A. Cerda (Ed.), *Fire effects on soils and restoration strategies (1st ed.)*, Chapter 14, pp. 373–400. Enfield: Science Publishers Inc.
- Zahawi, R., J. Reid, and K. Holl (2014). Hidden costs of passive restoration. *Restoration Ecology* 22(3), 284–287.
- xcolor

Anexo I

Mapa da distribuição das áreas queimadas em Portugal

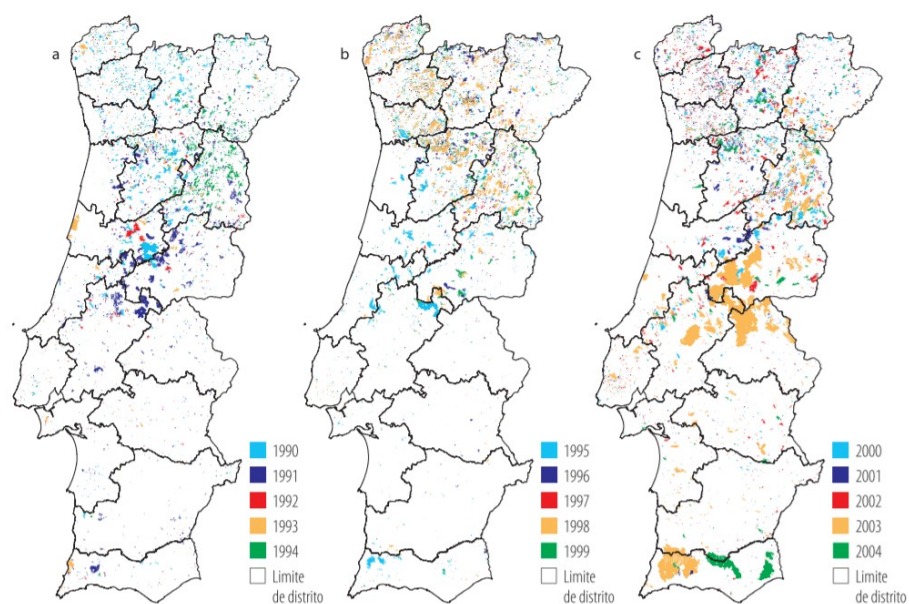


Figura I.1: Áreas queimadas anualmente em Portugal Continental – Retirado de (Pereira et al., 2006).

Anexo II

Classificação das causas dos fogos rurais

Tabela II.1: Classificação hierárquica das causas dos fogos rurais (1) – Retirado de (Moreira et al., 2010)

1 – Uso do fogo

1.1 – Queima de lixo: Destruição de lixos pelo fogo.

- 1.1.1 – Autárquica: Uso do fogo com origem em lixeiras autárquicas, com ou sem intervenção humana na fase de ignição.
- 1.1.2 – Indústria: Uso do fogo para destruição de resíduos industriais.
- 1.1.3 – Comércio: Uso do fogo para destruição de lixos provenientes de actividades comerciais, como por exemplo resíduos de feirantes, etc.
- 1.1.4 – Actividades clandestinas: Queima de lixos e entulhos acumulados em locais não permitidos. Por vezes, a queima nem é provocada pelo responsável pela acumulação do material.
- 1.1.5 – Núcleos habitacionais permanentes: Queima de lixos resultantes da actividade doméstica (releixo).
- 1.1.6 – Núcleos habitacionais temporários associados ao recreio: Destruição de lixos por queima com origem em de zonas temporariamente frequentadas, como por exemplo parques de lazer, parques de merendas, campismo, etc.

1.2 – Queimadas: Queima pelo fogo de combustíveis agrícolas e florestais.

- 1.2.1 – Limpeza do solo agrícola: Queima de combustíveis agrícolas de forma extensiva, como é o caso do restolho, panasco, etc..
- 1.2.2 – Limpeza do solo florestal: Queima de combustíveis florestais empilhados ou de forma extensiva, como restos de cortes e preparação de terrenos.
- 1.2.3 – Limpeza de áreas urbanizadas: Queima de combustíveis empilhados ou de forma extensiva, para limpeza de áreas urbanas e urbanizáveis.
- 1.2.4 – Borralheiras: Queima de restos da agricultura e matos confinantes, após corte e ajuntamento.
- 1.2.5 – Renovação de pastagens: Queima periódica de matos e herbáceas com o objectivo de melhorar as qualidades forrageiras das pastagens naturais.
- 1.2.6 – Penetração em áreas de caça e margens dos rios: Queima de matos densos e brenhas com o objectivo de facilitar a penetração do homem no exercício venatório e da pesca.
- 1.2.7 – Limpeza de caminhos, acessos e instalações: Queima de combustíveis que invadem casa, terrenos, acessos, caminhos, estradões, etc.
- 1.2.8 – Protecção contra incêndios: Uso do fogo de forma incorrecta, quando se pretende diminuir os combustíveis para protecção contra incêndios.
- 1.2.9 – Outras: Outro tipo de queimadas.

1.3 – Lançamento de foguetes: Uso do fogo para diversão e lazer.

- 1.3.1 – Com medidas preventivas: Lançamento de foguetes com licenciamento, seguros, presença dos corpos dos bombeiros, autoridades, etc.
- 1.3.2 – Clandestinos: Lançamento clandestino de foguetes sem qualquer medida preventiva, incluindo as anteriores.
- 1.3.3 – Auto-ignição: Ignição de material explosivo proveniente do lançamento de foguetes, decorrido algum tempo.

1.4 – Fogueiras: Uso do fogo com combustíveis empilhados.

- 1.4.1 – Recreio e lazer: Uso do fogo em parques de campismo, "fogos de campo", Rallye de Portugal, etc.
- 1.4.2 – Confeção de comida: Uso do fogo para confeção de alimentos, designadamente sardinhas, churrascos, etc.
- 1.4.3 – Aquecimento: Uso do fogo para aquecimento, designadamente em trabalhos a céu aberto.
- 1.4.4 – Reparação de estradas: Uso do fogo para construção, reparação ou manutenção de estradas asfaltadas.
- 1.4.5 – Outras: Outro tipo de fogueiras.

1.5 – Fumar: Fumadores que lançam as pontas incandescentes ao solo.

- 1.5.1 – Fumadores a pé: Cigarros e fósforo lançados ao solo por fumadores que se deslocam a pé.
- 1.5.2 – Em circulação motorizada: Cigarros e fósforo lançados ao solo por fumadores que se deslocam em veículo motorizado.

Tabela II.2: Classificação hierárquica das causas dos fogos rurais (2) – Retirado de (Moreira et al., 2010).

1.6 – Apicultura: Uso do fogo por apicultores. 1.6.1 – Fumigação: Por esvaziamento do conteúdo do fumigador ou por contacto com combustíveis finos ou mortos. 1.6.2 – Desinfestação: Uso do fogo para desinfestação de material apícola, para afugentar animais nocivos, etc..
1.7 – Chaminés: Transporte de partículas incandescentes. 1.7.1 – Industriais: Dispersão de faúlhas ou outro tipo de material incandescente a partir de chaminés industriais. 1.7.2 – De habitação: Dispersão de faúlhas ou outro tipo de material incandescente a partir de chaminés de casas de habitação e instalações agrícolas. 1.7.3 – Outras: Outro tipo de chaminés.
2 – Acidentais
2.1 – Transportes e comunicações: Faíscas e faúlhas que dão origem a ignições de combustível. 2.1.1 – Linhas eléctricas: Linhas de transporte de energia eléctrica que por contacto, descarga, quebra ou arco eléctrico, dão origem a ignição. 2.1.2 – Caminhos de ferro: Material incandescente proveniente do sistema de travagem ou locomoção de circulação ferroviária. 2.1.3 – Tubos de escape: Libertação de material incandescente e condução de calor através de condutores de escape de veículos de circulação geral. 2.1.4 – Acidentes de viação: Acidentes de viação que originam ignições em combustíveis vegetais. 2.1.5 – Outros acidentes: Outras causas acidentais ligadas aos transportes e comunicações.
2.2 – Maquinaria e equipamento: Maquinaria e equipamento de uso específico nas actividades agro-florestais. 2.2.1 – Alfaias agrícolas: Ignições com origem no atrito de partes metálicas com pedras. 2.2.2 – Máquinas agrícolas: Emissão de partículas incandescentes, faíscas e transmissão de calor por condução. 2.2.3 – Equipamento florestal: Emissão de partículas incandescentes, faíscas e transmissão de calor por condução. 2.2.4 – Motosserras: Emissão de partículas incandescentes, faíscas e transmissão de calor por condução. 2.2.5 – Máquinas florestais: Emissão de partículas incandescentes, faíscas e transmissão de calor por condução. 2.2.6 – Máquinas industriais: Emissão de partículas incandescentes, faíscas e transmissão de calor por condução. 2.2.7 – Outra maquinaria e equipamento: Outra maquinaria e equipamento que dê origem a ignições de combustível vegetal.
2.3 – Outras causas acidentais: Causas acidentais menos comuns. 2.3.1 – Explosivos: Utilização de explosivos em usos civis, nomeadamente rompimento de estradas, pedreiras, minas, etc. 2.3.2 – Soldaduras: Trabalhos de soldadura em construção civil, como por exemplo canalizações, pontes metálicas, etc. 2.3.3 – Disparos de caçadores: Disparos de caçadores provenientes de armas de fogo. 2.3.4 – Exercícios militares: Incêndios com origem em actividades militares, nomeadamente disparos de artilharia, utilização de maquinaria, utilização de fogo para aquecimento ou confecção de alimentos por parte de soldados. 2.3.5 – Vidros: Incêndios com origem em montureiras e outras de acumulações daqueles materiais com probabilidade de ocorrer o efeito de lente. 2.3.6 – Outras: Outras causas acidentais.
3 – Estruturais
3.1 – Caça e vida selvagem: Causas com origem em comportamentos e atitudes reactivas aos condicionamentos dos sistemas de gestão agro-florestais. 3.1.1 – Conflitos de caça: Incêndios originados por conflitos motivados pelo regime cinegético. 3.1.2 – Danos provocados pela vida selvagem: Quando existem danos em culturas agrícolas provocados por javali, lobo, coelhos, etc., é utilizado o fogo para afastar os animais.

Tabela II.3: Classificação hierárquica das causas dos fogos rurais (3) – Retirado de (Moreira et al., 2010).

3.3 – Uso do solo: Causas com origem em conflitos relacionados com o uso do solo. 3.3.3 – Alterações no uso do solo: Incêndio motivado por alterações no uso do solo, como são exemplos a construção, os limites do PDM, etc. 3.3.4 – Pressão para venda de material lenhoso: Incêndio provocado com o objectivo da desvalorização do material lenhoso ou falta de matéria prima. 3.3.5 – Limitação ao uso e gestão do solo: Incêndio provocado para resolver algumas limitações de uso e gestão do solo, como sucede por exemplo com áreas protegidas. 3.3.6 – Contradições no uso e fruição dos baldios: Incêndios motivados pela forma de exploração e usufruto de baldios, independentemente da modalidade de gestão. 3.7 – Defesa contra incêndios: Actividades de DFCI. 3.3.7 – Instabilidade laboral nas actividades de DFCI Incêndios com origem na actividade de detecção, protecção e combate aos incêndios florestais. 3.8 – Outras causas estruturais: Outras situações estruturais.
4 – Incendiarismo 4.1 – Inimputáveis: Situações de ausência de dolo. 4.1.2 – Brincadeiras de crianças: Brincadeiras várias que dão origem a ignições. 4.1.3 – Irresponsabilidade de menores: Menores que provocam incêndios de forma irresponsável. 4.1.7 – Piromania: Incêndios provocados por indivíduos com esta anomalia. 4.1.9 – Outras situações inimputáveis Outras situações de anomalia, como por exemplo a demência, etc. 4.4 – Imputáveis: Situações de dolo. 4.4.1 – Manobras de diversão: Fogo posto com o intuito de enganar, desviar as atenções e confundir as forças de combate, autoridade, etc.. 4.4.4 – Provocação aos meios de combate: Fogo posto com o objectivo de despoletar a actuação dos meios de combate, especialmente os meios aéreos. 4.4.5 – Conflitos entre vizinhos: Fogo posto como forma de resolver vários tipos de conflitualidade entre vizinhos. 4.4.6 – Vinganças: Fogo posto que tem por motivação a vingança. 4.4.8 – Vandalismo: Utilização do fogo por puro prazer de destruição. 4.4.9 – Outras situações dolosas: Situações que não estejam ainda tipificadas.
5 – Naturais 5.1 – Raio: Descargas eléctricas com origem em trovoadas.
6 – Indeterminadas 6.0 – Indeterminadas: Ausência de elementos objectivos suficientes para a determinação da causa. 6.1.0 – Prova material: Indeterminação da prova material. 6.2.0 – Prova pessoal: Indeterminação da prova pessoal. 6.3.0 – Outras informações: Indeterminação por lacunas na informação.

Anexo III

Matrizes com informação das operações florestais — CAO F

As seguintes tabelas foram publicadas pela CAO F no âmbito da elaboração de uma base de dados padrão para a realização de operações que abranjam todo o ciclo florestal.

Tabela III.1: Matriz Re-arborização 2015/2016 (1) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OPERAÇÕES MECÂNICAS													referência : 1 hectare
TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)						CUSTO MÁXIMO (Euros)					
		h	hp	hp total	custo / h	custo / ha	condições de trabalho	h	hp	hp total	custo / h	custo / ha	condições de trabalho
Limpeza de mato com corta matos de facas ou correntes	trator agrícola de lagartas	3,0	90	270	65,19	195,57	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm < a 10 %. c) vegetação herbácea e/ou arbustiva até 0,5 m de altura	5,0	90	450	65,19	325,95	a) declive > 25 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm > a 50 %. c) vegetação arbustiva com altura > a 1,5 m
Limpeza de mato com corta matos de martelos	trator agrícola de lagartas	4,0	90	360	64,95	259,80	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm < a 10 % c) vegetação herbácea e/ou arbustiva até 1,0 m de altura	7,0	90	630	64,95	454,65	a) declive > 25 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm > a 50 % c) vegetação arbustiva de altura > a 2,0 m
Limpeza de mato com grade de discos	trator industrial com grade pesada (220 kg/disco)	2,0	140	280	78,54	157,08	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm < a 10 %. c) vegetação herbácea e/ou arbustiva até 1,0 m de altura	5,5	140	770	78,54	431,97	a) declive > a 25 % b) % de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm > a 50 %. c) vegetação arbustiva com altura > a 2,0 m
Gradagem de vegetação espontânea pouco desenvolvida	trator agrícola de lagartas	1,5	90	135	59,34	89,01	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm < a 10% c) vegetação herbácea com altura < a 0,3 m	2,5	90	225	59,34	148,35	a) declive > a 25 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm > a 50 %. c) vegetação herbácea com altura > a 0,5 m
Gradagem de destorroamento	trator industrial com grade pesada (220 kg/disco)	1,0	140	140	78,54	78,54	a) declive de 0 a 5 % b) solos com textura argilo-arenosa	1,5	140	210	78,54	117,81	a) declive > a 25 % c) solos com textura argilosa
Ripagem a 3 m com 1 dente, a >= 60cm (*)	trator industrial	2,7	160	432	92,52	249,80	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100mm < a 10 %. c) solos com textura franca	4,0	160	640	92,52	370,08	a) declive > a 25 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm > a 50%.
Ripagem a 3 m com 2 dentes, a >= 60 cm (*)		3,3	160	528	92,52	305,32	d) substrato rochoso facilmente desagregável ou horizontes de compactidade reduzida	4,7	160	752	92,52	434,84	c) solos com textura argilosa d) substrato rochoso de difícil desagregação ou horizontes de compactidade elevada
Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm (*)		4,0	160	640	92,52	370,08	e) profundidade de ripagem < a 70 cm	6,0	160	960	92,52	555,12	a) profundidade de ripagem >= a 80 cm

Tabela III.2: Matriz Re-arborização 2015/2016 (2) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OPERAÇÕES MECÂNICAS													referência : 1 hectare
TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)						CUSTO MÁXIMO (Euros)					
		h	hp	hp total	custo / h	custo / ha	condições de trabalho	h	hp	hp total	custo / h	custo / ha	condições de trabalho
Subsolagem a 3 m com 1 dente, equipado com aiveca	trator industrial	2,0	160	320	92,52	185,04	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm < a 10% c) solos c/ textura franca	2,5	160	400	92,52	231,30	a) declive > a 25 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm > a 50%.
Subsolagem a 3 m com 3 dentes, dos quais os 2 exteriores equipados com aiveca		3,0	160	480	92,52	277,56	d) substrato rochoso de fácil desagregação ou horizontes de reduzida compactidade	4,5	160	720	92,52	416,34	c) solos c/textura argilosa d) substrato rochoso de difícil desagregação ou horizontes com elevada compactidade
Vala e cômoro a 3 m com 30 cm de profundidade (**)	1 rego (mínimo), 2 regos com 2 passagens (máximo) com trator agrícola de lagartas	1,5	80	80	48,43	72,65	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm < a 10 %. c) solos com textura franca	3,8	80	200	48,43	181,61	a) declive > a 25 % b) % de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm > a 50 %. c) solos com textura argilosa
Vala e cômoro a 3 m com 40 cm de profundidade (**)		1,5	100	150	55,28	82,92		4,5	100	450	55,28	248,76	
Vala e cômoro a 3 m com 50 cm de profundidade (**)		1,5	120	180	64,93	97,40		5,6	120	666	64,93	360,36	
Lavoura contínua	40 a 50 cm de profundidade, com trator agrícola	3,0	80	240	48,43	145,29	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm < a 10 %. c) solos com textura franca	5,0	100	500	48,43	242,15	a) declive > a 25 % b) % de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm > a 50 %. c) solos com textura argilosa
Abertura de regos de sementeira	trator agrícola	1,0	70	70	42,75	42,75		1,5	70	105	42,75	64,13	
Abertura de covas com broca	1100 covas / ha, com trator agrícola	9,0	80	720	54,75	492,75		18	80	1440	54,75	885,50	
Abertura de covas com retro escavadora	1100 covas / ha, com retro escavadora	18	98	1764	47,30	851,40		36	98	3528	47,30	1702,80	

Tabela III.3: Matriz Re-arborização 2015/2016 (3) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OPERAÇÕES MECÂNICAS

TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)						CUSTO MÁXIMO (Euros)					
		h	hp	hp total	custo / h	custo / ha	condições de trabalho	h	hp	hp total	custo / h	custo / ha	condições de trabalho
Abertura de covas com retroarriana	800 covas / ha, com retroarriana	9	93	837	78,00	702,00	a) declive > 35 % a 80 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm < a 10 % c) vegetação espontânea até 0,5m de altura d) n.º de mobilizações localizadas do solo igual ou > 1000	16	93	1488	78,00	1248,00	a) declive > 60 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm > a 50 % c) vegetação espontânea com altura > a 1 m d) n.º de mobilizações localizadas do solo localizadas/ha entre 300 e 600
Destruição de cepos de eucalipto	escavadora hidráulica de lagartas, equipada com enxó	6,0	150	900	80,79	484,74	a) declive de 0 a 5 % b) densidade de 800 cepos/ha	10,0	150	1500	80,79	807,90	a) declive > a 25 % b) densidade de 1200 cepos/ha

referência : 1 hectare

(*) **Ripagem** - A distância entre passagens é definida tendo como referência ou o dente central ou o eixo da máquina (quando o dente central não esteja presente). No caso de distâncias entre passagens que não sejam de 3 m, os valores dos custos e potências totais indicados para a distância de 3 m são usados como base de partida, pelo que, e no pressuposto de que se verifica uma variação proporcional, os novos valores podem ser encontrados multiplicando os valores que servem de base por um fator de conversão em que o numerador é a distância de 3 m e o denominador a nova distância entre passagens.

(**) **Vala e cômoro** - Rendimentos de trabalho e potências necessárias para atingir profundidades de 30, 40 e 50 cms consoante o número de regos e o número de passagens.

NÚMERO DE REGOS		PROFUNDIDADE DA VALA E CÔMORO (cm)					
		30		40		50	
		mín	máx	mín	máx	mín	máx
1	h / ha	1,5	2,3	1,5	3,0	1,5	3,0
(1 passagem)	hp / ha	80	120	100	200	120	240
2	h / ha	2,3	3,8	2,3	4,5	2,4	5,6
(2 passagens)	hp / ha	120	200	150	300	192	444
2	h / ha	1,8	3,0	1,8	3,8	1,8	4,2
(1 passagem)	hp / ha	96	160	120	250	144	336

Tabela III.4: Matriz Re-arborização 2015/2016 (4) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OUTRAS OPERAÇÕES MISTAS

TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)				CUSTO MÁXIMO (Euros)			
		un./jorna	jorna	custo/un.	condições de trabalho	un./jorna	jorna	custo/un.	condições de trabalho
Poda de formação	mão de obra especializada, incluindo equipamento	150	95,84	0,64	a) declive de 0 a 5 % b) circunferência à altura do peito (CAP) < 25cm	60	95,84	1,60	a) declive > a 25 % b) circunferência à altura do peito (CAP) > a 50 cm
Desramação	mão de obra especializada árvores jovens	230	95,84	0,42	a) declive de 0 a 5 % b) altura de desramação < 1,5m c) diâmetro dos ramos no colo < a 3 cm	60	95,84	1,60	a) declive > a 25 % b) altura de desramação > a 3 m c) diâmetro dos ramos no colo > a 5 cm
Poda sanitária	mão de obra especializada, incluindo equipamento	40	95,84	2,40	a) declive de 0 a 5 % b) % da copa afectada < a 20% c) diâmetro de projecção da copa < a 5 m	20	95,84	4,79	a) declive > a 25 % b) % da copa afectada > a 50% c) diâmetro de projecção da copa > a 9 m
Seleção de varas de eucalipto	mão de obra especializada, incluindo equipamento	600	95,84	0,16	a) declive de 0 a 5 % b) n.º de varas / toipa < a 5 c) idade das varas até 3 anos d) vegetação herbácea e/ou arbustiva com altura até 40 cm	250	95,84	0,38	a) declive > a 20 % b) n.º de varas / toipa > a 7 c) idade das varas > a 4 anos d) vegetação herbácea e/ou arbustiva com altura > a 80 cm
Colocação de armadilhas para o Monochamus (não incluindo monitorização)	técnico superior e mão de obra indiferenciada	20	151,98	7,60	a) declive de 0 a 5 % b) proximidade entre locais c) bons acessos d) árvores próximas dos caminhos e) povoamentos limpos	5	151,98	30,40	a) declive > a 20 % b) locais afastados uns dos outros c) mau acesso d) árvores distantes dos caminhos e) povoamentos com mato
Redução de densidade em povoamentos de folhosas, medianamente desenvolvidos (> 8 anos)	mão de obra especializada, incluindo equipamento	200	95,84	0,48	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10 % c) circunferência à altura do peito (CAP) < a 25 cm	120	95,84	0,80	a) declive > a 25 % b) grau de pedregosidade > a 50 % c) circunferência à altura do peito (CAP) > a 50cm
Redução de densidade em povoamentos de pinheiro manso, medianamente desenvolvidos (> 8 anos)	mão de obra especializada, incluindo equipamento	150	95,84	0,64		100	95,84	0,96	
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas, medianamente desenvolvidos (> 8 anos)	mão de obra especializada, incluindo equipamento	250	95,84	0,38		200	95,84	0,48	

referência: unidade

Tabela III.5: Matriz Re-arborização 2015/2016 (5) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OPERAÇÕES MANUAIS										referência: unidade
TIPO DE OPERAÇÃO	CUSTO MÍNIMO (Euros)				condições de trabalho	CUSTO MÁXIMO (Euros)				condições de trabalho
	un./jorna	jorna (*)	custo/un.			un./jorna	jorna (*)	custo/un.		
Plantação de resinosas e folhosas em contentor	250	58,51	0,23		a) declive de 0 a 5 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100mm < a 10 % c) volume do contentor < a 150 cc	150	58,51	0,39		a) declive > 25 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm > a 50 % c) volume do contentor > a 250 cc
Plantação de folhosas de raiz nua	125	58,51	0,47		a) declive de 0 a 5 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100mm < a 10 % c) plantas com altura < a 50 cm	100	58,51	0,59		a) declive > 25 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm > a 50 % c) plantas com altura > a 120 cm
Sacha e amontoa	300	58,51	0,20			200	58,51	0,29		
Adução	650	58,51	0,09		a) declive de 0 a 5 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm < a 10 %	550	58,51	0,11		a) declive > a 25 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm > a 50 %
Colocação de protetores individuais de plantas com tutores	200	58,51	0,29			150	58,51	0,39		
Sementeira ao covacho	300	58,51	0,20			250	58,51	0,23		
Abertura manual de covas (30 x 30 x 30 cm)	150	58,51	0,39		a) declive de 0 a 5 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm < a 10 % c) solos com textura franca	80	58,51	0,73		a) declive > a 25 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm > a 50 % c) solos com textura argilosa
Abertura manual de covas (40 x 40 x 40 cm)	70	58,51	0,84		d) substrato rochoso facilmente desagregável, ou horizontes com compactidade reduzida	40	58,51	1,48		d) substrato rochoso dificilmente desagregável, ou horizontes com compactidade elevada

OUTRAS OPERAÇÕES MANUAIS										referência: 1 hectare
TIPO DE OPERAÇÃO	CUSTO MÍNIMO (Euros)				condições de trabalho	CUSTO MÁXIMO (Euros)				condições de trabalho
	jorna/un.	jorna (*)	custo/un.			jorna/un.	jorna (*)	custo/un.		
Marcação e piqueta	0,5	58,51	29,255		a) declive de 0 a 5 % b) vegetação herbácea com altura < a 30 cm c) densidade < a 500 plantas por hectare	2	58,51	117,02		a) declive > a 25 % b) vegetação arbustiva com altura > a 100 cm (**) c) densidade > a 1000 plantas por hectare

(**) situações não sujeitas a desmatagem prévia

Tabela III.6: Matriz Re-arborização 2015/2016 (6) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OPERAÇÃO MISTA										referência: 1 hectare
TIPO DE OPERAÇÃO	CUSTO MÍNIMO (Euros)				condições de trabalho	CUSTO MÁXIMO (Euros)				condições de trabalho
	jorna/un.	jorna (*)	custo/ha			jorna/un.	jorna (*)	custo/ha		
Limpeza de matos com motorçadora, para arborização incluindo a máquina	4	95,84	383,36		a) declive de 0 a 5 % b) nº de plantas a rolar/ha < a 100 c) diâmetro dos caules na base < a 2,5 cm	12	95,84	1150,08		a) declive > a 25 % b) nº de plantas a rolar/ha < a 50 c) diâmetro dos caules na base > a 5 cm

Tabela III.7: Matriz Beneficiação 2015/2016 (1) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OPERAÇÕES MANUAIS										referência: unidade
TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)				CUSTO MÁXIMO (Euros)				
		un./jorna	jorna	custo/un.	condições de trabalho	un./jorna	jorna	custo/un.	condições de trabalho	
Rolagem	mão de obra indiferenciada	300	58,51	0,20	a) declive de 0 a 5 % b) nº de plantas a rolar/ha > a 100 c) diâmetro dos caules na base < a 2,5 cm	150	58,51	0,39	a) declive > a 25 % b) nº de plantas a rolar/ha < a 50 c) diâmetro dos caules na base > a 5 cm	
Podas de formação	mão de obra especializada árvores jovens	150	67,48	0,45	a) declive de 0 a 5 % b) circunferência à altura do peito (CAP) < a 15 cm	60	67,48	1,12	a) declive > a 25 % b) circunferência à altura do peito (CAP) > a 30 cm	
Desramação	mão de obra especializada árvores jovens	230	67,48	0,29	a) declive de 0 a 5 % b) altura de desramação < a 1,5 m c) diâmetro dos ramos no colo < a 1,5 cm	60	67,48	1,12	a) declive > a 25 % b) altura de desramação > a 3,0 m c) diâmetro dos ramos no colo > a 3,0 cm	
Sacha e amontoa	mão de obra indiferenciada	300	58,51	0,20	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10 %	200	58,51	0,29	a) declive > a 25 % b) grau de pedregosidade > a 50 %	
Recolha e queima de resíduos provenientes das podas sanitárias	mão de obra indiferenciada	30	58,51	1,95	a) declive de 0 a 5 % b) % da copa infectada < a 20 % c) diâmetro da projeção da copa < a 5,0 m	10	58,51	5,85	a) declive > a 25 % b) % da copa afectada > a 50 % c) diâmetro da projeção da copa > a 9,0 m	

Tabela III.8: Matriz Beneficiação 2015/2016 (2) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OUTRAS OPERAÇÕES MANUAIS

referência: 1 hectare

TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)				CUSTO MÁXIMO (Euros)			
		jorna/un.	jorna	custo/un.	condições de trabalho	jorna/un.	jorna	custo/un.	condições de trabalho
Seleção de árvores de futuro	trabalho especializado (técnico superior)	0,5	93,47	46,74	a) declive de 0 a 5 % b) vegetação herbácea e/ou arbustiva com h < a 0,8 m c) nº de árvores a seleccionar por ha < a 200	1,5	93,47	140,21	a) declive > a 25 % b) vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > a 1,5 m c) nº de árvores a seleccionar por ha > a 350
Sinalização da regeneração natural	mão de obra indiferenciada	0,5	58,51	29,26	a) declive de 0 a 5 % b) vegetação herbácea e/ou arbustiva com h < a 0,8 m c) nº de árvores a sinalizar por ha < a 100	2	58,51	117,02	a) declive > a 25 % b) vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > a 1,5 m c) nº de árvores a sinalizar por ha > a 250
Controlo das plantas lenhosas invasoras (pincelagem)*	mão de obra indiferenciada para densidades < a 3000 plantas invasoras/ha, a área a intervir deve ser calculada referenciando-a a esta densidade - árvores jovens	3	58,51	175,53	a) declive de 0 a 5 % b) nº de plantas lenhosas invasoras / ha < a 10 000	6	58,51	351,06	a) declive > a 25 % b) nº de plantas lenhosas invasoras / ha > a 20 000
Fogo controlado	trabalho especializado (técnico superior) não inclui a elaboração dos planos de fogo controlado e dos planos de queima, nem a abertura de faixas de contenção	1	93,47	93,47	Povoamentos a) declive de 0 a 5 % b) área > a 4 hectares c) carga combustível < a 12 t/ha	5	93,47	467,35	Povoamentos a) declive > a 25 % b) área < a 2 hectares c) carga combustível > a 12 t/ha
		1	93,47	93,47	Matos a) declive de 0 a 5 % b) área > a 6 hectares	4	93,47	373,88	Matos a) declive > a 25 % b) área < a 2 hectares

*excluindo produto

Tabela III.9: Matriz Beneficiação 2015/2016 (3) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OPERAÇÕES MISTAS

referência : 1 hectare

TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)				CUSTO MÁXIMO (Euros)			
		jorna/ha	jorna	custo/ha	condições de trabalho	jorna/ha	jorna	custo/ha	condições de trabalho
Controlo da vegetação espontânea na linha ou de forma localizada	mão de obra especializada, incluindo equipamento	0,50	95,84	47,92	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10 % c) vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < a 0,5 m d) nº de linhas/ha > a 15 ou área a intervir < a 15%	6	95,84	575,04	a) declive > a 25 % b) grau de pedregosidade > a 50 % c) vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h > a 1,5 m d) nº de linhas/ha > a 25 ou área a intervir > a 25%
Controlo da vegetação espontânea total	mão de obra especializada, incluindo equipamento	4	95,84	383,36	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10 % c) vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < a 0,5 m	12	95,84	1150,08	a) declive > a 25 % b) grau de pedregosidade > a 50 % c) vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h > a 1,5 m
Controlo das plantas lenhosas invasoras (corte)	mão de obra especializada incluindo equipamento para densidades < a 3000 plantas invasoras/ha a área a intervir deve ser calculada referenciando-a a esta densidade - árvores jovens	3	95,84	287,52	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10 % c) plantas invasoras c/ h < a 0,5 m d) nº de plantas invasoras/ha > a 10 000	6	95,84	575,04	a) declive > a 25 % b) grau de pedregosidade > a 50 % c) plantas invasoras c/ h > a 1,5 m d) nº de plantas invasoras/ha > a 20 000
Controlo de densidade excessiva	mão de obra especializada, incluindo equipamento - árvores jovens	1	95,84	95,84	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10 % c) vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < a 0,5 m d) nº de plantas/ha < a 3 000 e) plantas c/ h < a 1 m	12	95,84	1150,08	a) declive > a 25 % b) grau de pedregosidade > a 50 % c) vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h > a 1,5 m d) nº de plantas/ha > a 10 000 e) plantas c/ h > a 2 m

Tabela III.10: Matriz Beneficiação 2015/2016 (4) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OUTRAS OPERAÇÕES MISTAS

TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)					CUSTO MÁXIMO (Euros)				
		un./jorna	jorna	custo/un.	condições de trabalho		un./jorna	jorna	custo/un.	condições de trabalho	
Poda de formação	mão de obra especializada, incluindo equipamento	150	95,84	0,64	a) declive de 0 a 5 % b) circunferência à altura do peito (CAP) < 25cm		60	95,84	1,60	a) declive > a 25 % b) circunferência à altura do peito (CAP) > a 50 cm	
Desramação	mão de obra especializada árvores jovens	230	95,84	0,42	a) declive de 0 a 5 % b) altura de desramação < 1,5m c) diâmetro dos ramos no colo < a 3 cm		60	95,84	1,60	a) declive > a 25 % b) altura de desramação > a 3 m c) diâmetro dos ramos no colo > a 5 cm	
Poda sanitária	mão de obra especializada, incluindo equipamento	40	95,84	2,40	a) declive de 0 a 5 % b) % da copa afectada < a 20% c) diâmetro de projecção da copa < a 5 m		20	95,84	4,79	a) declive > a 25 % b) % da copa afectada > a 50% c) diâmetro de projecção da copa > a 9 m	
Seleção de varas de eucalipto	mão de obra especializada, incluindo equipamento	600	95,84	0,16	a) declive de 0 a 5 % b) nº de varas / toipa < a 5 c) idade das varas até 3 anos d) vegetação herbácea e/ou arbustiva com altura até 40 cm		250	95,84	0,38	a) declive > a 20 % b) nº de varas / toipa > a 7 c) idade das varas > a 4 anos d) vegetação herbácea e/ou arbustiva com altura > a 80 cm	
Colocação de armadilhas para o Monochamus (não incluindo monitorização)	técnico superior e mão de obra indiferenciada	20	151,98	7,60	a) declive de 0 a 5 % b) proximidade entre locais c) bons acessos d) árvores próximas dos caminhos e) povoamentos limpos		5	151,98	30,40	a) declive > a 20 % b) locais afastados uns dos outros c) mau acessos d) árvores distantes dos caminhos e) povoamentos com mato	
Redução de densidade em povoamentos de folhosas, medianamente desenvolvidos (> 8 anos)	mão de obra especializada, incluindo equipamento	200	95,84	0,48	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10 % c) circunferência à altura do peito (CAP) < a 25 cm		120	95,84	0,80	a) declive > a 25 % b) grau de pedregosidade > a 50 % c) circunferência à altura do peito (CAP) > a 50cm	
Redução de densidade em povoamentos de pinheiro manso, medianamente desenvolvidos (> 8 anos)	mão de obra especializada, incluindo equipamento	150	95,84	0,64			100	95,84	0,96		
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas, medianamente desenvolvidos (> 8 anos)	mão de obra especializada, incluindo equipamento	250	95,84	0,38			200	95,84	0,48		

Tabela III.11: Matriz Beneficiação 2015/2016 (5) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OPERAÇÕES MECÂNICAS

referência : 1 hectare													
TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)						CUSTO MÁXIMO (Euros)					
		h	hp	hp total	custo/h	custo total	condições de trabalho	h	hp	hp total	custo/h	custo total	condições de trabalho
Controlo de vegetação espontânea	trator agrícola de lagartas e grade "offset" com discos de 24"	1,5	90	135	59,34	89,01	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10% c) vegetação c/ h< a 0,30m d) nº de entre linhas > a 25/ha ou área a intervir < a 70%	2,50	90	225	59,34	148,35	a) declive > a 25% b) grau de pedregosidade > a 50% c) vegetação c/ h> a 0,50 m d) nº de entre linhas< a 15/ha ou área a intervir > a 85%
Tratamentos fitossanitários	trator agrícola de rodas com tração dupla e pulverizador c/ ventilador de 600 l, não incluindo fitofarmaco	0,5	70	35	51,99	26,00	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10% c) h < a 5 m d) nº de passagens < a 15/ha	1,00	70	70	51,99	51,99	a) declive > a 10% b) grau de pedregosidade < a 50% c) h> a 10 m d) nº de passagens >a 25/ha
	trator agrícola de rodas com tração dupla e distribuidor centrifugo de adubo, montado, de 600 l, não incluindo adubo	0,42	70	29,4	44,51	18,69	a) declive de 0 a 5 % b) grau de pedregosidade < a 10%	0,75	70	52,5	44,51	33,38	a) declive > a 10% b) grau de pedregosidade > a 50%
Aplicação de adubo total	trator agrícola de lagartas e distribuidor centrifugo de adubo, montado, de 600 l, não incluindo adubo	0,47	70	32,9	46,74	21,97	a) declive< a 15 % b) grau de pedregosidade < a 10%	0,84	70	58,8	46,74	39,26	a) declive > a 25 % b) grau de pedregosidade > a 50%
Aplicação de adubo em linha, em profundidade	trator agrícola de rodas com tração dupla e distribuidor de adubos de sulcos, montado, 600 l 1 ferro	0,63	70	44,1	44,14	27,81	a) declive de 0 a 5% b) grau de pedregosidade < a 10% c) solo c/ textura franca d) nº de entre linhas > a 25/ha	1,12	70	78,4	44,14	49,44	a) declive > a 10 % b) grau de pedregosidade > a 50 % c) solo c/ textura argilosa d) nº de entre linhas > a 25/ha
	trator agrícola de lagartas e distribuidor de adubo de sulcos, montado, 600 l, 1 ferro	0,76	70	53,2	45,1	34,28	a) declive < a 15% b) grau de pedregosidade < a 10% c) solo c/ textura franca d) nº de entre linhas < a 15/ha	1,35	70	94,5	45,1	60,89	a) declive > a 25 % b) grau de pedregosidade > a 50 % c) solo c/ textura argilosa d) nº de entre linhas > a 25/ha
Rega localizada efetuada durante os primeiros anos após a plantação (5 lts / planta)	trator agrícola de rodas e cisterna de 4000 l mão de obra indiferenciada (2 jorna) / trator e cisterna)	0,94	70	65,8	57,39	53,95	a) declive < a 5% b) grau de pedregosidade < a 10% c) solo c/ textura franca d) 300 a 450 plantas/hectare e) distância do ponto de água < a 500 m	1,88	70	131,6	57,93	108,91	a) declive > a 10 % b) grau de pedregosidade > a 50 % c) solo c/ textura argilosa d) 650 a 850 plantas/hectare e) distância ao ponto de água > a 2000 m

Tabela III.12: Matriz Beneficiação 2015/2016 (6) – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

OPERAÇÕES MECÂNICAS

referência : 1 hectare												
TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)					condições de trabalho	CUSTO MÁXIMO (Euros)				
		h	hp	hp total	custo/h	custo total		h	hp	hp total	custo/h	custo total
Recolha de madeira para carregadouro	Trator com guincho (3 th)		90		35,00	a) madeira com menos de 20 cm		90		45,00	a) madeira com mais de 20 cm	
	Trator com reboque e grua (7 th)		120		40,00			120		50,00		
Estilhaçagem de madeira em mata*	estilhaçador pequeno associado a trator (3 a 4 tonh)		80		52,00							
	estilhaçador médio associado a trator (7 a 15 th)		180		72,00			180		80,00		
	estilhaçador médio auto-motriz (2 a 3 th)		40		42,00							
	estilhaçador grande auto-motriz (20 a 35 th)		300		120,00			300		170,00		

* inclui um operador e alimentação

Tabela III.13: Tabela da exploração florestal do Eucalipto – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

TABELA EXPLORAÇÃO FLORESTAL DO EUCALIPTO

Tipo de operações			CUSTO MÍNIMO (Euros)		CUSTO MÁXIMO (Euros)	
			Custo/m ³	condições de trabalho	Custo/m ³	condições de trabalho
Corte	Abate Manual		2,70	Dimensão da área a corte > 10 ha	5,00	Dimensão da área a corte < 2 ha
	Abate e Processamento Mecânicos		5,30	Declive < 5 %	6,70	Declive > 15 %
	Processamento (Traçagem, toragem e corte de ramos)	Manual	4,70	árvores com diâmetro de 20 a 40 cm	8,00	árvores com diâmetro < 20 cm
		Mecânico	3,70	área com obstáculos < 10 %	6,00	área com obstáculos > 50 %
	Descasque	Manual	4,00	Vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < 0,5 m	8,00	Vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > 1,5 m
Recarga e extração		Mecânico	2,70	Grau de pedregosidade < 10 %	3,60	Grau de pedregosidade > 50 %
	Arraste e Semi arraste	Trator com guincho	9,00	Dimensão da propriedade > 10 ha	13,50	Dimensão da propriedade < 2 ha
				Declive de 25 % a 35 %		Declive > 45 %
		Skidder	7,00	Vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < 0,5 m	9,50	Vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > 1,5 m
				Grau de pedregosidade < 10 %		Grau de pedregosidade > 50 %
	Transporte fora da estrada	Trator com reboque e grua	4,75	Distância média de extração da mata < 100 m	8,00	Distância média de extração da mata > 400 m
				Dimensão da propriedade > 10 ha		Dimensão da propriedade < 2 ha
		Forwarder	4,00	Declive < 15 %	7,50	Declive de 25 % a 30 %
				Vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < 0,5 m		Vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > 1,5 m
				Grau de pedregosidade < 10 %		Grau de pedregosidade > 50 %
				Distância média de extração da mata < 100 m		Distância média de extração da mata > 400 m
Outras operações mistas	Recarga, extração e transporte	Camião com tração	7,50	Dimensão da propriedade > 10 ha	10,00	Dimensão da propriedade < 2 ha
				Declive < 5 %		Declive de 15 % a 20 %
				Vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < 0,5 m		Vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > 1,5 m
				Grau de pedregosidade < 10 %		Grau de pedregosidade > 50 %
				Distância média de extração da mata < 100 m		Distância média de extração da mata > 400 m

Tipo de operações		CUSTO MÍNIMO (Euros)		CUSTO MÁXIMO (Euros)	
		Custo/t	condições de trabalho	Custo/t	condições de trabalho
Transporte	Carga	1,30	Distância < 30 km	2,60	Distância > 100 km
	Descarga*	1,00	Parque pavimentado	2,00	Carregadouro fora de estrada
	Rodoviário	5,80		19,20	

Tabela III.14: Tabela da exploração florestal do Pinheiro bravo – Retirado de (CAOF – Comissão de Acompanhamento para as Operações florestais, 2016).

PINHEIRO BRAVO						
Tipo de operações			CUSTO MÍNIMO (Euros)		CUSTO MÁXIMO (Euros)	
			Custo/m ²	condições de trabalho	Custo/m ²	condições de trabalho
Corte	Abate Manual		3,40	Dimensão da área a corte > 10 ha	8,80	Dimensão da área a corte < 2 ha
	Abate e Processamento Mecânicos		6,60	Declive < 5 %	9,50	Declive > 15 %
	Processamento (Traçagem, toragem e corte de ramos)	Manual	7	árvores com diâmetro > 20 cm área com obstáculos < 10 %	9,70	árvores com diâmetro < 20 cm área com obstáculos > 50 %
		Mecânico	4,1	Vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < 0,5 m Grau de pedregosidade < 10 %	7,60	Vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > 1,5 m Grau de pedregosidade > 50 %
Arraste e Semi arraste		Trator com guincho	10,20	Dimensão da propriedade > 10 ha Declive de 25 % a 35 % Vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < 0,5 m Grau de pedregosidade < 10 % Distância média de extração da mata < 100 m	14,40	Dimensão da propriedade < 2 ha Declive > 45 % Vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > 1,5 m Grau de pedregosidade > 50 % Distância média de extração da mata > 400 m
		Skidder	8,00	Dimensão da propriedade > 10 ha Declive de 25 % a 35 % Vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < 0,5 m Grau de pedregosidade < 10 % Distância média de extração da mata < 100 m	10,50	Dimensão da propriedade < 2 ha Declive > 45 % Vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > 1,5 m Grau de pedregosidade > 50 % Distância média de extração da mata > 400 m
	Recarga e extração	Trator com reboque e grua	6,00	Dimensão da propriedade > 10 ha Declive < 15 %	10,00	Dimensão da propriedade < 2 ha Declive de 25 % a 30 %
		Forwarder	5,50	Vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < 0,5 m Grau de pedregosidade < 10 % Distância média de extração da mata < 100 m	9,30	Vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > 1,5 m Grau de pedregosidade > 50 % Distância média de extração da mata > 400 m
Transporte fora da estrada		Camião com tração	9,00	Dimensão da propriedade > 10 ha Declive < 5 % Vegetação herbácea e/ou arbustiva c/ h < 0,5 m Grau de pedregosidade < 10 % Distância média de extração da mata < 100 m	11,50	Dimensão da propriedade < 2 ha Declive de 15 % a 20 % Vegetação herbácea e/ou arbustiva com h > 1,5 m Grau de pedregosidade > 50 % Distância média de extração da mata > 400 m

Tipo de operações		CUSTO MÍNIMO (Euros)		CUSTO MÁXIMO (Euros)	
		Custo/t	condições de trabalho	Custo/t	condições de trabalho
Transporte	Carga	2,00	Distância < 30 km	3,50	Distância > 100 km
	Descarga	1,50	Parque pavimentado	2,50	Carregadouro fora de estrada
	Rodoviário	8,00		24,00	

Anexo IV

Matrizes com informação das operações florestais - Centro Pinus

As seguintes tabelas foram produzidas pela organização Centro Pinus que tem como objetivo promover a sustentabilidade do Pinheiro bravo na floresta portuguesa,

Tabela IV.1: Tabela retirada do Pinus-press 11 – Retirado de (Centro Pinus, 2003).

Operação Florestal unidade (ex.: plantas, covas, etc.)	Custo mínimo (euros)			Custo máximo (euros)		
	unidade/jorna	jorna *	custo/unidade	unidade/jorna	jorna *	custo/unidade
Plantação de resinosas e folhosas em contendor, em declives < 15%	250	45,00	0,18	200	45,00	0,23
Plantação de resinosas e folhosas em contendor, em declives > 15%	180	45,00	0,25	150	45,00	0,30
Plantação de folhosas de raiz nua	125	45,00	0,36	100	45,00	0,45
Sacha e amontoa	300	45,00	0,15	200	45,00	0,23
Adubação	650	45,00	0,07	550	45,00	0,08
Colocação de protectores individuais de plantas com tutores	200	45,00	0,24	150	45,00	0,32
Sementeira – covacho	300	45,00	0,15	250	45,00	0,18
Abertura manual de covas (30x30x30 cm)	150	45,00	0,30	80	45,00	0,56
Abertura manual de covas (40x40x40 cm)	70	45,00	0,64	40	45,00	1,13

Outras Operações Florestais 1 hectare	Custo mínimo (euros)			Custo máximo (euros)		
	jorna/unidade	jorna *	custo/ha	jorna/unidade	jorna *	custo/ha
Marcação e piquetagem	0,5	45,00	22,50	2	45,00	90,00

Operações Florestais Mistas 1 hectare	Custo mínimo (euros)			Custo máximo (euros)		
	jorna/unidade	jorna *	jorna/unidade	jorna/unidade	jorna *	jorna/unidade
Limpeza de matos com motorroçadora para arborização	4	80,31	321,24	12	80,31	963,72

(*) o valor da jorna inclui o transporte, para uma distância média de 120Km de ida e volta, com o custo de 0,064 l km/pessoa

Tabela IV.2: Tabela retirada do Pinus-press 12 – Retirado de (Centro Pinus, 2004).

Operação Florestal unidade (ex.: plantas, covas, etc.)	Custo mínimo (euros)			Custo máximo (euros)		
	unidade/jorna	jorna *	custo/unidade	unidade/jorna	jorna *	custo/unidade
Plantação de resinosas e folhosas em contendor, em declives < 15%	250	45,00	0,18	200	45,00	0,23
Plantação de resinosas e folhosas em contendor, em declives > 15%	180	45,00	0,25	150	45,00	0,30
Plantação de folhosas de raiz nua	125	45,00	0,36	100	45,00	0,45
Sacha e amontoa	300	45,00	0,15	200	45,00	0,23
Adubação	650	45,00	0,07	550	45,00	0,08
Colocação de protectores individuais de plantas com tutores	200	45,00	0,24	150	45,00	0,32
Sementeira – covacho	300	45,00	0,15	250	45,00	0,18
Abertura manual de covas (30x30x30 cm)	150	45,00	0,30	80	45,00	0,56
Abertura manual de covas (40x40x40 cm)	70	45,00	0,64	40	45,00	1,13

Outras Operações Florestais 1 hectare	Custo mínimo (euros)			Custo máximo (euros)		
	jorna/unidade	jorna *	custo/ha	jorna/unidade	jorna *	custo/ha
Marcação e piquetagem	0,5	45,00	22,50	2	45,00	90,00

Operações Florestais Mistas 1 hectare	Custo mínimo (euros)			Custo máximo (euros)		
	jorna/unidade	jorna *	jorna/unidade	jorna/unidade	jorna *	jorna/unidade
Limpeza de matos com motorroçadora para arborização	4	80,31	321,24	12	80,31	963,72

(*) o valor da jorna inclui o transporte, para uma distância média de 120Km de ida e volta, com o custo de 0,064 l km/pessoa

Anexo V

Legenda do simulador WebGlobulus

Tabela V.1: Representação das variáveis de saída do simulador WebGlobulus.

Output ID	Description	Unit
Year	Simulation Year	year
Age	Stand Age	year
hdom	Dominant Height	m
Nst	Number of stumps	nr
Nsp	Number of sprouts	nr
G	Basal Area	m ² /ha
Vu	Total volume without bark	m ³ /ha
Vb	Bark volume	m ³ /ha
Vs	Total volume of stump without bark	m ³ /ha
dg	Mean quadratic diameter	m ²
Vdi	Top volume	m ³ /ha
Ww	Stem biomass	Mg/ha
Wl	Leaves biomass	Mg/ha
Wb	Bark biomass	Mg/ha
Wbr	Branch biomass	Mg/ha
Wa	Aboveground biomass	Mg/ha
Wr	Root biomass	Mg/ha
W	Total biomass	Mg/ha
ama	Mean annual increment	m ³ /ha/year
aca	Current annual increment	m ³ /ha/year
Cw	Carbon in stem	Mg/ha
Cb	Carbon in bark	Mg/ha
Cl	Carbon in leaves	Mg/ha
Cbr	Carbon in branches	Mg/ha
Cr	Carbon in roots	Mg/ha
Ctot	Total Carbon	Mg/ha
Nw	Nitrogen in stem	Mg/ha
Nb	Nitrogen in bark	Mg/ha
Nl	Nitrogen in leaves	Mg/ha
Nbr	Nitrogen in branches	Mg/ha
Nr	Nitrogen in roots	Mg/ha
Ntot	Total Nitrogen	Mg/ha
Caw	Calcium in stem	Mg/ha
Cab	Calcium in bark	Mg/ha
Cal	Calcium in leaves	Mg/ha
Cabr	Calcium in branches	Mg/ha
Car	Calcium in roots	Mg/ha
Catot	Total Calcium	Mg/ha
Kw	Potassium in stem	Mg/ha
Kb	Potassium in bark	Mg/ha
Kl	Potassium in leaves	Mg/ha
Kbr	Potassium in branches	Mg/ha
Kr	Potassium in roots	Mg/ha
Ktot	Total Potassium	Mg/ha
Pw	Phosphorus in stem	Mg/ha
Pb	Phosphorus in bark	Mg/ha
Pl	Phosphorus in leaves	Mg/ha
Pbr	Phosphorus in branches	Mg/ha
Pr	Phosphorus in roots	Mg/ha
Ptot	Total Phosphorus	Mg/ha

Apêndice A

Operações florestais divididas por estratégia

Neste apêndice estão apresentadas as tabelas referentes às operações florestais divididas pela estratégia em que se enquadram.

Tabela A.1: Operações correspondentes a Sementeira (ampliar para visualizar melhor).

Operações	€/ha		€/uni		Custo inicial	Custo manutenção	Operação manual	Operação mecânica	Operação mista	Periodicidade	Observações
	MIN	MAX	MIN	MAX							
Floresta semeada										anos	
Preparação mecânica do terreno (gradagem e limpeza do mato)	358.00	996.00			x			x		80	
Intrusão de espécies: Sobreiro	226.00				x		x				
Rolagem			0.19	0.39	x		x				
Podas de formação em árvores jovens			0.45	1.11		x	x				
Desramação de árvores jovens			0.29	1.11		x	x				
Recolha e queima de resíduos provenientes das podas sanitárias			1.93	5.79		x	x				
Controlo de densidade excessiva	94.89	1138.7				x			x		
Podas de formação			0.63	1.58		x			x		
Desramação de árvores adultas			0.41	1.58		x			x		
Podas sanitárias			2.37	4.74		x			x		
Colocação de amadilhas para o Monochamus			7.60	30.40		x			x		
Redução de densidade de povoamentos (folhosas, pinheiro manso, resinosa)			0.38	0.95		x			x		
Controlo da vegetação espontânea	53.95	107.89				x		x			
Recolha de madeira	?				-			x			Custo final
Estilhaçamento de madeira	?				-			x			Custo final
Limpeza de mato	157.08	454.65				x		x			
Gradagem	78.54	148.35				x		x			
Abertura de regos de sementeira	42.75	64.13			x			x			
Abertura de caminhos com valeta	?				x		-	-	-		Infraestruturas
Beneficiação de caminhos à lamina	?					x	-	-	-		Infraestruturas
Abertura de aceiros	?				x		-	-	-		Infraestruturas
Beneficiação de aceiros	?				x		-	-	-		Infraestruturas
Abertura de charcas	?				x		-	-	-		Infraestruturas
Construção de vedação	?				x		-	-	-		Infraestruturas
Construção de barragens de terra	?				x		-	-	-		Infraestruturas
Sementeira ao covacho			0.19	0.23		x		x			
Marcação e pincelagem	28.96	115.86				x					
Limpeza de matos	379.50	1138.68				x			x		

Tabela A.2: Operações correspondentes a Floresta plantada (ampliar para visualizar melhor).

Operações	€/ha		€/uni		Custo inicial	Custo manutenção	Operação manual	Operação mecânica	Operação mista	Periodicidade	Observações
	MIN	MAX	MIN	MAX							
Floresta plantada										anos	
Preparação mecânica do terreno (gradagem e limpeza do mato)	358.00	996.00			x			x		80	
Preparação do terreno e abertura de linhas	726.00	1644.00			x		x				
Intrusão de espécies: Sobreiro/sadeteira	?				x		x				
Sacha e amostra	333.00					x	x				Associado à existência de gado
Proteção individual de plantas	442.00					x	x				Acesso para plantas de corte agrícola
Abertura de rede viária	?				x		x				incidência nos tipos de custo
Beneficiação de rede viária	?					x					
Abertura de rede drenagem	?					x					Para decidir mais tarde
Beneficiação de rede drenagem	?					x					
Introdução de: Pinheiro manso	174.00				x		x			60	
Introdução de: Sobreiro	667.00				x		x			80	
Introdução de: Eucalipto (silvático)	1073.00				x		x			80	
Podas de formação			0.19	0.39		x				80	Escalafão global (3 meses de 12 em 12 anos)
Desramação			0.29	1.11		x				80	Operação manual
Recolha e queima de resíduos provenientes das podas sanitárias			1.93	5.79		x					
Paga controlado	92.55	462.75				x					
Controlo da vegetação espontânea (total ou de forma localizada)	47.44	569.36				x			x		
Podas de formação			0.63	1.68		x			x		
Desramação			0.41	1.58		x			x		
Podas sanitárias			2.37	4.74		x			x		
Seleção de zonas de escarificação			0.16	0.38		x			x		
Colocação de amadilhas para o Monochamus	?					x			x		
Redução de densidade de povoamentos (folhosas, pinheiro manso, resinosa)	?					x			x		
Controlo da vegetação espontânea	89.01	148.35				x					
Tratamentos fitossanitários	26.00	51.99				x					
Aplicação de adubo	18.89	71.82				x					
Paga durante os primeiros anos após plantação	53.95	107.89				x					
Recolha de madeira	?					x					
Estilhaçamento de madeira	?					x					
Limpeza de mato	78.54	157.08				x					
Gradagem	78.54	148.35				x					
Subsolação						x					
Abertura de valas e cômoros	64.53	72.45				x					
Lavoura contínua						x					
Abertura de covas	492.75	1702.08				x					
Destinação de regos de escarificação	684.16	807.99				x					
Abertura de caminhos com valeta	?					x	-	-	-		Infraestruturas
Beneficiação de caminhos à lamina	?					x	-	-	-		Infraestruturas
Abertura de aceiros	?					x	-	-	-		Conversão: 150m/ha
Beneficiação de aceiros	?					x	-	-	-		Infraestruturas
Construção de vedação	?					x	-	-	-		Infraestruturas
Abertura de charcas	?					x	-	-	-		Infraestruturas
Construção de barragens de terra	?					x	-	-	-		Infraestruturas
Plantação de folhosas e resinosa em contêiner			0.23	0.39		x					
Plantação de folhosas de solo vivo			0.29	0.46		x					
Sacha e amostra			0.19	0.29		x					
Adubação	18.89	71.82				x					
Colocação de protetores de plantas individuais			0.29	0.39		x					
Abertura de covas			0.29	0.45		x					
Mitigação e pincelagem	28.96	115.86				x					
Limpeza de matos	379.50	1138.68				x			x		

Tabela A.3: Operações correspondentes a Regeneração natural(ampliar para visualizar melhor).

Operações	K/ha		K/ha		Custo inicial	Custo manutenção	Operação manual	Operação mecânica	Operação mista	Periodicidade	Observações
	MIN	MAX	MIN	MAX							
II. Natural condução										anos	
Aproveitamento da regeneração natural (resmolas e folhosas)	977.00				x		x	x			Inici pipeline bravo e manso
Aproveitamento da regeneração natural (sobretudo e adifheira)	616.00				x		x	x			Inici canalho
Instalação de proteções individuais de plantas (aproveitamento de colmeias/canais)	?				x		x				Associado a existência de gado
Proteções individuais de plantas	442.00				x		x				
Introdução de Eucalipto (seminhal)	878.00				x		x			48	4 vezes de 12 em 12 anos
Introdução de Pinheiro bravo	778.00				x		x			48	
Poda de formação		0.48	1.11			x					
Desbaste		0.29	1.11			x					
Recolha e queima de resíduos provenientes das podas sanitárias		1.91	5.79			x					
Seleção de árvores do futuro	46.23	138.82				x	x				A realisar apenas no final
Seleção da regeneração natural	78.96	115.86			x		x				
Controlo da regeneração espontânea (total ou de forma localizada)	47.44	560.34				x			x		
Controlo da densidade das árvores	10.10	11.94.00				x			x		
Poda de formação		0.63	1.60			x			x		
Desbaste		0.61	1.94			x			x		
Poda sanitária		2.37	4.74			x			x		
Redução da densidade de povoamentos (folhosas, pinheiro manso, resmolas)			0.36	0.95		x			x		
Controlo da vegetação espontânea	33.95	107.83				x		x			
Recolha de madeira	?				x			x			Estado final
Entulhagem da madeira	?							x			Custo final
Abertura de caminhos com vala	?				x		x		x		Infraestruturas
Beneficiação de caminhos à fátima	?					x					Infraestruturas
Abertura de acenos	?				x						Convenção: 150m/ha
Beneficiação de acenos	?				x						Infraestruturas
Construção de vedação	?				x						Infraestruturas
Abertura de charcas	?				x						Infraestruturas
Construção de barreiras de terra	?				x						Infraestruturas
Mercado e parcelagem	?				x		x				
Limpeza do mato	379.50	1139.68				x			x		
Regeneração natural											
Seleção da regeneração natural	78.96	115.86			x		x				
Abertura de caminhos com vala	?				x						Infraestruturas
Beneficiação de caminhos à fátima	?					x					Infraestruturas
Abertura de acenos	?				x						Convenção: 150m/ha
Construção de vedação	?				x						Infraestruturas
Beneficiação de acenos	?				x						Infraestruturas
Abertura de charcas	?				x						Infraestruturas
Construção de barreiras de terra	?				x						Infraestruturas

Apêndice B

SimFlor

B.1 Aspetos gerais

O SimFlor é <uma plataforma que integra diversos simuladores para as principais espécies florestais portuguesas> desenvolvida pela linha de investigação ForChange. Esta plataforma tem como objetivo a integração de vários modelos de simulação relativos às principais espécies encontradas na floresta portuguesa, em simuladores com uma interface de fácil utilização e manipulação (Faias et al., 2012).

Os modelos utilizados nestes simuladores são de extrema importância no âmbito da gestão florestal. Estas ferramentas permitem realizar uma previsão da evolução de um determinado povoamento florestal, face a uma estratégia de gestão aplicada, tendo ainda em consideração influências do clima ou perturbações que possam ocorrer, como por exemplo, a ocorrência de fogos (Tomé et al., 2013; Faias et al., 2012)). São modelos de simplificação da floresta e dos processos que decorrem nela, que através de equações interligadas entre si permitem avaliar e prever a evolução de um ecossistema (Tomé et al., 2014).

A plataforma SimFlor é constituída por vários simuladores que têm como objetivo principal facilitar a demonstração de resultados obtidos por estes modelos de simulação, diminuindo assim a lacuna existente entre estes modelos e a sua aplicação prática pelos responsáveis da gestão florestal (Faias et al., 2012). Estes modelos são implementados em diferentes escalas espaciais, desde o povoamento (escala regional) à escala nacional (Tomé et al., 2013).

O SimFlor apresenta não só os simuladores para a projeção do desenvolvimento das respetivas espécies, como também integra as ferramentas que permitem originar estes mesmos cenários. Esta plataforma está dividida em três grandes menus: Simuladores; Gerador; Ferramentas.

Além do menu de Ajuda que podemos ver na figura B.1, esta plataforma oferece ainda um menu Dados que permite abrir as Alternativas de gestão florestal existentes (Forest Management Alternative). Contudo, esta funcionalidade não foi utilizada no projeto a realizar, por isso não irá ser explorada.

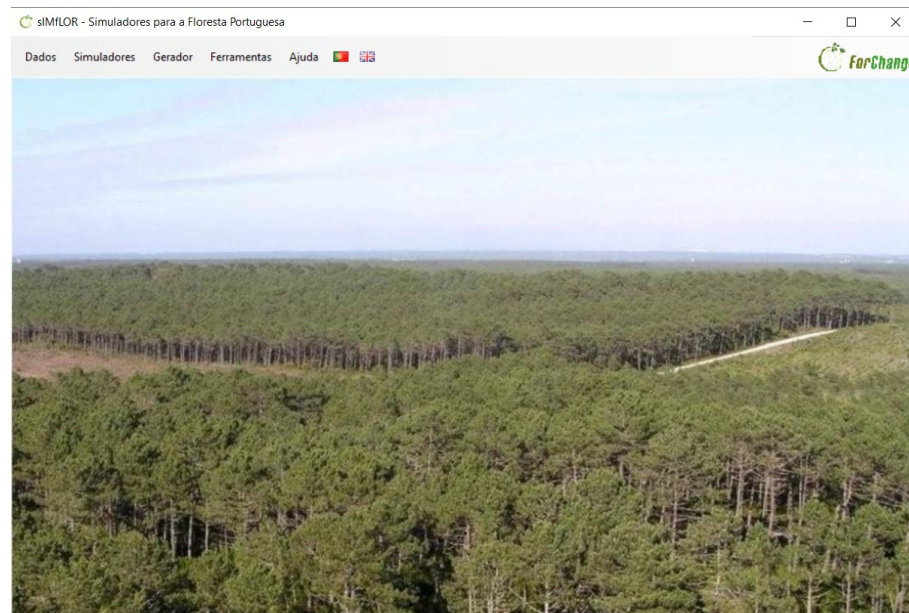


Figura B.1: Plataforma inicial do SimFlor.

B.1.1 Menu Simuladores

No menu Simuladores encontram-se os simuladores para as diferentes espécies existentes em Portugal. São eles:

- SUBER: simulador de povoamento para Sobreiro;
- WebGlobulus: simulador de povoamento para Eucalipto;
- WebPbravo: simulador de povoamento para Pinheiro Bravo;
- StandsSim: simulador de povoamento para Eucalipto, Pinheiro Bravo e Pinheiro Manso.

As simulações a realizar irão corresponder às duas espécies predominantemente utilizadas em Portugal, O Eucalipto e o Pinheiro bravo. Para as projeções destas espécies utilizamos os simuladores WebGlobulus e WebPbravo que irão ser abordados em pormenor nas secções seguintes(B.2).

B.1.2 Menu Gerador

O menu Gerador permite ao utilizador introduzir os inputs necessários à criação da alternativa de gestão florestal (FMA) a utilizar.

A FMA apresenta uma sequência de operações a realizar desde o início do povoamento até que este atinja uma certa idade onde se irá proceder o corte final (Tomé et al., 2013). É esta funcionalidade que servirá de auxílio para a criação das estratégias de recuperação florestal a avaliar. Dentro deste gerador existe ainda a ferramenta SFMA (gerador de FMA sequenciais) que

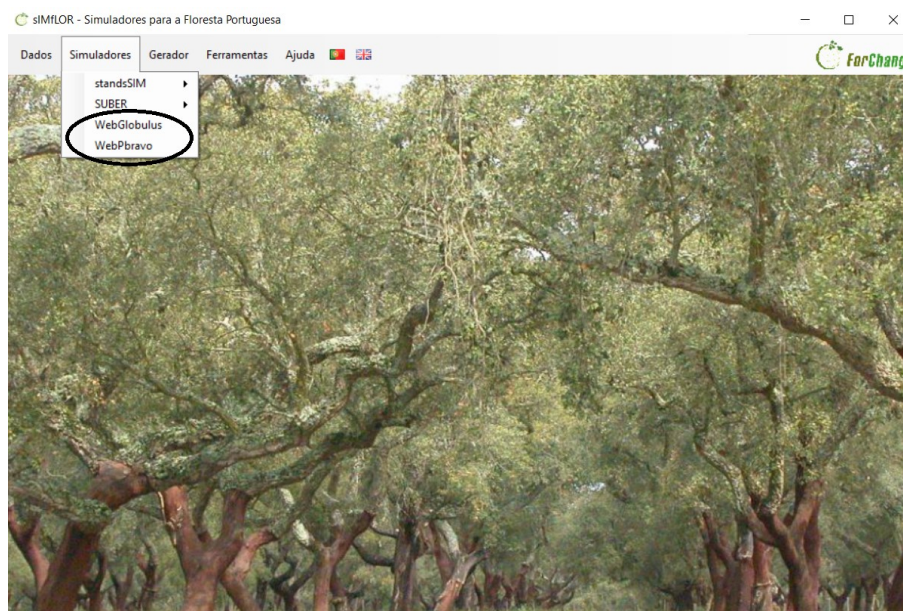


Figura B.2: Menu Simuladores do SimFlor.

permite conjugar várias alternativas diferentes de FMA para uma projeção onde irão ser aplicadas diferentes estratégias ao longo do tempo (Faia et al., 2012), como é o caso do Eucalipto.

Para as diferentes espécies (Eucalipto, Pinheiro Bravo, Pinheiro Manso e Sobreiro) é possível realizar a projeção destes planos de atividades consoante: o tipo de regeneração a utilizar, a idade de povoamento pretendida e o tipo de modelo a utilizar (regular ou irregular). Na imagem B.3 temos o exemplo, neste caso para o Eucalipto, das diferentes possibilidades de input a introduzir.

Também no menu Gerador é possível encontrar informação sobre os respetivos custos das operações a utilizar. Na componente de Dados económicos encontrada nesta plataforma, encontram-se matrizes que possuem os valores dos custos e tipo de operações de intervenção florestal para os anos de 2010 e 2012 (B.4). Estas informações foram conjugadas com as informações recolhidas para obter os valores dos custos mais corretos possível. Nesta janela ainda é possível realizar a alteração destes valores no intuito de atualizar os custos das operações.

B.1.3 Menu Ferramentas

O menu Ferramentas contém várias ferramentas que geram informação auxiliar acerca das simulações dos povoamentos realizados (Faia et al., 2012). A imagem abaixo mostra as ferramentas disponibilizadas pelo SimFlor, nenhuma utilizada no desenvolvimento deste projeto.

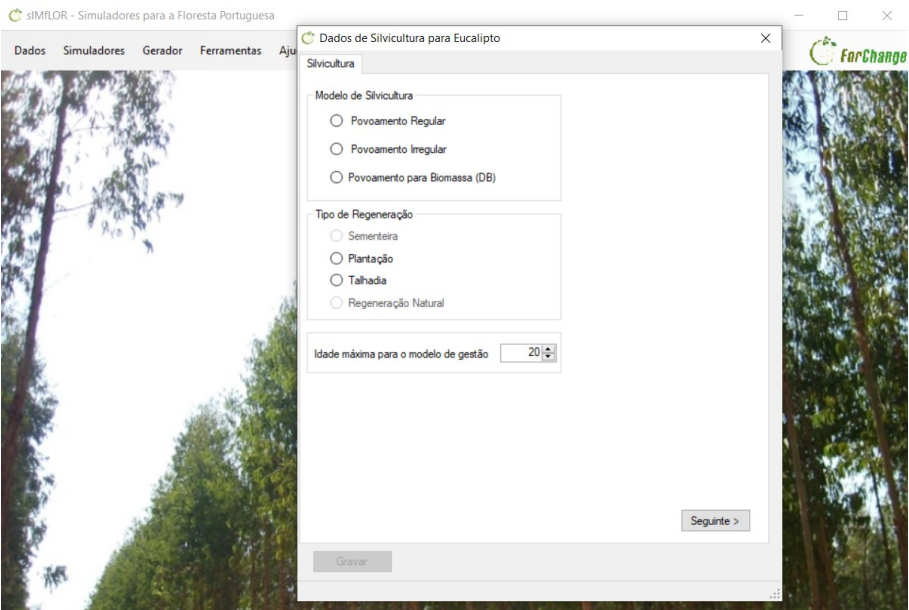


Figura B.3: Dados silvicultura - menu Gerador.

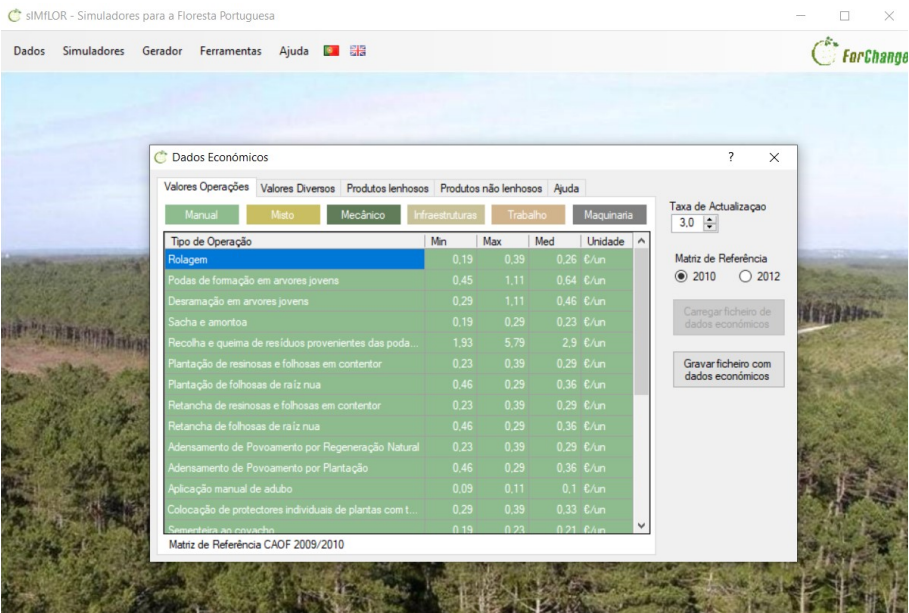


Figura B.4: Dados Económicos - menu Gerador.

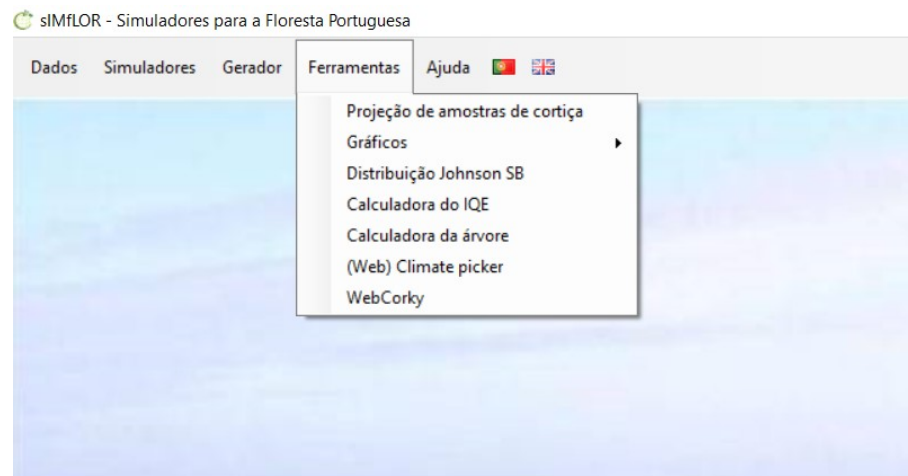


Figura B.5: SimFlor - menu Ferramentas.

B.2 WebGlobulos

O simulador WebGlobulus permite prever o crescimento e produção para povoamentos regulares de Eucalipto em Portugal (Faiais et al., 2012) utilizando o modelo empírico de simulação GLOBULUS 2.1. Este modelo de simulação permite originar crescimentos diferentes para as diferentes condições de clima do nosso país, dividindo o país nas seguintes regiões (Tomé et al., 2001):

- 1NL - região Norte Litoral
- 2NC - região Norte/Centro Litoral
- 3CL - região Centro Litoral
- 4SL - região Sul Litoral
- 5VT - região Vale do Tejo
- 6NI - região Norte/Centro Interior
- 7SI - Região Sul Interior
- 8VD - região Vale do Douro Interior

Na figura B.6 é possível ver a interface do simulador WebGlobulus.

No lado esquerdo do painel encontra-se um mapa ajustável que permite alterar a região a simular de acordo com as respetivas regiões existentes mostradas acima. Quando se altera o ponteiro da localização atual este simulador atualiza a informação acerca da Altitude em que o ponto se encontra, o n° de dias chuvosos e as coordenadas de determinado local, que é possível ver no canto inferior esquerdo da página.

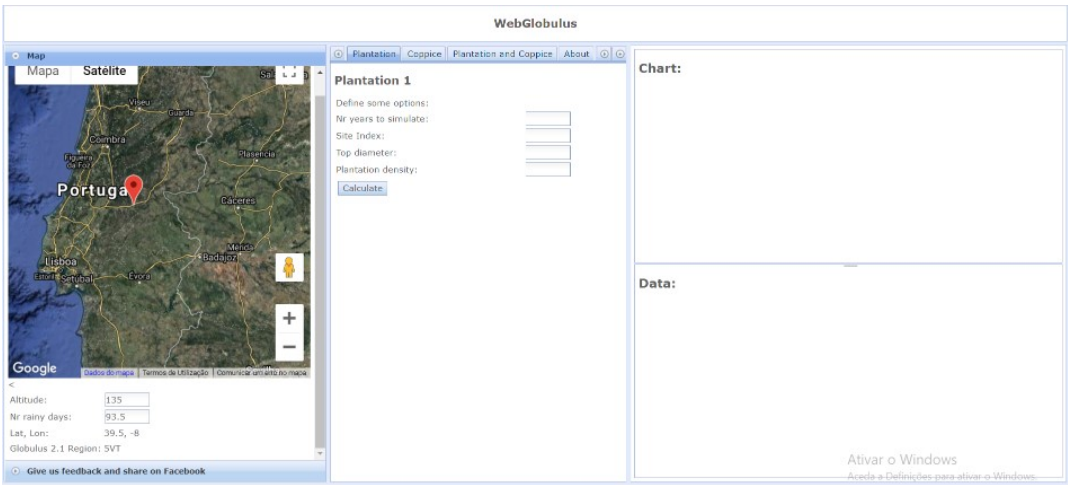


Figura B.6: Interface do simulador WebGlobulus.

Quando é realizada a simulação, do lado direito do painel aparece a informação relativa aos outputs. Na imagem B.7 foi realizada uma simulação exemplo, onde é possível ver no canto superior direito um gráfico da evolução das variáveis ao longo do tempo. Este gráfico pode ser escolhido para qualquer variável da tabela de dados abaixo. A tabela localizada no canto inferior direito oferece informação detalhada da evolução das variáveis para os respetivos anos de simulação. No anexo V temos a descrição de todas as variáveis apresentadas nesta tabela bem como as suas unidades respetivas.

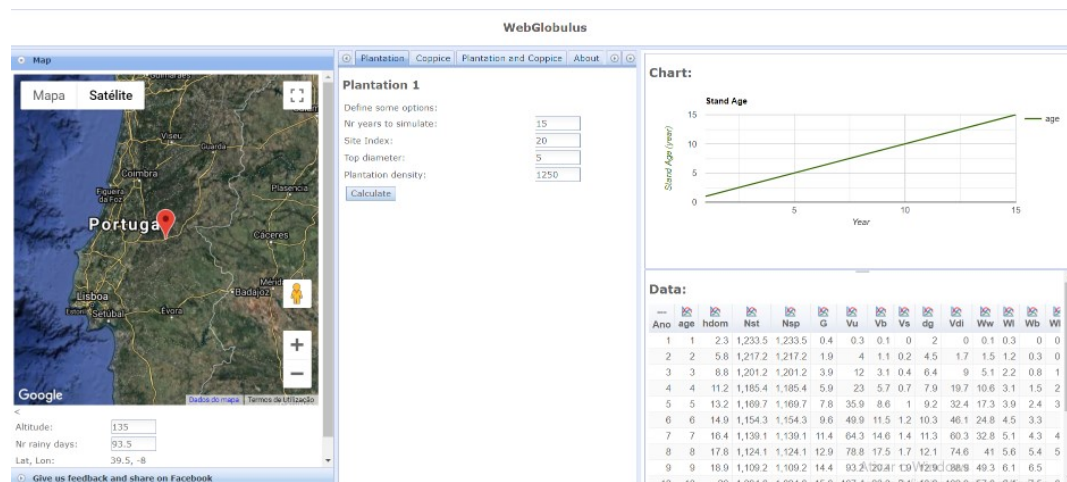


Figura B.7: Interface do simulador WebGlobulus com simulação exemplo.

B.3 WebPbravo

O WebPbravo é o simulador do crescimento para povoamentos de Pinheiro bravo utilizado. Este simulador utiliza o modelo de simulação PBRADO que não é o mais atualizado uma vez que o simulador StandsSim apresenta o modelo implementado PINASTER (versão com mais funcionalidades). Contudo, apresenta resultados suficientes para projetar uma simulação bastante correta no sentido do projeto a desenvolver. A figura B.8 mostra a interface do simulador WebPbravo.

Para o caso deste simulador, existem as seguintes variáveis de entrada:

- Calcular volumes com/sem casca;
- Idade do povoamento;
- Classe de Qualidade/Altura dominante;
- O Povoamento inicial é não desbastado?;
- Nº de árvores vivas/Área basal/Árvores plantadas.

Este simulador para o Pinheiro Bravo não permite projetar de uma só vez a evolução do povoamento para todos os anos pretendidos, sendo necessário correr a simulação para todos os anos do horizonte de planeamento.

Quando se procede à realização de qualquer tipo de simulação, aparecem os valores dos outputs respetivamente, como mostra a figura B.9.

WebPBravo

(em implementação, algumas funcionalidades ainda não disponíveis)

PlotSAFE - PBravo - WebGlobulus

Apenas funciona correctamente no 

O WebPBravo utiliza "Scalable Vector Graphics" para visualizar os gráficos. Se tem problemas em visualizar os gráficos instale o visualizador de SVG ([download](#))

Povoamento inicial:

Calcular volumes com/sem casca

Idade do povoamento

Classe de Qualidade:

O Povoamento inicial é não desbastado?

Arvores Plantadas (/ha):

...Nr Arvores Vivas

FORCHANGE - Forest Ecosystems Management under Global Change

Figura B.8: Interface do simulador WebPbravo.

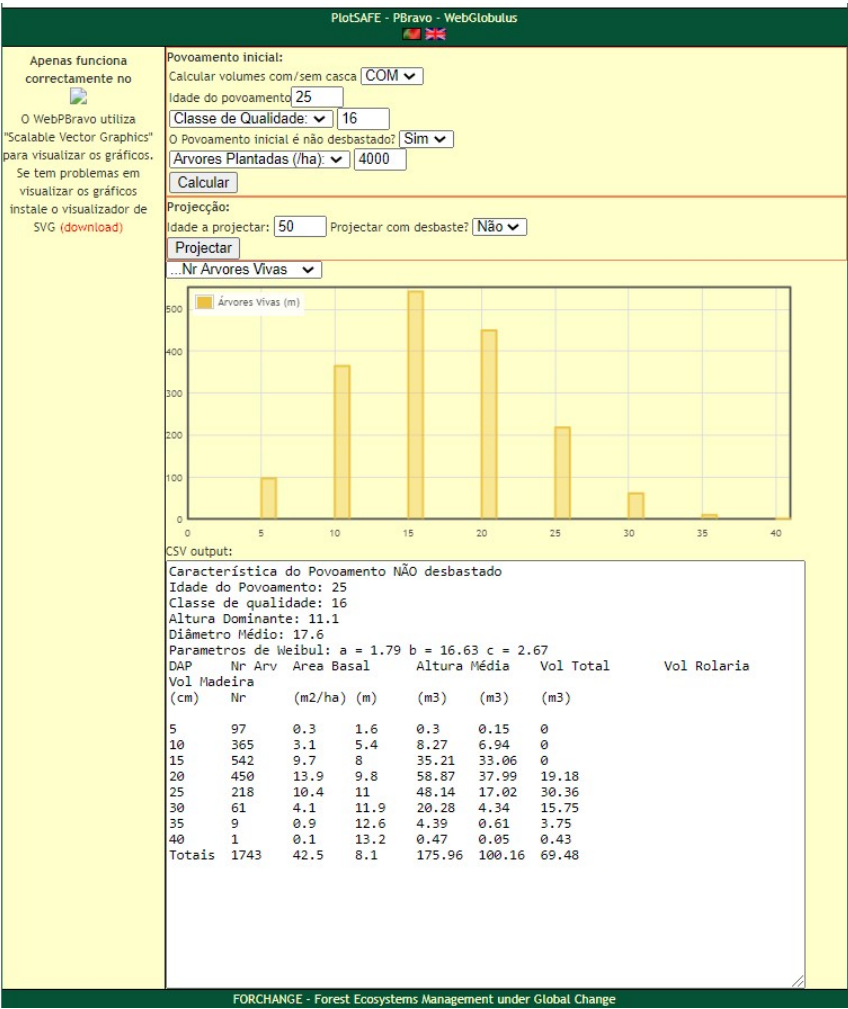


Figura B.9: Interface do simulador WebPbravo com simulação exemplo.

Como é possível verificar, após a realização de uma simulação aparece a secção "Projeção" que não é utilizada pois uma vez que o simulador ainda se encontra em desenvolvimento e esta funcionalidade não se encontra implementada e por isso não irá afetar os valores finais apresentados.

Em baixo é originada a representação gráfica da variável de saída escolhida, que neste exemplo é o "Nr de Árvores vivas", distribuída pelos diferentes diâmetros das árvores presentes.

Na secção Output conseguimos então ver as seguintes variáveis para o ano introduzido, divididas por diâmetro da respetiva árvore:

- N° de árvores
- Área basal
- Altura Média
- Volume Total
- Volume da rolaria
- Volume da Madeira

Apêndice C

Utilização do simulador de investimentos

Neste apêndice irão ser apresentadas todas as páginas desenvolvidas no simulador de investimentos realizado, bem como a sua funcionalidade e objetivo. Posteriormente, irá ser apresentada uma pequena explicação da utilização desta interface.

C.1 Parâmetros

A página "Parâmetros" apresenta secções distintas onde estão especificadas variáveis de entrada comuns, e específicas a cada uma das espécies. Esta página está dividida nos 3 campos como é possível ver na imagem C.1. Nesta página é possível alterar a taxa de inflação e de retorno de investimento, bem como atualizar o preço da biomassa florestal e área a projetar. Na secção dos parâmetros comuns existe ainda a variável que permite ativar ou desativar a contabilização da biomassa para os valores dos proveitos (utilizada na situação de incêndio).

	A	B	C	D
1	Parâmetros comuns			
2	Taxa de inflação	2.0%		
3	Taxa de retorno de investimento	3.7%		
4	Preço médio da biomassa florestal	30.00	€/m³	
5	Área:	1	ha	
6	Switch para contabilização da biomassa	☐		
7				
8	Parâmetros Eucalipto			
31				
32	Parâmetros Pinheiro Bravo			
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				

Figura C.1: Simulador de investimentos - Página Parâmetros.

Tabela C.1: Página Parâmetros - Parâmetros Eucalipto.

Parâmetros Eucalipto					
Nº a introduzir:	1250	plantas			
Preço médio da madeira	19,09	€/m³			
Resultado operacional Global	1				
EU - Plantação					
Operações	€/ha	€/uni	€/km	Cálculo do custo final	Observações
Plantação de resinosas e folhosas em contentor		0,29		€/uni * Nº de plantas existentes no respetivo ano	Utilizar nº de plantas a introduzir
Retanchar de resinosas e folhosas em contentor		0,29		€/uni * Nº de plantas existentes no respetivo ano	
Aplicação manual de adubo		0,1		€/uni * Nº de plantas existentes no respetivo ano	Utilizar nº de plantas a introduzir
Limpeza de mato com grade de discos	294,53			€/ha * Nº de hectares	
Gradagem de vegetação espontânea pouco desenvolvida	118,68			€/ha * Nº de hectares	
Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm (*)	462,6			€/ha * Nº de hectares	
Aplicação de adubo em linha, em profundidade - tractor de rodas	38,62			€/ha * Nº de hectares	
Arranque	900			€/ha * Nº de hectares	
EU - Talhadia					
Operações	€/ha	€/uni	€/km	Cálculo do custo final	Observações
Aplicação de adubo em linha, em profundidade - tractor de rodas	38,62			€/ha * Nº de hectares	
Gradagem de destorroamento	98,18			€/ha * Nº de hectares	
Limpeza de mato com grade de discos	294,53			€/ha * Nº de hectares	
Ripagem a 3 m com 1 dente, a >= 60cm (*)	309,94			€/ha * Nº de hectares	
Seleção de varas de eucalipto		0,22		€/uni * Nº de plantas existentes no respetivo ano	

Nos parâmetros relativos a cada espécie estão determinadas quais as operações correspondentes a cada tipo estratégia, bem como o seu custo standard, a maneira como será calculado o valor do custo da respetiva operação e aspetos adicionais relevantes para a utilização destes valores. Nesta página não é possível alterar o nome das operações uma vez que qualquer alteração do tipo de operação é realizado nas respetivas páginas de desenvolvimento dos planos das estratégias. Na imagem em baixo é possível verificar para ambas as espécies como está distribuída esta informação.

Tabela C.2: Página Parâmetros - Parâmetros Pinheiro bravo.

PB - Plantação					
Operações	€/ha	€/uni	€/km	Cálculo do custo final	Observações
Aplicação manual de adubo		0,10		€/uni * Nº de plantas existentes no respetivo ano	
Beneficiação de caminhos à lâmina			1619,10	Utilizar taxa de conversão: 150m/ha	80,95 €
Desramação em árvores adultas		0,65		€/uni * Nº de plantas existentes no respetivo ano	
Gradagem de vegetação espontânea pouco desenvolvida	118,68			€/ha * Nº de hectares	
Limpeza de mato com grade de discos	294,53			€/ha * Nº de hectares	
Plantação de resinosas e folhosas em contentor		0,29		€/uni * Nº de plantas existentes no respetivo ano	
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (> 8 anos)		0,42		€/uni * Nº de árvores existentes no respetivo ano	
Retanchar de resinosas e folhosas em contentor		0,29		€/uni * Nº de plantas existentes no respetivo ano	
Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm	462,60			€/ha * Nº de hectares	
Vala e cômoro a 3 m com 40 cm de profundidade	165,84			€/ha * Nº de hectares	
PB - Sementeira					
Operações	€/ha	€/uni	€/km	Cálculo do custo final	Observações
Aplicação manual de adubo		0,10		€/uni * Nº de plantas existentes no respetivo ano	
Sementeira ao covacho		0,21		€/uni * Nº de plantas a introduzir	
Desramação em árvores adultas		0,65		€/uni * Nº de árvores existentes no respetivo ano	
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (> 8 anos)		0,42		€/uni * Nº de árvores existentes no respetivo ano	
Limpeza de mato com grade de discos	294,53			€/ha * Nº de hectares	
Gradagem de vegetação espontânea pouco desenvolvida	118,68			€/ha * Nº de hectares	
Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm	462,60			€/ha * Nº de hectares	
Abertura de regos de sementeira	53,44			€/ha * Nº de hectares	
PB - Regeneração Natural					
Operações	€/ha	€/uni	€/km	Cálculo do custo final	Observações
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (> 8 anos)		0,42		€/uni * Nº de árvores existentes no respetivo ano	
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (< 8 anos)		0,40		€/uni * Nº de árvores existentes no respetivo ano	
Limpeza de mato com grade de discos	294,53			€/ha * Nº de hectares	
Limpeza de mato com corta matos de martelos	357,22			€/ha * Nº de hectares	
Desramação em árvores adultas		0,65		€/uni * Nº de árvores existentes no respetivo ano	
Controlo de densidade excessiva em arvore jovens	616,78			€/uni * Nº de árvores existentes no respetivo ano	
Beneficiação de caminhos à lâmina			1619,10	Utilizar taxa de conversão: 150m/ha	80,95 €

C.2 Planos

Na página Planos (página existente para cada uma das espécies) estão especificadas as estratégias planeadas para o tempo de simulação de 48 anos. É nestas páginas que se procede à alteração das operações a utilizar e a sua projeção nos anos. Para o caso do Eucalipto esta alteração é realizada na projeção para os 12 anos, sendo alterada automaticamente na projeção para os 48 anos. Para o Pinheiro bravo esta alteração é feita na própria projeção dos 48 anos. Nas tabelas C.3 e C.4 é possível verificar o conteúdo das respetivas páginas e as estratégias para cada uma das espécies. Na página relativa aos planos do Eucalipto existe ainda uma variável que permite ativar ou desativar a operação do arranque dos cepos.

Tabela C.3: Projeção para 12 anos das estratégias do Eucalipto. Página 'Planos Eu'.

[illegible]

Tabela C.4: Projeção para 48 anos das estratégias do Eucalipto. Página 'Planos Eu' (ampliar para visualizar melhor).

[illegible]

Tabela C.5: Projeção para 48 anos das estratégias do Pinheiro bravo. Página 'Planos Pb' (ampliar para visualizar melhor).

Plantação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Aplicação manual de adubo	1																																																
Beneficiação de caminhos à lâmina	1																																																
Desramação em árvores adultas																1																																	
Gradagem de vegetação espontânea pouco desenvolvida				1					1							1																																	
Limpeza de mato com grade de discos	1																																																
Plantação de resinosas e folhosas em contentor	1																																																
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (> 8 anos)																1											1																						
Retanchar de resinosas e folhosas em contentor				1																																													
Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm	1																																																
Vala e câmore a 3 m com 40 cm de profundidade	1																																																

Sementeira	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Aplicação manual de adubo	1																																																
Sementeira ao covacho	1																																																
Desramação em árvores adultas																1																																	
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (> 8 anos)																1																																	
Limpeza de mato com grade de discos	1																																																
Gradagem de vegetação espontânea pouco desenvolvida				1										1																																			
Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm	1																																																
Abertura de regos de sementeira	1																																																

Regeneração natural	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (> 8 anos)														1		1																																	
Redução de densidade em povoamentos de outras resinosas (< 8 anos)				1																																													
Limpeza de mato com grade de discos	1																																																
Limpeza de mato com corta matos de martelos	1																																																
Desramação em árvores adultas																																																	
Controlo de densidade excessiva em arvore jovens	1																																																
Beneficiação de caminhos à lâmina	1																																																

C.3 Resultados das projeções

Esta página apresenta todos os valores resultantes das projeções realizadas nos simuladores utilizados para ambas as espécies. A título de exemplo, a tabela C.6 mostra apenas parte da tabela correspondente à Estratégia 1 do Eucalipto na região Norte-Litoral (página 'Sim-Eu'). Nesta tabela foram ocultadas algumas colunas para ser possível fazer uma leitura mais fácil desta informação. As colunas que foram utilizadas no cálculo quer de custos quer de proveitos foram preenchidas de amarelo como é possível ver na respetiva tabela.

Igualmente à página 'Sim-EU', a página 'Sim-Pb' apresenta os valores retirados das projeções dos simuladores realizadas para o Pinheiro bravo guardados numa tabela semelhante.

Tabela C.6: Exemplo da tabela com os resultados das simulações.

Strategy	Simulation Year	Number of stumps	Total volume without bark	Bark volume	Aboveground biomass	Region
1	1	1233.5	0.5	0.2	1	INL
1	2	1217.2	5.7	1.7	5.6	INL
1	3	1201.2	17	4.4	13.8	INL
1	4	1185.4	32.4	8	24.8	INL
1	5	1169.7	50.3	11.8	37.5	INL
1	6	1154.3	69.6	15.9	51.2	INL
1	7	1139.1	89.4	19.9	65.4	INL
1	8	1124.1	109.4	23.8	79.9	INL
1	9	1109.2	129.3	27.7	94.3	INL
1	10	1094.6	148.8	31.4	108.5	INL
1	11	1080.2	167.8	35	122.5	INL
1	12	1065.9	186.3	38.4	136.1	INL
1	13	1052.4	0.5	0.2	0.9	INL
1	14	1038.9	5.4	1.6	5.3	INL
1	15	1025.7	16	4.2	13	INL
1	16	1012.6	30.5	7.5	23.3	INL
1	17	999.7	47.4	11.2	35.3	INL
1	18	986.9	65.7	15	48.3	INL
1	19	974.3	84.6	18.9	61.9	INL
1	20	961.8	103.6	22.6	75.7	INL
1	21	949.6	122.6	26.3	89.5	INL
1	22	937.4	141.2	29.9	103.1	INL
1	23	925.5	159.5	33.4	116.6	INL
1	24	913.6	177.3	36.7	129.7	INL
1	25	1233.5	0.5	0.2	1	INL
1	26	1217.2	5.7	1.7	5.6	INL
1	27	1201.2	17	4.4	13.8	INL
1	28	1185.4	32.4	8	24.8	INL
1	29	1169.7	50.3	11.8	37.5	INL
1	30	1154.3	69.6	15.9	51.2	INL
1	31	1139.1	89.4	19.9	65.4	INL
1	32	1124.1	109.4	23.8	79.9	INL
1	33	1109.2	129.3	27.7	94.3	INL
1	34	1094.6	148.8	31.4	108.5	INL
1	35	1080.2	167.8	35	122.5	INL
1	36	1065.9	186.3	38.4	136.1	INL
1	37	1052.4	0.5	0.2	0.9	INL
1	38	1038.9	5.4	1.6	5.3	INL
1	39	1025.7	16	4.2	13	INL
1	40	1012.6	30.5	7.5	23.3	INL
1	41	999.7	47.4	11.2	35.3	INL
1	42	986.9	65.7	15	48.3	INL
1	43	974.3	84.6	18.9	61.9	INL
1	44	961.8	103.6	22.6	75.7	INL
1	45	949.6	122.6	26.3	89.5	INL
1	46	937.4	141.2	29.9	103.1	INL
1	47	925.5	159.5	33.4	116.6	INL
1	48	913.6	177.3	36.7	129.7	INL

C.4 Páginas de Cálculos

Nestas páginas são realizados todos os cálculos associados ao custos das respetivas estratégias das duas espécies e aos proveitos retirados das mesmas ('Cálculos-Pb' e 'Cálculos-Eu'). Todos estes custos e proveitos estão divididos por estratégia e por região respetivamente. Também nestas páginas estão especificadas quais as colunas de dados retirados das simulações a utilizar para o cálculo dos custos das operações e dos proveitos retirados das mesmas. É possível ver na tabela C.7 um exemplo de como estão distribuídos os cálculos das respetivas estratégias. Tal como mostra a tabela, a segunda coluna apresenta o VAL dos custos totais das respetivas operações florestais.

Da mesma forma é possível ver na tabela C.8 um exemplo de como foram apresentados os proveitos retirados das estratégias. Este exemplo mostra os proveitos retirados da madeira e biomassa para valores os atualizados.

Tabela C.7: Exemplo da apresentação das tabelas dos custos da estratégias. Estratégia 1 do Eucalipto. Investimento público.

Estratégia 1 (PT, PT)	VALOR ATUALIZADO	1	2	(...)	24	25	(...)	47	48
Plantação de resinosas e folhosas em contentor	596,35 €	369,75				594,72			
Retanchar de resinosas e folhosas em contentor	571,19 €		367,25						
Aplicação manual de adubo	205,64 €	127,50				205,08			
Limpeza de mato com grade de discos	2 433,42 €		306,43					747,03	
Gradagem de vegetação espontânea pouco desenvolvida	195,24 €	121,05				194,71			
Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm (*)	761,03 €	471,85				758,94			
Aplicação de adubo em linha, em profundidade - tractor de rodas	150,87 €		40,18						
Arranque	1 012,35 €				1447,59				2328,36
Gradagem de destorroamento	132,46 €								
Ripagem a 3 m com 1 dente, a >= 60cm (*)	418,15 €								
Seleção de varas de eucalipto	303,30 €								
TOTAL (Estratégia 1) - Valores no próprio ano	16 042,23 €	1 090,16 €	713,86 €		1 447,59 €	1 753,45 €		747,03 €	2 328,36 €
TOTAL (Estratégia 1) - Valores atualizados	6 790,01 €	1 051,26 €	663,83 €		605,28 €	707,01 €		135,44 €	407,07 €

Tabela C.8: Exemplo da apresentação das tabelas dos proveitos das estratégias para o Eucalipto. Investimento público.

Região	Estratégia	1	2	(...)	24	25	(...)	47	48
1NI	1	42,65 €	299,21 €		5 364,30 €	28,68 €		3 301,86 €	3 607,67 €
1NI	2	42,65 €	299,21 €		5 364,30 €	26,70 €		3 027,97 €	3 315,33 €
1NI	3	39,70 €	275,46 €		5 028,11 €	23,45 €		2 859,55 €	3 135,98 €
2NC	1	25,22 €	195,25 €		4 272,81 €	16,96 €		2 610,86 €	2 873,61 €
2NC	2	25,22 €	195,25 €		4 272,81 €	15,70 €		2 376,48 €	2 623,20 €
2NC	3	23,34 €	176,25 €		3 985,21 €	13,71 €		2 233,64 €	2 469,01 €
3CL	1	20,39 €	154,62 €		3 881,40 €	13,71 €		2 358,54 €	2 610,37 €
3CL	2	20,39 €	154,62 €		3 881,40 €	13,71 €		2 138,95 €	2 372,80 €
3CL	3	20,39 €	140,37 €		3 606,28 €	10,46 €		2 003,77 €	2 227,86 €
4SL	1	14,49 €	131,66 €		2 968,18 €	9,74 €		1 814,90 €	1 996,20 €
4SL	2	14,49 €	131,66 €		2 968,18 €	9,74 €		1 638,45 €	1 806,74 €
4SL	3	14,49 €	122,16 €		2 750,84 €	9,74 €		1 531,10 €	1 692,76 €
5VT	1	10,73 €	102,38 €		2 595,85 €	7,22 €		1 575,62 €	1 745,80 €
5VT	2	10,73 €	102,38 €		2 595,85 €	7,22 €		1 413,09 €	1 570,02 €
5VT	3	10,73 €	91,03 €		2 392,27 €	5,23 €		1 315,15 €	1 463,08 €
6NI	1	7,78 €	73,09 €		2 142,09 €	5,23 €		1 294,58 €	1 440,63 €
6NI	2	7,78 €	73,09 €		2 142,09 €	5,23 €		1 149,11 €	1 282,98 €
6NI	3	7,78 €	68,34 €		1 960,88 €	0,00 €		1 063,33 €	1 188,00 €
7SI	1	7,78 €	61,74 €		2 008,38 €	5,23 €		1 210,31 €	1 350,70 €
7SI	2	7,78 €	61,74 €		2 008,38 €	3,97 €		1 077,38 €	1 204,04 €
7SI	3	7,78 €	56,99 €		1 840,19 €	1,98 €		995,61 €	1 115,22 €
8VD	1	5,90 €	48,55 €		1 705,01 €	3,97 €		1 019,06 €	1 146,68 €
8VD	2	5,90 €	48,55 €		1 705,01 €	1,98 €		896,04 €	1 010,62 €
8VD	3	2,95 €	40,90 €		1 550,03 €	1,98 €		822,80 €	930,20 €

C.5 Sim-Incêndios

Nesta página foi desenvolvida a situação de ocorrência de um incêndio. Nesta situação foram calculados os resultados operacionais para os respectivos anos de consideração da ocorrência de um incêndio. No início da página, como está apresentado na tabela C.9, é possível alterar esses anos para qualquer ano do horizonte de planejamento. O resultado operacional pode ainda ser considerado com ou sem biomassa.

Tabela C.9: Simulador de investimentos - Página Sim-Eu (ampliar para visualizar melhor).

Ano de incêndio	30	42							
Especie	Ano de incêndio	Região	Estratégia	Resultado operacional normal (valores atualizados)	Resultado operacional sem biomassa (valores atualizados)	Desvio percentual	Índice matriz		
Eucalipto	30	1NL	Estratégia 1	8 767,45 €	403,95 €	95,39%	1		
Eucalipto	30	1NL	Estratégia 2	9 690,03 €	874,07 €	90,80%	2		
Eucalipto	30	1NL	Estratégia 3	9 574,81 €	1 359,18 €	85,80%	3		
Eucalipto	30	2NC	Estratégia 1	5 819,96 €	-415,24 €	107,13%	4		
Eucalipto	30	2NC	Estratégia 2	6 780,57 €	62,30 €	99,08%	5		
Eucalipto	30	2NC	Estratégia 3	6 802,41 €	585,49 €	91,39%	6		
Eucalipto	30	3CL	Estratégia 1	4 743,42 €	-715,52 €	115,08%	7		
Eucalipto	30	3CL	Estratégia 2	5 723,81 €	-233,92 €	104,09%	8		
Eucalipto	30	3CL	Estratégia 3	5 784,88 €	380,90 €	94,80%	9		
Eucalipto	30	4SL	Estratégia 1	2 424,45 €	-1 381,48 €	156,08%	10		
Eucalipto	30	4SL	Estratégia 2	3 423,10 €	-896,34 €	126,19%	11		
Eucalipto	30	4SL	Estratégia 3	3 635,17 €	-317,18 €	108,73%	12		
Eucalipto	30	SVT	Estratégia 1	1 408,16 €	-1 664,52 €	218,21%	13		
Eucalipto	30	SVT	Estratégia 2	2 423,42 €	-1 175,85 €	148,52%	14		
Eucalipto	30	SVT	Estratégia 3	2 679,02 €	-584,37 €	121,81%	15		
Eucalipto	30	6NI	Estratégia 1	208,40 €	-2 002,03 €	1060,64%	16		
Eucalipto	30	6NI	Estratégia 2	1 239,11 €	-1 510,26 €	221,88%	17		
Eucalipto	30	6NI	Estratégia 3	1 558,80 €	-901,20 €	157,81%	18		
Eucalipto	30	7SI	Estratégia 1	-154,81 €	-2 111,65 €	1264,03%	19		
Eucalipto	30	7SI	Estratégia 2	883,04 €	-1 618,56 €	283,29%	20		
Eucalipto	30	7SI	Estratégia 3	1 234,85 €	-998,10 €	180,83%	21		
Eucalipto	30	8VD	Estratégia 1	-969,47 €	-2 340,11 €	141,38%	22		
Eucalipto	30	8VD	Estratégia 2	80,84 €	-1 844,17 €	2381,60%	23		
Eucalipto	30	8VD	Estratégia 3	470,67 €	-1 214,90 €	358,12%	24		
Eucalipto	42	1NL	Estratégia 1	12 093,84 €	711,99 €	94,11%	1		
Eucalipto	42	1NL	Estratégia 2	12 698,85 €	1 146,27 €	90,87%	2		
Eucalipto	42	1NL	Estratégia 3	12 388,56 €	1 609,28 €	87,03%	3		
Eucalipto	42	2NC	Estratégia 1	8 329,14 €	-208,39 €	102,50%	4		
Eucalipto	42	2NC	Estratégia 2	9 015,35 €	238,48 €	97,35%	5		
Eucalipto	42	2NC	Estratégia 3	8 809,58 €	742,63 €	91,63%	6		
Eucalipto	42	3CL	Estratégia 1	6 962,14 €	-542,68 €	107,83%	7		
Eucalipto	42	3CL	Estratégia 2	7 676,82 €	-92,36 €	101,20%	8		
Eucalipto	42	3CL	Estratégia 3	7 585,02 €	425,39 €	94,39%	9		
Eucalipto	42	4SL	Estratégia 1	3 908,38 €	-1 314,07 €	133,62%	10		
Eucalipto	42	4SL	Estratégia 2	4 709,01 €	-849,33 €	118,04%	11		
Eucalipto	42	4SL	Estratégia 3	4 802,26 €	-283,08 €	105,89%	12		
Eucalipto	42	SVT	Estratégia 1	2 616,27 €	-1 830,06 €	162,34%	13		
Eucalipto	42	SVT	Estratégia 2	3 448,02 €	-1 561,78 €	133,69%	14		
Eucalipto	42	SVT	Estratégia 3	3 591,37 €	-581,90 €	116,20%	15		
Eucalipto	42	6NI	Estratégia 1	1 072,52 €	-2 012,75 €	287,67%	16		
Eucalipto	42	6NI	Estratégia 2	1 917,75 €	-1 538,38 €	179,39%	17		
Eucalipto	42	6NI	Estratégia 3	2 157,84 €	-939,85 €	143,55%	18		
Eucalipto	42	7SI	Estratégia 1	601,89 €	-2 137,09 €	455,00%	19		
Eucalipto	42	7SI	Estratégia 2	1 488,46 €	-1 659,88 €	211,50%	20		
Eucalipto	42	7SI	Estratégia 3	1 750,59 €	-1 046,40 €	159,89%	21		
Eucalipto	42	8VD	Estratégia 1	-441,89 €	-2 394,13 €	441,83%	22		
Eucalipto	42	8VD	Estratégia 2	469,14 €	-1 913,05 €	507,78%	23		
Eucalipto	42	8VD	Estratégia 3	778,67 €	-1 202,04 €	265,93%	24		
Pinheiro bravo	30	Litoral	Plantação	540,17 €	-2 409,88 €	546,13%			
Pinheiro bravo	30	Litoral	Sementeira	2 168,06 €	-2 305,32 €	206,33%			
Pinheiro bravo	30	Litoral	Regeneração natural	-569,27 €	-5 880,20 €	950,51%			
Pinheiro bravo	30	Interior	Plantação	-1 318,67 €	-2 428,90 €	84,19%			
Pinheiro bravo	30	Interior	Sementeira	-755,74 €	-2 348,39 €	210,74%			
Pinheiro bravo	30	Interior	Regeneração natural	-4 808,37 €	-6 050,27 €	25,83%			
Pinheiro bravo	42	Litoral	Plantação	942,94 €	-2 544,86 €	369,89%			
Pinheiro bravo	42	Litoral	Sementeira	2 730,25 €	-2 568,83 €	194,09%			
Pinheiro bravo	42	Litoral	Regeneração natural	139,41 €	-6 419,75 €	4705,03%			
Pinheiro bravo	42	Interior	Plantação	-1 083,84 €	-2 558,90 €	136,09%			
Pinheiro bravo	42	Interior	Sementeira	-437,75 €	-2 584,17 €	490,33%			
Pinheiro bravo	42	Interior	Regeneração natural	-4 432,39 €	-6 445,79 €	45,42%			

C.6 Resultados e Sumário

Na página 'Resultados' estão identificados todos os resultados obtidos para realizar a análise destas estratégias. Estes resultados estão apresentados de forma gráfica para uma visualização e leitura mais fáceis. Esta página está dividida em diversas secções consoante o tipo de informação que apresentam da forma como está mostrada na figura C.2. Todos os gráficos referentes às diferentes avaliações que permitiram realizar a discussão de resultados, para um cenário de investimento público, irão ser mostrados no apêndice D.

Posteriormente foi adicionada a página "Sumário" onde são apresentados os resultados operacionais divididos por cenário e por região. Também nesta página foi realizada uma avaliação sobre a subsídio possível em cada umas das espécies.

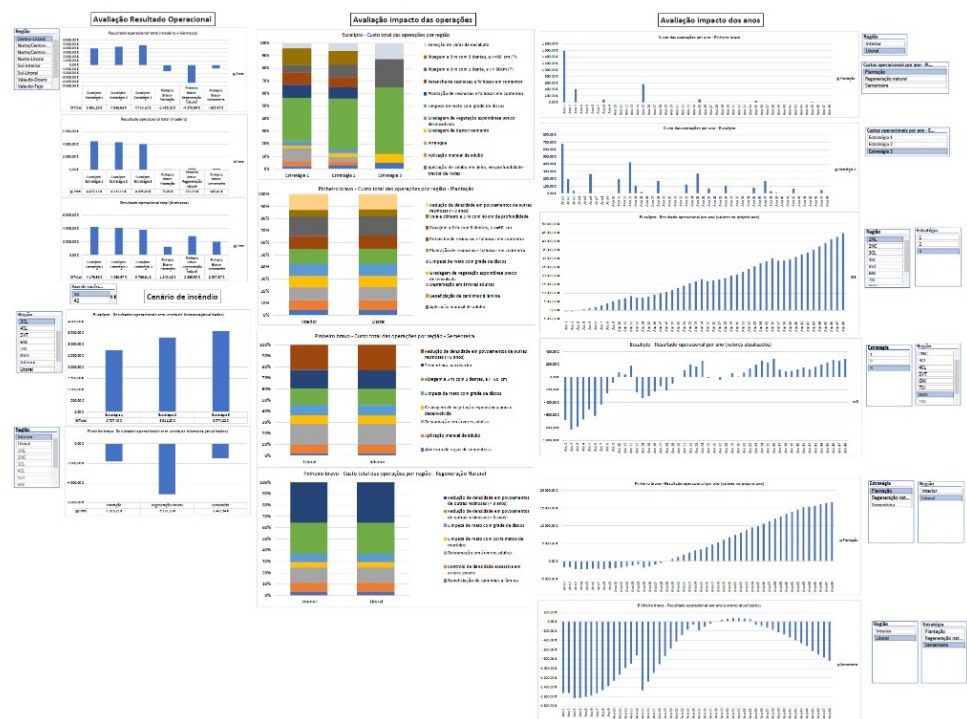
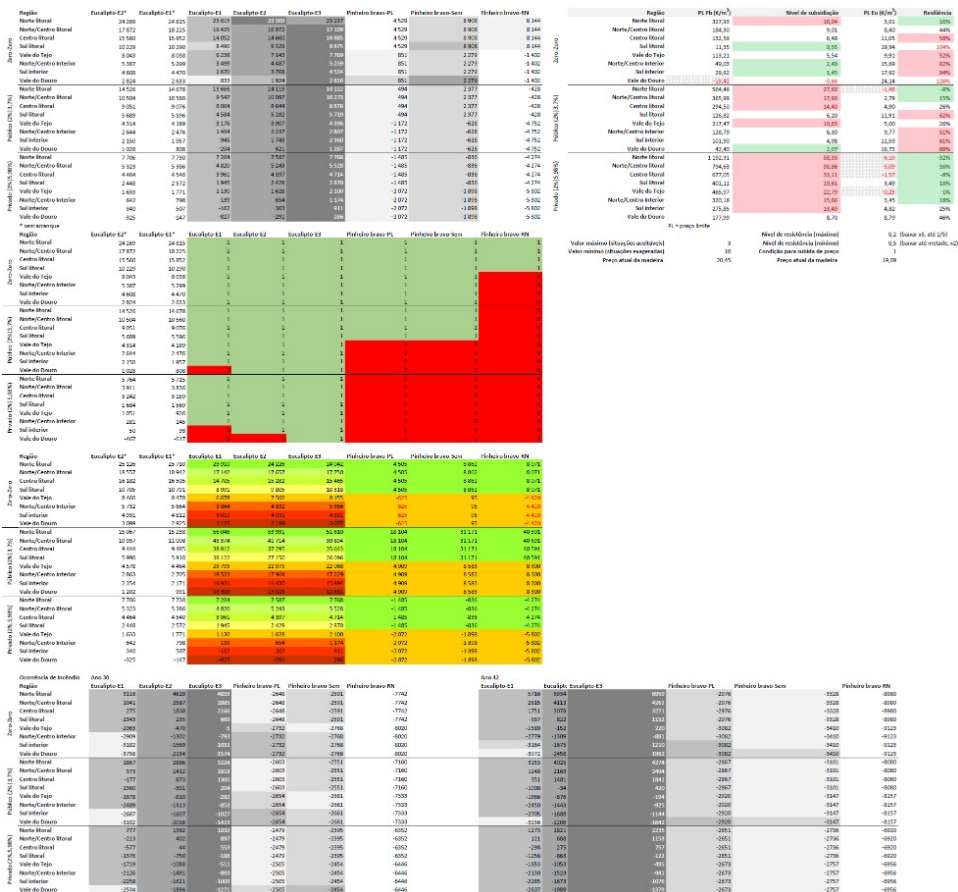


Figura C.2: Simulador de investimentos - Página Resultados (ampliar para visualizar melhor).



C.7 Utilização da interface

A interface foi desenvolvida de modo a proporcionar uma fácil utilização. Sendo o objetivo a alteração das operações das respetivas estratégias, primeiramente é necessário utilizar a página relativa aos Planos da espécie a utilizar. Posteriormente deve-se proceder então à alteração do nome ou ano de utilização das operações florestais. No caso do Eucalipto estas alterações têm de ser realizadas nas projeções para 12 anos, e para o Pinheiro bravo nas projeções para 48 anos.

A seguir à alteração destas operações é necessário ir à página 'Parâmetros' alterar na respetiva operação o custo da mesma. Depois destas alterações, é possível alterar então a taxa de juro e taxa de retorno de investimento para o cenário pretendido. Depois de todas estas alterações estarem realizadas já é possível verificar os resultados obtidos. Na página 'Resultados' é necessário fazer uma atualização dos dados para que os gráficos mostrem esta mesma informação atualizada para as alterações feitas. Na página "Sumário" a apresentação dos valores é apenas feita para as estratégias atuais sendo que para qualquer alteração nas mesmas será necessária a alteração dos valores manualmente nesta página.

Apêndice D

Apresentação de resultados

Neste apêndice irão ser apresentados todos os gráficos obtidos na secção de resultados para o exemplo do cenário de investimento público. Para os resultados obtidos através da avaliação do resultado operacional anual, como exemplo, foram apenas apresentados as figuras com os gráficos referentes à Estratégia 1 para o Eucalipto. Para o Pinheiro bravo apenas foi apresentada a estratégia Plantação.

D.1 Avaliação do Resultado operacional

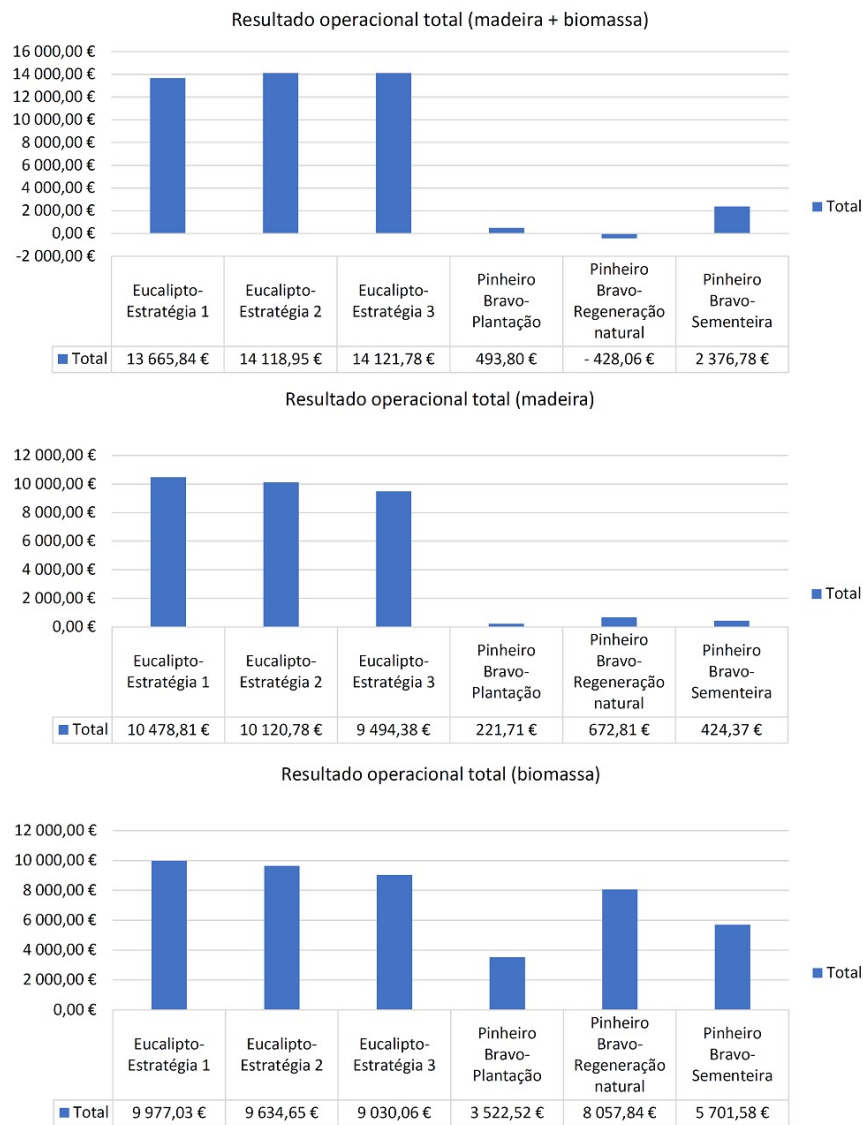


Figura D.1: Resultado operacional — Norte-Litoral.

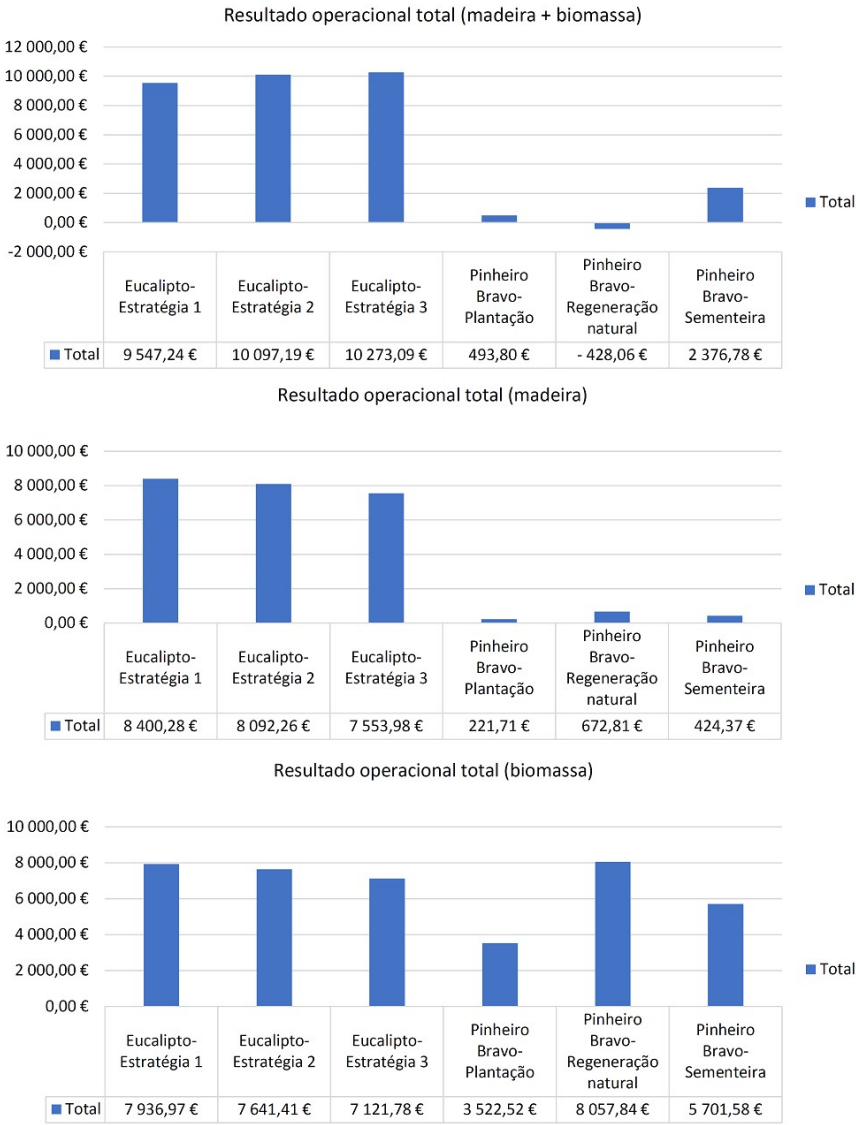


Figura D.2: Resultado operacional — Norte/Centro-Litoral.

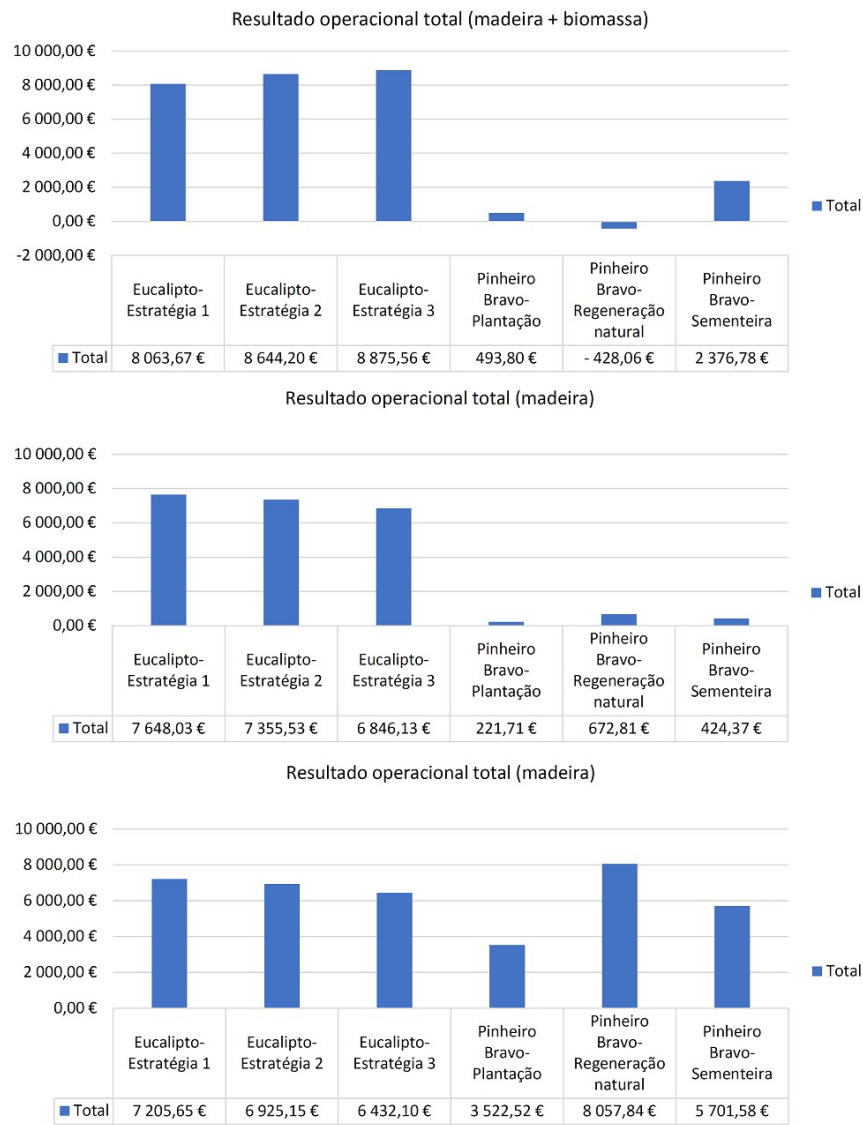


Figura D.3: Resultado operacional — Centro-Litoral.

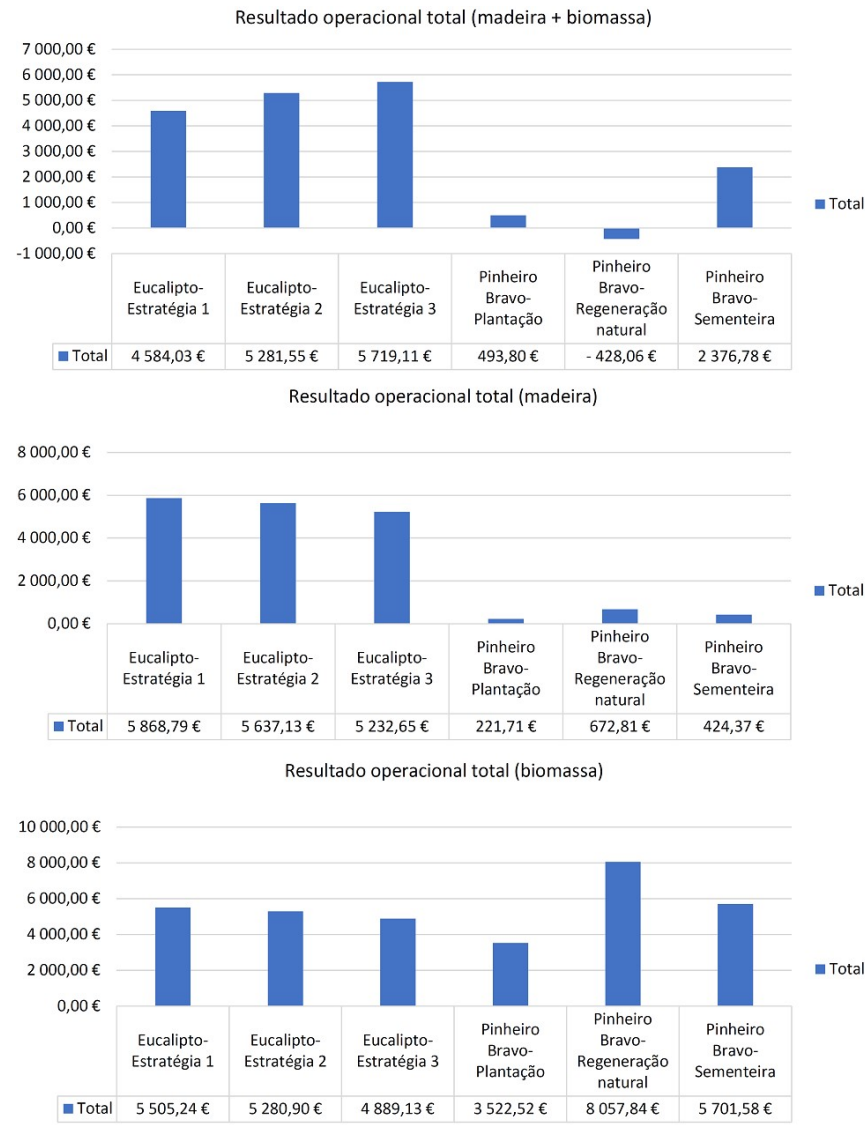


Figura D.4: Resultado operacional — Sul-Litoral.



Figura D.5: Resultado operacional — Norte/Centro-Interior.

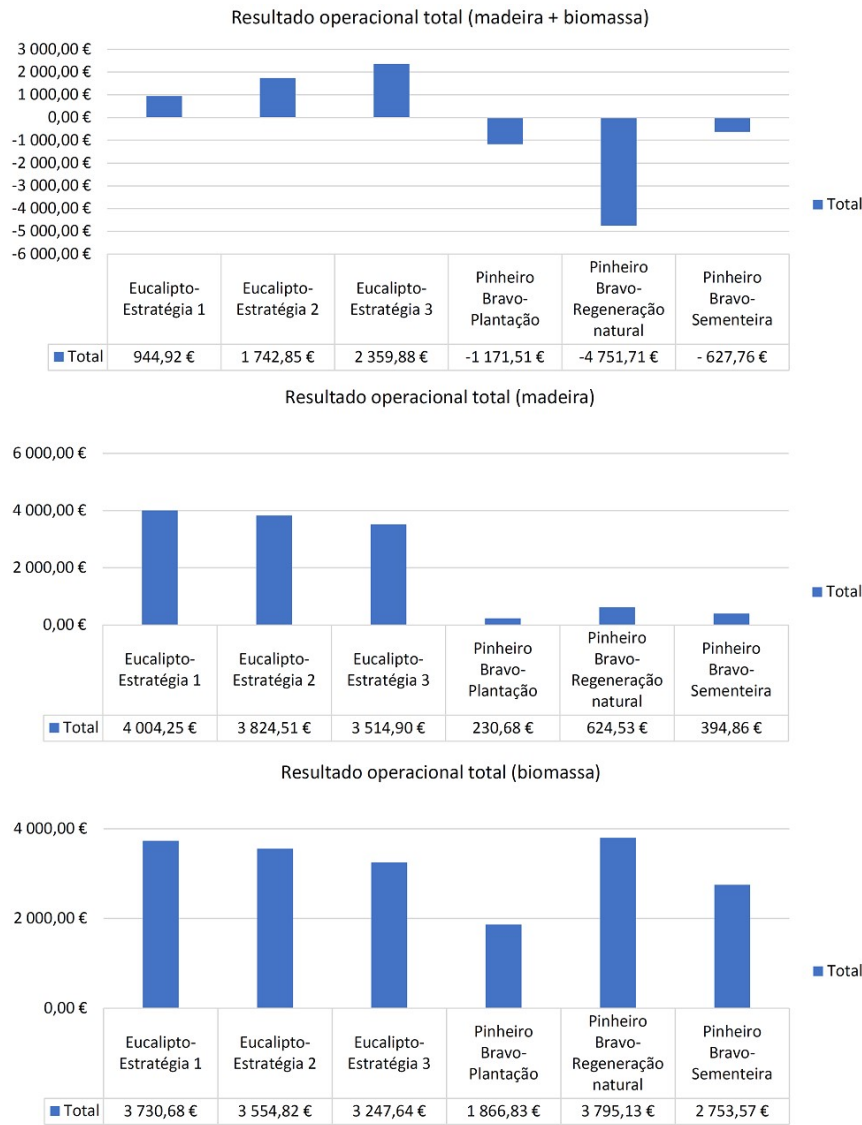


Figura D.6: Resultado operacional — Sul-Interior.

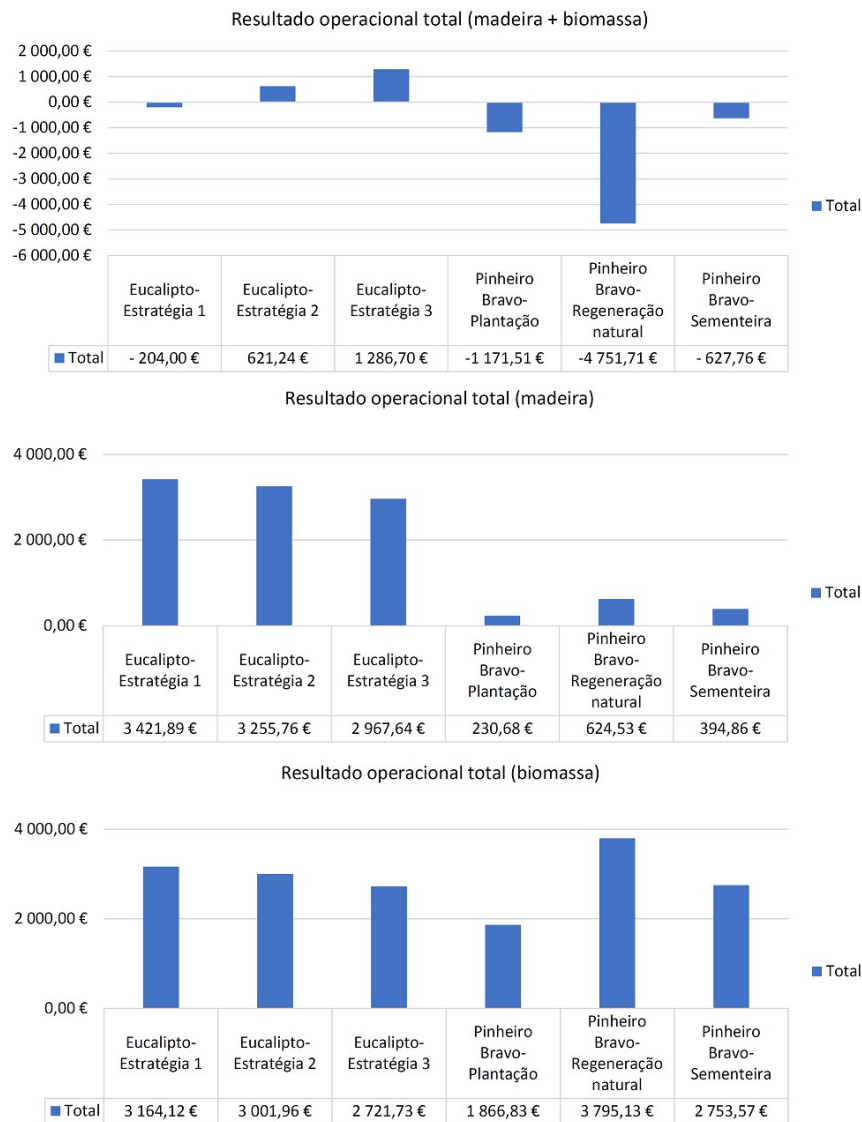


Figura D.7: Resultado operacional — Vale-do-Douro.

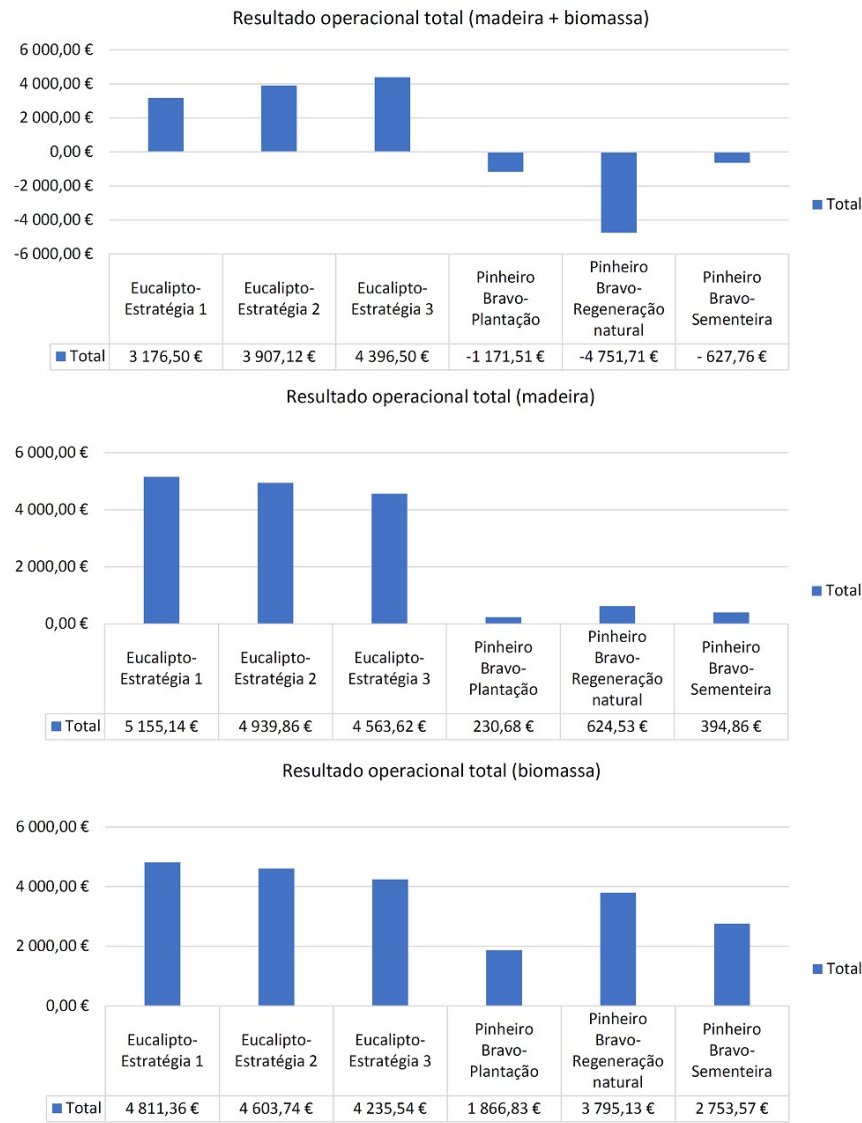


Figura D.8: Resultado operacional — Vale-do-Tejo.

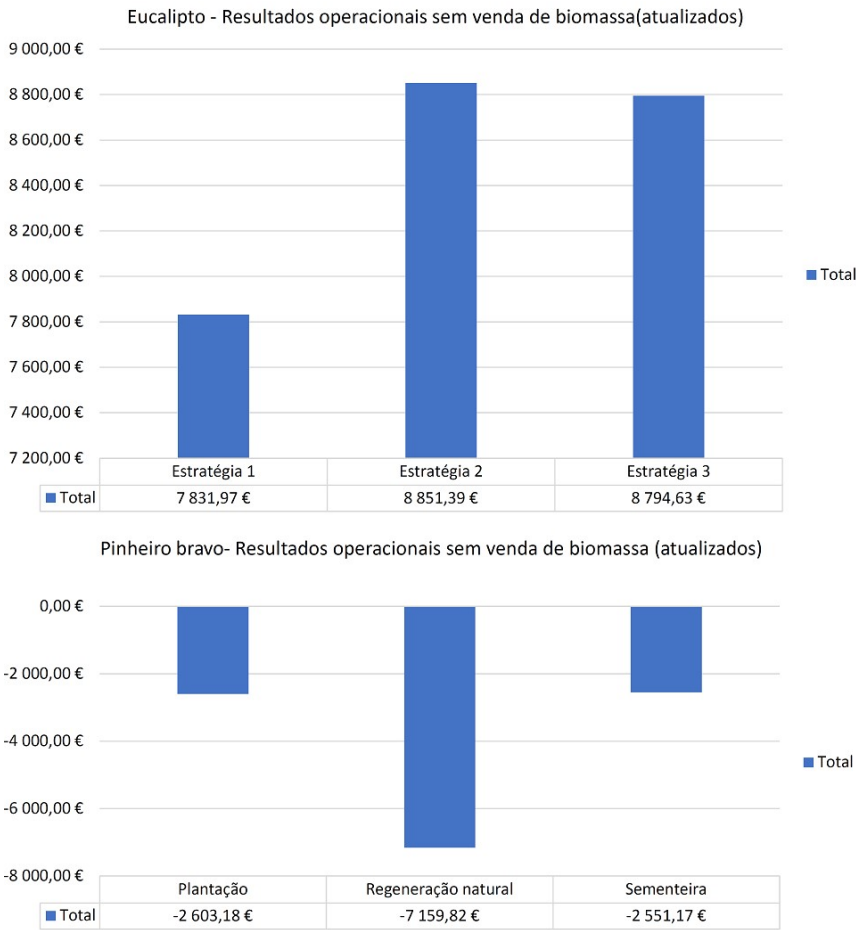


Figura D.9: Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Norte-Litoral.

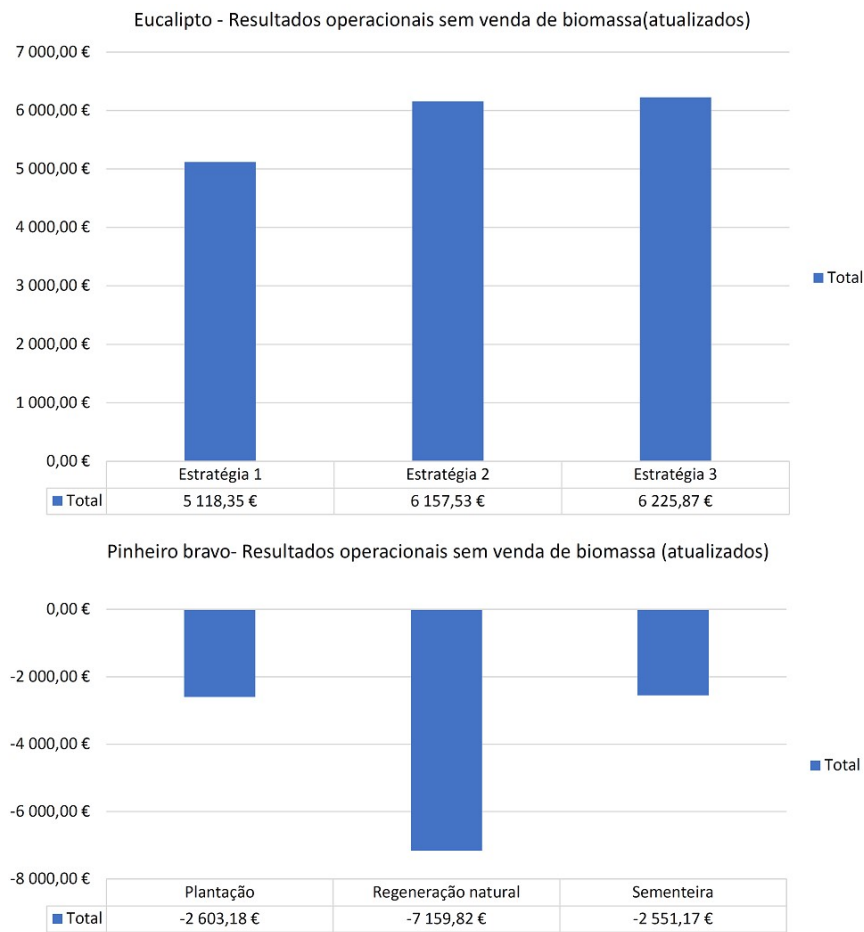


Figura D.10: Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Norte/Centro-Litoral.

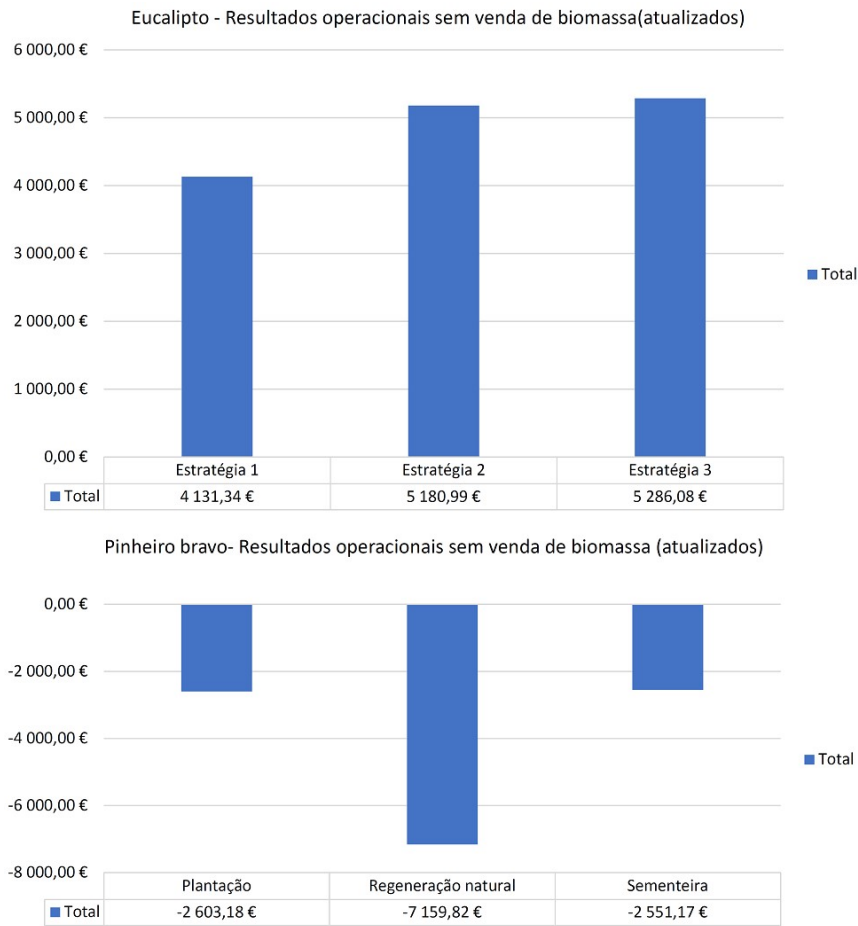


Figura D.11: Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Centro-Litoral.

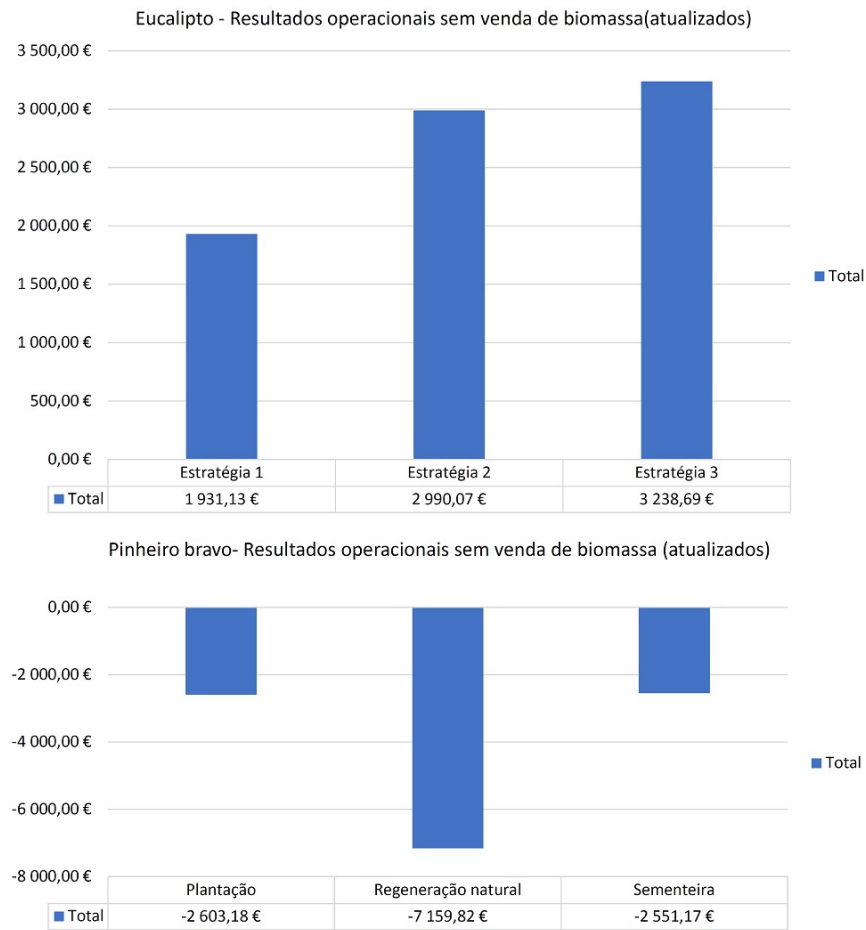


Figura D.12: Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Sul-Litoral.

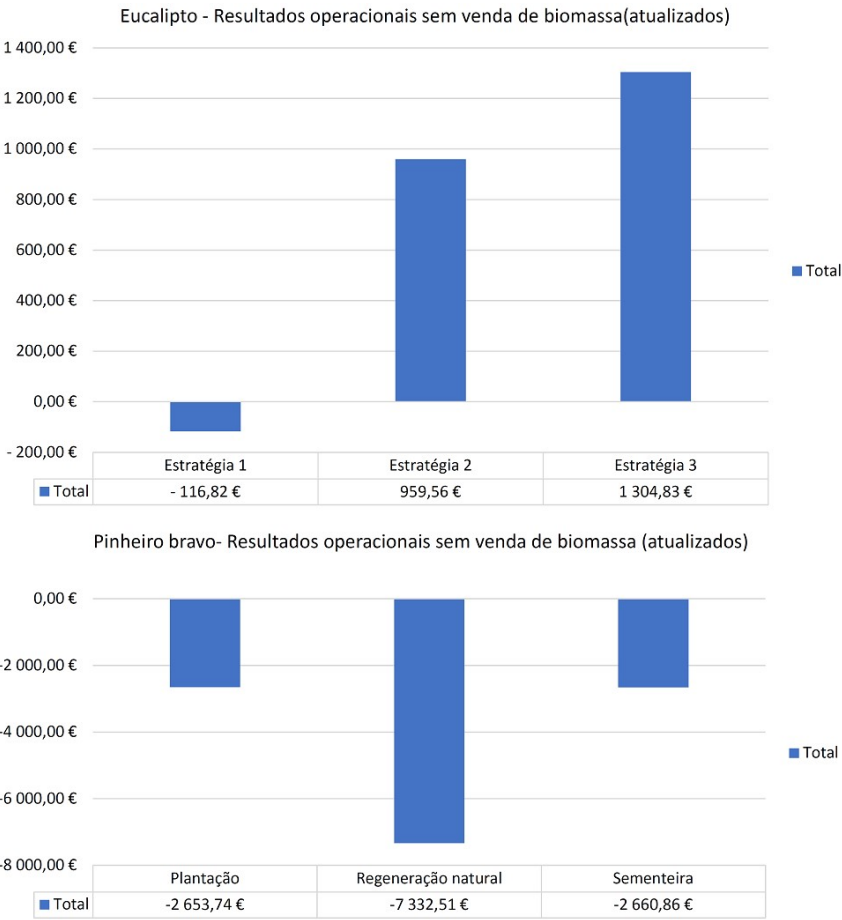


Figura D.13: Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Norte/Centro-Interior.

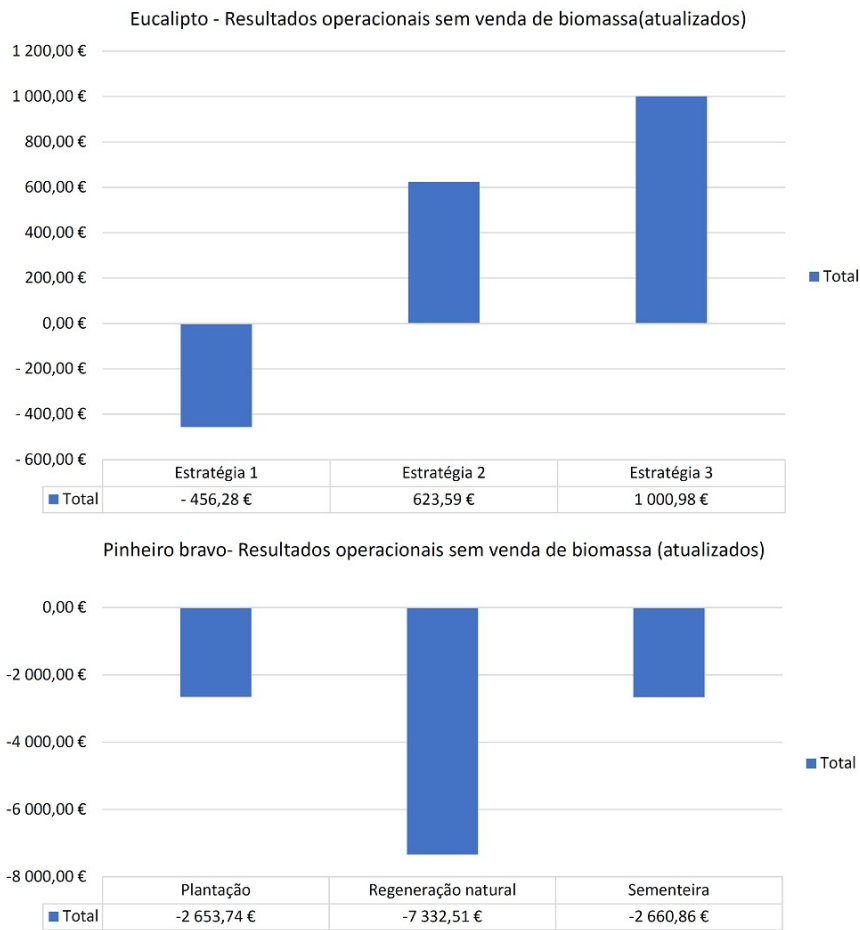


Figura D.14: Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Sul-Interior.

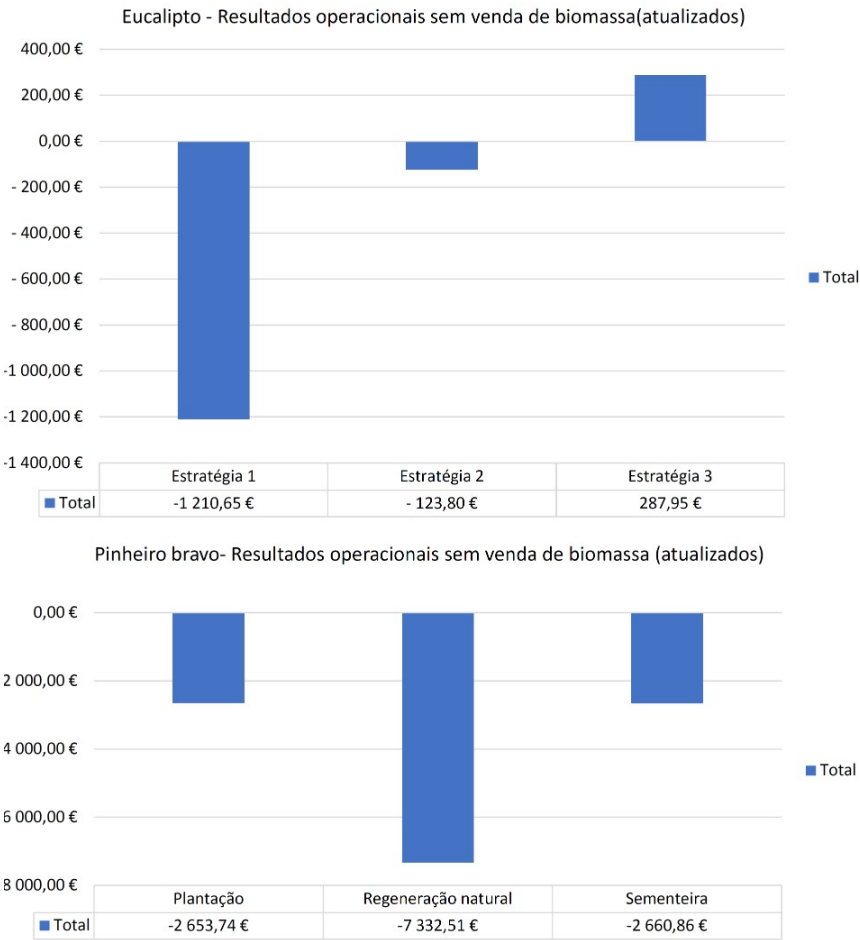


Figura D.15: Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Vale-do-Douro.

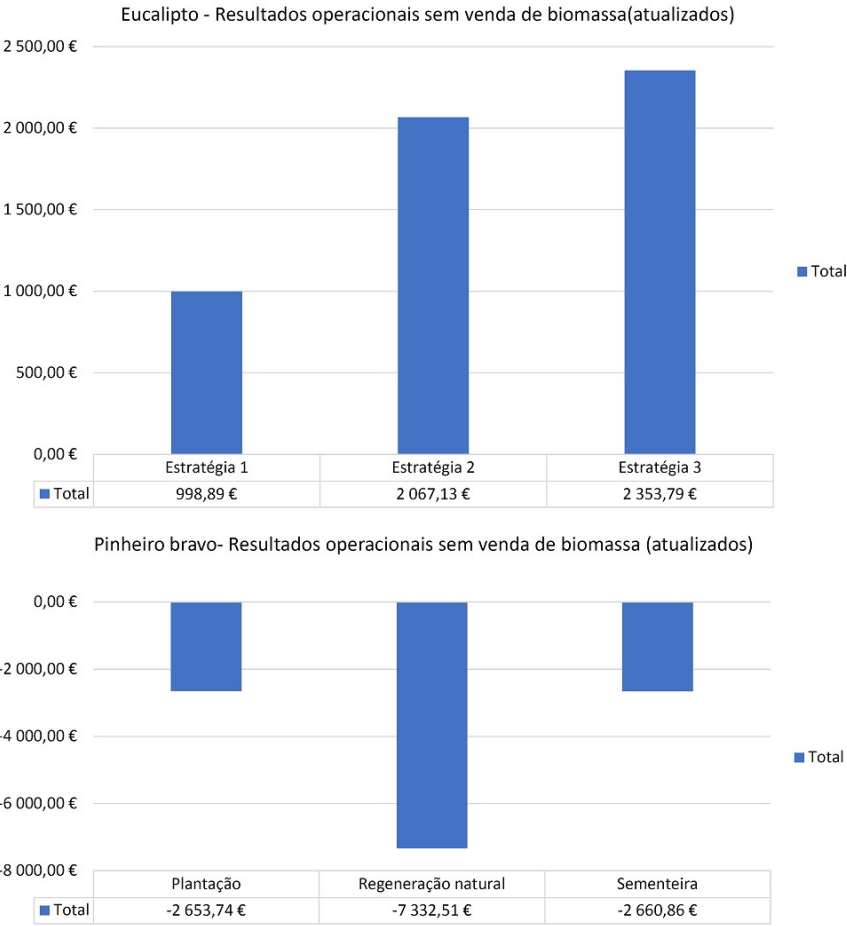


Figura D.16: Ocorrência de incêndio no ano 30 — Resultado operacional Vale-do-Tejo.

D.2 Avaliação do impacto das operações no custo total

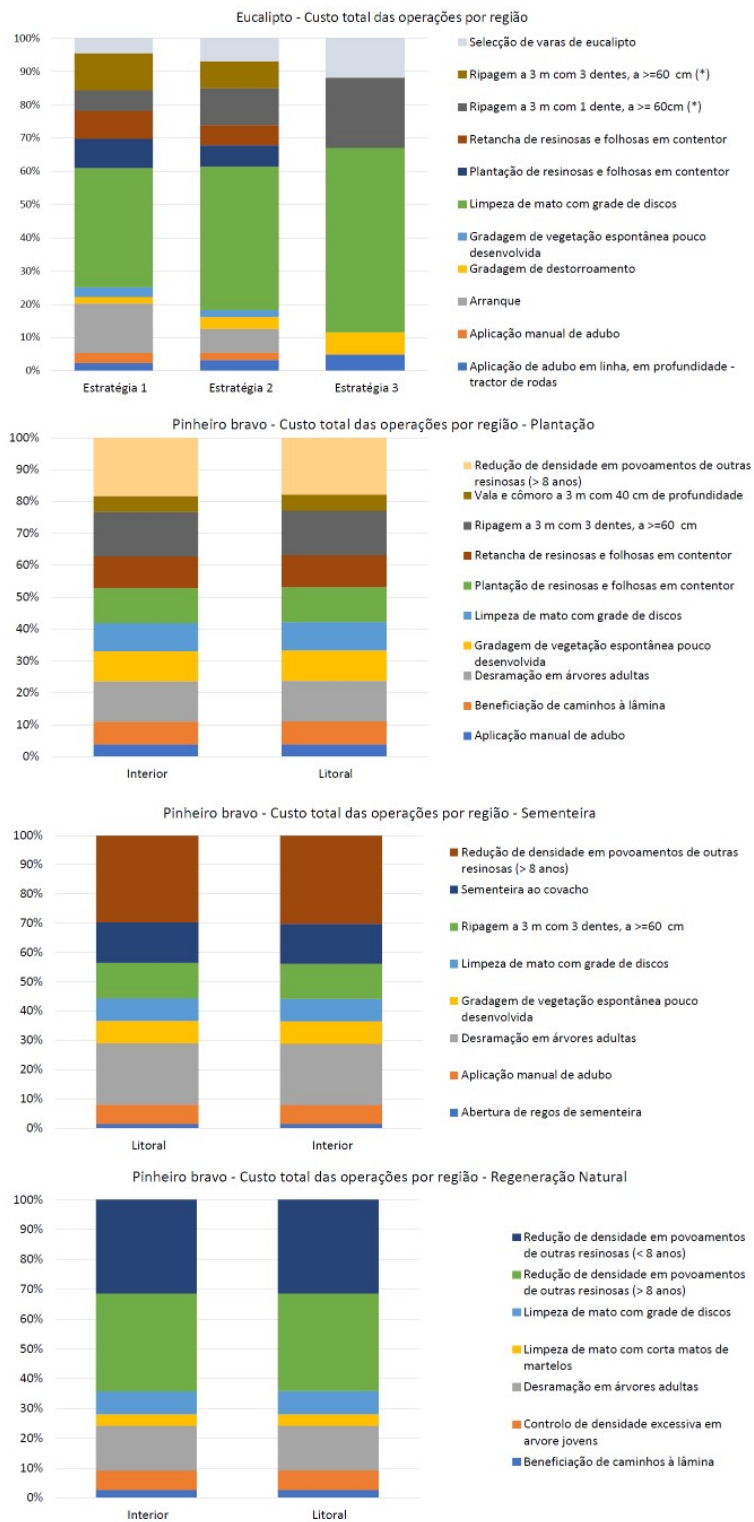


Figura D.17: Impacto das operações no custo total das estratégias para ambas as espécies.

D.3 Diagramas Tornado

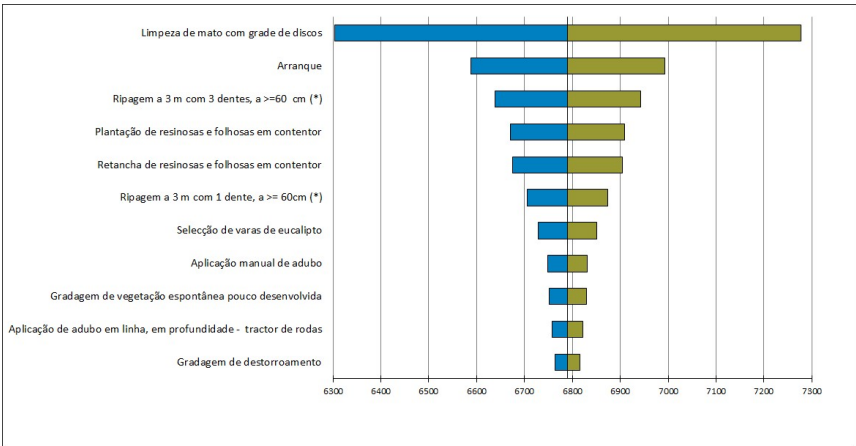


Figura D.18: Diagrama tornado — Eucalipto Estratégia 1.

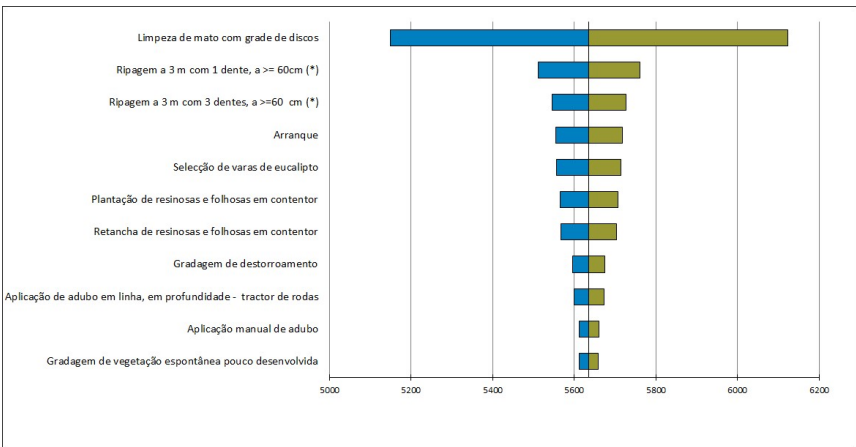


Figura D.19: Diagrama tornado — Eucalipto Estratégia 2.

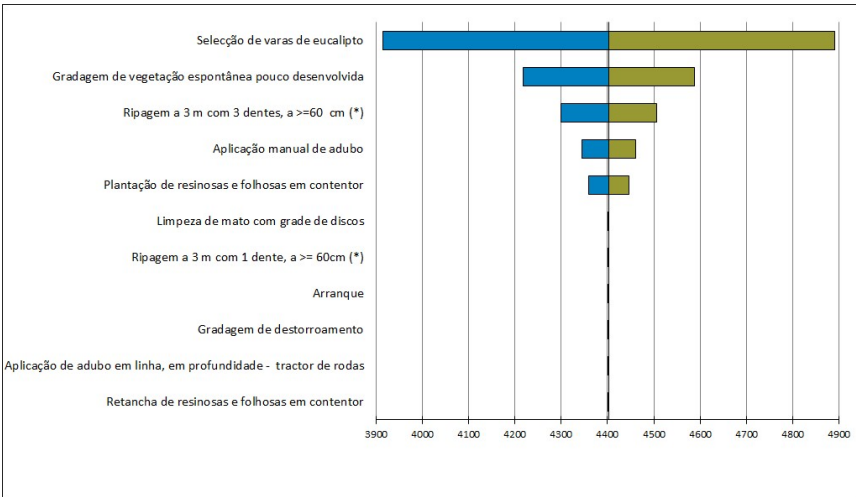


Figura D.20: Diagrama tornado — Eucalipto Estratégia 3.

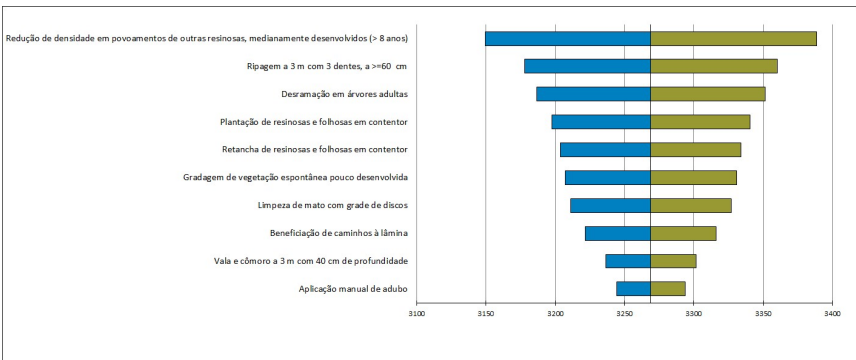


Figura D.21: Diagrama tornado — Pinheiro bravo Plantação (Litoral).

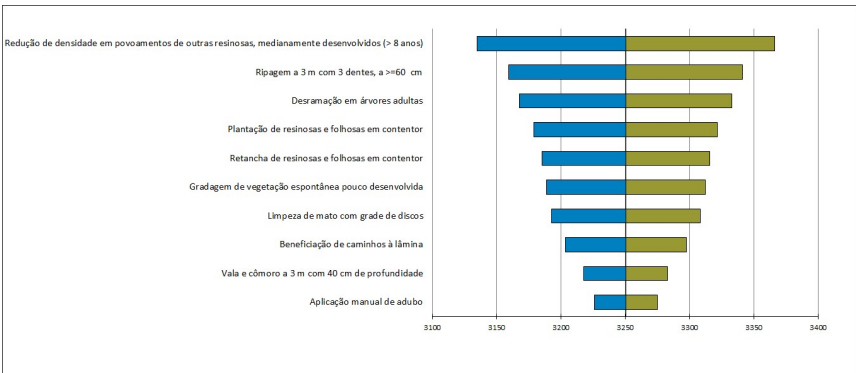


Figura D.22: Diagrama tornado — Pinheiro bravo Sementeira (Litoral).

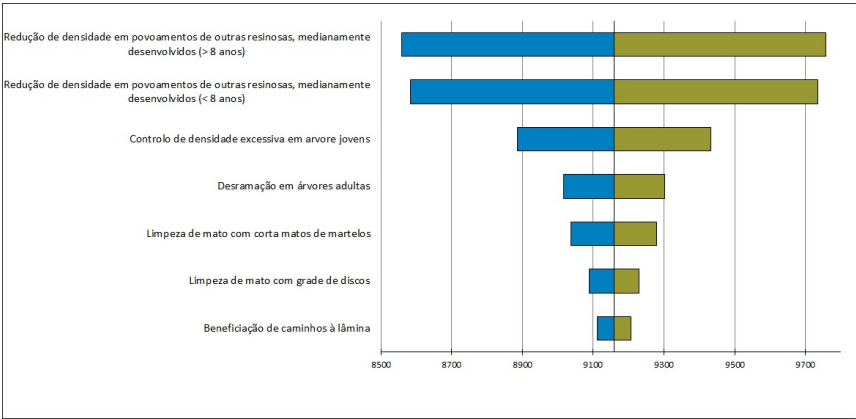


Figura D.23: Diagrama tornado — Pinheiro bravo Regeneração natural (Litoral).

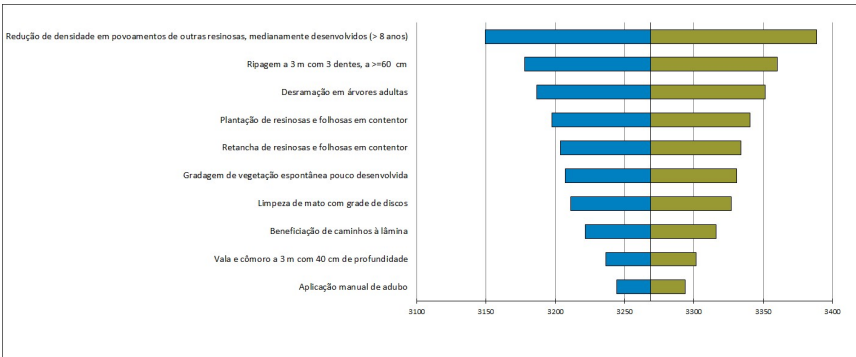


Figura D.24: Diagrama tornado — Pinheiro bravo Plantação (Interior).

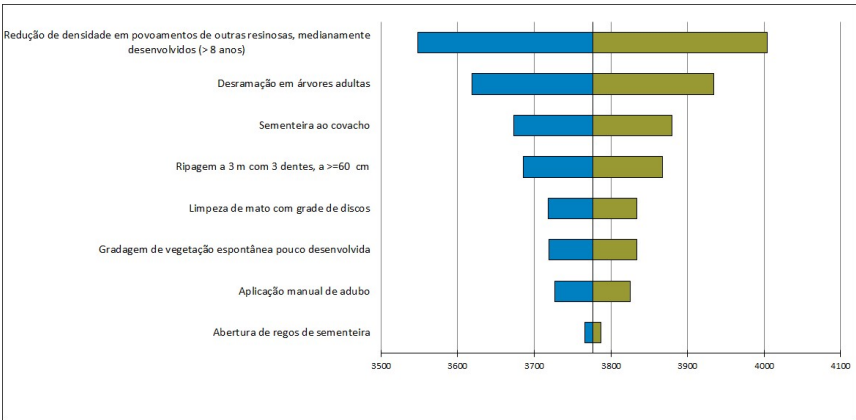


Figura D.25: Diagrama tornado — Pinheiro bravo Sementeira (Interior).

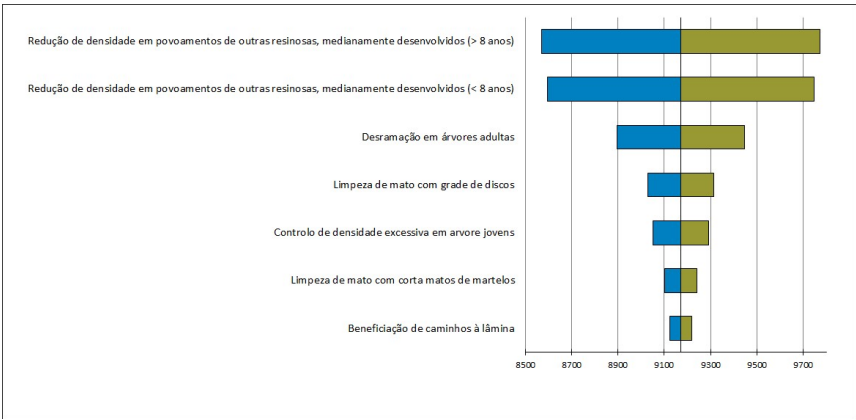


Figura D.26: Diagrama tornado — Pinheiro bravo Regeneração natural (Interior).

D.4 Avaliação anual do custo das estratégias.

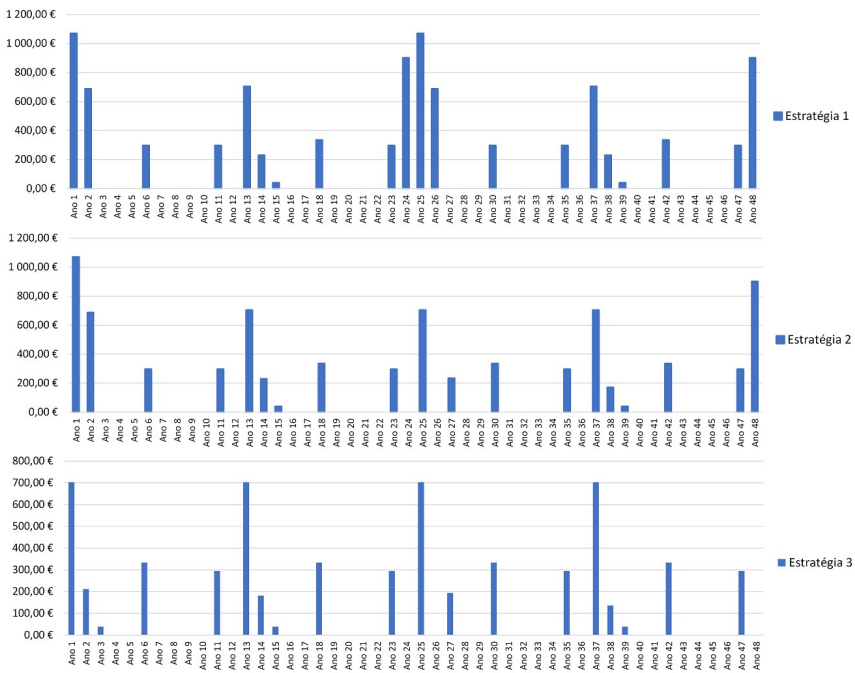


Figura D.27: Custo das estratégias do Eucalipto por ano.

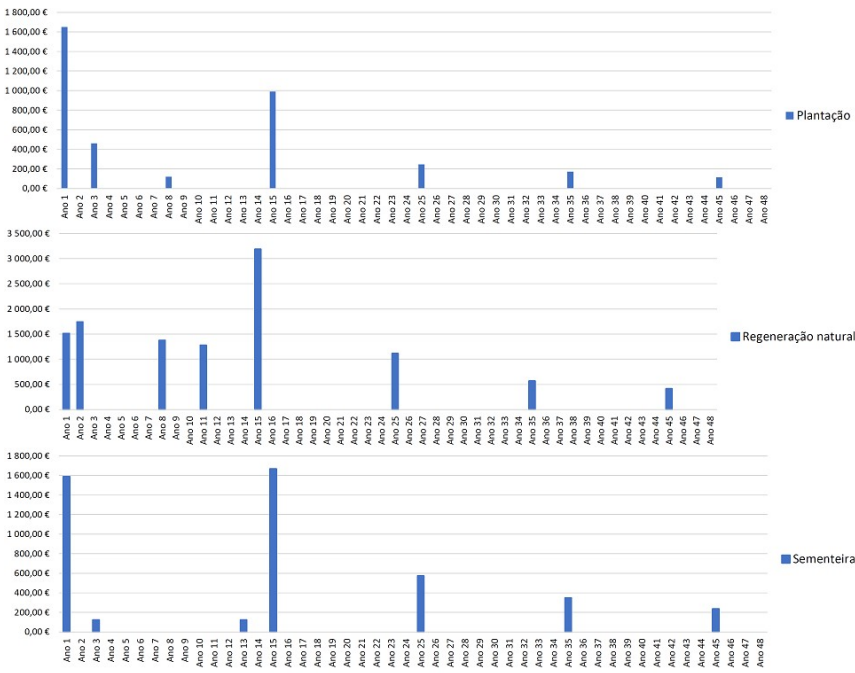


Figura D.28: Custo das estratégias do Pinheiro bravo por ano (Litoral).

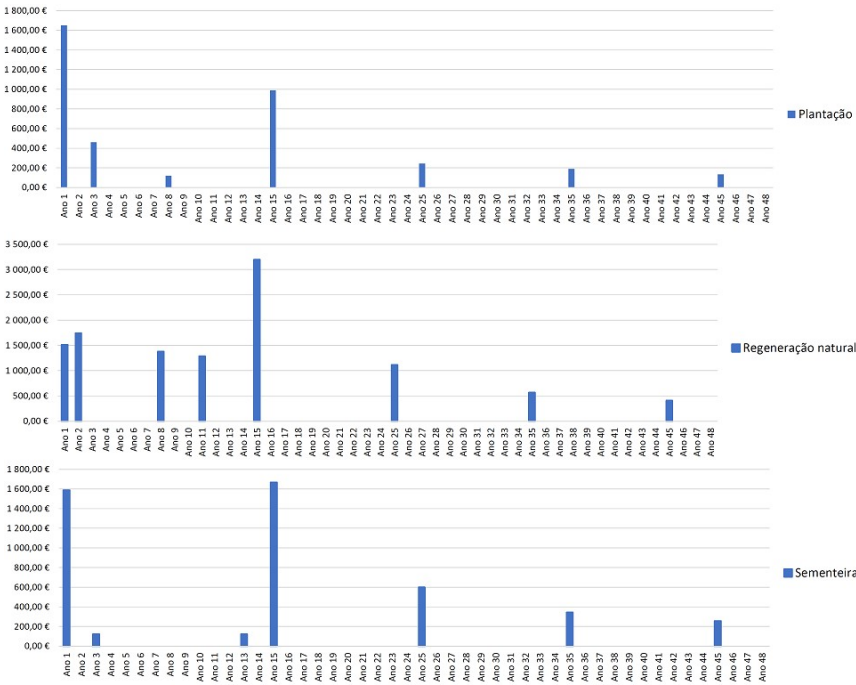


Figura D.29: Custo das estratégias do Pinheiro bravo por ano (Interior).

D.5 Avaliação anual do resultado operacional

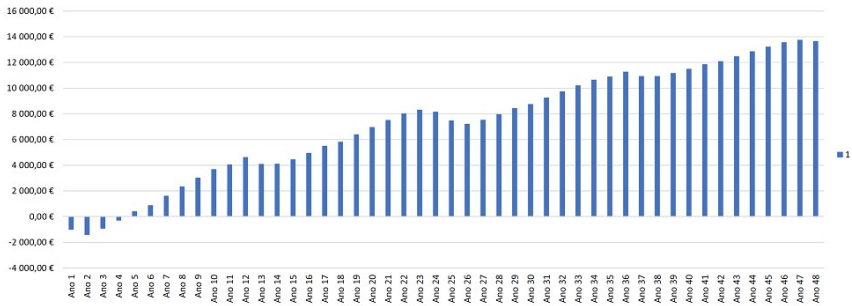


Figura D.30: Resultado operacional anual Eucalypto Estratégia 1 — Norte-Litoral.

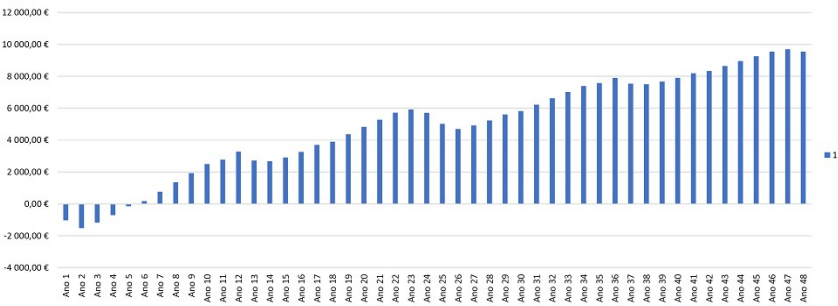


Figura D.31: Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Norte/Centro-Litoral.

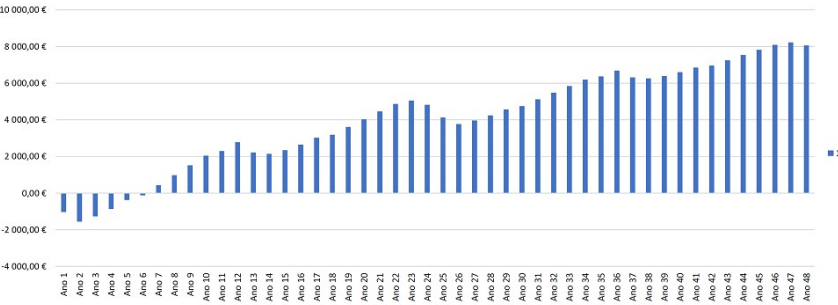


Figura D.32: Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Centro-Litoral.

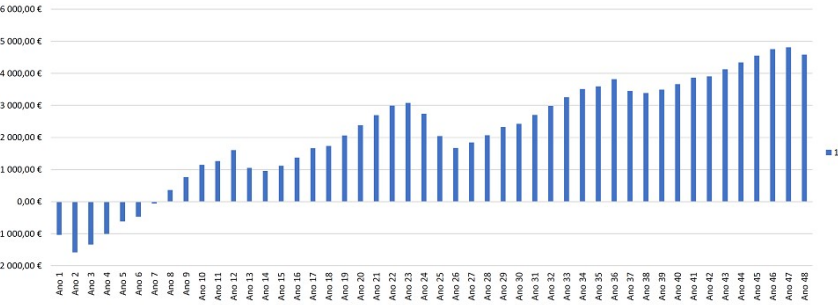


Figura D.33: Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Sul-Litoral.

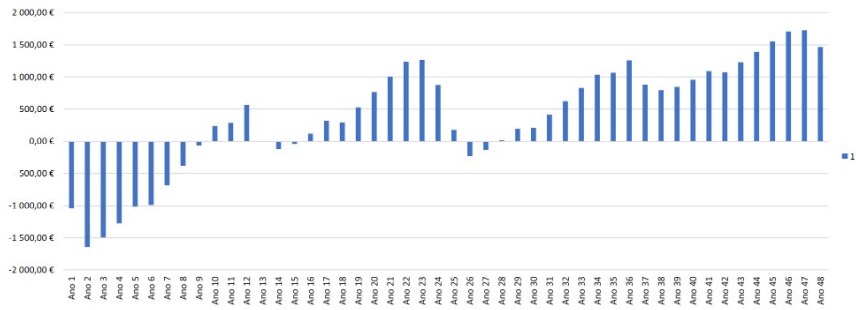


Figura D.34: Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Norte/Centro-Interior.

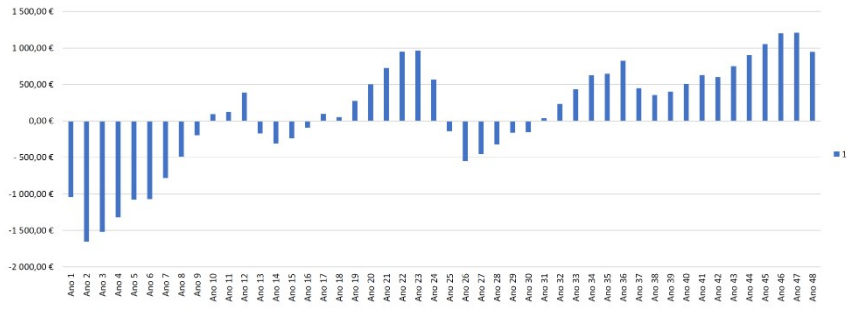


Figura D.35: Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Sul-Interior.

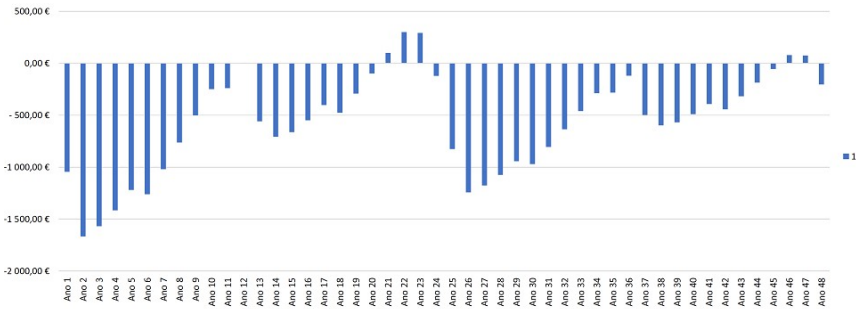


Figura D.36: Resultado operacional anual Eucalipto Estratégia 1 — Vale-do-Douro.

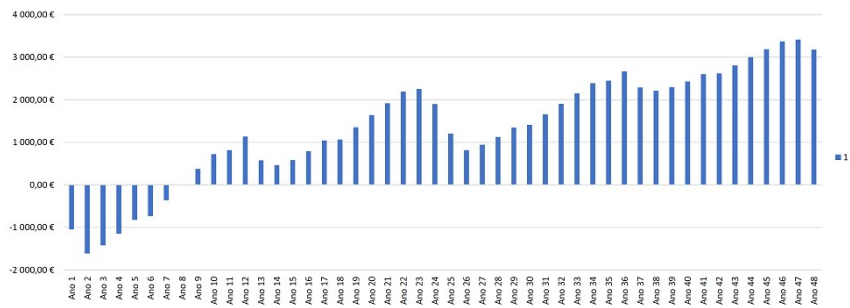


Figura D.37: Resultado operacional anual Eucalypto Estrategia 1 — Vale-do-Tejo.

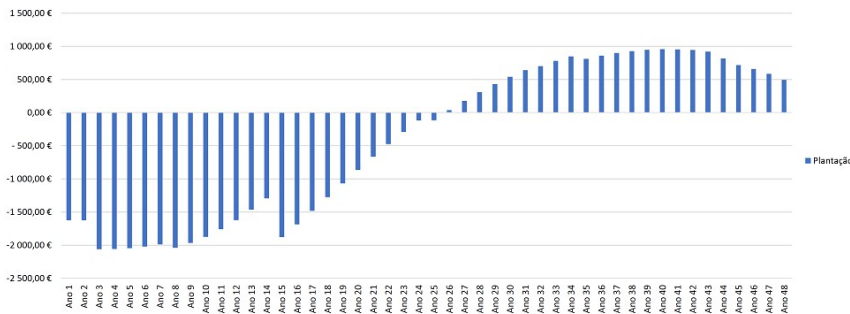


Figura D.38: Resultado operacional anual Pinheiro bravo Plantação — Litoral.

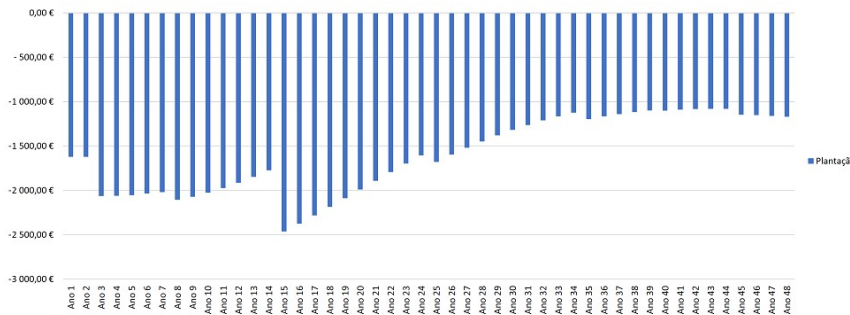


Figura D.39: Resultado operacional anual Pinheiro bravo Plantação — Interior.

Apêndice E

Atualização dos valores de venda da madeira

Nesta página foram calculadas as médias do preço de venda da madeira para ambas as espécies, consoante os preços mínimos e máximos e o volume de madeira vendida no SIMeF. Foram utilizados valores de venda do ano desde o ano 2018 até 2020 e, estes valores, foram atualizados trimestralmente para ser possível utilizar os valores atuais.

Tabela E.1: Atualização dos valores de venda da madeira para ambas as espécies (ampliar para visualizar melhor).

TAXA:

2%

TPC:

0,4963%

Atualização calculada com uma taxa anual de 2% (0,4963% no trimestre).

[1 de Abril de 2021]

Nº de P. Cap

ANO		Trim	ANO	Nº Amostras	Espécie	Trimestre	Preço mínimo	Preço máximo	Preço médio	Quantidade (m3)	PMxQ	Valores atualizados				
											Preço mínimo	Preço máximo	Preço médio	PMxQ		
12	3	1	2018	94	Pinheiro-bravo	1T	7	50	26	188 162	4 892 212	7,13	53,06	27,56	5 191 659	
11	3	2	2018	92	Pinheiro-bravo	2T	2	45	23	222 942	5 127 666	2,11	47,52	24,23	5 414 652	
10	3	3	2018	73	Pinheiro-bravo	3T	3	40	20	176 724	3 534 440	3,15	42,03	22,02	3 713 866	
9	3	4	2018	50	Pinheiro-bravo	4T	4	27	15	180 899	2 713 395	4,18	28,23	15,68	2 837 028	
8	2	1	2019	137	Pinheiro-bravo	1T	1	86	17	273 451	4 648 607	1,04	89,47	17,69	4 836 476	
7	2	2	2019	222	Pinheiro-bravo	2T	2	55	17	332 012	5 644 204	2,07	54,87	17,60	5 943 235	
6	2	3	2019	30	Pinheiro-bravo	3T	5	25	13	42 396	1 554 800	5,15	27,15	13,38	1 577 036	
5	2	4	2019	115	Pinheiro-bravo	4T	2	54	13	236 706	3 077 178	2,05	55,35	13,31	3 154 300	
4	1	1	2020	219	Pinheiro-bravo	1T	3	274	23	238 151	5 477 473	1,04	279,48	73,46	5 587 024	
2	1	3	2020	185	Pinheiro-bravo	3T	3	60	27	185 445	5 007 015	3,03	60,80	27,21	5 056 838	
											121,1	2 058 782	40 178 198		20,45	41 602 808
											min T	1,04	25,75	13,33		
											max T	1,43	279,48	27,59		
											med T	3,55	15,61	20,16		

O m3 do Pinheiro-bravo teve o seu mínimo trimestral a variar entre €1,04 e €7,43; o máximo trimestral, entre €25,75 e €279,48 e o valor médio trimestral, entre €13,33 e €27,59. O valor médio ponderado pela quantidade vendida foi de €20,45.

[1 de Abril de 2021]

Nº de P. Cap

ANO		ANO	Nº Amostras	Espécie	Trimestre	Preço mínimo	Preço máximo	Preço médio	Quantidade (m3)	PMxQ	Valores atualizados					
											Preço mínimo	Preço máximo	Preço médio	PMxQ		
12	3	2018	6	Eucalipto	1T	17	38	29	202	2 958	18,04	40,93	30,76	6 217		
11	3	2018	10	Eucalipto	2T	8	20	12	105 000	16 896	31,68	36,46	27,11	17 508		
10	3	2018	5	Eucalipto	3T	6	19	11	2963	32 593	6,30	19,94	11,56	34 247		
9	3	2018	5	Eucalipto	4T	10	25	18	2115	38 070	20,46	26,14	18,82	39 805		
8	2	2019	15	Eucalipto	1T	5	34	21	3852	80 892	5,20	35,37	22,85	84 160		
7	2	2019	24	Eucalipto	2T	3	33	17	4517	76 789	3,11	34,16	17,60	79 497		
6	2	2019	5	Eucalipto	3T	14	25	17	115	1 795	13,42	25,75	17,51	2 014		
5	2	2019	13	Eucalipto	4T	3	45	16	18 696	11 651	30,68	36,46	29 074	21 047		
4	1	2020	15	Eucalipto	1T	12	37	25	843	21 075	12,21	37,21	25,50	21 014		
2	1	2020	23	Eucalipto	3T	8	50	25	2097	52 435	8,04	50,50	25,25	52 947		
											117	18 696	344 845		19,00	356 965
											min T	3,08	19,96	11,56		
											max T	18,04	50,50	30,78		
											med T	8,94	34,78	20,50		

O m3 do Eucalipto teve o seu mínimo trimestral a variar entre €3,08 e €18,04; o máximo trimestral, entre €19,96 e €50,5 e o valor médio trimestral, entre €11,56 e €30,78. O valor médio ponderado pela quantidade vendida foi de €19,00.